

**ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-  
VETERINÄR- UND AGRARWESEN**



**„Bioökonomie in der Primärproduktion“**



Tagungsbericht 2015

# **BERICHT**

ALVA – Jahrestagung 2015

## **„Bioökonomie in der Primärproduktion“**

1. - 2. Juni 2015

Tagungsort

Steiermarkhof

Krottendorferstraße 81

8052 Graz

Tel. +43 316 8050 7111

Fax. +43 316 8050 7151

[www.steiermarkhof.at](http://www.steiermarkhof.at)

## ***Impressum***

*Herausgeber*

Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen

*Präsident*

Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan

*Für den Inhalt verantwortlich*

Die Autoren

*Zusammengestellt von*

Mag. Astrid Plenk

*Druck*

RepaCopy Wien DC, Triesterstraße 122, 1230 Wien

© 2015 Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen

ISSN 1606-612X

## Vorwort

Die ALVA führt heuer bereits ihre 70. Jahrestagung seit Neugründung im Jahre 1946 durch. In dieser Zeitspanne hat sie den Schritt von einer losen Interessensgemeinschaft von Bundes- und Landesanstalten zu einem eingetragenen Verein mit persönlichen Mitgliedern, die nicht nur im öffentlichen Dienst stehen, sondern aus der scientific community jener Fachbereiche, die von der ALVA vertreten werden, stammen, vollführt. Daneben hat sich die ALVA auch von einer Plattform zur Abstimmung von Untersuchungsmethoden hin zu einem Forum der Forschung und des wissenschaftlichen Diskurses entwickelt.

Die Mitgliederbewegungen zeigen sehr deutlich, dass immer mehr Kolleginnen und Kollegen von Universitäten und aus innovativen Betrieben zur ALVA finden. Der wissenschaftliche Input sowie die ständige Qualitätsverbesserung der Beiträge zu den ALVA-Jahrestagungen bzw. zu den anderen Fachveranstaltungen der ALVA, wie z. B. den alle 2 Jahre stattfindenden Linzer Kontaminantentagungen, bestätigen diesen Weg.

Darüber hinaus ist es der ALVA durch die konstruktive Arbeit im Vorstand gelungen, Universitäten für die Mitarbeit zu interessieren, den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern sowie Studentinnen und Studenten als auch Jungakademikern eine Juniormitgliedschaft im Verein anzubieten. Mittlerweile sind 17% der Mitglieder der ALVA angehende oder Jungakademiker, worauf wir ganz besonders stolz sind.

Ich bin der festen Überzeugung, dass dieser Weg zukunftsweisend ist und der ALVA einen besonderen Stellenwert im wissenschaftlichen und fachlichen Austausch gibt.

Die ALVA ist in ihrer fachlichen Breite daher eine einzigartige Institution in Österreich und bleibt eine wichtige Plattform für den fachlichen Austausch im landwirtschaftlichen Versuchswesen in Österreich, eine Funktion, die nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.

Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan  
Präsident der ALVA

# Inhaltsverzeichnis

## ALVA-FORSCHUNGSPREIS

### CHARAKTERISIERUNG DES BODENGEFÜGES UND DER ORGANISCHEN BODENSUBSTANZ IN EUROPÄISCHEN LANDWIRTSCHAFTLICHEN BÖDEN

Taru Lehtinen ..... 15

## ALVA-FÖRDERPREIS

### DEVELOPMENT OF HIGH-THROUGHPUT METHODS FOR THE DETECTION OF HYDROGEN CYANIDE-PRODUCING BACTERIA FOR THE APPLICATION IN BIOCONTROL

Simon Dürr, Angela Sessitsch, Günter Brader and Friederike Trognitz ..... 23

## PLENARVORTRÄGE

### BIOÖKONOMIE ALS ZUKUNFTSKONZEPT – EINE PERSPEKTIVE FÜR LANDWIRTSCHAFT UND GARTENBAU?

Georg F. Backhaus ..... 29

### NACHHALTIGE BODENNUTZUNG ALS BASIS EINER UMFASSENDEN WISSENSBASIERTEN BIOÖKONOMIE

Martin H. Gerzabek ..... 36

### BIOÖKONOMISCHE HERAUSFORDERUNGEN AN DIE TRANSFORMATION VON AGRARISCHER BIOMASSE IN LEBENSMITTEL TIERISCHER HERKUNFT

Wilhelm Windisch ..... 40

## VORTRÄGE

### SPECTRAL IMAGING: EINE NEUE METHODE ZUR BESSEREN ERFORSCHUNG DES WURZELRAUMS DER PFLANZE?

Gernot Bodner, Alireza Nakhforoosh, Hans-Peter Kaul, Raimund Leitner und Thomas Arnold ..... 49

### SORTENFINDER – EINE NEUE MÖGLICHKEIT DIE PASSENDE SORTE ZU FINDEN

Clemens Flamm und Horst Luftensteiner ..... 52

### WURZELSCREENING VON KÖRNERLEGUMINOSEN

Jiangsan Zhao, Gernot Bodner und Boris Rewald ..... 55

### ERTRAGS- UND QUALITÄTSEFFEKTE EINER ERHÖHTEN STICKSTOFFDÜNGUNG BEI BRAUGERSTE

Michael Oberforster und Manfred Werteker ..... 58

### ERTRAGSPOTENZIAL UNTERSCHIEDLICHER SOMMERGETREIDESORTEN IM ALPINEN KLIMAGEBIET IN BIOLOGISCHER WIRTSCHAFTSWEISE

Waltraud Hein und Hermann Waschl ..... 61

### MAISANBAU IN ÖSTERREICH ÖKONOMISCHE BEDEUTUNG UND PFLANZENBAULICHE HERAUSFORDERUNGEN

Franz Sinabell, Mark Sommer, Rita Kappert und Hans-Peter Kaul ..... 64

### NACHHALTIGE INTENSIVIERUNG DER LANDWIRTSCHAFT - NATURWISSENSCHAFTLICHE ASPEKTE

Winfried E.H. Blum, Jasmin Schiefer und Georg J. Lair ..... 67

<b>ÖKONOMISCHE UND LANDWIRTSCHAFTLICHE NACHHALTIGKEITSSTRATEGIE VON KLEINBAUERN IN NICARAGUA (ZENTRALAMERIKA) UND UGANDA (OSTAFRIKA)</b>	
Axel Mentler, Walther Pohl, Lorenz Probst, Maria Wurzinger und Thomas Guggenberger .....	70
<b>AUSWIRKUNGEN VON BEWIRTSCHAFTUNGSMAßNAHMEN AUF DIE HUMUSDYNAMIK: ERGEBNISSE DES PROJEKTES AUSTRIAN CARBON CALCULATOR (ACC)</b>	
Katrin Sedy, Gerhard Zethner, Sigbert Huber, Uwe Franko, Ralf Gründling, Heide Spiegel, Hans-Peter Haslmayr, Franz Xaver Hölzl und Herbert Formayer .....	74
<b>DER TEA BAG INDEX ALS INDIKATOR FÜR DIE ABBAURATEN VON ORGANISCHEM MATERIAL IN VERSCHIEDENEN BIOLOGISCHEN DÜNGUNGSSYSTEMEN UNTER PANNONISCHEM KLIMA</b>	
Taru Lehtinen, Markus Heinzinger, Andreas Sürbock und Jürgen Kurt Friedel .....	77
<b>AGGREGATSTABILITÄT IN BÖDEN BEI VERSCHIEDENEN BODENBEARBEITUNGSSYSTEMEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG VON WURZEL UND MYKORRHIZA</b>	
Maximilian Breiner, Gernot Bodner und Axel Mentler .....	80
<b>BEWERTUNG DER NIEDERMOORE IM STEIRISCHEN SALZKAMMERGUT HINSICHTLICH IHRES NÄHRSTOFFZUSTANDES UND EUTROPHIERUNGSRIKOS UND MÖGLICHKEITEN DER BEEINFLUSSUNG DURCH LANDWIRTSCHAFTLICHE MAßNAHMEN</b>	
Romana Berger, Andreas Bohner und Peter Liebhard .....	83
<b>NEUE METHODEN IN DER PFLANZENZÜCHTUNG, WAS BRINGEN SIE</b>	
Friederike Trognitz, Birgit Mitter und Angela Sessitsch .....	86
<b>NUTZUNGSZIELE DER AGRO-GENEOTECHNIK - AKTUELLE TRENDS ZUR VERBESSERUNG INDUSTRIELLER PROZESSE</b>	
Walter Stepanek .....	89
<b>VERGLEICH DER GENETISCHEN STABILITÄT VON MON810 IN SINGLE UND STACKED EVENTS</b>	
Sina-Elisabeth Ben Ali, Magali Castan, Marko Raskovic, Rupert Hochegger, Alexander Haslberger und Christian Brandes .....	92
<b>ANTINUTRITIVE EIGENSCHAFTEN MONOGASTRISCHER NUTZTIERRATIONEN: EFFEKTE AUF DEN TIERISCHEN ORGANISMUS</b>	
Daniel Brugger, Wilhelm Windisch und Carmen Fahn .....	95
<b>EINFLUSS EINER DRUCKHYDROTHERMISCHEN BEHANDLUNG DES EINZELFUTTERMITTELS MAIS AUF DIE ZOOTECHNISCHEN LEISTUNGEN BEIM BROILER</b>	
Reinhard Puntigam, Karl Schedle und Martin Gierus .....	99
<b>EINSATZ EXOGENER ENZYME IN DER WIEDERKÄUERFÜTTERUNG</b>	
Mirko Deml, Carmen Fahn und Wilhelm Windisch .....	102
<b>EINSATZ VON KÖRNERHIRSE IN DER SCHWEINEFÜTTERUNG</b>	
Wolfgang Wetscherek .....	105
<b>ZUR BEDEUTUNG DES PFLANZENMIKROBIOMS FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT</b>	
Gabriele Berg .....	108
<b>PFLANZENSCHUTZMITTEL UND DEREN ÖKOTOXIKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN AM BEISPIEL DER HONIGBIENE (APIS MELLIFERA)</b>	
Wilfried Pestemer und Gabriela Bischoff .....	111
<b>ERSTE ERKENNTNISSE AUS DEM MODELLVORHABEN "DEMONSTRATIONSBETRIEBE INTEGRIERTER PFLANZENSCHUTZ" IN DEUTSCHLAND</b>	
Bernd Freier, Annett Gummert und Marcel Peters .....	114

**IM SÜDTIROLER APFELANBAU AUFTRETENDE LAGERFÄULEN: BIOLOGIE DER ERREGER UND IHRE BEKÄMPFUNG**

Klaus Marschall und Werner Rizzolli ..... 117

**ERGEBNISSE ÜBER DAS AUFTRETEN VON *TUTA ABSOLUTA* (MEYRICK) AN MONITORINGSTANDORTEN NAHE DER ÖSTERREICHISCH-SLOWAKISCHEN STAATSGRENZE**

Ines Gabl und Hermann Hausdorf ..... 120

**AUSBRINGUNG VON RAUBMILBEN (PHYTOSEIIDAE) AUS MASSENZUCHTEN IM SÜDTIROLER APFELANBAU**

Angelika Gruber, Daniel Pichler, Walther Waldner und Manfred Wolf ..... 123

**RISIKOLANDKARTE MYKOTOXINE IN LEBENSMITTELN**

Elke Rauscher-Gabernig, Sabrina Kuchling, Richard Öhlinger und Klemens Fuchs ..... 125

**ANALYTISCHE DIFFERENZIERUNG DER HERKUNFT VON MILCH AN HAND DER FETTSÄUREZUSAMMENSETZUNG**

Manfred Werteker, Stefanie Huber, Birgit Rossmann, Atousa Motie und Matthias Schreiner ..... 128

**ENTWICKLUNG UND VALIDIERUNG ANALYTISCHER NACHWEISVERFAHREN ZUR QUANTITATIVEN BESTIMMUNG DES FLEISCHANTEILS IN LEBENSMITTELN MITTELS REAL-TIME PCR**

Barbara Druml, Margit Cichna-Markl und Rupert Hochegger ..... 130

**FLEISCHQUALITÄT VON WAGYU-RINDERN: WAS IST DAS BESONDERE AN DIESEM FLEISCH?**

Georg Terler, Christina Trippold, Margit Velik, Roland Kitzler und Josef Kaufmann ..... 133

**ERTRAGSPOTENTIAL UND CHARAKTERISTIK DES ERNTEGUTES VON *SIDA HERMAPHRODITA* (L.) RUSBY**

Philipp von Gehren, Markus Gansberger, Josef Mayr, Harald Bock, Wilfried Pichler, Elisabeth Wopienka und Peter Liebhard ..... 136

***SILPHIUM PERFOLIATUM* L. ALS ALTERNATIVE ENERGIEPFLANZE IN ÖSTERREICH**

Josef Mayr, Markus Gansberger, Johannes Hösch, Lucy Montgomery, Peter Liebhard und Bärbel Pachinger ..... 139

**ANBAU VON *MISCANTHUS* UNTER BIOLOGISCHEN BEDINGUNGEN IM ALPINEN KLIMAGEBIET**

Waltraud Hein, Hermann Waschl und Hannes Rohrer ..... 142

**ENERGIEEFFIZIENZ UND KOSTENINTENSITÄT DER KONVENTIONELLEN UND BIOLOGISCHEN SPEISEKARTOFFELPRODUKTION AUSGEWÄHLTER STANDORTE IN NIEDERÖSTERREICH**

Heinrich Mechtler, Gerhard Moitzi und Herbert Weingartmann ..... 145

**WINTERERNTE: DIE PRODUKTION VON WINTERSALATEN UND - KRÄUTERN IM UNGEHEIZTEN FOLIEN-TUNNEL**

Wolfgang Palme und Johann Kupfer ..... 148

**ENTMISCHUNGSVORGÄNGE BEI MINERALISCHEN MISCHDÜNGERN INNERHALB DER LOGISTIKKETTE**

J. Pichler, G. Moitzi, W. Hofmair und A. Gronauer ..... 151

**REGIONAL UNTERSCHIEDLICHE VERWENDUNG BZW. ZUSAMMENSETZUNG VON DÜNGEMITTELN IN ÖSTERREICH**

Manfred Sager ..... 154

**MAISDÜNGUNG – STABILISIERTE STICKSTOFFDÜNGER IM PRAXISVERGLEICH**

Christian Reichinger und Thomas Wallner ..... 157

<b>N-DÜNGUNG VON ÖLKÜRBISHYBRIDEN – DÜNGUNGSHÖHEN UND CHLORIDEMPFLINDLICHKEIT SIND NEU ZU DEFINIEREN</b>	
Werner Höfler, Dagobert Eberdorfer, Josef Pferscher und Manfred Drexler .....	160
<b>INTENSIVE GÜLLEDÜNGUNG BEI WINTERGETREIDE - KULTURFÜHRUNG, ERTRAG UND QUALITÄT</b>	
Dagobert Eberdorfer, Werner Höfler, Josef Pferscher und Manfred Drexler .....	163
<b>VERHALTEN VON URAN AUS P-HALTIGEN DÜNGERN IM SYSTEM WASSER-BODEN-PFLANZE</b>	
Andreas Baumgarten, Erwin Pfundtner, Georg Dersch, Claudia Landstettner, Christian Katzlberger, Bettina Liebmann, Franko Humer, Markus Herndl, Heide Spiegel, Monika Kumpan und Alexander Eder .....	166
<b>PROTEINFRAKTIONEN VON DAUERWIESENFUTTER IN ABHÄNGIGKEIT VON KONSERVIERUNGSVERFAHREN UND LAGERUNGSDAUER</b>	
Reinhard Resch und Leonhard Gruber .....	167
<b>GÄRSÄURE- UND AMMONIAKGEHALTE VON MAIS-GANZKORNSILAGEN (GKS) IN ABHÄNGIGKEIT DER LAGERUNGSDAUER</b>	
Karl Schedle, Reinhard Resch und Wolfgang Wetscherek .....	170
<b>EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER TROCKNUNGSVERFAHREN AUF DIE MIKROBIOLOGISCHE QUALITÄT VON HEU</b>	
Andreas Adler, Peter Kiroje, Reinhard Resch, Erich M. Pötsch und Irmengard Strnad .....	173
<b>MASSEVERLUSTE AN TM, STÄRKE UND ZUCKER VON MAIS-GANZKORNSILAGEN (GKS) IN ABHÄNGIGKEIT DER LAGERUNGSDAUER</b>	
Reinhard Resch, Wolfgang Wetscherek, Karl Schedle und Eduard Zentner .....	176
<b>MÖGLICHKEITEN UND VORTEILE DER GASCHROMATOGRAPHISCHEN SCREENING-ANALYSE MIT FLUGZEITMASSENSPEKTROMETERN (GC-QTOF-MS)</b>	
Armin Trenkle .....	179
<b>READMISSION OF PROCESSED ANIMAL PROTEINS (PAPS) IN FEEDING STUFFS – DEMANDS ON ANALYSIS</b>	
Sonja Axmann, Andreas Adler, Agnes Josephine Brandstettner, Gabriela Spadinge <sup>2</sup> , Roland Weiss und Irmengard Strnad .....	182
<b>TRANSFER VON POLY- UND PERFLUORIERTEN CHEMIKALIEN (PFC) VON KONTAMINIERTEN AGRARFLÄCHEN IN NUTZPFLANZEN</b>	
Armin Trenkle .....	185
<b>RISIKOLANDKARTE – EIN WERKZEUG ZUR PRIORISIERUNG VON RISIKEN IN DER FUTTERMITTELKETTE</b>	
Irmengard Strnad und Johann Steinwider .....	188
<b>BESTIMMUNG VON ANORGANISCHEM ARSEN IN REIS UND REISPRODUKTEN, METHODENÜBERSICHT UND PRÄSENTATION AUSGEWÄHLTER ERGEBNISSE</b>	
Gerhard Liftinger, Ernst Schmeisser und Peter Lew .....	191
<b>ÜBER DIE ELEMENTZUSAMMENSETZUNG DIVERSER MOLKEREIPRODUKTE</b>	
Manfred Sager .....	194
<b>BEFALLSMANAGEMENT VON <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> IN ZUCKERRÜBE DURCH GEZIELTE KONDITIONIERUNG VON ZWISCHENFRÜCHTEN</b>	
Christoph Kreitzer und Herbert Eigner .....	197

<b>BEURTEILUNG UNTERSCHIEDLICHER HERKÜNFTE VON ZUCKERRÜBEN HINSICHTLICH IHRER REAKTION AUF EINEN MÖGLICHEN BEFALL DURCH RIZOMANIA</b>	
Gerhard Sigl und Herbert Eigner .....	200
<b>PRÜFUNG AKTUELLER ZUCKERRÜBENSORTEN AUF DEREN EIGNUNG FÜR EINE LANGE LAGERUNG</b>	
Gerhard Sigl und Herbert Eigner .....	203
<b>TONGRANULAT ALS TRÄGERSUBSTANZ FÜR RHIZOCTONIA SOLANI ZUR KÜNSTLICHEN INFektion AN ZUCKERRÜBEN</b>	
Astrid Plenk, Martin Plank und Walter Neufelner .....	206
<b>UNTERSUCHUNGEN ZUM EINFLUSS DER ENTBLÄTTERUNG VOR DER BLÜTE AUF TRAUBENQUALITÄT UND ERTRAG DER REBSORTEN `RIESLING` BEI BIOLOGISCHEM UND `ZWEIGELT` BEI INTEGRIERTEM PFLANZENSCHUTZ</b>	
Martin Mehofer, Karel Hanak, Bernhard Schmuckenschlager, Norbert Vitovec, Veronika Schober, Silvia Wendelin und Martin Prinz .....	209
<b>IMMOBILISIERUNG VON KUPFER IN BELASTETEN WEINGARTENBÖDEN DURCH ORGANISCHE HILFSSTOFFE AUF BASIS VON KOMPOST UND PFLANZENKOHLE</b>	
Gerhard Soja, Franz Zehetner, Lisa Deinhofer, Simone Johnen, Katharina Keiblinger, Bernhard Wimmer, Georg Pardeller, Franz Rosner, Florian Faber, Alex Dell Antonio und Georg Dersch .....	212
<b>VERGLEICH VON SELBSTBEWURZELTEN MIT AUF GÄNGIGEN UNTERLAGEN VEREDELTEN BIRNBÄUMEN</b>	
Lothar Wurm, Andreas Spornberger, Eva-Maria Gantar und Martina Kieler .....	215
<b>ANALYTISCHE UND SENSORISCHE PRÜFUNG VON NEUEN MARILLENSORTEN</b>	
Martina Kieler, Nadine Klein und Lothar Wurm .....	218
<b>OPTIMALER REIFEGRAD VON OBST FÜR DIE VERARBEITUNG</b>	
Monika Schnürer, Manuel Bucher, Dietmar Stelzer, Karin Korntheuer und Manfred Gössinger .....	220
<b>QUALITÄTSVERBESSERUNG VON FRUCHTNEKTAREN MITTELS ENZYMEINSATZ</b>	
Manfred Gössinger, Anton Lackner und Katharina Hanz .....	223
<b>EINFLUSS DES REIFEGRADES UND DER MAISCHESTANDZEIT AUF DIE QUALITÄT VON APFELMOST</b>	
Martina Kieler und Manfred Gössinger .....	226
<b>EINFLUSS DER UNTERLAGE AUF DEN ELEMENTGEHALT VON ÄPFELN DER SORTE TOPAZ IN 2 FOLGEJAHREN</b>	
Manfred Sager und Andreas Spornberger .....	229
<b>METHODENVERGLEICH ZUR BESTIMMUNG DES REINEN CO<sub>2</sub>-ÜBERDRUCKS IN PERL- UND SCHAUMWEIN</b>	
Elsa Patzl-Fischerleitner, Nina Prasnikar und Andreas Fuchs .....	232
<b>HYGIENEKONTROLLE VON BETRIEBS- UND SPÜLWASSER IN KELLEREIEN MITTELS KIKKOMAN LUMITESTER PD-20 UND ATP-TESTSTÄBCHEN</b>	
Karin Mandl, Joschy Hummer, Rainer Klinger und Christoph Mutz .....	241

## POSTER

### DEVELOPMENT OF HIGH-THROUGHPUT METHODS FOR THE DETECTION OF HYDROGEN CYANIDE-PRODUCING BACTERIA FOR THE APPLICATION IN BIOCONTROL

Simon Dürr, Angela Sessitsch, Günter Brader, and Friederike ..... 247

### UNTERSUCHUNGEN ZU INTERAKTIONEN ZWISCHEN *LUMBRICUS TERRESTRIS* UND *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM*

Pia Euteneuer, Bernd Jost, Stefan Pauer, Johanna Reisinger, Judith Sailer, Lorenz Strickner, Johann Zaller und Siegrid Steinkellner ..... 248

### ANBAU VON BIOLOGISCHEM WINTERRAPS ALS BESONDERE HERAUSFORDERUNG

Waltraud Hein und Hermann Waschl ..... 250

### KORNERTRAG, ERTRAGSSTRUKTURELLE MERKMALE UND STICKSTOFFEFFIZIENZ VON WEICH- UND DURUMWEIZEN IM DIREKTEN VERGLEICH

Michael Oberforster und Clemens Flamm ..... 253

### MYCORRHIZAL INFLUENCE ON DROUGHT STRESS TOLERANCE IN DURUM WHEAT CULTIVARS

Christina Schönhuber, Gernot Bodner, Karin Hage-Ahmed und Siegrid Steinkellner ..... 256

### ERSTE INFORMATIONEN ÜBER DIE ETABLIERUNG VON *GALEGA ORIENTALIS* ALS FUTTERPFLANZE IM HUMIDEN KLIMAGEBIET

Hermann Waschl und Waltraud Hein ..... 259

### AUSWIRKUNGEN VON GEÄNDERTEM STANDRAUM IM BIOLOGISCHEN SILOMAISANBAU AUF ERTRAG UND QUALITÄT IN EINER KLIMATISCHEN GRENZLAGE

Hermann Waschl und Waltraud Hein ..... 262

### EFFIZIENZ DES FALLZAHL-STABILITÄTSTESTS IM VERGLEICH ZU WEITEREN PARAMETERN DER AUSWUCHSRESISTENZ VON WINTERWEIZEN

Michael Oberforster, Edit Kalmar, Elisabeth Zechner, Theresa Albrecht und Lorenz Hartl ..... 265

### ERSTNACHWEIS VON *ACIZZIA JAMATONICA* AN *ALBIZIA JULIBRISSIN* IN ÖSTERREICH

Anna Moyses ..... 268

### ERSTNACHWEIS VON *PHENACOCCLUS PERUVIANUS* (PSEUDOCOCCIDAE) AN PAPRIKA UNTER GLAS IN ÖSTERREICH

Andreas Kahrer, Anna Moyses und Chris Malumphy ..... 270

### INTEGRIERTE DRAHTWURMBEKÄMPFUNG IM ACKERBAU

Katharina Wechselberger ..... 271

### *PUCCINIA BUXI* SOWERBY- EINE IN ÖSTERREICH SELTENE KRANKHEIT AN BUCHSBAUM

Astrid Plenk ..... 274

### ZWEI NEUE PATHOGENE AN SOJABOHNE IN ÖSTERREICH

Gerhard Bedlan ..... 276

### UNTERSUCHUNGEN ZUM REDUKTIONSPOTENTIAL VON ZWISCHENFRÜCHTEN BEI *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM*

Pia Euteneuer, Bernd Jost, Katharina Heiderer, Julia Gundinger und Siegrid Steinkellner ..... 278

### EINFLUSS CHEMISCH-SYNTHETISCHER UND BIOLOGISCHER BEIZMITTEL AUF DIE MYKORRHIZIERUNG DES WEIZENS

Karin Hage-Ahmed, Martina Pestemer-Nell, Herbert Blaich und Christina Merkel ..... 280

<b>BIOKONTROLLEFFEKTE ARBUSKULÄRER MYKORRHIZAPILZE GEGEN <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> F. SP. <i>LYCOPERSICI</i> IN EINEM MISCHKULTURSYSTEM</b>	
Mathias Reichl, Siegrid Steinkellner und Karin Hage-Ahmed.....	283
<b>ERTRAGS- UND QUALITÄTSSICHERUNG IN MAIS DURCH FUNGIZIDEINSATZ?</b>	
Kathrin Rosner, Wolfgang Deix, Siegrid Steinkellner und Josef Rosner .....	286
<b>EINFLUSS VON SILICA AUF CUCUMBER MOSAIC VIRUS INFIZIERTE GURKEN IN VITRO PFLANZEN</b>	
Sabine Holz, Michael Kube, Grzegorz Bartoszewski, Bruno Huettel und Carmen Büttner .....	289
<b>EIGNUNG VON ELEKTROLYTISCH GENERIERTEM KALIUMHYPOCHLORIT ZUR INAKTIVIERUNG VON PFLANZENVIREN IN REZIRKULIERENDER NÄHRLÖSUNG IM GEWÄCHSHAUSANBAU VON TOMATEN</b>	
Janine Paulke, Martina Bandte und Carmen Büttner .....	291
<b>UNTERSUCHUNGEN ZUM AUFTRETEN DES ARABIS MOSAIC VIRUS (ARMV) IN BIRKEN AUS ROVANIEMI (FINNLAND) MIT VIRUS-SPEZIFISCHEN SYMPTOMEN</b>	
Richard Pauwels, Markus Rott, Susanne von Barga und Carmen Büttner .....	292
<b>POTENTIAL VON KALIUMHYPOCHLORIT ZUR INAKTIVIERUNG AUSGEWÄHLTERPILZLICHER, BAKTERIELLER UND VIRALER PFLANZENKRANKHEITSERREGER</b>	
Marlon-Hans Rodríguez, Martina Bandte, Gerhard Fischer und Carmen Büttner .....	293
<b>ULTRAFILTRATION UND ULTRAZENTRIFUGATION ZUR KONZENTRIERUNG VON PFLANZENVIREN IN NÄHRLÖSUNG</b>	
Janina Vincenz, Martina Bandte und Carmen Büttner .....	294
<b>MAßNAHMEN ZUR BEKÄMPFUNG DER ROTEN VOGELMILBE (<i>DERMANYSSUS GALLINAE</i>) – WIRKSAMKEITSVERGLEICH VERSCHIEDENER SILIKATPRÄPARATE UNTER LABORBEDINGUNGEN</b>	
Johanna Schulz, Jutta Berk, Johanna Suhl, Lars Schrader, H. M. Hafez, Inga Mewis und Christian Ulrichs .....	295
<b>STRABEN- UND ALLEEBÄUME UNTER KLIMASTRESS – NEUE BAUMSORTIMENTE FÜR DIE ZUKUNFT</b>	
Christian Ulrichs, Matthias Zander, Jan Gloger, Daniel Behrendt und Inga Mewis .....	298
<b>GENERHALTUNG ALTER HISTORISCHER REBSORTEN VON VITIS VINIFERA, SOWIE VIRUSELEMINIERUNG MIT HILFE DER IN-VITRO-KULTUR</b>	
Christian Ulrichs, Julia Eckardt, Antje Schmidt, Rima Baag, Jan Gloer, Laura Herr, Klaus Epperlein und Matthias Zander .....	301
<b>ZÜCHTERISCHE VERBESSERUNG VON SALICINREICHEN BIOMASSEWEIDEN</b>	
Christian Ulrichs, Matthias Zander, Nadja Förster, Angela Köhler, Jan Gloger, Irmtraud Zaspel und Ben Bubner .....	303
<b>VERÄNDERUNG DER QUALITATIVEN FLEISCHBESCHAFFENHEIT DURCH DRUCKHYDROTHERMISCHE BEHANDLUNG DES MAISANTEILS IM BROILERFUTTER</b>	
Elisa Wanzenböck, Christiane Schwarz, Reinhard Puntigam, Karl Schedle und Martin Gierus.....	306
<b>EINFLUSS DER TROCKENSCHLEMPENFÜTTERUNG AUF DIE KÖRPERFETTZUSAMMENSETZUNG VON MASTSCHWEINEN</b>	
Gabriela Wetscherek-Seipelt und Wolfgang Wetscherek.....	309
<b>GÄRGASZUSAMMENSETZUNG IN MAIS-GANZKORNSILOS (GKS) IN ABHÄNGIGKEIT DER LAGERUNGSDAUER</b>	
Reinhard Resch, Wolfgang Wetscherek und Karl Schedle .....	312

<b>ERSTE ERFAHRUNGEN AUS DER ROUTINEANALYTIK VON FUTTERMITTELPROBEN NACH LOCKERUNG DES FÜTTERUNGSVERBOTES VON PAPS</b>	
Agnes J. Brandstettner, Sonja Axmann, Roland Weiss, Gabriela Spadinger, Andreas Adler und Irmengard Strnad .....	315
<b>SALMONELLEN IM GEFLÜGELFUTTER – ANALYTIK UND ABKLÄRUNG VON KONTAMINATIONEN</b>	
Andreas Adler, Christine Blasl, Elisabeth V. Reiter, Veronika Kolar und Irmengard Strnad .....	318
<b>MOLEKULARGENETISCHE UNTERSUCHUNG DES SORTENSPEZIFISCHEN LAGERVERHALTENS BEI ZUCKERRÜBEN</b>	
Eva Maria Sehr, Elisabeth Wischnitzki und Silvia Fluch.....	321
<b>ERNÄHRUNGSBEDINGTE EXPOSITION DER ÖSTERREICHISCHEN BEVÖLKERUNG GEGENÜBER PFOS UND PFOA</b>	
Daniela Mihats, Sandra Kulcsar, Stefan Weiß, Michael Prean, Elke Rauscher-Gabernig .....	324
<b>EIGNUNGSPRÜFUNG DES ANALYSEAUTOMATEN CHECKSTAB® ZUR BESTIMMUNG DER WEINSTEINSTABILITÄT</b>	
Nina Prasnikar und Elsa Patzl-Fischerleitner .....	327



**ALVA**  
**FORSCHUNGSPREIS**



Der erweiterte Vorstand der  
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen  
hat in seiner Sitzung vom 27. Februar 2015 beschlossen

*Frau Dr. Taru LEHTINEN*

den

**ALVA-Forschungspreis 2015**

zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrte  
Frau Dr. Taru Lehtinen,  
eine hervorragende Dissertation abgefasst zu haben, die jene  
Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet  
werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit  
innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Graz, am 1. Juni 2015

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN  
Präsident

Mag. Dr. Harriet DECHANT-KOLLER  
Vizepräsidentin

Dipl.-Ing. Wolfgang PALME  
Geschäftsführer

# Charakterisierung des Bodengefüges und der organischen Bodensubstanz in europäischen landwirtschaftlichen Böden

## *Characterization of soil aggregation and soil organic matter in European agricultural soils*

Taru Lehtinen

### ***Einleitung***

Soil fertility stands for the ability of a well-structured soil to store and supply essential plant nutrients in sufficient amounts, while maintaining preferable living conditions for soil biotic communities and enabling effective soil organic matter dynamics (Mäder et al., 2002). Soil structure represents the organization and arrangement of soil particles and pore networks in the soil (Ghezzehei, 2012). Soil aggregate formation and stability are essential for soil structure, and are important controls of soil fertility and productivity in agricultural soils (Bronick and Lal, 2005). According to the hierarchical aggregate model that was first described by Tisdall and Oades (1982), macroaggregates ( $> 250 \mu\text{m}$ ) are consisting of microaggregates ( $< 250 \mu\text{m}$ ), sand, and particulate organic matter (POM) bound together by transient or temporary binding agents such as plant- and microbial-derived polysaccharides as well as roots and fungal hyphae. Microaggregates, on the other hand, consist of associations of free primary particles bound together by persistent binding agents such as organic molecules, metal oxy(hydr)oxides, polyvalent cations, Ca- and Mg- carbonates, and  $\text{CaSO}_4$  (Tisdall and Oades, 1982; Amézketa, 1999). Soil organic matter (SOM) and its turnover in soils play a pivotal role in the biogeochemical cycling of nutrients and in the response of terrestrial carbon (C) to future climate scenarios (Schlesinger, 1995; Marzaioli et al., 2010). SOM originates primarily from plant litter and microbial biomass and consists of many different compounds with varying structure, content, and recalcitrance (Kögel-Knabner, 2002). Root-derived OM originates from root biomass as well as root exudates that are a result of passive diffusion or plant regulated exudates with functional significance for the soil microorganisms (Stockmann et al., 2013). Globally, approximately 25% of  $\text{CO}_2$  and 70% of  $\text{N}_2\text{O}$  anthropogenic emissions are coming from agricultural lands (Stavi and Lal, 2013). According to Jenkinson and Ayanaba (1977), approximately 1/3 of plant material added to soil is retained after the first year whereas 2/3 is emitted to the air as  $\text{CO}_2$ , in temperate climate conditions. The amount of SOC therefore depends on photosynthetic C added to the soil and the decay rate (Janzen, 2006). Sustainable multifunctional agricultural systems aim to meet the requirements for increased net primary productivity per unit input, but to keep the production within the limits of natural resources available and to maintain the ecosystem services for future generations (Brussaard et al., 2007; Kibblewhite et al., 2008). In terms of soil management this means e.g. maintaining and enhancing the soil carbon pool and its biodiversity (Lal, 2009).

### ***Material und Methoden***

The overall objective of this PhD thesis was to characterize SOM and soil aggregates in European agricultural soils, as well as to investigate GHG emissions from crop residue incorporation experiments. The specific objectives were to:

1. Study macroaggregate breakdown by ultrasonication in soil orders with wide range of stabilities and formed from diverse parent materials: alluvial calcareous sediments (Entisol, Austria), volcanic ash and basalt (Andisol, Iceland), serpentinite (Alfisol, Czech Republic), schist (Ultisol, Greece), and granite (Inceptisol, Switzerland). All soils were from Critical Zone Observatories (CZO) and related to areas in the SoilTrEC project. (Lehtinen et al., 2014a)
2. Study aggregation and organic matter in sub-arctic grassland soils of Iceland, and specifically macroaggregate stability and soil organic matter (SOM) quantity, quality and distribution between different fractions with a density fractionation. (Lehtinen et al., 2015)
3. Characterize soil structure and soil organic matter in cropland soils of the agricultural area of Marchfeld, in Austria, and particularly macroaggregate stability and SOM quantity, quality

and distribution between different fractions were studied following a density fractionation. (Lehtinen et al., in prep.)

- Investigate the effect of crop residue incorporation on soil organic carbon (SOC) and greenhouse gas (GHG) emissions in European agricultural soils with a meta-analyses approach. (Lehtinen et al., 2014b)

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Lehtinen et al. (2014a) showed that aggregate breakdown at low energy levels was greatest in the Andisol and the Entisol, followed by the Alfisol, Ultisol and Inceptisol (Abbildung 1). The stability of macroaggregates was influenced by the particle size distribution, the amounts of exchangeable Mn (influenced mean weight diameter (MWD) positively) and exchangeable Mg (influenced MWD negatively). The results demonstrate that aggregate breakdown is strongly depending on the amount of energy applied, as well as of soil properties, which influence defined aggregate size classes differently. The results also confirmed that Andosol and Entisol behaved similarly and therefore the density fractionation for Lehtinen et al. (2015) and Lehtinen et al. (in prep.) was designed with the same amount of energy (8 J ml<sup>-1</sup>) for both soil types, Andosols and Chernozems. The results from Lehtinen et al. (2014a) confirmed recommendations from previous studies (e.g. Amelung and Zech, 1999; Schmidt et al., 1999), that guide researchers to carefully select the amount of ultrasonic energy used, based on the specific soils being studied.

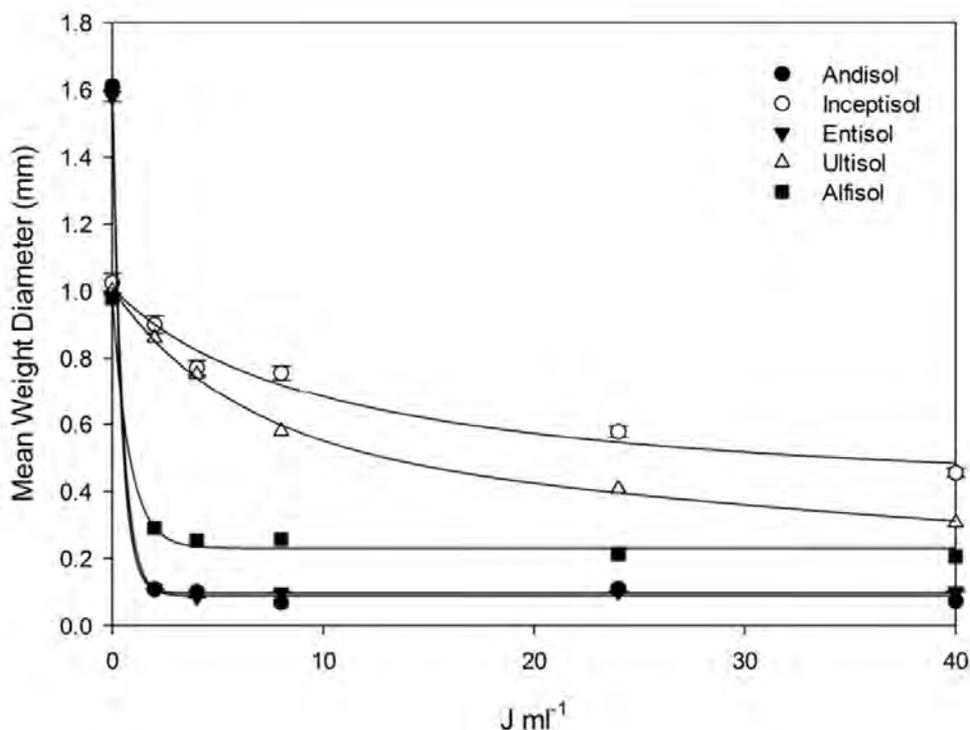


Abbildung 1: **Mean Weight Diameters (MWD) of sand-corrected aggregates at different adsorbed ultrasonic energies. Curves were fitted to measured data with  $r^2 > 0.98$ . Source: Lehtinen et al. (2014a)**

In Lehtinen et al. (2015), it was shown that macroaggregate stability in Icelandic topsoils was approximately twice as high in organically managed compared to conventionally managed sites, and had a closer resemblance to unimproved grasslands. This was probably due to organic inputs (manure, compost, and cattle urine) in the organically managed sites. Macroaggregates (>250  $\mu\text{m}$ ) were most prominent aggregates in the topsoils of the unimproved and organically managed grasslands, whereas 20-250  $\mu\text{m}$  aggregates were the most prominent ones in the conventionally managed grasslands. The organic matter distribution differed between the sites based on SOM concentrations. Macroaggregates contributed between 40-70% of SOM in soil of low SOM concentration and free particulate organic matter (fPOM) contributed up to 70% in soils with high SOM concentration. Oxalate-extractable Mn

and fungal biomass correlated positively with the macroaggregates, and were main aggregating agents of macroaggregates. In neither Iceland (Lehtinen et al., 2015a) nor Austria (Lehtinen et al., in prep.) could aggregate hierarchy be proven completely. In Austria (Lehtinen et al., in prep.), no significant differences in macroaggregation were found between the studied sites. This may be due to small amount of organic inputs in the organically managed sites and beneficial effects of fertilizer usage on aggregation. Iron oxides content and active fungal biomass were positively correlated with the amount of the macroaggregates and the mean weight diameter (MWD). The soil fractions that were observed in the highest proportion to the bulk soil (<20 µm aggregates at the sites Org76 and Con76, and 20-250 µm aggregates at the sites Org95 and Con95) contained the most OC and total N (Nt). The distribution and dynamics of Nt content paralleled those of the OC content. Macroaggregates are important in protecting SOM, which is a prerequisite for adequate soil functioning in agricultural areas. Thus, further studies are needed on a quantitative basis for evaluating whether it may be beneficial to use a specific management practice including organic fertilisation in order to increase SOM content and macroaggregation.

In Lehtinen et al. (2014b), it was shown that the SOC concentration increased by 7 % following crop residue incorporation when long-term experiments across Europe were investigated. In contrast, in a subsample of cases, CO<sub>2</sub> emissions were six times and N<sub>2</sub>O emissions 12 times higher following CR incorporation. The environmental zone (ENZ) had no significant influence on response ratios (RRs). For SOC concentration, soils with a clay content >35 % showed 8 % higher RRs compared to soils with clay contents between 18 and 35 %. As the experiment duration got longer, RR for SOC concentration increased. For N<sub>2</sub>O emissions, on the other hand, RR was significantly higher in experiments with duration of <5 years compared to 11-20 years. No significant correlations were found between RR for SOC concentration and yields, but differences between sites and study durations were detected. Abbildung 2 shows an example of the correlations between RR for SOC concentration and RR for yields. In general, higher RRs were observed when the duration of the experiment was longer than 11 years. In summary, the incorporation of crop residues increase SOC concentration, but its effect on GHG emission should be quantified in more detail in order to investigate the effect of this management practice on the whole carbon and nitrogen cycle in agricultural soils.

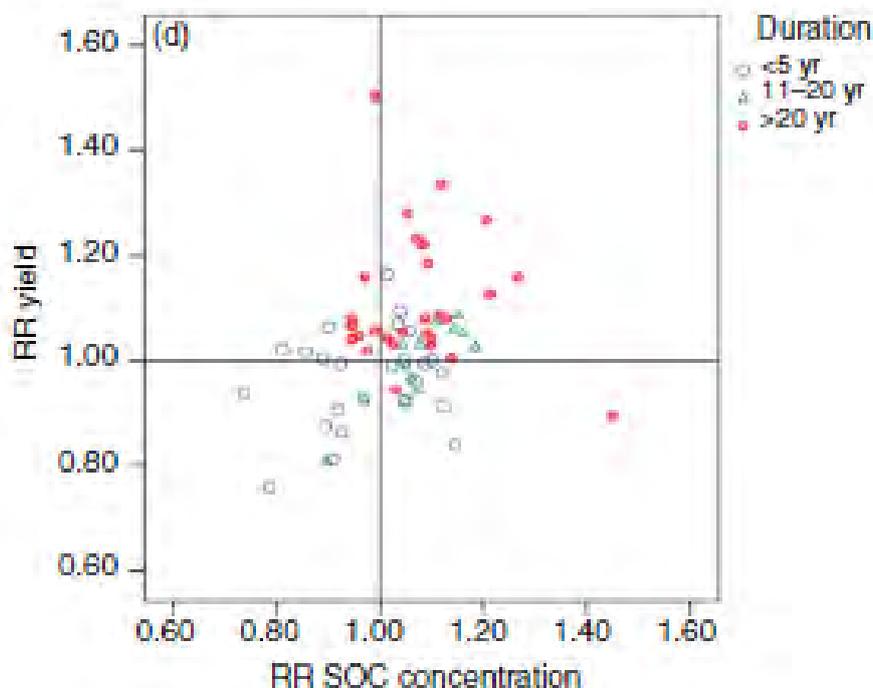


Abbildung 2: Correlation between RR for SOC concentration and crop yields across experiment durations. Source: LEHTINEN et al. 2014b

## **Zusammenfassung**

Die Dissertation präsentiert die Ergebnisse von Studien zu der Dynamik von Bodenaggregaten und der organischen Substanz (SOM), als auch die Auswirkungen von Ernterückständen (CR) auf den organischen Kohlenstoffgehalt (SOC) und die Treibhausgasemissionen. Ein verbessertes Analyseverfahren (low-energy ultrasonication, density fractionation) diente der Untersuchung von Makroaggregaten um einen Einblick in die Dynamik von Bodenaggregaten und der organische Substanz (SOM) von landwirtschaftlichen Böden in Europa zu erhalten. Die stärkste Abnahme von Aggregaten wurde in Andisol und Entisol beobachtet, gefolgt von Alfisol, Ultisol und Inceptisol. Die Stabilität der Makroaggregate wurde am deutlichsten durch die Korngrößenverteilung und dem Gehalt an austauschbarem Mangan (Mn) und Magnesium (Mg) beeinflusst. In Island und Österreich wurden Hinweise auf eine abnehmende Aggregathierarchie beobachtet. Die Mn-Oxide in Island und die Fe-Oxide in Österreich korrelierten positiv mit den Makroaggregaten, wie auch mit der Biomasse von Pilzen. In Island, auf Standorten mit geringen Konzentrationen an SOM, steuerten Makroaggregate 40-70% des organischen Kohlenstoffs (OC) und Stickstoffs (N) im Boden bei, während auf Standorten mit hohen Konzentrationen an SOM frei partikuläre organische Substanz (fPOM) bis zu 70% des OC und N beigetragen hat. In Österreich wurden die geringfügig abweichende SOM Verteilungen zwischen den Standorten voraussichtlich durch die Unterschiede in der Bodenstruktur. Die Analyse der veröffentlichten Daten bezüglich der Auswirkung der Einarbeitung von Ernterückständen auf SOC und Treibhausgasemissionen in Europa deuten auf eine Erhöhung des organischen Kohlenstoffgehalts von 7% hin. Im Gegensatz dazu erhöhten sich die CO<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen um das sechs- bzw. zwölffache. Der Prozess, welcher die Einarbeitung von Ernterückständen im Bezug zu Bodenaggregaten und SOM Dynamik setzt muss in zukünftigen Studien geklärt werden.

## **Abstract**

This PhD thesis presents the results of studies of the dynamics of soil aggregates and soil organic matter (SOM), and of studies of the effects of crop residue (CR) incorporation on soil organic carbon (SOC) concentrations and greenhouse gas (GHG) emissions. An improved method for macroaggregate breakdown using low-energy ultrasonication and density fractionation was used to investigate the soil aggregate dynamics and SOM in European agricultural soils. The greatest aggregate breakdown was observed in Andisol and Entisol, followed by Alfisol, Ultisol, and Inceptisol. The stability of macroaggregates was influenced by particle-size distribution and the amounts of exchangeable Mn and Mg. In Iceland and Austria, evidence of diminished aggregate hierarchy was observed. Mn oxides in Iceland and Fe oxides in Austria were positively correlated with macroaggregation, as was fungal biomass. In Iceland, in low SOM concentration sites macroaggregates contributed 40-70% of the organic carbon and nitrogen to bulk soil, whereas in high SOM concentration sites free particulate organic matter contributed up to 70% of the OC and N to bulk soil. In Austria, the slightly different SOM distributions between the sites were most likely caused by differences in soil texture. Analyses of published data on the effect of CR incorporation on SOC and greenhouse gas emissions in Europe indicate a 7% increase in SOC concentration following crop residue incorporation. In contrast, CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions were six and twelve times higher, respectively. Data availability from GHG emissions from long-term field experiments is still scarce, thus, more efforts need to be made to collect such data on a European level. The processes linking CR incorporation to soil aggregate and SOM dynamics also needs to be clarified in future studies.

## **Literatur**

- AMÉZKETA E, 1999: Soil aggregate stability: A Review. *Journal of Sustainable Agriculture* 14, 83-151.
- BRONICK CJ, LAL R, 2005: Soil structure and management: A review. *Geoderma*, 124, 3–22.
- BRUSSAARD L, DE RUITER PC, BROWN GG, 2007: Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121, 233-244.
- GHEZZEHEI TA, 2012: Soil Structure. In: Huang, P.M., Li, Y., Sumner, M.E. (Eds.) *Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes*, Second Edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA.
- JANZEN HH, 2006: The soil carbon dilemma: Shall we hoard it or use it? *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 419-424.
- JENKINSON DS, AYANABA A, 1977: Decomposition of <sup>14</sup>C-labeled plant material under tropical conditions. *Soil Science Society of America Journal*, 41, 912-915.

KIBBLEWHITE MG, RITZ K, SWIFT, MJ, 2008: Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 685-701.

KÖGEL-KNABNER I, 2002: The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter, *Soil Biology & Biochemistry*, 34, 139-162.

LAL R, 2009: Laws of sustainable soil management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 7-9.

LEHTINEN T, LAIR GJ, MENTLER A, GÍSLADÓTTIR G, RAGNARSDÓTTIR KV, BLUM WEH, 2014a: Soil Aggregate Stability in Different Soil Orders Quantified by Low Dispersive Ultrasonic Energy Levels. *Soil Science Society of America Journal*, 78, 713-723.

LEHTINEN T, SCHLATTER N, BAUMGARTEN A, BECHINI L, KRÜGER J, GRIGNANI C, ZAVATTARO L, COSTAMAGNA C, SPIEGEL H, 2014: Effect of crop residue incorporation on soil organic carbon and greenhouse gas emissions in European agricultural soils. *Soil Use and Management*, 30, 524-538.

LEHTINEN T, GÍSLADÓTTIR G, LAIR GJ, VAN LEEUWEN JP, BLUM WEH, BLOEM J, STEFFENS M, RAGNARSDÓTTIR KV, 2015: Aggregation and organic matter in subarctic Andosols under different grassland management. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 65, 246-263.

LEHTINEN T, LAIR GJ, VAN LEEUWEN JP, GÍSLADÓTTIR G, BLOEM J, RAGNARSDÓTTIR KV, STEFFENS M, BLUM WEH: Soil organic matter and soil aggregation in Austrian Chernozems under intensive agricultural use (in prep.).

MARZAIOLI F, LUBRITTO C, DEL GALDO I, D'ONOFRIO A, COTRUFO F, TERRASI F, 2010: Comparison of different soil organic matter fractionation methodologies: Evidences from ultrasensitive <sup>14</sup>C measurements. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 268, 1062-1066.

MÄDER P., FLIEßBACH A., DUBOIS D., GUNST L., FRIED P., NIGGLI U, 2002: Soil Fertility and Biodiversity in Organic farming. *Science*, 296, 1694-1697.

SCHLESINGER WH, 1995: An overview of the C cycle. In: Lal, R., Kimble, J., Levin, J., Stewart, B.A. (eds) *Soils and global change*. CRC, Boca Raton, pp. 9-26.

STAVI I, LAL R, 2013: Agriculture and greenhouse gases, a common tragedy. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 275-289.

STOCKMANN U, ADAMS MA, CRAWFORD JW, FIELD DJ, HENAKAARCHCHI N, JENKINS M, MINASNY B, MCBRATNEY AB, DE REMY DE COURCELLES V, SINGH K, WHEELER I, ABBOTT L, ANGERS DA, BALDOCK J, BIRD M, BROOKES PC, CHENU C, JASTROW JD, LAL R, LEHMANN J, O'DONNELL AG, PARTON WJ, WHITEHEAD D, ZIMMERMANN M, 2013: The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 164, 80-99.

TISDALL JM, OADES JM, 1982: Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33, 141-163.

### ***Danksagung***

Prof. Guðrún Gísladóttir and Prof. Kristín Vala Ragnarsdóttir (University of Iceland) are thanked for supervising this PhD thesis and Prof. Rattan Lal (Ohio State University) for actively being in the PhD Committee. Besonderen Dank gilt Prof. Winfried E.H. Blum und Dr. Georg J. Lair (Institut für Bodenforschung/Universität für Bodenkultur Wien) und PD Dr. Heide Spiegel (Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion/AGES) für die Hilfestellungen in Österreich. This project was financially supported by the European Commission FP7 Collaborative Project “Soil Transformations in European Catchments” (SoilTrEC), Grant Agreement N° 244118. European Science Foundation (ESF) provided funding for the activity entitled 'Natural molecular structures as drivers and tracers of terrestrial C fluxes' to conduct NMR measurements at the Technical University of Munich in Freising. I thank the FemTech grant I got to work at the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) for half a year in 2013. The last part of this research, carried out at AGES, was funded under the CATCH-C project (Grant Agreement N° 289782) within the 7<sup>th</sup> Framework Programme for Research, Technological Development and Demonstration, Theme 2 – Biotechnologies, Agriculture & Food.

### ***Adresse der Autorin***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Abteilung für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

Dr. Taru LEHTINEN, taru.lehtinen@ages.at



# **ALVA-FÖRDERPREIS**



ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-, VETERINÄR-  
UND AGRARWESEN

Der erweiterte Vorstand der  
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen  
hat in seiner Sitzung vom 27. Februar 2015 beschlossen

*Herrn Dipl.-Ing. Simon DÜRR*

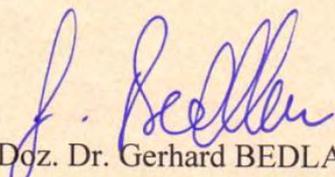
den

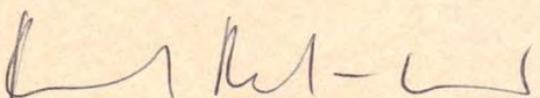
**ALVA-Förderpreis 2015**

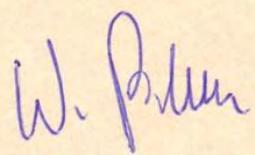
zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrter  
Herr Dipl.-Ing. Simon Dürr,  
eine hervorragende Diplomarbeit abgefasst zu haben, die jene  
Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet  
werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit  
innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Graz, am 1. Juni 2015

  
Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN  
Präsident

  
Mag. Dr. Harriet DECHANT-KOLLER  
Vizepräsidentin

  
Dipl.-Ing. Wolfgang PALME  
Geschäftsführer

# Development of high-throughput methods for the detection of hydrogen cyanide-producing bacteria for the application in biocontrol

## *Entwicklung von Hochdurchsatzmethoden zur Detektion von Cyanwasserstoff produzierenden Bakterien für die Anwendung in der Biokontrolle*

Simon Dürr\*, Angela Sessitsch, Günter Brader and Friederike Trognitz

### **Introduction**

A high agricultural productivity is largely dependent on effective plant protection measurements. For both environmental and economic reasons, an integrated pest management (IPM) system combining several aspects of plant protection should be established wherever possible (KOGAN 1998). One such aspect of an IPM system is biological control or biocontrol. EILENBERG et al. (2001) define biocontrol as ‘the use of living organisms to suppress the population density or impact of a specific pest organism, making it less abundant or less damaging than it would otherwise be’. Among the large group of potential biocontrol agents, bacteria have played an important role right from the beginning (KHETAN 2001). The production and release of hydrogen cyanide (HCN) by bacteria has been identified as one useful mechanism for biological control via antibiosis. Examples for the inhibitory effect of bacterial HCN have been shown for fungi (VOISARD et al. 1989), plants (ALSTRÖM and BURNS 1989), nematodes (GALLAGHER and MANOIL 2001), insects (DEVI et al. 2007) and other bacteria (RUDRAPPA et al. 2008). Although hydrogen cyanide-producing bacteria have been tested for their potential use as biocontrol agents for several decades now, there is still a lack of fast and reliable high-throughput tests for qualitative detection of cyanogenic bacteria. Standard methods described in the literature are either too cumbersome or imprecise and error-prone. The aim of the present master thesis was to develop both functional and molecular rapid large-scale screening methods for the detection of hydrogen cyanide-producing bacteria.

### **Materials and Methods**

The development of new high-throughput tests for the detection of cyanogenic bacteria was carried out for both bacterial isolates and metagenomic libraries. Tests for bacterial isolates included the process of isolation of bacterial strains from plant material and their phylogenetic characterization via 16S rRNA PCR (polymerase chain reaction) and 16S-23S rRNA IGS PCR (intergenic spacer region), the optimization of a standard functional assay for the detection of cyanogenic bacteria in 94 mm Petri dishes, and the development of a new high-throughput functional screening method for hydrogen cyanide-producing isolates in 96 well microtiter plates. Besides, a PCR-based molecular assay using degenerated primers to screen for strains harboring the *hcnC* gene was introduced. A number of cyanogenic isolates detected with the newly developed tests were utilized in a plant growth assay in 145 mm Petri dishes with lettuce (*Lactuca sativa* L.) as a model plant. In addition to the tests for bacterial isolates, a function-based screening for hydrogen cyanide-producing clones of a rhizosphere cosmid metagenomic library was developed for 145 mm Petri dishes. In all three functional assays, HCN-producing bacteria were detected via a color change of a filter paper fixed to the specific plate lid without direct contact to the bacterial colonies. Bacteria were grown on different agar media according to their requirements. The preparation of the filter papers differed for the standard functional test and the two high-throughput tests as different chemicals were used for the detection of hydrogen cyanide. At presence of HCN, filter paper colors changed from yellow to orange-brown (standard test) or white to blue (high-throughput tests for isolates and metagenomic libraries).

### **Results and Discussion**

In total, 117 bacterial strains were isolated from plant material and tested with the above mentioned functional tests and the *hcnC* PCR assay. The standard test for HCN detection first described by LORCK (1948) could be optimized in terms of growth medium, amount of testing chemicals, and duration of the detection period (Figure 1). The proof of principle for the newly developed high-

throughput test in microtiter plates could be provided with two strains formerly tested with the standard test (Figure 2). All strains yielding a positive reaction with the new functional and PCR based assays could be confirmed with the standard test. The newly developed high-throughput test for bacterial isolates is faster and less cumbersome than the standard test. Hence, we recommend replacing the standard test with our new test.

For the characterization of hydrogen cyanide-producing bacteria, it is advisable to perform a combination of functional and PCR-based molecular assays. Even though the PCR set-up described in the present master thesis works well, it cannot be excluded that misinterpretations occur without confirmation via functional methods. On the one hand, it is possible to detect strains which harbor (part of) the HCN synthase genes (in our case only the *hcnC* gene), but not a complete or functioning operon. This might be helpful to gain insight into the bacterial hydrogen cyanide production, but such strains are not useful for biocontrol. On the other hand, a PCR-based molecular assay only allows the detection of bacterial strains which contain the known genes for which the primers have been designed. This constraint limits the possibility to find novel genes responsible for bacterial HCN synthesis.

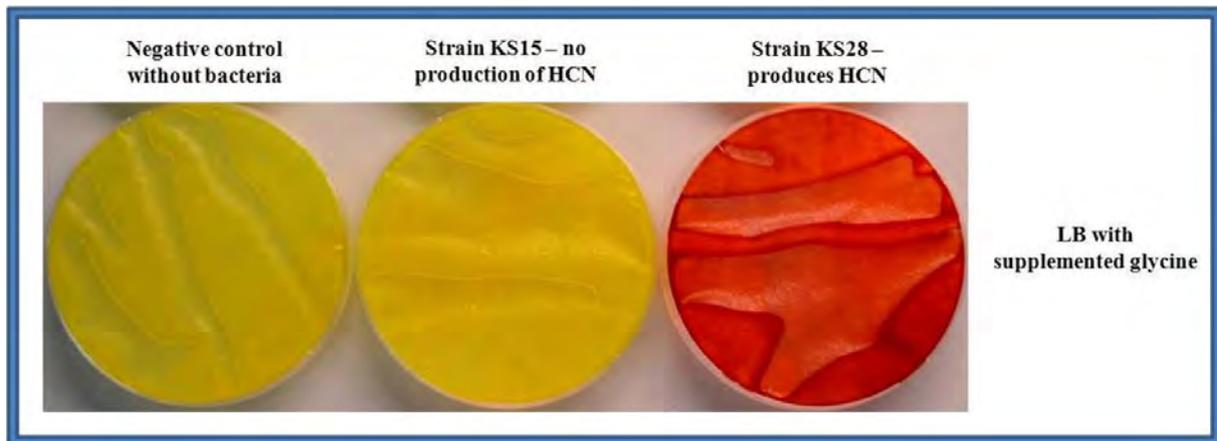


Figure 1: **Optimized standard test for the detection of hydrogen cyanide-producing bacteria. One strain could be tested per 94 mm Petri dish. The color of the filter paper above cyanogenic colonies changed from yellow to orange/brown. Strains were grown on LB medium with supplemented glycine (direct precursor for HCN in bacteria).**



Figure 2: **Newly developed high-throughput test for the detection of hydrogen cyanide-producing bacteria. Each strain was tested in three replications (i.e. 31 strains and a negative control were tested per 96 well microtiter plate). The color of the filter paper above cyanogenic colonies changed from white to blue. Strains were grown on LB medium with supplemented glycine (direct precursor for HCN in bacteria).**

Seven of the 15 cyanogenic isolates detected with our screening systems significantly influenced the growth of lettuce seedlings. These seven isolates (all *Pseudomonas* spp.) could be of interest for biocontrol as plant growth-promoting bacteria (COMPANT et al. 2005). Further experiments will be carried out to investigate their potential use in biocontrol.

110.000 clones of a rhizosphere cosmid metagenomic library were tested with our new functional assay. None of the clones produced HCN. Instead, seven clones produced an unknown volatile compound that is not hydrogen cyanide (Figure 3). So far, a number of activity-driven tests, molecular assays (i.e. restriction digests with four different enzymes, Sanger sequencing), and Next-Generation Sequencing (Illumina<sup>®</sup> MiSeq sequencing) allowed to identify some of the functions and genes possibly involved in the production of this volatile. To our knowledge, this is the first report about a functional screening method for cyanogenic clones of a metagenomic library. The same is true for the discovery of the unknown volatile compound. Future investigations will hopefully identify this substance and the exact genes accounting for its production. Whether this volatile can be utilized for biocontrol or other purposes (e.g. as antibiotic) still has to be unraveled.



Figure 3: **High-throughput functional screening method for a metagenomic library. Test set-up with positive control in small pit (left picture). Approximately 1.000 clones were tested per 145 mm Petri dish. Detection of an unknown volatile substance causing a brown instead of a blue color change on the filter paper (right picture).**

### ***Abstract***

Bacteria that produce hydrogen cyanide have been investigated for their potential application in biocontrol for many years. Yet, up to now, the standard tests for the qualitative detection of cyanogenic bacteria described in literature have been very cumbersome and often imprecise or error-prone. In the work at hand, we present several tests for rapid large-scale screening of hydrogen cyanide-producing bacteria. Distinct functional and molecular methods have been developed to investigate bacterial isolates as well as metagenomic libraries. We expect these assays to accelerate and facilitate research of bacterial cyanogenesis. Seven cyanogenic *Pseudomonas* isolates detected with our new tests were found to significantly improve the germination of the model plant lettuce. These plant growth-promoting bacteria could be of interest for biocontrol. Additionally, an unknown volatile compound was discovered with a function-based screening for hydrogen cyanide-producing clones of a rhizosphere cosmid metagenomic library. Some of the functions and genes probably involved in the production of this volatile could already be identified via activity-driven tests, molecular assays and Next-Generation Sequencing.

### ***Zusammenfassung***

Cyanwasserstoff (Blausäure) produzierende Bakterien wurden seit vielen Jahren auf ihre Anwendbarkeit in der Biologischen Kontrolle getestet. Nichtsdestotrotz stellen sich bisher die in der Literatur beschriebenen Standardmethoden zur qualitativen Erfassung cyanogener Bakterien als zu arbeitsaufwendig, unpräzise oder fehleranfällig dar. In der vorliegenden Arbeit werden mehrere Hochdurchsatzmethoden für die Bestimmung von Bakterien, die Cyanwasserstoff produzieren, vorgestellt. Unterschiedliche funktionelle und molekulare Methoden wurden für die Untersuchung von bakteriellen Isolaten sowie Metagenombibliotheken entwickelt. Diese Tests könnten zukünftig die Erforschung der Produktion von Cyanwasserstoff durch Bakterien wesentlich erleichtern und beschleunigen. Sieben cyanogene Isolate aus der Gattung *Pseudomonas*, die mit Hilfe der neu entwickelten Methoden detek-

tiert wurden, führten zu einer signifikanten Verbesserung der Keimung der Modellpflanze Salat. Diese wachstumsfördernden Isolate könnten von Interesse für die Biokontrolle sein. Außerdem wurde in funktionellen Tests für die Bestimmung Cyanwasserstoff produzierender Klone einer Rhizosphären-Cosmid-Metagenombibliothek eine bisher unbekannt flüchtige Substanz entdeckt. Bisher konnten durch Aktivitäts-basierte Tests, molekulare Methoden und Next-Generation Sequencing einige der Funktionen und potentieller Gene, die in die Produktion dieser Substanz involviert sein könnten, identifiziert werden.

## **References**

- ALSTRÖM S, BURNS RG, 1989: Cyanide production by rhizobacteria as a possible mechanism of plant growth inhibition. *Biol Fertil Soils* 7, 3, 232-238.
- COMPANT S, DUFFY B, NOWAK J, CLÉMENT C, BARKA EA, 2005: Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects. *Appl Environ Microbiol* 71, 4951-4959.
- DEVI KK, SETH N, KOTHAMASI S, KOTHAMASI D, 2007: Hydrogen cyanide-producing rhizobacteria kill subterranean termite *Odontotermes obesus* (Rambur) by cyanide poisoning under in vitro conditions. *Curr Microbiol* 54, 1, 74-78.
- EILENBERG J, HAJEK A, LOMER C, 2001: Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* 46, 387-400.
- GALLAGHER LA, MANOIL C, 2001: *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 kills *Caenorhabditis elegans* by cyanide poisoning. *J Bacteriol* 183, 21, 6207-6214.
- KHETAN SK, 2001: *Microbial Pest Control*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- KOGAN M, 1998: Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annu Rev Entomol* 43, 243-270.
- LORCK H, 1948: Production of Hydrocyanic Acid by Bacteria. *Physiologia Plantarum* 1, 142-146.
- RUDRAPPA T, SPLAINE RE, BIEDRZYCKI ML, BAIS HP, 2008: Cyanogenic pseudomonads influence multitrophic interactions in the rhizosphere. *PLoS One* 3,4, e2073.
- VOISARD C, KEEL C, HAAS D, DEFAGO G, 1989: Cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. *EMBO J* 8, 2, 351-358.

## **Author's Addresses**

AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Department Health & Environment, Business Unit Bioresources, Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln

\* Contact: DDI Simon DÜRR; current address: Saatzucht Donau GesmbH & CoKG, Plant breeding station Reichersberg, Reichersberg am Inn 86, A-4981 Reichersberg am Inn, [simon.duerr@saatzucht-donau.at](mailto:simon.duerr@saatzucht-donau.at)

# PLENARVORTRÄGE



# **BioÖkonomie als Zukunftskonzept – eine Perspektive für Landwirtschaft und Gartenbau?**

## ***Bioeconomy as Future Concept – A Perspective for Agriculture and Horticulture?***

Georg F. Backhaus

### ***Einleitung***

In nahezu jedem namhaften Vortrag über die Zukunft der Menschheit und die Rolle der Landwirtschaft werden die Herausforderungen, denen wir gegenüber stehen, präsentiert. Im Jahr 2050 werden es 7 bis 8 Menschen im Durchschnitt pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche sein, die nicht nur alle gut leben wollen, sich gut und ausgewogen ernähren, kleiden, mobil sein, angemessen wohnen, heizen und kochen wollen und sich weiter vermehren werden. Dabei sind verfügbare Landflächen sehr begrenzt. Laut FAO sind nur 11 % der Landfläche weltweit überhaupt für agrarische Zwecke nutzbar (BOMMERT 2009). Dieses Land ist nicht gleichmäßig mit Blick auf die Populationsentwicklungen verteilt. Insbesondere in Asien steigen Populationen überproportional. Dort verändern sich zudem die Ernährungsgewohnheiten gravierend. Fleischkonsum, insbesondere von Geflügel und Schwein, hat weltweit zugenommen, speziell in China. Betroffen vom übermäßigen Verbrauch sind aber sämtliche Ressourcen, die entweder aus den organischen Reserven aus der Urzeit, den fossilen Rohstoffen (Erdöl, Erdgas, Kohle), gewonnen oder aber der Natur entnommen werden: Wälder/Holz, Bodenschätze, Boden, Wasser. Im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts verbrauchte die Menschheit absolut und relativ mehr Ressourcen als in jedem anderen Jahrzehnt seit 1900 (KRAUSMANN et al. 2009). Ursächlich für den überdurchschnittlichen Ressourcenverbrauch waren vor allem die Industrialisierung der Schwellenländer und die Zunahme der Stadtbevölkerung in weniger entwickelten Regionen der Erde.

### ***Treibende Faktoren für die Bioökonomie***

Auf den ganzen Globus bezogen wurde bereits im Jahr 2007 die Biokapazität, also das was die Erde dauerhaft zum Überleben zur Verfügung stellen kann, um 50 Prozent überschritten. Im Fokus steht immer wieder Diskussion um Energie und deren Erzeugung. Aber auch die Produkte beispielsweise der chemischen Industrie basieren in Deutschland noch zu mehr als 85% auf fossilen Ressourcen. Ein großer Teil der Steigerung der Produktivität der Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten beruht ebenfalls auf fossiler Energie. Allerdings sind fossile Rohstoffe begrenzt. Viele Förderländer haben ihr Fördermaximum bereits überschritten, eine weitere Anzahl hat das Maximum noch nicht erreicht. Die Diskussion um den „peak oil“ hält an, die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) schätzt die Ölreichweite auf rund 250 Jahre, wenn Ölschieferlagerstätten etc. mit ausgebeutet werden, die Gasvorräte unter Nutzung von Dichtespeichern auf 160 Jahre, unter Nutzung von Gashydraten/Aquiferen sogar auf mehr als 1000 Jahre. Aber: Sind Öl und Erdgas und die daraus gewonnenen Stoffe nicht auf Dauer zu wertvoll, um einfach verbrannt zu werden? Und was wird nach den 250 Jahren sein? Zudem ändert sich die geologische Verfügbarkeit. Leicht zugängliche Lagerstätten nehmen ab, der Energie- und Technologieeinsatz und die negativen Umweltwirkungen bei der weiteren Erschließung nehmen zu. Haben die später lebenden Generationen nicht auch das Recht, fossile Rohstoffe zu essenziellen Produkten zu verarbeiten?

Die Debatte um Rohstoffreserven behandelt indes nur ein Teilproblem. Mindestens ebenso wichtig ist die Belastung des Klimas aus der Rohstoffnutzung und der damit verbundenen Freisetzung klimarelevanter Gase. Die Wirkungen auf das Klima insgesamt und auf lokale Klimaereignisse sind mit dem Thema der Ressourcen und der Landwirtschaft eng verbunden. Als Vergleichspunkt gilt das „natürliche Klima“, also die Welt vor Beginn der Industriellen Revolution. Von Mitte des 18. Jahrhunderts bis heute wurde ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um rund 0,8°C registriert (Umweltbundesamt, World Meteorological Organisation). Im Vergleich zum globalen Durchschnitt fand in Europa eine stärkere Erwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau statt. Die mittlere Lufttemperatur des letzten Jahrzehnts (2002-2012) war etwa 1,3 C wärmer als in vorindustrieller Zeit (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2012). Im Frühling und im Sommer war die Erwärmung am stärksten, im Herbst fand keine Erwärmung statt. Die mittleren Niederschläge stiegen in Europa um sechs bis

acht Prozent. Regional traten deutliche Unterschiede auf, besonders im Winter. Während die Niederschläge in überwiegenden Teilen West- und Nordeuropas um 20 bis 40 Prozent zunahmen, wurden die Winter in Südeuropa und Teilen Mitteleuropas trockener (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2008). In der Tat kann man inzwischen die Veränderungen auch indirekt feststellen, z. B. an der Zahl der Generationen bestimmter Schädlinge pro Jahr oder der Verfrühung phänologischer Stadien im Weinbau in Süddeutschland (TÖPFER, pers. comm.). Versicherungen interessieren sich für neue Prognosemodelle zu sogenannten Extremwetterereignissen (Sturm, Hagel, Starkregen). Die Landwirtschaft hat an der Freisetzung klimarelevanter Gase offenbar einen erheblichen Anteil. 34% des CO<sub>2</sub> Anstieges kommt aus der Verbrennung fossiler Rohstoffe, 24% der THG-Emissionen kommen aus der Land- und Forstwirtschaft und aus Landnutzungsänderungen (IPCC 2014). Dieses Szenario wird von einem weltweiten Abnehmen der Wälder begleitet, ebenfalls verbunden mit CO<sub>2</sub>-Freisetzungen.

Daraus resultiert, dass man sich ernsthaft Gedanken darüber macht: wie kann eine stark wachsende Weltbevölkerung, die den Wunsch nach höheren Lebensstandards, ausreichender und ausgewogener Ernährung, Bekleidung, Energie, Mobilität, etc. verfolgt, und ihr Wirken künftig wieder enger in die Natur eingebunden werden? Anstatt endlicher Ausnutzung der Natur: nachhaltige Nutzung und Regeneration der natürlichen Ressourcen. Die großen Aufgaben zu Beginn dieses Jahrhunderts hat die deutsche Bundesregierung beschrieben als: „Globale Ernährungssicherheit, nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung aus Biomasse, die Erhaltung der biologischen Vielfalt, Klima- und Umweltschutz sowie die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaften“ (vgl. Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030, 2010). Auch die weltweit zunehmenden Verluste an Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität verlangen nach stringenten Gegenmaßnahmen. Eine trotzdem weiter steigende Rohstoffnachfrage und politische Unsicherheiten, besonders in Ländern mit niedrigen Einkommen, werden sich zukünftig im Marktgeschehen widerspiegeln. Sie machen die Erschließung anderer Rohstoffquellen, die Nutzung wertvoller Substanzen aus Abwässern und Abfällen (Recycling) und den Einsatz von Alternativen notwendig (vgl. VON BRAUN 2014). Damit werden neue Konzepte, die dauerhaft die Rohstoffversorgung sicherstellen und sich dabei ganz wesentlich auf nachhaltig erzeugter Biomasse stützen, erforderlich (vgl. VAN LIEMPT 2014), also ein Paradigmenwechsel, auch und gerade in den Wirtschaftssystemen, hin zur Umstellung auf biogene und regenerative Rohstoffe, effiziente Rohstoffnutzung, Wiederverwertung und Entwicklung biobasierter Produkte, Produktlinien und Dienstleistungen, kurz: einer BioÖkonomie.

### ***Das Konzept der BioÖkonomie***

BioÖkonomie ist die wissenschaftsbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen (BIOÖKONOMIERAT DER BUNDESREGIERUNG 2013).

Das bedeutet: die Einbindung biologischer Ressourcen in neue Produktionsfelder, Produktlinien und Dienstleistungen für Industrie und Verbraucher. Damit geht die BioÖkonomie in ihren Zielen weit über die Ressourcendebatte hinaus. So schreibt der BIOÖKONOMIERAT (2013): „Eine Bioökonomie, die Nachhaltigkeitsziele verfolgt, kann wichtige Lösungen für die großen ökologischen und ökonomischen Herausforderungen der Zukunft liefern. Automatisch wird sich diese Bioökonomie jedoch nicht entwickeln. Es gilt jetzt, ordnungs-, gesellschafts- und technologiepolitisch zu gestalten, um die Weichen für eine ökologisch nachhaltige Wirtschaft zu stellen, deren Basis Innovation, nachwachsende Rohstoffe und effiziente Verarbeitungsverfahren sind. Eine solche Wirtschaft fördert Prozess- und Produktentwicklungen und bezieht den Konsum und gesellschaftliche Erwartungen ein.“

Dieses wird kein einfacher und kein schneller Prozess sein, er benötigt weltweit die Mitwirkung aller Wirtschaftsbeteiligten. BioÖkonomie ist aber die Chance, das Wachstum und den Verbrauch von Ressourcen zu entkoppeln. Die zentrale Frage des 21. Jahrhunderts ist also nicht, ob der Klimawandel kommt, ob die Weltbevölkerung wächst und ob der Ausstoß von fossilem Kohlenstoff gesenkt werden muss, sondern wie und mit welcher Geschwindigkeit sich Wirtschaft und Gesellschaft diesen Entwicklungen bestmöglich stellen und auf ein neues biobasiertes Wirtschaften umstellen. Nicht vergessen werden darf: immer dann, wenn es um biologische Ressourcen und deren Nutzung geht, sind auch die Ressourcen Wasser, Boden und Biodiversität betroffen. Die Bundesrepublik Deutschland hat außer einer Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030 (2010) mit einer Forschungsförderung mit 2,4 Mrd. Euro für die Jahre 2010 – 2016 im Jahr 2013 eine Nationale Politikstrategie BioÖkonomie

verabschiedet. Auch alle Länder der G7 haben starke Aktivitäten im Bereich der biobasierten Wirtschaft (DIECKHOFF et al. 2015).

### ***BioÖkonomie und Landwirtschaft***

Was haben BioÖkonomie und Landwirtschaft miteinander zu tun? Aus Sicht der Landwirtschaft ist dieses Konzept im Grunde nicht neu. Seit dem Neolithikum waren nachwachsende Ressourcen die essentielle Lebensgrundlage der Menschen für Baumaterial, Kleidung oder Wärme und Licht. Der Mensch entwickelte daraus biotechnologische Verfahren, z. B. zur Herstellung von Wein, Bier, Käse und Brot, später auch von Medikamenten, Chemikalien oder Biokunststoffen. Noch im 19. Jhd. wurden rund ein Drittel der Ackerflächen benötigt, um Futter für Zug- und Nutztiere zu erzeugen, also die Energie, die heute als fossile Rohstoffe für Maschinen eingesetzt wird (vgl. KOLBE et al. 1983). Grundlagen für echte Fortschritte waren stets einerseits die Forschung, denn die gezielte Nutzung der Ressourcen und Umwandlung zu Produkten und Produktlinien ist extrem erkenntnis- und wissensbasiert, und andererseits die konsequente Umsetzung der Ergebnisse und Erfahrungen in Anwendungen. Nur weiter zunehmendes Wissen, fußend auf Forschung und neuen Erkenntnissen, insbesondere über zugrunde liegende biologische und biochemischen Vorgänge und Systeme, kann künftig in Verbindung mit dem Transfer in die Anwendung dieses neue System hervorbringen, und zwar in positiver Wechselwirkung mit ökologischen Systemen. Ein vertieftes Verständnis biologischer Vorgänge wird zu ökologischen Nutzsyste men führen. Dazu benötigt man auch moderne Werkzeuge, beispielsweise die Methoden der Hochdurchsatz-Analysen und –synthesen, wie auch die Fähigkeit, die entstehenden Datenmengen zielgerichtet zu verarbeiten und zu nutzen, d.h. die Bioinformatik. Die zunehmende internationale Arbeitsteilung in der Forschung wird nur dann helfen, wenn internationale Forschungsstrategien entwickelt und die Umsetzung international vernetzt werden kann. Diese Perspektive ist die Basis für den Aufbau einer wissensbasierten BioÖkonomie, in der interdisziplinär in Netzwerken zusammengearbeitet, Wissen ganzheitlich integriert und zu Innovationen geführt wird.

Darauf aufbauend benötigt BioÖkonomie Synergien aus der Vernetzung mit anderen Disziplinen. Zu den maßgeblichen Disziplinen gehören die Pflanzenbauwissenschaften und die Agrar- und Gartenbauwissenschaften. Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft werden wesentliche Anteile der Ressourcen auf nachhaltige Weise zur Verfügung stellen müssen. Sie sind also wichtige Umsetzer in der BioÖkonomie, die gleichzeitig aber auch von ihr profitieren. Bereits 1907 schrieb der Agrarwissenschaftler JULIUS KÜHN: „... Aber die naturwissenschaftliche Forschung ist noch keine Landwirtschaft. Das wahre Ziel ist die größtmögliche Produktion an Nahrungsmitteln und Kleidungsstoffen. So, wie die medizinische Wissenschaft die Erhaltung des Leibes in Kraft und Gesundheit zum praktischen Ziele hat, besitzt unsere Wissenschaft die Pflicht, die Bedürfnisse der Menschheit nach Nahrung und Kleidung zu decken zu versuchen. Die Gesetze der Natur müssen wir anerkennen, die Gesetze der Natur müssen wir anwenden mit möglichster Rente, zur Stoffherzeugung. Das höchste wissenschaftliche Ziel ist das praktische Ziel. Unsere Aufgabe ist der Nutzen.“ Es ist also Aufgabe der Landwirtschafts- und Gartenbauwissenschaften, mit Blick auf die gesamten Wertschöpfungs- bzw. Prozessketten systemische Lösungen für globale Herausforderungen hervorbringen, und es ist Aufgabe der Landwirtschaft und des Gartenbaus, dieses nachhaltig in Wertschöpfungsketten, sprich den Nutzen, umzusetzen.

### ***Bestandteile der BioÖkonomie***

Eine große Rolle wird die moderne Biotechnologie durch Erzeugung von Rohstoffen im industriellen Labormaßstab spielen. Akteure können Mikroorganismen sein, die entweder selektiert und spezifisch gezüchtet oder modifiziert auf die Erzeugung bestimmter Substanzen ausgerichtet sind. Man wird komplexe Stoffwechselwege in Mikroorganismen „designen“ können, sog. *metabolic engineering*, d. h. maßgeschneiderte Stoffwechsel- und Synthesewege in einer Zelle schaffen. Genetische Steuerelemente und Biosynthesegene unterschiedlicher Herkunft, etwa aus Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen, können kombiniert werden, um Mikroben in effiziente Zellfabriken zu verwandeln, z. B. für die Herstellung von Medikamenten oder auch Kosmetika. Ein neuer biotechnologischer Forschungszweig, die Synthetische Biologie, kann komplexe biologische Prozesse im Labor gezielt entwerfen, nachbauen oder verändern. Ein weiteres Feld wird die gezielte Nutzung von Organismen sein, die spezielle Fähigkeiten zur Synthese von Substanzen haben, die entweder die klassische Chemie bisher nicht schaffen konnte, oder die bislang nicht bekannt waren. Beispiele sind marine Schwämme, in

denen ein Biosilikat entdeckt wurde, das sich für neuartige medizinische Beschichtungen nutzen lässt, oder die Algenkultur und deren Nutzung. Beispielsweise haben Grünalgen auch Chlorophylle und Carotine. Sie bilden Zellwände aus Zellulose und Stärke als wichtigstes Speicherkohlenhydrat. Aus Zuchtalgen kann Futter für Aquakultur-Fische oder die menschliche Nahrung und für Kosmetik gewonnen werden. Sie bilden auch Öle. Deshalb kann man aus Ihnen Kraftstoffe und Schmierstoffe gewinnen. Das für die Kultivierung notwendige CO<sub>2</sub> kann aus Verbrennungsprozessen, beispielsweise von Kohlekraftwerken, stammen. Ein weiteres Beispiel ist Spinnenseide. Spinnenfäden sind 20 Mal so belastbar wie Stahl, dehnbar um das mehrfache, beständig gegen Hitze, Pilze und Bakterien, trotzdem biogen. Mediziner setzen Hoffnungen auf Seide. Sie ist sehr verträglich, der Körper kann sie abbauen. Biotechnologen haben Bakterien umfunktioniert, die das Spinnenseide-Protein produzieren können. Dieses Molekül ist vielseitig einsetzbar, z. B. in Kosmetika und Hautcremes, man kann es auch zu Fasern spinnen und in High-Tec-Textilien einsetzen.

Ein weiterer Teil der BioÖkonomie wird die Nutzung von Klärschlämmen, Abwässern und Abfällen sein. Täglich fließen in Deutschland rund 10 Millionen Kubikmeter Abwasser in die Kläranlagen, sogenannte Restströme. Schmutzwasser steckt voller organischer Fracht, und damit voller Kohlenstoff und Energie. Bislang bleibt diese Ressource weitgehend ungenutzt. Kohlenstoffhaltige Restströme fallen nicht nur in der Abwasserwirtschaft an: Bei der Biodieselherstellung entsteht Rohglycerin, bei der Bioethanol-Produktion CO<sub>2</sub>, bei der Erzlaugung im Bergbau bleibt eine mit Metallen angereicherte Brühe übrig. Mikroorganismen, die kohlenstoffreiche Abfälle als Substrate nutzen und diese zu wertvollen Bausteinen und Substanzen für die Industrieproduktion umwandeln, werden derzeit bearbeitet (VAN LIEMPT 2014).

Einen großen Anteil an der BioÖkonomie werden Landwirtschaft und Gartenbau haben. VON BRAUN (2014) bringt es auf einen Punkt: „BioÖkonomie macht aus der Not eine Tugend: stärker nutzen, was nachhaltig auf der Erde wächst, mit Sonne, Saatgut, Wasser und weiteren Inputs, und diese Ressourcen weitaus effizienter zu nutzen.“ Damit ist im Grunde deren Rolle eingehend beschrieben. Landwirtschaft und Gartenbau liefern Nahrungsmittel, Rohstoffe für die Ernährungswirtschaft, Futtermittel und weitere Produkt- und Nutzungslinien, die für das Wohlergehen der Menschen essenziell sind. Biotechnologie kann hochwertige und hochpreisige spezifische Stoffe für Pharmazie, industrielle Nutzungen, Chemie, Gesundheitswesen verfügbar machen. Die Landwirtschaft muss die Basisversorgung sicherstellen und Spezialitäten liefern. Daraus entstehen für Landwirtschaft und Gartenbau, die lange Zeit unter mäßiger Preisgestaltung und kritischer Würdigung ihrer Produkte gelitten haben, neue Chancen und Geschäftsfelder. Dabei gibt es drei wichtige Sektoren:

#### a) Ernährung/Futtermittel

KOFI ANNAN sagte auf dem Global Forum for Food and Agriculture 2012 in Berlin, bis 2050 seien 70% mehr an Nahrungsmitteln im Vergleich zum heutigen Niveau zu produzieren, um die dann existierende Weltbevölkerung hinreichend zu ernähren. Unter anderem wegen dieser Erkenntnis lautet das Primat in der BioÖkonomie „Food first“. Das Erfordernis der Intensivierung des Anbaus von Nahrungspflanzen verbunden mit einer weitaus höheren Flächeneffizienz und einer nachhaltigen Flächennutzung wird die landwirtschaftliche Produktion stark beeinflussen. Die gesamt- gesellschaftliche Bedeutung stellte CARL ALBRECHT BARTMER, Präsident der DLG, auf der DLG-Jahrestagung 2010 klar: „Die Verfügbarmachung von Lebensmitteln ist eine fundamentale Frage eines friedlichen Miteinanders.“ Dabei wird sich die Art und Weise des Anbaus ebenfalls anpassen müssen. DENNIS MEADOWS, Mitautor von „Die Grenzen des Wachstums“, sagte im Interview im: Evonic-Magazin 2/2012: „Mathematisch gesehen nehmen die Nahrungsmittel pro Person seit den 90er Jahren ab. Die Produktion wächst zwar, aber die Bevölkerung wächst stärker. Hinter jeder Kalorie Essen, die auf den Teller kommt, stehen zehn Kalorien Öl oder fossile Energieträger.“ Es wird zu den primären Aufgaben und großen Herausforderungen von landwirtschaftlicher Forschung und von Landwirtschaft selbst gehören, die Abhängigkeiten der Erzeugung, Lagerung, Verarbeitung und Bereitstellung agrarischer Rohstoffe und Nahrungsmittel von fossilen Rohstoffen in eine biobasierte Produktion zu wandeln.

Landwirtschaft wird die großen Kulturen Reis, Mais, Weizen, Soja, in unseren Breiten auch andere Getreidearten, Ölpflanzen, Rüben und Kartoffeln verfügbar machen müssen, sie wird darüber hinaus durch Pflege von Grünland und Futtererzeugung die Grundlage für die Tierernährung liefern und für die Gestaltung von Landschaften und die Minderung von THG Mitverantwortung tragen. Gartenbau

wird sich um die große Vielfalt an speziellen Kulturen kümmern müssen, und ist regional ebenfalls ausgesprochen landschaftsgestaltend wirksam. Derzeit wird leider nur ein Bruchteil der grundsätzlich als Gemüse oder Gewürzpflanzen nutzbaren Pflanzenarten tatsächlich für die Ernährung genutzt. Kulturpflanzenvielfalt ist Teil der Biodiversität, ist aber auch Teil der Kultur des Menschen. Insbesondere die ernährungsphysiologisch wertvollen Obst- und Gemüsearten sowie Gewürz- und Heilpflanzen müssen für die Zukunft mehr zur gesunden Ernährung beitragen. Angesichts der Tatsache, dass heute die große Mehrheit der Bevölkerung in urbanen Zentren wohnt, kann sicherlich auch Bestandteil der BioÖkonomie der Zukunft sein, die Nahrungsmittel aus dem Gartenbau nicht mehr weit entfernt zu produzieren, nur um sie dann über weite Entfernungen in die Städte zu liefern. Wäre es nicht effizienter und ressourcenschonender, Frischgemüse direkt im urbanen und periurbanen Raum zu produzieren (Gemüse aus Anlagen unmittelbar in den Städten, Obst aus dem periurbanen Raum), also Produktion dort, wo die Menschen leben? Insgesamt mahnt VON BRAUN (2014) allerdings an, dass mit Blick auf die Frage der Ernährungssicherheit beachtet werden sollte, dass das neue System an Wertschöpfungsketten der Bioökonomie tatsächlich ein Bündel miteinander verknüpfter Ketten, ein „Wertschöpfungsnetz“ sei, dessen Effizienz insgesamt steigen müsse.

#### b) Rohstoffe

Natürlich kann die Landwirtschaft der Zukunft mehr leisten, z. B. Biotreibstoffe, insbesondere in der Übergangsphase hin zu neuen Verkehrssystemen, erzeugen. Zucker- und Mais-basiertes Ethanol allein wird nicht ausreichen, um die Klima- und Energieziele zu erreichen. Hoffnungen liegen auf Ligno-Zellulose-Nutzpflanzen, die mit einer besseren Energieausbeute in Ethanol umgewandelt werden können (VON BRAUN 2014). Aber dazu benötigt es auch chemische Innovationen, um die Weiterverarbeitung zu gewährleisten. Die Energieproduktion auf dem Acker wird immer wieder auf dem Prüfstand stehen, ob nicht andere Technologien dies effizienter können.

Eine große Bedeutung können Faserpflanzen erhalten. Baumwolle dominiert derzeit den Anbau, die Wertschöpfungsketten müssen jedoch ausgeweitet werden. Potenziale haben sicherlich auch Flachs, Hanf, Brennessel, letzteres eine uralte Faserpflanze mit Nutzwert für die Kraftfahrzeugindustrie, z. B. für Strukturteile von Kraftfahrzeugen, und für Textilien. Allerdings muss die Faserqualität erhöht werden, z. B. indem züchterisch die Zellwandeigenschaften verbessert werden. Biokunststoffe lassen sich aus vielen nachwachsenden Rohstoffen herstellen. Es wäre ohnehin angesichts der Probleme mit Kunststoffen in den Ozeanen und Böden angezeigt, abbaubare Kunststoffe zu nutzen. Derzeit werden Stärke und Cellulose für Biokunststoffe verwendet, z. B. aus Bambus oder aus Mais. Interessante neue Beispiele sind: Zahnbürstenproduktion aus Bambus.

Ölpflanzen beinhalten große Potenziale, um die Nutzung von pflanzlichen Ölen und Fetten in der Industrie zu steigern, indem angepasste Fettsäureprofile in Neuzüchtungen zum Tragen kommen. Unterschätzt wird derzeit m. E. das große Potenzial an chemischen Wirk- und Nutstoffen, die aus Pflanzeninhaltsstoffen gewonnen werden können, nicht nur für die chemische Industrie, Pharmazie oder Duftstoffherstellung, sondern beispielsweise auch für den Naturstoff-orientierten Pflanzenschutz.

#### c) Strukturen für das Lebensumfeld

Ein Bereich der biobasierten Wirtschaft wird von den klassischen Agrariern sehr unterschätzt: Die Produktion, Verwendung und Pflege von Pflanzen im unmittelbaren Lebensumfeld der Menschen. Dazu zählen Zierpflanzen, Ziergehölze, Hausgärten, Kleingärten, urban gardening, Parkanlagen, Alleen und Grünflächen in den Städten. Allein die Stadt Berlin hat über 380000 registrierte Großbäume. Grünstrukturen beeinflussen über viele Faktoren die Lebensqualität der Menschen in Städten und gewährleisten eine große biologische Vielfalt. Preise für Wohnungen und Häuser im städtischen Umfeld orientieren sich u. a. an der Nähe zu Grünanlagen. Die ganze Wertschöpfungskette, angefangen mit der Produktion in Baumschulen und Gärtnereien über die Vermarktung bis zur Gestaltung der Zentren mit Grünanlagen und deren sachgerechte Pflege ist ebenfalls Teil der BioÖkonomie der Zukunft.

## **Fazit**

Um dem ganzen Konzept zu Geltung zu verhelfen, sind noch viele Voraussetzungen vonnöten: Die nachhaltige Produktion, die selbst zum Teil noch zu entwickeln ist, ist zu kombinieren mit einer deutlichen Effizienz- und Ertragssteigerung. Intensive Züchtungsforschung muss dazu beitragen, die potenziellen Erträge, Biomassen und Pflanzeigenschaften sowie Resistenzen gegen Schaderreger und abiotischen Schadensursachen zu verbessern. Pflanzenbiotechnologie wird einen wichtigen Beitrag zur Effizienzsteigerung von Züchtungsverfahren leisten. Moderne angepasste Pflanzenernährung und neue Agrartechnik werden helfen, bodenschonend und nachhaltig zu wirtschaften. Der künftige biobasierte Pflanzenschutz muss Sorge tragen, dass das potenzielle Ertragsniveau oder die Funktionalität der Kulturpflanzen nicht durch abiotischen oder biotischen Stress in Gefahr gebracht wird und Nachernteverluste vermieden werden. Pflanzenschutz der Zukunft wird zunehmend aus der Natur entlehnte Mechanismen und Systeme (Pflanzeninhaltsstoffe, Mikroorganismen-basierte Wirkstoffe, Signal-, Duft- und Lockstoffsysteme) nutzen und durch intelligente technologiebasierte Managementmaßnahmen (z. B. Prognosemodelle, intelligente Applikationstechnik, Gis-gesteuerte Systeme) Wirkungseffizienzen steigern und negative Wirkungen auf die Umwelt verhindern. Neue Agrartechniken, z. B. unter Nutzung autonomer Maschinen in veränderten Ackerstrukturen und Größenordnungen, können dabei helfen.

## **Abstract**

The growth of the human population, in particular in Asia, in combination with increasing worldwide demands for resources are driving forces for the development of a future concept for a biobased economy or bioeconomy. Most of the resources which have been used during the last century and which are utilized today are based on fossil resources or mineral resources which are exhaustible in due course. It has been predicted that the need for feed and food will increase by 70% until the year 2050 in order to fulfil the demands of the human population. In addition there is no doubt that the climate is already changing and the production of climate relevant gases by utilizing fossil resources and agriculture has to be drastically reduced. Taking into account that the intensification of food and feed production as well as the production of material-resources like oil, fibre, fuel must go along with sustainability there is a tremendous need for a new concept which is no longer based on fossil resources and includes recycling of organic materials. Bioeconomy may become this new concept for a long term sustainable and efficient way to provide mankind with renewable resources and nature bound raw materials. The role of agriculture and horticulture in the bioeconomy-process in connection with the need for an enhanced efficacy of their production systems is being discussed.

## **Literatur:**

- BIOÖKONOMIERAT, 2013: Bioökonomie-Politikempfehlungen für die 18. Legislaturperiode. <http://www.biooekonomierat.de/publikationen.html>
- BIOÖKONOMIERAT, 2014: Positionen und Strategien des Bioökonomierates. <http://www.biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/empfehlungen/Strategiepapier.pdf>
- BOMMERT W, 2009 in: BRÖKER M, MORITZ H : Unsere Böden: Begehrt, Bedroht, Beschützt. top agrar 12/2009, 40
- BOMMERT W, 2009: Kein Brot für die Welt - Die Zukunft der Welternährung. Riemann Verlag 352 Seiten, ISBN: 978-3-570-50108-5
- BP, 2011: Statistical Review of World Energy 2011, Seite 11, PDF-Datei, 7,6 MB
- BRAUN VON J, 2014: Bioökonomie: Konzept und international Verflechtungen. 25. Hülsenberger Gespräche , Schriftenreihe der H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Hamburg, 159 – 167
- DEUTSCHE BP: Energy Outlook 2030 - Deutsche Fassung, Seite 15 und 23, PDF-Datei 2,6 MB
- DEUTSCHER BUNDESTAG, 2010: Drucksache 17/3787, Unterrichtung durch die Bundesregierung: Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030
- DIECKHOFF P, EL-CHICHAKLI B, PATERMANN Ch, 2015: Bioeconomy Policy – Synopsis and Analysis of Strategies in the G7. Report from the German Bioeconomy Council, 58 p
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, 2012: Climate change, impacts and vulnerability in Europe, EEA Report No 12/2012, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union, 2012 ISBN 978-92-9213-346-7, doi:10.2800/66071

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, working group III, 2014: Contribution to the 5<sup>th</sup> Assessment Report “Climate change 2014: Mitigation of climate change”  
KOLBE W, BUSSMANN R, WINTER F, 1983: Landbau und Ernährung. Rheinischer Landwirtschafts-Verlag, Bonn. 248 Seiten  
KRAUSMANN F, GINGRICH S, EISENMEYER N, ERB K H, HABERL H, FISCHER-KOWALSKI M, 2009: Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. Ecological Economics 68 (10), 2696 - 2705  
KÜHN J, 1907: Saale-Zeitung (Halle), 11. März 1907, Nr. 118, Beilage.  
LIEMPT VAN H, 2014: Die nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030 – das nationale Förderprogramm. 25. Hülsenberger Gespräche. Schriftenreihe der H. Wilhelm Schaumann Stiftung, Hamburg, 14-33  
UMWELTBUNDESAMT Deutschland, 2015: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/beobachteter-klimawandel>  
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2013: The Global Climate 2001-2010: a decade of climate extremes, Summary Report WMO No. 1119

***Adresse des Autors:***

Julius Kühn-Institut, Erwin-Baur-Straße 27, D 06484 Quedlinburg, [poststelle@jki.bund.de](mailto:poststelle@jki.bund.de)

# Nachhaltige Bodennutzung als Basis einer umfassenden wissensbasierten Bioökonomie

## *Sustainable soil use as basis for a global knowledge-based bioeconomy*

Martin H. Gerzabek

### **Einleitung**

Im Zusammenhang mit der derzeitigen und zukünftigen Bodennutzung sehen wir uns 8 globalen Trends gegenüber (Blum 2014, modifiziert): Die Weltbevölkerung nimmt weiterhin rasant zu (+ 80-85 Millionen pro Jahr) und ca. 100-150 Mio. wandern jährlich in Städte ab. Die Bodenverluste durch Versiegelung betragen alleine in den 28 EU-Mitgliedsländern 800-1000 ha pro Tag. Die Urbanisierung und der steigende Wohlstand führen zu einer Veränderung des Lebensstils, also mehr Platzbedarf, Fleischkonsum und Lebensmittelverschwendung. Weltweite ökonomische Veränderungen bedingen Besorgnis erregende Prozesse, wie „land grabbing“ (70 Mio. ha bis 2011) und Spekulation mit Lebensmitteln und Bioenergie. Durch die Endlichkeit der Erdölreserven („Peak oil“) steigt die Nachfrage nach Bioenergie und Biomasse als Rohstoff. Die Bodennutzung selbst wird durch den Klimawandel, der von der globalen Nutzung fossiler Energie wesentlich mit verursacht wird, beeinflusst. Weltweit kommt es zu einer zunehmenden Verknappung von Trinkwasser und nicht autochthoner Tier- und Pflanzenarten (invasive Arten) verbreiten sich aufgrund der intensiven Transportprozesse global immer schneller.

Entgegen früherer Schätzungen ist es uns nicht gelungen, die Anzahl der unterernährten und hungernen Menschen auf der Welt signifikant zu verringern (FAO, 1999, 2012). In den dicht besiedelten Regionen der Erde nutzt die Menschheit teilweise mehr als 80% der zuwachsenden Biomasse (HABERL et al., 2007). Die vorhandenen Bodenressourcen lassen dabei keine großflächige Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzung zu. Wenig resiliente Böden, insbesondere in tropischen Regionen können eine intensive Landwirtschaft nicht nachhaltig tragen (BLUM und ESWARAN, 2004). Der Klimawandel wird in einigen Regionen diese Situation noch weiter verschärfen. ZHANG und CAI (2011) prognostizieren eine signifikante Abnahme der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen in Südamerika, Europa und Afrika, dafür eine Zunahme in Russland, China und USA.

In Österreich stellt sich die Situation wie folgt dar: Wir beobachten eine dramatische Abnahme der pro Person verfügbaren Ackerflächen (weltweit: ca. 0,3 ha, Österreich: 0,16 ha – Stand 2013), der Selbstversorgungsgrad (Statistik Austria, 2012/2013) ist in einigen Bereichen weit von 100% entfernt: Getreide 94%, Wein 84%, Gemüse 60%, Obst 49%, pflanzliche Öle 26%, Käse 112%, Fleisch 110%, Eier 81%, Butter 71%. Der Flächenverlust an landwirtschaftlichen Flächen beträgt bis zu 20 ha pro Tag (zumeist in den besten Lagen), die Waldfläche ist leicht steigend: ca. 4 Mio Hektar, der Holzvorrat ist hoch (1,135 Milliarden Vorratsfestmeter, Führungsposition in der EU pro ha).

### **Die Rolle der Primärproduktion im Rahmen der Handlungsfelder der Bioökonomie**

Von den fünf wesentlichen Handlungsfeldern der Bioökonomie (Rohstoffe, Konversion, Produkte und Dienstleistungen, Konsum, Recycling) wird hier vor allem auf die ersten beiden eingegangen.

Zur Versorgung der zunehmenden Weltbevölkerung ist die Steigerung des durchschnittlichen Getreideertrages von 2,64 Mg/ha (2000) auf mindestens 3,60 Mg/ha (2025) und 4,30 Mg/ha (2050) notwendig (LAL, 2006) Damit wären wir für eine Weltbevölkerung von ca. 10 Mrd. im Jahr 2050 gerüstet. Gleichzeitig stehen wir einer intensiven Steigerung der Nachfrage nach erneuerbarer Energie und Rohstoffen aus Biomasse gegenüber. Um all diese Bedürfnisse befriedigen zu können, wird es notwendig sein, einen ganzheitlichen Ansatz zu entwickeln. Die verschiedensten Sektoren der Bioökonomie müssen intensiv mit einander vernetzt werden. Die kaskadische Nutzung der Biomasse, also zunächst für Nahrungs- und Futtermittel, sowie für Grundstoffe der Industrie mit nachfolgender Nutzung der Reststoffe für Energiegewinnung und der dann verbleibenden organischen Reststoffe zur Bodenverbesserung erscheint als einzig gangbarer Weg. Dabei kommt es ja bereits heute zu einem Paradigmenwechsel auch in Europa. Das Halten oder die Erhöhung der Flächenproduktivität unter Einhaltung der Grundsätze der Nachhaltigkeit steht immer mehr im Vordergrund, also die „nachhaltige ökologische Intensivierung“ (Abbildung 1).



Abbildung 1: Die Bodennutzung im Zentrum einer umfassenden Bioökonomie

Eine wesentliche Strategie, um ausreichend und nachhaltig Biomasse für die Menschheit zur Verfügung zu stellen, ist das Schließen der Ernte-Lücken, also der Differenzen zwischen tatsächlichem Ertrag an einem Standort und dem potenziellen Ertrag. FOLEY et al. (2011) schätzen, dass das 95%ige Schließen der Erntelücken bei 16 wichtigen Kulturarten zu einem 58%igen Zuwachs an Biomasseproduktion (auf Energiebasis) führen könnte. Selbstverständlich sind dabei aber zahlreiche Einschränkungen und Hindernisse zu bedenken, die auf ökonomische, soziale, politische/gesellschaftliche Ursachen zurückgehen. Ein Hot-Spot des Zuwachspotenzials ist dabei der Donauraum, aber auch Indien, China, Afrika und Zentralamerika (MÜLLER et al., 2012). Jegliche Intensivierung der Bodennutzung muss den Grundsätzen der Nachhaltigkeit, also dem Schutz von Boden sowie der Umweltmedien im Gesamten, der natürlichen Ressourcen und den Bedürfnissen der Gesellschaft angepasst sein. Auch in Europa sind die Potenziale für eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktion begrenzt. BUCKWELL et al. (2014) errechneten, dass ca. 41% der Böden für eine nachhaltige Intensivierung geeignet sind, 12% mit Einschränkungen, 43% ungeeignet und 4% extensiviert werden sollten. Wesentliche Forschungsfragen ergeben sich aus einer ökologischen nachhaltigen Intensivierung der Bodennutzung für den Bereich Pflanzenproduktion in folgenden Themenbereichen (nach GERZABEK, 2014, modifiziert und ergänzt):

- Weiterentwicklung von Low-input – high yield Systemen (für Nahrungsmittel und Energieproduktion),
- Kombination von best practice Methoden der Präzisionslandwirtschaft und des ökologische Landbaus,
- Vorantreiben von Minimalbodenbearbeitungsmethoden – Verringerung des Bodendruckes,
- Weiterentwicklung der Agroforstsysteme für tropisch, subtropische aber auch gemäßigte Klimate,
- Hocheffiziente Berechnungssysteme
- Smart Breeding Technologien in der Pflanzenzüchtung:
  - Krankheitsresistenz, Nährstoffeffizienz, abiotischer Stress (z.B. Trockenheitsresistenz)
  - Optimierung von Kulturarten (erhöhte CO<sub>2</sub>-Gehalte der Luft; veränderte Blattarchitektur, optimierte Wassernutzung und höhere Erträge; z.B.: Drewry et al., 2014)
- Pflanzenschutz und Nacherntetechnologien

In der Grundlagenforschung sind viele Bereiche gefordert, das Wurzel/Boden-Interface (Rhizosphäre) ist zum Beispiel einer davon, wie auch die Stressphysiologie der Pflanze in Kombination mit boden-

kundlichen und klimatischen Parametern, modernste Methoden der Pflanzenzüchtung und des Pflanzenschutzes oder die Rückführung organischer Reststoffe in den Boden.

Eine besondere Bedeutung muss die Vernetzung der verschiedenen Handlungsfelder der Bioökonomie einnehmen (Abbildung 1). Die kaskadenartige Nutzung der Biomasse steht trotz der großen Fortschritte noch am Anfang. Der Ersatz der Erdölchemie durch die Zellulosechemie ist ein bedeutendes Forschungsfeld, wie auch die höherwertige Nutzung von Nebenprodukten der Lebensmittelbe- und -verarbeitung, wie zum Beispiel der Kleie, die in großen Mengen anfällt, aber derzeit vor allem thermisch verwertet wird. Die Nutzung der Syntheseleistungen der Natur ist eine weitere wissenschaftliche Herausforderung. Ziel muss es sein, die von der Natur geschaffenen komplexen Strukturen und Moleküle möglichst direkt zu verwerten und nicht in jedem Fall in kleinste Bestandteile zu zerlegen, um diese als Grundstoffe für chemische/biotechnologische Synthesen und Verfahren zu verwenden. In jedem Fall wird die nachhaltige Bodennutzung jetzt und in der Zukunft wahrscheinlich trotz des bereits sehr hohen Wissensstandes eine der größten Herausforderungen der Menschheit bleiben.

### **Zusammenfassung**

Die Zunahme der Weltbevölkerung und die damit in Zusammenhang stehende Nachfrage nach Nahrungsmitteln und die steigenden Bedarfe an Biomasse für Energieversorgung und als Grundstoff der chemischen Industrie zur zukünftigen Kompensation der Erdölchemie benötigen eine Erhöhung der land- und forstwirtschaftlichen Primärproduktion weltweit. Die Bodennutzung selbst wird durch Bodenverlust sowie Degradation, den Klimawandel, sozioökonomische Veränderung, „land grabbing“ und Spekulationen beeinflusst. Die Möglichkeiten der Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktion sind begrenzt, wie auch die Reserven von resilienten Böden, die eine nachhaltige Intensivierung ermöglichen. Wesentliche Forschungsschwerpunkte müssen sich auf das Schließen vorhandener Ernte-Lücken unter Berücksichtigung der Aspekte der Nachhaltigkeit weltweit und in Europa (Donauländer) beziehen, sowie auf die Rolle der Primärproduktion in einer umfassenden wissenschaftsbasierten Bioökonomie, die die kaskadenartige Nutzung der Biomasse, die Rückführung von Reststoffen in den Boden, die gesellschaftlichen Ansprüche und den qualitativen und quantitativen Boden- und Umweltschutz mit einbezieht.

### **Abstract**

The development of world's population and the therefore increasing demand of food, feed and biomass for energy supply as well as basis for industrial production to compensate the diminishing mineral oil resources are major factors triggering primary production in agriculture and forestry. Soil use itself is influenced by soil losses and degradation, climate change, socio-economic developments, „land grabbing“ and speculations with food resources. The potentials to increase soil based agricultural production are limited due to the limited reserves of resilient soils suitable for a sustainable intensification. Major research fields should focus on closing yield gaps world wide and in Europe (with emphasis on the Danube countries) sustainably, and on the role of primary production within a global knowledge based bio-economy. The latter should be based on a cascade use of biomass, the recycling of organic residues to soils, taking into account societal needs as well as quantitative and qualitative aspects of soil protection and the protection of the environment as a whole.

### **Literatur**

- BLUM, W.E.H., 2014: Globalisierung- Was hat das mit dem Boden zu tun? Vortrag, Boden ist Leben, 5.12.2014, BMLFUW, Wien.
- BLUM, W.E.H., ESWARAN, H., 2004: Soils for sustaining global food production. *J. Food Science* 69, 37-42.
- BUCKWELL, A., UHRE, N.A., WILLIAMS, A., POLÁKOVÁ, J., BLUM, W.E.H., SCHIEFER, J., LAIR, G.J., HEISSENHUBER, A., SCHIEBL, P., KRÄMER, C., HABER, W., 2014: Sustainable Intensification of European Agriculture - A review sponsored by the RISE Foundation. RISE Foundation, 98 pp.
- DREWRY, D.T., KUMAR, P., LONG, S.P., 2014: Simultaneous improvement in productivity, water use, and albedo through crop structural modification. *Global Change Biology* 20, 1955–1967.

FAO, 1999: The state of food insecurity in the world. FAO, Rome, ISBN 92-5-104328-0, pp. 35.

FAO, WFP and IFAD, 2012: The State of Food Insecurity in the World 2012. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Rome, FAO, pp. 65.

FOLEY, J.A., RAMANKUTTY, N., BRAUMAN, K.A., CASSIDY, E.S., GERBER, J.S., JOHNSTON, M., MUELLER, N.D., O'CONNELL, C., RAY, D.K., WEST, P.C., BALZER, C., BENNETT, E.M., CARPENTER, S.R., HILL, J., MONFREDA, C., POLASKY, S., ROCKSTRÖM, J., SHEEHAN, J., SIEBERT, S., TILMAN, D., ZAKS, D.P.M., 2011: Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337-342.

GERZABEK, M.H., (2014), Global soil use in biomass production: opportunities and challenges of ecological and sustainable intensification in agriculture. *Die Bodenkultur* 65, 5-15.

HABERL, H., ERB, K.-H., KRAUSMANN, F., GAUBE, V., BONDEAU, A., PLUTZAR, C., GINGRICH, S., LUCHT, W., FISCHER-KOWALSKI, M., 2007: Quantifying and mapping the global human appropriation of net primary production in Earth's terrestrial ecosystem. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 104, 12942-12947.

LAL, R., 2006: Soil science in the era of hydrogen economy and 10 billion people. In: *IUSS: The Future of Soil Science*, IUSS, 2006, 76-79.

MÜLLER, N.D., GERBER, J.S., JOHNSTON, M., RAY, D.K., RAMANKUTTY, N., FOLEY, J.A., 2012: Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature* 490, 254–257.

ZHANG, X., CAI, X., 2011: Climate change impacts on global agricultural land availability. *Environ. Res. Lett.* 6, doi:10.1088/1748-9326/6/1/014014

### ***Adresse des Autors***

Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 70, 1190 Wien

Ansprechpartner: Univ.-Prof. DI Dr. Dr.h.c. mult. Martin H. GERZABEK,

[martin.gerzabek@boku.ac.at](mailto:martin.gerzabek@boku.ac.at)

# **Bioökonomische Herausforderungen an die Transformation von agrарischer Biomasse in Lebensmittel tierischer Herkunft**

## ***Bioeconomic challenges to transformation of agricultural biomass into food of animal origin***

Wilhelm Windisch

### ***Einleitung***

Die Zunahme der Bevölkerungsdichte war seit jeher der entscheidende Anlass, die Strategien der Erzeugung von Nahrungsmitteln zu ändern. Bereits nach dem Ende der Eiszeit nutzten Menschen domestizierte Wiederkäuer zur weitflächigen Sammlung nicht-essbarer Biomasse und deren Transformation in Fleisch. Mit dem Ackerbau kamen Schweine als Verwerter nicht-essbarer Biomasse in siedlungsnahen Zonen und später auch Geflügel als Transformatoren von Hausabfällen hinzu. Dieses Prinzip blieb selbst zu Beginn der Industrialisierung weitgehend unverändert, wenngleich der Aktionsradius für das Einsammeln von Biomasse durch Nutztiere mit Hilfe moderner Transportmittel (z.B. Eisenbahn) enorm erweitert und die Produktion von Fleisch dadurch massiv gesteigert werden konnte. Erst nachdem in Europa die verfügbaren Flächen weitgehend erschlossen waren, reagierte die Tierproduktion auf die weiter steigende Bevölkerungsdichte vor gut hundert Jahren mit der systematischen Züchtung von Nutztieren auf immer höhere Leistungen. Dieser Prozess markiert einen fundamentalen Wendepunkt in der Art der Transformation von Biomasse durch Nutztiere. So erforderten die steigenden tierischen Leistungen immer höhere Nahrungsqualitäten. Diese wurden nicht mehr ausschließlich durch Einsammeln von nicht-essbarer Biomasse realisiert, sondern durch einen immer höheren Einsatz an Futterkomponenten, die im Prinzip auch für die menschliche Ernährung geeignet sind.

Der weiterhin rasante Anstieg der Weltbevölkerung lässt den globalen Bedarf an Lebensmitteln sowohl pflanzlicher als auch tierischer Herkunft bis zur Mitte dieses Jahrhunderts auf das Doppelte ansteigen (GODFRAY et al. 2010). Gleichzeitig wird Biomasse zunehmend für die Produktion von industriellen Rohstoffen und von Energieträgern benötigt (SMITH et al. 2010). Angesichts der limitierten Verfügbarkeit von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen und von Wasser wird sich der Nutzungskonflikt der Humanernährung, Tierernährung und der verarbeitenden Industrie um hochwertige agrарische Biomasse massiv verschärfen. Vor diesem Hintergrund wächst der Bedarf an Wirtschafts- und Produktionsstrategien, die eine nachhaltige und zugleich innovative, leistungsfähige und vor allem effiziente Bereitstellung von pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln, von Energie, stofflichen Produkten und von Dienstleistungen aus der vernetzten Nutzung erneuerbarer natürlicher Ressourcen gewährleisten. Diese allgemein unter dem Begriff Bioökonomie zusammengefassten Ziele stellen die Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere vor die enorme Herausforderung, das Nutzungspotenzial der agrарischen Biomasse zu verbessern, die Transformationskapazität der Nutztiere zu verbessern und grundsätzlich neue Transformationspfade zu suchen (WINDISCH et al. 2013).

### ***Verbesserung des Nutzungspotenzials der agrарischen Biomasse***

#### ***Verbesserung der Qualität der Biomasse im Hinblick auf die Verfütterung an Nutztiere***

Inwieweit Biomasse über ein Nutztier in ein Lebensmittel transformiert werden kann, hängt von ihren (bio)chemischen und physikalischen Eigenschaften ab. Diese bestimmen maßgeblich den Umfang der Absorption von Nährstoffen, mit dem das Nutztier seinen metabolischen Bedarf an Energie, Protein usw. decken kann. Die in agrарischer Biomasse oftmals umfangreich vorkommende Lignozellulose spielt hierbei eine besonders dominante Rolle, denn sie kann nur über die Mikroorganismen der Vormägen und/oder des Enddarmsystems in absorbierbare Moleküle zerlegt werden. Dieser Vorgang ist vergleichsweise ineffizient, so dass die Konzentration an verwertbarer Energie mit steigendem Gehalt an Lignozellulose stark abnimmt. Darüber hinaus erfolgt der mikrobielle Abbau nur langsam, was die täglich verzehrbare Menge dieser Biomasse zusätzlich herabsetzt. So erreicht der Gehalt an Lignozellulose beispielsweise im Getreidestroh jene Schwelle, oberhalb derer die Energiekonzentration und die verzehrbare Menge so stark sinkt, dass selbst ein Wiederkäuer damit nicht einmal mehr seinen Erhaltungsbedarf decken kann. Sobald Nutztiere jedoch Lebensmittel für den Menschen erzeugen

sollen, müssen die Gehalte an Lignozellulose im Futter drastisch sinken. Dies rückt die Qualität des Nutztierfutters zusehends in den Konkurrenzbereich der Lebensmittel für den Menschen. Andererseits ist der mit Abstand größte Teil der weltweit verfügbaren Biomasse durch hohe Gehalte an Lignozellulose gekennzeichnet. Ihre reichliche Verfügbarkeit und gleichzeitige Limitierung bei der Verfütterung an hochleistende Nutztiere ist eine der großen Zielkonflikte der Transformation von agrarischer Biomasse in Lebensmittel tierischer Herkunft.

Prinzipiell liegt im technischen Abbau der Lignozellulose ein enormes Potenzial für die Nutzbarmachung von nicht-essbarer Biomasse. Die grundsätzliche Wirksamkeit dieser Idee wurde bereits in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts in Form des nasschemischen Aufschlusses von Stroh gezeigt (z.B. KERLEY et al. 1985). Heutzutage wird intensiv an biotechnologischen Verfahren des Aufschlusses von Lignozellulose gearbeitet (SANDERSON 2011). Dabei macht es keinen grundsätzlichen Unterschied, ob die Verfahren für die Gewinnung technologischer Rohstoffe (z.B. Bioethanol) oder zur Verbesserung der Qualität von Wiederkäuerfutter ausgerichtet sind.

Grünes Pflanzenmaterial stellt den überwiegenden Anteil der primären Biomasse agrarischer Herkunft dar. Mit fortschreitendem Vegetationsverlauf nimmt die Menge an Biomasse zumindest anfänglich zu, verliert aber aufgrund ansteigender Gehalte an Lignozellulose fortlaufend an Nährwert und sinkt schließlich auf die Qualität von Stroh ab. Aus diesem Grunde muss grüne Biomasse rechtzeitig geerntet werden. Sie ist jedoch nicht lagerfähig und muss in geeigneter Weise konserviert werden, etwa durch Trocknung oder Silierung. Die Ernte und der Vorgang der Konservierung bedingen allerdings unweigerlich Verluste an Masse und Qualität gegenüber dem grünen Ausgangsmaterial. Umgerechnet auf die Menge an Futterenergie „rettet“ die Silierung etwa 90% des grünen Ausgangsmaterials (GROSS und RIEBE 1994; KÖHLER et al. 2013). Teilweise noch höhere Werte kann man mit Heißlufttrocknung erzielen, was allerdings einen sehr hohen Aufwand an extra zugesetzter Wärmeenergie erfordert. Bei Trocknung ohne extra Energiezufuhr (z.B. Bodentrocknung von Heu), kann durchaus die Hälfte der Futterenergie des grünen Ausgangsmaterials verloren gehen. Darüber hinaus erfolgt die Heuwerbung in der Regel bei einem weiter fortgeschrittenen Vegetationsstadium als bei der Silierung. Dies reduziert nochmals die Menge an Futterenergie, die im Falle der Heugewinnung pro Flächeneinheit in eine lagerfähige Form überführt werden kann. Aus der Sicht der Transformationseffizienz ist die Silierung demnach der Trocknung deutlich überlegen. Allerdings erfordern die für einen ordnungsgemäßen Ablauf der Silierung verantwortlichen homofermentativen Milchsäurebakterien kühle Umgebungstemperaturen ( $< 30^{\circ} \text{C}$ ). Während gemäßigte Breiten diese Bedingung erfüllen, ist die Silierung in heiße Klimazonen grundsätzlich problematisch (GARCIA et al. 1989). Möglicherweise liegt in der Entwicklung von Silierzusätzen mit hitzetoleranten homofermentativen Milchsäurebakterien ein großes Potenzial zur Gewinnung hochwertiger Konserven aus grüner Biomasse für tropische und subtropische Regionen.

Neben hohen Gehalten an Lignozellulose verhindert oftmals auch die natürliche Gegenwart von unerwünschten Inhaltsstoffen bzw. Toxinen die Verwendung agrarischer Biomasse als Futtermittel. Dies war beispielsweise beim Raps lange Zeit der Fall. Die ursprünglich hohen Gehalte an Erucasäure und Glucosinolaten hat man jedoch vor etwa zwei Jahrzehnten durch konsequente Züchtung derart stark reduziert, dass Raps inzwischen in die Gruppe der weltweit wichtigsten Lieferanten von Futterproteinen aufgestiegen ist. Auch Baumwollsaamen könnten eine große Bedeutung erhalten, sofern man die Gehalte an Gossypol reduzieren würde (SUNILKUMAR et al. 2006). Ähnliches gilt für die Erdnuss, deren Eignung als Lieferant von Futterprotein wegen ihrer oftmals hohen Kontaminationen mit Mykotoxinen (v.A. Aflatoxine) stark eingeschränkt ist (URANO et al. 1992). Die Elimination dieser unerwünschten Stoffe durch Pflanzenzüchtung und/oder (bio)technologische Verfahren (inkl. Futterzusatzstoffe) würde enorme Mengen an qualitativ hochwertiger Biomasse für die Transformation in Lebensmittel verfügbar machen.

Limitierende Gehalte an essenziellen Nährstoffen können die Effizienz der Transformation von Biomasse in Lebensmittel tierischer Herkunft empfindlich stören. In quantitativer Hinsicht gilt dies insbesondere für die essenziellen Aminosäuren im Futter monogastrischer Nutztiere. So können durch die Verschiebung des Aminosäuremusters praktischer Rationen in Richtung „Idealprotein“ erhebliche Mengen an Rohprotein in der Gesamtration und damit etwa ein Fünftel an Proteinfuttermitteln (z.B. Sojaextraktionsschrot) eingespart werden. Allein der globale Einsatz an reinem Lysin und Methionin und die dadurch eingesparten Mengen an Proteinfuttermitteln sind inzwischen derart umfangreich, dass ein Verzicht auf diese erstlimitierenden Aminosäuren wohl schwerwiegende weltweite Ausfälle in der Produktion von Geflügel- und Schweinefleisch verursachen würde. Die Unabdingbarkeit des

Einsatzes dieser Wirkstoffe für eine ressourceneffiziente Tierernährung wird in Zukunft noch weiter steigen.

### *Biomasse aus neuartigen (Bio)Technologien*

Neue Potenziale für verfütterbare Biomasse entstehen auch durch Ausweitung neuer (Bio)Technologien. So fallen bei der Herstellung von Bioethanol aus agrarischer Biomasse große Mengen an sogenannter (Trocken)Schlempe als Reststoff an. Nach konsequenter Optimierung und Standardisierung der Prozesstechnik sind inzwischen Trockenschlempen verfügbar, die über den klassischen Einsatz in der Wiederkäuerfütterung hinaus auch als Eiweißfutter für Schweine und Geflügel verwendbar sind (SCHEDLE et al. 2010). Die Entwicklung der sogenannten „Fermentation der zweiten Generation“ wird die Basis der Herstellung von Bioethanol um faserreiches Material (z.B. die Restpflanze von Mais nach dem Dreschen) signifikant erweitern. Die Futterqualität der daraus gewonnenen Schlempen wird jedoch aufgrund des höheren Fasergehalts des Ausgangsmaterials deutlich sinken. Spätestens an dieser Stelle wird deutlich, dass die Herstellung von Energieträgern aus Biomasse nicht nur mit Lebensmitteln konkurriert, sondern auch mit der Verwertung nicht-essbarer Biomasse durch Nutztiere („Tank contra Trog“).

### *Separierung wertvoller Inhaltsstoffe*

Die gesamte agrarische Biomasse einschließlich ihrer Reststoffe aus der Lebensmitteltechnologie und der industriellen Verarbeitung für stoffliche bzw. energetische Zwecke (z.B. Trockenschlempe) sind im Grundsatz sehr heterogene Gemische aus wertvollen Nährstoffen und wertmindernden Komponenten (z.B. Lignozellulose, Toxine, usw.). Letzte definieren und limitieren in der Regel die Möglichkeiten, diese Biomasse über Nutztiere in Lebensmittel zu transformieren. Die Abtrennung der wertvollen Inhaltsstoffe könnte die Effizienz der Transformation der Biomasse in Lebensmittel stark verbessern. Ein Beispiel ist etwa die Gewinnung von Protein aus dem Zellsaft grüner Blätter (z.B. aus Gräsern, Kräutern, Bäumen usw.), das in seiner biologischen Wertigkeit dem Sojaprotein mindestens ebenbürtig ist (CHIESA und GNANSOUNOU 2011; NADLER und WINDISCH 2012). Die Extraktion des Proteins würde somit eine ursprünglich für Wiederkäuer reservierte Quelle an Biomasse für die Ernährung monogastrischer Spezies einschließlich des Menschen interessant machen (PIRIE 1966). Bemerkenswert an dieser Idee ist der Umstand, dass der Rückstand der Extraktion nach wie vor als Futtermittel für Wiederkäuer geeignet bleibt, was den Spielraum der Kaskadennutzung beispielsweise von Grünland signifikant erweitern würde. Insgesamt verfügt die Lebensmittel- und Futtermittelindustrie über etablierte Verfahren der Extraktion von Protein aus einer breiten Palette von Biomasse. Sie wären beispielsweise auch für lignozellulosereiche Schlempen aus der „Fermentation der zweiten Generation“ oder für Rückstände aus der Verarbeitung von Erdnüssen, Baumwollsaamen, usw. anwendbar.

## ***Verbesserung der Transformationskapazität der Nutztiere***

### *Unterstützung der Verdauungskapazität*

Die wichtigste Engstelle bei der Transformation des Futters in Lebensmittel ist die Fähigkeit des Verdauungssystems eines Nutztieres, die verfütterte Biomasse in absorbierbare Nährstoffe zu zerlegen. Diese Fähigkeit hängt neben der Zusammensetzung des Futters (z.B. Gehalt an Lignozellulose) auch maßgeblich von der Physiologie des Verdauungssystems der jeweiligen Nutztierspezies ab (z.B. enzymatische bzw. mikrobielle Verdauung, Volumen des Verdauungstrakts, usw.). Um beide Seiten möglichst gut in Übereinstimmung zu bringen, greift man üblicherweise zu qualitativ hochwertigen, oftmals lebensmitteltauglichen Futtermitteln und strebt nach der Elimination unerwünschter Inhaltsstoffe bzw. dem Ausgleich eines ungünstigen Nährstoffmusters durch Supplementierung limitierender Nährstoffe. Eine alternative Strategie wäre jedoch die gezielte Anpassung der Verdauungskapazität des Nutztieres an die besonderen Eigenschaften des Futters. Auf diese Weise könnte das Spektrum an verfütterbarer Biomasse signifikant erweitert werden. Hier liegt ein großes Potenzial für die Entwicklung enzymatischer Futterzusatzstoffe.

Enzymzusätze können die Verdauungskapazität des Nutztieres auf zwei Wegen verbessern: Der erste Weg zielt auf die Verstärkung der bereits vorhandenen, körpereigenen Verdauungsenzyme durch Zugabe analog wirkender Fremdenzyme (z.B. mikrobielle Enzyme aus biotechnologischer Produktion).

Beispiele sind etwa Amylasen und Proteasen, welche die Verdauungskapazität und damit die gesamte Transformationseffizienz monogastrischer Nutztiere beträchtlich steigern können (JO et al. 2012). Exogene Verdauungsenzyme sind aber auch für Wiederkäuer interessant. So können Amylasen und Proteasen die ruminale Nährstoffausnutzung etwa in Futterrationen mit höheren Gehalten an langsam abbaubarer Stärke verbessern (COLOMBATTO und BEAUCHEMIN 2009; FERRARETTO et al. 2011). Auch Zellulasen und Xylanasen scheinen die Energieausbeute aus faserreicher Biomasse zu erhöhen (BEAUCHEMIN et al. 2003). Mit dem zweiten Weg sollen zugesetzte Enzyme eine Verdauungskapazität in das Nutztier eintragen, die in der jeweiligen Spezies grundsätzlich nicht vorhanden ist. Ein klassisches Beispiel sind die mikrobiellen Phytasen, die das in allen Körnern und Samen reichlich vorkommende Phytat abbauen und den freigesetzten Phosphor der Verdauung durch das monogastrische Nutztier zugänglich machen.

Eine andere Strategie des Zusatzes exogener Enzyme zielt auf den Abbau antinutritiver Inhaltsstoffe in der Biomasse. Diese Stoffe stellen oftmals den erstlimitierenden Faktor für den Einsatz in der Gesamtration dar. So enthalten beispielsweise viele Getreidearten erhebliche Mengen an löslichen Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP), die über die Erhöhung der Viskosität des Darminhalts die Verdauungskapazität des Nutztieres drosseln und die Vermehrung potenziell pathogener Keime während der Passage durch den Dünndarm begünstigen. NSP-abbauende Enzyme können diese unerwünschten Polysaccharide in kleinere Bruchstücke zerlegen und ihre viskositätssteigernde Wirkung eliminieren. Obwohl dabei keine absorbierbaren Monosaccharide freigesetzt werden und die Nährstoffverdaulichkeit des Futters unverändert bleibt, bewirkt die Vermeidung der antinutritiven Wirkung dennoch eine erhebliche Verbesserung der tierischen Leistung (PLITZNER et al. 2006). In diesem Zusammenhang existieren bereits fließende Übergänge in der Anwendung von Enzymen aus der Tierernährung mit dem vorgelagerten Bereich der Herstellung eines Futtermittels. So werden beispielsweise bei der Produktion von Bioethanol die gleichen NSP-spaltenden Enzyme wie in der Tierernährung eingesetzt, denn auch hier stört eine hohe Viskosität des Fermentationsgemisches das biotechnologische Verfahren.

Nicht minder interessant sind die Bemühungen, die komplexen enzymatischen Vorgänge des Mikrobioms in den Vormägen der Wiederkäuer durch Stoffzusätze zu beeinflussen. Ein besonders herausforderndes Ziel ist die Reduzierung der ruminale Bildung von Methan zugunsten der Propionsäure. Hierdurch wird das Methan sozusagen in der Propionsäure konserviert und bleibt dadurch als absorbierbare Nahrungsenergie dem Wiederkäuer erhalten. Abgesehen von der verminderten Emission des potenten Treibhausgases Methan würde dieser Vorgang die Transformationseffizienz von nicht-essbarer Biomasse durch den Wiederkäuer enorm steigern. Der Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit dieser Strategie ist bereits gelungen (z.B. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ et al. 2014).

#### *Stabilisierung der Funktionalität des Verdauungstraktes*

Der Verdauungstrakt ist nicht nur für die Zerlegung der aufgenommenen Biomasse in absorbierbare Nährstoffe zuständig, sondern hat auch die wichtige Funktion der Barriere gegenüber unerwünschten Stoffen und der Abwehr von (pathogenen) Mikroorganismen. Diese zweite Funktion verbraucht erhebliche Mengen an Energie und Nährstoffen. Die Stabilisierung der Funktionalität des Verdauungstraktes trägt somit signifikant zur Effizienz der Transformation von Biomasse in Lebensmittel tierischer Herkunft bei. Für monogastrische Nutztiere und für Jungtiere im Allgemeinen steht hierzu eine Vielzahl von Futterzusatzstoffen zur Verfügung. Beispiele sind etwa die organischen Säuren, die Probiotika sowie die phytogenen Zusatzstoffe, deren positive Wirkung vielfach untersucht und beschrieben wurde (ROTH und KIRCHGESSNER 1998; SIMON 2010; WINDISCH et al. 2008). Auch beim Wiederkäuer scheint ein gewisser Spielraum für Wirkstoffe zur Stabilisierung der Vormagenverdauung zu bestehen (NEWBOLD et al. 2004; MOLERO et al. 2004).

#### *Auswahl der effizientesten Spezies bzw. Kategorie an Nutztieren*

Zur Optimierung der Effizienz der Transformation von Biomasse in Lebensmittel tierischer Herkunft müssen die zur Verfügung stehenden Futterressourcen unter Beachtung ihrer jeweiligen Qualitäten auf die Transformationsfähigkeit des jeweiligen Nutztieres abgestimmt werden (Verdauungskapazität, Leistungsart und Leistungshöhe). Nur so kann bei einem gegebenen Input an Futterenergie und Nährstoffen ein Maximum an Output in Form des verzehrfähigen Produkts erzielt werden. Dabei geht es nicht nur um die Frage, welche Spezies für eine bestimmte Art von Biomasse am geeignetsten ist (z.B.

Fisch vs. Huhn vs. Schwein vs. Rind). Auch innerhalb einer Spezies können je nach Kategorie und Produktionssystem erhebliche Unterschiede bestehen. So erzielt man beispielsweise aus der Biomasse von einem Hektar Dauergrünland über das System der Mutterkuhhaltung einen jährlichen „Ertrag“ von etwa einem Schlachtkalb (300 kg Lebendmasse) oder alternativ eine Milchmenge von etwa 3500 kg. Vergleicht man den Ertrag an konsumfertiger Trockenmasse bzw. an verzehrbarem Protein, der mit der gleichen Menge an Biomasse erzielt werden kann, dann erweist sich die Milchproduktion der Mutterkuhhaltung um den Faktor 20 bzw. 8 klar überlegen (WINDISCH et al, 2013).

### ***Suche nach neuartigen Nutztieren für neuartige Biomasse***

Eine der Hauptursachen der zunehmenden Konkurrenz der Humanernährung, Tierernährung und der Industrie um hochwertige pflanzliche Biomasse liegt im steigenden Bedarf bei gleichzeitig begrenzter Verfügbarkeit von geeignetem Ackerland auf der Erdoberfläche. Demgegenüber ist die Wasserfläche unseres Planeten für die Primärproduktion pflanzlicher Biomasse (d.h. auf Basis der Photosynthese) bislang noch weitgehend ungenutzt. Dies könnte jedoch die Erzeugung von Biomasse in Zukunft revolutionieren. Ein bereits praktiziertes Beispiel ist der großflächige Anbau von Makroalgen in Ostasien (z.B. für die Gewinnung von Alginat). Diese Form des „Pflanzenbaus“ im Meer weist zum terrestrischen Grünland sowohl in Bezug auf die Biomasseproduktion je Flächeneinheit als auch in der Zusammensetzung der erzeugten Biomasse weite Parallelen auf. So sind Algen ähnlich wie Gras sehr reich an Struktur-Polysacchariden. Wenngleich biochemisch anders aufgebaut, haben diese für die Tierernährung eine analoge Bedeutung wie Lignozellulose, denn sie sind vom enzymatischen Verdauungssystem der Wirbeltiere inklusive der Fische nicht abbaubar. Darüber hinaus enthalten die Algen als Reservepolysaccharide keine Stärke sondern andere Polyglucane (hauptsächlich Laminarin), die ebenfalls nur mikrobiell abbaubar sind. Damit ergeben sich für die Nutzung von Algen zur Transformation in Lebensmittel tierischer Herkunft im Prinzip die gleichen Limitierungen und Herausforderungen wie oben für pflanzliche Biomasse terrestrischer Herkunft beschrieben.

Eine grundsätzlich andere Strategie, die Transformationseffizienz der Biomasse zu steigern, liegt in der Suche nach neuartigen Nutztieren. Dabei müsste man prüfen, ob eine bislang noch ungenutzte Tierspezies die üblicherweise verwendete Biomasse nicht effizienter transformieren könnte als bisher. Besonders innovativ könnten Tierspezies sein, deren Verdauungskapazität sich von den etablierten landwirtschaftlichen Nutztieren und Fischen unterscheidet. Solche Spezies könnten eventuell Biomasse umsetzen, die aufgrund ihrer Zusammensetzung bislang nicht verwertbar war.

Insekten könnten solche neuartigen Nutztiere darstellen, und zwar sowohl als direkte Lieferanten von Lebensmitteln, als auch indirekt als Produzenten von Futtermitteln (z.B. Protein). Sie haben in tropischen Ländern schon immer zur Humanernährung beigetragen, weisen eine hochwertige Nährstoffzusammensetzung auf und können in der Nährstofftransformation sehr effizient sein (FAO 2010). Besonders interessant wären solche Insekten, die Biomasse mit hohen Gehalten an Lignozellulose verwerten können. Bekannte Beispiele sind Termiten, die mit extrem lignozellulosereichem Material umgehen können. Sie leben in Symbiose mit Pilzen, nutzen deren Fähigkeit zum Abbau von Lignin und gedeihen dadurch auf Material, das selbst für Wiederkäuer als Futtermittel ausgeschlossen wäre. Solche Typen von Insekten könnten möglicherweise vollkommen neue Biomasse-Bereiche als Futtermittel erschließen, wie etwa Holz, Grüngut-Abfälle, Kompost, usw. Ein anderes Beispiel für potenziell neuartige Nutztiere sind Schnecken und Muscheln. Sie können aquatische Biomasse wie etwa die oben beschriebenen Makroalgen sehr gut verwerten und besitzen sogar eigene Verdauungsenzyme zum Abbau der spezifischen Reservepolysaccharide der Algen (FISCHBACHER et al. 2013; MICHL et al. 2014). Muscheln und Schnecken könnten somit die Rolle der „Wiederkäuer der Meere“ einnehmen, indem sie die großen Mengen an nicht-essbarer aquatischer Biomasse pflanzlicher Herkunft in hochwertige Lebensmittel oder Futtermittel transformieren.

### ***Zusammenfassung***

Die rasant zunehmende Weltbevölkerung wird künftig enorme Mengen an Lebensmittel tierischer Herkunft verlangen. Da die verfügbaren Flächen für die landwirtschaftliche Produktion limitiert sind, wird sich der Konflikt um die Nutzung agrarischer Biomasse als menschliche Nahrung, Tierfutter, Energieträger bzw. industrieller Rohstoff massiv verschärfen. Die Transformation von Biomasse über Nutztiere in Lebensmittel muss deshalb unter voller Wahrung von Nachhaltigkeit und Umweltschutz

deutlich effizienter und produktiver werden. Dies wird die Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere vor die Herausforderung stellen, das Nutzungspotenzial der agrarischen Biomasse als Futtermittel zu verbessern (v.a. nicht-essbare Biomasse), die Transformationskapazität der Nutztiere zu verbessern (v.a. Verdauung) und grundsätzlich neue Transformationspfade zu suchen (neuartige Typen von Tierfutter, neuartige Spezies an Nutztieren).

### **Abstract**

The un-damped ascent of global population will massively stimulate the demand for food of animal origin. Considering the limitations in space for agricultural production this will significantly exacerbate the conflict in using agricultural biomass for human food, livestock feed, energy supply, and industrial bulk material, respectively. Therefore, transformation of biomass via livestock into food needs to become more efficient and productive while fully covering sustainability and environmental compliance. Nutrition of agricultural livestock will be challenged to widen the potential of biomass to serve as high-quality livestock feed (particularly non-edible biomass), to improve the transformation capacity of livestock animals (particularly digestion), and to search for novel categories of transformation pathways (novel types of livestock feed, novel livestock species).

### **Literatur**

- BEAUCHEMIN K, COLOMBATTO D, MORGAVI DP, YANG WZ, 2003: Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *J Anim Sci* 81, 37-47.
- CHIESA S, GNANSOUNOU E, 2011: Protein extraction from biomass in a bioethanol refinery – Possible dietary applications: Use as animal feed and potential extension to human consumption. *Bio-resource Technology* 102, 427–436.
- COLOMBATTO D, BEAUCHEMIN KA, 2009: A protease additive increases fermentation of alfalfa diets by mixed ruminal microorganisms in vitro. *J. Anim. Sci.* 87, 1097-1105.
- FAO, 2010: *Edible Forest Insects - Human bites back*. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- FERRARETTO LF, SHAVER RD, ESPINEIRA M, GENCOGLU H, BERTICS SJ, 2011: Influence of a reduced-starch diet with or without exogenous amylase on lactation performance by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 1490-1499.
- FISCHBACHER E, GEIST J, WINDISCH W, 2013: Aquatische Biomasse als Futter für Mollusken in der Aquakultur: Pilotstudie zur Messung von Nährstoffverdaulichkeiten am Tiermodell der Posthornschnecke (*Planorbis corneus*). In: MAIR C, KRAFT M, WETSCHEREK W, SCHEDLE K: Tagungsband 12. BOKU Symposium Tierernährung 2013. Auf der Suche nach neuartigen Futtermitteln und Technologien in der Tierernährung. Eigenverlag, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie, Wien; 111-116.
- GARCIA AD, OLSON WG, OTTERBY DE, LINN JG, HANSEN WP, 1989: Effects of Temperature, Moisture, and Aeration on Fermentation of Alfalfa Silage. *J. Dairy Sci.* 72, 93–103.
- GODFRAY HC, CRUTE IR, HADDAD L LAWRENCE D, MUIR JF, NISBETT N, PRETTY J, ROBINSON S, TOULMIN C, WHITELEY R, 2010: The future of the global food system. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 365, 2769-2777.
- GROSS F, RIEBE K, 1974: *Gärfutter*. Verlag Ulmer, Stuttgart, 283 S.
- JO JK, INGALE SL, KIM JS, KIM YW, KIM KH, LOHAKARE JD, LEE JH, CHAE BJ 2012: Effects of exogenous enzyme supplementation to corn- and soybean meal-based or complex diets on growth performance, nutrient digestibility, and blood metabolites in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 90, 3041-3048.
- KERLEY MS, FAHEY JR GC, BERGER LL, GOULD JM, BAKER L, 1985: Alkaline Hydrogen Peroxide Treatment Unlocks Energy in Agricultural By-Products. *Science* 230, 820-822.
- KÖHLER B, DIEPOLDER M, OSTERTAG J, THURNER S, SPIEKERS H, 2013: Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22: 145-150.
- MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ G, ABECIA L, ARCO A, CANTALAPIEDRA-HIJAR G, MARTÍN-GARCÍA AI, MOLINA-ALCAIDE E, KINDERMANN M, DUVAL S, YÁÑEZ-RUIZ DR, 2014: Effects of ethyl-3-nitrooxy propionate and 3-nitrooxypropanol on ruminal fermentation, microbial abundance, and methane emissions in sheep. *J Dairy Sci.* 97, 3790-3799.

- MICHL SC, WINDISCH W, GEIST J, 2014: Function of the crystalline style and first detection of laminariase activity in freshwater mussels of the genus *Anodonta*. *Journal of Molluscan Studies* 80; 198-200.
- MOLERO R, IBARA M, CALSAMIGLIA S, FERRET A, LOSA R, 2004: Effects of a specific blend of essential oil compounds on dry matter and crude protein degradability in heifers fed diets with different forage to concentrate ratios. *Anim. Feed Sci. Technol.* 114, 91-104.
- MOSENTHIN R, 2013: Möglichkeiten und Grenzen der Proteinabsenkung im Futter für Schweine durch Zusatz freier Aminosäuren. In: VILOMIX: Themen zur Tierernährung. Neuenkirchen-Vörden, 29.11.2012 und Hodenhagen, 31.01.2013.
- NADLER C, WINDISCH W, 2012: Gewinnung von Futterprotein aus Grünlandbiomasse durch Säurefällung aus Presssaft. – In: 50. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. – „Perspektiven einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Tierernährung“, Freising-Weihenstephan: Eigenverlag, Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., ISBN: 978-3-00-039148-4. 122–127.
- NEWBOLD CJ, MCINTOSH FM, WILLIAMS P, LOSA R, WALLACE RJ, 2004: Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 114, 105-112.
- PIRIE NW, 1966: Leaf protein as a human food. *Sci.* 152, 1701–1705.
- PLITZNER C, WAGNER V, SCHEDULE K, WINDISCH W, 2006: Nutritive Wirksamkeit von Xylanase bei Weizen-betonten Rationen in der Schweinemast. In: ETTLE T, KRAFT M, WINDISCH W, 5. BOKU-Symposium Tierernährung: Qualitätsmindernde Futterinhaltsstoffe: Bedeutung - Vermeidung - Kontrolle, 02. November 2006, BOKU Wien, Österreich, 5. BOKU-Symposium Tierernährung, 02. November 2006, Wien, 117-123.
- ROTH FX, KIRCHGESSNER M, 1998: Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastrointestinal effects. *J. Anim. Feed Sci.* 7, 25-33.
- SANDERSON K, 2011: Lignocellulose: A chewy problem. *Nature* 474, 12–14.
- SCHEDULE K, MAIR C, WINDISCH W, 2010: Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung von Weizentrockenschlempe auf die Mast- und Schlachtleistung, Trockenmasse und Ammoniak im Colonchymus sowie Harnstoff im Blutplasma bei Mastschweinen. *Züchtungskunde* 82, 303-315.
- SIMON O, 2010: An interdisciplinary study on the mode of action of probiotics in pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 19 (2), 230-243.
- SMITH P, GREGORY PJ, VUUREN D VAN, OBERSTEINER M, HAVLIK P, ROUNSEVELL M, WOODS J, STEHFEST E, BELLARBY J, 2010: Competition for land. *Phil Trams R. Soc.* 365, 2941-2957.
- SUNILKUMAR G, CAMPBELL LM, PUCKHABER L, STIPANOVIC RD, RATHORE KS, 2006: Engineering cottonseed for use in human nutrition by tissue-specific reduction of toxic gossypol. *PNAS* 103, 18054–18059.
- URANO T, TRUCKNESS MW, BEAVER RW, WILSON DM, DORNER JW, DOWELL FE, 1992: Co-occurrence of cyclopiazonic acid and aflatoxins in corn and peanuts. *J. Assoc. Off Anal Chem* 75, 838-841.
- WINDISCH W, SCHEDULE K, PLITZNER C, KROISMAYR A, 2008: Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.* 86 (E. Suppl.): E140-E148.
- WINDISCH W, FAHN C, BRUGGER D, DEML M, BUFFLER M, 2013: Strategien für eine nachhaltige Tierernährung. *Züchtungskunde*, 85, (1) S. 40–53.

### ***Adresse des Autors***

Lehrstuhl für Tierernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München, Liesel-Beckmann-Straße 2, 85354 Freising-Weihenstephan, Deutschland;  
email: wilhelm.windisch@wzw.tum.de

# VORTRÄGE



# Spectral Imaging: Eine neue Methode zur besseren Erforschung des Wurzelraums der Pflanze?

## *Spectral imaging: A new method for improved research in the plant root zone?*

Gernot Bodner<sup>1\*</sup>, Alireza Nakhforoosh<sup>1</sup>, Hans-Peter Kaul<sup>1</sup>,  
Raimund Leitner<sup>2</sup> und Thomas Arnold<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Die Pflanzenwurzel ist für ressourceneffiziente Nutzpflanzensysteme von entscheidender Bedeutung. Wasser- und Nährstoffmangel erfordern Sorten mit angepassten Wurzelsystemen zur Sicherung der Ertragshöhe und –stabilität (WASSON et al. 2012). Bisher ist jedoch die Berücksichtigung des Wurzelsystems als Zielmerkmal züchterische Pflanzenverbesserung aufgrund messtechnischer Schwierigkeiten kaum möglich. Labormethoden (z.B. Keimwurzeltests auf Filterpapier oder Gel) zeigen Probleme in der Extrapolation auf Feldbedingungen (WOJCIECHOWSKI et al. 2009), vorhandene Feldmethoden sind entweder zu arbeitsaufwändig (z.B. Bohrkernmethode) oder geben nur indirekte Informationen über die Pflanzenwurzel (z.B. elektrische Kapazität; DIETRICH et al., 2012).

Die Wurzeluntersuchung an Boden/Sand gefüllten Rhizoboxen stellt eine Brücke zwischen Labor und Feld dar. Rhizoboxen ermöglichen (i) eine Messung der Wurzelentwicklung über einen längeren Entwicklungszeitraum der Pflanze, (ii) die Beobachtung der Pflanzen in einem natürlichen Medium, und (iii) die Erfassung von Morphologie, Architektur und Wachstums (NAGEL et al. 2012).

Derzeit befindet sich eine neue Generation von Wurzelscannern für bodengefüllte Rhizoboxen in Entwicklung, die Spektralbereiche jenseits des sichtbaren Lichts (z.B. Nahinfrarot) nutzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes an der Universität für Bodenkultur Wien wird derzeit in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum für Intelligente Sensoren, Carinthian Tech Research, ein Prototyp eines hyperspektralen Wurzel-Imaging-Systems entwickelt. Ziel des Beitrages ist es, die Möglichkeiten dieser Methode und erste ausgewählte Ergebnisse vorzustellen.

### **Material und Methoden**

Die Komponenten des Messsystems sind einerseits Rhizoboxen als Versuchsgefäße, andererseits die Imaging-Einheit zur Bilderfassung. Abbildung 1 zeigt die Systemkomponenten. Die Pflanzen werden in einem Wuchsraum (Abb. 1a) bei wählbarer Temperatur, Beleuchtungsdauer und Luftfeuchte herangezogen. Die Beleuchtung erfolgt über LED-Pflanzenlicht (*Atum Photon 180*). Auf die Bildanalyse-Software wird hier nicht eingegangen.

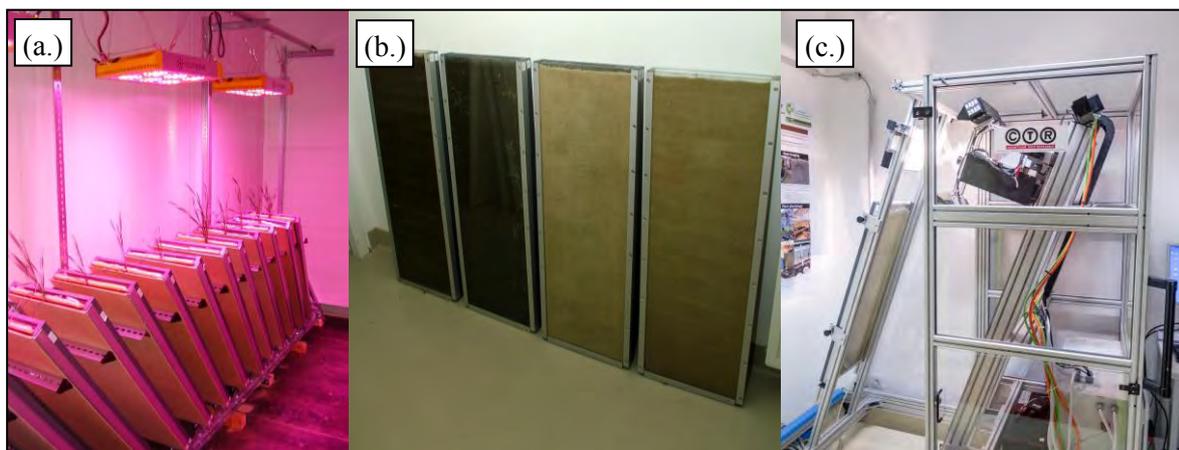


Abbildung 1: Komponenten des System zur hyperspektralen Wurzelanalyse; (a.) Wuchsraum mit LED Beleuchtung, (b.) Rhizoboxen, und (c.) Hyperspektralscanner

### Rhizobox-System (Abb. 1b)

Rhizoboxen (*Technisches Büro für Bodenkunde*) ermöglichen die direkte Wurzelbeobachtung an einer transparenten Glasoberfläche. Die Rhizoboxen bestehen aus einer Mineralglas-Sichtseite (8 mm), wel-

che über Metallschienen auf einem undurchsichtigen PVC-Behälter (30 x 100 cm) befestigt ist. Der Innenraum kann variable zwischen einem und drei cm Stärke (Füllvolumen 3000 – 9000 cm<sup>3</sup>) gewählt werden. Die Pflanzen werden in den Boxen in einem Winkel von 45 % angezogen, um hohe Sichtbarkeit an der Glasseite unter Nutzung des Gravitropismus der Wurzeln zu gewährleisten.

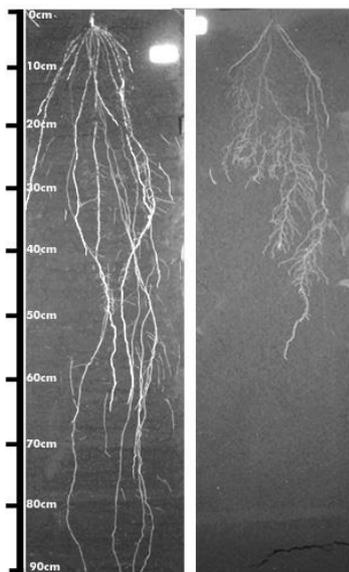
### Imaging-System (Abb. 1c)

Das Imagingsystem (Carinthian Tech Research) besteht aus einem Trägersystem für die Rhizobox sowie der Kameraeinheit (Kamera, Spektrograph, Beleuchtung). Diese ist in x-y Richtung vibrationsfrei steuerbar. Die Auflösung des Systems hängt vom Bildwinkel ab und ist auf eine maximale Auflösung von 0,1 mm ausgerichtet. Die Aufnahmezeit einer Rhizobox mit dieser Auflösung liegt bei etwa 20 Minuten. Der Spektralbereich liegt zwischen 950 und 1700 nm bei einer spektralen Auflösung von 20 nm.

### Testversuch

Im Testversuch wurden die Rhizoboxen mit Durumweizen (*Triticum turgidum* subsp. *durum* cv. Floradur) in fünffacher Wiederholung bei zwei Feuchteregimen (Optimum: Feldkapazität; Stress: 30 % nutzbare Feldkapazität) und in drei Substraten (dunkler Oberboden, heller Unterboden, Sand) bepflanzt. Wöchentlich wurden die Boxen gescannt und ausgewählte oberirdische Pflanzenparameter gemessen. Zusätzlich wurde das System für die Messung des Wassergehaltes kalibriert.

## **Ergebnisse und Diskussion**

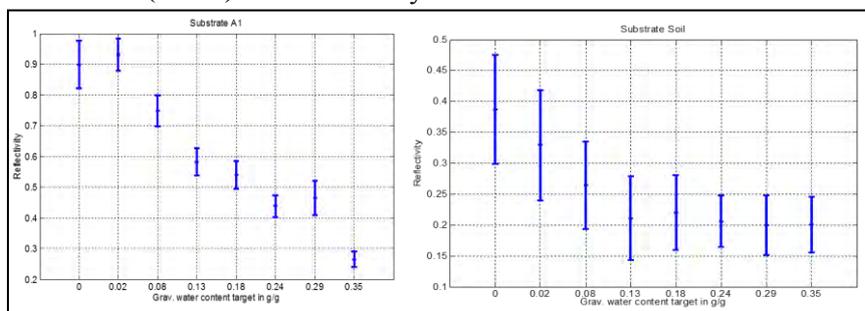


**Abbildung 2: Durchwurzelung einer Rhizobox mit Boden (links) und Sand (rechts).**

Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Durchwurzelung bei einer Rhizobox mit Boden und Sand. Die Sichtbarkeit wesentlicher Wurzelparameter an der Rhizobox-Oberfläche (Tiefe, Architektur der Hauptachsen, Verzweigungshäufigkeit und -winkel) war sehr gut. Die beiden Substrate unterschieden sich deutlich im Tiefenwachstum sowie in der Verzweigung. Entgegen der Erwartung führte der stärkere Gradient der Wasserverteilung im Sand (oben trocken, unten feucht) nicht zu einem verstärkten Tiefenwachstum, sondern zu einer intensiveren Verzweigung in den oberen, trockenen Bereichen.

In Abbildung 3 ist der Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Reflektivität bei der Spektralbande für Wasser (1450 nm) dargestellt, der zur späteren Auswertung der Wasseraufnahme aus den Rhizoboxen verwendet wird. Bei hellerem Substrat (Sand) zeigt sich ein deutlich besserer Kontrast als bei dunklem Oberboden. Eine Optimierung hinsichtlich der Integrationszeit des Scans könnte hier jedoch zu einem besseren Zusammenhang führen. Ein Nachteil der Versuchsdurchführung mit Sand liegt bei den extremen hydraulischen Eigenschaften, die die Untersuchung differenzierter Feuchtebehandlungen kaum zulassen.

Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt einer Aufnahme des Imaging-Systems im Nahinfrarotbereich sowie eine Aufnahme im sichtbaren Licht. Die spektralen Aufnahmen repräsentieren dabei unterschiedliche biochemische Eigenschaften der Wurzel, die bei einzelnen Wellenlängen dargestellt werden. Anhand dieser spektralen Bilder kann zum einen die Vermessung der Wurzelparameter optimiert werden, indem bestimmte Wellenlängen



**Abbildung 3: Wassergehaltskalibration für Sand (links) und Boden (rechts); gravimetrischer Wassergehalt vs. Reflektivität der Spektralbande von Wasser (1450 nm)**

den Kontrast zum Boden verstärken. Andererseits kann damit auch eine Analyse von biochemischen Änderungen der Wurzel selbst, etwa Lignifizierung bei Alterung oder unter Stress, vorgenommen

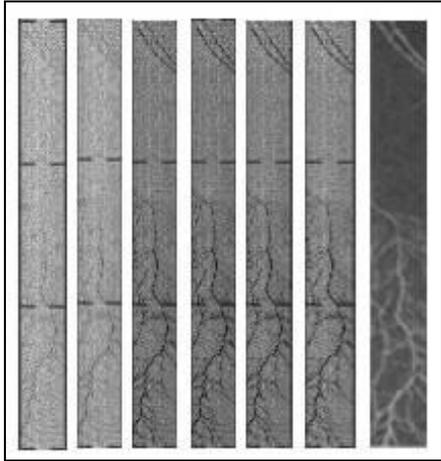


Abbildung 4: NIR Spektralbilder und VIS Bild (rechts) einer Pflanzenwurzel.

werden, indem eine Kalibration der Spektren gegen die destruktive chemische Messung analog zur Wasserbande vorgenommen wird.

Dabei ist anzumerken, dass auch die Pflanzenwurzel im Bereich der Wasserbande einen deutlichen Kontrast zum Medium zeigt. Dennoch ist dieser Wellenlängenbereich für die Segmentierung nicht geeignet, da er für die Bestimmung der Wassergehaltsänderung im Substrat verwendet wird. Dementsprechend werden derzeit über statistische Methoden optimale spektrale Indikatoren der Wurzel analysiert

### **Zusammenfassung**

Die Nutzung spektraler Daten bietet die Möglichkeit verbesserte Kenntnisse über Prozesse im Wurzelraum zu gewinnen. Durch die Verbindung eines Rhizobox-Experiments mit einem hyperspektralen Scan-System kann eine zerstörungsfreie und rasche Vermessung der Wurzelarchitektur, Wasseraufnahme

und chemischen Veränderung der Wurzel vorgenommen werden. Das verwendete Substrat hat einen deutlichen Einfluss sowohl auf die Wurzelsystemausprägung als auch die Qualität der Spektraldaten. Dementsprechend sollte für eine dem Freiland nahe Versuchsanstellung Feldboden verwendet werden. Im spektralen Imaging liegt ein großes Potential für die Wurzelforschung und Phänotypisierung von Pflanzen, wobei die wesentliche Herausforderung in der Datenanalyse liegt, um die gewünschten biologischen, chemischen und physikalischen Informationen zu extrahieren.

### **Abstract**

Using spectral data provides new opportunities to understand processes in the root zone. Combining rhizobox-experiments with a hyperspectral scanning system allows a non-destructive and quick measurement of root architecture, water uptake and chemical properties of plant roots. The substrate used for plant growth has a strong impact on both root system formation and spectral data quality. In order to ensure extrapolation of results to field conditions, field soil should be used. The high potential of spectral imaging for root research and plant phenotyping is shown, with still major challenges in data analysis to obtain the biological, chemical and/or physical target information.

### **Literatur**

- DIETRICH R.C., BENGOUGH A.G., JONES H.G., WHITE P.J., 2012: A new physical interpretation of plant root capacitance. *J Exp Bot* 63, 6149-59
- NAGEL, K.A., et al., 2012: GROWSCREEN-Rhizo is a novel phenotyping robot enabling simultaneous measurements of root and shoot growth for plants grown in soil-filled rhizotrons. *Funct Plant Biol* 39, 891-904.
- WASSON A.P., RICHARDS R.A., CHATRATH R., MISRA S.C., PRASAD S.S., REBETZKE G.J., KIRKEGAARD J.A., CHRISTOPHER J., WATT M., 2012: Traits and selection strategies to improve root systems and water uptake in water-limited wheat crops. *J Exp Bot* 63, 3485-3498.
- WOJCIECHOWSKI T., GOODING M.J., RAMSAY L., GREGORY P.J., 2009: The effects of dwarfing genes on seedling root growth of wheat. *J Exp Bot* 60, 2565-2573.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenbau, Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln

<sup>2</sup> Carinthian Tech Research AG, Europastraße 4/1, A 9524 Villach/ St. Magdalen

\* Ansprechpartner: Priv. Doz. DI Dr. Gernot BODNER, gernot.bodner@boku.ac.at

# Sortenfinder – Eine neue Möglichkeit die passende Sorte zu finden

## *Sortenfinder – a new possibility to find an adapted variety*

Clemens Flamm\* und Horst Luftensteiner

### **Einleitung**

Im 20. Jahrhundert war es teilweise noch schwierig Informationen in bestimmten Bereichen zu bekommen. Heutzutage hingegen wird man teilweise überflutet durch die unterschiedlichsten Medien und man braucht geeignete Mittel, die für einen persönlich wertvollen Daten zu filtern.

Der österreichische Landwirt hatte beispielsweise 1960 die Möglichkeit eine von 24 Winterweizensorten anzubauen. Heute könnte er jede in der Europäischen Union gelistete Sorte anbauen. Der Gemeinsame Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzenarten (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2014) enthält rund 23.000 Sorten für 87 Arten. Bei Weichweizen beispielsweise ist Saatgut von 2.081 Sorten in der gesamten Europäischen Union verkehrsfähig. Zusätzlich sind bei Weizen noch 39 Erhaltungssorten gemäß der Richtlinie 2008/62/EG für bestimmte Ursprungsregionen zugelassen. Wegen der unterschiedlichen pedo-klimatischen Voraussetzungen ist der Anbau vieler Sorten jedoch nur in einem eingeschränkten Gebiet sinnvoll.

### **Material und Methoden**

Mit den Daten aus dem Sortenzulassungsverfahren und weiterführenden Versuchen werden in der Österreichischen Beschreibenden Sortenliste (BSL) die für den heimischen Anbau geeigneten Sorten mit ihren Eigenschaften beschrieben. Bei Winterweizen sind in der aktuellen BSL (AGES 2015a) 83 Sorten angeführt. Jede dieser Sorten ist in neun agronomischen Merkmalen (wie Reifezeit, Wuchshöhe), acht Krankheitstoleranzen (z.B. gegenüber Mehltau, Rostkrankheiten) und sechzehn Qualitätsparametern (z.B. Proteingehalt, Hektolitergewicht, Backeigenschaften) mittels Ausprägungsstufen (1 bis 9) bewertet. In weiteren Tabellen werden die mehrjährigen Ertragsleistungen der Sorten an sieben Anbauorten des pannonischen Trockengebietes und an zehn Standorten der Feucht- und Übergangslagen aufgeführt. Das Versuchsnetz umfasst die Ackerbaugebiete in Niederösterreich, Oberösterreich, Burgenland, Steiermark und Kärnten.



Abbildung 1: Einstieg zum Sortenfinder: Erste Schritte sind die Auswahl der Kulturartengruppe und Kulturart.

## Ergebnisse und Diskussion

Zur Erleichterung einer merkmalsbasierten, vergleichenden und schnellen Sortenwahl bietet die AGES (2015b) seit Februar 2015 einen interaktiven Sortenfinder (Abbildung 1) an. Damit ist die AGES mit dem Bundesamt für Ernährungssicherheit eine der ersten europäischen Zulassungsinstitutionen, die ein solches Auswahl-Instrument für landwirtschaftliche Kulturarten anbietet.

*Lediglich CETIOM (2015) – eine französische Forschungs- und Entwicklungseinrichtung zur Förderung der Ölpflanzenproduktion – stellt den dortigen Landwirten mit myVar® ein ähnliches Produkt für Winterkörnerraps, Sonnenblume, Soja und Hanf zur Verfügung.*

Mit dem AGES-Sortenfinder steht allen interessierten heimischen Landwirten und der Verarbeitungsindustrie ein interaktives Tool zur Verfügung, das ihnen auf Basis ihrer individuellen Anforderungen die geeignetsten Sorten vorschlägt.

Der Sortenfinder grenzt je nach Anzahl und Auswahl der persönlichen Merkmalskriterien, aufgrund des regionalen Krankheitsdruckes, der beabsichtigten Produktionsintensität sowie der individuell eingestellten Merkmalsgewichtungen z.B. bei Weizen von 83 auf einen Bruchteil der Sorten ein. In ähnlicher Weise lässt sich auch bei anderen Getreidearten, bei Kartoffel, Körnerraps, Sojabohne, Körnererbse und Zuckerrübe die Zahl der in der BSL angeführten Sorten auf eine überschaubare Anzahl eingengen. Bei Körnermais mit über 200 beschriebenen Sorten erleichtert der Sortenfinder die Auswahl am deutlichsten.

Powered by  **AGES - Sortenfinder** 

Anzeige der Sorten: **auf Basis der Österreichischen Beschreibenden Sortenliste**

>> **Kultur:** Winterweizen, Winterweichweizen

>> **Liste(n):** Pflanzenbauliche Eigenschaften, Qualitätseigenschaften, Kornerträge Pannonisches Trockengebiet in Rel% von 2009 bis 2014

>> **Gruppe(n):** QUALITÄTSWEIZEN, AUFMISCHWEIZEN

>> **Suchfilter:** Lagerung kleiner gleich 5, Gelbrost kleiner gleich 4, Hektolitergewicht kleiner gleich 4

Neue Suche		Sorten vergleichen (9)		Spalten ein- und ausblenden (11)							Exportieren		Anzahl Sorten: 9 von 36	
Nr.	Sorte ▲	Züchterland	Anm.	Reifezeit (Gelbreife)	Wuchshöhe	Lagerung	Mehltau	Braunrost	Gelbrost	Hektolitergew	Rohprotein	Fallzahl	Obersiebenbr. NÖ	Mistelbach, NÖ
	<b>Standardmittel</b>	<b>dt/ha</b>											<b>72,1</b>	<b>73,4</b>
1	Bernstein	D		7	6	2	4	3	2	3	4	3	110	107
2	Emilio	A		3	6	5	3	5	4	2	6	4	102	102
3	Energio	A		4	6	4	3	7	4	3	4	6	98	98
4	Fulvio	A		3	4	5	3	4	4	3	4	4	98	97
5	Laurenzio	A		4	5	5,5	3	5	4	3	4	4	102	103
6	Lukullus	A		4	5	5	3	5	4	3	3,5	3	101	101
7	Messino	A		4	5	5	4	5	2	2	5	3	107	108
8	Midas	A		4	5	5	3	5	3	3	5	3	105	107
9	Roland	A		5	4	2	3	8	3	4	5	4	101	97

1) Tendenz zur Blattspitzenvergilbung während des Schossens: 1 = keine Vergilbung, 5 = mittlere Vergilbung (in der Regel keine Ertragsbeeinflussung)  
 2) Auswinterung: vor allem Neigung zu Frostschäden  
 4) Ausschließlich unter Biobedingungen getestet  
 5) Als Winterweizen registriert (auch für die Frühjahrssaatsaat geeignet: Wechselform, Wechselweizen)  
 6) Purpurweizen (höherer Gehalt an Anthozyanen in der Fruchtschale)  
 7) Erhaltungssorte

Abbildung 2: Ergebnis des Sortenfinders: Reduktion der Sorten und Eigenschaften

In Abbildung 2 ist das Ergebnis des Sortenfinders ersichtlich: Nach mehreren Auswahlsschritten (im Beispiel: Qualitätsweizen, Trockengebiet) und Setzen von Filtern (z.B. Lagerung, Gelbrost, Hektolitergewicht) reduzierte sich die Anzahl der Sorten auf 9. Das Ergebnis zeigt nur jene Eigenschaften, die zuvor ausgewählt wurden. Die Eigenschaften sind mittels Ausprägungsstufen von 1-9 beschrieben (1 bedeutet im Allgemeinen günstige Ausprägung des Merkmales, 9 bedeutet im Allgemeinen ungünstige Ausprägung). Die Erträge werden als Relativerträge in % zu Standardsorten dargestellt.

## Zusammenfassung

Die Österreichische Beschreibende Sortenliste (BSL) stellt eine objektive Information für die Landwirtschaft, die Fachberatung, den Agrarhandel, die Verarbeitungswirtschaft, die Industrie sowie Pflanzenzüchtung, Schulen und Universitäten dar. Sie reduziert die im Gemeinsamen Sortenkatalog ange-

fürten Sorten der landwirtschaftlichen Kulturarten auf die unter österreichischen Bedingungen geprüften Sorten. Deren agronomische und qualitative Eigenschaften werden gemeinsam mit den Ertragsleistungen tabellarisch dargestellt.

Neben der BSL bietet die AGES-Website seit Februar 2015 mit dem „Sortenfinder“ ein zusätzliches Service. Basierend auf den Angaben der BSL dient er zur benutzergesteuerten Verknüpfung der unterschiedlichen Tabellen und zur anschließenden Selektion der Sorten.

Mit verschiedenen Auswahlkriterien lassen sich die für die jeweilige Region bzw. den Betrieb passenden Sorten herausfiltern und vergleichen.

### ***Abstract***

The Austrian Descriptive List of Varieties (DLV) represents objective information for farmers, advisors, agriculture trade and downstream industry as well as for breeder, schools and universities. It reduces the number of all varieties cited in the Common catalogue of varieties of agricultural plant species to the varieties, which are tested under Austrian conditions. Their agronomic and quality characteristics are tabularly presented together with their yield.

Apart from the DLV the AGES-homepage has offered a further service called the “Sortenfinder” since February 2015. Based on the data of the DLV it serves a user-supported link of different tables and a subsequently selection of the varieties.

After different selection criteria the best adapted varieties for a region or an enterprise can be filtered out.

### ***Literatur***

AGES (Hrsg.), 2015a: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2015 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2015, ISSN 1560-635X.

AGES, 2015b: AGES-Sortenfinder. [www.ages.at/service/service-landwirtschaft/agrar-online-tools/sortenfinder](http://www.ages.at/service/service-landwirtschaft/agrar-online-tools/sortenfinder).

CETIOM, 2015: myVar®. <http://www.cetiom.fr/outils/detail/outils/28/>.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (Hrsg.), 2014: Gemeinsamer Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzenarten – 33. Gesamtausgabe. Amtsblatt der Europäischen Union. 2014/C 450/01, 57. Jg., 16. Dezember 2014, ISSN 1977-088X.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

\* Ansprechpartner: DI Clemens FLAMM, [clemens.flamm@ages.at](mailto:clemens.flamm@ages.at)

# Wurzelscreening von Körnerleguminosen

## *Root screening of grain legumes*

Jiangsan Zhao<sup>1</sup>, Gernot Bodner<sup>2</sup> und Boris Rewald<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Derzeit ist Europa bei der Versorgung mit Körnerleguminosen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion stark von Importen abhängig, insbesondere von Sojaeinfuhren. Um die Selbstversorgung mit Körnerleguminosen zu verbessern, braucht es neben struktureller Anreize auch geeignete Sorten, die an die unterschiedlichen Klima- und Bodenbedingungen in Europa angepasst sind. Solche Sorten müssen nicht nur ein hohes Ertragspotential aufweisen, sondern auch ausreichend Ertragsstabil gegenüber unterschiedlichen Umweltstress-Situationen sein.

Zahlreiche Pflanzenstress-Faktoren wirken über den Boden, etwa Wasser- und Nährstoffstress oder mechanische Verdichtungen. Dementsprechend kommt dem Wurzelsystem für die Stressresistenz von Kulturpflanzen eine hohe Bedeutung zu (z.B. SUBBARAO et al. 1995). Nur mit einem angepassten Wurzelsystem kann eine hohe Ressourcennutzungseffizienz erreicht werden und temporäre Mangelsituationen können gepuffert werden. Im Rahmen des EU-Projektes EUROLEGUME ([www.eurolegume.eu](http://www.eurolegume.eu)) werden europäische Körnerleguminosen-Genotypen unterschiedlicher Herkunft auf verschiedene agronomische Eigenschaften und Qualitätskriterien geprüft. Dabei werden auch die Wurzelsysteme als wichtiger Faktor der Stressresistenz und Ressourceneffizienz untersucht. Der Beitrag zeigt erste Ergebnisse für die Arten Körnererbse (*Pisum sativum* L.).

### **Material und Methoden**

Im ersten Versuchsjahr wurden 16 Körnererbse-Sorten, die von den Projektpartnern zur Verfügung gestellt wurden, auf verschiedene Wurzeleigenschaften untersucht. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Genotypen und deren Herkunft.

Tabelle 1: Name und Herkunft der untersuchten Genotypen (Zahlen in Klammer nach Herkunft beziehen sich auf Kodierung in Abbildungen 1).

Körnererbse	
Name	Herkunft
Eesti hall	Estland (1)
Eesti kollane sooghiernes	Estland (2)
Jõgeva roheline	Estland (3)
Seko	Estland (4)
Alma	Lettland (5)
Bruno	Lettland (6)
k-4833 Stendes Hero	Lettland (7)
Retrija	Lettland (8)
NGB 10778.1	Norwegen (9)
NGB 20045.3	Norwegen (10)
Gp 3263	Portugal (12)
Gp 3491	Portugal (13)
Gp 3497	Portugal (14)
Grisel	Portugal (15)
NGB 1025131	Schweden (16)
NGB 131381	Schweden (17)

Die Untersuchung erfolgte in einem Folientunnel am IFA Tulln, der im Rahmen des Projekts errichtet wurde. Die Genotypen wurden als Einzelpflanzen in achtfacher Wiederholung in einem mit feinem Sand gefüllten Röhrensystem (PVC-Rohre, Ø 20 cm, Länge 100 cm) untersucht. Das Saatgut wurde mit Rhizobien beimpft, die von den Projektpartnern zur Verfügung gestellt wurden. Die Pflanzen wurden über eine Tröpfchenbewässerung regelmäßig mit Wasser und Nährstoffen (P, K) versorgt.

Die Ernte zur Untersuchung der Wurzeln erfolgte zum Zeitpunkt der Blüte (BBCH 65). Die Wurzeln wurden vorsichtig vom Sand getrennt, um möglichst intakte Wurzelsysteme zu erhalten. Anschließend wurden die Pflanzen auf wurzelmorphologische Eigenschaften (Tiefe, Länge, Oberfläche, Durchmesser) und Architektur (Seitenwurzelanzahl) untersucht sowie die Biomasse bestimmt. In diesem Beitrag wird die Unterscheidung der Wurzelsysteme hinsichtlich der Biomasseallokation mittels Clusteranalyse dargestellt. Die Analyse erfolgte in SAS 9.2 mit den Prozeduren CLUSTER und TREE.

## Ergebnisse und Diskussion

Für die Unterscheidung der Wurzelsysteme wird hier der Fokus auf drei wesentliche Kriterien gelegt: (i) Gesamtbiomasseaufteilung zwischen Wurzel und Spross, (ii) Dominanz von Hauptwurzel vs. Seitenwurzeln, und (iii) Ausprägung der Seitenwurzeln (Anzahl, Gewebedichte). Abbildung 1 zeigt die daraus sich ergebende Gruppierung der Wurzelsysteme von Körnererbse mittels Clusteranalyse.

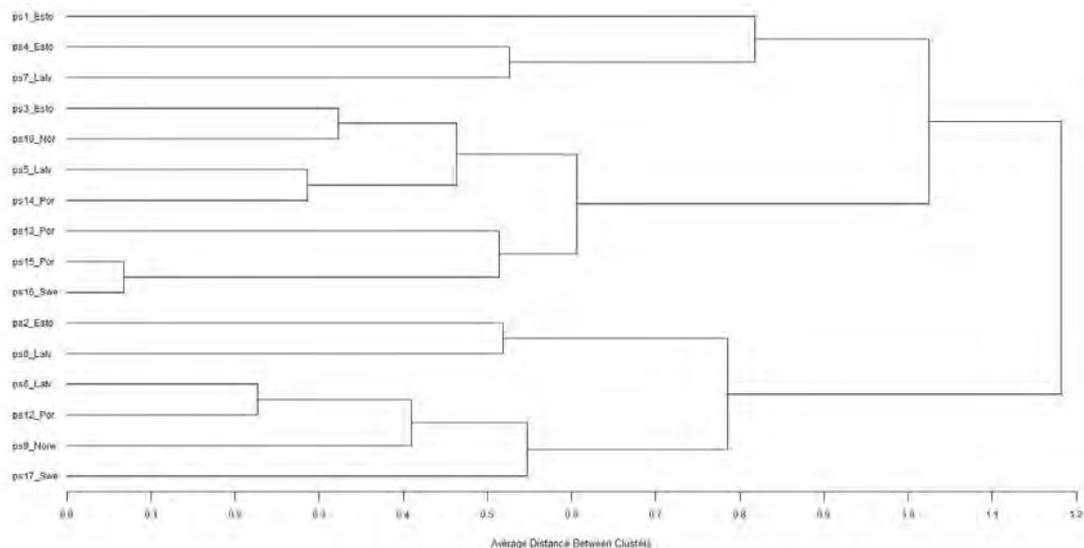


Abbildung 1: Clusteranalyse für Körnererbse (ps...*Pisum sativum*; Zahlencode siehe Tabelle 1; Esto... Estland, Latv... Lettland, Nor... Norwegen, Swe... Schweden, Por... Portugal).

Es zeigen sich jeweils drei große Gruppen unterschiedlicher Wurzelsystemtypen. Die erste Gruppe (Genotypen 1, 4 und 7) zeigen das höchste Verhältnis zwischen Haupt- und Seitenwurzelbiomasse. Die Zahl der Seitenwurzeln pro cm Hauptwurzel ist geringer als bei Gruppe 2 (Genotypen 3, 5, 10, 13, 14, 15, 16) und die Gewebedichte gleich als bei Gruppe 3 (Genotypen 2, 6, 8, 9, 12, 17). Demnach scheint dieser Unterschied im Wesentlichen auf eine geringer verdickte Primärwurzel hinzuweisen. Gruppe 2 zeichnet sich vor allem durch eine höhere Seitenwurzelzahl pro cm Hauptwurzelstrang aus, zeigt also eine stärkere Verzweigungshäufigkeit. Die dritte Gruppe an Genotypen weist die geringste Biomasseallokation ins Wurzelsystem im Verhältnis zum Spross auf, wobei im Wurzelsystem eine mittlere Verzweigungshäufigkeit an Seitenästen auftritt, die eine vergleichsweise hohe Gewebedichte haben.

Die Genotypen-Gruppierung zeigte keine eindeutige Differenzierung nach geographischer Herkunft. Zu erwähnen ist, dass im ersten Versuchsjahr nicht von allen Partnerländern Saatgut zur Verfügung stand und die Gruppe südeuropäischer Herkünfte geringer repräsentiert war.

Insgesamt ist festzustellen, dass es eine signifikante Diversität der Wurzel ausprägung gibt, mit unterschiedlichen Strategien in der Biomasseallokation. Je nach vorherrschendem Stresstyp (Wasser und mobile Nährstoffe vs. nicht mobile Elemente) können diese Wurzelsystemtypen Vorteile für die Standortanpassung bringen. Dementsprechend werden im zweiten Versuchsjahr gezielt Stress-Versuche durchgeführt.

## ***Zusammenfassung***

Mit Hilfe eines Röhrensystems werden unterschiedliche Genotypen von Körnererbse auf deren Wurzelsystemausprägung untersucht. Im vorliegenden Beitrag wird dabei der Schwerpunkt auf die Biomasseallokation gelegt. Die Genotypen unterschieden sich zwischen einer Gruppe mit stärkerer Dominanz des Sprosses, einer Gruppe mit stärkerer Seitenverzweigung und einer Gruppe mit geringer verdickter Hauptwurzel. Es konnte keine klare Differenzierung nach Herkunftsgebieten festgestellt werden. Besonders von jener Gruppe mit relativ starker Biomasseallokation ins Wurzelsystem und hoher Seitenverzweigung wird eine effiziente Ressourcenausnutzung erwartet.

## ***Abstract***

Using a tube system, a set of genotypes of pea was screened for differences in root system properties. Here we focused on biomass allocation to and in the root system. The genotypes differed clearly in their strategies between a group with more dominant allocation to the shoot, a group with high number of laterals along the tap root, and a group with less thickening of the tap root. We could not determine a clear grouping according to sites of origin. It is expected that particularly the group of genotypes with strong biomass allocation to the root system and high frequency of lateral branching provides the fundament for an efficient resource use.

## ***Literatur***

SUBBARAO G.V., JOHANSEN C., SLINKARD A.E., NAGESWARA R.C., SAXENA N.P., CHAUHAN Y.S., LAWN R.J., 1995: Strategies for improving drought resistance in grain legumes. Crit Rev Plant Sci 14(6), 469-523.

## ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Waldökologie, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenbau, Konrad-Lorenz-Straße 24, A 3430 Tulln

\* Ansprechpartner: Jiangsan ZHAO, gernot.bodner@boku.ac.at

# Ertrags- und Qualitätseffekte einer erhöhten Stickstoffdüngung bei Braugerste

## *Yield and quality effects of increased nitrogen fertilization in malting barley*

Michael Oberforster\* und Manfred Werteker

### **Einleitung**

Braugerste (*Hordeum vulgare* L.) wird in Österreich vorrangig im Nordöstlichen Flach- und Hügelland sowie im Waldviertel kultiviert. Kleinere Produktionen gibt es im Alpenvorland, im Mühlviertel, am Alpenostrand und im Kärntner Becken. Da der Proteingehalt der Gerste zahlreiche Mälzungs- und Braueigenschaften beeinflusst, hat dies Auswirkungen auf die N-Düngestrategie. Zuviel Eiweiß verringert die Malzmürbigkeit, reduziert die Extraktausbeute und erschwert die Filtration. Bei sehr eiweißreicher Gerste leiden das Hefewachstum sowie Schaumstabilität und Vollmundigkeit des Bieres (SACHER 2014). Im Folgenden werden Effekte einer zusätzlichen N-Gabe von 30 kg/ha auf Ertrag und Kornqualität von zweizeiliger Sommer- und Winterbraugerste dargestellt.

### **Material und Methoden**

Standorte, Versuche: Bei Sommerbraugerste handelte es sich um 51 konventionelle Wertprüfungsversuche aus den Jahren 2009 bis 2014. Es sind Standorte im Nordöstlichen Flach- und Hügelland (Fuchsenbigl im Bez. Gänserndorf, Waltersdorf an der March im Bez. Gänserndorf, Großnondorf im Bez. Hollabrunn, Mistelbach im Bez. Mistelbach, Gerhaus im Bez. Bruck an der Leitha, Unterwaltersdorf im Bez. Baden) sowie im Mühl- und Waldviertel (Freistadt im Bez. Freistadt, Schönfeld und Zwettl im Bez. Zwettl). Bei Winterbraugerste waren es 15 Versuche von 2010/11 bis 2013/14 in Obersiebenbrunn im Bez. Gänserndorf, Tulln im Bez. Tulln, Großnondorf im Bez. Hollabrunn und Mistelbach im Bez. Mistelbach. Bei Sommergerste erhielten 4 der 51 Versuche ein Fungizid gegen Abreifekrankheiten, die Wintergerste wurde fungizidfrei erzeugt.

Versuchsdesign: Die Versuche waren als Gitteranlagen mit 30 bis 49 (Sommergerste) bzw. 12 (Wintergerste) Prüfgliedern konzipiert. Die Genotypen waren 3- bis 4-fach wiederholt, die Parzellengröße variierte von 8,6 bis 20,3 m<sup>2</sup>.

Pflanzenmaterial: In jedem Versuch stand eine Sorte in zwei Varianten. Die Variante 1 wurde ortsüblich gedüngt (zumeist 40 bis 80 kg N/ha), die Variante 2 erhielt eine zusätzliche N-Gabe von 30 kg N/ha. Die Sorten waren 'Xanadu' (2009-2010; 2012 von der Österreichischen Sortenliste gelöscht), 'Signora' (2011), 'Agrippina' (2012-2013) und 'Cerbietta' (2014). Bei der Winterbraugerste erhielten 'Violetta' (2011-2013; EU-Sorte) und 'KWS Scala' (2014) die Zusatzdüngung.

Merkmale: Die Kornsortierung erfolgte gemäß MEBAK (2002) bzw. EBC (2005), der Rohproteingehalt wurde nach Dumas (ICC-Standard Nr. 167) analysiert. Der Korn-Stickstoffertrag entspricht dem Rohproteinertrag dividiert durch 6,25.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Um Braugerste ohne finanzielle Einbußen vermarkten zu können, bedarf es einer entsprechenden Qualität. Für die Mehrzahl der Aufkäufer soll die Gerste zwischen 9,5 und 11,0 % Rohprotein aufweisen. Zwischen 11,1 und 12,0 % werden Abzüge verrechnet, ab 12,1 % wird normalerweise nur mehr der Futtergerstenpreis erlöst. Der Vollkornanteil (Sortierfraktion über 2,5 mm) soll mindestens 90 %, der Ausputzanteil (Sortierfraktion unter 2,2 mm) maximal 2 % ausmachen. Die Bemessung des Düngerstickstoffs ist aufgrund der Dynamik, welcher dieser Nährstoff im Boden und in der Pflanze unterliegt, nicht einfach. Diverse Systeme wurden entwickelt (SCHUSTER et al. 1998, ZORN und HESS 2014). Stehen keine N<sub>min</sub>-Daten zur Verfügung, wird sich die N-Gabenhöhe an den mittleren Erträgen des Schlages, an der Vorfrucht und vermuteten N-Freisetzung aus dem Bodenvorrat orientieren. In der Bestockungs- und Schossphase benötigt die Braugerste ausreichend Stickstoff zur Bildung von Ertragsanlagen. Nach der Blüte soll sich das Angebot verknappen, damit nicht zuviel Protein in den Körnern akkumuliert wird. In der österreichischen landwirtschaftlichen Praxis erhält die Braugerste mehrheitlich 40 bis 70 kg N/ha. Bei Sommergerste wird der Stickstoff großteils vor bis kurz nach der Saat verabreicht.

Tabelle 1: **Kornertrag, Vollgerstenertrag, Vollgerstenanteil (Kornsartierung über 2,5 mm Schlitzsieb), Rohproteingehalt und Korn-Stickstoffertrag von Sommerbraugerste (51 Versuche, 2009 bis 2014)**

Sorte	Jahr	Ver- suche	Variante	Korn- ertrag, dt/ha	Vollgersten- ertrag, dt/ha	Vollgersten- anteil, %	Protein- gehalt, %	Korn-N- Ertrag, kg/ha
Xanadu	2009- 2010	16	Variante 1	51,7	42,1	80,0	11,0	77,3
			Variante 2	53,1	42,5	78,0	11,5	82,9
			Differenz	+1,4	+0,4	-2,0	+0,5	+5,6
Signora	2011	9	Variante 1	78,0	75,0	96,3	9,6	102,8
			Variante 2	84,1	80,4	95,7	10,3	118,6
			Differenz	+6,1	+5,4	-0,6	+0,7	+15,8
Agrippina	2012- 2013	16	Variante 1	66,3	62,3	94,2	10,4	95,4
			Variante 2	72,2	66,9	92,5	11,1	110,6
			Differenz	+5,9	+4,6	-1,7	+0,7	+15,2
Cerbinetta	2014	10	Variante 1	68,6	57,7	82,5	11,1	103,8
			Variante 2	70,4	57,9	80,2	11,7	112,5
			Differenz	+1,8	+0,2	-2,3	+0,6	+8,7
Gesamt	2009- 2014	51	Variante 1	64,2	57,3	87,8	10,6	92,7
			Variante 2	68,0	59,9	86,1	11,2	103,7
			Differenz	+3,8	+2,6	-1,7	+0,6	+11,0

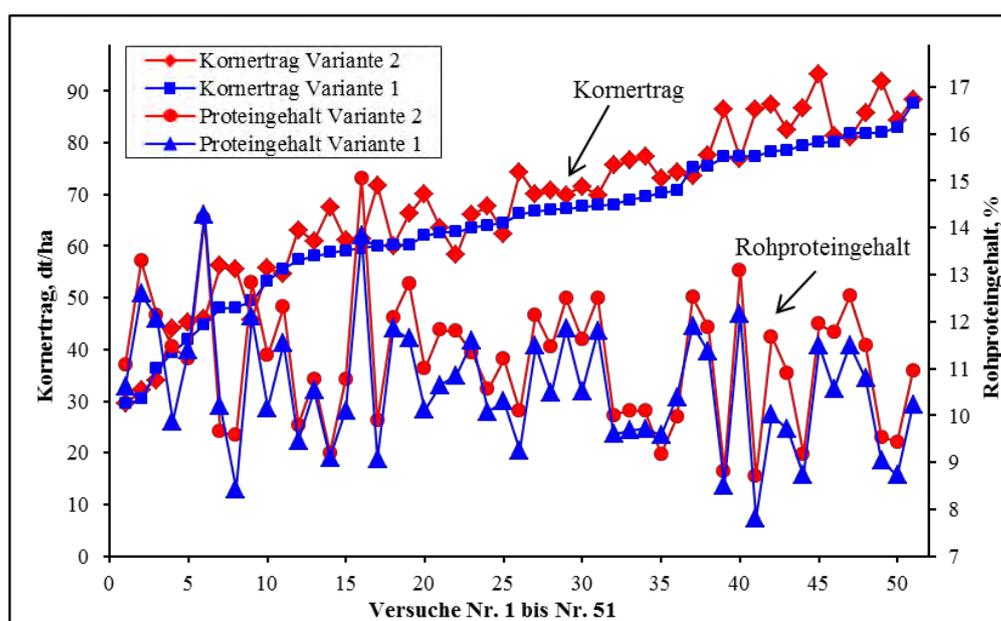


Abbildung 1: **Kornertrag und Rohproteingehalt von Sommerbraugerste 2009 bis 2014 bei ortsüblicher N-Düngung (Variante 1) bzw. erhöhter N-Düngung (Variante 2) (51 Versuche, gereiht nach zunehmendem Kornertrag in Variante 1, verschiedene Sorten)**

Die Ergebnisse belegen, dass eine zweite N-Gabe bei günstigen Wuchsbedingungen, höherer Ertragsersparnis oder geringerer N-Nachlieferung mitunter richtig ist. Zudem sind aktuelle Braugersten wie 'Britney', 'Cerbinetta', 'Fabiola', 'KWS Thessa', 'Salome', 'Signora', 'Solist' und 'Zarasa' um 0,3 bis 1,5 % proteinärmer als die in den 1990er Jahren gebräuchlichen Sorten 'Maresi' und 'Viva 1'. Bei Sommerbraugerste brachten +30 kg N/ha während der Bestockung (BBCH 21 bis 29) im Mittel +3,8 dt/ha bzw. +6 % Ertrag, der Vollgerstenanteil ging um 1,7 % zurück, der Rohproteingehalt stieg von 10,6 auf 11,2 % an (51 Versuche von 2009 bis 2014). Je nach Umwelteinfluss (Standort, Jahr usw.) waren die Effekte des zusätzlichen Stickstoffs sehr verschieden. Im Jahr 2011 leistete die zweite N-Gabe im Mittel +6,1 dt/ha ('Signora', n=9), 2012 waren es +6,0 und 2013 +5,8 dt/ha ('Agrippina', n=8 jeweils). Der Mehrertrag basiert auf einer gesteigerten Korndichte (+1254 Körner/m<sup>2</sup>, n=25). Von den +30 kg N/ha wurde etwa die Hälfte unmittelbar genutzt (im Mittel 14,2 bis 16,0 kg N/ha). Hinge-

gen waren die Effekte in den Jahren 2009, 2010 und 2014 mit durchschnittlich +3,0, -0,2 und +1,8 dt/ha Ertrag unbefriedigend (*Tabelle 1*). Insgesamt variierte der Rohproteingehalt zwischen 7,8 und 14,3 % (Variante 1) bzw. 8,7 und 15,1 % (Variante 2), weitgehend unabhängig von der Höhe des Kornertrages (*Abbildung 1*). Bedingt durch Erfolge in der Qualitätszüchtung und die angespannte Versorgungslage bei Sommergerste zeigen Mälzereien und Brauereien seit 2007/08 vermehrt Interesse an Winterbraugerste. Diese ist von den Niederschlägen im Frühjahr weniger abhängig und realisiert zu meist höhere Erträge als die Sommerform. Die derzeitigen Hauptsorten sind 'KWS Scala' und 'Malwinta'. Von 2011 bis 2013 lieferte 'Violetta' in den Prüfungen vielfach überhöhte Proteinwerte (im Mittel 13,0 %). Die zwischen Ende der Bestockung und Schossbeginn (BBCH 27 bis 32) verabreichten zusätzlichen 30 kg N/ha leisteten lediglich 0,4 dt/ha Ertrag (n=11). Im Jahr 2014 wirkte die zweite N-Gabe bei 'KWS Scala' mit +7,2 dt/ha Ertrag und einem N-Ausnutzungsgrad von 58 % effizient. Zwar nahm auch der Proteingehalt um 0,7 % zu, überstieg aber nicht den Grenzwert von 11,0 % (Daten nicht gezeigt).

### **Zusammenfassung**

Es wird über die Wirkungen einer zusätzlichen Stickstoffdüngung von 30 kg/ha auf Kornertrag und Kornqualität bei Sommerbraugerste (51 Versuche von 2009 bis 2014, vier Sorten) und zweizeiliger Winterbraugerste (15 Versuche von 2010/11 bis 2013/14, zwei Sorten) berichtet. Die Effekte waren in den einzelnen Umwelten sehr heterogen. In den Jahren 2011 und 2012 war die zweite N-Gabe bei Sommerbraugerste mit +6,1 bzw. +6,0 dt/ha Ertrag wirtschaftlich. Auch 2013 brachte die erhöhte N-Gabe +5,8 dt/ha Ertrag, verursachte wegen Überschreitens des Proteingrenzwertes (11,0 %) jedoch mehrfach Preisabzüge. In den Jahren 2009, 2010 und 2014 blieben die Effekte unbefriedigend. Bei Winterbraugerste war der zusätzlich verabreichte Stickstoff nur 2014 mit +7,2 dt/ha Ertrag erfolgreich. Der Rohproteingehalt stieg durchschnittlich um 0,5 bis 0,7 % an. Ein erhebliches Problem ist, dass während des Bestockens der Gerste die Sinnhaftigkeit einer zweiten Stickstoffgabe oft kaum einschätzbar ist.

### **Abstract**

This is a report on the effects of additional nitrogen fertilization of 30 kg/ha on grain yield and grain quality of spring malting barley (51 trials from 2009 to 2014, four cultivars) and two-rowed winter malting barley (15 trials from 2010/11 to 2013/14, two cultivars). The effects were very heterogeneous across the different environments. In the years 2011 and 2012, the second N-application to spring malting barley was profitable, with +6.1 and +6.0 dt/ha, respectively. In 2013 the increased N-application produced +5.8 dt/ha yield, but due to exceeding the upper limit of the protein value (11,0 %) it caused multiple price reductions. In the years 2009, 2010 and 2014, the effects remained unsatisfactory. In winter barley the additionally applied nitrogen was successful only in 2014 with +7.2 dt/ha. The crude protein content increased by an average of 0.5 to 0.7 %. A significant problem is the fact that during tillering of the barley, it is often very difficult to assess the usefulness of a second nitrogen application.

### **Literatur**

SACHER B, 2014: Zum Einfluss des Rohproteingehaltes von Gerste und Malz auf deren Brauqualität. Bericht 24. Thüringer Braugerstentagung, 4 Dez 2014, pp. 5-9, Schützenhaus Stadtroda, Stadtroda.

SCHUSTER C, STOCK HG, DIEPENBROCK W, 1998: Beurteilung verschiedener N-Düngungsbemessungsverfahren für Braugerste (*Hordeum vulgare* L.) hinsichtlich Ertragsausschöpfung und Qualitätssicherung unter Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes. Pflanzenbauwissenschaften 2 (3), 115-122.

ZORN W, HESS H, 2014: Stickstoffdüngungsempfehlungen zu Sommer- und Winterbraugerste. Bericht 24. Thüringer Braugerstentagung, 4 Dez 2014, pp. 17-22, Schützenhaus Stadtroda, Stadtroda.

### **Adresse der Autoren**

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion

\* Ansprechpartner: DI Michael OBERFORSTER, michael.oberforster@ages.at

# Ertragspotenzial unterschiedlicher Sommergetreidesorten im alpinen Klimagebiet in biologischer Wirtschaftsweise

## *Possible yield of different varieties of summer-cereals in ecological cultivation in alpine climate*

Waltraud Hein\* und Hermann Waschl

### **Einleitung**

Der Anbau von Sommergetreide im alpinen Klimagebiet ist möglich, auch in biologischer Wirtschaftsweise. Über die Höhe des Ertragspotenzials bei den unterschiedlichen Getreidearten aus dem alpinen Klimagebiet gibt es nicht viele Informationen, weil in solchen Lagen überwiegend Grünland vorherrscht. In der Abteilung biologischer Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden seit 2005 jährlich Versuche mit Sommergetreide durchgeführt, über die im Folgenden berichtet wird.

### **Material und Methoden**

Jahre, Pflanzenarten: In diesem Beitrag wird über 7 Sommerweizen- und je 8 Sommerhafer- und Sommergerstenversuche berichtet, die im Zeitraum zwischen 2006 und 2014 durchgeführt wurden.

Standorte: Der Standort liegt in Trautenfels im alpinen Klimagebiet (760 m, 1000 mm, 7° C).

Versuchsanlage: Die Sortenversuche waren in den meisten Fällen als ungeordnete Blocks mit 4 Wiederholungen/Objekt angelegt, die auswertbare Parzellengröße betrug 11,2 m<sup>2</sup>.

Sorten: Bei den Sorten handelt es sich entweder um solche, die in der ÖSTERREICHISCHEN SORTENLISTE (AGES 2006 - 2014) eingetragen sind oder um EU-Sorten. In dieser Zusammenfassung werden nur jene Sorten angeführt, die mindestens drei Jahr lang im Versuch gestanden sind.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Produktionsbedingungen: Ein Getreideanbau ist auch in eher ungünstigen klimatischen Lagen möglich, speziell Sommergetreide wurde auch in früheren Zeiten bis zu einer Seehöhe von mindestens 1000 m und in manchen Gebieten auch darüber angebaut (SCHILPEROORD u. HEISTINGER, 2007). Daher wurde gleich zu Beginn der Einrichtung des Institutes für Biologische Landwirtschaft im Jahr 2005 mit dem Sitz am Moarhof in Trautenfels begonnen, jährlich einen Versuch mit den drei Sommergetreidearten Hafer, Weizen und Gerste im inneralpinen Klimagebiet anzulegen. Allerdings standen im Jahr 2005 nur ganz wenige Sorten zur Verfügung, die teilweise in den Folgejahren nicht mehr angebaut wurden. Deshalb wurde das Jahr 2005 komplett weggelassen, auch weil die Produktionsbedingungen noch in Umstellung waren. Im Jahr 2007 stand kein geeigneter Acker zur Verfügung, ab 2008 gab es jährlich einen Versuch mit allen drei Getreidearten. Im Jahr 2010 wurde der Sommerweizenversuch kurz vor der Ernte ganz stark von Vögeln geschädigt, sodass dieser Versuch nicht in die Zusammenfassung einfließen konnte. Als Vorfrucht stand bis auf die ersten drei Jahre Silomais vor dem Sommergetreide am Acker, auf Grund der nährstoffbedürftigen Vorfrucht wurde eine kleine Kompostgabe von rund 5-8 t/ha vor dem Anbau ausgebracht. Bei den Anbau- und Erntedaten gibt es eine relativ große Bandbreite, die im direkten Zusammenhang mit der Jahreswitterung steht. Der früheste Anbautermin war der 13. März im Jahr 2014, der späteste der 24.04.2006 bei allen Getreidearten; der früheste Erntetermin war der 24. Juli 2012 bei der Sommergerste und der späteste der 6. September 2006 beim Hafer. Probleme können sich natürlich durch die jeweilige Sommerwitterung ergeben, vor allem, wenn es im Sommer keine längere Schönwetterperiode gibt, in der das Getreide richtig ausreifen kann und dann zum Drusch nur mehr 14 % Feuchtigkeit enthält. Im Sommer 2014 waren die Bedingungen äußerst schwierig, es regnete sehr viel ab Mitte Juli und so wurden drei regenfreie Tage hintereinander für die Getreideernte genutzt.

Ergebnisse: Auch die Kornerträge sind starken Jahresschwankungen unterworfen, was sich besonders bei der Gerste und beim Hafer bemerkbar macht. Der Sommerweizen wird weniger stark von der Jahreswitterung beeinflusst und zeigt dadurch stabilere Erträge. Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Kornerträge der einzelnen Sorten der Getreidearten.

**Tabelle 1: Durchschnittliche Kornerträge und Rohproteingehalte verschiedener Sommergetreidearten und –sorten 2006-2014 am Standort Moarhof**

Sorten-Gerste	KOER	RPG	Sorten-Weizen	KOER	RPG	Sorten-Hafer	KOER	RPG
	dt/ha	g/kg TM		dt/ha	g/kg TM		dt/ha	g/kg TM
AGRIPPINA	40,74	113,3	KÄRNTNER FR.	32,49	161,4	EFESOS	26,88	114,7
CALCULE	32,43	121,2	RUBIN	38,35	147,9	EFFEKTIV	37,75	119,2
CERBINETTA	32,62	117,3	KWS COLLADA	48,47	134,5	ESPRESSO	37,47	112,3
ELISETA	38,73	123,0	MICHAEL	49,45	129,5	ERWIN	21,77	100,9
EVELINA	48,62	116,9	SENSAS	48,64	129,2	ELIPSO	19,08	106,7
FELICITAS	37,94	121,4	SW KADRILJ	42,53	137,1	MONARCH	28,61	112,3
PAULA	41,01	118,1	SW KRONJET	45,60	132,9	TYPHON	29,4	106,4
VICTORIANA	33,15	124,5	TRAPPE	45,66	118,7	MAX	28,18	114,9
VIENNA	41,48	115,5	XENOS	46,81	130,1	BARON	24,21	102,9
VIVALDI	32,58	125,9	FAVORIT	44,09	145,8	MORITZ	30,00	102,8
WILMA	40,78	119,7	TRIOLE (So-Trit.)	44,07	139,0	TRITON	32,94	110,7
DANUTA	25,15	123,7				DALIMIL	34,19	110,2
KONTIKI	35,48	117,5				EXPANDER	31,22	113,5
PLASMA	32,12	129,8				PADDOCK	30,03	113,1
QUENCH	27,89	118,4						
SIGNORA	23,79	120,4						
EUNOVA	43,46	111,4						
MARTHE	26,39	115,9						
MODENA	35,50	134,6						
XANADU	17,26	115,6						
CARBONA	25,42	110,5						
MARGRET	45,66	111,4						
ELISA	39,63	117,8						
BODEGA	37,29	107,6						

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Bandbreite im Kornertrag bei der Sommergerste von 17,3 bis 48,6 dt/ha reicht, beim Hafer von 19,1 bis 37,8 dt/ha, beim Weizen hingegen von 32,5 bis 49,5 dt/ha. Natürlich sehen die Werte aus den einzelnen Jahren anders aus, da reichen die Schwankungen bei der Gerste von 10,1 bis 53,4 dt/ha, beim Hafer von 15,2 bis 46,8 dt/ha und beim Weizen von 17 bis 68,5 dt/ha. Auch beim Rohproteingehalt liegen die Werte teilweise deutlich auseinander. Die folgenden Abbildungen zeigen die Sommergetreideversuche am Moarhof im Jahr 2014.



*Abbildung 1: Versuche Ende Mai im Schossen*



*Abbildung 2: Versuche Anfang Juli in Kornbildung*

Da auch die Produktion von Stroh keinen unerheblichen Faktor beim Getreideanbau im alpinen Klimagebiet darstellt, soll kurz auf mögliche Erntemengen hingewiesen werden. Auch wenn es keine eigenen Erhebungen zu diesem Thema gibt, kann von den Strohmenngen der Wintergetreidearten doch auf die der Sommergetreidearten geschlossen werden. Die Stroherträge beim Wintertriticale liegen zwischen 35 und 50 dt/ha TM; das könnte ungefähr der zu erwartenden Menge an Haferstroh entspre-

chen. Natürlich wird bei der Sommergerste nicht so viel Stroh zu erwarten sein, weil die meisten Sorten deutlich kürzer sind als Triticale oder Hafer.

### ***Zusammenfassung***

Ein Anbau von Sommergetreide ist auch im inneralpinen Klimagebiet möglich und wurde auch jahrhundertlang dort praktiziert. Die zu erwartenden Kornerträge können natürlich nicht mit jenen aus den Gunstlagen mithalten, aber bei Berücksichtigung aller pflanzenbaulichen Maßnahmen ist es sogar in biologischer Wirtschaftsweise möglich. Entscheidend ist ein möglichst früher Anbau, damit die Sommergetreidearten richtig bestocken können, um dann einen dichten Pflanzenbestand zu bilden. Da aber alle Anbau- und Erntetermine stark von der Witterung abhängen, differiert der Anbau um mehr als ein Monat im Laufe von 8 oder 9 Jahren. Auch bei der Ernte ist die jeweilige Witterung entscheidend, wichtig sind mehrere zusammenhängende trockene Tage für einen ordnungsgemäßen Drusch. Die Daten reichen von Ende Juli bis Anfang September. Speziell für die Haferernte bedeutet ein spätes Datum möglicherweise Probleme mit Fusarien und damit auch Mykotoxinen.

Auch die Kornerträge zeigen jahrweise große Differenzen, wobei Sommergerste und Hafer stärkeren Schwankungen unterworfen sind als Weizen, der Rohproteingehalt ebenfalls. Im Laufe der Jahre lagen die Erträge zwischen 10 und 60 dt/ha, hier liefert Weizen die jeweils höchsten Kornerträge.

### ***Abstract***

The cultivation of summer cereals in alpine climate is possible and has been done by farmers during many centuries. The corn yield which can be expected is not the same as in a favorable climate but in consideration of all measures to growing it is possible to do it even organic. To succeed it is important to sow it early for tillering to get a dense plant population. All dates of sowing and harvesting depend on the weather so they can differ from year to year about a month. For harvesting good dry weather for a few days is necessary, there the dates differ from the end of July to the beginning of September. For harvesting oats a late date is not good because of fusarium disease and the cultivation of mycotoxines. The corn yield shows big differences between the varieties among the years, especially with barley and oats. The row protein-content is varying, too. The lowest corn-yield was 10 dt/ha, the highest more than 60 dt/ha; wheat had the best corn-yield during all the years.

### ***Literatur***

AGES (Hrsg.), 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014: Österreichische Sortenliste 2006-2014. Schriftenreihe 3/2006 – 3/2014.

SCHILPEROORD, P. und HEISTINGER, A., 2007: Literaturstudie alpine Kulturpflanzen. Kulturpflanzen von Südtirol, Nordtirol und Graubünden. Interegg III A, NAP 02-231, 195 pp.

### ***Adressen der Autoren***

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A 8952 Irdning

\* Ansprechpartnerin: DI Waltraud HEIN, [waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at](mailto:waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at)

# Maisanbau in Österreich

## Ökonomische Bedeutung und pflanzenbauliche Herausforderungen

### *Maize in Austria*

### *Economic importance and agronomic challenges*

Franz Sinabell<sup>1</sup>, Mark Sommer<sup>1</sup>, Rita Kappert<sup>2</sup> und Hans-Peter Kaul<sup>2</sup>

#### **Einleitung**

Mais ist eine der wichtigsten Kulturpflanzen weltweit und in Österreich. Aufgrund seiner Eigenschaften ist Mais nicht nur in der Landwirtschaft und Ernährungswirtschaft von Bedeutung, sondern auch ein Rohstoff für die Industrie und die Lebensmittelverarbeitung. Mais ist somit ein gut geeignetes Beispiel, um die Relevanz der Bioökonomie in der Primärproduktion zu beleuchten.

Die Analyse der ökonomischen Bedeutung des Maisanbaues in Österreich bezieht neben der Landwirtschaft auch die Unternehmen der Saatgutproduktion und der übrigen Vorleistungen sowie der Verarbeitung ein. Um die ökonomische Bedeutung der Maisproduktion in Österreich zu beleuchten, wird eine Modellsimulation durchgeführt in der analysiert wird, welche Effekte in der Volkswirtschaft zu erwarten wären, gäbe es keinen Maisanbau in Österreich.

#### **Material und Methoden**

Die Bedeutung des Maisanbaues für die Volkswirtschaft wird mit Hilfe einer Input-Output-Analyse quantitativ bestimmt (vgl. MILLER und BLAIR, 2009). Diese Methode bildet die wirtschaftlichen Verflechtungen der einzelnen Bereiche der Volkswirtschaft in einem Modell ab. Damit können die wirtschaftlichen Auswirkungen von Änderungen der Produktion bzw. des Vorleistungsbezugs der Landwirtschaft auf die übrigen Sektoren und den Konsum bestimmt werden. Für die Analyse wurde die Input-Output-Tabelle des Jahres 2010 verwendet, die von STATISTIK AUSTRIA (2014) veröffentlicht wurde. Die Methode zur Messung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen ist in KRATENA (2015) im Detail beschrieben.

In einem Szenario wurde der völlige Verzicht auf den Maisanbau in Österreich unterstellt. In diesem Szenario wurde des Weiteren angenommen, dass die frei werdende Fläche nicht brach liegt, sondern stattdessen für die Weizenproduktion verwendet würde. Die Silomaisfläche würde zur Produktion von Grassilage herangezogen. Zur Bestimmung der wirtschaftlichen Auswirkungen wird die Änderung von Produktionswert, Wertschöpfung und Zahl der Arbeitskräfte in der Volkswirtschaft gemessen.

Als Datenquellen zur Beschreibung der Auswirkungen des Szenarios für die landwirtschaftliche Produktion wurde auf die landwirtschaftliche Gesamtrechnung zurückgegriffen (vgl. STATISTIK AUSTRIA, 2015a). Dazu wurde ein dreijähriger Durchschnitt über die Jahre 2010 bis 2012 ermittelt, um die beobachteten starken Ertragsschwankungen und Preisänderungen auszugleichen. Zudem wurden die Anbau- und Erntestatistik sowie die Versorgungs- und Futtermittelbilanz von Statistik Austria als Berechnungsgrundlagen herangezogen (vgl. STATISTIK AUSTRIA, 2013 und 2015b).

Die Berechnung der wirtschaftlichen Folgen wird in zwei Schritten durchgeführt. Im *ersten* Schritt wird herausgearbeitet, welche unmittelbaren Folgen in der Landwirtschaft zu erwarten wären. Dabei wird zunächst auf Basis der angeführten Statistiken nur der erste Produktionsschritt, also die Erzeugung von Körnermais und CCM sowie von Silomais betrachtet und jenem von Weizen und Grassilage gegenübergestellt. Das Input-Output-Modell kommt erst im *zweiten* Schritt zum Einsatz. Dazu wird es "geschockt", d.h. es werden statt der beobachteten Werte der Outputs und Inputs die in dem Szenario unterstellten Werte eingesetzt.

#### **Ergebnisse**

Die Auswirkungen eines Verzichts auf Maisanbau lassen sich quantifizieren als Änderung des Trockenmasse-, des Energie- und des Rohproteinertes. Bezogen auf die Trockenmasse führt der Anbau von Weizen statt von Körnermais zu einer Verringerung der Ernte um annähernd 1 Mio. t Körnertrag pro Jahr bzw. zu einer Verringerung um ca. 0,7 Mio. t Trockenmasse Silage.

Der monetäre Wert der Maisproduktion kann unmittelbar aus der Erlöspreisstatistik der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung abgeleitet werden (402 Mio. € im Durchschnitt der Jahre 2010-2013), auch jener der Alternativkultur Weizen. Wäre auf der Körnermaisfläche Weizen statt Körnermais produziert worden, wäre der Produktionswert um 202 Mio. € geringer gewesen. Um die ertragsbedingt fehlende Energie- und Rohproteinmenge von Körnermais zu ersetzen, wird als weitere Annahme unterstellt, dass Weizen das Substitut ist. Die erforderliche Weizenmenge bewertet zum jeweils beobachteten Weizenpreis für die geerntete Energie- und Rohproteinmenge ergibt die Obergrenze und die Untergrenze des Szenarios, das in die Modellanalyse eingeht (227 bzw. 128 Mio. €).

Nicht nur der Output ändert sich, denn in dem Alternativszenario wäre eine andere Technologie einzusetzen. Daher ändern sich auch der Vorleistungsbezug und damit auch die Produktionskosten. Sie sind in dem unterstellten Szenario geringer, da sowohl Weizen als auch Grassilage pro Hektar zu deutlich niedrigeren Kosten produziert werden können. Eine Implikation der Kosten-Ersparnisse ist allerdings eine verringerte Nachfrage nach Inputs in den vorgelagerten Sektoren im Umfang von 134 Mio. € (vor allem Energie, Dünger, Pflanzenschutzmittel, Saatgut und Maschinenkosten).

Das beschriebene Szenario führt zu zwei Effekten. Es sinkt der Output im Agrarsektor und es wird eine andere Technologie zur Bodenbewirtschaftung und Ernte eingesetzt. Die Nachfrage nach Vorleistungen im Inland wird reduziert. Die Produktion von Weizen und Grassilage benötigt auf gleicher Fläche weniger Ressourcen bringt aber auch weniger Ertrag.

Fasst man die Effekte zusammen, ergibt sich folgendes Gesamtergebnis:

- Der gesamtwirtschaftliche Output verringert sich um 558 bis 923 Mio. €, je nachdem, ob die Rohprotein- oder Energiekomponente als Bezugsrahmen gewählt wird.
- Die Wertschöpfung der Volkswirtschaft nimmt um 246 bzw. 411 Mio. € ab.
- Die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung ändert sich in den untersuchten Szenarien um 8-15 Tausend Beschäftigte (das entspricht 6-11 Tausend Vollzeitäquivalenten).

### ***Pflanzenbauliche und produktionstechnische Aspekte***

Mais ist eine leistungsfähige Kulturpflanze, die nicht zuletzt aufgrund ihres Wachstumspotentials und ihrer vielseitigen Nutzbarkeit in großem Umfang angebaut wird. Die bisher zunehmenden Maisflächen in der Landschaft, zunehmende Probleme mit Schaderregern etc. führen dazu, dass Maisanbau sehr kritisch hinterfragt und in Teilen der Bevölkerung sogar abgelehnt wird. Je nach Nutzungsrichtung ist der Einsatz betrieblicher Mittel etwas geringer als für andere Nutzpflanzen; insbesondere ist festzuhalten, dass der Mais eine vergleichsweise kurze Standzeit am Acker hat. In dieser Zeit benötigt Mais allerdings alle Faktoren in hohem Maße.

Bislang ist keine Pflanze bekannt, die ähnlich wie der Mais hohe Biomasse-Erträge, hohe Energieausbeute, vielseitige Verwendbarkeit – am Hof wie in Technik und Ernährung – zu bieten hat. Am Ende ist es aber die Entscheidung des Landwirts, ob er dies annehmen und umsetzen will. Der Planungs- und Administrationsaufwand sowie der Arbeitszeitbedarf am Acker nehmen hierdurch zu. Wenn man weiß, dass von 173.300 landwirtschaftlichen Betrieben 93.900 als Nebenerwerbserwerbsbetriebe geführt werden, so wird der zurückhaltende Einsatz beim Faktor „Arbeit“ – auch in Bezug auf Mais – verständlich (STATISTIK AUSTRIA 2014, Zahlen auf Basis 2010).

### ***Zusammenfassung***

Mais ist eine überaus leistungsfähige Kulturpflanze mit vielen betriebswirtschaftlichen Vorteilen. Verglichen mit Weizen oder Grassilage, die auch in der Praxis als Alternativen eingesetzt werden können, fallen in erster Linie die höheren Erträge ins Gewicht. Es kann deutlich mehr Trockenmasse, wesentlich mehr Energie und etwas mehr Rohprotein auf der gleichen Fläche produziert werden. Der Arbeitseinsatz je Hektar ist bei den beiden Alternativen etwa gleich. Bei gleichem Einsatz der Produktionsfaktoren Boden und Arbeit erzielt man also deutlich mehr Output. Allerdings verursacht die Produktion deutlich höhere Kosten, da mehr bzw. teurere Inputs (Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Maschinen) benötigt werden. Diesen Aspekten wird im untersuchten Szenario Rechnung getragen, indem die Nachfrage der Landwirtschaft nach diesen Gütern angepasst wird. In der wirtschaftlichen Modellanalyse zeigen sich also die Auswirkungen auf den Agrarsektor und die vor- und nachgelagerten Sektoren (Reduktion Output, verringerte Nachfrage nach Vorleistungen). Diese Gesamteffekte machen deutlich, dass in einem Szenario ohne Maisproduktion in Österreich die Volks-

wirtschaft signifikante Einbußen erleiden würde. Dies beträfe sowohl die Beschäftigung als auch die Wertschöpfung.

### ***Abstract***

Maize is an extremely powerful crop with many economic benefits. Compared to wheat or grass silage, which are alternative crops, maize primarily has significantly higher yields. It delivers significantly more dry matter, much more energy and a little more raw protein, compared to wheat produced on the same acreage. Labor input per hectare is approximately the same as for wheat. With the same use of the production factors land and labor one achieves significantly more output. However, significantly more other inputs, such as seeds, fertilizers, pesticides, machinery are needed for maize production. Also taken into account in the scenario is, that the demand of agriculture is reduced for these goods. The scenario results show the impact on the agricultural sector and the upstream and downstream sectors (reducing output, reduced demand for inputs). Without maize production the Austrian economy would suffer losses of output, value added and employment.

### ***Literatur***

KRATENA, K., 2015, An Extended Input-Output Model for Impact Analyses. In: Sinabell, F., R. Kappert, H.-P. Kaul, K. Kratena, M. Sommer, 2015: Maisanbau in Österreich. Ökonomische Bedeutung und pflanzenbauliche Herausforderungen. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag des Ökosozialen Forums, Wien.

MILLER, R. and P.D. BLAIR, 2009: Input- Output Analysis. Foundations and Extensions, Cambridge Press, New York.

STATISTIK AUSTRIA, 2014: Input-Output-Tabelle inklusive Aufkommens- und Verwendungstabelle. Eigenverlag, Wien.

STATISTIK AUSTRIA, 2013: Anbau auf dem Ackerland.

STATISTIK AUSTRIA, 2015: Landwirtschaftliche Gesamtrechnung. Online verfügbar unter: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/land\\_und\\_forstwirtschaft/gesamtrechnung/landwirtschaftliche\\_gesamtrechnung/](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/gesamtrechnung/landwirtschaftliche_gesamtrechnung/) (abgerufen 9. Jänner 2015).

STATISTIK AUSTRIA, 2015: Versorgungsbilanzen. Online verfügbar unter: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/land\\_und\\_forstwirtschaft/preise\\_bilanzen/versorgungsbilanzen/](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/) (abgerufen 9. Jänner 2015).

### ***Danksagung***

Wir bedanken uns beim Ökosozialen Forum Österreich, den Bundesländern Oberösterreich, Niederösterreich, Steiermark und Burgenland für die Finanzierung der Studie.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> WIFO Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Arsenal Objekt 20, 1030 Wien

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, z.Zt. Alte Wirtschaftsuniversität, Augasse 2-6, 1090 Wien

\* Ansprechpartner: Franz SINABELL: Email: [franz.sinabell@wifo.ac.at](mailto:franz.sinabell@wifo.ac.at)

# Nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft - naturwissenschaftliche Aspekte

## *Sustainable intensification of agriculture - natural science aspects*

Winfried E.H. Blum<sup>1</sup>, Jasmin Schiefer<sup>1</sup> und Georg J. Lair<sup>1,2</sup>

### **Einleitung**

Laut aktuellen UN- Projektionen werden die Weltbevölkerung bis 2050 auf ca. 9,4 Milliarden und der Verbrauch an Nahrungsmitteln um bis zu 70% steigen (Alexandratos und Bruinsma, 2012). „Nachhaltige Intensivierung“ (NI) ist ein Konzept, die Bedürfnisse dieser wachsenden Bevölkerung durch Ertragsteigerung der landwirtschaftlichen Produktion zu erreichen, ohne negative Effekte auf die Umwelt zu verursachen und ohne zusätzliche Flächen in Kultur zu nehmen (Royal Society London, 2009). Eine der wichtigsten Fragen in diesem Zusammenhang ist nun, wo man in Europa eine Ertragsteigerung bei gleichzeitiger Einhaltung von Umweltstandards und einer lebenswerten Landschaft, erreichen kann. Dies kann auf der Basis des Konzeptes der „Resilienz“ (= Fähigkeit eines Systems, nach Störung/Eingriff zu einem Gleichgewicht zurückzukehren, in Abhängigkeit von der Intensität externer Einwirkungen) und der „Produktionskapazität“ (= Kapazität eines Systems, über lange Zeit Güter und Dienstleistungen zu erzeugen - nicht nur in der Produktion von Biomasse sondern auch bezüglich ökosystemarer Leistungen) erreicht werden. Ein Klassifikationsschema, das Resilienz und Produktionskapazität in Bezug auf den Boden innewohnende (intrinsische) Eigenschaften kombiniert, erlaubt eine Festlegung des Potentials der europäischen Ackerflächen für eine nachhaltige Intensivierung (NI).

### **Material und Methoden**

Ackerböden in Europa wurden bezüglich Resilienz und Produktionskapazität auf der Grundlage von 6 Indikatoren (Tabelle 1) bewertet.

Diese Indikatoren wurden anhand von Expertenwissen und Literaturrecherche ausgewählt und als schlecht (1), mittel (2), gut (3) und exzellent (4) pro Flächeneinheit festgelegt. Der LUCAS 2009 Datensatz wurde benutzt, um Informationen über organischen Kohlenstoff (Corg), Ton + Schluff, pH und Kationenaustauschkapazität (KAK) zu erhalten. Daten für die Hangneigung sowie Bodentiefe wurden der Europäischen Bodendatenbank (ESDBS 2004) entnommen. Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Europa wurden mit dem CORINE Land Cover 2006 Datensatz ausgewiesen.

Tabelle 1: **Topographische und Bodenindikatoren zur Bestimmung des Potentials für nachhaltige Intensivierung**

	<b>exzellent</b>	<b>gut</b>	<b>mittel</b>	<b>schlecht</b>	<b>Einheit</b>
<b>C<sub>org</sub> %</b>	≥ 4	2-4	1-2	≤ 1	%
<b>Ton+Schluff</b>	≥ 50	35-50	15-35	≤ 15	%
<b>pH</b>		6.5-7.5	5.5-6.5; 7.5-8.5	≤ 5.5; ≥ 8.5	in H <sub>2</sub> O
<b>KAK</b>		>25	10-25	≤ 10	cmol/kg
<b>Tiefe*</b>		≥ 60	30-60	≤ 30	cm
<b>Hangneigung**</b>		≤ 8	8-15	15-25	%

\* Geschätzt anhand der WRB 2006

\*\* Flächen mit einer Hangneigung >25% wurden von der Studie ausgeschlossen

Nachdem alle Flächen mit Hilfe der Indikatoren zwischen exzellent (4) und schlecht (1) bewertet wurden, wurden diese Bewertungen summiert, um einen Gesamtwert für nachhaltige Intensivierung zu erlangen. Anhand dieses Schemas wurden die Flächen unterteilt in: (1) keine Intensivierung möglich - Extensivierung empfohlen; (2) Fläche generell in gutem Zustand jedoch mindestens ein Indikator unterhalb des Grenzwerts; (3) NI mit Einschränkungen möglich; (4) NI möglich.

Das Schema wurde ebenfalls auf lokalem Maßstab in Rutzendorf (Marchfeld) angewandt, um die Anwendbarkeit des Klassifikationsschemas zu testen und die Heterogenität der Böden darzustellen. Hier-

für wurden die Ackerzahlen der Österreichischen Finanzbodenschätzung herangezogen und mit dem Klassifikationsschema für NI neu bewertet.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

In der EU-25 (ohne Bulgarien, Kroatien, Rumänien) wurde eine landwirtschaftliche Fläche von insgesamt 671.672 km<sup>2</sup> analysiert. 43% dieser Fläche können nicht für eine nachhaltige Intensivierung genutzt werden (Klasse 2), und auf weiteren 4% der Fläche ist eine Extensivierung erforderlich (Klasse 1), z.B. eine Konvertierung in Grasland, um negative Umweltauswirkungen zu verhindern. 12% der Fläche wurde als Klasse 3 kategorisiert, wo NI zum jetzigen Zeitpunkt nur mit speziellen Einschränkungen möglich ist. 41 % der landwirtschaftlichen Flächen der EU-25 sind für NI geeignet. Diese Flächen weisen eine hohe Resilienz und Produktionskapazität auf. Daher könnten hier höhere Erträge erzielt werden, ohne die Umwelt negativ zu beeinflussen.

Der häufigste limitierende Faktor für nachhaltige Intensivierung ist eine zu niedrige Kationenaustauschkapazität. Zu niedrige Tongehalte, unpassende pH Werte und zu niedrige Kohlenstoffmengen überschneiden sich dabei häufig und weisen eine ähnlich limitierende Rolle auf. Vor allem südliche Länder wie Portugal, Griechenland und Spanien weisen Bodenressourcen auf, die für eine NI kaum geeignet sind. Im Norden sind vor allem die Böden in Polen für eine NI wenig geeignet.

Belgien, Slowakei, Lettland, die Niederlande und Ungarn sind Länder, in denen mehr als 70% der Agrarflächen für NI geeignet sind. Auch Österreich zeigt ein hohes Potential für NI, speziell im Osten. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass nur ca. zwei Drittel der aktuell landwirtschaftlich genutzten Flächen in Europa analysiert, da nicht alle Regionen und Böden ausreichend beprobt wurden.

Die Anwendung des Klassifikationsschemas auf lokalen Maßstab in Rutzendorf (Marchfeld) hat gezeigt, dass der Boden eine sehr heterogene Ressource ist. Es wurde eine Fläche von 1.56 km<sup>2</sup> analysiert. Anhand des Klassifizierungsschemas wurden 63% dieser Fläche als Kategorie 2 identifiziert. Der Boden weist zwar allgemein gute Eigenschaften auf, jedoch ist der organische Kohlenstoffgehalt für eine NI zu niedrig. Im Vergleich mit den Ackerzahlen der Finanzbodenschätzung konnte gezeigt werden, dass alle Flächen, die anhand des Klassifizierungsschemas für NI in Frage kommen, auch die Flächen sind, die die höchste Ackerzahl und somit höchste Produktivität aufweisen. Ein ähnliches Ergebnis wurde bereits in einer Studie in Deutschland gezeigt. Auch hier sind Flächen, die für SI geeignet sind, zugleich als Flächen mit hoher Bodenfruchtbarkeit ausgewiesen, jedoch sind nicht alle Flächen mit hoher Ertragsfähigkeit auch Flächen, die eine NI erlauben (Schiefer et al., 2015).

### ***Zusammenfassung***

Nachhaltige Intensivierung ist ein Konzept, das eine Erhöhung der Agrarproduktion unter nachhaltigen Bedingungen anstrebt, d.h. eine Erhöhung der Ernten pro Fläche ohne negative Auswirkungen auf die Umwelt. Daher müssen unter naturwissenschaftlichen Aspekten vor allem intrinsische Bodeneigenschaften berücksichtigt werden. Dieser Bericht weist für Europa landwirtschaftliche Flächen aus, die die beste natürliche Resilienz und Produktionskapazität haben und daher für eine nachhaltige Intensivierung berücksichtigt werden können. Dafür wurden 6 topographische und Bodenindikatoren ausgewählt und in einem Bewertungsschema zusammengefasst. Dieses Schema wurde in 25 EU-Staaten angewandt. Daten für die Indikatoren wurden dem LUCAS Topsoil Survey 2009 entnommen. Die Bewertungen wurden im ArcGIS Programm durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass 4% der landwirtschaftlichen Flächen in Europa so schlechte intrinsische Bodeneigenschaften aufweisen, dass eine Extensivierung erforderlich ist. Auf weiteren 43% der Fläche ist ebenfalls keine nachhaltige Intensivierung möglich. 12% der analysierten Flächen können nur unter spezieller Berücksichtigung der Umwelt für eine nachhaltige Intensivierung in Betracht gezogen werden. Insgesamt können nur 41% der analysierten landwirtschaftlichen Fläche für NI berücksichtigt werden. Das Klassifizierungsverfahren wurde auch auf lokalem Maßstab im Marchfeld getestet und zeigt, dass die Heterogenität der Böden berücksichtigt und eine operationale Umsetzung von NI immer auf lokaler Ebene erfolgen muss.

### ***Abstract***

Sustainable Intensification (SI) is a concept for increasing agricultural production under sustainable conditions aiming at an increase of yields without harming the environment. For reaching this goal, the intrinsic potential of soils has to be considered. This report identified arable soils in Europe with

the best natural resilience and performance and which can therefore be used for SI. New data from arable sites across 25 European member states from LUCAS topsoil survey 2009 were taken and attributed to arable land using the Arc Geographical Information System (ArcGIS). The results show that almost half (47%) of the currently used arable agricultural area cannot be recommended for SI. Even 4% thereof should be extensified in order to reduce environmental harm. 12% of arable soils in Europe can only be recommended for SI with restrictions and 41% can be used for SI without impacting environmental targets (water, air and biodiversity). The application of the classification scheme in a local study area in the Marchfeld showed, that for any final decision about SI the heterogeneity of soils at the local scale must be considered. Our results in this and a previous study demonstrate that the presented classification scheme can be used at different scales from the local to the regional and continental scale.

### ***Literatur***

ALEXANDRATOS N, BRUINSMA J, 2012: World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO.

SCHIEFER J, Lair G.J., Blum W.E.H., 2015: Indicators for the definition of land quality as a basis for the sustainable intensification of agricultural production. International Soil and Water Conservation Research. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iswr.2015.03.003>

THE ROYAL SOCIETY, 2009: Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture. The Royal Society, London.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Bodenforschung, Peter Jordan-Straße 82, A 1190 Wien

<sup>2</sup> Universität Innsbruck, Institut für Ökologie, Sternwartestraße 15, A 6020 Innsbruck

\* Ansprechpartner: Univ.Prof. DI Dr. Dr.h.c.mult. Winfried E.H. BLUM, [winfried.blum@boku.ac.at](mailto:winfried.blum@boku.ac.at)

# Ökonomische und Landwirtschaftliche Nachhaltigkeitsstrategie von Kleinbauern in Nicaragua (Zentralamerika) und Uganda (Ostafrika)

## *Economic and agricultural sustainable development strategy of small scale farmers in Nicaragua (Central America) and Uganda (East Africa)*

Axel Mentler<sup>1\*</sup>, Walther Pohl<sup>1\*</sup>, Lorenz Probst<sup>1</sup>, Maria Wurzinger<sup>1</sup> und Thomas Guggenberger<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Nicaragua zählt mit zu den ärmsten Ländern Zentralamerikas und hat eine Landesfläche von 130.000 km<sup>2</sup> mit 6.1 Mio. Einwohnern. Das Land hat eine kolonialgeschichtliche Vergangenheit und ist geopolitisch bedeutsam durch die Lage zwischen Pazifik und Atlantik. Die Soziale und wirtschaftliche Entwicklung ist deutlich geringer als in benachbarten Staaten. Der HDI (Human Development Index) beträgt 0.614 und 46.2% der Bevölkerung leben unter der Armutsgrenze. Das Wirtschaftswachstum betrug im Jahr 2014 3,9% (2015 Auswärtiges Amt.). Die Weltmarktpreise für Nicaraguas Hauptexportgüter Kaffee, Rindfleisch, Zucker und waren zuletzt rückläufig, die Kaffee-Ernte zusätzlich durch Kaffeerost (CR) beeinträchtigt. 42% des Landesfläche werden landwirtschaftlich genutzt und 34% der Erwerbstätigen arbeiten in der Landwirtschaft.

Uganda ist mit 240.000 km<sup>2</sup> wesentlich größer als Nicaragua und hat 34,0 Mill. Einwohner. Uganda liegt am Victoria See und grenzt an Kenia, Tansania, Ruanda und an die Demokratische Republik Kongo. In Uganda leben 80% der Bevölkerung von der Landwirtschaft. Erträge durch Ackerbau und Viehzucht sind gering, gleichzeitig ist die Landwirtschaft die wichtigste Nahrungs- und Einkommensquelle der ländlichen Bevölkerung. Der HDI beträgt 0,484 bei einem Wirtschaftswachstum von 6% und einer Bevölkerungswachstumsrate von 3,3%. In Afrika konnten durch agrarökologische Verfahren eine Verdopplung der Erträge erzielt werden. Dies ist ein ermutigendes Potenzial für einen Kontinent, auf dem ca. 2 Mio. Hektar Anbaufläche auf „fast ökologische“ Weise von 1,9 Millionen Landwirten bewirtschaftet werden, die dem Einsatz von neuen agrarökologischen Verfahren gegenüber offen sind (UNEP, United Nations Environment Programme, Environment for Development, 2014).

### **Material und Methoden**

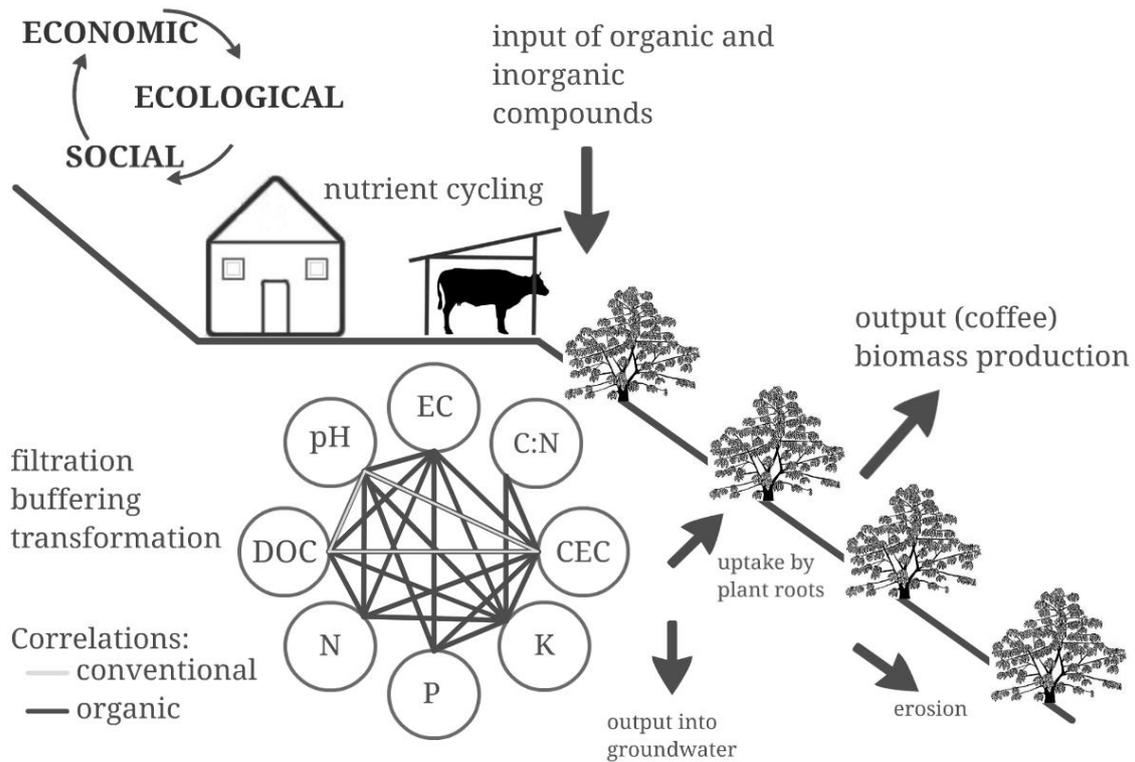
Im Rahmen des „International Training Course on Organic Agriculture“ (ITCOA), über organische Landwirtschaft in Ostafrika, organisiert durch das Centre for Development Research (CDR) an der BOKU wurden in zehn Jahren, Erfahrungen und Lernmöglichkeit zu ländlichen Entwicklung in Uganda gesammelt. Methodischer Bestandteil dieser Aktivität waren partizipativ gestaltete Interaktionen von Studierenden aus 5 Ländern (Uganda, Kenia, Äthiopien, Tansania und Österreich), Bauernvertretern, Akteuren von lokalen NGO's und Forschern der jeweiligen Universitäten und ermöglichten interkulturelles Lernen im transdisziplinären Kontext. Transdisziplinäre Forschung im Spannungsfeld zwischen gesellschaftlicher Relevanz und agrarwirtschaftlichen Managementstrategien. Qualitative Interviews bildeten die Basis für die Akteure deren Netzwerke durch Rollenspiele, Aufstellungsmuster und Diskussionen verdeutlicht wurden. An der Landwirtschaftlichen Universität von Managua (UNA, Universidad Nacional Agraria, Managua) würde ein vergleichbarer Ansatz gewählt. „DEPARTIR“ – das Projekt – besteht ebenfalls aus einer Partnerschaft: Es wird gemeinsam von der Universidad Nacional Agraria und der Casa de los Tres Mundos in Nicaragua sowie der Universität für Bodenkultur (BOKU) in Wien durchgeführt. DEPARTIR heißt übersetzt: plaudern, sprechen, sich unterhalten. Der Dialog und der Austausch bilden die Basis eines gleichnamigen Projekts. Die partnerschaftliche Zusammenarbeit ermöglicht eine zielgenaue Verbesserung der Rahmenbedingungen der ländlichen Bevölkerung. Gleichzeitig wird die Forschungs- und Lehrtätigkeit der UNA praxisorientierter, interdisziplinärer und nachhaltiger. Lehrende, Studierende und ländliche Gemeinschaften lernen und profitieren voneinander. Bestandteil dieses Netzwerkes sind bis zu 80 Gemeinden in unterschiedlichen klimatischen Zonen Nicaraguas. Standard feldbodenkundliche Erhebungen und die Bestimmung des Nährstoffstatus (Bodenschnelltests, kommerzielle Produkte und Eigenentwicklungen der Universitäten) der

Produktionsflächen runden die „Farmerhebung“ in beiden Ländern ab teilweise eingebettet in geographische Informationssysteme.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Mit partizipativen Lernmodellen, praktischen Studien und dem direktem Arbeiten mit den bäuerlichen Familien konnte gezeigt werden, wie die biologische Landwirtschaft zur Ernährungssicherheit und damit zur Armutsbekämpfung beitragen kann. Die Zusammenhänge zwischen sozialer, ökonomischer und ökologischer Gesundheit wurden erarbeitet. Die Ressource Boden hat besondere Bedeutung um die Gesamtheit der Gesundheit des Agrarökosystems zu verstehen. Ein Vergleich von Agroforestry - Systemen basierend auf Kaffee, Bananen und Kaffee, Gemüse zeigt die Überlegenheit von Familienbetrieben, die eine Tierhaltung implementiert haben und damit ökonomisch robuster sind als Kleinbetriebe ohne Tierhaltung. Dies zeigt sich deutlich im Vergleich zu den fast tierlosen Kleinbetrieben in Nicaragua. Lage des Produktionsgebietes und Klimaveränderungen im Bezug auf extreme Wetterereignisse sind wichtige Komponenten, die die Robustheit der Systeme beeinflussen. Geographische und geomorphologische Faktoren, bekommen in diesem Zusammenhang eine neue Bedeutung für Produktionssicherheit. Nicaragua mit 23 aktiven Vulkanen hat einen Klima Risiko Index (KRI) von 18, Uganda hingegen einen Index von 98,69. Auch die Möglichkeit klimatischen Veränderungen ausweichen zu können ist für die ökonomische Sicherheit ausschlaggebend. Innovative Produktionszweige, wie die Erdbeerproduktion in Nicaragua, die von einem ganzen Dorf selbst getragen wird und zeigt die positiven und negativen Effekte einzelner Komponenten dieser Mikroökonomie auf. Ökonomisch erfolgreich steigen die Spannungen im Dorf, da die Reglementierung der Wassernutzung im Trockengebiet schnell die Grenzen der einkommensattraktiven Erdbeerproduktion erkennen lassen und Ungleichheiten in der Dorfgemeinschaft erzeugen. Andere technische Innovationen wie die Errichtung einer Solar- Fruchttrocknungsanlage zur Stabilisierung des Mango.- Preises erweisen sich in Uganda trotz perfekter technischer Ausführung als nicht zielführend, da falsche Marktanalysen und Beratung den Bauern zu wenig Spielraum für die eigene Nahrungsmittel Produktion lassen. Der Boden ist der Schlüsselpunkt für die Realisierung von Agroforestry - Systemen die naturnah sind und ein ausreichendes Ertragspotenzial für Kleinbauern garantieren. Der Boden muss die Ernährung der Familie garantieren und noch zusätzlich ein angemessenes Einkommen erwirtschaften, damit die Kinder eine zukunftsorientierte Bildung bekommen und Reserven für Krankheit und Betriebsinvestitionen angelegt werden können. In Uganda bewirtschaften Kleinbauern ökologisch angepasste Agrarsysteme mit Produkten, die auch exportorientiert sind - wie z.B. Kaffee, Trockenfrüchte, Ingwer oder Tabak. Organischer Arabika - Kaffee aus Uganda produziert auf Nitisolen gehört zu den weltbesten Kaffeesorten und ist international sehr begehrt. Ist im bäuerlichen Betrieb eine Sparte Export orientiert so verändert sich die Situation grundlegend. Nicaragua und Uganda produzieren Kaffee aber BäuerInnen aus Uganda haben starke Vertretungen, die einen entsprechenden Preis garantieren können, in Mikro - Kredit Projekte involviert sind, Verarbeitungsanlagen besitzen und Pflanzenmaterial zur Verfügung stellen, Sortenpflege und Züchtung abdecken und Beratungskompetenz haben. Hier hat Nicaragua die größten Defizite im Vergleich zu Uganda. Der Aufbau von Expertengruppen für ökologische tropische Landwirtschaft, die BäuerInnen bei ihrer Umstellung auf Biolandwirtschaft unterstützt, ohne deren Ernährungssicherung aufs Spiel zu setzen sind entscheidende agrarpolitische Forderungen. In diesem Zusammenhang spielt die Zertifizierung von Betrieben eine entscheidende Rolle. In beiden Ländern gibt es keine direkte Förderung von biologisch wirtschaftenden Familienbetrieben durch den Staat.

Abbildung 1: Ökosystemare Leistungen von Wirkfaktoren im Bezug auf und ihre räumlichen Skalen und die Auswirkungen auf das Agrarökosystem. (Pohl 2015)



### Zusammenfassung

Beispiele aus Uganda und Nicaragua zeigen Nachhaltigkeitsstrategien von biologisch wirtschaftenden Kleinbauern mit Schwerpunkt Kaffeeanbau in waldökosystemnahen Bewirtschaftungssystemen (agroforestry – Systemen). Die Sektoren „Bodengesundheit“, ökonomische Gesundheit, ökologische Gesundheit und soziale Gesundheit werden modellhaft erläutert und Stärken und Schwächen der Systeme diskutiert. Der Boden als zentrale Ressource der landwirtschaftlichen Aktivitäten ist beeinflusst die mikroökonomische Stabilität von Systemen und ist neben anderen Standortfaktoren Motor für gesellschaftliche Entwicklungen. Die multifunktionale Landschaft der Agroforstwirtschaften unterstützt Bio-Bauern mit der Ökosystemaren Leistung, bei der Erhaltung von Bodenqualität und Wirtschaftlichkeit.

### Abstract

Examples from Uganda and Nicaragua show sustainability strategies of organic smallholders coffee farming systems in forest-related management systems (agroforestry - systems). The sectors soil health, economic health, environmental health and socio-economical health are discussed with the strengths and weaknesses of the systems. Soil as a key resource for agricultural activities influences the resilience of microeconomic systems and is in addition to other side related production factors the driving force for social developments. The multifunctional landscape of agroforestry is supporting organic farmers to maintain soil quality and profits through ecosystem services.

### Literatur

- BLUM WEH., 1998: Agriculture in a sustainable environment-a holistic approach. International agrophysics 12: p.273-278.
- JOSE S., 2009: Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry Systems 76: 1-10.

MEA Millenium Ecosystem Assessment, 2005: Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. World Resource Institute, Washington, DC

WALTER P, MENTLER A, OKALANY E, PROBST L, ZECHMEISTER-BOLTENSTERN S., 2014: Ecosystem services in smallholder coffee farming systems: a case study in Uganda using chemical soil indicators. Rahmann G & Aksoy U (Eds.) (2014) Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turke.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1\*</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung (IBF), Peter Jordanstraße 82, A 1190 Wien

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Centre for Development Research (CDR), Gregor Mendelstraße 33, A 1180 Wien

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Stabsstelle Qualitätsmanagement, Augasse 2-6, A 1090 Wien

# **Auswirkungen von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Humusdynamik: Ergebnisse des Projektes Austrian Carbon Calculator (ACC)**

## ***Impacts of agricultural management measures on humus dynamics: results of the project Austrian Carbon Calculator (ACC)***

Katrin Sedy<sup>1</sup>, Gerhard Zethner<sup>1</sup>, Sigbert Huber<sup>1</sup>, Uwe Franko<sup>2</sup>, Ralf Gründling<sup>2</sup>,  
Heide Spiegel<sup>3</sup>, Hans-Peter Haslmayr<sup>3</sup>, Franz Xaver Hölzl<sup>4</sup> und Herbert Formayer<sup>5</sup>

### ***Einleitung***

Der Aufbau bzw. die Aufrechterhaltung der Humus-Gehalte von Acker-Böden ist für die Produktivität landwirtschaftlicher Böden äußerst wichtig. Besonders durch extreme Witterungsverhältnisse, die durch Klimaänderungen verstärkt zu erwarten sind, werden Ertragsrückgänge prognostiziert. Aufbau von Bodenumus kann die Bodenfunktionen stabilisieren bzw. verbessern und Ertragseinbußen durch Wetterextreme verringern.

Der Humusumsatz und damit die Kohlenstoffdynamik eines Standortes ist vom Klima, vom Boden und der Bewirtschaftung abhängig. Das Ausmaß des Humusaufbaus oder -abbaus durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung wird durch die Standorteigenschaften geprägt.

Bewirtschaftungsformen haben Einfluss auf den organischen Boden-C-Gehalt. Ziel des Projektes ist es, den Einfluss der Bewirtschaftungsformen und der Klimaänderungen auf die organischen Boden-C-Gehalte unterschiedlicher Standorte sichtbar zu machen.

### ***Material und Methoden***

Das verwendete Modell CCB (CANDY Carbon Balance) beschreibt die Dynamik des umsetzbaren Kohlenstoffs im Boden in Jahresschritten für mittlere Standortbedingungen in Abhängigkeit von Ertrag und zugeführtem organischen Dünger.

Ein Kernelement des Modells ist der Indikator BAT (biologic active time), welcher die biologische Aktivität widerspiegelt und aus den Standortbedingungen abgeleitet wird. Sie ist ein Maß für die Umsatzleistung von organischem Bodenkohlenstoff eines Standortes.

Zur Kalibrierung des Modells CCB (Carbon Candy Balance) wurden die Langzeitversuche der AGES herangezogen. Diese bilden unterschiedliche Bewirtschaftungsparameter ab (Bodenbearbeitung, Abfuhr/Belassen der Ernterückstände, Düngerarten, Kompost) und zeigen mehrheitlich eine gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen Werten und den Simulationen.

Weiters wurden 50 ackerbaulich genutzte Standorte wiederholt beprobt und die Bewirtschaftungshistorie erhoben. Aufgrund dieser Realdaten wurde das Modell getestet und an die regionalen klimatischen Bedingungen und ackerbaulichen Spezifika angepasst.

#### Es wurden 2 Benutzungsformen des Modells erarbeitet:

- Für die regionale Anwendung wurden Karten der Testregionen Mühlviertel und Marchfeld entwickelt. Diese Karten liefern Informationen zu aktuellen und zukünftigen Boden-C-Änderungen bei aktueller regionsspezifischer Nutzung und bei der Änderung von Managementfaktoren (wie Fruchtfolge, Düngung, Begrünung, Abfuhr Erntereste und/oder Begrünung) und des Klimas. Für die Modellierung wurde ein Zeithorizont bis 2050 ausgewählt. Bewirtschaftungsänderungen werden im Vergleich der Zeitbereiche 1980 – 2010 mit 2011 – 2050 dargestellt.
- Für die lokale/schlagspezifische Anwendung werden entsprechende Fruchtfolgen und weitere Bewirtschaftungscharakteristika eingegeben. Die Variablen sind hier Fruchtart, Ertrag, Abfuhr der Ernterückstände (ja/nein), diverse organische Dünger, Begrünung mit und ohne Abfuhr, sowie dauerhaft wendende oder nicht wendende Bodenbearbeitung. Unter Berücksichtigung der Bodenart und der Klimaparameter (Niederschlag und Temperatur) wird ein Indikator zur Bewertung der Humusreproduktion im Zeitraum der eingegebenen Fruchtfolge und darüber hinaus berechnet.

Bei beiden Ansätzen wird der Kohlenstoff-Reproduktionsindex (Crep) berechnet. Er gibt den C-Input in das System an. Eine weitere Berechnungsgröße ist der RepIX: ein Maß für die Humusdynamik, welches sich aus der BAT und dem Crep errechnet.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Ziel des Austrian Carbon Calculators ist es, die Wirkung von Boden-C-auf- oder abbauenden Maßnahmen sichtbar zu machen. So kann der Einfluss auf die Boden-C-Dynamik der vergangenen und der kommenden Bewirtschaftung auch im Hinblick auf die Klimaänderung bewertet werden. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Einflussfaktoren, wie Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung, Begrünung der jeweiligen Ackerflächen und die lokale Bodenart sowie der herrschenden Klimaverhältnisse wird die Entwicklung der organischen Bodensubstanz erkennbar. Zu- oder Abnahmen werden sichtbar und gezielte Anpassungsmaßnahmen können im Rahmen des Modells theoretisch getestet werden. Damit kann aus Erfahrungen gelernt und die Bewirtschaftungshistorie fortgeschrieben werden, oder aber Änderungen im Bewirtschaftungsmanagement durchgeführt werden. Die Methodik und Ergebnisse wurden mit ExpertInnen und PraktikerInnen im Rahmen von 4 Workshops diskutiert und aufgrund dessen weitere Anpassungen vorgenommen.

Weitere Informationen, die erstellten Karten des regionalen Modells, sowie das anwendungsbereite lokale Modell können Sie unter <http://www.umweltbundesamt.at/acc> einsehen bzw herunterladen.

### ***Zusammenfassung***

Bewirtschaftungsformen haben Einfluss auf den organischen Boden-C-Gehalt. Im Rahmen des Projektes ACC (Kli.en, ACRP, 4. Call) wurden Methoden erarbeitet um den Einfluss der Bewirtschaftungsformen und der Klimaänderungen auf die organischen Boden-C-Gehalte unterschiedlicher Standorte sichtbar zu machen. Für die beiden Testgebiete Marchfeld und Mühlviertel wurden regionale und standortspezifische Modellversionen entwickelt. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Einflussfaktoren, wie Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung, Begrünung der jeweiligen Ackerflächen und der lokalen Bodenart sowie den herrschenden Klimaverhältnissen wird die Entwicklung der organischen Bodensubstanz erkennbar. Zu- oder Abnahmen werden sichtbar und gezielte Anpassungsmaßnahmen können im Rahmen des Modells theoretisch getestet werden. Damit kann aus Erfahrungen gelernt und die Bewirtschaftungshistorie fortgeschrieben werden, oder aber Änderungen im Bewirtschaftungsmanagement durchgeführt werden.

### ***Abstract***

Different management techniques have an influence on the organic soil content and humus dynamics. Funded by the 4<sup>th</sup> call of the Austrian Climate Research Program the project Austrian Carbon Calculator (ACC) deals with the effects of climate change on plant productivity. Methods have been elaborated to quantify the influence of management techniques and climate change effects on the organic soil content of 2 testregions. For the 2 testregions Marchfeld (Lower Austria) and Mühlviertel (Upper Austria) two versions of the ACC-Model were developed: the regional version and the local version. Depending on different management factors, like crop rotation, fertilisation, soil cultivation or greening the increase or decrease of the humus levels becomes visible. The influence of adaptation measures on local spots or regional areas can be tested on its protective value. The project aims at giving recommendations for an optimal soil management under changing climatic conditions.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Umweltbundesamt GmbH; Spittelauer Lände 5, 1090 Wien

<sup>2</sup> Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, Leipzig, Theodor-Lieser-Straße 4 / 06120 Halle

<sup>3</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>4</sup> Landwirtschaftskammer OÖ, Boden.Wasser.Schutz.Beratung, 4021 Linz, Auf der Gugl 3

<sup>5</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Wien

\* Ansprechpartnerin: Mag. Katrin SEDY, [Katrin.Sedy@umweltbundesamt.at](mailto:Katrin.Sedy@umweltbundesamt.at)

# Der Tea Bag Index als Indikator für die Abbauraten von organischem Material in verschiedenen biologischen Düngungssystemen unter pannonischem Klima

## *Tea Bag Index as an indicator of decomposition in different organic fertilizations treatments under Pannonian climate*

Taru Lehtinen<sup>1\*</sup>, Markus Heinzinger<sup>2</sup>, Andreas Sürböck<sup>2</sup> und Jürgen Kurt Friedel<sup>3</sup>

### **Einleitung**

Carbon turnover processes in soil are essential in the global carbon cycle. This is exemplified e.g. by the fact that European soils contain more than 70 billion tons of organic carbon, which is equivalent to almost 50 times our annual greenhouse gas (GHG) emissions (EC, 2012). Decomposition of soil organic matter is the decay of organic (plant) matter by soil microorganisms. This process releases nutrients from the soil organic matter to be reused by the soil organisms and plants. It also releases greenhouse gases, such as CO<sub>2</sub>, that can be emitted to the atmosphere, which in turn may contribute to global warming. The decomposition process is often characterized by its initial decomposition rate and the fraction of material left when decomposition rates approach zero. The fraction of the labile fraction that is not decomposed at the zero point is referred to as stabilization (Wieder and Lang, 1982). Both the decomposition rate and stabilization depend on several factors including the chemical composition of the plant material, the environmental conditions under which the material is broken down, and the activity of the soil microorganisms breaking it down and the interactions among those (Hobbie, 1996; Cornwell et al., 2008; Cleveland et al., 2014).

### **Material und Methoden**

The long-term field experiment MUBIL is located east of Vienna in Rutzendorf, in the agricultural area of Marchfeld that is one of the most important agricultural areas of Austria. During the last 50 years, farms in the region have changed to stockless farming systems (Spiegel et al., 2010), and more and more farms are converting to organic farming (Surböck et al., 2006). MUBIL was established in 2003 in order to monitor the conversion from conventional to organic agriculture in the dry Pannonian climate (Freyer et al., 2014). The main aims of the trial are to investigate how organic management practice affects the soil and soil hydrology, flora and fauna, crop yields as well as the socio-economic aspects of the agricultural system. The mean annual temperature is approximately 9.8°C and the mean annual precipitation is 520 mm, and for the year of 2014, 11.8°C and 650 mm, respectively. The soil is a loam Calcaric Phaeozem (WRB) with 22 g kg<sup>-1</sup> soil organic carbon (SOC) and close to a neutral pH. The experiment has a two factorial completely randomized block design in four replicates, for the organic treatments. The crop rotation is presented in Table 1, and selected soil characteristics in Table 2.

Table 1: **The crop rotation of the long-term field experiment MUBIL and the neighboring conventional reference fields between 2003 and 2014.**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
O	SB+cc	WB	Lu	Lu	WW+cc	M	SB+cc	P+cc	WW	WR	Lu	Lu
C1	SD+cc	SBe	WW+cc	O	WD+cc	Po	WD+cc	S+C	WD+cc	O	WD+cc	Po
C2										Po	WD	SBe

O: organic, C1: conventional - potato, C2: conventional – sugar beet, SB: summer barley, cc: cover crop, WB; winter barley, Lu: Lucerne, WW: winter wheat, M: maize, P: peas, WR: winter rye, SD: summer durum, SBe: sugar beet, O: onion, WD: winter durum, Po: potato, S: soja, C: carrots

The studied treatments were: 1) Green manure (GM), 2) Green manure plus communal compost (Compost), 3) Farm yard manure (FYM), 4) Biogas slurry (BS, applied since 2008), 5) Conventional – sugar beet (C2), and 6) Conventional – potato (C1). In the summer of 2014, the microbial activity in the soils was studied by Tea Bag Index (Keuskamp et al., 2013; Lehtinen et al., 2015). From this, the

decomposition rate ( $k$ ) and stabilisation index ( $S$ ) were investigated by burying commercial tea bags into the soils for three months (from 22<sup>nd</sup> May 2014 until 29<sup>th</sup> August 2014).

Table 2: Selected soil characteristics from the studied treatments in 2013, presented as means of four replicate plots (except only one replicate plot for the conventional treatments).

	<i>GM</i>	<i>Compost</i>	<i>FYM</i>	<i>BS</i>	<i>CI</i>	<i>C2</i>
Microbial biomass ( $\text{mg } C_{mic} \text{ kg}^{-1}$ )	351	352	375	353	216	308
Microbial biomass ( $\text{mg } N_{mic} \text{ kg}^{-1}$ )	70	68	67	78	42	47
Fungal biomass ( $\mu\text{g}$ <i>ergosterol</i> $\text{g}^{-1}$ )	2.9	2.8	2.3	2.9	1.0	1.2
<i>N</i> mineralisation ( $\text{mg } N \text{ kg}^{-1} \text{ 7 d}^{-1}$ )	22.5	24.0	20.3	22.9	11.5	17.3
<i>SOC</i> (%)	2.3	2.5	2.3	2.2	2.1	2.3

GM: green manure, Compost: green manure plus communal compost, FYM: farm yard manure, BS: biogas slurry, CI: conventional – potato, C2: conventional – sugar beet.

### Ergebnisse und Diskussion

No significant differences in the decomposition rate (Figure 1) were observed between the organic fertilisation treatments. However, the conventional farm with sugar beet showed significantly lower ( $p < 0.05$ ) decomposition rates compared to the other treatments. The stabilisation index ( $S$ ) was the lowest in the conventional farm with potato, and significantly higher in the green manure, FYM and biogas slurry treatments ( $p < 0.05$ ). In general, the  $S$  fell into a range that has been previously been published (Keuskamp et al., 2013), but the  $k$  was very low compared to previous studies in all treatments. This could partly be explained by the relatively high temperature (19.0°C, 21.6°C, and 18.9°C for June, July and August, respectively) and relatively low precipitation compared to other regions (42mm, 105mm, and 89 mm for June, July, and August, respectively) during the experimental period. The organic fields did not receive any additional irrigation, whereas the conventional fields did, and this may have contributed to the differences observed additionally.

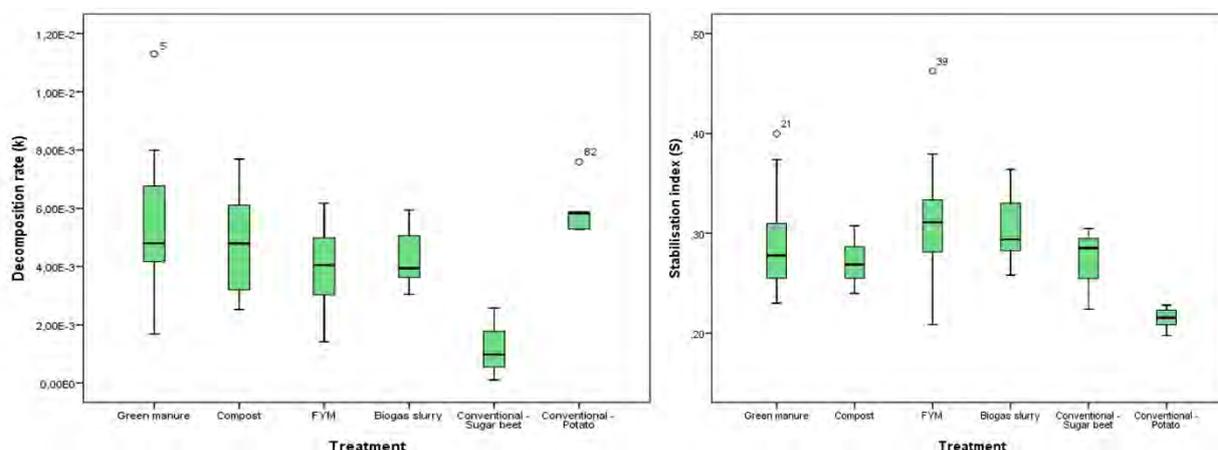


Figure 1: Decomposition rate ( $k$ ) and stabilization index ( $S$ ) in the studied treatments in 2014. No statistical differences between the organic treatments were observed.

### Abstract

Decomposition of organic matter is an important part of the global carbon cycle, which tells us about the biological activity in soils. The Tea Bag Index (TBI) measures decomposition in a standardised, measurable, achievable, climate-relevant, and time-relevant way by burying tea bags as litter bags in soil for three months. In the summer of 2014, TBI (expressed as decomposition rate and stabilisation index) was measured at the long-term field experiment MUBIL in Rutzendorf, east of Vienna. The field experiment was established in 2003 in order to monitor the conversion from conventional agriculture to organic management practice. The treatments include green manure, green manure plus

communal compost, farm yard manure (FYM), biogas slurry and two conventional reference fields. The decomposition rate was lowest in the conventional field farmed with sugar beet, but no significant differences were observed in the organic treatments. The stabilisation index was lowest in the conventional field with potato and again no significant differences were observed between the organic treatments. The biological activity measured as TBI was relatively low compared to previous findings (Keuskamp et al., 2013), possibly due to relatively low precipitation and relatively low contents of other biological soil characteristics.

### **Literatur**

- CLEVELAND CC, REED SC, KELLER AB, NEMERGUT DR, O'NEILL SP, OSTERTAG R, VI-TOUSEK PM, 2014: Litter quality versus soil microbial community controls over decomposition: A quantitative analysis. *Oecologia* 174:283–294.
- CORNWELL, WK, CORNELISSEN JHC, AMATANGELO K et al. 2008. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecol. Lett.* 11:1065–1071.
- European Commission (EC), 2012: The implementation of the Soil Thematic Strategy and ongoing activities. Accessed on 20.04.15 at: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX: 52012DC0046](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012DC0046).
- FREYER B, SURBOECK A, HEINZINGER M, SCHWEINZER A, FRIEDEL JK, EDER M, EITZINGER J, FESSL J, FRITZSCHE D, GERERSDORFER TH, KRANZLER A, LAUBE W, LENZ K, PLANK M, PUSCHENREITER M, REITER AST, SCHAUPPENLEHNER TH, STRAKA U, WENZEL WW, 2014: Langzeit-Monitoring der Auswirkungen einer Umstellung auf den biologischen Landbau, Abschlussbericht Projekt MUBIL IV. Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Accessed on 5.5.15 at: [https://www.dafne.at/prod/dafne\\_plus\\_common/attachment\\_download/7a801bf3655463e8a362304b58be9b65/100821\\_MUBIL\\_IV\\_Abschlussbericht\\_062014.pdf](https://www.dafne.at/prod/dafne_plus_common/attachment_download/7a801bf3655463e8a362304b58be9b65/100821_MUBIL_IV_Abschlussbericht_062014.pdf).
- HOBBIE SE, 1996: Temperature and plant species control over litter decomposition in Alaskan tundra. *Ecol. Monogr.* 66: 503–522.
- KEUSKAMP JA, DINGEMANS BJJ, LEHTINEN T, SARNEEL JM, HEFTING MM, 2013: Tea Bag Index: A novel approach to collecting uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution* 4(11):1070–1075.
- LEHTINEN T, DINGEMANS BJJ, KEUSKAMP JA, HEFTING MM, SARNEEL JM, 2015: Tea4Science. Natural Sciences Education. Accessible on 5.5.15 at: <http://www.soils4teachers.org/files/s4t/lessons/lesson-plan--tea4science.pdf>.
- SPIEGEL H, DERSCH G, BAUMGARTEN A, HÖSCH J, 2010: The International Organic Nitrogen Long-term Fertilization Experiment (IOSDV) at Vienna after 21 years. *Arch. Agron. Soil Sci.* 56, 405-420.
- SURBÖCK A, FRIEDEL JK, HEINZINGER M, FREYER B, 2006: Long-term monitoring of different management systems within organic farming and their effects on arable land and landscape. Phase I: Monitoring of the conversion to organic farming, in Raupp, J., Pekrun, C., Oltmanns, M., Köpke, U. (editors): Long-term field experiments in organic farming. ISOFAR Scientific Series, Verlag Dr. H. J. Köster, Berlin, Germany, pp. 183-198.
- WIEDER RK, LANG GE, 1982: A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology* 63:1636–1642.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup>Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Abteilung für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup>Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich, Doblhoffgasse 7/10, A 1010 Wien

<sup>3</sup>Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Institut für Ökologischen Landbau (IFÖL), Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Gregor-Mendel-Straße 33, A 1180 Wien

\* Ansprechpartnerin: Dr. Taru LEHTINEN, [taru.lehtinen@ages.at](mailto:taru.lehtinen@ages.at)

During the survey period 2014, the long-term experiment MUBIL was funded by the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management.

# Aggregatstabilität in Böden bei verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen unter besonderer Berücksichtigung von Wurzel und Mykorrhiza

## *Soil Aggregate Stability under different Soil Management Systems with Focus on the Influence of Root and Mycorrhiza*

Maximilian Breiner<sup>1\*</sup>, Gernot Bodner<sup>1</sup> und Axel Mentler<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Bodenbearbeitungssysteme beeinflussen die bodenphysikalischen und chemischen Gegebenheiten für Bodenorganismen und somit deren Auftreten und Häufigkeit (KLADIVKO 2001). Neben den ökonomischen Vorteilen von alternativen Bodenbearbeitungssystemen, tragen diese auch zu einer wesentlichen Verbesserung der Bodenbedingungen bei (KASPER et al. 2009).

Das Ziel der Arbeit war es die Aggregatstabilität bei vier unterschiedlichen Bearbeitungssystemen zu quantifizieren und weitere Parameter zu messen welche mit der Bildung von Aggregaten im Zusammenhang stehen.

### **Material und Methoden**

Die Versuchsfläche mit dem Bodenbearbeitungsversuch gehört zur Landwirtschaftlichen Fachschule Hollabrunn (Niederösterreich). Sie ist unterteilt in 12 Parzellen mit 6 x ca. 80 m und auf jeder Parzelle wird die gleiche Bodenbearbeitung seit sieben Jahren durchgeführt.

Tabelle 1: **Bodenbearbeitungsvarianten Versuch Hollabrunn mit Beschreibung der verwendeten Geräte sowie Einsatzdatum**

Bodenbearbeitungsvarianten	Grundbodenbearbeitung und vorbereitende Pflegemaßnahmen				Saatbettbereitung		Einzelkornsaat Mais	
	Grubber	Scheibenegge	Mulchen Maisstroh	Pflug	Scheibenegge	Federzinken-komb.	Saat (Kuhn Maxima)	Vorwerkz. (Coultherscheibe)
Gerät								
<i>Datum der Durchführung:</i>	28.10.2013	28.10.2013	27.10.2013	28.10.2013	14.03.2014	13.03.2014	14.05.2014	
<b>Konventionelle Bodenb.</b>	✓	---	✓	✓	---	✓	✓	✓
<b>Minimierte Bodenbearb.</b>	✓	---	✓	---	✓	---	✓	✓
<b>Minimalbodenbearbeitung</b>	---	✓	✓	---	---	---	✓	✓
<b>Keine Bodenbearbeitung</b>	---	---	✓	---	---	---	✓	✓

Die Bodenproben wurden zum Ende des vegetativen Wachstums im Bereich des Oberbodens (10cm) im August 2014 entnommen. Zusätzlich zu den vier erwähnten Varianten wurden jeweils Proben im wurzelnahen Bereich und zwischen den Maisreihen entnommen um einen möglichen Wurzeleffekt festzustellen.

Analysen im Labor:

- Bodenaggregatstabilität (Nasssiebung und mittels Ultraschall Dispersion)
- Aktive Biomasse (Substratinduzierte Respiration)
- DOC – gelöster organische Kohlenstoff (Ultraschall Dispersion und Photometer)
- Ergosterol (Messung mit HPLC)
- Glomalin (photometrisch)

### **Ergebnisse und Diskussion**

Für die statistische Auswertung wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse durchgeführt, um herauszufinden ob es Unterschiede zwischen den Varianten und den Positionen (Wurzelbereich bzw. zwi-

schen Reihen) und mögliche Wechselwirkungen gibt. Anschließend wurde der Tukey-Test herangezogen um festzustellen welche Mittelwerte sich signifikant unterscheiden.

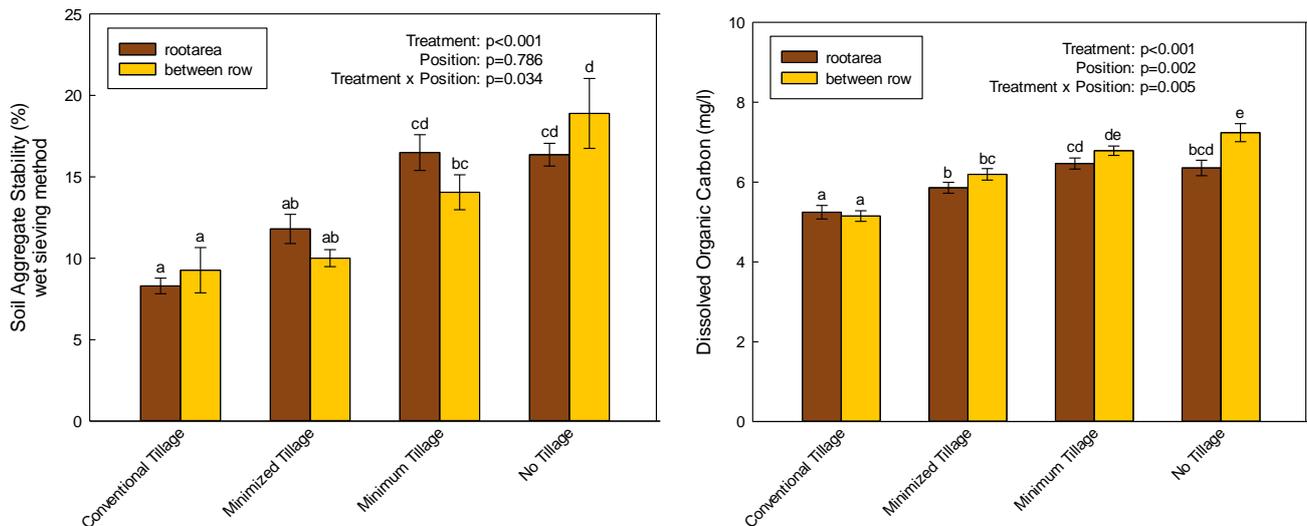


Abbildung 1: Zweifaktorielle Varianzanalyse für Aggregatstabilität (Nasssiebung) und Gelöster organischer Kohlenstoff

Die Aggregatstabilität steigt kontinuierlich an, wobei sich erst „Minimum Tillage“ (MT) signifikant von der Pflugvariante (Conventional Tillage, CT) unterscheidet. Die Position innerhalb einer Variante hat hier keinen belegbaren Einfluss.

Bei DOC hebt sich bereits „Minimized Tillage“ von „Conventional Tillage“ ab und ähnlich der Aggregatstabilität gibt es zwischen den beiden intensivsten Bodenbearbeitungsvarianten „Minimum Tillage“ und „No Tillage“ keine Unterschiede. Interessant und eher unerwartet ist der Wurzeffekt bei „No Tillage“ der hier einen höheren Mittelwert bei der Position „zwischen Reihe“ zeigt.

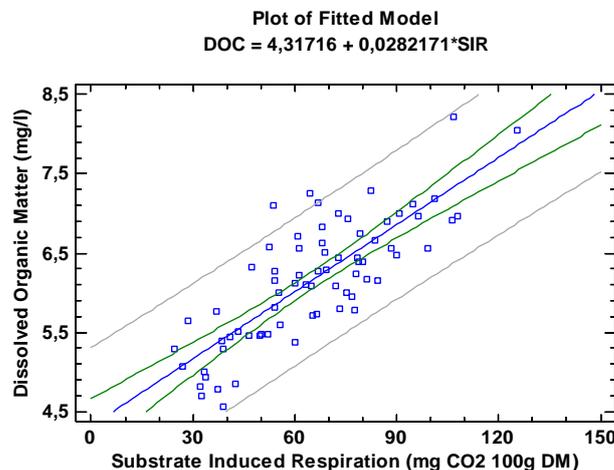


Abbildung 2: Lineare Regression zwischen gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) und Aktiver Biomasse (Substrate Induced Respiration)

Die Lineare Regression beschreibt recht gut den Zusammenhang von DOC und Aktiver Biomasse. P-Wert<0,001 / Korrelationskoeffizient=0,80 / R<sup>2</sup>=64,55

Aufgrund der verringerten Bodenbearbeitungsintensität wird mehr Kohlenstoff stabilisiert und akkumuliert, sowie die Bildung von stabilen Aggregaten gefördert. Daran wesentlich beteiligt ist die Biomasseaktivität welche wesentlichen Einfluss auf die Aggregatbildung und Stabilisierung hat (RAMPAZZO et al. 1994).

## **Zusammenfassung**

Bei vier unterschiedlichen Bodenbearbeitungsvarianten wurde die Aggregatstabilität im Oberboden (10 cm) gemessen. Die vier Varianten, aufgeteilt auf 12 Parzellen, wurden mit Mais bestellt und bis auf die jeweilige Bodenbearbeitung gleich behandelt. Um Zusammenhänge zu erkennen und die Auswirkung der mechanischen Bearbeitung auf den Boden zu erklären wurden weitere Parameter, wie DOC, aktive Biomasse und Ergosterol (Sterol in Zellmembranen von Pilzen) bestimmt. Es konnten hinsichtlich der Varianten signifikante Unterschiede festgestellt werden ( $p < 0,001$ ). Zusätzlich wurde untersucht, ob es einen Effekt hinsichtlich der Positionen durchwurzelt / nicht durchwurzelt gibt. Eine Verringerung der Bodenbearbeitungsintensität zerstört aufgrund niedrigerer Energieeinwirkung weniger Bodenaggregate und wirkt sich positiv auf die aktive Biomasse aus. Diese ist wiederum an der Umsetzung von organischer Substanz beteiligt und korreliert mit dem gemessenen Wert an gelöstem organischem Kohlenstoff, welcher erst durch Auflösung der Aggregate freigesetzt wird.

## **Abstract**

Four different soil tillage systems have been compared considering the soil aggregate stability. Therefore soil samples were taken in the upper soil layer (10 cm). The four treatments were separated at 12 plots. Maize was the cultivated crop and every plot was treated equally except for the respective tillage system. To find connections and the impact of the mechanical tillage on the soil further parameters such as DOC, active biomass and ergosterol (sterol in cell membranes of fungi) were measured. Significant differences of the treatments were determined ( $p < 0,001$ ). Additionally the effect of the position root area / between rows was examined.

A decrease of the soil tillage intensity destroys fewer aggregates due to the lower energy impact to the soil and has also positive effects to the active biomass. These on the other hand is involved in turnover of organic substances and correlates with the measured value of dissolved organic matter, which is released through dissolution of the aggregates.

## **Literatur**

- KASPER, M. et al., 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil and Tillage Research*, 105, pp.192–199.
- KLADIVKO, E.J., 2001. Tillage systems and soil ecology. In *Soil and Tillage Research*. pp. 61–76.
- RAMPAZZO, N. et al., 1994. Influence of the microbial activity on the soil aggregate stability *International Agrophysics* 9.pdf. , p.6.

## **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur, Wien, Peter-Jordan-Str. 82, 1190 Wien

<sup>2</sup> Abteilung Pflanzenbau, Universität für Bodenkultur, Wien, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln an der Donau

\* Ansprechpartner: Maximilian BREINER, maximilian.breiner@gmx.at

# **Bewertung der Niedermoore im Steirischen Salzkammergut hinsichtlich ihres Nährstoffzustandes und Eutrophierungsrisikos und Möglichkeiten der Beeinflussung durch landwirtschaftliche Maßnahmen**

## ***Assessment of the nutritional status and the risk of eutrophication of fens in the Styrian Salzkammergut and possibilities of influencing through agricultural measures***

Romana Berger<sup>1\*</sup>, Andreas Bohner<sup>2</sup> und Peter Liebhard<sup>1</sup>

### ***Einleitung***

Während Hochmoore nur aus der Atmosphäre Wasser und Nährstoffe erhalten, werden Niedermoore zusätzlich von Grund- und Oberflächenwasser gespeist (JOOSTEN und SUCCOW 2001). Das Ziel der vorliegenden Arbeit war einerseits herauszufinden, ob die im Naturschutz eingesetzten Bewertungskriterien zur Beurteilung des Eutrophierungsgrades mithilfe des Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisses (C/N) im obersten Bodenhorizont nach SUCCOW und STEGMANN (2001) auch auf die Niedermoore im Steirischen Salzkammergut zutreffen. Andererseits sollte geklärt werden, durch welchen Pflanzennährstoff die pflanzliche Produktion limitiert wird. Eine objektive Bewertung des Nährstoffzustandes sowie des Eutrophierungsrisikos der Niedermoore ist die Voraussetzung, um landwirtschaftliche Maßnahmen für die Erhaltung der typischen Moorvegetation und Artenvielfalt zu entwickeln.

### ***Material und Methoden***

Die nördliche Obersteiermark ist ein moorreiches Gebiet und besitzt große Moorflächen. Das Steirische Salzkammergut wird geologisch den Nördlichen Kalkalpen zugeordnet (PFIFFNER 2009). Bei den untersuchten Niedermooren handelt es sich um Kalkflachmoore, die mit den Pflanzengesellschaften *Caricetum davallianae* (Davallseggengesellschaft) und *Schoenetum ferruginei* (Gesellschaft der Rostroten Kopfbirse) besiedelt sind. Dominierende Moosarten in den untersuchten Niedermooren waren: *Tomentypnum nitens*, *Scorpidium cossonii*, *Campylium stellatum*, *Fissidens adianthoides*, *Calliergonella cuspidata*, *Philonotis calcarea*, *Bryum pseudotriguetrum* und *Aulacomnium palustre*. Im Untersuchungsgebiet wurden 79 Bodenproben zur Bewertung der Nährstoffversorgung im Boden gezogen und analysiert. An allen Beprobungsstandorten erfolgten vegetationskundliche Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1951). Zusätzlich wurden 45 Proben von Gefäßpflanzen und 27 Proben von Moosen bezüglich der Mineral- und Inhaltsstoffe analysiert. Die Daten wurden mithilfe Microsoft Excel 2013 (Deskriptive Statistik) und der Statistik Software SPSS Statistics 21 (Mann-Whitney-U-Test, Spearmans Rangkorrelationskoeffizient) statistisch ausgewertet.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Die untersuchten Böden zeichnen sich durch eine sehr hohe Konzentration an organischem Kohlenstoff, Gesamt-Stickstoff, oxalateextrahierbaren Eisen, eine hohe Phosphor-Speicherkapazität, eine hohe Basensättigung, eine hohe Kalzium-Sättigung und durch einen niedrigen Phosphor-Sättigungsgrad aus. Aufgrund der hohen Phosphor-Speicherkapazität und des geringen Phosphor-Sättigungsgrades besteht eine geringe Gefahr für eine Phosphor-Auswaschung. Die Eutrophierungsgefährdung für Grundwasser, Oberflächengewässer und benachbarte Ökosysteme wird gering geschätzt. Es wurden signifikante Unterschiede zwischen den Nährstoffkonzentrationswerten in den Gefäßpflanzen und in den Moosen festgestellt. Die Stickstoff- und Kaliumkonzentrationen in den Gefäßpflanzen waren signifikant höher, die Moose hingegen wiesen signifikant höhere Konzentrationen an Kalzium, Magnesium, Natrium, Mangan, Kupfer und Eisen auf (Tab. 1).

Die Analysenergebnisse der Bodenproben zeigen, dass die C/N-Bewertungskriterien nach SUCCOW und STEGMANN (2001) für die Bewertung des Eutrophierungsgrades von Kalkflachmooren im

Tabelle 1: Vergleich der Nährstoffkonzentrationen in den Gefäßpflanzen und in den Moosen (Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests)

		Gefäßpflanzen	Moose	Mann-Whitney-U-Test
		Mittelwert	Mittelwert	
<b>TM</b>	g/ kg	931	926	.191
<b>N</b>	g/ kg TM	14	12	.000*
<b>C</b>	g/ kg TM	485	476	.059
<b>S</b>	g/ kg TM	1.4	1.3	.776
<b>Asche</b>	g/ kg TM	56	65	.002*
<b>Ca</b>	g/ kg TM	8	17	.000*
<b>Mg</b>	g/ kg TM	1.8	2.1	.000*
<b>K</b>	g/ kg TM	11	7	.000*
<b>P</b>	g/ kg TM	0.8	0.7	.083
<b>Na</b>	mg/ kg TM	79	146	.000*
<b>Zn</b>	mg/ kg TM	37	38	.262
<b>Mn</b>	mg/ kg TM	114	193	.000*
<b>Cu</b>	mg/kg TM	3.3	4.0	.000*
<b>Fe</b>	mg/ kg TM	212	719	.000*

\* P<0.05 (signifikant), Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner 5 %; TM = Trockenmasse

Steirischen Salzkammergut nicht geeignet sind. Die C/N-Verhältniswerte in den untersuchten Bodenproben von etwa 17 weisen nicht auf eutrophe Moorstandorte hin, da sämtliche Untersuchungsstandorte typische Pflanzengesellschaften für ungestörte Niedermoore aufweisen. Dieser Wert ist nur auf Kalkflachmoore mit ähnlicher Entstehungsgeschichte und mit vergleichbaren klimatischen Rahmenbedingungen anwendbar. Um eine vollständige und geeignete C/N-Bewertungsskala über den Eutrophierungsgrad von Moorstandorten in speziellen Naturräumen zu erhalten, sind weiterführende Untersuchungen von sämtlichen Moortypen (saure Moore, Hochmoore, Übergangsmoore) erforderlich. Das Phosphor-Stickstoff-Verhältnis nach WASSEN et al. (1995) sowie das Stickstoff-Phosphor-Verhältnis nach KOERSELMAN und MEULEMAN (1996) in der Pflanzenbiomasse sind Indikatoren für den limitierenden Nährstoff. Beide Methoden wurden zur Beurteilung herangezogen, ob Stickstoff- oder Phosphormangel das Pflanzenwachstum begrenzen. Aufgrund der Analyseergebnisse der Gefäßpflanzen im Steirischen Salzkammergut ist Phosphor der primär limitierende Nährstoff in den untersuchten Kalkflachmooren. Ein Eintrag von Phosphor in Niedermoorökosysteme ist zu vermeiden, damit die bestehenden typischen Pflanzengesellschaften ungestörter Niedermoore erhalten bleiben. Etwa die Hälfte der Untersuchungsflächen wird landwirtschaftlich extensiv als Hutweide oder als einschnittige Wiese genutzt. Der Futterwert der untersuchten Moorgefäßpflanzen ist sehr gering. Daraus folgt, dass naturnahe Niedermoore – wie in den zurückliegenden Jahrzehnten – nur als Streuwiesen genutzt werden können.

### Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt den Nährstoffzustand und das Eutrophierungsrisiko von Niedermooren im Steirischen Salzkammergut, Österreich, auf. Das Ziel der Arbeit war einerseits zu beurteilen, ob die im Naturschutz eingesetzten Bewertungskriterien des Eutrophierungsgrades mithilfe des Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisses (C/N) im Boden auf die untersuchten Niedermoore zutreffen. Andererseits wurde geklärt, durch welchen Nährstoff das Pflanzenwachstum limitiert wird. Die objektive Beurteilung des Nährstoffzustandes sowie des Eutrophierungsrisikos ist die Voraussetzung, um landwirtschaftliche Maßnahmen für die Erhaltung der typischen Moorvegetation zu entwickeln. Bei den untersuchten Niedermooren handelt es sich um Kalkflachmoore, die mit den Pflanzengesellschaften *Cariacetum davallianae* und *Schoenetum ferruginei* besiedelt sind. Im Untersuchungsgebiet wurden 79 Bodenproben gezogen und vegetationskundliche Aufnahmen durchgeführt. Zusätzlich wurden 45 Proben von Gefäßpflanzen und 27 Proben von Moosen analysiert. Die Analyseergebnisse zeigen, dass die C/N-Bewertungskriterien für die Beurteilung des Eutrophierungsgrades von österreichischen Kalk-

flachmooren nicht geeignet sind. Die C/N-Verhältniswerte in den Bodenproben von etwa 17 weisen nicht auf eutrophe Moorstandorte hin, da sämtliche Untersuchungsstandorte typische Pflanzengesellschaften für ungestörte Niedermoore aufweisen. Zur Beurteilung des limitierenden Nährstoffes wurden das Phosphor-Stickstoff-Verhältnis sowie das Stickstoff-Phosphor-Verhältnis als Indikatoren herangezogen. Aufgrund der Analysen der Gefäßpflanzen ist anzunehmen, dass Phosphor der primär limitierende Nährstoff ist. Daher ist der Eintrag von Phosphor in Niedermoorökosysteme zu vermeiden, wenn die bestehenden typischen Pflanzengesellschaften erhalten werden sollen. Da der Futterwert der Moorpflanzen gering ist, können naturnahe Niedermoore nur als Streuwiesen genutzt werden.

### **Abstract**

In the present study, the nutritional status and the risk of eutrophication of fens in the Styrian Salzkammergut in Austria was investigated. The aim of this work was to find out whether the evaluation criteria for assessing the level of eutrophication using the carbon-nitrogen ratio (C/N) in the soil applies to the calcareous fens in the Styrian Salzkammergut. Furthermore, was investigated which plant nutrient primary limits plant production in calcareous fens. The evaluation of nutritional status and the risk of eutrophication of fens is important to develop agricultural measures for conservation of typical fen vegetation and biodiversity. The studied fens were covered by the plant communities *Caricetum davallianae* and *Schoenetum ferruginei*. In the study area, 79 soil samples were taken. At all sampling sites vegetation surveys were made. In addition, 45 samples of vascular plants and 27 samples of bryophytes were analyzed. The data were statistically analyzed using correlation analysis. The results show that the C/N criteria are not suitable for the evaluation of calcareous fens. C/N ratios in the soil samples around 17 do not indicate eutrophic fens, as all study sites have typical plant communities for undisturbed fens. Based on the analysis of vascular plants, phosphorus seems to be the primary limiting nutrient in the calcareous fens. Therefore, the discharge of phosphorus in fen ecosystems must be avoided if the existing plant community should be obtained. The feeding value of the examined vegetation was very low. It follows that undrained fens can only be used as litter meadows.

### **Literatur**

- BRAUN-BLANQUET J 1951: Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. 2. Aufl., Springer, Wien.
- JOOSTEN H, SUCCOW M 2001: Einführung. In: SUCCOW M, JOOSTEN H (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- KOERSELMAN W, MEULEMAN A F M 1996: The vegetation N:P ratio: a new toll to detect the nature of nutrient limitation. *J. App. Eco.*, 33, 1441–1450.
- PIFFNER O A 2009: Geologie der Alpen. 2. Aufl., Haupt Verlag, Stuttgart.
- SUCCOW M, STEGMANN, H. 2001: Nährstoffökologisch-chemische Kennzeichnung. In: SUCCOW M, JOOSTEN H (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- WASSEN M J, OLDE VENTERINK H G M, DE SWART E O A M (1995): Nutrient concentrations mire vegetation as a measure of nutrient limitation in mire ecosystems. *J. Veg. Sci.*, 6, 5–16.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenbau und -züchtung, Gregor-Mendel-Straße 33, A 1180 Wien

<sup>2</sup> Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A 8952 Irdning

\* Ansprechpartnerin: Romana BERGER, BSc, BEd, Berger\_Romana@gmx.at

## Neue Methoden in der Pflanzenzüchtung, was bringen sie

### *New methods for plant breeding, what are the advantages*

Friederike Trognitz\*, Birgit Mitter und Angela Sessitsch

#### **Einleitung**

Der Klimawandel und das Wachstum der Weltbevölkerung führen zu einer Zunahme des Bedarfes an landwirtschaftlichen Flächen. Aufgrund der geschätzten Zunahme der Weltbevölkerung auf 9 Mrd. im Jahr 2050 kommt es zu einem Mehrbedarf an Nahrungsmitteln von 70% (EDITORIAL 2010). Durch den Klimawandel wird diese Herausforderung verschärft da Trockenheit und Hitzestress zu Ertragsverlusten führen. Es wird geschätzt, dass in Nordamerika 69% des Ertragsverlustes auf abiotischen Stress zurückzuführen sind (EISENSTEIN 2013).

Konventionelle Züchtung hat in den letzten Jahren zu verbesserten Sorten mit erhöhten Resistenzen gegen biotische und abiotische Stressfaktoren sowie höheren Erträgen geführt. Die Züchtung von neuen Sorten ist jedoch sehr zeitaufwendig. Auch ist es schwierig komplexe Merkmale wie Trockentoleranz in neue Sorten einzukreuzen da die Merkmale von verschiedenen genetischen Faktoren geprägt werden. Durch die Einkreuzung von Wildarten, die vor allem zu einer verbesserten Resistenz gegenüber verschiedenen Krankheiten führen, kommt es zu einer Einkreuzung von unerwünschten Eigenschaften. Diese müssen dann in langwierigen Rückkreuzungen wieder ausgekreuzt werden. Dazu kommt noch, dass sich einige Wildarten nicht in Kulturarten einkreuzen lassen.

Um Nachkommen mit den gewünschten Eigenschaften zu selektieren bedienen sich Züchter molekularbiologischen Methoden wie Marker-gestützter Selektion. Am ICRISAT in Indien konnte durch die Nutzung von molekularen Markern eine Steigerung des Ertrages von 10-20% in trocken toleranten Kichererbsensorten erzielt werden (EISENSTEIN 2013). Es ist bewiesen, dass durch die traditionelle Züchtung und Züchtung mit molekularbiologischen Markern eine Ertragssteigerung von 1% pro Jahr erzielt werden kann (EISENSTEIN 2013).

Die Erzeugung von genetisch modifizierten Pflanzen ist ein Weg um Pflanzen mit gewünschten Eigenschaften zu schaffen, die durch konventionelle Züchtung nicht erzielt werden. Jedoch dauert der Prozess der Registrierung der Sorte mehr als fünf Jahre und in Europa ist deren Zulassung eingeschränkt. Für einige Merkmale wie Trockentoleranz ist es schwierig genetisch modifizierte Pflanzen zu erzeugen. Die Ertragsteigerung der trockenoleranten Sorte DroughtGard zum Beispiel wird mit 6% eingeschätzt, was durch fünf Jahre konventionelle Züchtung erreicht werden kann (EISENSTEIN 2013).

Die meisten zugelassen GM Sorten kommen aus Mais und Soja. Jedoch ist von herbizidresistenten Sojasorten bekannt, dass der Ertrag geringer ausfällt als bei konventionelle Sorten. In Bt Mais brauchen die Pflanzen bis zur Reife länger als konventionelle Sorten und der Ertrag ist bis zu 12% geringer. Dies ist meist auf den zufälligen Einbau des Fremdgenes im Genom zurückzuführen wodurch andere positive Eigenschaften unterdrückt werden (<http://www.gmeducation.org/faqs/p149408-gm-crops-do-not-increase-yield-potential.html>).

In den letzten Jahren wurden neue Methoden der Genombearbeitung entwickelt, die gezielt bestimmte Gene bearbeiten können (Genome editing). Zu diesen Methoden zählen Zink finger nucleases, transcription activator-like effector nucleases (TALENs) und clustered regulatory interspaces short palindrome repeat (CRISP/Cas based RNA-guided DNA endonucleases). Mit diesen Methoden werden gerichtete Mutationen im Genom erzeugt. Dadurch sind Wissenschaftler in der Lage in eukaryotischen Zellen Gene ein- und auszuschalten. Dadurch kann die Funktion von Gene oder regulatorischen Elementen gezielt untersucht werden, um so bestimmte zelluläre Prozesse zu verstehen. Durch die gezielte Manipulation von biologischen Kreisläufen könnte auch die Herstellung von synthetischen auf AIgen basierende Materialien als Medikamentenverabreichung vereinfacht werden (HSU et al. 2014). Aber auch in der Landwirtschaft könnten Pflanzen gezielt so manipuliert werden, dass sie ohne die Einbringung von Fremdgenen resistent gegen Krankheiten werden (HSU et al 2014). Weitere Anwendungsbeispiele wären die Manipulation von Stoffwechselwegen zur Verbesserung der Ethanol Produktion oder durch gezielte Gentherapie an menschlichen somatischem Gewebe, um Gendefekte auszuschalten (HSU et al. 2014). Ein weiteres Anwendungsgebiet wäre die Herstellung von personalisierter Medizin (HSU et al. 2014).

Diese Methoden sind jedoch noch in ihren Anfängen und jede Methode hat ihre Vor- und Nachteile. Ein Nachteil all dieser Methoden besteht darin, dass jeweils das gewünschte Merkmal nur in einer Sorte festgelegt werden kann und oft sind diese Merkmale nicht auf andere Pflanzen übertragbar. Die Züchtungsmethoden basieren auf der Annahme, dass Pflanzen als autonome Organismen und durch deren genetischen Code und zelluläre Physiologie reguliert werden (COLEMAN-DERR und TRINGE 2014). Jedoch existieren tausende Mikroorganismen im Boden und in der Luft, die das Wachstum der Pflanze beeinflussen (Abbildung 1). Die Stickstoffbindung der Knöllchenbakterien ist ein bekanntes Beispiel. Aber auch in anderen Stoffwechselabläufen haben Mikroorganismen einen direkten oder einen indirekten Einfluss auf die Pflanze. So werden von Mikroorganismen Hormone wie Auxin und Gibberellinsäure produziert, die im Wurzelwachstum oder in der Keimung der Pflanze eine Rolle spielen (BRADER et al. 2014). Mikroorganismen sind auch in der Pathogenabwehr involviert. Sie können Räume in der Pflanze besetzen die sonst von Schaderregern eingenommen werden, oder durch Produktion von bestimmten Stoffwechselprodukten können die Pathogene sogar abgetötet werden. Die Züchtung auf nützliche Mikroben Pflanzen Interaktion ist ein neues Feld, das durch neueste molekularbiologische Methoden möglich geworden ist. Durch Hochdurchsatz-Sequenziermethoden ist es möglich, die Mikrobengemeinschaften in bestimmten Lebensräumen zu charakterisieren. Dies ermöglicht ein besseres Verständnis von Mechanismen der Interaktion zwischen Mikroben und Pflanze. Auf der anderen Seite bieten die neuen Sequenziermethoden auch Vorteile in der Pflanzenzüchtung. Es ist möglich ganze Genome kostengünstig zu analysieren und dadurch bestimmte Genabschnitte einem Phänotyp genauer zuzuordnen.

### ***Zusammenfassung***

In den nächsten Jahren werden neue Herausforderungen an die Landwirtschaft gestellt. Vor allem eine nachhaltige und effektive Nutzung der vorhandenen Ressourcen ist ein wichtiger Punkt um auch in den nächsten Jahren eine gesicherte Produktion von Lebensmitteln zu sichern. Für die Wissenschaft bedeutet es, dass verschiedene Wissenschaftsbereiche zusammenarbeiten müssen, um so die gestellten Ziele zu erreichen.

### ***Abstract***

In the following decade, an increase in agriculture food demand is projected because of the increase in the world population and the changing consumption habit. In the meantime, less arable land will be available due to human activities and climate changes. To ensure stable food production, the resources have to be used efficiently and equitably and with a concurrent reduction of food waste. In many regions including Europe, food production is on the verge of exceeding environmental limits. Nitrogen synthesis exceeds the planetary boundary by factor of four and phosphorus use has reached the planetary boundary (<http://ec.europa.eu/environment/eussd/food.htm>). Sustainable agricultural practices should be developed to ward off the negative trends. Sustainability compromises the use of resources at rates that do not exceed the capacity of the Earth including environmental issues like climate, biodiversity, water and soil quality. New methods in plant breeding for sustainable agriculture will be reviewed.

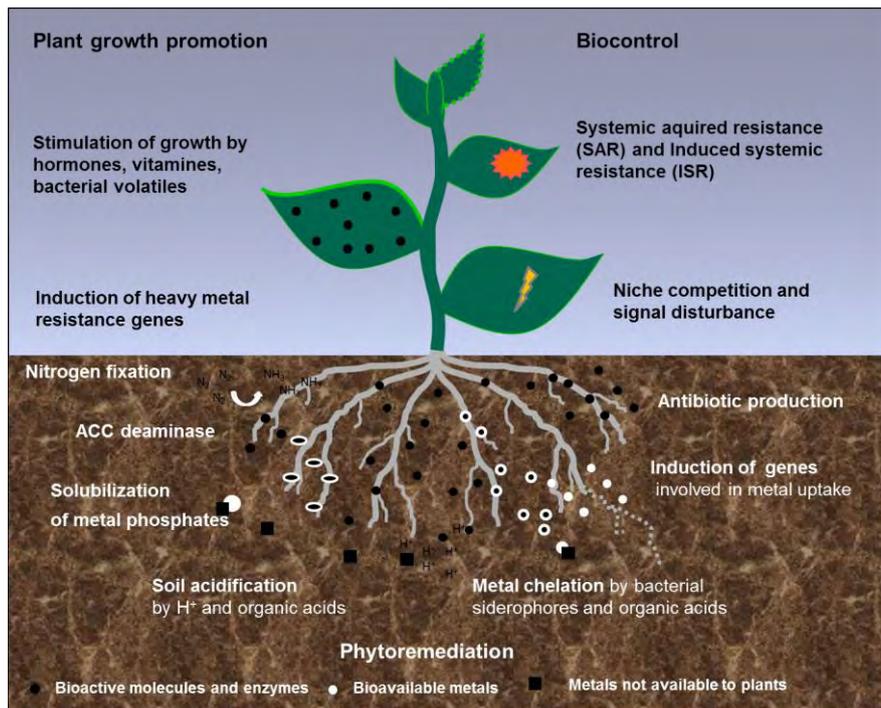


Abbildung 1: **Mögliche Interaktionen von benefiziellen Mikroorganismen mit der Pflanze** (MITTER et al. 2013)

### **Literatur**

- COLEMAN-DERR D, TRINGE SG, 2014: Building the crops of tomorrow: advantages of symbiont-based approaches to improving abiotic stress tolerance. *Frontiers in Microbiology* 5.
- BRADER G, COMPANT S, MITTER B, TROGNITZ F, SESSITSCH A 2014: Metabolic potential of endophytic bacteria. *Current Opinion in Biotechnology* 27,30-37
- EDITORIAL 2010: How to feed a hungry world. *Nature* 466, 531-532.
- EISENSTEIN M, 2013: Plant breeding: Discovery in a dry spell. *Nature* 501, S7-S9.
- GAJ T, GERSBACH CA, BARBAS CF, 2013: ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based methods for genome engineering." *Trends in Biotechnology* 3, 397-405.
- HSU PD, LANDER ES, ZHANG F 2014: Development and Applications of CRISPR-Cas9 for Genome Engineering. *Cell* 157,1262-1278.
- MA BL, SUBEDI KD, 2005:Development, yield, grain moisture and nitrogen uptake of Bt corn hybrids and their conventional near-isolines. *Field Crops Research*, 93: 199-211
- MITTER B, BRADER G, AFZAHL M A, COMPANT S, NAVEED M, TROGNITZ F, SESSITSCH A. 2013: Advances in Elucidating Beneficial Interactions between Plants, Soil and Bacteria. In: *Advances in Agronomy*. Academic Press, Burlington, USA, pp. 381-445. ISBN 978-0-12-407685-3

### **Adressen der Autorinnen**

AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Konrad Lorenz Str. 24; A 3430 Tulln

\* Ansprechpartnerin: Dr. Friederike TROGNITZ, [friederike.trognitz@ait.ac.at](mailto:friederike.trognitz@ait.ac.at)

# **Nutzungsziele der Agro-Gentechnik - Aktuelle Trends zur Verbesserung industrieller Prozesse**

## ***Goals of Plant Genetic Engineering - Current trends to improve industrial processes***

Walter Stepanek

### ***Einleitung***

Die zwei transgenen Merkmale Herbizidtoleranz und Insektenresistenz dominieren derzeit weltweit bei gentechnisch veränderten Pflanzen (GV Pflanzen). Es gibt aber auch schon einen Trend in eine neue Richtung. In einer umfangreichen Forschungsstudie wurde unter Heranziehung aktueller Literatur-, Feldversuchs-, und Zulassungsdaten erhoben in welche Richtung sich die Agro-Gentechnik in Zukunft bewegen wird. GV Pflanzen der zweiten Generation wurden hinsichtlich ihrer transgenen Merkmale kategorisiert und bezüglich Nutzungszielen und Marktpotentialen näher beleuchtet. Ein wesentlicher Teil beinhaltete die Evaluierung relevanter Aspekte der Risikobewertung dieser Pflanzen. In diesem Beitrag werden GV Pflanzen zweiter Generation diskutiert, die zur Verbesserung industrieller Prozesse beitragen.

### ***Material und Methoden***

Definitionen: "GV Pflanzen der zweiten Generation" bieten direkte Vorteile für Konsumenten oder helfen mit, industrielle Prozesse zu verbessern und Produktionskosten zu verringern.

Kategorisierung: In Bezug auf die "Verbesserung industrieller Prozesse" wurden folgende vier Kategorien festgelegt: a) Verbesserung der Lagerfähigkeit, b) Produktion von Rohstoffen, c) Vereinfachung von Produktionsschritten, d) Pflanzen als Bioreaktoren.

Literaturdatenbanken: Für die Diskussion wurde wissenschaftliche Literatur aus folgenden Datenbanken herangezogen: NCBI PubMed US National Library of Medicine National Institutes of Health (PUBMED 2015), Scopus Info. Elsevier (SCOPUS 2015).

Patentdatenbanken: Wichtige Informationen wurden aus dem "European Patent Office" und "The United States Patent and Trademark Office an agency of the Department of Commerce" gewonnen.

Suchbegriffe: Für die Literatur- und die Patentsuche wurden > 50 Suchbegriffe verwendet, die in Zusammenhang mit GV Pflanzen der zweiten Generation stehen. Einige Beispiele sind: "altered metabolism", "biofuel/s", "increased yield", "nutritionally enhanced", "second generation".

Zulassungsdatenbanken: Zur Erhebung des Zulassungsstatus wurden folgende Datenbanken herangezogen: International Service For The Acquisition Of Agri-Biotech Applications (ISAAA 2015), ILSI Research Foundation (CERA 2015).

Feldversuchsdatenbanken: Zur Erhebung des Feldversuchsstatus wurden folgende Datenbanken herangezogen: Joint Research Centre, Deliberate Release and Placing on the EU Market of GMOs (JRC 2015), U.S. Department of Agriculture, Information Systems for Biotechnology (USDA 2015).

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Zeitliche Analyse: Derzeit gibt es 92 Zulassungen von GV Pflanzen der zweiten Generation (Stand Ende 2013). 39 davon tragen transgene Merkmale, die zu einer Verbesserung industrieller Prozesse beitragen: Verbesserung der Lagerfähigkeit (21), Vereinfachung von Produktionsschritten (13), Produktion von Rohstoffen (5). In den EU-Feldversuchsdaten für GV Pflanzen der zweiten Generation für die Jahre 1992-2013 ist ab dem Jahr 2003 ein deutlicher Knick nach unten zu erkennen. Dies deutet darauf hin, dass europäische Forschungsaktivitäten in den letzten 10 Jahren in das Ausland (z.B. USA) verlagert wurden. Die zeitliche Entwicklung der EU-Feldversuchsdaten wurden daher nicht bewertet. Die USA-Feldversuchsdaten für GV Pflanzen der zweiten Generation (Jahre 1988-2013) hingegen zeigen für die letzten 5 Jahre gleichbleibende Werte: ca. 300 Versuche pro Jahr. Nach der Einteilung in die vier Kategorien (bezüglich der Verbesserung industrieller Prozesse) wurde eine Bewertung der zeitlichen Verläufe der USA-Feldversuchsdaten durchgeführt. Diese führte zu folgenden Erkenntnissen: Die Anzahl der getesteten Merkmale bei GV Pflanzen in Feldversuchen für die Kategorien "Pro-

duktion von Rohstoffen" und "Vereinfachung von Produktionsschritten" steigt in den letzten 5-10 Jahren deutlich an. Für die Kategorie "Verbesserung der Lagerfähigkeit" hingegen gibt es im Jahr 1994 einen Maximalwert. Dieser spiegelt die gehäufte Testung von GV Tomaten ("Anti-Matsch-Tomaten") in den 90er-Jahren wieder. Die meisten dieser Tomaten besitzen trotz Zulassung heute keine Marktrelevanz mehr. Die Kategorie "Pflanzen als Bioreaktoren" wiederum taucht im Jahr 2007 nur als Randerscheinung auf (2 Feldversuche).

Die Analyse der USA-Feldversuchsdaten lässt für die kommenden Jahren gesteigerte Zulassungsaktivitäten für die Kategorien "Produktion von Rohstoffen" und "Vereinfachung von Produktionsschritten" erwarten. Einer Analyse der Unterkategorien und -gruppen zufolge sind davon vor allem folgende Merkmale von GV Pflanzen betroffen: Produktion von Rohstoffen: "Veränderter Ölgehalt", "veränderter Proteingehalt", "reduzierter Ligningehalt". Vereinfachung von Produktionsschritten: "Verbesserte Broterzeugung", "veränderte Getreideverarbeitung", "veränderte Biomasseerzeugung".

Diskussion der transgenen Merkmale: Es werden im folgenden drei dieser Untergruppen von GV Pflanzen, die zu einer Verbesserung industrieller Prozesse beitragen, diskutiert. 1) GV Pflanzen mit einem hohen Gehalt an mittelkettigen, gesättigten Fettsäuren: GV Rapse mit hohem Gehalt an Laurinsäure (12:0) wurden sowohl in den USA, als auch in der EU bereits in Feldversuchen getestet. Diese gesättigte Fettsäure stellt auf Grund ihrer hohen Oxidationsstabilität einen wichtigen Rohstoff für eine Vielzahl von industriellen Herstellungsprozessen dar. Zu erwähnende Produkte wären Seifen, Shampoos, Waschmittel, Frittieröle, Margarinen oder Beschichtung von Süßwaren. Marktchancen scheinen auf Grund der breiten Produktpalette auch in der EU vorhanden zu sein, aber wohl nur wenn der Anbau diese GV Rapspflanzen in Europa erlaubt sein sollte. Molekulargenetisch exprimiert der GV Raps eine 12:0 ACP Thioesterase, welche die Spaltung des Lauryl-ACP Komplexes in Laurinsäure und ACP katalysiert. Dies induziert den Abbruch der Kettenverlängerung zu langkettigen, gesättigten Fettsäuren und es kommt zur Anreicherung der mittelkettigen Laurinsäure (12:0). Der Gehalt an Laurinsäure - normalerweise in Raps unbedeutend - konnte dadurch auf < 10% (gemessen am Gesamtfettgehalt) angehoben werden (CALGENE INC. 1994). 2) GV Pflanzen mit reduziertem Ligningehalt: Die Feldversuchsdaten der USA und der EU zeigen, dass - bezüglich niedriger Ligningehalte - GV Pappeln und GV Kiefern die am häufigsten getesteten Pflanzen- bzw. Baumarten waren. Die wichtigsten Bestandteile von Holz sind Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Letzteres hat bei holzverarbeitenden Prozessen allerdings den geringsten Wert oder wirkt sich sogar negativ auf die Verarbeitungsprozesse aus. Die wichtigste Anwendung von Lignin-reduziertem Holz ist die Papiererzeugung, es ist allerdings auch ein hervorragender Energierohstoff, der für die Erzeugung von Biotreibstoffen verwendet werden kann (HARFOUCHE et al. 2010). Da aus Zellulose erzeugter Biodiesel - anders als bei Biodiesel aus Rapsöl - keine Konkurrenz für die Lebensmittelerzeugung darstellt, sind die Marktchancen für solche GV Pflanzen in der EU durchaus nicht unrealistisch. Das häufigst angewandte molekulargenetische Prinzip zur Reduktion von Lignin in Holz ist die Downregulierung der Cinnamoyl-CoA Reduktase durch RNA Silencing, einem Enzym, das den ersten Schritt im Ligninbiosyntheseweg katalysiert. Ein Nachteil besteht derzeit allerdings, denn dieser gentechnische Ansatz bei Pappeln führt zu einer geringeren Holzausbeute, was letztendlich eine geringere Menge an Rohbiomasse zur Folge hat. (VAN ACKER et al. 2014). 3) GV Pflanzen für eine verbesserte Broterzeugung: Mehrere Feldversuche in den USA und der EU mit Weizen, Roggen, Hirse und Mais spiegeln die Bedeutung dieses Merkmals bei GV Getreidepflanzen wieder. Es gibt verschiedene gentechnische Ansätze: Bei Weizen wird versucht durch Veränderung der Gluteninproteinfraktion die Backqualität zu erhöhen, bei Mais oder Hirse gibt es wiederum den Ansatz durch transgene Expression einer maltogenen  $\alpha$ -Amylase oder  $\beta$ -Amylase verbesserte Backeigenschaften zu erreichen. Neben einer hohen Backqualität ist vor allem eine Verlangsamung des Altbackenwerdens ein wichtiges Ziel bei der industriellen Broterzeugung (NIELSEN und KJAERULFF 2008). Dementsprechend resultiert daraus auch für die EU eine durchaus hohe Marktrelevanz für diese GV Getreidepflanzen.

Auf Grund der oftmals massiven Veränderung der Inhaltsstoffe bei GV Pflanzen zweiter Generation sind bezüglich der Risikobewertung folgende Punkte besonders relevant: a) Evaluierung des Auftretens von unbeabsichtigten Effekten (z.B. Anreicherung von Sekundärmetaboliten). b) Evaluierung des toxischen und allergenen Potentials neu exprimierter Proteine (vor allem wenn diese sich von in der Natur vorkommenden Wildtyp-Proteinen unterscheiden).

## ***Zusammenfassung***

Eine zeitliche Analyse der Feldversuchsdaten der USA lässt für die nächsten 10 Jahre Zulassungsaktivitäten bei folgenden GV Pflanzen-Merkmalen erwarten: "Veränderter Ölgehalt", "veränderter Proteingehalt", "reduzierter Ligningehalt", "verbesserte Broterzeugung", "veränderte Getreideverarbeitung", "veränderte Biomasseerzeugung". Beispiele sind: 1) GV Rapse mit einem hohen Gehalt an Laurinsäure (12:0), welche für die Erzeugung von Seifen, Waschmitteln oder Magarinen verwendet wird. 2) GV Pappeln mit reduziertem Ligningehalt für die Papiererzeugung oder die Produktion von Biotreibstoffen. 3) GV Getreidepflanzen mit verbesserten Backeigenschaften, mit deren Hilfe die industrielle Broterzeugung optimiert werden kann. Bezüglich der Risikobewertung ist der Evaluierung unbeabsichtigter Effekte und des toxischen und allergenen Potentials neu exprimierter Proteine besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

## ***Abstract***

The temporal analysis of US field trial data leads one to expect approval activities for the following GM plant traits within the next 10 years: "Altered oil content", "altered protein content", "decreased lignin content", "altered bread making characteristics", "altered grain processing", and "altered biomass processing". Examples are: 1) GM oilseed rapes with high levels of lauric acid (12:0) used for the production of soaps, detergents, and magarines. 2) GM poplars with decreased lignin content for paper or biofuel production. 3) GM grains with improved baking quality which helps optimise the bread making process. With respect to the risk assessment particular attention should be given to evaluation of unintended effects and any toxic and allergenic potential of newly expressed proteins.

## ***Literatur***

CALGENE INC., 1994: Petition for determination of nonregulated status for laurate canola (Brassica Napus). 1-140.  
CERA, 2015: Center for Environmental Risk Assessment, GM Crop Database; <http://ceragmc.org/index.php/GMCropDatabase>  
HARFOUCHE A, GRANT K, SELIG M, TSAI D, MEILAN R, 2010: Protecting innovation: genomics-based intellectual property for the development of feedstock for second-generation biofuels [Abstract]. Recent patents on DNA & gene sequences 4(2): 94-105.  
ISAAA, 2015: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, GM Approval Database; <http://www.isaaa.org/gmoapprovaldatabase/default.asp>  
JRC, 2015: Joint Research Centre, Deliberate Release and Placing on the EU Market of GMOs - GMO Register; <http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu>  
NIELSEN JB, KJAERULFF S, 2008: Transgenic plant expressing maltogenic alpha-amylase. US Patent No. 7,348,470.  
PUBMED, 2015: NCBI PubMed US National Library of Medicine National Institutes of Health; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>  
SCOPUS, 2015: Scopus Info. Elsevier; <http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>  
USDA, 2015: U.S. Department of Agriculture, Information Systems for Biotechnology; USDA Field Tests of GM Crops; <http://www.isb.vt.edu/search-release-data.aspx>  
VAN ACKER R, LEPLÉ JC, AERTS D, STORME V, GOEMINNE G, IVENS B, LEGÉE F, LAPIERRE C, PIENS K, VAN MONTAGU MC, SANTORO N, FOSTER CE, RALPH J, SOETAERT W, PILATE G, BOERJAN W, 2014: Improved saccharification and ethanol yield from field-grown transgenic poplar deficient in cinnamoyl-CoA reductase. PNAS USA 111(2): 845-850.

## ***Adresse des Autors***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien  
Ansprechpartner: DI Walter STEPANEK, [walter.stepanek@ages.at](mailto:walter.stepanek@ages.at)

# Vergleich der genetischen Stabilität von MON810 in Single und Stacked Events

## *Comparison of the genetic stability of MON810 in single and stacked events*

Sina-Elisabeth Ben Ali<sup>1,2\*</sup>, Magali Castan<sup>1,2</sup>, Marko Raskovic<sup>1</sup>, Rupert Hochegger<sup>1</sup>,  
Alexander Haslberger<sup>2</sup> und Christian Brandes<sup>1\*</sup>

### **Einleitung**

Seit der Einführung von gentechnisch veränderten Organismen (GVOs) im Jahr 1996 sind GMOs drastisch expandiert. Neben der Anzahl von transgenen Pflanzen mit Single Events (enthält nur ein transgenes Konstrukt/Event) steigt vor allem die Anzahl sogenannter Stacked Events, welche mindestens zwei transgene Konstrukte enthalten. Gemäß dem EFSA Leitliniendokument „Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants“ (EFSA GMO PANEL 2011) ist es notwendig, dass der transgene Bereich des GMOs stabil ist. Instabilitäten der DNA-Sequenz können zu falschen Quantifizierungsergebnissen bei der behördlichen GMO-Kontrolle führen (LA PAZ et al. 2010). Zum anderen können Mutationen in der kodierenden Region eines Transgens die Genexpression sowie die gesamte Performance der Pflanze beeinflussen. Zur genetischen Stabilität von kommerziellen Single Events und Stacked Events gibt es nur sehr wenige Studien. In diesem Vortrag werden die bisher veröffentlichten Studien sowie aktuelle, noch unpublizierte Forschungsergebnisse zur genetischen Stabilität des Events MON810 vorgestellt, die unterschiedlichen Ergebnisse bewertet und miteinander verglichen.

### **Material und Methoden**

Material: Es wurde folgendes Mais-Saatgut (*Zea mays*) für die Untersuchungen verwendet:

- Hybrid DKC 26-79 (F2 Generation aus Kanada)
- Hybrid 631 RR2/Bt (F1 Generation aus den USA)
- Hybrid 4421VT3 (F1 Generation aus den USA)

Alle Sorten sind sogenannte Stacked Events, welche durch konventionelle Kreuzung von Maislinien mit Einzelevents erzeugt wurden. In den ersten beiden Fällen handelt es sich um das Stacked Event NK603 x MON810 (einheitliche Identifikationsnummer: MON-00603-6 x MON-00810-6), welches zum Schutz vor Lepidoptera-Schädlingen und für Glyphosatoleranz entwickelt wurde. Bei Hybrid 4421VT3 handelt es sich um das Stacked Event MON88017 x MON810 (MON88017-3 x MON-00810-6). Diese Hybridsorte soll neben Lepidoptera-Schädlingen auch vor Coleoptera-Schädlingen schützen und ist ebenfalls glyphosatolerant.

Methoden: Von insgesamt 200 Einzelkörnern der Hybridsorte 631 RR2/Bt, 140 Einzelkörnern der Sorte DKC 26-79 und 100 Einzelkörnern der Sorte 4421VT3 wurde DNA extrahiert. High Resolution Melting (HRM) Analyse wurde als Screening Methode verwendet, um genetische Instabilitäten zu identifizieren. Es handelt sich hierbei um eine Post-PCR Methode die im Anschluss an eine Real-time PCR durchgeführt wird. Mit Hilfe dieser Methode können kleinste Mutationen, sogenannte Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs), in der DNA-Sequenz detektiert werden. Proben mit abweichender Schmelzkurve in der HRM Analyse deuten auf Veränderungen in der DNA-Sequenz hin. Bei der HRM Analyse abweichende Proben wurden sequenziert (Sanger-Methode), um mögliche Mutationen zu verifizieren. Es wurden die Grenzregionen zwischen dem MON810-Konstrukt und dem natürlichen Maisgenom analysiert. Diese Regionen werden auch für die GMO-Quantifizierung in der behördlichen GMO-Kontrolle von Maissaatgut verwendet. Sie werden als „event-spezifisch“ bezeichnet (siehe Abbildung 1).

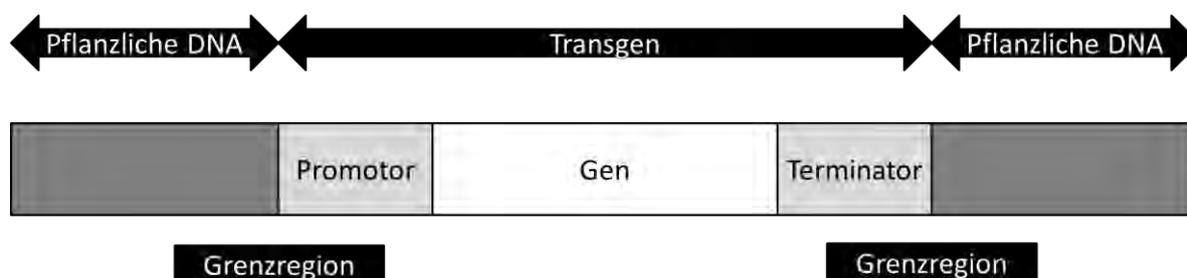


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung eines transgenen Konstrukts in einem pflanzlichen Genom. Die event-spezifischen Regionen (hier als Grenzregionen bezeichnet) wurden für die Analysen der genetischen Stabilität bei MON810 verwendet. Sie liegen exakt am Übergang zwischen dem natürlichen Maisgenom und dem MON810 Transgen.

### Ergebnisse und Diskussion

In einer kürzlich von uns veröffentlichten Studie wurde eine genetische Instabilität des MON810-Konstrukts in einem Stacked Mais Event nachgewiesen (BEN ALI et al. 2014). Bisherige Studien an kommerziellem MON810 Mais als Single Event demonstrierten keine Abweichungen (NEUMANN et al. 2011; LA PAZ et al. 2010). Bei den hier vorgestellten, teilweise noch unveröffentlichten Untersuchungen an Stacked Mais Events konnten weitere Instabilitäten detektiert werden. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der bisher identifizierten Mutationen. Es handelt sich in allen Fällen um heterozygote SNPs in der kodierenden Region am 3' Ende von MON810. Proben mit einem SNP an Position 71 haben neben der Base Cytosin auch Thymin an der betroffenen Position. Im Fall des SNPs an Position 84 weisen Proben neben der Base Cytosin auch Adenin auf. Der SNP an Position 71 wurde in drei verschiedenen MON810 Varietäten nachgewiesen. Er hat keine Auswirkungen auf die kodierte Aminosäuresequenz des Transgens. Im Gegensatz dazu führt der SNP an Position 84 dazu, dass eine zusätzliche Aminosäure, Asparagin, kodiert wird. Dieser SNP wurde in zwei Varietäten detektiert (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht der bisher in MON810 Mais identifizierten Instabilitäten.

Varietät	4421VT3	DKC 26-79	631 RR2/Bt
Anzahl der Proben mit einem SNP an Position 71	2 von 100	2 von 140	6 von 200
Auswirkung von SNP 71 auf die Aminosäuresequenz	Der SNP hat keine Auswirkungen auf die kodierte Aminosäuresequenz. Es handelt sich um eine stille Mutation.		
Anzahl der Proben mit einem SNP an Position 84	1 von 100	1 von 140	0 von 200
Auswirkung von SNP 84 auf die Aminosäuresequenz	Der SNP führt dazu, dass neben Histidin auch Asparagin kodiert wird (bedingt durch die Heterozygotie des SNPs).		
Literatur	Ben Ali et al. 2014	Unveröffentlicht	Unveröffentlicht

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass lediglich Stacked Events Instabilitäten am 3' Ende von MON810 aufweisen. Es müssen jedoch weitere Varietäten analysiert werden, um zu klären, ob das „Stacking“ mit der genetischen Instabilität zusammenhängt. Eine mögliche Ursache für die Instabilitäten in den Stacked Events könnte der 35s-Promotor sein, da dieser in jedem der untersuchten Stacked Events mehrfach vorkommt. Auch der genetische Hintergrund der verwendeten Maispflanzen ist ein wichtiger Einflussfaktor. Auffällig ist außerdem, dass nur bei MON810 Mutationen gefunden wurden (in Stacked Events), nicht aber bei NK603. Das 3' Ende von MON810 scheint ein Hotspot für Mutationen zu sein, da es bereits während der Transformation des MON810-Transgens zu einer Deletion am 3' Ende kam (HERNANDEZ et al. 2003). Aufgrund der Tatsache, dass die Anzahl zugelassener Stacked Events stetig zunimmt, sollte möglichst bald geklärt werden, ob das Stacking von Transgenen die Mutationsrate erhöht.

## **Zusammenfassung**

Seit der Einführung von GVOs im Jahr 1996 sind GVOs drastisch expandiert. Neben der Anzahl von transgenen Pflanzen mit Single Events (enthält nur ein transgenes Konstrukt/Event) steigt vor allem die Anzahl sogenannter Stacked Events, welche mindestens zwei transgene Konstrukte enthalten. Gemäß dem EFSA Leitliniendokument „Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants“ ist es notwendig, dass der transgene Bereich des GVOs stabil ist. Zur genetischen Stabilität von kommerziellen Events gibt es nur sehr wenige Studien. Während bei Stacked Events genetische Instabilitäten bei MON810 identifiziert wurden, ergaben alle bisher durchgeführten Studien am Single Event MON810 keine Hinweise auf eine Instabilität. Es muss daher geklärt werden, ob das „Stacking“ von Transgenen etwas mit der erhöhten Mutationsrate zu tun hat. In diesem Vortrag werden die bisher veröffentlichten Studien sowie aktuelle, noch unpublizierte Forschungsergebnisse zur genetischen Stabilität des Events MON810 vorgestellt, die unterschiedlichen Ergebnisse bewertet und miteinander verglichen.

## **Abstract**

Since its introduction in 1996, the use of commercial genetically modified (GM) crops has drastically expanded. In addition to the number of transgenic plants harboring single events (contains only one transgenic construct/event) increases especially the number of so-called stacked events which contain at least two transgene constructs. According to the EFSA guidance document “Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants”, it is necessary that the introduced transgene is stable. There are very few studies on the genetic stability of commercial GM crops. While stacked events revealed genetic instabilities of MON810, all studies conducted so far on single event MON810 showed no evidence of instability. Therefore, it is important to analyze whether stacking of the transgenes, and the means by which the stacked varieties were created, may be a reason for the increased mutation rate. In this presentation, the previously published studies and current, still unpublished research results on the genetic stability of event MON810 are presented, evaluated, and compared.

## **Literatur**

BEN ALI S-E, MADI ZE, HOCHEGGER R, QUIST D, PREWEIN B, HASLBERGER GA, BRANDES C, 2014: Mutation Scanning in a Single and a Stacked Genetically Modified (GM) Event by Real-Time PCR and High Resolution Melting (HRM) Analysis. *Int J Mol Sci* 15, 19898-19923.  
EFSA GMO PANEL, 2011: Scientific Opinion on Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants. *EFSA Journal* 9, 5, 2150.  
HERNANDEZ M, PLA M, ESTEVE T, PRAT S, PUIGDOMENECH P, FERRANDO A, 2003: A specific real-time quantitative PCR detection system for event MON810 in maize YieldGard based on the 3'-transgene integration sequence. *Transgenic Res* 12, 179–189.  
LA PAZ JL, PLA M, PAPAZOVA N, PUIGDOMÈNECH P, VICIENT CM, 2010: Stability of the MON810 transgene in maize. *Plant Mol Biol* 74, 563–571.  
NEUMANN G, BRANDES C, JOACHIMSTHALER A, HOCHEGGER R, 2011: Assessment of the genetic stability of GMOs with a detailed examination of MON810 using Scorpion probes. *Eur. Food Res. Technol.* 233, 19–30.

## **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Lebensmittelsicherheit, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup> Universität Wien, Department für Ernährungswissenschaften, Althanstraße 14 (UZA II), A 1090 Wien

\* Ansprechpartner: Dr. Christian BRANDES, christian.brandes@ages.at und Sina-Elisabeth Ben Ali (MSc), sina-elisabeth.ben-ali@ages.at

# **Antinutritive Eigenschaften monogastrischer Nutztierrationen: Effekte auf den tierischen Organismus**

## ***Anti-nutritive properties of diets for monogastric livestock species: effects on the animal organism***

Daniel Brugger\*, Wilhelm Windisch und Carmen Fahn

### ***Einleitung***

In Zeiten einer stetig wachsenden Weltbevölkerung und gleichzeitiger Reduktion natürlicher Ressourcen (GERBER et al. 2013) muss sich die moderne Tierproduktion mehr und mehr mit dem Begriff der Bioökonomie befassen. Vereinfacht ausgedrückt geht es um die Steigerung des Anteils der weltweit verfügbaren Futterbiomasse. Dem antinutritiven Potential (ANP) bestehender und potentieller Futtermittel kommt in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung zu.

Die Praktiker sind heute in weitaus stärkerem Maße darauf angewiesen, ihre Viehbestände auf Basis pflanzlicher Futtermittel möglichst bedarfsgerecht zu ernähren. Dabei sind es vor allem pflanzliche Produkte, denen ein nicht zu unterschätzendes ANP innewohnt (BONDI und ALUMOT 1987). Dem wird seitens der Agrarproduktion und -forschung unter anderem durch züchterische und technische Vorbehandlung von Futtermitteln und der Definition von Höchstgrenzen für den Anteil bestimmter Komponenten in Nutztierrationen begegnet. Trotzdem enthalten moderne Nutztierrationen, auch nach Ausschöpfung sämtlicher Maßnahmen („gute fachliche Praxis“) ein antinutritives Restpotential, das sich negativ auf die Umsetzung des Futters im Tier auswirken kann.

### ***Das antinutritive Restpotential in Rationen für monogastrische Nutztiere***

Moderne Rationen für Monogastrier, auf Basis von Getreide und Extraktionsschroten, enthalten ein breites Spektrum an antinutritiven Faktoren (ANF). Dies umfasst insbesondere die löslichen Nichtstärke-Polysaccharide (NSP) (v.a.  $\beta$ -Glucane, Pentosane), Inhibitoren von Verdauungsenzymen (Amylasen und Proteasen), Chelatbildner (v.a. Phytinsäure) und Glukosinolate (BONDI und ALUMOT 1987).

Überraschenderweise ist es in erster Linie die lösliche Fraktion der NSP, die den größten antinutritiven Einfluss verglichen mit der unlöslichen Fraktion hat. Mit einem Anstieg löslicher NSP nimmt die Viskosität des Chymus zu, was sich negativ auf die Passagerate auswirkt. Damit bildet sich ein Nährboden der Mikroben die Ansiedlung im Dünndarm erleichtert (WAGNER und THOMAS 1978). Dies führt einerseits zu verstärkter Konkurrenz um lösliche Nährstoffe an der Darmwand. Andererseits wird pathogenen Erregern der Aufstieg in höhere Darmabschnitte erleichtert. Entsprechende Studien belegen eine höhere Prävalenz für entzündliche Darmerkrankung, beispielsweise durch *E. coli* und *Clostridium perfringens* (PLUSKE et al. 1998, CHOCT et al. 2006). Besonders Getreide können größere Mengen an löslichen NSP enthalten (Gerste 24-40 mg/kg TM lösliche  $\beta$ -Glucane, Roggen 19-45 mg/kg TM lösliche Pentosane), weswegen beispielsweise Höchstmengen an Roggen in Rationen für Monogastrier definiert wurden (max. 20%, KAMPHUES et al. 2009, ROTH 2011).

Alle pflanzlichen Futtermittel enthalten Substanzen, die einen negativen Einfluss auf die Aktivität von Verdauungsenzymen haben. Diese Stoffe lassen sich, neben ihren chemischen Eigenschaften, nach ihrer Spezifität unterteilen. Auf der einen Seite gibt es Faktoren mit indirektem Einfluss, die z.B. durch „Coating“ der Futtermatrix diese dem Zugriff der Enzyme entziehen. Zu dieser Gruppe zählen auch ionische Verbindungen, die Cofaktoren aus den aktiven Zentren der Enzyme verdrängen oder diese binden und so die Interaktion zwischen Enzym und Substrat inhibieren (MORAN 1982). Auf der anderen Seite hat die Koevolution zwischen Tier und Pflanze spezifische Peptidverbindungen hervorgebracht, die bestimmte Verdauungsenzyme mit hoher Spezifität binden und so nachhaltig inhibieren (BUONOCORE und SILANO 1986). Prominenteste Vertreter sind Inhibitoren der  $\alpha$ -Amylase und des Trypsins. Bedenkt man, dass ~75% monogastrischer Rationen aus Stärke und Rohprotein bestehen, wird einem die Tragweite einer Inhibition dieser Enzyme bewusst. Der Effekt auf den tierischen Organismus ist eine erhöhte pankreatische Enzymsekretion infolge eines drastischen Abfalls der Trockenmasseverdaulichkeit. Bei extrem hohen Gehalten an Enzyminhibitoren kommt es zur Pankreas-hypertrophie bzw. -hyperplasie bis hin zu einer ausgeprägten Pankreatitis (MACRI et al. 1977,

LALLÉS und JANSMAN 1998)). In diesen Fällen haben wir es nicht nur mit Leistungseinbußen zu tun, sondern mit einer echten pathologischen Situation mit allen Auswirkungen auf das tierische Wohlbefinden. Unter basalen Bedingungen, also in einer Situation die sich im Rahmen der physiologischen Kompensationskapazitäten bewegt und nicht als pathologisch erachtet werden muss, dürfte die Wirkung in erster Linie in einer verschlechterten Futtermittelverwertung liegen, bedingt durch den erhöhten Aminosäure- und Energiebedarf zur Pankreas- und Gallensekretion. Auch nach Hitzebehandlung von Futtermitteln finden sich noch Restaktivitäten. Grenzwerte sind lediglich für Trypsininhibitoren definiert. Hier gelten Trypsininhibitor-Aktivitäten (TIA) von  $<4,7$  mg/g als optimal (Batterham et al. 1993). Allerdings kommt es auch hier noch zu nachweisbaren Effekten auf die Futtermittelverwertung. Huisman und Tolman (2001) konnten bei Werten von  $\geq 0,5$  mg/g TIA eine Verschlechterung der Futtermittelverwertung nachweisen.

Chelatbildner reduzieren die Mobilität des Mineral- und Spurenelementpools im Magen-Darm-Trakt. Prominentester Vertreter ist die Phytinsäure, die mit Phosphor und divalenten Kationen Komplexe (sog. Phytate) bildet. Pflanzensamen sind reich an Phytinsäure, die im Zuge der Keimung über die native Phytaseaktivität im Korn aufgespalten wird. Im Magen-Darm-Trakt von Nutztieren kommt es jedoch nicht zu nennenswerten Phytaseaktivitäten, weswegen der überwiegende Anteil des Phytats unbehelligt passieren kann. Dabei werden nicht nur die sameneigenen Mineralstoffe der Absorption an der Darmwand entzogen, vielmehr kommt es zur Bindung der zugelegten Mengen an Mineralfutter, weswegen in der Praxis mit hohen Sicherheitsmargen gearbeitet wird (HUMER et al. 2014). Die direkten Folgen der Phytatwirkung auf den Organismus sind also eine herabgesetzte Mineral- und Spurenelementverfügbarkeit. Des Weiteren kommt es unter Umständen zur Beeinträchtigung der Verdauungsleistung durch Interaktion des Phytats mit divalenten Kationen, die als Cofaktoren bestimmter Verdauungsenzyme fungieren. Da Monogastrierrationen in erster Linie aus Samen von Futterpflanzen bestehen sind die Phytatgehalte dementsprechend hoch (60% bis 75% des Gesamtphosphors im Futter sind Phytat-assoziiert, (Roth et al. 2011). Damit dürfte es, gemeinsam mit den löslichen NSP, zu den quantitativ bedeutsamsten Faktoren des antinutritiven Restpotentials praktischer Rationen gehören.

Glukosinolate spielen, insbesondere in Zusammenhang mit dem Einsatz von Rapsextraktionsschrot, eine Rolle. Zwar ist durch intensive züchterische Intervention, die Gesamtmenge dieser ANF im Produkt soweit abgesenkt worden, dass der Einsatz in der Fütterung möglich ist. Dennoch sind die Höchstmengen deutlich zu begrenzen, da immer noch signifikante Glukosinolatgehalte nachweisbar sind. Glukosinolate bzw. deren Metabolite haben eine strumigene Wirkung. Durch die Hemmung der Iodination kommt es, neben Hypertrophie und Hyperplasie der Schilddrüse, zu Fruchtbarkeits- bzw. Entwicklungsstörungen bei wachsenden Tieren (JEROCH et al. 2008). Diese Effekte lassen sich wie bereits erwähnt, durch Einhaltung empfohlener Höchstmengen vermeiden (z.B. max. 5% bei Zuchtsauen, max. 10% bei Mastschweinen, JEROCH et al. 2008). Damit einher geht aber auch die begrenzte Nutzbarkeit der Rapsbiomasse in der Fütterung. Eine weitere Absenkung der Glukosinolatgehalte wäre durchaus von Vorteil für die Nachhaltigkeit der Tierernährung, insbesondere was die Entkopplung der Abhängigkeit von Sojaimporten betrifft.

### ***Möglichkeiten zur Beseitigung des anti-nutritiven Restpotentials in Rationen monogastri-scher Nutztiere***

Wie bereits angesprochen, hat das antinutritive Restpotential der Futtermittel keine pathologische Relevanz, insbesondere bei Einhaltung entsprechender Höchstgrenzen. Dennoch kommt es zur Beeinflussung der Verwertbarkeit der Futterbiomasse.

Eine vielversprechende Möglichkeit der technischen Prozessierung zur weiteren Reduktion von ANF, ist der Einsatz von vorgekeimten Getreide und Leguminosen. Frühere Untersuchungen belegen die positiven Effekte dieser Praxis. Unter Anderem kam es zur deutlichen Reduktion der Phytinsäure und NSP, nicht zuletzt in Roggenkeimlingen (FLAMME et al. 2003). Außerdem erhöhten sich die Eiweißlöslichkeit und die Gehalte an bestimmten Vitaminen. Demzufolge könnten durch ein Vorkeimen von Samen und Körnern, die Mineralstoff- und Eiweißverwertung und damit die Futtermittelverwertung deutlich steigen.

Im Bereich diätetischer Interventionen sind die Möglichkeiten bestimmter Enzympräparate hervorzuheben. Eine Supplementierung des Futters mit Proteasen und Amylasen konnte in einer Vielzahl von Studien eine verbesserte Futtermittelverwertung belegen (z.B. IJI et al. 2003). Eine externe Gabe solcher Enzyme zum Futter hilft dem Organismus Eiweiß und Energie zur Enzymsynthese- und -sekretion zu

sparen und verbessert dadurch die Futtermittelverwertung. Des Weiteren gibt es Enzympräparate, die gezielt gegen ANF vorgehen. Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang Phytat- und NSP-spaltende Enzyme (IJI et al. 2003, WINDISCH 2003).

### ***Erschließung neuer Futterquellen durch Reduktion antinutritiver Eigenschaften pflanzlicher Biomasse***

Das Potential der Reduktion des antinutritiven Restpotentials bestehender Nutztierationen, zur Steigerung des Anteils verfügbarer Futterbiomasse, ist begrenzt. Deshalb muss überlegt werden wie Biomasse, die aufgrund hoher Anteile unverdaulicher oder toxischer Substanzen bisher nicht eingesetzt wurde, verwertbar gemacht werden kann.

Ein Beispiel wäre der Einsatz von Baumwollsaamen in der Fütterung. Aufgrund hoher Gehalte an Gossypol ist der Einsatz derzeit nahezu nicht möglich (SUNILKUMAR et al. 2006). Dasselbe gilt für einheimische Leguminosen wie Garten- und Stangenbohnen. Hohe Gehalte an Phasinen (Phytohemagglutinine) erschweren den Einsatz in der Tierproduktion (LIENER et al. 1976). Durch entsprechende Intervention seitens der Pflanzenzüchtung könnte hier positiv Einfluss genommen werden. Ein weiterer interessanter Ansatz ist eine technische Fraktionierung wertvoller Rohstoffe. Beispielsweise könnte durch eine einfache Säurefällung des Rohproteinanteils in Presssaft aus Grünlandschnitt eine Eiweißquelle erschlossen werden, die bisher nur den Wiederkäuern zugänglich war (NADLER et al. 2013).

### ***Zusammenfassung***

Futtermischungen für Monogastrier enthalten, auch nach Ausschöpfung sämtlicher Maßnahmen nach guter fachlicher Praxis, immer noch ein antinutritives Restpotential. Eine Möglichkeit den Anteil verfügbarer Futterbiomasse zu erhöhen, wäre in der Steigerung der Verdaulichkeit der bestehenden Futtergrundlage durch weitestgehende Reduktion dieses Restpotentials zu sehen. Zudem muss der Blick für die Erschließung neuer Futterquellen geschärft werden, die bisher aufgrund ihrer unverdaulichen oder toxischen Eigenschaften nicht eingesetzt werden konnten.

### ***Abstract***

Feed for monogastric species contains anti-nutritive residuals even after state-of-the-art processing. Reduction of this residual potential would be one possibility to increase feed efficiency. Furthermore, new feed sources must be developed by reduction of anti-nutritive properties, which currently exclude the use of certain plant products in livestock feeding.

### ***Literatur***

- BATTERHAM, E.S., SAINI, H.S., ANDERSEN, L.M., BAIGENT, R.D. 1993. Tolerance of growing pigs to trypsin and chymotrypsin inhibitors in chickpeas (*Cicer arietinum*) and pigeonpeas (*Cajanus cajari*). *J. Sci. Food Agric.* 61:151 - 211.
- BONDI A, ALUMOT E. 1987. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs and their effects on livestock. *Prog. Food Nutr. Sci.* 11:115 - 151.
- BUONOCORE, V., SILANO, V. 1986. In: Fiedman, M. (Ed.), *Biochemical Nutritional Toxicological Significance of Enzyme Inhibitors in Foods*. Plenum Press, New York.
- CHOCT, M., SINLAE M., AL-JASSIM A.M., PETTERSSON, D. 2006. Effects of xylanase supplementation on between-bird variation in energy metabolism and the number of *Clostridium perfringens* in broilers fed a wheat-based diet. *Aust. J. Agric. Res.* 57:1017-1021
- FLAMME, W., KURPJUN, C.H., SEDDIG, S., JANSEN, G., JÜRGENS, H.-U. 2003. Gekeimte Samen als Futtermittel – Analytik. Bundesprogramm Ökologischer Landbau. BÖL-Bericht-ID 13457.
- GERBER PJ, STEINFELD H, HENDERSON B, MOTTET A, OPIO C, DIJKMAN J, FALCUCCI A, TEMPIO G. 2013. Tackling climate change through livestock - A global assessment of emissions and mitigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

- HUISMAN, J., TOLMAN, G.H. 2001. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: Garnsworthy PC, Wiseman J, editor(s). Recent developments in pig nutrition 3. Nottingham (UK): Nottingham University Press. 261 - 322.
- HUMER, E., SCHWARZ, C., SCHEDLE, K. 2014. Phytate in pig and poultry nutrition. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* DOI: 10.1111/jpn.12258.
- IJI, P.A., KHUMALO, K., SLIPPERS, S., GOUS, R.M. 2003. Intestinal function and body growth of broiler chickens fed on diets based on maize dried at different temperatures and supplemented with a microbial enzyme. *Reprod. Nutr. Dev.* 43: 77-90.
- JEROCH, H., DROCHNER, W., SIMON, O. 2008. Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KAMPHUES, J., COENEN, M., IBEN, C., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O., WANNER, M., ZENTEK, J. 2009. Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 11. Auflage, M.&H. Schaper, Hannover.
- LALLÉS, J.P., JANSMAN, A.J.M. 1998. Recent progress in the understanding of the mode of action and effects of antinutritional factors from legume seeds in non-ruminant farm animals. In: Jansman AJM, Hill GD, Huisman J, van der Poel AFB, editor(s). Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseeds. Wageningen: Wageningen Pers. 219 - 232.
- LIENER, I.E. 1976. Phytohemagglutinins. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 27: 291-319.
- MACRI, A., PARLAMENTI, R., SILANO, V., VALFRE, F. 1977. Adaption of the domestic chicken, *Gallus domesticus*, to continuous feeding of albumin amylase inhibitors from wheat flour as gastro-resident microgranules. *Poult. Sci.* 56:434-441.
- MORAN, E.T. 1982. Starch digestion in fowl. *Poult. Sci.* 61:1257-1267.
- NADLER, C., BRUGGER, D., WINDISCH, W. 2013. Grünlandbiomasse als Rohstoff für die Extraktion hochwertiger Futterproteine für Monogastrier? 12. BOKU Symposium. 83-87.
- PLUSKE J.R., DURMIC Z., PETHICK D.W., MULLAN, B.P., HAMPSON, D.J. 1998. Confirmation of the role of rapidly fermentable carbohydrates in the expression of swine dysentery in pigs after experimental infection. *J. Nutr.* 128: 1737-1744.
- ROTH, F.X., SCHWARZ, F.J., STANGL, G.I. 2011. Tierernährung. 13. Auflage, DLG Verlag, Frankfurt a. M.
- SUNILKUMAR, G., CAMPBELL, L.A.M., PUCKHABER, L. STIPANOVIC, R.D. RATHORE, K.S. 2006. *PNAS* 103: 18054-18059.
- WAGNER D.D., THOMAS O.P. 1978. Influence of diets containing rye or pectin on the intestinal flora of chicks. *Poult. Sci.* 57:971-975.
- WINDISCH, W.M. 2003. Effect of microbial phytase on the bioavailability of zinc in piglet diets. *Proc Soc Nutr Physiol.* 12:33.

### ***Adressen der Autoren***

Lehrstuhl für Tierernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung Landnutzung und Umwelt, Technische Universität München

\* Ansprechpartner: Daniel BRUGGER, M.Sc., [daniel.brugger@wzw.tum.de](mailto:daniel.brugger@wzw.tum.de)

# Einfluss einer druckhydrothermischen Behandlung des Einzelfuttermittels Mais auf die zootechnischen Leistungen beim Broiler

## *Influence of a hydrothermal treatment of maize, on zootechnical performance of broilers*

Reinhard Puntigam, Karl Schedle und Martin Gierus\*

### **Einleitung**

Mais deckt mit einem Rationsanteil von bis zu 70% in der Broilerfütterung ca. zwei Drittel des Bedarfes an umsetzbarer Energie (ME) und 20% der erforderlichen Proteinmenge (COWIESON 2004). Um die Nutzungseffizienz dieser Einzelkomponente zu steigern, besteht die Möglichkeit hydrothermische Behandlungen in Kombination mit Druck (HTST-Technologien, **high temperature, short time**) anzuwenden (ABDOLLAHI et al. 2010). Mittels moderatem Energieeintrag, unter Nutzung der Konditionierung und Expandierung, kann einerseits eine gesteigerte Hygienisierung (Abbau von antinutritiven Inhaltsstoffen - ANF), wie auch andererseits, über den erhöhten Aufschlusseffekt der Stärke, eine verbesserte Nährstoffverfügbarkeit, wie auch -verdaulichkeit, maisbasierender Rationen erreicht werden (LUNDBLAD et al. 2011). Daraus resultierend kann ein Anstieg der umsetzbaren Energie von bis zu 10% nachgewiesen werden (GRACIA et al. 2009). Dieser erfordert jedoch eine Anpassung des Aminosäuren : Energieverhältnisses, um das genetische Leistungspotential der Broiler optimal auszunutzen. Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit bestand darin, den Einfluss einer druckhydrothermischen Behandlung des Einzelfuttermittels Mais, unter Anpassung des Idealproteins, sowohl auf die Mast- als auch die Schlachtleistungen beim Broiler zu untersuchen.

### **Material und Methoden**

Für den vorliegenden Fütterungsversuch wurden, wie im Versuchsdesign ersichtlich (Tabelle 1), 384 gesunde Eintagsküken (Ross 308, Lebendgewicht:  $44 \pm 0,14$ g) beiden Geschlechtes, in 24 Boxen zu je 16 Tieren, in der Geflügelversuchsstation Wimitz (Äußere Wimitz, A-9311 Kraig) randomisiert aufgestellt. Die Versuchsdauer erstreckte sich über einen Zeitraum von 38 Tagen, wobei eine praxisübliche 3-Phasenfuttermischung (Starterfutter (1.-8. Masttag): 12,35 MJ AME<sub>N</sub>/kg TM, Growerfutter (9.-22. Masttag): 12,80 MJ AME<sub>N</sub>/kg TM und Finisherfutter (23.-38. Masttag): 12,70 MJ AME<sub>N</sub>/kg TM) zum Einsatz kam. Versuchsgruppe 1 wies im Gegensatz zu den Versuchsgruppen 2 (kurzzeitkonditioniert und expandiert), sowie 3 und 4 (langzeitkonditioniert und expandiert) unbehandelten Mais auf. In Versuchsgruppe 4 wurde, unter Annahme eines 10%-igen Anstieges des ME-Gehaltes, verursacht durch die druckhydrothermische Behandlung des Maises, eine Anpassung des Aminosäuren : Energieverhältnisses, unter Aufrechterhaltung des Idealproteins, vorgenommen. Für die Zerkleinerung, des sowohl unbehandelten, als auch behandelten Maises (Amandus Kahl GmbH & Co KG, OEK 15.2) kam eine Hammermühle (Lochsieb: 2 mm) zum Einsatz. Neben den wichtigsten Mast- und Schlachtleistungsparametern, wurde eine Erhebung der Teilstückgewichte, wie auch der Organgewichte vorgenommen.

Tabelle 1: Versuchsdesign

Versuchsgruppe	1	2	3	4
Mais	unbehandelt	expandiert	expandiert	expandiert
Vorkonditionierdauer	-	60 sec	1080 sec	1080 sec
Spez. Energieeintrag - Expander	-	45 kWh/t	46 kWh/t	46 kWh/t
Aminosäuren-Zulage	normal	normal	normal	erhöht <sup>1)</sup>
Tiere, n	16	16	16	16
Boxen, n	6	6	6	6

<sup>1)</sup> unter Annahme einer Steigerung der ME um 10 %

## Ergebnisse und Diskussion

An Hand der in Tabelle 2 veranschaulichten Mast- und Schlachtleistungsergebnisse konnte nachgewiesen werden, dass eine moderate druckhydrothermische Behandlung der Einzelkomponente Mais, in einer signifikanten Steigerung der täglichen Zunahmen, wie auch der Futtermittelverwertung, sowohl in der Starter-, als auch in Growerphase, resultiert. Diese Ergebnisse konnten durch Studien von MARSMAN et al. (1997), sowie ZIMONJA et al. (2007) und FILIPOVIC et al. (2010) bestätigt werden und finden ihre Begründung in einer gesteigerten Nährstoffverdaulichkeit. Die Mastleistungen der Finisherphase stellen auf Grund durchgeführter Probennahmen keine Repräsentativität dar und werden daher nicht weiter angeführt. Ebenso konnte im Bereich der Schlachtleistung eine signifikante Steigerung der Ausschachtung, auf Grund der druckhydrothermischen Futtermittelbehandlung, beobachtet werden. KIDD et al. (2005) konnten diesen Leistungsanstieg, auf Basis einer intensiveren druckhydrothermischen Behandlung nicht nachweisen. Betrachtet man den relativen Anteil des Abdominalfettes, so wird ersichtlich, dass dieser mit zunehmender Behandlungsintensität ansteigt und mittels adäquater Aminosäureergänzung (Versuchsgruppe 4) verringert werden kann. Jedoch spiegelte sich diese Ergänzung, im Gegenansatz zu einer Studie von BERRI et al. (2007), nicht in einem erhöhten Brustgewicht, wieder.

Tabelle 2: Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistungen, sowie der Teilstück- und Organgewichte

Mast- und Schlachtleistungen der Mastperiode (1. – 28. d)	Versuchsgruppen				SEM	p-Wert
	1	2	3	4		
	Tägliche Futtermittelaufnahme (g/d)					
Starterphase	26	27	27	26	0,26	0,4893
Growerphase	88	87	88	88	0,84	0,9517
	Tägliche Zunahmen (g/d)					
Starterphase	15 <sup>b</sup>	17 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	0,27	0,0013
Growerphase	53 <sup>b</sup>	57 <sup>ab</sup>	59 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>	0,99	0,0017
	Futtermittelverwertung (g/g)					
Starterphase	1,77 <sup>a</sup>	1,54 <sup>b</sup>	1,58 <sup>b</sup>	1,52 <sup>b</sup>	0,02	0,0006
Growerphase	1,65 <sup>a</sup>	1,52 <sup>ab</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,43 <sup>b</sup>	0,02	0,0051
Ohne Darm Ware warm (g)	1898 <sup>a</sup>	1964 <sup>a</sup>	1973 <sup>a</sup>	2007 <sup>a</sup>	22,46	0,3973
Grillfertige Ware (g)	1688 <sup>a</sup>	1758 <sup>a</sup>	1759 <sup>a</sup>	1800 <sup>a</sup>	20,62	0,2959
Ausschlachtung (%)	79,69 <sup>b</sup>	80,67 <sup>a</sup>	80,95 <sup>a</sup>	80,73 <sup>a</sup>	0,09	<0,0001
	Gewichte in % der grillfertigen Ware					
Brustgewicht	31,80 <sup>a</sup>	31,41 <sup>a</sup>	32,50 <sup>a</sup>	32,36 <sup>a</sup>	0,59	0,8569
Abdominalfett	1,90 <sup>b</sup>	2,22 <sup>a</sup>	2,27 <sup>a</sup>	2,10 <sup>ab</sup>	0,60	0,0229
Magen	1,75 <sup>a</sup>	1,5 <sup>ab</sup>	1,47 <sup>b</sup>	1,37 <sup>b</sup>	0,42	0,0003
Leber	2,73 <sup>ab</sup>	2,65 <sup>b</sup>	2,79 <sup>ab</sup>	2,87 <sup>a</sup>	0,32	0,0081

\* p-Wert < 0,05 = signifikant

Speziell die Organgewichte werden im Zusammenhang mit genannter Futtermittelbehandlung, in der Literatur sehr vielfältig und kontrovers diskutiert. Angeführte Ergebnisse, wonach das Magengewicht mit zunehmender Behandlungsintensität signifikant sinkt, lassen einen ähnlichen Schluss, wie eine Studie nach MUSA et al. (2006), zu. Die Expanderbehandlung kann in einer verringerten Partikelgröße des Futtermittels resultieren, welche einen reduzierten Stimulus des Muskelmagens zur Folge hat, wodurch wiederum der Anteil an ausgeprägtem Muskelgewebe sinkt. GONZÁLEZ-ALVARADO et al. (2007) führt den ebenfalls erzielten signifikanten Anstieg des Lebergewichtes auf den viskositäts-

steigernden Gehalt an löslicher Faser, auf Grund der Expanderbehandlung, zurück. Dieser nimmt Einfluss auf die Sekretion an Gallensäure und steigert so das Lebergewicht.

### **Zusammenfassung**

Auf Basis des Fütterungsversuches konnte nachgewiesen werden, dass mit dem Einsatz einer druckhydrothermischen Behandlung der Einzelkomponente Mais eine gesteigerte Mast- und Schlachtleistung beim Broiler erzielt werden kann. Ebenso konnte gezeigt werden, dass eine Aminosäureergänzung, zur Aufrechterhaltung des Idealproteins, in einem verringerten Anteil an Abdominalfett resultiert. Um das steigende genetische Leistungspotential der Broiler zukünftig noch effizienter auszuschöpfen, sollten mögliche Aminosäureschädigungen in der Rationskalkulation einfließen.

### **Abstract**

Based on data obtained from a feeding trial with broilers it can be concluded that the use of hydrothermic treatment of maize results in an increased growth and carcass performance of broilers. Furthermore it can be stated that the addition of amino acids, to comply with the ideal protein concept, reduces the amount of abdominal fat. In order to use the increasing genetic potential of broilers more efficiently in the future, the calculation of amino acid supplementation needs to consider the heat damage in the ration of broilers in further experiments.

### **Literatur**

- ABDOLLAHI M. R., RAVINDRAN, V., WESTER, T. J., RAVINDRAN, G., THOMAS, D. V., 2010: Influence of conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy, ileal digestibility of starch and nitrogen and the quality of pellets, in broiler starters fed maize- and sorghum-based diets. *Animal Feed Science and Technology* 162, 106–115.
- GRACIA, M. I., LÁZARO, R., LATORRE, M. A., MEDEL, P., ARANÍBAR, M. J., JIMÉNEZ-MORENO, E., MATEOS, G. G., 2009: Influence of enzyme supplementation of diets and cooking–flaking of maize on digestive traits and growth performance of broilers from 1 to 21 days of age. *Animal Feed Science and Technology* 150, 303–315.
- BERRI, C., BESNARD, J., RELANDEAU, C., (2007): Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat. *Poultry Science* 87, 480–484.
- COWIESON A. J., 2004: Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. *Animal Feed Science and Technology* 119, 293–305.
- FILIPOVIC, S., SAKAC, M., KORMANJOS, S., OKANOVIC, D., SACKOVIC, T., FILIPOVIC, N., 2010: The influence of corn extrusion in chicken diet. *Archiva Zootechnica* 13, 1, 30–38.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M., JIMÉNEZ-MORENO, E., LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. (2007): Effects of cereal, heat processing, and fiber on productive performance and digestive traits of broilers. *Poultry Science* 86, 1705–1715.
- KIDD, T. M., CORZO, A., HILL, S. M. ZUMWALT, C. D. ROBINSON, E. H., DOZIER, W. A., 2005: Growth and meat yield responses of broilers provided feed subjected to extrusion cooking. *Journal of applied poultry research* 14, 536–541.
- LUNDBLAD, K. K., ISSA, S., HANCOCK, J. D., BEHNKEC, K. C., MCKINNEY, L. J., ALAVIC, S., PRESTLØKKENA, E., 2011: Effects of steam conditioning at low and high temperature, expander conditioning and extruder processing prior to pelleting on growth performance and nutrient digestibility in nursery pigs and broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 169, 208–217.
- MARSMAN, G. J. P., GRUPPEN, H., VAN DER POEL, A. F. B. KWAKKEL, R. P., VERSTEGEN, M. W. A., VORAGEN, A. G. J., 1997: The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poultry Science* 76, 864–872.
- MUSA, H. H. CHEN, G. H., CHENG, J. H. LI, B. C., 2006: Study on carcass characteristics of chicken breeds raised under the intensive condition. *Poultry Science* 5, 530–533.
- ZIMONJA, O., STEVNEBØ, A., SVIHUS, B., 2007: Nutritional value of diets for broiler chicken as affected by fat source, amylose level and diet processing. *Journal of Animal Science* 87, 553–562.

### **Adressen der Autoren**

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE), Muthgasse 11, A 1190 Wien

\* Ansprechpartner: Univ. Prof. Dr. Martin GIERUS, martin.gierus@boku.ac.at

# Einsatz exogener Enzyme in der Wiederkäuerfütterung

## *Use of exogenous enzymes in ruminant nutrition*

Mirko Deml\*, Carmen Fahn und Wilhelm Windisch

### **Einleitung**

Die Verdauung beim Wiederkäuer beruht in erster Linie auf der Fermentation des Futters im Pansen. Dieser Vorgang macht es dem Wiederkäuer möglich, nicht-essbare Biomasse in essbare zu transformieren. Die Fermentation im Pansen wird jedoch durch die chemischen Eigenschaften des Futters beschränkt. Futterzusatzstoffe können eine Möglichkeit sein, die Futtermittelverwertung von Wiederkäuern zu verbessern. Eine Steigerung der Faserverdauung wäre in Zeiten der Nahrungsmittelkonkurrenz als besonders vorteilhaft einzustufen. Um dieses Ziel zu erreichen, lag in der Vergangenheit ein Hauptaugenmerk auf Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) spaltenden Enzymen. Eine weitere Möglichkeit, die Leistung der Tiere zu verbessern bzw. die Faserverdaulichkeit zu steigern, könnte der Einsatz einer exogenen Amylase sein. Dies zeigt eine Reihe jüngerer Untersuchungen. So konnte z. B. durch den Einsatz einer exogenen Amylase die Trockenmasseverdaulichkeit bei Milchkühen erhöht werden (Gencoglu et al., 2010; McCarthy et al., 2013). Eine gesteigerte NDF-Verdaulichkeit konnte ebenfalls in einigen Studien nachgewiesen werden (Tricarico et al., 2008; Klingerman et al., 2009; DiLorenzo et al., 2011; Weiss et al., 2011; McCarthy et al., 2013). Auch eine Erhöhung der Milchleistung durch den Einsatz einer Amylase wurde beobachtet (DeFrain et al., 2005; Klingerman et al., 2009). Allerdings ist der Wirkmechanismus, besonders die gesteigerte NDF-Verdaulichkeit betreffend, noch nicht genau bekannt. Eine Möglichkeit stellt die sog. „cross feeding“ Strategie dar, bei der durch die Amylase bestimmte Mikroorganismen gefördert werden, welche selbst nicht über eine Amylase-Aktivität verfügen (Tricarico et al., 2008). Somit könnten faserspaltende Bakterien von den Abbauprodukten, die durch die Amylase im Pansen entstehen, profitieren und somit zu einer gesteigerten NDF-Verdaulichkeit beitragen. Auch eine erhöhte Stärkeverdaulichkeit und somit mehr verfügbare Energie im Pansen könnte zu dem Anstieg in der NDF-Verdaulichkeit führen. Eine gesteigerte ruminale Stärkeverdaulichkeit durch den Einsatz einer exogenen Amylase konnte jedoch *in vivo* bisher nur einmal nachgewiesen werden (Nozière et al., 2014). Aus diesem Grund wurde ein Versuch mit einer Amylase und einer Protease an pansenfistulierten Tieren durchgeführt und überprüft, wie einzelne Futtermittel und Nährstoffe unter den verschiedenen Behandlungen im Pansen abgebaut werden.

### **Material und Methoden**

Der Versuch wurde an acht trockenstehenden, pansenfistulierten Holstein Kühen durchgeführt. Alle Tiere wurden folgenden Behandlungen unterzogen: Kontrolle (Kon): keine Enzymzulage; Zulage von Amylase (Amy): 300 Amylase-Units (AU)/kg Trockenmasse (T); Zulage von Protease (Prot): 15000 Protease-Units (PU)/kg T; Kombination der beiden Enzympräparate (Amy+Prot): 150 AU + 7500 PU/kg T<sup>2</sup>. Die Enzyme wurden direkt vor der Fütterung in die Ration eingemischt. Die Versuchstiere wurden als Lateinisches Quadrat (2×4×4) in vier Durchgängen eingesetzt. Während jedes Durchgangs erhielten jeweils zwei Tiere dieselbe Behandlung. Anschließend wurden die Behandlungen getauscht, so dass jedes Tier jede der vier Behandlungen einmal erhielt. Jeder Messperiode ging eine 21-tägige Adaptationsphase voraus. Nach Abschluss jeder Messphase erfolgte eine 8-tägige Phase ohne jegliche Enzymsupplementierung. Die tägliche Futteraufnahme lag bei 7,0 kg T. Die Ration bestand aus 49 % Maissilage, 20 % Körnermais, 15 % Grassilage, 6 % Sojaextraktionsschrot und 10 % Heu. Die Ration wurde den Tieren täglich zu zwei gleichen Teilen um 7.00 Uhr und 16.00 Uhr vorgelegt. Die Bestimmung der ruminalen Abbaubarkeit erfolgte anhand der Nylon-Beutel-Technik (Ørskov und McDonald, 1979). Dazu wurden Futterproben (4 g T) in Nylon-Beutel eingewogen und unmittelbar vor der Morgenfütterung für 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 24 und 48 Stunden im Pansen inkubiert. Anschließend wurden die Beutel gewaschen, getrocknet und zurückgewogen. Zur Bestimmung der Auswaschverluste wurden zusätzlich Beutel dem Waschvorgang unterzogen, ohne vorherige Inkubation im Pansen. Des Weiteren wurden Pansensaftproben von den Tieren zu folgenden Zeitpunkten gewonnen: unmittelbar vor der Morgenfütterung und 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 9 Stunden nach der Fütterung. Die Probenentnahme erfolgte mit Hilfe einer Sonde durch die Pansenfistel. Die Proben dienten zur Ermittlung des pH-

Wertes, des Ammoniak-Stickstoffs (NH<sub>3</sub>-N) und der flüchtigen Fettsäuren (FFS). Die scheinbare Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe bzw. Nährstoffgruppen wurde anhand der Indikatormethode berechnet. Als Indikator diente Titandioxid. Hierzu wurden an den letzten sieben Tagen der Messperiode Kotproben gesammelt. Diese wurden anschließend getrocknet und gemahlen. Die Analyse der Rohnährstoffe wurde mittels Weender Futtermittelanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse wurden einer Varianzanalyse mit anschließendem Duncan-Test unterzogen. Gegenstand der Varianzanalyse waren signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Behandlungen. Das Signifikanzniveau lag bei  $p < 0,05$ .

<sup>2</sup> 1AU = Menge an Enzym, die 6  $\mu$ mol p-Nitrophenol pro Minute von 1,86 mM Ethyliden-G7-p-Nitrophenyl-Maltoheptaosid bei pH 7,0 und 37 °C freisetzt; 1 PU = Menge an Serin Protease, die 1  $\mu$ mol p-Nitroanilin (pNA) pro Minute von 1 mM Suc-Ala-Ala-Pro-Phe-pNA (C<sub>30</sub>H<sub>36</sub>N<sub>6</sub>O<sub>9</sub>) Substrat bei pH 9,0 und 37 °C freisetzt)

## Ergebnisse und Diskussion

In dem Versuch konnte gezeigt werden, dass die Zulage einer Kombination der beiden Enzympräparate zu einem gesteigerten Trockenmasseabbau bei Maissilage und Körnermais führte (siehe Tabelle 1). Der Trockenmasseabbau der anderen Futtermittel der eingesetzten Ration wurde durch die Amylase-Protease-Behandlung nicht beeinflusst. Die reine Amylase-Behandlung hatte keinen Effekt auf den Trockenmasseverlust der überprüften Futtermittel.

Tabelle 1: Trockensubstanzverluste (%) der Kontrolle und der Amylase-Protease-Kombination von Maissilage und Körnermais

Futtermittel	Behandlung	1h	2h	3h	4h	5h	6h	9h	12h	24h	48h
Maissilage	Kon	27.88 <sup>b</sup>	27.86 <sup>b</sup>	29.83 <sup>b</sup>	30.36 <sup>b</sup>	32.73 <sup>b</sup>	34.59	37.77 <sup>b</sup>	42.88 <sup>b</sup>	59.40 <sup>b</sup>	75.58
	Amy+Prot	32.46 <sup>a</sup>	31.82 <sup>a</sup>	33.87 <sup>a</sup>	33.27 <sup>a</sup>	37.17 <sup>a</sup>	35.65	41.67 <sup>a</sup>	47.66 <sup>a</sup>	62.47 <sup>a</sup>	75.81
	SEM	1.42	1.36	1.19	1.38	1.69	1.84	1.66	1.72	1.68	1.54
Körnermais	Kon	28.15 <sup>b</sup>	30.17 <sup>b</sup>	31.92 <sup>b</sup>	33.30 <sup>b</sup>	35.18 <sup>b</sup>	36.81 <sup>b</sup>	41.31 <sup>b</sup>	46.34 <sup>b</sup>	67.40 <sup>b</sup>	94.48
	Amy+Prot	30.17 <sup>a</sup>	32.25 <sup>a</sup>	35.09 <sup>a</sup>	35.06 <sup>a</sup>	37.21 <sup>a</sup>	38.80 <sup>a</sup>	43.84 <sup>a</sup>	49.80 <sup>a</sup>	71.17 <sup>a</sup>	93.60
	SEM	0.59	0.41	0.69	0.77	0.65	0.73	0.77	1.21	1.96	1.31

(SEM: Standardfehler der Mittelwerte; unterschiedliche Hochbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen)

Bei der Überprüfung der pansenphysiologischen Parameter pH-Wert und NH<sub>3</sub>-N im Pansensaft konnten keine Unterschiede zwischen den Behandlungen festgestellt werden. Die untersuchten FFS (Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure und Valeriansäure) zeigten ebenfalls keine Unterschiede, weder die Einzelmenge, noch die Gesamtheit oder das Acetat-Propionat-Verhältnis. Die mit Hilfe der Indikatormethode bestimmte scheinbare Verdaulichkeit der T und der einzelnen Nährstoffe zeigte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Dabei könnte die niedrige Futteraufnahme und eine damit verbundene niedrige Passagerate eine Rolle spielen. Um Effekte auf die Gesamtverdaulichkeit zu messen, wäre eine höhere Futteraufnahme sowie Tiere im Leistungsstoffwechsel den trockenstehenden vorzuziehen. Die beobachteten Effekte bei der Maissilage und dem Körnermais könnten auf einen gesteigerten Stärkeabbau im Pansen durch die Kombination beider Enzyme hinweisen, da gerade bei Mais der Zugang der Stärke durch eine Matrix aus Proteinen und NSP erschwert sein kann (Larson und Hoffman, 2008). Dieser gesteigerte Stärkeabbau könnte, wie bereits einleitend erwähnt, ein Grund für die bei anderen Untersuchungen beobachtete gesteigerte NDF-Verdaulichkeit durch eine Amylase Zulage sein.

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Versuch wurden acht trockenstehende, pansenfistulierte Kühe verwendet, um den Trockensubstanzabbau anhand der Nylon-Beutel-Technik unter dem Einsatz exogen zugeführter Enzyme (Amylase, Protease) zu untersuchen. Die Tiere wurden folgenden Behandlungen unterzogen: Kontrolle, Zulage von Amylase, Zulage von Protease und Zulage einer Kombination aus beiden Präparaten. Die Kombination der beiden Enzyme führte zu einem gesteigerten Trockenmasseabbau bei

Maissilage und Körnermais. Die Enzymzulagen hatten keinen Effekt auf die übrigen Komponenten der TMR (Grassilage, Heu und Sojaextraktionsschrot). Des Weiteren hatte keine der eingesetzten Behandlungen einen Effekt auf die pansenphysiologischen Parameter und auf die Gesamtverdaulichkeit.

### **Abstract**

Eight non-lactating rumen-fistulated cows were used to study rumen dry matter degradability according to the *in situ*-method with the aid of exogenous enzymes (amylase, protease) with following treatments: control, addition of amylase, addition of protease and addition of amylase and protease. The combination of both enzymes resulted in accelerated ruminal degradation of maize silage and grain maize. The remaining components of the TMR (grass silage, hay, and soybean meal) were not affected by one of the enzyme treatments. Furthermore, neither the rumen physiological parameters nor the total-tract digestibility were affected by one of the treatments.

### **Literatur**

- DeFRAIN J M, HIPPEN A R, KALSCHUR K F, TRICARICO J M, 2005. Effects of dietary  $\alpha$ -amylase on metabolism and performance of transition dairy cows and. J. Dairy Sci. 88, 4405-4413.
- DiLORENZO N, SMITH D R, QUINN M J, MAY M L, PONCE C H, STEINBERG W, ENGSTROM M A, GALYEAN M L, 2011. Effects of grain processing and supplementation with exogenous amylase on nutrient digestibility in feedlot diets. Livest. Sci. 137, 178-184.
- GENCOGLU H, SHAVER R D, STEINBERG W, ENSINK J, FERRARETTO L F, BERTICS S J, LOPES J C, AKINS M S, 2010. Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance in dairy cows. J. Dairy Sci. 93, 723-732.
- KLINGERMAN C M, HU W, McDONELL E E, DerBEDROSIAN M C, KUNG Jr. L, 2009. An evaluation of exogenous enzymes with amylolytic activity for dairy cows. J. Dairy Sci. 92, 1050-1059.
- LARSON J, HOFFMAN P C, 2008. *Technical note*: A method to quantify prolamin proteins in corn that are negatively related to starch digestibility in ruminants. J. Dairy Sci. 91, 4834-4839.
- McCARTHY M M, ENGSTROM M A, AZEM E, GRESSLEY T F, 2013. The effect of an exogenous amylase on performance and total-tract digestibility in lactating dairy cows fed a high-byproduct diet. J. Dairy Sci. 96, 3075-3048.
- NOZIERE P, STEINBERG W, SILBERBERG M, MORGAVI D P, 2014. Amylase addition increases starch ruminal digestion in first-lactation cows fed high and low starch diets. J. Dairy Sci. 97, 2319-2328.
- ØRSKOV E R, McDONALD I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., Camb. 92, 499-503.
- TRICARICO J M, JOHNSTON J D, DAWSON K A, 2008. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae*  $\alpha$ -amylase. Anim. Feed Sci. Technol. 145, 136-150.
- WEISS W P, STEINBERG W, ENGSTROM M A, 2011. Milk production and nutrient digestibility by dairy cows when fed exogenous amylase with coarsely ground dry corn. J. Dairy Sci. 94, 2492-2499.

### **Adresse der Autoren**

Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München, Liesel-Beckmann-Straße 2, 85354 Freising-Weihenstephan

\* Ansprechpartner: Mirko DEML M.Sc, mirko.deml@wzw.tum.de

# Einsatz von Körnerhirse in der Schweinefütterung

## *Use of sorghum grain in pig feeding*

Wolfgang Wetscherek

### **Einleitung**

In den letzten Jahren wurde der Einsatz von Körnerhirse in der Schweinemast als Alternative zur Verfütterung von Körnermais in der Steiermark zum Thema. Dadurch kann eine Auflockerung der Fruchtfolge erreicht werden.

In der Literatur wird der Körnerhirse im Vergleich zum Körnermais ein etwas geringerer Gehalt an Umsetzbarer Energie zugeschrieben. Im Durchschnitt liegt der Rohproteingehalt um etwa 2,5% höher als beim Körnermais. Bei den wichtigen essentiellen Aminosäuren muss der geringere Lysingehalt hervorgehoben werden. Dieser lässt sich aber problemlos mit einer Lysinergänzung über die Mineralstoffmischung oder über das Eiweißkonzentrat ausgleichen.

Literaturangaben zeigen für Lysin, Methionin und Threonin eine um etwa 6% schlechtere standardisierte ileale Verdaulichkeit der Körnerhirse gegenüber dem Körnermais. Daher ist bei der Aufnahme von Körnerhirse in die Schweinemastrationen unbedingt eine Kalkulation auf der Basis von verdaulichen Aminosäuren durchzuführen, weil sonst die Aminosäurenversorgung falsch eingeschätzt wird. Bezüglich der übrigen Nährstoffe muss mit einem geringeren Rohfett- und Stärkegehalt gerechnet werden.

### **Material und Methoden**

#### **Ferkelaufzucht**

Im Rahmen des vorliegenden Versuches wurden 48 Ferkel (F1 Kreuzungstiere der Rassen Weißes Edelschwein x Pietrain) von 8 Zuchtsauen ausgewählt und auf die vier Gruppen aufgeteilt. Dabei wurde auf eine gleichmäßige Verteilung von Geschlecht, Wurf und Gewicht geachtet. Jeweils 6 Tiere pro Box wurden in einem vollklimatisierten Stall mit Teilspaltenboden gehalten und mit mehligem Futtermischungen über Futterautomaten ad libitum versorgt.

Alle Ferkel wurden mit vier Wochen abgesetzt und bekamen zwei Wochen ein einheitliches Ferkelabsetzfutter. Erst das Ferkelaufzuchtfutter unterschied sich in der Höhe des Körnerhirseeinsatzes von 0%, 30%, 50% und 70% im Austausch gegen Mais und Gerste (Tabelle 1). Die Futtermischungen wurden isoenergetisch und auf gleichem Gehalt an verdaulichen essentiellen Aminosäuren kalkuliert.

Tabelle 1: **Versuchsplan**

<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	<b>Gruppe 3</b>	<b>Gruppe 4</b>
<i>Kontrollmischung mit 0% Körnerhirse</i>	<i>Versuchsmischung mit 30% Körnerhirse</i>	<i>Versuchsmischung mit 50% Körnerhirse</i>	<i>Versuchsmischung mit 70% Körnerhirse</i>
2 Boxen	2 Boxen	2 Boxen	2 Boxen
6 Tiere / Box	6 Tiere / Box	6 Tiere / Box	6 Tiere / Box

#### **Schweinemast**

Im Rahmen des vorliegenden Versuches wurden an zwei Terminen jeweils 36 Ferkel (F1 Kreuzungstiere der Rassen Weißes Edelschwein x Pietrain) ausgewählt und auf die drei Gruppen aufgeteilt (Tabelle 2). Dabei wurde auf eine gleichmäßige Verteilung von Geschlecht, Wurf und Gewicht geachtet. Jeweils 12 Tiere pro Box wurden in einem Außenklimastall mit Teilspaltenboden gehalten und mit mehligem Futtermischungen über Futterautomaten ad libitum versorgt.

Tabelle 2: **Versuchsplan**

<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	<b>Gruppe 3</b>
<i>Kontrollgruppe mit nur Körnermais</i>	<i>Versuchsgruppe mit 40% Körnerhirse</i>	<i>Versuchsgruppe mit nur Körnerhirse</i>
2 Boxen	2 Boxen	2 Boxen
12 Tiere / Box	12 Tiere / Box	12 Tiere / Box

Die Mast wurde in zwei Phasen untergliedert. Der Mastversuch begann mit ca. 32 kg Lebendmasse und endete mit etwa 117 kg. Die Umstellung auf das Endmastfutter erfolgte bei 76 kg Lebendmasse. Die Futtermischungen wurden isoenergetisch und auf gleichem Gehalt an verdaulichen essentiellen Aminosäuren kalkuliert. Die entsprechenden Aminosäureergänzungen wurden über das jeweilige Prämix den Futtermischungen beigemischt. Der Gehalt an Umsetzbarer Energie der Futtermischung lag zwischen 13,0 und 13,1 MJ/kg.

## **Ergebnisse und Diskussion**

### **Ferkelaufzucht**

Der Versuch begann mit einem Lebendgewicht von 11,5 kg und endete nach 36 Versuchstagen mit 32,5 kg. Nach zwei Versuchswochen wurde je ein Tier der Gruppe 2 und 4 wegen einer Ödemkrankung aus dem Versuch genommen. Die anderen Tiere hatten einen sehr guten Gesundheitsstatus und benötigten keine medizinischen Behandlungen.

Die vier Gruppen unterschieden sich nur geringfügig und erreichten sehr gute Tageszuwächse. Der Hirseeinsatz führte zu keiner geschmacklichen Beeinträchtigung der Futtermischung und zu keiner Veränderung in der Futteraufnahme. Auch die Futterverwertung unterschied sich zwischen den Gruppen nur geringfügig (Tabelle 3).

Tabelle 3: **Ergebnisse der Aufzuchtleistung**

<b>Merkmal</b>	<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	<b>Gruppe 3</b>	<b>Gruppe 4</b>	<b>SEM</b>	<b>P-Wert</b>
<b>Lebendmasse, kg</b>						
Versuchsbeginn	11,55	11,30	11,45	11,14	0,19	0,8823
2. Versuchswoche	19,19	18,80	19,00	18,27	0,29	0,7323
Versuchsende	33,18	32,51	32,43	32,07	0,50	0,8991
<b>Tageszuwachs, g</b>						
1.+2. Versuchswoche	510	500	503	476	13	0,8406
3.-5. Versuchswoche	666	653	639	657	15	0,9457
1.-5. Versuchswoche	601	589	583	582	13	0,9516
<b>Futtermittelaufwand, kg</b>	1,71	1,67	1,60	1,67		

### **Schweinemast**

Ein Tier der Hirsegruppe wurde mit 74 kg Lebendgewicht wegen einer schweren Gelenkentzündung aus dem Versuch genommen. Ansonsten verlief der Versuch ohne gesundheitlichen Problemen. Dies bestätigten auch die ausgezeichneten Mastleistungsergebnisse aller drei Gruppen. Die Maisgruppe und die Gruppe mit 40% Hirse erreichten mit Tageszunahmen von 907 g über die gesamte Mastperiode völlig idente Leistungen (Tabelle 4). Auch die reine Hirsegruppe lag mit 898 g auf gleichem Niveau. Durch den Hirseeinsatz wurde die Schmackhaftigkeit und Futteraufnahme der Futtermischung nicht beeinflusst. Dies resultierte in sehr ähnlichen Ergebnissen bei der Berechnung der Futterverwertung.

Beim Muskelfleischanteil waren die Durchschnittswerte der Maisgruppe bzw. der Gruppe mit 40% Hirse mit 61,4 bzw. 61,5% nahezu ident. Die Hirsegruppe erreichte einen Muskelfleischanteil von 60,9%. Auch bei dem Schlachtgewicht bzw. bei dem Fleischmaß und Fettmaß unterschieden sich die Gruppen nur zufällig (Tabelle 5).

Tabelle 4: Ergebnisse der Mastleistung

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	SEM	P-Wert
<b>Lebendgewicht (LG), kg</b>					
Versuchsbeginn	32,05	32,0	31,6	0,36	0,8686
Futterumstellung	76,3	76,8	74,7	0,88	0,6021
Endgewicht	117,1	117,8	117,28	0,62	0,8917
<b>Tageszunahmen, g</b>					
32 – 76 kg LG	913	923	885	13	0,5059
76 – 117 kg LG	894	891	909	15	0,8688
32 – 117 kg LG	907	907	898	12	0,9416
<b>Futtermittelnutzung, kg</b>					
32 – 76 kg LG	2,31	2,27	2,37		
76 – 117 kg LG	3,04	3,02	2,92		
32 – 117 kg LG	2,66	2,63	2,65		

Tabelle 5: Ergebnisse der Schlachtleistung

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	SEM	P-Wert
Schlachtgewicht, kg	91,62	91,5	90,7	0,53	0,7546
MAF, %	61,4	61,5	60,6	0,30	0,3923
Fleischmaß, mm	78,2	78,8	77,0	0,60	0,5087
Speckmaß, mm	11,2	11,1	12,5	0,49	0,4692

### Zusammenfassung

- Hirse kann auch in hohen Dosierungen (40%) bzw. als alleinige Getreidekomponente als Alternative zu Mais in der Schweinemast eingesetzt werden, ohne Verschlechterungen in der Mast- und Schlachtleistung zu bewirken.
- Analog zu den Versuchsergebnissen in der Schweinemast ist auch in der Ferkelaufzucht Hirse als alleinige Getreidekomponente als Alternative zu Mais einsetzbar ohne eine Verschlechterung in der Aufzuchtleistung zu bewirken.
- Bei der Rationsgestaltung ist die Aminosäurenversorgung unter Berücksichtigung der Verdaulichkeit zu bewerten und an das tatsächliche Leistungsniveau der Tiere anzupassen.

### Abstract

- Sorghum can be used as an alternative to maize for fattening pigs without causing deterioration in the growth and carcass performance even at high doses (40%) or as the sole cereal component.
- Analogously to the experimental results in the pig growing even in the piglet feed sorghum grain can be used as sole alternative to corn without influence on growth performance.
- In the ration the supply of amino acids should be evaluated taking into account the digestibility and adapt to the actual level of performance of the animals.

### Adresse des Autors

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

Ansprechpartner: Ao Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WETSCHEREK, wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

# Zur Bedeutung des Pflanzenmikrobioms für die Landwirtschaft

## *Importance of the plant microbiome for agriculture*

Gabriele Berg

### ***Einleitung***

Während einzelne Mikroorganismen bereits nach der Erfindung des Mikroskops im 17. Jahrhundert durch Antoni van Leeuwenhoek sichtbar gemacht werden konnten, blieben die Identität der einzelnen Mikroorganismen sowie die Struktur komplexer Gemeinschaften aus ihnen lange Zeit völlig unbekannt. Erst Ende des 20. Jahrhunderts wurde die Technik entwickelt, die es erlaubt, molekulare Fingerprints von Mikroorganismen-Gemeinschaften abzubilden (MUYZER & SMALLA 1998). Hierzu wird DNA aus den zu untersuchenden Proben isoliert, anschließend mit Hilfe von Polymerase-Kettenreaktion (PCR) molekulare Marker vervielfältigt und diese dann über verschiedene Elektrophorese-Techniken aufgetrennt (SMALLA et al. 2007). Die molekularen Fingerprints enthalten ein Display über ca. 100 dominante Mikroorganismen aus den entsprechenden Habitaten. Diese Technik rief bereits eine erste Blüte der mikrobiellen Ökologie hervor, da man nun damit mehr (ca. 20 %) der existierenden Mikroorganismen erfassen konnte. Mit bis dahin üblichen Kultivierungsmethoden waren maximal 3 % von ihnen erkennbar. Erst die kürzlich entwickelte Hochdurchsatzsequenzierung von DNA machte es möglich, das volle Ausmaß der mikrobiellen Vielfalt zu erfassen (CAPORASO et al. 2012; JANSSON et al. 2012). Studien, die in den letzten 10 Jahren durchgeführt wurden, ergaben eine hohe Anzahl von überraschender Vielfalt in den mikrobiellen Ökosystemen. Im menschlichen Darm leben zum Beispiel mehr als 100 Trillionen Mikroorganismen; eine Zahl, die 10x größer ist als der menschliche Körper Zellen besitzt und ein Gewicht von ca. 2 kg ausmacht (QIN et al. 2010; BLASER 2014). Die Artenzahl von Mikroorganismen, die den menschlichen Körper besiedeln, wird auf mehr als 10.000 geschätzt. Ähnliche Dimensionen werden für Pflanzen berichtet: in der Pflanzenwurzel, die wie unser Darm der Nährstoffaufnahme dient, leben mehr Mikroorganismen, als Menschen auf der Erde (PHILIPPOT et al. 2013; BERG et al. 2015). Die auf der Hochdurchsatzsequenzierung von DNA basierenden Technologien führten auch zur Weiterentwicklung traditioneller mikrobiologischer Methoden wie der Mikroskopie (BERG et al. 2015). Die komplexen Mikroorganismengemeinschaften werden als Mikrobiome bezeichnet. Die Mikrobiome vom Menschen sowie die von Pflanzen werden derzeit intensiv erforscht.

### ***Bedeutung von Pflanzenmikrobiomen für Mensch und Umwelt***

Zunächst wurde eine beeindruckende mikrobielle Vielfalt in vielen untersuchten Habitaten aufgedeckt; auch in solchen, die lange Zeit als steril galten wie die Lungen und die Plazenta des Menschen oder Samen oder Fortpflanzungsorgane von Pflanzen. Die Abbildung 1b zeigt zum Beispiel Bakterienkolonien an Kürbispollen. Dennoch tragen neu entdeckte Funktionen von Mikroorganismen entscheidend zu einer neuen Sichtweise bei und ziehen Aufmerksamkeit auf sich (LOZUPONE et al. 2012; JANSSON et al. 2012). Letzteres war insbesondere der Fall, als dem Mikrobiom bei einer langen Liste von Krankheiten eine essentielle Funktion zugeordnet wurde (BLASER 2014). Während dies für Darmkrankheiten lange bekannt war, war es für Volkskrankheiten wie Herz-Kreislaufkrankheiten, Allergien und Krebs eine Sensation (QIN et al. 2010). Auch, dass das Mikrobiom darüber hinaus für die Funktion des Immunsystems verantwortlich ist und unser mentales Befinden beeinflusst, zählt zu den großen wissenschaftlichen Entdeckungen der letzten Jahre (MONTIEL-CASTRO et al. 2013).

Die Bedeutung der Mikroorganismen für die Pflanze wurde schon vor mehr als 100 Jahren entdeckt (HARTMANN et al. 2008), während kommensale Mikroorganismen des Menschen lange Zeit wenig beachtet wurden. Der Münchner Bakteriologe Lorenz Hiltner gilt hier als Pionier, denn er definierte sowohl die Rhizosphäre – die von der Wurzel beeinflusste Zone – als auch ihre Bedeutung für die Pflanzengesundheit. Diese bahnbrechenden Erkenntnisse wurden die Basis für viele Entdeckungen und Entwicklungen. Zu den wichtigen Entdeckungen zählte die Anerkennung von Endophyten, die lange Zeit als Kontaminanten galten, sich aber letztendlich als wichtige funktionelle Mitbewohner von Pflanzen erwiesen (HALLMANN et al. 1997) und deren biotechnologisches Potenzial heute als extrem hoch eingeschätzt wird (BRADER et al. 2014). Auch die funktionelle Verbindung von Pflanzen und Pflanzengesellschaften über ein Mykorrhiza-Netzwerke sowie die Beteiligung von Bakterien als

„Mycorrhiza helper bacteria“ sind wichtige Entdeckungen (FREY-KLETT & GARBAYE 2005; PHILIPPOT et al. 2013). Ohne Mikroorganismen sind viele Pflanzen nicht in der Lage zu keimen, zu wachsen oder wohlschmeckende Früchte zu bilden (Berg et al. 2013). Deshalb führten die Erkenntnisse auch zu biotechnologischen Produkten wie Rhizobieninokulantien als auch zur Entwicklung biologischer Pflanzenschutzprodukte, die unter dem Begriff „Biologische Kontrolle“ zusammengefasst werden (Berg 2009). Trotz dieser wichtigen Erkenntnisse brachte auch hier die Hochdurchsatzsequenzierung von DNA den Durchbruch für die Pflanzenmikrobiomforschung (BULGARELLI et al. 2012; Lundberg et al. 2012), insbesondere auch für die biotechnologischen Entwicklungen (BERG et al. 2014b). Jetzt war es erstmals möglich, gezielte Untersuchungen durchzuführen, die auch vorhersagbare Modelle liefern und somit eine sichere Wirkung von biotechnologischen Produkten erlauben (BERG et al. 2013).

Interessanterweise gibt es Zusammenhänge zwischen dem Mikrobiom des Menschen und der Pflanzen: unsere Nahrung bestimmt nicht nur indirekt über ihre Zusammensetzung unser eigenes, individuelles Mikrobiom, sondern dient auch direkt als wichtige Quelle für nützliche Mikroorganismen (THOMAS et al. 2013). Obwohl diese Tatsache wichtig für ein gesundes Darmmikrobiom ist und helfen kann, Krankheiten wie Entzündungen und Adipositas zu verhindern (LE CHATELIER et al. 2013), sind die Mikrobiome auf unseren Lebensmitteln bis auf wenige Ausnahmen unbekannt (LEFF & FIERER 2013). Erste Untersuchungen zeigen jedoch eine reiche Besiedlung (Abb. 1c; BERG et al. 2014a; ERLACHER et al. 2014). Auch die Mikrobiologie von Innenräumen, in denen wir einen großen Teil unseres Lebens verbringen, ist wenig erforscht und dennoch sehr wichtig für unsere Gesundheit (OBERRAUNER et al. 2013; QIAN et al. 2013) und stark besiedelt (Abb. 1a; BERG et al. 2014c). Während Erkenntnisse zur Interaktion von Pflanzen- und Humanmikrobiom neue Aspekte für unsere Gesundheit versprechen, sind die von Pflanzen ebenfalls für unsere Umwelt wichtig, z.B. für eine nachhaltige Landwirtschaft und die Welternährung.

### ***Bedeutung von Pflanzenmikrobiomen für die Landwirtschaft***

Die Mikrobiomforschung ist ein derzeit expandierendes Forschungsfeld mit vielen offenen Fragen und Entwicklungsmöglichkeiten. Erste Erkenntnisse legten eine bislang große und oft unerwartete Vielfalt in Mikrobiomen offen, allerdings sind die beeinflussenden Faktoren und Interaktionen zwischen Mikrobiomen oft nicht bekannt. Der Mikrowelt von Pflanzen kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu. Sie kann über unsere Nahrung einen entscheidenden Beitrag für das menschliche Mikrobiom leisten. Das Pflanzenmikrobiom spielt eine entscheidende Rolle für die Pflanzengesundheit und das – wachstum. Viele andere Parameter von Pflanzen korrelieren mit der strukturellen und funktionellen Zusammensetzung des Mikrobioms, z.B. der Widerstand gegen biotischen und a-biotischen Stress (BRAGINA et al. 2015). Letzterer wird unter den Herausforderungen des Klimawandels eine größere Bedeutung gewinnen. In der Züchtung wurde das Mikrobiom - bis auf die Züchtung pathogen-resistenter Sorten - bislang ignoriert. Dennoch wurde bereits mit kultivierungsabhängigen Methoden gezeigt, dass Züchtung zu einer starken Veränderung des Mikrobioms führt (GERMIDA & SICILIANO 2001), was auch durch Hochdurchsatzsequenzierung von DNA bestätigt wurde (CARDINALE et al. 2014). Zukünftig sollten beide Felder – Züchtung und Mikrobiomstudien – zusammengeführt werden. Gemeinsam mit der Entwicklung mikrobiologischer Inokulantien bildet die interdisziplinäre Zusammenarbeit hier ein gewaltiges Potenzial für eine nachhaltige Landwirtschaft der Zukunft.

### ***Danksagung***

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei all meinen MitarbeiterInnen für die gute Zusammenarbeit und Diskussionen bedanken. Erkenntnisse zum Manuskript wurden teilweise in Kooperation und durch Unterstützung des ACIBs (Austrian Centre of Industrial Biotechnology), welches durch die folgenden Organisationen gefördert wird: Austrian BMWFJ, BMVIT, SFG, Standortagentur Tirol und ZIT (Austrian FFG-COMET-Funding Program).

### ***Literatur***

BERG G. 2009. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 84: 11–18.  
BERG G, ZACHOW Z, MÜLLER H, PHILIPPS J, & R TILCHER. 2013. Next-generation bio-products sowing the seeds of success for sustainable agriculture. *Agronomy* 3: 648-656.

- BERG B, ERLACHER A, SMALLA K & R KRAUSE. 2014a. Vegetable microbiomes: is there a connection between opportunistic infections, human health & our "gut feeling"? *Microb. Biotechnol* 7: 487-95.
- BERG G, GRUBE M, SCHLOTTER M, & K SMALLA. 2014b. Unraveling the plant microbiome: looking back & future perspectives. *Front. Microbiol.* 5: 148.
- Berg G, GRUBE M, SCHLOTTER M, SMALLA K. 2015. The plant microbiome and its importance for plant and human health. *Front Microbiol* 5, e-book vol. pp. 189.
- BLASER M. 2011. Antibiotic overuse: Stop the killing of beneficial bacteria. *Nature* 476:393-4.
- BLASER M. 2014. Missing microbes. Oneworld Publications, London, 273 pp.
- BRADER G, COMPANT S, MITTER B, TROGNITZ F, & A SESSITSCH. 2014. Metabolic potential of endophytic bacteria. *Curr Opin Biotechnol.* 27: 30-7.
- BRAGINA A, BERG C, CARDINALE M, SHCHERBAKOV A, CHEBOTAR V, BERG G. (2012). Sphagnum mosses harbour highly specific bacterial diversity during their whole lifecycle. *ISME J* 6: 802-13.
- BULGARELLI D, ROTT M, SCHLAEPPI K, VER LOREN VAN THEMAAT E, AHMADINEJAD N, ASSENZA F et al. 2012. Revealing structure and assembly cues for Arabidopsis root-inhabiting bacterial microbiota. *Nature* 488: 91–95.
- CARDINALE M, ERLACHER A, GRUBE M and BERG G. 2014. Bacterial networks and co-occurrence relationships in the lettuce root microbiome. *Environ. Microbiol.* 17: 239-52.
- CAPORASO JG, LAUBER CL, WALTERS WA, BERG-LYONS D, HUNTLEY J, FIERER N, et al. 2012. Ultra-high-throughput microbial community analysis on the Illumina HiSeq & MiSeq platforms. *ISME J.* 6:1621-4.
- ERLACHER A, CARDINALE M, GROSCH R, GRUBE M, & G BERG. 2014. The impact of the pathogen *Rhizoctonia solani* & its beneficial counterpart *Bacillus amyloliquefaciens* on the indigenous lettuce microbiome. *Front Microbiol.* 5: 175.
- FREY-KLETT P, & J GARBAYE. 2005. Mycorrhiza helper bacteria: a promising model for the genomic analysis of fungal-bacterial interactions. *New Phytol.* 168: 4-8.
- GERMIDA J, SICILIANO S. (2001). Taxonomic diversity of bacteria associated with the roots of modern, recent and ancient wheat cultivars. *Biology and Fertility of Soils* 33: 410-415.
- Hallmann J, Quadt-Hallmann A, Mahaffee W. F., & J. W. Kloepper. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can. J. Microbiol.* 43: 895-914.
- Hartmann A, Rothballer M, & M Schmid. 2008. Lorenz Hiltner, a pioneer in rhizosphere microbial ecology & soil bacteriology research. *Plant Soil* 312: 7-14.
- JANSSON JK, NEUFELD JD, MORAN MA, & JA GILBERT. 2012. Omics for understanding microbial functional dynamics. *Environ Microbiol* 14: 1–3.
- JONES N. 2013. Food fuelled with fungi. *Nature* 504: 199.
- LE CHATELIER E, NIELSEN T, QIN J, et al., 2013. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers. *Nature* 29: 541–546.
- LOZUPONE CA, STOMBAUGH JI, GORDON JI, JANSSON JK, & R KNIGHT. 2012. Diversity, stability & resilience of the human gut microbiota. *Nature* 489: 220-30.
- Lundberg DS, Lebeis SL, Paredes SH, Yourstone S, Gehring J, Malfatti S et al. 2012. Defining the core Arabidopsis thaliana root microbiome. *Nature* 7409: 86–90.
- MONTIEL-CASTRO AJ, GONZÁLEZ-CERVANTES RM, BRAVO-RUISECO G, PACHECO-LÓPEZ G. 2013. The microbiota-gut-brain axis: neurobehavioral correlates, health & sociality. *Front Integr Neurosci.* 7: 70.
- MUYZER G, & K SMALLA. 1998. Application of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) & temperature gradient gel electrophoresis (TGGE) in microbial ecology. *Antonie van Leeuwenhoek* 73: 127-41.
- PHILIPPOT L, RAAIJMAKERS JM, LEMANCEAU P, & WH VAN DER PUTTEN. 2013. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nat Rev Microbiol.* 11: 789-99.
- QIAN J, HOSPODSKY D, YAMAMOTO N, NAZAROFF WW, & J PECCIA. 2013. Size-resolved emission rates of airborne bacteria & fungi in an occupied classroom. *Indoor Air* 22: 339-51.
- Qin, J, Li, R, Raes, J, Arumugam, M, Burgdorf, K, Solvsten, M. et al. 2010. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature* 464: 59–65.
- SMALLA K, OROS-SICHLER M, MILLING A, HEUER H, BAUMGARTE S, BECKER R, et al. 2009. Bacterial diversity of soils assessed by DGGE, T-RFLP & SSCP fingerprints of PCR-amplified 16S rRNA gene fragments: do the different methods provide similar results? *J Microbiol Methods* 69: 470-9.
- THOMAS F, HEHEMANN JH, RebUffet E, CZJZEK M, & G. MICHEL. 2011. Environmental & gut bacteroidetes: the food connection. *Front Microbiol.* 30: 2-93.

### **Adresse der Autorin**

TU Graz, Umweltbiotechnologie, Petersgasse 12, 8010 Graz, & ACIB, Petersgasse 12, 8010 Graz  
email: gabriele.berg@tugraz.at

## **Pflanzenschutzmittel und deren ökotoxikologischen Auswirkungen am Beispiel der Honigbiene (*Apis mellifera*)**

### ***Plant protection products and their ecotoxicological effects on honey bees (Apis mellifera)***

Wilfried Pestemer<sup>1\*</sup> und Gabriela Bischoff<sup>2</sup>

Alljährlich kommt es zu Vergiftungen an Bienenvölkern durch Pflanzenschutzmittel (PSM), obwohl alle PSM hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Bienen obligatorisch geprüft und gekennzeichnet werden. Verstöße gegen die Bienenschutzverordnung werden in Europa als Ordnungswidrigkeiten teilweise mit hohen Bußgeldern geahndet. Wir besitzen heute hervorragende Kenntnisse über die Bienengefährlichkeit aller Pflanzenschutzmittel, so dass die utopisch klingende Forderung nach bienenverträglichen, „insektentötenden“ Wirkstoffen in vielen Produkten erfüllt ist und somit bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Anwendung die Bekämpfung schädlicher Insekten möglich ist, ohne die Honigbienen zu gefährden. Bereits in den 50er-Jahren wurden an der damaligen Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien durch BERAN und NEURURER (1955/56) umfangreiche Untersuchungen zur Bienengiftigkeit und -gefährlichkeit von Pflanzenschutzmitteln durchgeführt.

Im Rahmen der EU-Zulassung von Pflanzenschutzmitteln wird in der VERORDNUNG (EG) Nr. 1107/2009 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zu den ökotoxikologischen Auswirkungen festgelegt, dass ein Wirkstoff, Safener oder Synergist nur dann genehmigt wird, wenn auf der Grundlage einer angemessenen Risikobewertung nach gemeinschaftlich oder international akzeptierten Testrichtlinien festgestellt wird, dass seine Verwendung unter den vorgeschlagenen Bedingungen für die Verwendung des Pflanzenschutzmittels, das diesen Wirkstoff, Safener oder Synergisten enthält, zu einer vernachlässigbaren Exposition von Honigbienen führt oder unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf Honigbienenlarven und das Verhalten von Honigbienen keine unannehmbaren akuten oder chronischen Auswirkungen auf das Überleben und die Entwicklung des Bienenvolks hat.

Die Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes nach dem 2. Weltkrieg ging so rasant voran, dass nahezu für jeden Schädling, jede Pflanzenkrankheit oder jedes Unkraut eine chemische Bekämpfungsmöglichkeit auf dem Markt kam. Die Betrachtungen potentieller Nebenwirkungen bezogen sich primär auf Kulturpflanzen und -boden (z.B. Entwicklung, Anfälligkeit, Resistenz, Phytotoxizität, Rückstände) sowie den Verbraucher: Mensch (Anwendertoxizität, Rückstände in Lebensmitteln), Nutztiere (Rückstände in Futtermitteln), Wildtiere (Direkte/indirekte Kontamination durch PSM); Bienen wurden, wie oben bereits erwähnt, besonders sorgfältig betrachtet. Erst zu Beginn der 70er Jahre wurden Umweltaspekte in den Kompartimenten Boden, Wasser und Luft verstärkt berücksichtigt (z.B. Grund-/Oberflächenwasser, aquatische Biozönose; Flora (Ackerwildpflanzen), Fauna (Nützlinge, Schädlinge); Abdrift (direkt, indirekt), Vielzahl von Organismen (Vögel, Insekten).

Obwohl Pflanzenschutzmittel zu den am besten untersuchten Stoffen gehören und deren Anwendung sehr stark reglementiert ist, wird in den Medien in vielfacher und teils dramatischer Weise auf ein globales Sterben von Honigbienenvölkern hingewiesen und fast immer in einen Zusammenhang mit „Pestiziden“ gebracht. Nutzungskonflikte zwischen Landwirten, Imkern und Naturschützern sind vorprogrammiert. In diesem Zusammenhang ist jedoch die kürzlich erschienene Publikation von MORITZ (2014) über „Die Ursachen des weltweiten Bienensterbens“ besonders erwähnenswert. MORITZ führt im Vorwort seines Artikels aus, dass aufgrund einer „*Meta-Analyse der global bewirtschafteten Bienenvölker auf der Basis der Datenbank der FAO diese These (die dominierende Ursache des Rückgangs der Bienenvölker wären PSM) allerdings nicht gestützt werden kann. Es wird deutlich, dass sozial-ökonomische Veränderungen einen starken Einfluss auf die Zahl der gehaltenen Bienenvölker haben. Dadurch gibt es global extreme regionale Unterschiede, mit einem generellen (zum Teil dramatischen) Rückgang in den hoch entwickelten westlichen Industrienationen und einem Anstieg in anderen Teilen der Welt. Insbesondere in West- und Mitteleuropa hat die Abnahme der Bienenvölker zu einer Bienendichte geführt, wie wir sie sonst nur in Wüstengebieten der Erde finden.*

Die Dichte der wilden Honigbienen in der Kalahari ist mehr als doppelt so hoch wie die in Nationalparks in Deutschland. Der Rückgang der Imker scheint unmittelbar mit diesem Rückgang der Bienenvölker verbunden“.

In Deutschland ist der Rückgang imkerlich gehaltener Bienenvölker von 1960 (etwa 2 Mill.) bis heute (etwa 0,7 Mill. Völker) mit etwa 65 % äußerst dramatisch, wobei für Gesamteuropa ein Rückgang in diesem Zeitraum von 21,1 auf 16,8 Mill. Völker zu verzeichnen war, der hauptsächlich auf sozio-ökonomische Ursachen in West- und Osteuropa zurückzuführen ist, wohingegen in Südeuropa ein Anstieg um etwa 120 % von 2,9 auf 6,4 Mill. Völker zu verzeichnen ist. Die Auswertung von FAO-Daten (<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>) zeigt weiterhin, dass weltweit eine Zunahme von imkerlich gehaltenen Bienenvölkern von 49,2 Mill. auf 80 Mill. festgestellt werden kann. Als Fazit dieser bemerkenswerten Auswertung wird von MORITZ (2014) konstatiert, dass „ein globaler Rückgang der Völker in Folge von *Varroa*, Neonicotinoiden oder CCD zumindest in der Datenbank der FAO nicht erkennbar ist, auch wenn diese Faktoren die Gesundheitslage der Bienenvölker belasten. Soziopolitische und -ökonomische Faktoren sind für die Anzahl der Bienenvölker entscheidender als Krankheiten und Pestizide“.

Als wichtige Organismen unserer Kulturlandschaft sind besonders die aktiven Honigbienen den verschiedensten anthropogenen und natürlichen Faktoren ausgesetzt, wie in der Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt wird. Bienenvergiftungen durch Pflanzenschutzmittel sind nicht allein abhängig von der Prüfung auf Bienengefährlichkeit und deren Einstufung (B 1 bis B 4). Hinzu kommen die Nichtbeachtung der Bienenschutzverordnung und der jeweiligen Anwendungsbestimmungen, eine potentielle Abtrift bei der Applikation, Spritzmittelreste im Tank des Sprühgerätes und Fehler bei der Dosierung des Mittels. Das Nichterkennen einer Tracht durch den Landwirt, wie Honigtau oder Blüentracht bei Unterwuchs können ebenfalls Ursachen von Bienenverlusten sein. Auch gezielte Untaten (Frevel oder Bosheitsdelikte), wie eine Anwendung von Insektensprays oder Faktoren wie Mobilfunkstrahlen werden im Zusammenhang mit Bienensterben genannt.

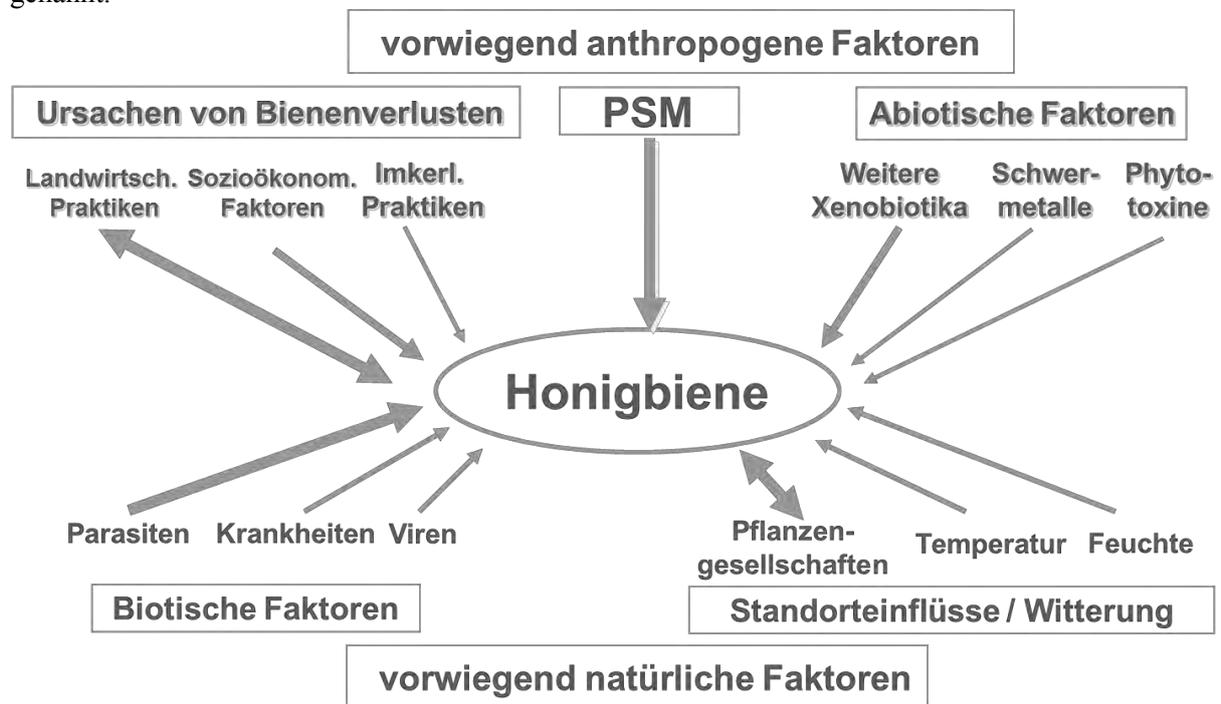


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der Wechselbeziehungen von Honigbienen zu ihrer Umwelt

In Deutschland werden heute von amtlicher Seite die Untersuchungen der Bienenschäden gemäß Pflanzenschutzgesetz (§ 57 Absatz 2 Nr. 11) als Aufgabe der Untersuchungsstelle für Bienenvergiftungen des Julius Kühn-Instituts durchgeführt (Details unter <http://bienen.jki.bund.de>). Die Gesamtleitung der Untersuchungsstelle ist am Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland in Braunschweig angesiedelt und verantwortlich für die Probenannahme, die Probensichtung, Ersteinschätzung und Schadfallebearbeitung. Als erster Examinationsschritt erfolgt eine biologische

Untersuchung von Bienenproben mit Verdacht auf chemische Todesursache. Die biologischen Untersuchungen beinhalten einen Biotest mit Larven der Gelbfiebermücke (*Aedes aegypti* L.) als unspezifischen Nachweis giftiger Stoffe, eine Analyse der Pollen im Haarkleid der Bienen zur Eingrenzung der Schadensursache und eine Prüfung auf vorhandene Krankheiten/Parasiten (Varroa, Nosema, ggf. Viren). Wenn aufgrund des biologischen Befundes ein Verdacht auf PSM-Vergiftung besteht, werden die entsprechenden Proben nach Berlin zur chemischen Untersuchungsstelle am Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz verschickt. Hier erfolgt eine Bearbeitung der Proben (Bienen-, Pflanzenproben u.a. relevante Materialien, wie z.B. Pollen oder Brut) mit einer validierten Multirückstands-Analysemethode. Die Identifizierung und Quantifizierung der Wirkstoffe erfolgt mittels LC/MS/MS und GC/MS (insgesamt sind fünf Messungen erforderlich), wobei z.Zt. 280 Wirkstoffe im Screening (davon 140 Insektizide/Akarizide/Varroazide) chemisch analysiert werden. Eine laufende Anpassung an aktuelle Erfordernisse, wie der Auswahl der Substanzen nach Relevanz (Toxizität) ist dabei unabdingbare Voraussetzung.

Eine abschließende Beurteilung, Kommentierung und Interpretation des Schadfalles erfolgt unter Einbeziehung aller Informationen inklusive der Ergebnisse biologischer und chemischer Analysen.

### **Zusammenfassung**

Es werden die wichtigsten anthropogenen und natürlichen Faktoren bezüglich ihrer ökotoxikologischen Auswirkungen auf Honigbienen (*Apis mellifera* L.) beschrieben und es wird auf weitere Ursachen von Bienenverlusten hingewiesen. Schwerpunktmäßig werden Pflanzenschutzmittel betrachtet und deren Prüfung und Zulassung kurz skizziert sowie auf die amtlichen Untersuchungen von Bienen Schäden in Deutschland eingegangen. Ursachen der Rückgänge bzw. Zunahmen weltweit immerlicher gehaltener Bienenvölker werden anhand von Zahlen der FAO-Datenbank diskutiert.

### **Abstract**

The most important anthropogenic and natural factors for ecotoxicological impacts on honey bees (*Apis mellifera* L.) are described and other possible reasons for the loss of bees are discussed. The main focus is directed on plant protection products. Their examination and approval are briefly outlined and the governmental control procedures of bee losses in Germany are specified. Causes of declines or increases of bee colonies held by beekeepers worldwide are evaluated with reference to the FAO database.

### **Literatur**

BERAN F, NEURURER J, 1955/56: Zur Kenntnis der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Honigbiene (*Apis mellifica* L.). I. Mitteilung: Bienengiftigkeit von Pflanzenschutzmitteln- II. Mitteilung: Bienengefährlichkeit von Pflanzenschutzmitteln. Pflanzenschutz-Berichte 15, 97-160 (1955): 17, 113-190 (1956).

MORITZ RF, 2014: Die Ursachen des weltweiten Bienensterbens. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 43 »Soziale Insekten in einer sich wandelnden Welt«, S. 87-94. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München – ISSN 0938-5851 – ISBN 978-3-89937-179-66.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Lebenswissenschaftliche Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D 14195 Berlin

<sup>2</sup> Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Straße 19, D 14195 Berlin,

\* Ansprechpartner: Prof. Dr. Wilfried PESTEMER, wilfried.pestemer@agrار.hu-berlin.de

# **Erste Erkenntnisse aus dem Modellvorhaben “Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ in Deutschland**

## ***Primarily findings of model project “Demonstration farms for integrated plant protection” in Germany***

Bernd Freier\*, Annett Gummert und Marcel Peters

### ***Einleitung***

Die Richtlinie 2009/128/EG fordert die Umsetzung der allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes (IPS), außerdem sollen die Betriebe unterstützt werden, möglichst nach kulturpflanzen- bzw. sektorspezifischen Leitlinien zum integrierten Pflanzenschutz zu arbeiten. Dies wurde in Deutschland im Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) verankert (ANONYM, 2013). In diesem Zusammenhang wurde im Jahr 2011 das Modell- und Demonstrationsvorhaben „Demonstrationsbetriebe IPS“ (DIPS) begonnen, um die Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung des IPS in der Praxis in wichtigen Produktionsrichtungen unter den Bedingungen einer intensiven Beratung aufzuzeigen. Nachfolgend werden Erkenntnisse aus der 1. Phase 2011 bis 2013 vorgestellt.

### ***Material und Methoden***

Das Projekt DIPS startete in der 1. Phase (2011 bis 2013) mit 4 Betrieben im Weinbau, 6 Betrieben im Apfelanbau und 17 Betrieben im Ackerbau. Tabelle 1 zeigt die Mitwirkung der Bundesländer in der 1. und der erweiterten 2. Phase des Projektes (2014 bis 2018). In den Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer wurde für jeweils 4 bzw. 5 Betriebe ein Projektbetreuer eingestellt. Die Projektbetreuer kontrollieren die Bestände, stimmen die Pflanzenschutzmaßnahmen mit dem Betriebsleiter ab, sammeln Daten, und führen weitergehende Untersuchungen auf den Demonstrationsflächen durch. Im Projekt werden Leitlinien zum IPS umgesetzt (<http://demo-ips.jki.bund.de/index.php?menuid=1&reporeid=138>). Ziel ist es, die Möglichkeiten der vorbeugenden und nichtchemischen Schaderregerabwehr weitestgehend auszuschöpfen und die Anwendung von PSM konsequent auf das notwendige Maß zu begrenzen, um schließlich die Risiken, die mit der Anwendung von PSM auftreten können, weiter zu reduzieren. Besonderes Augenmerk verdienen die Aufwendungen für Monitoring und Beratung sowie die ökonomischen Auswirkungen der Umsetzungen des IPS. Am Projekt sind beteiligt: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Projektträger), das Julius Kühn-Institut (Koordination), die betroffenen Pflanzenschutzdienste der Länder (mit den für das Projekt eingestellten Projektbetreuern), die Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Programme im Pflanzenschutz und die Betriebe. Jeder DIPS wirkt 5 Jahre mit. Besondere Aufwendungen für den IPS werden finanziell unterstützt.

Zahlreiche Daten werden erhoben und berechnet und wenn möglich mit denen der Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz (Freier et al. 2015) in der betreffenden Region verglichen: Anwendung vorbeugender und nichtchemischer Maßnahmen, Aufwendungen für Befallskontrollen und Beratung, Intensität der Anwendung von PSM, SYNOPSIS-Indices zur Darstellung des ökologischen Risikos (Strassemeyer und Gutsche, 2010), Kosten, Erträge und Erlöse. Zusammenführung und Bearbeitung der Daten finden am Julius Kühn-Institut Kleinmachnow statt. Mit Hilfe von Checklisten, die auf der Grundlage der Leitlinien zum IPS für jeden Produktionsbereich entwickelt wurden, erfolgen jährlich Gesamtbewertungen der Umsetzung des IPS in den Betrieben nach einem Punktesystem.

Zur Veranschaulichung der angewandten Verfahren und Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse laden die Demonstrationsbetriebe jährlich zu Hoftagen ein. Die Projekthomepage <http://demo-ips.jki.bund.de> stellt alle teilnehmenden Betriebe vor und informiert umfassend über das Projekt.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Im Bericht „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz – Bericht zur 1. Phase 2011 - 2013“ (<http://demo-ips.jki.bund.de/index.php?menuid=16>) wurden die Ergebnisse der 1. Phase in den Produktionsbereichen Apfelanbau, Weinbau und Ackerbau vorgestellt. Sie belegen die große Bedeutung der Vor-Ort-Beratung, um die Möglichkeiten der vorbeugenden und nichtchemischen Maßnahmen

auszuschöpfen und das notwendige Maß bei der Anwendung von PSM einzuhalten. In den DIPS erfolgten nahezu alle Pflanzenschutzmaßnahmen im Sinne des IPS gezielt. Dennoch wurde bislang nur ein relativ geringer Rückgang der Intensität der PSM-Anwendungen in Relation zu den Vergleichsbetrieben Pflanzenschutz der jeweiligen Region erreicht, z. B. in Winterweizen und Winterraps im Mittel 10 %, in einzelnen Betrieben bis zu 20 %. Abbildung 1 zeigt das Beispiel Winterweizen. Der Rückgang der Behandlungsintensität war möglich aufgrund eines bestimmten Aufwandes an Feldbesuchen und Überwachungsmaßnahmen, die Berücksichtigung von Schwellenwerten und Anwendung von vorbeugenden und alternativen nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren. Dabei wurden die Reduktionspotentiale schon weitestgehend ausgeschöpft. Im Ackerbau scheinen Aufwendungen für Befallskontrollen und Beratung von durchschnittlich 15-20 Minuten pro Schlag und Entscheidung zu einer Pflanzenschutzmaßnahme, egal ob eine Maßnahme durchgeführt werden musste oder nicht, notwendig zu sein, um sichere Entscheidungen im Sinne des IPS zu treffen. Für die Bonituren nutzen die Projektbetreuer Smartphones und eine Boniturapp.

Die Auswertungen mit dem SYNOPS-Modell, das das Risiko der Anwendung von PSM bzw. Anwendungsmustern berechnen kann, belegen, dass die Reduktion der Behandlungsintensität und die Mittelwahl zur Reduzierung der Risiken beitragen.

Tabelle 1: Die Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz in den mitwirkenden Bundesländern

Produktionsrichtung	Bundesland	1. Phase			2. Phase				
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Apfel	BW	2	2	2	8	8	6	6	6
	RP	2	2	2	2	2	-	-	-
	NI	-	2	2	3	3	3	3	3
	Summe	4	6	6	13	13	9	9	9
Wein	BW	2	2	2	2	2	-	-	-
	RP	2	2	2	7	7	5	5	5
	HE	-	-	-	3	3	3	3	3
	Summe	4	4	4	12	12	8	8	8
Ackerbau	MV	-	5	5	5	5	5	-	-
	NW	-	-	5	5	5	5	5	-
	TH	-	-	5	5	5	5	5	-
	NI	-	-	2	3	3	3	3	-
	ST	-	-	-	3	3	3	3	3
	SH	-	-	-	3	3	3	3	3
	BW	-	-	-	3	3	3	3	3
Summe	-	5	17	27	27	27	22	9	
Kohl/Möhre	SH	-	-	-	3	3	3	3	3
	NW	-	-	-	3	3	3	3	3
	RP	-	-	-	3	3	3	3	3
	Summe	-	-	-	9	9	9	9	9
Hopfen	BY	-	-	-	5	5	5	5	5
	Summe	-	-	-	5	5	5	5	5
<b>Summe</b>		<b>8</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>58</b>	<b>53</b>	<b>40</b>

### Zusammenfassung

Im Jahr 2011 begann in Deutschland das Modell- und Demonstrationsvorhaben „Demonstrationsbetriebe IPS“, um die Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung des IPS in wichtigen Produktionsrichtungen unter den Bedingungen einer intensiven Beratung aufzuzeigen. Es werden Erkenntnisse aus der 1. Phase 2011 bis 2013 vorgestellt. Mit intensiver Beratung konnte ein Rückgang der Intensität der PSM-Anwendung um ca. 10 % im Vergleich zu den umgebenen Betrieben erreicht werden. Im Ackerbau scheinen Aufwendungen für Befallskontrollen und Beratung von 15 bis 20 Minuten pro Schlag und Entscheidung zu einer Pflanzenschutzmaßnahme notwendig zu sein, um sichere Entscheidungen im Sinne des IPS zu treffen.

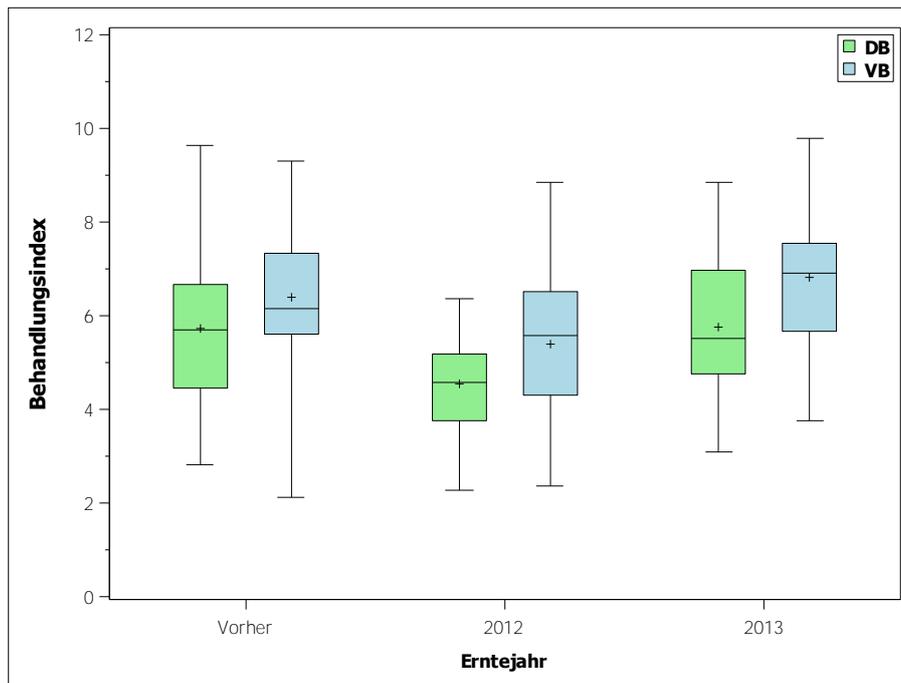


Abbildung 1: Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Winterweizen in den Demonstrationsbetrieben integrierter Pflanzenschutz (DB) und Vergleichsbetrieben Pflanzenschutz (VB), 2012 und 2013 sowie vor Projektbeginn

### *Abstract*

The German model and demonstration project “Demonstration farms for IPM” began in 2011 to show the possibilities and limits of IPM implementation under the conditions of intensive advice. Findings from the first project phase are presented. Resulting from intensive advice, the intensity of pesticide use could be reduced by 10% in comparison to the surrounding farms. In arable farming, time expenditure of 15 to 20 min per field and decision for a plant protection measure seemed to be needed, no matter whether an application has to be performed or not, to get best decisions in sense of IPM.

### *Literatur*

ANONYM, 2013: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bundesanzeiger 15.05.13, B 1, S. 1 – 40.

FREIER, B, SELLMANN, J, STRASSEMAYER, J, SCHWARZ, J, KLOCKE, B, KEHLENBECK, H, ZORNACH, W, 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2013. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013 Berichte JKI 178, 1-103.

STRASSEMAYER, J, GUTSCHE, V, 2010: The approach of the German pesticide risk indicator SYNOPS in frame of the National Action Plan for Sustainable Use of pesticides. OECD Workshop on Agri-Environmental Indicators, Leysin, Switzerland, <http://www.oecd.org/dataoecd/32/16/44806454.pdf>

### *Adresse der Autoren*

Julius Kühn-Institut, Stahnsdorfer Damm 81 D 14532 Kleinmachnow

\* Ansprechpartner: Prof. Dr. Bernd FREIER, [bernd.freier@jki.bund.de](mailto:bernd.freier@jki.bund.de)

# Im Südtiroler Apfelanbau auftretende Lagerfäulen: Biologie der Erreger und ihre Bekämpfung

## *Apple storage diseases in South Tyrol: biology and control*

Klaus Marschall\* und Werner Rizzolli

### **Einleitung**

Die am häufigsten in Südtirol auftretende Lagerfäule am Apfel wird durch *Neofabraea alba* verursacht. Der Schaden durch angefaulte Früchte kann bei den hoch anfälligen Sorten Pinova und Cripps Pink in unbehandelten Parzellen bis zu 80 % betragen. Charakteristisch für diese Krankheit sind Befallsjahre (siehe Abb. 1), in denen häufige Niederschläge zu starken Infektionen führen und Jahre in denen kaum Fäulnis auftritt. Infektionen finden in der Vorentzeit statt und sind im Zeitraum von acht Wochen vor der Ernte bis zur Ernte möglich. Betrachtet man das Sortenspektrum des Südtiroler Apfelanbaues, so sind 5% der Ernte als sehr anfällig und 55 % mittel anfällig einzustufen.

Von untergeordneter Bedeutung ist die Bitterfäule, verursacht durch *Colletotrichum acutatum*. Diese Lagerfäule trat bisher vereinzelt auf, könnte aber künftig infolge sich ändernder klimatischen Voraussetzungen eine größere Rolle spielen.

Andere in Europa wichtige Erreger von Lagerfäulen wie, *Neofabraea perennans* und *Neofabraea malicorticis* wurden in Südtirol bisher nicht nachgewiesen. Ebenso hat im Südtiroler Apfelanbau *Nectria galligena* als Fäulniserreger keine Bedeutung.

Häufiger hingegen kommen die „Wundparasiten“ *Botrytis cinerea*, *Penicillium sp.*, *Alternaria sp.* und *Monilia sp.* vor, die Erreger der Grau-, Grün-, Schwarz- und Braunfäule. Verletzungen bei Ernte (Stängelstiche), Risse bei der Reife (vor allem an der Stielbucht), oder Anstiche oder Fraßstellen von Insekten sind Eintrittspforten und erhöhen den Ernteausfall. Im Lager verursachen diese Wundparasiten charakteristische Befallsnester.

In den letzten Jahren konnte eine Zunahme von Kernhausfäulen beobachtet werden. Die in unserem Apfelanbaugebiet an Kernhausfäulen beteiligten pilzlichen Erreger, *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, und *Sphaeropsis malorum* konnten dabei in unterschiedlichen Ausmaß nachgewiesen werden. Die mengenmäßig größten Ausfälle wurden an Red Delicious beobachtet, hier war *Botrytis cinerea* die Ursache für die Kernhausfäule.

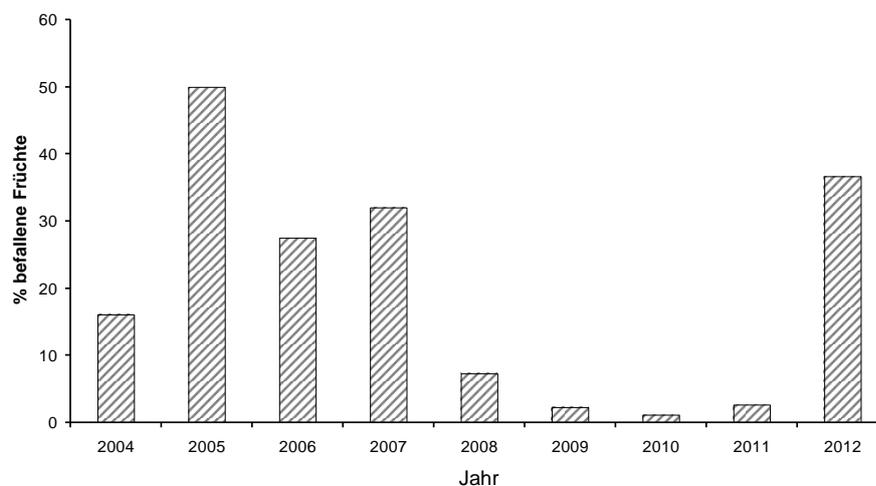


Abbildung 1: Fäulnis-Befall durch *Neofabraea alba* nach der Auslagerung. Die Äpfel wurden im jeweiligen Versuchsjahr in unbehandelten Kontrollparzellen geerntet und im Kühllager bis April-Mai gelagert.

## Material und Methoden

Die Freilandversuche zur Befallsregulierung wurden in randomisierten Versuchsanlagen mit vier Wiederholungen durchgeführt. Jede Wiederholung bestand aus Parzellen mit je 15 Versuchsbäumen, zwischen den Versuchsreihen wurde jeweils eine Pufferreihe angelegt. Die verschiedenen Fungizide wurden im Vergleich zu unbehandelten Kontrollen geprüft. An verschiedenen Ernteterminen wurden die Früchte im Kühllager eingelagert und im April bis Mai der Befall ausgewertet.

Bei Versuchen mit künstlichen Infektionen erfolgten die Behandlungen praxisüblich im Freiland. Die Inokulation mit *Colletotrichum acutatum* bzw. *Penicillium sp.* erfolgte im Labor durch besprühen mit Sporenlösungen [ $10^5$  Sporen pro ml], der zuvor mit kleinen Nadeln verletzten Früchte, oder es wurden die Behandlungen und die Inokulation von vorher desinfizierten und mit Nadeln verletzten Früchten im Labor durchgeführt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Neofabraea alba:

In Freilandversuchen auf den Sorten Pinova, Cripps Pink/Pink Lady® und Golden delicious zeigten Herbstbehandlungen, ab 6 Wochen vor der Ernte, die größte Wirkung. Zusätzliche frühere Sommerbehandlungen bewirkten keine wesentliche Befallsreduzierung. Von den geprüften Fungiziden hatten die Wirkstoffe Captan (1500g ai/ha), Fludioxonil (225g ai/ha), Boscalid (187,5g ai/ha) + Pyraclostrobin (97,5g ai/ha) und Trifloxystrobin (112,5g ai/ha) eine gute Wirkung. Ebenso konnten Heißwasserbehandlungen und Behandlungen mit Smart Fresh (MCP) den *Neofabraea*-Befall deutlich reduzieren. Der Erntetermin hat einen großen Einfluss auf die Befallsstärke. Die beim zweiten und dritten Pflückgang geernteten Früchte waren deutlich mehr befallen, als die der ersten Pflücke.

### Colletotrichum acutatum:

In zwei Versuchen mit künstlicher Infektion erwiesen sich die Wirkstoffe Boscalid (187,5g ai/ha) + Pyraclostrobin (97,5g ai/ha) und Fludioxonil (225g ai/ha) als sehr wirksam gegenüber den Erreger der Bitterfäule. In Anlagen mit Bitterfäulebefall-Befall können daher Herbstbehandlungen mit genannten Wirkstoffen den Befall deutlich reduzieren.

### Penicillium sp.

In Abbildung 2 ist der Befall bei künstlich mit *Penicillium sp.* infizierten Äpfeln ersichtlich. Alle Fungizide zeigten eine Wirkung. Die Wirkstoffe Fludioxonil (225g ai/ha) und Trifloxystrobin (112,5g ai/ha) waren im Trend wirksamer.

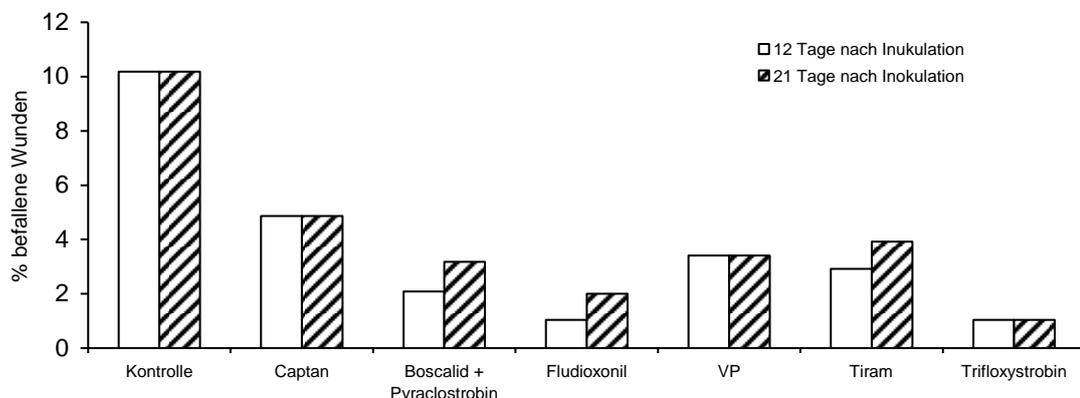


Abbildung 2: Mit *Penicillium sp.* befallene Wunden an Golden Delicious. An den Äpfeln wurden durch Nadelstiche kleine Wunden erzeugt und anschließend mit *Penicillium sp.* - Sporenlösung [ $10^5$  Sporen pro ml] besprüht. Die Äpfel wurden zuvor praxisüblich in Feld behandelt und geerntet.

### ***Zusammenfassung***

Das regelmäßige Auftreten von Lagerkrankheiten erfordert eine adäquate und vor allem eine, an dem sortenspezifischen Auftreten der unterschiedliche Lagerfäulen angepassten differenzierten Pflanzenschutzstrategie. Dadurch können einerseits für den Konsumenten einwandfreie Äpfel produziert werden und andererseits unnötige Pflanzenschutzmittelbehandlungen vermieden werden. Diese Pflanzenschutzstrategie beinhaltet die Einhaltung des sortenspezifischen Erntetermins, eine sorgfältige Ernte die keine Wunden an den Äpfeln verursacht und den Einsatz von Fungiziden in der Vorerntezeit. Die standortgerechte Sortenwahl spielt eine große Rolle, dies ist vor allem im Bio-Anbau von entscheidender Bedeutung.

### ***Adressen der Autoren***

Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Laimburg 6, Pfatten, I 39040 Auer

\* Ansprechpartner: Klaus MARSCHALL, klaus.marschall@provinz.bz.it

# Ergebnisse über das Auftreten von *Tuta absoluta* (Meyrick) an Monitoringstandorten nahe der österreichisch-slowakischen Staatsgrenze

## *Results on the occurrence of Tuta absoluta (Meyrick) near the Austro-Slovakian border*

Ines Gabl\* und Hermann Hausdorf

### **Einleitung**

*Tuta absoluta* (Meyrick), die Tomatenminiermotte ist eine invasive Kleinschmetterlingsart, die als der Hauptschädling an Tomatenkulturen sowohl unter Glas als auch an Freilandkulturen in Südamerika bekannt ist.

1917 fand MEYRICK ein Exemplar in Peru (Südamerika) auf 3500 m Seehöhe und beschrieb sie erstmals unter dem Namen *Phthorimaea absoluta* (MEYRICK 1917).

In Europa kam es zu einem Erstauftreten 2006 in Spanien. 2007 wurden hohe Ertragsverlusten aus allen Tomatenanbaugebieten der Küstenregion gemeldet (URBANEJA et al. 2007). Vermutet wird, dass *Tuta absoluta* (Meyrick) durch Tomatenimporte das europäische Festland erreichen konnte (DESNEUX et al. 2010). Sehr schnell breitete sich die Miniermotte auch auf andere Länder der Mittelmeerregion aus und wurde zu einer ernsthaften Bedrohung für die Produktion von Tomaten sowohl an Freiland- als auch an Unterglaskulturen (DESNEUX et al. 2010).

Innerhalb der folgenden 5 Jahre konnte sich der Kleinschmetterling in der Mittelmeerregion etablieren. Die Hintergründe über die schnelle Ausbreitungsfähigkeit des Kleinschmetterlings in Europa und mittlerweile auch am afrikanischen Kontinent sind unklar. Vermutet werden der Transport von befallenen Tomatenfrüchten sowie Verpackungsmaterial. Auf Grund der Erfahrung über die schnelle Ausbreitungsmöglichkeit der letzten Jahre in Europa wird vermutet, dass *Tuta absoluta* (Meyrick) auch den asiatischen Kontinent in den nächsten Jahren und dort vor allem Indien und China besiedeln könnte (DESNEUX et al. 2011).

Über die natürlichen Verbreitungswege ist sehr wenig bekannt. So wurde laut einer deutschen Risikoanalyse aus dem Jahr 2013 *Tuta absoluta* (Meyrick) in Estland 10 km vom nächsten Tomatenproduktionsbetrieb im Freiland (Forst) festgestellt (SCHRADER et al., 2013).

Die AGES führt seit 2010 ein Monitoring bezüglich des Auftretens in Österreich an verschiedenen Standorten in Wien, im Burgenland und in der Steiermark durch. *Tuta absoluta* (Meyrick) konnte das erste Mal 2010 im Burgenland in einem Gartenbaubetrieb in Sankt Andrä am Zicksee nachgewiesen werden. (GABL & HAUSDORF 2013).

In den folgenden Jahren erfolgte die Ausweitung der Monitoringstandorte vor allem an Freilandstandorten. Der Vortragsbeitrag gibt einen Überblick über die Monitoring-Ergebnisse im speziellen die aktuellen Ergebnisse aus dem Jahr 2014 an den Monitoringstandorten nahe der österreichisch-slowakischen Staatsgrenze.

### **Material und Methoden**

Delta-Pheromonfallen der Firma pherobank mit Leimboden und *Tuta absoluta* - spezifischem Lockstoff wurden an den einzelnen Standorten verwendet. Nach längstens 6 Wochen wurde das Pheromon sowie der Leimboden an allen Standorten erneuert.

Die Bestimmung der in den Leimböden gefangenen Kleinschmetterlinge wurden nach morphologischen Bestimmungsmerkmalen an adulten Faltern sowie durch Anfertigung von Genitalpräparaten an den männlichen Faltern durchgeführt (HUEMER et al. 2010).

Monitoring Standorte:

2014: Standorte Slowakei: S-01, S-02, S-03, S-04, S-05

2014: Burgenland: B-01, B-04, B-05, B-06, B-07 (Halbturn), B-08 (Andau-Grenze Ungarn), B-09 (Andau-Güterweg), B-10 (Pamhagen), B-11 (Apetlon),

## ***Ergebnisse und Diskussion***

2014 konnten an den Freilandstandorten nahe der österreichisch-slowakischen Staatsgrenze ein Auftreten von *Tuta absoluta* festgestellt werden.

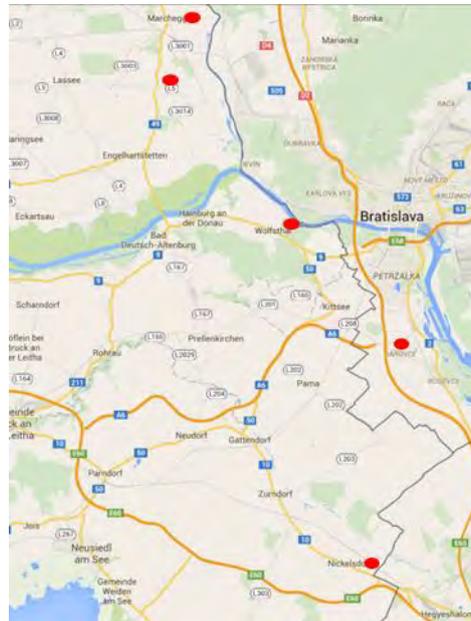


Abb. 1: **Monitoring Standorte nahe der österreichisch-slovakischen Staatsgrenze im Jahr 2014**

Die Ergebnisse des Jahres 2014, der Monitoringstandorte nahe der österreichisch-ungarischen Grenze und das erstmalige Auftreten an der österreichisch-slowakischen Grenze lassen vermuten, dass *Tuta absoluta* (Meyrick) durch Wind verfrachtet wird und somit die natürlichen Verbreitungsmöglichkeit des Schädling nicht außer Acht gelassen werden darf.

### ***Danksagung***

Wir danken Sandra Szin von der Firma biohelp GmbH für die ausgesprochen gute Zusammenarbeit, für die zur Verfügung Stellung des Bildmaterials und den am Monitoring teilnehmenden Tomatenproduktionsbetrieben im Burgenland.

### ***Zusammenfassung***

Im August 2010 wurde *Tuta absoluta* (Meyrick) in Österreich, im Burgenland nachgewiesen. 2011 erfolgten weitere Nachweise an Monitoringstandorten in Wien. Im Jahr 2013 wurden Untersuchungen zur Verbreitung im Freiland nahe der österreichisch-ungarischen Staatsgrenze durchgeführt. 2014 konnte erneut Falter an den Freilandstandorten nahe der österreichisch-ungarischen Grenze gefangen werden. An den Monitoring Standorten nahe der österreichisch-slowakischen Grenze konnte *Tuta absoluta* (Meyrick) erstmalig nachgewiesen werden. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass *Tuta absoluta* (Meyrick) auch passiv durch Windtransport verfrachtet, und so in neuen Gebieten gefunden werden kann.

### ***Abstract***

*Tuta absoluta* (Meyrick) was first detected in August 2010 in Austria in the federal district Burgenland. 2011 *Tuta absoluta* (Meyrick) was further detected in monitoring places in Vienna.

In 2013 further investigations on transport pathways were carried out with monitoring places in open fields near the Austro-Hungarian border. *Tuta absoluta* (Meyrick) was first detected in 2014 in open fields near the Austro-Slovakian border. Results on the occurrence in this open field places suggest that also passiv transport with wind could be a possible pathway for introduction in new aereas.

## **Literatur**

- DESNEUX N., WAJNBERG E., WYCKHUYS K. A. G., BURGIO G., ARPAIA S., NARVÁEZ-VASQUEZ C. A., GONZÁLEZ-CABRERA J., CATALÁN RUÉSCAS D., TABONE E., FRANDON J., PIZZOL J., PONCET C., CABELLO T., URBANEJA A., 2010: Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control.- *Journal of Pest Science*, 83: 197-215
- DESNEUX N., M.G. LUNA, T. GUILLEMAUD & A.URBANEJA, 2011: The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond – the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science*, 84, 403-408.
- GABL, I., HAUSDORF, H., 2013: Erstnachweis von *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) in Österreich und erste Monitoring-Ergebnisse. - *Journal für Kulturpflanzen*, 65 (1), S. 1-8
- HUEMER, P. & KARSHOLT, O., 2010: Gelechiidae II (Gelechiinae: Gnorimoschemini). In: P. HUEMER, O. KARSHOLT & M. NUSS (eds.): *Microlepidoptera of Europe 6*: 1-586. Apollo Books, Stenstrup
- MEYRICK, E., 1917: Descriptions of South American Micro-Lepidoptera. – *The Transactions of the Entomological Society of London for the Year 1917* (1): 1–52
- POTTING, R.P.J. , D. J. VAN DER GAAG, A. LOOMANS, M. VAN DER STRATEN, H. ANDERSON, A. MACLEOD, J. M. G. CASTRILLÓN, AND G. V. CAMBRA., 2013: *Tuta absoluta*, Tomato leaf miner moth or South American tomato moth. Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Plant Protection Service of the Netherlands. ( [http://www.vwa.nl/txmpub/files/?p\\_file\\_id=2000960](http://www.vwa.nl/txmpub/files/?p_file_id=2000960))
- SCHRADER E., KEHLENBECK, BAUFELD P., 2013: EXPRESS-PRA zu *Tuta absoluta*. Julius Kühn-Institut, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit. (<http://pflanzengesundheit.jki.bund.de/index.php?menuid=60&reporeid=256>)
- URBANEJA A., VERCHER R., NAVARRO V., PORCUNA J. L., GARCIA- MARÍ F., 2007: La polilla del tomate, *Tuta absoluta*.- *Phytoma España*, 194: 16-24

## **Adressen der Autoren**

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

\* Ansprechpartner: Ines GABL, [ines.gabl@ages.at](mailto:ines.gabl@ages.at),  
Hermann HAUSDORF, [hermann.hausdorf@ages.at](mailto:hermann.hausdorf@ages.at)

# Ausbringung von Raubmilben (Phytoseiidae) aus Massenzuchten im Südtiroler Apfelanbau

## *Application of predatory mites (Phytoseiidae) from mass breeding in the apple growing in South Tyrol*

Angelika Gruber<sup>1</sup>, Daniel Pichler<sup>2</sup>, Walther Waldner<sup>2</sup> und Manfred Wolf<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Gegenwärtig spielt die Obstbaumspinnmilbe (*Panonychus ulmi*) im Südtiroler Apfelanbau eine eher untergeordnete Rolle. Abgesehen von Einzelfällen ist sie zuletzt in den Jahren 2005, 2009 und 2012 während des Frühsommers aufgetreten. Ein ständiger, über mehrere Jahre andauernder Befall, wie er in den 1980er Jahren häufig beobachtet werden konnte oder derzeit in anderen Apfelanbaugebieten beobachtet wird (Kuske 2014), stellt eine Ausnahme dar. Aufgrund des großflächigen Einsatzes von bestimmten raubmilbenschädigenden Pflanzenschutzmitteln im Südtiroler Apfelanbau, könnten aber Spinnmilben-Probleme wieder zunehmen. Seit 2013 werden die für die Blattsaugerbekämpfung gebräuchlichen Produkte, Klartan 20 EW (Tau-Fluvalinate) bzw. Calypso (Thiaclopid) vermehrt in Ertragsanlagen eingesetzt (Leitfaden 2013). Beide Präparate wirken sich ungünstig auf Raubmilben aus. Ziel ist es, durch einen Eintrag von Raubmilben, diese „Nebenwirkungen“ zu kompensieren. Das Eintragen von Raubmilben in Apfelanlagen wurde verschiedentlich experimentell überprüft bzw. ansatzweise in Praxisanlagen durchgeführt (Boscheri 1986). Auch z.T. aus bzw. in anderen Kulturen eingetragene Raubmilbenarten konnten sich in bestimmten Fällen etablieren (Duso 2009, Morandell 2001). Die Beschaffung der Raubmilben stellte dabei einen bestimmten Aufwand dar. Im Unterschied dazu, gäbe es nun die Möglichkeit Raubmilben aus Zuchten einzusetzen. Zu diesem Zweck bieten verschiedene Hersteller u.A. die Raubmilbenart *Amblyseius andersoni* an.

### **Ergebnisse aus diversen Untersuchungen**

Ab 2011 durchgeführte Erhebungen haben gezeigt, dass *T. pyri* im Südtiroler Apfelanbau die dominierende Art ist. Dagegen ist *A. andersoni* unterschiedlich stark verbreitet, aber in allen Lagen zu mindest kurzfristig präsent, bzw. in einem geringen Teil der Anlagen über Jahre vorherrschend. Bei den Erhebungen konnte festgestellt werden, dass beide Raubmilben-Arten beträchtliche Vermehrungsraten aufweisen und dass Raubmilben bei Verfügbarkeit von Nahrung ihre Aktivität bis in den Spätherbst fortsetzen und auch noch während der Wintermonate aktiv sind und sich von Obstbaumspinnmilbeneiern zu ernähren.

### **Schlussfolgerungen und Ausblick**

Gegenüber der ursprünglichen Form des Raubmilbeneintrags mittels besiedelter Triebe birgt der gezielte Einsatz von gezüchteten Tieren bestimmte Vorteile. Gezüchtete *A. andersoni*-Stadien sind in größeren Mengen verfügbar bzw. mit einem bestimmten Nahrungsvorrat ausgestattet. *A. andersoni* ist in den meisten ST Apfelanlagen präsent; in bestimmten Lagen dominant. Dies würde bedeuten, dass im Falle ihrer Ausbringung durchaus die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Ansiedelung gegeben wären. Ob der gezielte Eintrag bei einem beginnendes Spinnmilben-Problem sinnvoll ist hängt von diversen Faktoren ab, unter anderem, ob die „eingesetzte“ Art sich etabliert bzw. über Winter hält. 2014 wurden daher im Sommer erste Praxisversuche zur Freisetzung von *A. andersoni* aus Massenzuchten in Apfelanlagen durchgeführt und das Artenspektrum der überwinterten Raubmilben untersucht. Erste Erfahrungen dazu liegen bereits vor und sollen vorgestellt werden.

## ***Literatur***

BOSCHERI S., RELICH CH., OBRIST J., DISSERTORI A. 1986: Praktische Erfahrungen mit der Übertragung von Raubmilben. Obstbau Weinbau, Fachmagazin des Südtiroler Beratungsrings für Obst- und Weinbau 50/4 Seite 93 - 96

DUSO C., FANTI M., POZZEBON A., ANGELI G. 2009: Is the predatory mite *Kampimodromus aberrans* a candidate for the control of phytophagous mites in European apple orchards?. *BioControl* 54:369-382

MORANDELL A., GIROLAMI V., 1986: Zur Verbreitung der Raubmilbenarten im Weinbau. Obstbau Weinbau, Fachmagazin des Südtiroler Beratungsrings für Obst- und Weinbau 50/4 Seite 93 – 96

KUSKE S., KAISER L., RAZAVI E. und MAZZI D.: Astproben 2013/14: Leichter Rückgang bei der Roten Spinne- Stabilität bei den Raubmilben. *Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 6, 2014: 8-11

LEITFADEN APFELANBAU 2013: Südtiroler Beratungsrings für Obst- und Weinbau

## ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Pfatten 6, 39040 Auer/Italien,

<sup>2</sup> Freie Universität Bozen; Fakultät für Naturwissenschaften und Technik, Universitätsplatz 5I - 39100 Bozen

\* Ansprechpartner: Dr. Manfred WOLF, [manfred.wolf@provinz.bz.it](mailto:manfred.wolf@provinz.bz.it)

# Risikolandkarte Mykotoxine in Lebensmitteln

## *Risk map mycotoxins in food*

Elke Rauscher-Gabernig<sup>1\*</sup>, Sabrina Kuchling<sup>2</sup>, Richard Öhlinger<sup>3</sup> und Klemens Fuchs<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Mykotoxine wurden in einer Befragung von Experten und Expertinnen der AGES aus den 20 Gefahren, die in das Aufgabengebiet der AGES fallen, als eine der Top 5 Risikogruppen im Zusammenhang mit dem Gefahrenträger Waren und Wasser identifiziert.

Im Rahmen der Erstellung der Risikolandkarte Mykotoxine wurden die Daten der AGES zu rund 6500 amtlichen Lebensmittelproben aus dem Zeitraum 2007 bis 2013 analysiert. Die Risikolandkarte für Mykotoxine wurde für den Gefahrenträger Waren (= Lebensmittel) und den Risikoträger Mensch erstellt und soll Datenlücken aufdecken und den Bedarf für Schwerpunkte in Routine und Forschung aufzeigen.

### **Material und Methoden**

Gefahrenliste: Für die Gefahrengruppe Mykotoxine wurde eine Liste mit Gefahren erstellt, für die einerseits Informationen zur Toxikologie aus Risikobewertungen der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) oder Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) vorliegen, und andererseits Daten zum Auftreten in Lebensmitteln in der AGES verfügbar sind. Die Gefahrenliste umfasst: Aflatoxine B1, B2, G1, G2 und M1, Alternariol, Alternariolmonomethylether, Deoxynivalenol (DON) und acetylierte Derivate, Ergotalkaloide, Fumonisine B1 und B2, Nivalenol, Ochratoxin A, Patulin, T2-Toxin und HT-2 Toxin, Zearalenon.

Bewertungsmodell: In Anlehnung an MENGELERS et al. (2013) wurde ein qualitativer Ansatz zur Bewertung des Risikos verwendet. Dieser setzt sich aus einem Score für die chronische Toxizität (TOX-Score) und einem Score für die Exposition (EXPO-Score) zusammen.

Die chronische Toxizität der Mykotoxine wird aufgrund der tolerierbaren Aufnahmemengen mit einem 6-stufigen TOX-Score auf einer Skala von 0 bis 10 (niedrige bis hohe Potenz) bewertet. Den höchsten TOX-Score von 10 erhalten die Aflatoxine, da es sich hier um genotoxische Kanzerogene handelt, für die keine tolerierbare Aufnahmemenge festgelegt werden kann.

Basierend auf den österreichischen Auftretens- und Verzehrdaten wurden für alle Mykotoxine die Expositionen bei durchschnittlichem und hohem Verzehr für die Bevölkerungsgruppen Vorschulkinder, Schulkinder, Frauen und Männer berechnet. Die Berechnungen wurden nach dem Lower-Bound (LB) – Upper-Bound (UB) Konzept durchgeführt, wobei beim LB alle Auftretensdaten mit Gehalten unter der Bestimmungsgrenze gleich Null gesetzt werden und beim UB Werte unterhalb Bestimmungsgrenze gleich dem Wert der Grenze gesetzt werden. Zusätzlich wurde der Medium-Bound (MB) berechnet, indem Werte kleiner der Bestimmungsgrenze gleich der halben Bestimmungsgrenze gesetzt werden. Die Expositionen wurden anschließend in eine der elf Expositionsgruppen mit einem entsprechenden EXPO-Score auf einer Skala von 0 bis 10 zugeteilt. Niedrige Aufnahmemengen bis zu 1 ng/kg Körpergewicht (KG) und Tag (d) werden einem EXPO-Score von 0 zugeordnet. Für eine Aufnahme von mehr als 10.000 ng/kg KG/d wird der höchste EXPO-Score von 10 vergeben.

Visualisierung: Die Ergebnisse werden in einer Risikomatrix dargestellt, wobei der TOX-Score auf der y-Achse und der EXPO-Score auf der x-Achse aufgetragen werden. Die Risikomatrix ist in drei Bereiche unterteilt, die ein unterschiedliches Risikoniveau anzeigen: Grün für niedriges Risiko, Orange für mittleres Risiko und Rot für hohes Risiko.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen das qualitative Risk-Ranking der Mykotoxine aus Lebensmitteln bei durchschnittlichem und hohem Verzehr exemplarisch für die beiden Bevölkerungsgruppen Frauen und Vorschulkinder. Die für jedes Mykotoxin angeführten Balken geben die aufgrund der Exposition vom LB bzw. UB ermittelten EXPO-Scores an. Der Punkt des Balkens beschreibt den EXPO-Score basierend auf der MB-Exposition. Je länger der Balken ist, umso größer ist die Unsicherheit für die ge-

geschätzte Aufnahmemenge und umso höher ist der Anteil an linksenzierten Daten, sprich der Anteil jener Proben mit nicht quantifizierbaren Gehalten.

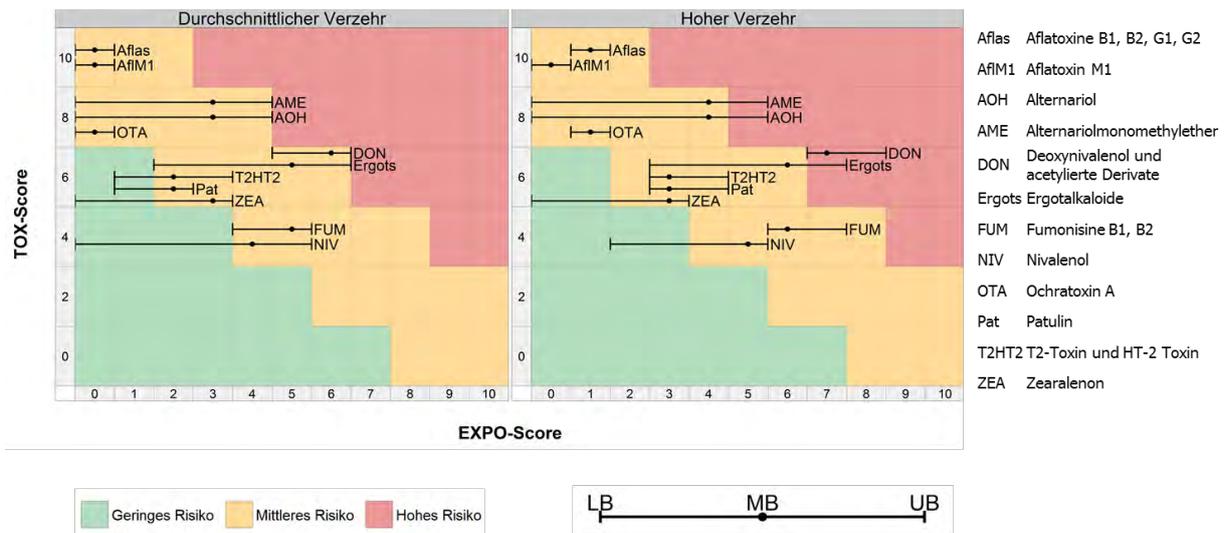


Abbildung 1: Qualitatives Risk Ranking für Frauen bei durchschnittlichem und hohem Verzehr

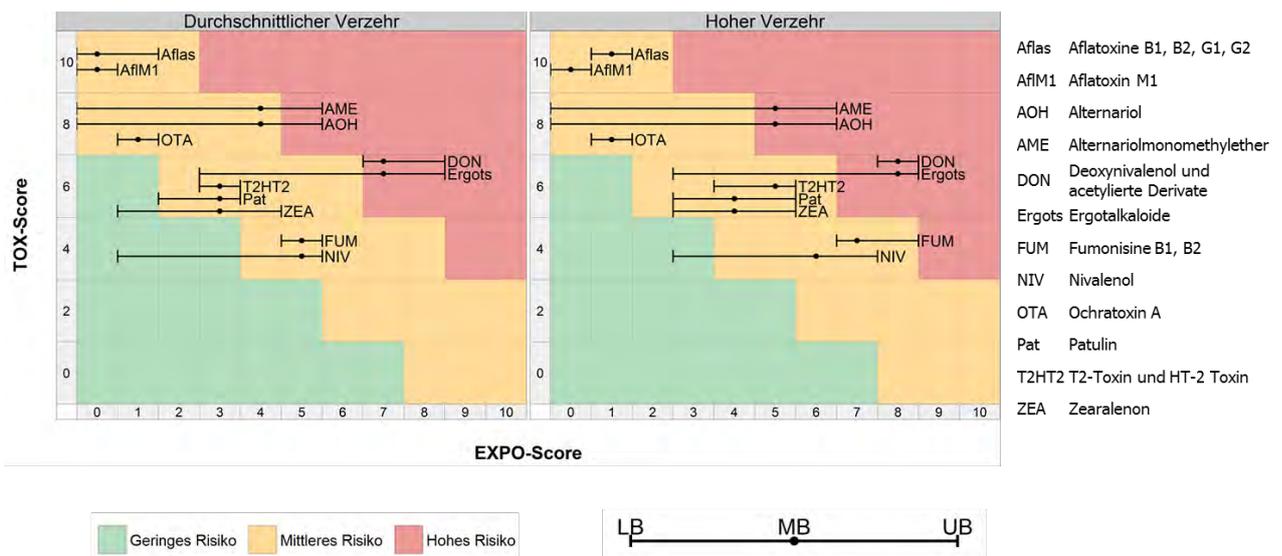


Abbildung 2: Qualitatives Risk Ranking für Vorschulkinder bei durchschnittlichem und hohem Verzehr

Für alle Bevölkerungsgruppen stellt DON bei hohem Verzehr das größte Risiko von allen betrachteten Mykotoxinen dar. Ein mittleres Risiko geht von den restlichen Mykotoxinen entweder aufgrund ihrer Toxizität oder des Verzehrs aus. Nivalenol und Zearalenon stellen vor allem bei durchschnittlichem Verzehr das geringste Risiko dar. Nur wenige Proben liegen bisher zum Auftreten von Ergotalkaloiden, Alternariol und Alternariolmonomethylether vor. Die Risikobewertung für diese Stoffe unterliegt damit der größten Unsicherheit, die auch in der Risikomatrix durch die langen Balken dargestellt ist.

### Zusammenfassung

Die Methode des Risk-Rankings wurde für Mykotoxine in Lebensmitteln eingesetzt, um Datenlücken bei der Risikobewertung zu identifizieren. Eine Gefahrenliste wurde aufgrund der bestehenden Informationen zur Toxikologie erstellt. Diese enthält Aflatoxine B1, B2, G1, G2, M1, Alternariol, Alternariolmonomethylether, DON, 3-Acetyl-DON, 15-Acetyl-DON, Ergotalkaloide, Fumonisine B1, B2, Nivalenol, Ochratoxin A, Patulin, T-2-Toxin, HT-2-Toxin und Zearalenon. Das Risk-Ranking nach MENGELERS, GERAETS und JEURISSEN basiert auf der Toxizität und Exposition. Die My-

kotoxine wurden gemäß ihrer chronischen Toxizität nach ihren tolerierbaren täglichen Aufnahmemengen von 0 bis 10 (niedrige bis hohe Potenz) gereiht. Basierend auf den österreichischen Auftretens- und Verzehrdaten wurden die durchschnittlichen und hohen Expositionen für alle Mykotoxine für die verschiedenen Bevölkerungsgruppen berechnet. Diese wurden in eine der elf Expositionsgruppen entsprechend einem EXPO-Score von 0 bis 10 (geringe bis hohe Aufnahme) zugeordnet. Die Ergebnisse wurden in einer Risikomatrix durch Auftragen des TOX-Scores auf der y-Achse und des EXPO-Scores auf der x-Achse visualisiert. Für alle Bevölkerungsgruppen stellt DON die größte Gefahr von allen betrachteten Mykotoxinen bei hohem Verbrauch dar. Die übrigen Mykotoxine bilden meist ein mittleres Risiko entweder aufgrund ihrer Toxizität oder durch den Verzehr. Nivalenol und Zearalenon stellen vor allem bei durchschnittlichem Verbrauch das niedrigste Risiko dar. Bisher wurden nur wenige Proben auf Ergotalkaloide, Alternariol und Alternariolmonomethylether analysiert. Die Risikobewertungen für diese Stoffe sind daher mit großer Unsicherheit behaftet, die auch in der Risikomatrix widerspiegelt wird.

### ***Abstract***

The method of risk ranking was applied for mycotoxins in food to identify data gaps in risk assessment. A hazard list has been set up due to existing information on toxicology comprising aflatoxins B1, B2, G1, G2, M1, alternariol, alternariol monomethyl ether, DON, 3-acetyl-DON, 15-acetyl-DON, ergot alkaloids, fumonisins B1, B2, nivalenol, ochratoxin A, patulin, T-2 toxin, HT-2 toxin and zearalenone. Risk ranking according to MENGELERS, GERAETS and JEURISSEN is based on toxicity and exposure. The chronic toxicity of mycotoxins is scored according to their tolerable daily intakes from 0 to 10 (low to high potency). Based on Austrian occurrence and consumption data, average and high exposures are estimated for all mycotoxins for different population groups. The exposures are allocated to one of the eleven exposure groups corresponding to an EXPO-score from 0 to 10 (low to high intake). Results are visualised in a risk matrix by plotting the TOX-score on the y-axis and the EXPO-score on the x-axis. For all population groups, DON represents the greatest risk among all considered mycotoxins at high consumption. The remaining mycotoxins mostly constitute a medium risk either owing to their toxicity or due to consumption pattern. Nivalenol and zearalenone pose the lowest risk especially at average consumption. Only a few samples have been analysed for ergot alkaloids, alternariol and alternariol monomethyl ether so far. The risk assessments for these substances are therefore subject to the greatest uncertainty, which is also illustrated in the risk matrices.

### ***Literatur***

MENGELER M, GERAETS L, JEURISSEN S, 2013: Ranking of chemical risks in food. Symposium SciCom2013, Brussels, Belgium, 29 November 2013. Proceedings: 75-80.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik, Zinzendorfsgasse 27/1, A 8010 Graz

<sup>3</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik, Wieningerstraße 8, A 4020 Linz

\* Ansprechpartnerin: DI Elke RAUSCHER-GABERNIG, MScTox, elke.rauscher-gabernig@ages.at

# **Analytische Differenzierung der Herkunft von Milch an Hand der Fettsäurezusammensetzung**

## ***Analytical Differentiation of the Origin of Milk according to Fatty Acid spectra***

Manfred Werteker<sup>1\*</sup>, Stefanie Huber<sup>2</sup>, Birgit Rossmann<sup>3</sup>,  
Atousa Motie<sup>1</sup> und Matthias Schreiner<sup>2</sup>

### ***Einleitung***

Zuverlässige analytische Methoden zur Prüfung der Herkunft von Lebensmitteln sind nicht nur eine wesentliche Maßnahme zum Schutz regionaler und nach traditionellen Verfahren arbeitender Produzenten gegen unlautere Konkurrenz, sondern auch der Konsumenten gegen gefälschte Produkte. Ziel der vorliegenden Studie war die Entwicklung eines Verfahrens zur analytischen Differenzierung von Kuhmilchproben nach ihrer geographischen Herkunft.

### ***Material und Methoden***

30 Proben aus Tirol und 31 aus Niederösterreich wurden im Rahmen der amtlichen Lebensmittelkontrolle gezogen. Das Fett der Proben wurde nach einer modifizierten Röse-Gottlieb-Methode extrahiert und mit methanolischem Kaliumhydroxyd transmethyliert. Die Fettsäuremethylester (FAME) wurden mit n-Hexan extrahiert und gaschromatographisch analysiert. Eine HP-88 Kapillarsäule (100m) und ein Temperaturgradient von 60°C bis 240°C wurde angewandt. Die Ergebnisse wurden mit Hauptkomponentenanalyse und Partial Least Square Regression -Discriminant Analysis (PCA, PLS-DA Unscrambler©, Version 10.2) unter Anwendung des standardisierten Auswertemodus ausgewertet.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

109 FAME konnten getrennt werden, von denen die 11 quantitativ vorherrschenden durch externe Standards identifiziert werden konnten. Durch PCA konnte eine klare Unterscheidung zwischen zwei Gruppen von Proben geschaffen werden, die durch Einbeziehung höherer Hauptkomponenten – bis zu PC5 - verbessert werden konnte. Durch Auswertung der Correlation loadings konnte der Beitrag einzelner Fettsäuren zur Unterscheidbarkeit der Muster abgeschätzt werden. Eine wesentlich verbesserte Auswertemöglichkeit mit besserem Trenneffekt und der Möglichkeit der Abschätzung der Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit einer Probe zu einer Gruppe stellt die PLS-DA dar. Die große Anzahl an analysierbaren Komponenten verspricht hohes Potential der Methode zur Unterscheidung von Produkten nach unterschiedlichsten Gesichtspunkten, wie geographische Herkunft, Prozessbedingungen und ähnlichem. In der vorliegenden Studie war es nicht möglich nachzuweisen, ob die Differenzierung durch die verschiedenen Ursprungsgebiete, die Rinderrasse oder die Fütterung bewirkt wurde. Dieser Mangel könnte durch Validierung mit einer größeren Anzahl von Proben und besserer Dokumentation der Einflussfaktoren beseitigt werden.

### ***Zusammenfassung***

Die vorgestellte Studie hatte die Entwicklung einer analytischen Methode zur Unterscheidung von Milchproben nach ihrer Herkunft zum Ziel. 30 Milchproben aus Tirol und 31 aus Niederösterreich wurden von der amtlichen Lebensmittelaufsicht gezogen. Die Fettsäuremethylester wurden durch Gaschromatographie untersucht. Die Ergebnisse wurde durch Hauptkomponentenanalyse (PCA) und Partial Least Square Regression – Discriminat Analysis (PLS-DA, Unscrambler©, Version 10.2) ausgewertet. 109 Fettsäuremethylester konnten durch die angewandten analytischen Methoden getrennt werden. Durch PCA und PLS-DA war eine klare Unterscheidung der beiden Gruppen an Milchproben möglich. Durch Auswertung der Correlation Loadings konnte der Beitrag einzelner Fettsäuremethylester zur Charakterisierung der Proben bewertet werden.

## ***Abstract***

The presented study intended to develop a procedure for the analytical differentiation of cow milk samples according to their origin. 30 samples of milk from Tyrol and 31 samples from Lower Austria were collected by the governmental Austrian food control. The fatty acid methyl esters were analyzed by gas chromatography. The results were evaluated by principal component analysis (PCA) and partial least square regression-discriminant analysis (PLS-DA, Unscrambler©, Version 10.2). 109 fatty acid methyl esters could be separated by the applied analytical methods. By PCA and PLS-DA a clear distinction between the two groups of milk samples was possible. By evaluation of correlation loadings an estimation of the contribution of distinct fatty acid methyl esters to the characterization of samples was possible.

## ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Lebensmittelwissenschaften, Muthgasse 18, A 1190 Wien

<sup>3</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Lebensmittelsicherheit, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

\* Ansprechpartner: DI Dr. Manfred WERTEKER, [manfred.werteker@ages.at](mailto:manfred.werteker@ages.at)

# **Entwicklung und Validierung analytischer Nachweisverfahren zur quantitativen Bestimmung des Fleischanteils in Lebensmitteln mittels real-time PCR**

## ***Development and validation of analytical methods for the quantitative determination of the meat content in food products by real-time PCR***

Barbara Druml<sup>1,2\*</sup>, Margit Cichna-Markl<sup>2</sup> und Rupert Hochegger<sup>1</sup>

### ***Einleitung***

Seit dem „Pferdefleischskandal“ in Europa 2013 hat die Authentizität von Lebensmitteln einen noch höheren Stellenwert in unserer Gesellschaft bekommen. Gemäß dem Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz (LMSVG) muss der Konsument vor Irreführung und Täuschung durch falsche Deklaration von Lebensmitteln geschützt werden. Wildfleisch ist ein hochwertiges Nahrungsmittel, zählt zu den Delikatessen und ist teurer als das Fleisch von Nutztierarten (z.B.: Schweinefleisch oder Rindfleisch). Aus wirtschaftlichen Gründen können Wildprodukte häufig Ziel von Verfälschungen sein. Laut dem österreichischen Lebensmittelbuch (Codex Alimentarius Austriacus) muss der Wildfleischanteil in Wildprodukten und Würsten, die als Wildwürste deklariert sind, mindestens 38% des Gesamtfleischanteils betragen. Für eine eindeutige Tierartenidentifizierung und für die Bestimmung des Fleischanteils der jeweiligen Tierart sind nicht nur qualitative, sondern auch quantitative Analysemethoden notwendig. Ziel der Arbeit war die Entwicklung und Validierung einer quantitativen real-time PCR Methode zur Bestimmung des Gesamthirschanteils (=Summe aus Damwild, Rotwild und Sikawild) in Lebensmitteln.

### ***Material und Methoden***

Herstellung verschiedener Fleischgemische: Es wurden Fleischgemische mit Damwild, Rotwild bzw. Sikawild in Schweinefleisch hergestellt sowie Fleischgemische, die alle drei Hirscharten enthielten.

Herstellung einer Modellwurst: Nach den Richtlinien des Codex Alimentarius Austriacus wurde eine Modellwurst mit bekannten Anteilen verschiedener Wildtiere (21% Damwild, 21% Rotwild, 21% Rehwild und 7% Wildschwein, 30% Speck) und Gewürzen, die häufig in verarbeiteten Lebensmitteln vorkommen, hergestellt.

Lebensmittel: 31 Lebensmittel aus Supermärkten wurden auf richtige Deklaration untersucht.

DNA Extraktion: Diese erfolgte nach der CTAB Methode. Die Konzentration und Reinheit der erhaltenen DNA Extrakte wurde mittels UV photometrisch bestimmt.

Real-time PCR: Primer und eine TaqMan Sonde wurden mit der Primer Design Software von Applied Biosystems (Primer Express 3.0) entworfen. Die Durchführung der PCR Amplifikation erfolgte am Rotor Gene Q (Qiagen) mit dem QuantiTect Multiplex PCR NoROX Master Mix (Qiagen).

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Die bisher publizierten PCR Methoden basieren auf mitochondrialer DNA als Zielsequenz (FAJARDO et al. 2010). Diese sind jedoch aufgrund der unterschiedlichen Kopienzahl in Zellen für quantitative Verfahren nicht geeignet. Daher haben wir ein Hirsch-spezifisches Primer/Sonden System basierend auf genomischer DNA als Zielsequenz entwickelt, das selektiv für die Bestimmung von Damwild, Rotwild und Sikawild ist (DRUML et al. 2015). Tabelle 1 zeigt, dass die erhaltenen Ct-Werte für Damwild, Rotwild und Sikawild mit 23.04, 22.78 und 22.58 sehr ähnlich sind. Kreuzreaktivitäten mit Rehwild (Ct-Wert = 37.32) können ausgeschlossen werden, da der Unterschied in den Ct-Werten zwischen den drei Hirscharten und Reh groß genug ist ( $\Delta Ct > 12$ ) ist um keine falsch positiven Ergebnisse zu erhalten.

Tabelle 1: Spezifitätstest mit DNA Extrakten (c=10ng/μL) anderer Tierspezies.

Tierspezies	Wissenschaftlicher Name	Signal	Ct Mittelwert	s
Damwild	<i>Dama dama</i>	+	23.04 <sup>1</sup>	0.20
Rotwild	<i>Cervus elaphus</i>	+	22.78 <sup>1</sup>	0.23
Sikawild	<i>Cervus nippon</i>	+	22.58 <sup>1</sup>	0.46
Rehwild	<i>Capreolus capreolus</i>	+	37.32 <sup>1</sup>	1.77
Rentier	<i>Rangifer tarandus</i>	-	-	-
Elch	<i>Alces Alces</i>	-	-	-
Steinbock	<i>Capra ibex</i>	-	-	-
Wildschwein	<i>Sus scrofa scrofa</i>	+/-	37.38/-	-
Schwein	<i>Sus scrofa domestica</i>	-	-	-
Rind	<i>Bos taurus</i>	-	-	-
Bison	<i>Bison</i>	-	-	-
Wasserbüffel	<i>Bubalus bubalis</i>	-	-	-
Schaf	<i>Ovis aries</i>	-	-	-
Ziege	<i>Capra hircus</i>	-	-	-
Mufflon	<i>Ovis orientalis</i>	-	-	-
Gämse	<i>Rupicapra rupicapra</i>	-	-	-
Huhn	<i>Gallus gallus</i>	-	-	-
Pute	<i>Meleagris gallopavo</i>	-	-	-
Strauß	<i>Struthio camelus</i>	-	-	-
Pferd	<i>Equus ferus caballus</i>	-	-	-
Esel (11%)	<i>Equus asinus</i>	-	-	-
Hase	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	-	-	-
Känguru	<i>Macropodidae</i>	-	-	-
Krokodil	<i>Crocodylia</i>	-	-	-

- kein Anstieg des Fluoreszenzsignals innerhalb von 40 Zyklen

+ positives PCR Ergebnis (Ct Wert < 40)

+/- nicht verifizierbar

<sup>1</sup>n= 10

Die Quantifizierung des Hirschfleischanteils erfolgte mittels einer Referenz PCR, die von Laube et al. (LAUBE et al. 2007) entwickelt wurde. Das Myostatin Gen, das sowohl in Säugetieren als auch Geflügel vorkommt, diente dabei als Referenzgen. Die Kalibrierlösungen und die DNA Extrakte der Fleischgemische, der Modellwurst und der Lebensmittel wurden mit beiden Methoden, der spezifischen Hirsch PCR und der Referenz PCR (Gesamtfleischgehalt) untersucht. Aus dem Hirsch DNA Gehalt bezogen auf Gesamt tier DNA Gehalt ergibt sich der Hirschfleischanteil (%) am Gesamtfleischanteil der Probe (DRUML et al. 2015).

In Abbildung 1 sind die erhaltenen Quantifizierungsergebnisse der hergestellten Fleischgemische und der Modellwurst dargestellt. Die Wiederfindung des bekannten (Gesamt-)Hirschfleischanteils liegt, sowohl in Einzel- als auch Gesamthirschfleischgemischen zwischen 100% und 125%, die relative Standardabweichung ist zumeist <10%. Lediglich bei Fleischgemischen mit geringen Hirschanteilen (2%) ist der systematische Fehler etwas größer.

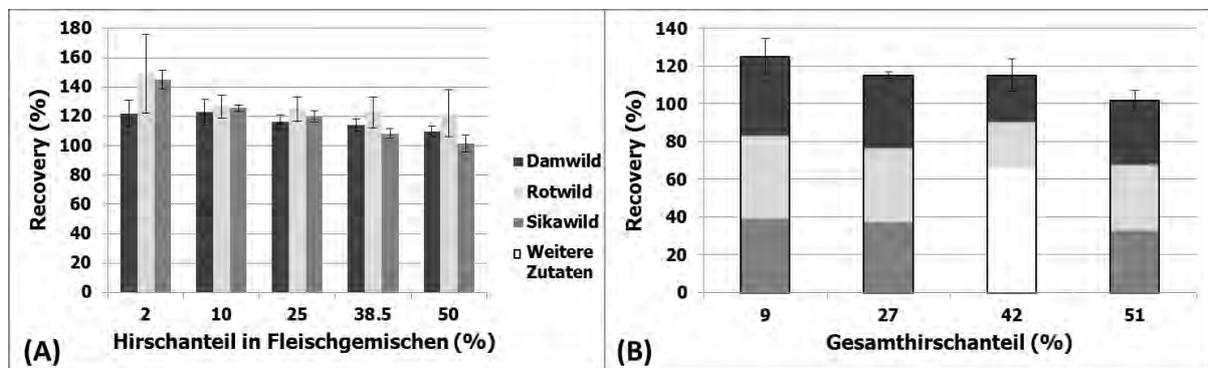


Abbildung 1: Quantifizierungsergebnisse der Fleischgemische, die jeweils eine Hirschart zu unterschiedlichen Anteilen enthalten (A), sowie der Modellwurst und der Fleischgemische, die jeweils alle drei Hirscharten zu gleichen Anteilen in drei verschiedenen Fleischgemischen enthalten (B). Es sind die Mittelwerte von zwei unabhängigen DNA Extrakten an zwei Tagen in Doppelbestimmung dargestellt.

Die quantitativen Ergebnisse der Fleischgemische und der Modellwurst zeigen, dass die entwickelte Methode sowohl auf rohe als auch verarbeitete Lebensmittel anwendbar ist und zur Authentizitätsbestimmung von Wildprodukten eingesetzt werden kann. 31 kommerziell erhältliche Lebensmittel wurden analysiert, davon konnte in acht Produkten, bei denen Hirsch nicht deklariert war, Hirsch nachgewiesen werden. In vier Produkten, die laut Deklaration Hirsch enthielten, war der Hirschanteil < 38%. Gemäß dem Codex sind diese Produkte falsch deklariert.

### **Zusammenfassung**

Eine eindeutige Identifizierung und Quantifizierung von Tierspezies in Lebensmitteln ist notwendig, um Verfälschungen von Lebensmitteln feststellen zu können. Da bei vielen kommerziellen erhältlichen Lebensmitteln nur der Gesamthirschanteil deklariert ist, wurde eine real time PCR Methode basierend auf genomischer DNA Sequenz zum quantitativen Nachweis des Gesamthirschanteils in Lebensmitteln entwickelt und in Bezug auf Selektivität, Nachweisgrenze, Bestimmungsgrenze, Richtigkeit und Reproduzierbarkeit mit Modelllebensmitteln validiert. Die Methode ist mit einer Bestimmungsgrenze von 0.5% für Damhirsch und Rothirsch und 0.1% für Sikahirsch sehr sensitiv und zeigt keine Kreuzreaktivitäten mit 20 anderen Tierspezies und 43 pflanzlichen Spezies, die häufig in verarbeiteten Lebensmitteln vorkommen. Die umfassende quantitative Analyse von Modelllebensmitteln und kommerziell erhältlichen Lebensmitteln konnte zeigen, dass die entwickelte Methode auch in der Routineanalytik eingesetzt werden kann.

### **Abstract**

Identification and quantification of animal species in foods is necessary in order to detect food adulteration. Many game meat products are only labelled with the total deer content, thus, a real-time PCR method based on genomic DNA sequences for the quantitative detection of the total deer content was developed and validated. For this reason model foods were tested with regard to selectivity, limit of detection, limit of quantification, accuracy and robustness. The method is highly sensitive with LOQs of 0.5% for fallow deer and red deer and 0.1% for sika deer. Additionally, it shows no cross reactivity with 20 animal species and 43 plant species often used in processed foods. Quantitative analysis of model foods and commercially available foods shows the potential of the developed method to be used in routine analysis.

### **Literatur**

DRUML B, GRANDITS S, MAYER W, HOCHEGGER R, CICHNA-MARKL M, 2015: Authenticity control of game meat products- a single method to detect and quantify adulteration of fallow deer (*Dama dama*), red deer (*Cervus elaphus*) and sika deer (*Cervus nippon*) by real-time PCR. Food Chem 170, 508-517.

FAJARDO V, GONZÁLEZ I, ROJAS M, GARCÍA T, MARTÍN R, 2010: A review of current PCR-based methodologies for the authentication of meats from game animal species. Trends Food Sci Technol 21, 408-421.

LAUBE I, ZAGON J, SPIEGELBERG A, BUTSCHKE A, KROH LW, BROLL H, 2007: Development and design of a 'ready-to-use' reaction plate for a PCR-based simultaneous detection of animal species used in foods. Int J Food Sci Technol 42, 9-17.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Lebensmittelsicherheit, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup> Universität Wien, Institut für Analytische Chemie, Währingerstraße 38, A 1090 Wien

\* Ansprechpartnerin: Mag. Barbara DRUML, barbara.druml@ages.at

# Fleischqualität von Wagyu-Rindern: Was ist das Besondere an diesem Fleisch?

## *Meat quality of Wagyu cattle: What makes this meat special?*

Georg Terler<sup>1\*</sup>, Christina Trippold<sup>2</sup>, Margit Velik<sup>1</sup>, Roland Kitzer<sup>1</sup> und Josef Kaufmann<sup>3</sup>

### **Einleitung**

Laut einer Umfrage der AMA sind für österreichische Konsumenten hohe Fleischqualität und guter Geschmack die zwei wichtigsten Motive für den Einkauf von Rindfleisch (AMA 2012). Deshalb sollte bei der Produktion von Rindfleisch auf die Fleischqualität großer Wert gelegt werden, ohne jedoch ökonomische Faktoren (Mast- und Schlachtleistung) außer Acht zu lassen. Die aus Japan stammende Rasse Wagyu eignet sich besonders gut für die Produktion von qualitativ hochwertigem Fleisch. In einem Forschungsprojekt wurden deshalb Wagyu-Kreuzungsrinder (Charolais (CH)×Wagyu und Fleckvieh (FV)×Wagyu) untersucht um Richtwerte für die Fleischqualität dieser Tiere unter österreichischen Mastbedingungen zu erhalten.

### **Material und Methoden**

Tiere: In diesem Pilot-Versuch wurden 10 CH×Wagyu- und 8 FV×Wagyu-Rinder (Kalbinnen und Ochsen) gemästet. Die Mast begann in einem Alter von ca. 8 Monaten und die Schlachtung erfolgte bei einem Lebendgewicht von ca. 550 (Kalbinnen) bzw. 650 kg (Ochsen). Alle Tiere stammten vom selben Vater ab.

Fütterung: Die Mastration der Tiere bestand aus 60 % Maissilage, 30 % Grassilage und 10 % Heu. Zusätzlich wurden jedem Tier täglich 2 kg Kraftfutter und eine Mineralstoffmischung angeboten. Wichtige Mast- und Schlachtleistungsdaten sowie genauere Beschreibungen zur Methodik des Versuchs wurden bereits in einem vorangegangenen Artikel veröffentlicht (TERLER et al. 2015).

Untersuchung Fleischqualität: Folgende Parameter wurden erhoben: Fleisch- und Fettfarbe, Wasserbindungsvermögen, Saftigkeit, Zartheit, Geschmack, Nährstoff-Gehalt und Fettsäuremuster. Während am Rostbraten (*Musculus longissimus dorsi* - LD) alle Merkmale gemessen wurden, beschränkten sich die Analysen am Weißen Scherzel (*Musculus semitendinosus* - ST) auf Nährstoff-Gehalt und Fettsäuremuster. Die Daten wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SAS (Allgemeines lineares Modell: fixe Faktoren Rasse und Geschlecht) statistisch ausgewertet.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Im Zuge der Untersuchung der sensorischen Fleischqualitätsparameter des Rostbratens wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Rassen festgestellt. Der Vergleich der Geschlechter führte zum Ergebnis, dass das Fleisch von Ochsen intensiver rot und gelb gefärbt ist als jenes der Kalbinnen. Im Vergleich zu reinrassigen CH- und FV-Ochsen sowie zu CH×FV-Kalbinnen aus früheren Versuchen war das Fleisch heller und intensiver rot und gelb gefärbt (CHAMBAZ et al. 2003, VELIK et al. 2013). Der Grillsaftverlust lag auf einem ähnlichen Niveau wie bei den CH×FV-Kalbinnen aus einem früheren Versuch, bei dem die Bestimmung nach derselben Methodik erfolgte (VELIK et al. 2013). Im Durchschnitt war die Zartheit des Fleisches der CH×Wagyu- und FV×Wagyu-Tiere etwas günstiger (niedrigere Scherkraft-Werte) als in den vorangegangenen Versuchen mit CH- und FV-Ochsen sowie CH×FV-Kalbinnen (CHAMBAZ et al. 2003, VELIK et al. 2013). Bei einer Verkostung unter erfahrenen Mitarbeitern erwies sich das Fleisch der CH×Wagyu- und FV×Wagyu-Rinder als sehr saftig, zart und wohl schmeckend und es hob sich vom Fleisch aus einem früheren Versuch mit reinrassigen FV- und FV×CH-Tieren ab (VELIK et al. 2008). In nordamerikanischen Untersuchungen mit Wagyu-Kreuzungen wurden ähnliche Zartheitsergebnisse wie im aktuellen Versuch erzielt. Hinsichtlich der Farbmerkmale wurden in diesen Arbeiten jedoch keine Unterschiede zu europäischen Rassen festgestellt (MIR et al. 1997, RADUNZ et al. 2009).

Die Fleischzusammensetzung unterschied sich zwischen den beiden Rassen nicht signifikant. Beim Vergleich der Geschlechter wurde festgestellt, dass das Fleisch der Ochsen signifikant reicher an  $\Omega$ 3-Fettsäuren war als jenes der Kalbinnen. Charakteristisch für Wagyu-Tiere ist der hohe intramuskuläre

Fettgehalt (IMF-Gehalt) im Fleisch. Er lag im Rostbraten der untersuchten Tiere bei ca. 8-9 % und war damit etwa dreimal so hoch wie im Fleisch von reinrassigen FV- und CH-Ochsen sowie von FV×CH-Kalbinnen aus früheren Versuchen (CHAMBAZ et al. 2003, VELIK et al. 2013). In einer amerikanischen Untersuchung wurden im Rostbraten von Angus×Wagyu-Kreuzungen durchschnittliche IMF-Gehalte von bis zu 15 % festgestellt (RADUNZ et al. 2009).

Tabelle 3: Sensorische und chemische Fleischqualität des Rostbratens (*Musculus longissimus dorsi*) der untersuchten Tiere

	Rasse		Geschlecht		s <sub>e</sub>	R <sup>2</sup>
	CH×W n=10	FV×W n=8	Ochse n=7	Kalbin n=11		
<b>Sensorik</b>						
Fleischfarbe - Helligkeit (L)	41,8	44,2	43,0	42,9	3,3	13,6
Fleischfarbe - Rotton (a)	16,0	14,9	17,7 <sup>a</sup>	13,2 <sup>b</sup>	2,0	60,8
Fleischfarbe - Gelbton (b)	15,9	15,4	17,1 <sup>a</sup>	14,2 <sup>b</sup>	1,7	44,8
Grillsaftverlust, %	27,7	29,1	28,8	27,9	3,3	6,7
Scherkraft gegrillt, kg	2,6	3,0	3,1	2,5	0,9	14,9
<b>Analytik</b>						
IMF-Gehalt, %	9,4	8,0	8,5	8,9	2,3	10,6
Gesättigte Fettsäuren (SFA), % <sup>1</sup>	47,8	48,3	48,0	48,1	2,1	2,2
Einf. unges. Fettsäuren (MUFA), % <sup>1</sup>	48,9	48,0	48,4	48,6	1,9	7,0
Mehrf. unges. Fettsäuren (PUFA), % <sup>1</sup>	3,2	3,4	3,4	3,3	0,3	14,6
Ω3-Fettsäuren, % <sup>1</sup>	0,65	0,74	0,75 <sup>a</sup>	0,64 <sup>b</sup>	0,10	36,5

<sup>a,b</sup> unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern (p<0,05)

<sup>1</sup> Anteil am Gesamtfettsäuren-Gehalt

Das Fettsäuremuster von Lebensmitteln wird in Zeiten steigenden Ernährungsbewusstseins immer bedeutender. Der Gehalt an gesundheitsfördernden Ω3-Fettsäuren sollte möglichst hoch und der Gehalt an gesundheitsschädlichen gesättigten Fettsäuren sollte möglichst gering sein. Im Vergleich zu FV×CH-Kalbinnen aus einem früheren Versuch (VELIK et al. 2013) enthielt der Rostbraten der untersuchten Tiere deutlich geringere Anteile an PUFA und Ω3-Fettsäuren. Im Weißen Scherzel war der IMF-Gehalt (ca. 4 %) nur halb so hoch wie im Rostbraten, dafür war das Fettsäuremuster günstiger (mehr Ω3-Fettsäuren, weniger SFA). Mit Hilfe einer Korrelation wurde festgestellt, dass das Fettsäuremuster mit steigendem IMF-Gehalt ungünstiger wird. Der hohe IMF-Gehalt im Rostbraten wirkt sich also negativ auf das Fettsäuremuster dieses Teilstückes aus.

CH×Wagyu- und FV×Wagyu-Rinder eignen sich sehr gut für die Produktion von qualitativ hochwertigem Fleisch. Dafür sprechen der hohe IMF-Gehalt und die damit verbundene hohe sensorische Qualität. Aufgrund der besonderen Qualität ist Wagyu-Fleisch jedoch sehr teuer, weshalb es ein Nischenprodukt ist.

### Zusammenfassung

Die Frage nach der Eignung von Charolais (CH)×Wagyu- und Fleckvieh (FV)×Wagyu-Rindern für die Produktion von qualitativ hochwertigem Fleisch war Gegenstand eines Forschungsprojektes. Dazu wurden insgesamt 18 Kalbinnen und Ochsen dieser beiden Kreuzungen gemästet und anschließend die Fleischqualität untersucht. Zwischen den beiden Rassen wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Das Fleisch der Ochsen wies eine signifikant intensivere Rot- und Gelbfärbung sowie einen höheren Ω3-Fettsäuren-Gehalt auf. Auffallend war der allgemein hohe intramuskuläre Fettgehalt im Rostbraten (*Musculus longissimus dorsi*), der bei ca. 8-9 % lag und somit etwa 3 mal so hoch war wie bei reinrassigen CH- und FV-Rindern. Das hatte zur Folge, dass das Fleisch der untersuchten Kreuzungstiere im Vergleich zu reinrassigen Rindern saftiger und zarter war und auch einen besseren Geschmack hatte. Auf das Fettsäuremuster wirkte sich der hohe intramuskuläre Fettgehalt jedoch ungünstig aus. Kalbinnen und Ochsen der Rassen CH×Wagyu und FV×Wagyu eignen sich also sehr gut für die Produktion von qualitativ hochwertigem Fleisch, das jedoch aufgrund seines hohen Preises ein Nischenprodukt ist.

## **Abstract**

In a research project suitability of Charolais (CH)×Wagyu and Simmental (SI)×Wagyu crosses for production of high quality meat was examined. Thus overall 18 heifers and steers were fattened and afterwards meat quality was analysed. There were no significant differences between crosses. Meat of steers had significantly higher values of redness and yellowness and a higher content of omega-3 fatty acids. On average the content of intramuscular fat in *musculus longissimus dorsi* was about 8-9% and therefore about three times higher than in purebred CH and SI cattle. Thus the meat of the examined crosses was more juicy and tender and had a more favorable taste than meat of purebred CH and SI animals. However, the high intramuscular fat content had a negative impact on fatty acid profile. CH×Wagyu and SI×Wagyu heifers and steers can be used for production of high quality meat. However, Wagyu meat is very expensive and hence it is a niche product.

## **Danksagung**

Großer Dank gilt unseren Projektpartnern LFS Althofen, OKAMI Wagyu-Ranch und kärntnerind-Zuchtverband, die die Tiere und Fleischproben unentgeltlich zur Verfügung gestellt haben und uns bei der Durchführung des Versuchs unterstützt haben.

## **Literatur**

- AMA, 2012: RollAMA Motivanalyse März/April 2012. [http://www.ama-marketing.at/home/groups/7/Konsumverhalten\\_Fleisch.pdf](http://www.ama-marketing.at/home/groups/7/Konsumverhalten_Fleisch.pdf) besucht am 11.08.2014.
- CHAMBAZ A, SCHEEDER M, KREUZER M, DUFEY P-A, 2003: Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci* 63, 491-500.
- MIR PS, BAILEY DRC, MIR Z, JONES SDM, ENTZ T, HUSAR SD, SHANNON NH, ROBERTSON WM, 1997: Effect of feeding barley based diets on animal performance, carcass characteristics and meat quality of crossbred beef cattle with and without Wagyu genetics. *Can J Anim Sci* 77, 655-662.
- RADUNZ AE, LOERCH SC, LOWE GD, FLUHARTY FL, ZERBY HN, 2009: Effect of Wagyu-versus Angus-sired calves on feedlot performance, carcass characteristics, and tenderness. *J Anim Sci* 87, 2971-2976.
- TERLER G, TRIPPOLD C, VELIK M, KITZER R, KAUFMANN J, 2015: Wagyu-Kreuzungen in der Rindermast: Welche Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität kann erwartet werden? In: Bericht 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26.03.2015, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 81-88.
- VELIK M, FRIEDRICH E-M, HÄUSLER J, STEINWIDDER A, 2013: Färsenmast auf Kurzrasenweide oder im Stall - Einfluss auf Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität. *Züchtungskunde* 85, 206-215.
- VELIK M, STEINWIDDER A, FRICKH JJ, IBI G, KOLBE-RÖMER A, 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 80, 378-388.

## **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendelstraße 33, 1180 Wien

<sup>3</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Stabstelle Analytik, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

\* Ansprechpartner: DI Georg TERLER, [georg.terler@raumberg-gumpenstein.at](mailto:georg.terler@raumberg-gumpenstein.at)

# Ertragspotential und Charakteristik des Erntegutes von *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby

## *Yield potential and characteristics of the crop of *Sida hermaphrodita*. (L.) Rusby*

Philipp von Gehren<sup>1</sup>, Markus Gansberger<sup>1\*</sup>, Josef Mayr<sup>1</sup>, Harald Bock<sup>1</sup>, Wilfried Pichler<sup>2</sup>,  
Elisabeth Wopienka<sup>3</sup> und Peter Liebhard<sup>4</sup>

### **Einleitung**

*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby ist eine in Österreich relativ neue, sehr vielversprechende Energiepflanze, deren Potential bisher wenig erforscht ist. Im Rahmen des Projektes SIDeCA (Sida: Intelligent Densified Energy for Austria) werden die Aspekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette dieser Pflanze - von Saatgutentwicklung und Kulturführung über die Rohstoffaufbereitung bis hin zur Untersuchung verschiedener energetischer Nutzungsmöglichkeiten - aufgearbeitet und ökonomisch bewertet. Im Nachfolgenden werden das Projekt, die Pflanze sowie erste Ergebnisse zur Ernte im Frühjahr 2015 und zur Charakterisierung des Brennstoffes vorgestellt.

### **Material und Methoden**

Das Projekt: Das Projekt SIDeCA, mit der Laufzeit von 01.04.2014 bis 31.04.2017, wird vom Klima- und Energiefonds gefördert. Neben der AGES GmbH als Projekt Leader sind Bioenergy 2020+ GmbH, Holzforschung Austria, Universität für Bodenkultur Wien, Gilles Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co KG, Ing. Aigner Wasser-Wärme- Umwelt-GmbH, SCM Produktions- und Vertriebs-GmbH und Gartenbau Höller im Konsortium vertreten. Zentrales Ziel ist die Bereitstellung eines konkurrenzfähigen Rohstoffes sowie die Entwicklung optimaler Nutzungsszenarien zur energetischen Verwertung in Form von thermischer Energie sowie die Konversion zu Bioethanol oder Biogas. Durch optimierte Bestandesetablierung, verwertungsoptimierte Kulturführung, Erhöhung der Energiedichte sowie Maßnahmen zur Erhöhung der Energieausbeute der unterschiedlichen energetischen Verwertungsmöglichkeiten wird die Attraktivität, Leistbarkeit und Konkurrenzfähigkeit des neuen Energieträgers gesteigert.

Die Pflanze: *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby, kurz Sida, ist eine in den südlichen Regionen Nordamerikas beheimatete (LISOWSKIEGO 2010), mehrjährige krautige Pflanze aus der Familie der Malvengewächse (Malvaceae). Sida entwickelt eine beträchtliche Menge an Biomasse mit ihren 250 - 350 cm langen Stängeln. Diese sind anfangs hellgrün, ab dem zweiten bis dritten Jahr entsteht ein robuster Strauch mit 8 - 12 verholzten Stängeln (USTAK 2008). Sida besitzt ein gut entwickeltes Wurzelsystem, das bis zu 3 m tief reicht (KACPRZAK et al. 2012). Als mehrjährige Pflanze ist Sida eine Dauerkultur mit langer Nutzungsdauer. Die ganzjährige Bodendeckung und Bodenruhe kann das Risiko der Bodenerosion, der Auswaschung von Nährstoffen und der Grundwasser- und Emissionsbelastungen deutlich reduzieren. Krankheits- und Schädlingsresistenz sowie unkrautunterdrückende Eigenschaften vermindern den Pflanzenschutzmitteleinsatz. Durch den Anbau werden zudem die Humusbildung, die Bodenfruchtbarkeit sowie der Aufbau eines stabilen Bodengefüges und ein artenreiches Bodenleben gefördert (FELDWISCH 2011).

Verwendung: *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby ist vielfältig wirtschaftlich nutzbar. Im Rahmen des Projektes wird die Pflanze hinsichtlich Biogas- und Bioethanolerzeugung sowie thermischer Verwertung (Pellets) erforscht. Eine Nutzung als Futterpflanze, Bienen- bzw. Insektennahrung, zur Zelluloseherstellung, zur Fasergewinnung und als Dämmstoff sind weiterhin denkbar (BORKOWSKA et al. 2006).

Versuchsflächen und Auspflanzung: Zur Abdeckung wichtiger österreichischer Produktionsgebiete wurden exemplarisch zwei Versuchsstandorte in unterschiedlichen Klimagebieten herangezogen. Der Standort Grabenegg liegt im semihumiden, der Standort Großweikersdorf im pannonischen Klimaraum. In Grabenegg wurden am 23.06.2014 mit 6-12 Wochen im Glashaus vorgezogen Jungpflanzen drei Versuchsflächen (je 150 m<sup>2</sup>) mit jeweils unterschiedlichen Pflanzverbänden (1,33, 1,77 und 2,66 Pflanzen/m<sup>2</sup>) händisch ausgepflanzt. In Großweikersdorf wurde ein 2010 gepflanzter Sida-Bestand

(1,77 Pflanzen/m<sup>2</sup>) für die Versuche zur Verfügung gestellt. Die Samen der vorgezogen Sidapflanzen stammen aus dem Bestand in Großweikersdorf.

**Kulturführung:** Als Pflanzenschutzmaßnahmen wurden lediglich mechanische bzw. händische Unkrautregulierungsmaßnahmen am Standort Grabenegg im ersten Vegetationsjahr durchgeführt. Auf allen Versuchsflächen wurde keine Düngung vorgenommen. Die Ernte erfolgte wie beim Maisanbau durch einen reihenunabhängigen Feldhäcksler.

### Ergebnisse und Diskussion

Die Ernten der im Juni 2014 in Grabenegg gepflanzten Sida Bestände brachten 1711 kg (grüne) bzw. 1609 (verholzte) Trockenmasse (TM) pro Hektar (ha). Die Ernten der älteren Bestände in Großweikersdorf brachten zwischen 8623 und 8794 kg TM/ha (siehe Tabelle 1). Eine wirtschaftliche Ernte ist somit erst ab dem zweiten Vegetationsjahr sinnvoll. Die ersten Ertragsergebnisse zeigen, dass das Biomasseertragspotential nicht ausgeschöpft wurde und eine Düngung ratsam ist. Eine Steigerung der Erträge bei angemessener Düngung ist zu erwarten. Das in Großweikersdorf geerntete Material wurde anschließend für weiterführende Versuche zur thermischen Verwertung verwendet.

Tabelle 4: Vergleich der Trockenmasseerträge unterschiedlich alter Bestände von *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby an den Versuchsstandorten Grabenegg und Großweikersdorf

Feld	Auspflanzung	Erntezeitpunkt	Zustand	Biomasse	kg TM/ha
<b>Standort Grabenegg (Ernte nach 1. Vegetationsjahr)</b>					
1	Juni 2014	Oktober 2014	Grün		1711
1	Juni 2014	Februar 2015	Verholzt		1609
<b>Standort Großweikersdorf (Ernte nach 3. bzw. 4. Vegetationsjahr)</b>					
1	Juni 2011	Februar 2015	Verholzt		8794
2	Sept. 2011	Februar 2015	Verholzt		8623
3	Sept. 2012	Februar 2015	Verholzt		8700

Mit den verholzten Beständen von *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby war eine sehr gute Pelletsqualität erzielbar, die ermittelte mechanische Festigkeit betrug 96-98%. Für die Durchsatzleistung konnte gegenüber Weichholz ein Plus von ca. 25% erzielt werden. Auch erste Tests zu Brennstoffcharakteristika der Pellets sind vielversprechend. Der Heizwert von 17,5 MJ/kg liegt etwas unter jenem von Miscanthus und deutlich über jenem von Stroh. Der Aschegehalt liegt unter jenen von Miscanthus und Stroh (siehe Tabelle 2).

Tabelle 5: Brennstoffcharakteristik von *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby Pellets im Vergleich mit Miscanthus und Stroh (<sup>1</sup> Quelle: Bioenergy 2020+ GmbH)

	Sida	Miscanthus <sup>1</sup>	Stroh <sup>1</sup>
Heizwert [MJ/kg]	17,5	17,9	16,6
Aschegehalt [Gew.-%]	2,5 – 3,0	3,8	8,7
Stickstoff [Masse-%]	0,22 – 0,27	0,2400	0,8810
Schwefel [Masse-%]	0,02 – 0,04	0,0343	0,1390
Chlor [Masse-%]	0,005 – 0,026	0,0239	0,3510

Das Pflanzmaterial und die händische Auspflanzung bei der Bestandesbegründung erwiesen sich als kosten- und arbeitsintensiv. Deshalb ist die Entwicklung eines geeigneten Saatgutes mit hoher Keimfähigkeit zur Aussaat mit herkömmlichen Sämaschinen notwendig und ist erklärtes Ziel des Projektes.

### Zusammenfassung

Die ersten Ergebnisse mit der neuartigen Energiepflanze *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby sind in Teilbereichen vielversprechend. Die an den klimatisch unterschiedlichen und für österreichische Produktionsgebiete repräsentativen Versuchsstandorten ermittelten Ertragszahlen wurden ohne Düngung erzielt, sodass das Biomasseertragspotential der Pflanze nicht voll ausgeschöpft wurde. Eine Wirtschaftlichkeit der Ernte ist dabei frühestens ab dem zweiten Anbaujahr gegeben. Die Verwendung der Mai-

serntetechnik ist bei dieser Kultur möglich. Die aus der Ernte produzierten Pellets waren von sehr hoher Qualität. Die Brennstoffcharakteristika sind zufriedenstellend und ähneln den Pellets der Energiepflanze Miscanthus. Es konnte ein ähnlicher Heizwert bei gleichzeitig geringerem Aschegehalt erzielt werden. Optimierungsbedarf besteht noch bei der Bestandesetablierung. Die zurzeit praktizierte Auspflanzung der Jungpflanzen ist arbeits- und kostenintensiv, eine Aussaat ist aufgrund von noch nicht optimierter oder fehlender Saatgutqualität sowie schlechter Keimfähigkeit der Samen bisher nicht praktikabel. Die Produktion von hochwertigem Saatgut und die Optimierung der Sätechnologie sind erklärte Ziele von SIDecA (Sida: Intelligent Densified Energy for Austria).

### **Abstract**

The obtained first results of the novel bioenergy crop *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby are partially promising. The yields, which could be achieved at two climatically different locations representative for Austrian agricultural production, do not display the full biomass potential of the plant due to lack of fertilization. At its earliest, the crop is economically feasible in its second year of cultivation and can be harvested using the same technique as in corn production. Pellets produced from this plant were of high quality. The characteristic of combustion were satisfying and in the same scope as those of the bioenergy crop Miscanthus. Similar heat value and ash content were reached. Further research needs to be done on establishing the crop. The customary planting of juvenile plants is labor- and cost-intensive, while establishing the crop by sowing is not feasible due to insufficient and not optimized seed quality linked with low germination rates. Production of high quality seeds and optimization of sowing technology are main working objectives of SIDecA (Sida: Intelligent Densified Energy for Austria).

### **Literatur**

- BORKOWSKA H, STYK B, MOLAS R, 2006: Staude mit Potential, Sida als Energie- und Faserpflanze. In: Energiepflanzen II/2006, S.12-13.
- FELDWISCH N, 2011: Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen. Schriftenreihe des LfULG, Heft 43/2011.
- KACPRZAK A, MICHALSKA K, ROMANOWSKA-DUDA Z, GRZESIK M, 2012: Roliny energetyczne jako cenny surowiec do produkcji biogazu. Kosmos, Tom 61 2012, Numer 2 (295), S. 281–293.
- LISOWSKIEGO A, 2010: Technologie zbioru roślin energetycznych, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2010. optimierte Fruchtfolgen + effiziente Lösungen; DLG Verlag, ISBN: 9783769007015.
- USTAK S, 2008: Anbau und Verwertungsmöglichkeiten von *Sida hermaphrodita* in der Tschechischen Republik. Praxisempfehlungen, Vyzkumni ustav rostline vyroby, ISBN 978-80-87011-74-4.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup>Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup>Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Grabenegg 13, A 3244 Ruprechtshofen

<sup>3</sup>Holzforchung Austria - Österreichischen Gesellschaft für Holzforchung, Franz Grill-Strasse 7, A 1030 Wien

<sup>4</sup>Bioenergy2020+, Gewerbepark Haag 3, A 3250 Wieselburg-Land

<sup>5</sup>Universität für Bodenkultur, Institut für Integrative Naturschutzforschung; Gregor-Mendel Str. 33, 1180 Wien

\* Ansprechpartner: DDipl.-Ing. Markus GANSBERGER, BEd, markus.gansberger@ages.at

# ***Silphium perfoliatum* L. als alternative Energiepflanze in Österreich**

## ***Silphium perfoliatum* L. as an alternative energy plant in Austria**

Josef Mayr<sup>1\*</sup>, Markus Gansberger<sup>1</sup>, Johannes Hösch<sup>1</sup>, Lucy Montgomery<sup>2</sup>,  
Peter Liebhard<sup>3</sup> und Bärbel Pachinger<sup>4</sup>

### ***Einleitung***

Durch die Steigerung des Anteils an erneuerbaren Energiequellen (Richtlinie 2009/28/EG) gewinnt die Erzeugung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen an Bedeutung und führte zur Ausweitung der Anbauflächen dominierender Energiepflanzen, wie z.B. Mais, etc. Die Folge sind vermehrter Schädlings- und Krankheitsbefall (*Diabrotica virgifera* bzw. *Fusarium* spp.), eine zunehmende Verarmung der Agrarlandschaft an blühenden Kulturpflanzen und erhöhte Umweltbelastungen durch Pflanzenschutzmaßnahmen und Bodenerosion. Um dieses Konfliktpotential zu minimieren, braucht es Alternativen. *Silphium perfoliatum* L., kurz Silphium, eine ertragsstarke, mehrjährige, anspruchslose Pflanze wird auf ihre Eignung als Alternative in einem vom Klima- und Energiefonds geförderten Projekt getestet, dessen Ergebnisse hier dargestellt werden.

### ***Material und Methoden***

Versuchsflächen/Pflanzgut/Saatgutentwicklung: An vier unterschiedlichen Standorten (Grabenegg und Schönfeld (NÖ), Hirschstetten (W) und Strem (B)) in Österreich wurden 2012 Flächen mit vorgezogenen Silphium-Jungpflanzen deutscher Herkunft (Pflanzverband 50 x 50 cm) ausgepflanzt und kultiviert. Im Anpflanzjahr wurde weder gedüngt noch geerntet. Zur Entwicklung eines mit herkömmlichen Sämaschinen säbarem Saatgut wurde eine Keimfähigkeitsmethode entwickelt, Saatgut vorbehandelt, Pilier- und Aussaatversuche durchgeführt.

Ertrag Biomasse/Biogas: Ertragsmessungen wurden mit Einfach- und Zweifachbeerntung in 3-facher Wiederholung und anschließender Trockenmassfeststellung durchgeführt. Alle Biomasseproben wurden in 1-Liter Gläser siliert. Das Biogaspotential der Silphiumbiomasse wurde gemäß der Norm VDI 4630 ermittelt.

Ökologisches Potential: Die N<sub>min</sub>-Gehalte und die C-Gehalte wurden über entsprechende Bodenprobenanalysen durchgeführt und der Bodeneindringwiderstand gemessen. Die Anzahl der Blütenbesucher/m<sup>2</sup> wurden am Standort Hirschstetten durch Zählungen (10 min Beobachtungszeit, 3 Termine, 3 Wiederholungen) ermittelt und mit Sonnenblume und Luzerne verglichen.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Die Biomasseerträge von Silphium 2013 lagen zwischen 10,03 und 19,47 t Trockenmasse pro Hektar und waren an allen Standorten höher als bei Mais. 2014 waren die Biomasseerträge der Einfachbeerntung an den Standorten Grabenegg (19,03 t Trockenmasse/ha) und Schönfeld (15,46 t Trockenmasse/ha) ähnlich, bei der Zweifachbeerntung höher als bei Mais. An den Standorten Hirschstetten und Strem lagen die Biomasseerträge unter jenen des Mais (Abb. 1). Der Grund dafür ist, neben den ungünstigen Niederschlagsverteilungen, auch im extrem hohen Bodeneindringwiderstand gegenüber den beiden anderen Standorten im Bereich von 0-15 cm Tiefe zu sehen, die Auswirkungen auf das Wurzelwachstum, das Bodenleben und die Bodenfruchtbarkeit haben (EITZINGER, 1988).

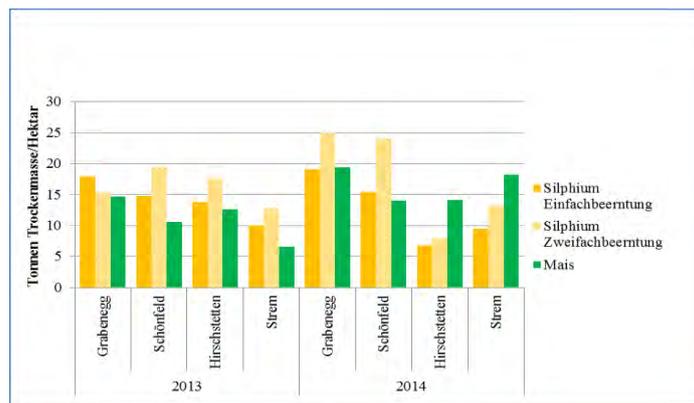


Abbildung 1: Biomasserträge von Silphium und Mais (2013 und 2014)

Das Ergebnis der Methanpotential-Versuche 2013 brachte einen höheren Methanertrag der Biomasse pro Tonne organischer Trockenmasse der Juliernten gegenüber den Septemberernten. Bei den Proben von 2013 ist dieser Unterschied deutlich erkennbar; für jeden Standort ist der Methanertrag der Septemberernte ca. 20% niedriger als die der Juliernte. In 2014 ist dieser Trend nur für die Standorte Hirschstetten und Schönfeld der Fall. Für den Standort Strem gibt es keinen Unterschied zwischen den September- und Juliernten, und für Grabenegg ist der Methanertrag für September sogar höher als der für Juli. Das zeigt deutlich, dass Unterschiede zwischen den Standorten einen großen Einfluss auf den Methanertrag haben. Die Methanproduktionsgeschwindigkeit bzw. Abbaugeschwindigkeit 2013 war etwas langsamer als bei Mais.

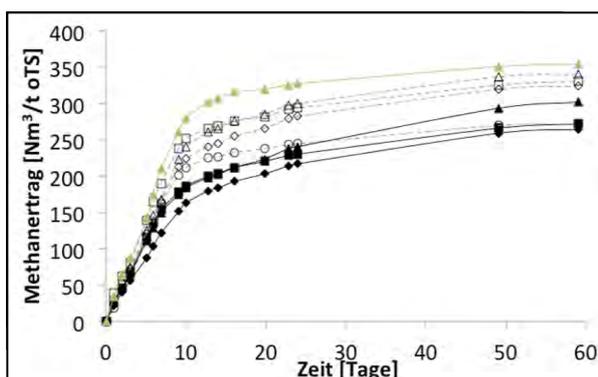


Abbildung 2: Methanerträge 2013

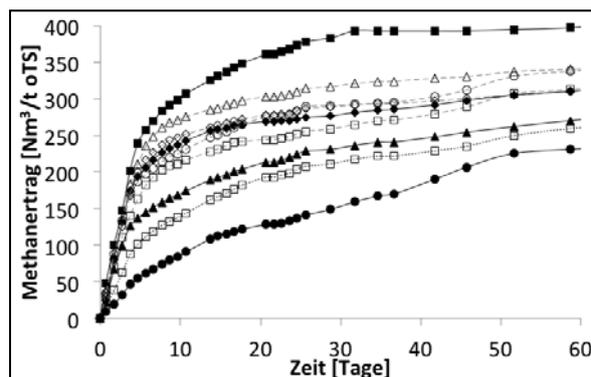


Abbildung 3: Methanerträge 2014

Legende: Schönfeld (Kreis), Grabenegg (Quadrat), Hirschstetten (Dreieck), Strem (Karo). Weiße Symbole mit gestrichelte Linien sind Biomasse im Juli geerntet, Schwarze Symbole mit durchgehende Linien sind mit Biomasse im September geerntet, und für Grabenegg ist noch zusätzlich ein gepunktete Linie, das ist mit Biomasse aus einer zweiten Ernte im Oktober, grünes Symbol Mais.

Die Bestandesbegründung durch Auspflanzung erwies sich als sehr arbeits- und kostenintensiv (Pflanzenkosten, Pflanzung und Unkrautbekämpfung). Um eine ausreichende Pflanzqualität mit Gemüsepflanzmaschinen zu gewährleisten müssen das Pflanzbeet gut vorbereitet und die Pflanzenballen ausreichend groß und gut durchwurzelt sein. Zur Vermeidung von Fehlstellen muss händisch nachgepflanzt werden. Eine Wassergabe bei Trockenheit nach der Pflanzung ist von Vorteil.

Im Auspflanzjahr wurden zwischen 2 und 5 Unkrautbekämpfungen durchgeführt. Die Entwicklung einer alternativen Bestandesbegründung durch Aussaat mit einer entsprechenden Unkrautbekämpfungsstrategie ist notwendig.

Durch Vorbehandlungsmethoden der Silphiumsamen wurden sehr hohe Keimfähigkeitswerte (bis zu 96%) unter Laborbedingungen erreicht. Bei Aussaatversuchen wurde pilliertes Saatgut mittels herkömmlichen Einzelkornsämaschinen mit einer Genauigkeit zwischen 90 bis 95% abgelegt. Der Feldaufgang des Aussattermins war beim frühesten Saattermin am 24.04.2014 mit 70% am höchsten.

In den Nutzungsjahren (2013/14) wurden keine Unkrautbekämpfungsmaßnahmen durchgeführt. Mit Ausnahme des Standortes Strem kam es jeweils zu einem sehr frühen Bestandesschluss und zur vollständigen Unkrautunterdrückung. In keinen der drei Versuchsjahre traten bekämpfungswürdige Krankheiten bzw. Schädlinge auf. Ein bisher unbekannter Pilz *Ascochyta silphii* sp. nov. wurde entdeckt (BEDLAN 2014).

Auf allen Versuchsstandorten wurde die N-Düngung in den Ertragsjahren rasch genutzt. Eine Verlagerung von Stickstoff in tiefere Bodenschichten ist dadurch unwahrscheinlich. Aufgrund der langen Bodenruhe (keine Bodenbearbeitung in den Ertragsjahren) und der guten Durchwurzelung des Bodens wurde bereits nach drei Jahren eine messbare Erhöhung des  $C_{\text{org}}$ -Gehalt im Oberboden festgestellt. Die über einen langen Zeitraum im Jahr bestehende Bodenbedeckung (März bis September) und die Stoppelbedeckung nach der Ernte sind ein optimaler Bodenschutz gegenüber Erosion und Nährstoffaustrag ins Grundwasser. Die Blütezeit von *Silphium* erstreckt sich von Ende Juni bis zur Erntezeit (Mitte September). Die Blütenbesuchszählungen am Standort Hirschstetten 2013 ergaben bei *Silphium perfoliatum* L. deutlich höhere Individuenzahlen an Honigbienen als bei den Vergleichskulturen *Helianthus annuus* (Sonnenblume) und *Medicago sativa* (Luzerne).

### **Zusammenfassung**

Zur Vermeidung der Folgen der Ausweitung dominierender Energiepflanzen wurde *Silphium perfoliatum* L. als Alternative an vier unterschiedlichen Standorten in Österreich untersucht. Die Biomasseerträge von *Silphium* lagen 2013 zwischen 10,03 und 19,47 t Trockenmasse pro Hektar und waren an allen Standorten höher als bei Mais. 2014 lagen die Biomasseerträge an zwei Standorten gleich bzw. über an den beiden anderen Standorten mit extrem hohem Bodeneindringwiderstand unter jenen des Mais. Der Methanertrag pro Tonne organischer Trockenmasse lag 2013 zwischen 9 und 24% unter jenen des Mais. Erste Aussaatversuche mit pilliertem Saatgut, zur Reduktion des hohen Aufwandes der Bestandesbegründung durch Auspflanzung, ergaben einen Feldaufgang von 70%. Die Vorteile dieser Kulturpflanze liegen im geringen Aufwand (nur Düngung und Ernte) in den Nutzungsjahren sowie im hohen ökologischen Potential (geringe Gefahr des Nährstoffaustrages, Erhöhung des  $C_{\text{org}}$ -Gehaltes im Oberboden, Boden- und Erosionsschutz, Nahrung für Honigbienen und anderen Insekten über einen langen Zeitraum).

### **Abstract**

This study was aimed to investigate the potentiality of *Silphium perfoliatum* L. as an alternative of current energy crops in comparison to maize. *Silphium perfoliatum* L. was grown in four different locations in Austria. The biomass yields of *Silphium perfoliatum* L. were between 10.03 and 19.47 t dry matter per hectare and were higher than maize in all locations in 2013. Whereas, in 2014, the biomass yields were higher than or equal in comparison to maize in two locations, but lower in the remaining locations because of low soil permeability. The methane yield 2013 per ton organic dry matter was 9–24% below that of maize. The first seed-sowing experiments with pelleted seeds provided 70 % field germination rate. The advantages of this crop include low care requirements (only fertilisation and harvesting) in its productive years and great ecological potential (low risk of nutrient run-off, increasing the carbon content in the topsoil, soil and erosion protection) along with food source for honey bees and other insect pollinators for a long period in the year.

### **Literatur**

BEDLAN G, 2014: *Ascochyta silphii* sp. nov. – A new *Ascochyta* species on *Silphium perfoliatum*. – Journal of Cultivated Plants. 66 (8), 281-283.

EITZINGER J, 1988: Einfluß unterschiedlicher Primärbodenbearbeitungssysteme auf Eindringwiderstand und Infiltration eines Bodens im semihumiden Klimabereich. Diplomarbeit, Univ. f. Bodenkultur, Wien.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup>Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup>Universität für Bodenkultur, Institut für Umweltbiotechnologie; Konrad-Lorenz-Straße 20, 3430 Tulln an der Donau

<sup>3</sup>Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften; Augasse 2-6, 1090 Wien

<sup>4</sup>Universität für Bodenkultur, Institut für Integrative Naturschutzforschung; Gregor-Mendel Str. 33, 1180 Wien

\* Ansprechpartner: Dr. Josef MAYR, josef.mayr@ages.at

# **Anbau von Miscanthus unter biologischen Bedingungen im alpinen Klimagebiet**

## ***Cultivation of Miscanthus under organic conditions in the alpine climate***

Waltraud Hein\*, Hermann Waschl und Hannes Rohrer

### ***Einleitung***

Der Anbau von Miscanthus wird in den meisten Informationsbroschüren für Gunstlagen, sprich für Körnermaisklima empfohlen. Allerdings gibt es immer wieder Anfragen aus der Praxis, ob ein Anbau von Miscanthus nicht doch auch für weniger günstiges Klima empfohlen werden kann, weil die Pflanze relativ anspruchslos in ihrem Nährstoffbedarf ist und außer dem Ansaatjahr und vielleicht dem Folgejahr nur ganz wenig Pflegemaßnahmen braucht. Da inzwischen die Verwertung von Miscanthus über die Nutzung als Heizmaterial auch in Richtung Tiereinstreu geht, könnte diese Frage für tierhaltende Betriebe im alpinen Klimagebiet durchaus interessant werden.

Die Abteilung Biologischer Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein legte im Jahr 2006 einen kleinen Versuch mit Miscanthus im mittleren Ennstal an, über diese Erfahrungen wird im Folgenden berichtet.

### ***Material und Methoden***

Jahre, Pflanzenarten: In diese Auswertung fließen die bisher gewonnenen Ergebnisse aus dem Miscanthus-Versuch im Ennstal aus den Jahren 2008-2015 ein.

Standorte: Der Versuchsstandort liegt im mittleren Ennstal, zur Gemeinde Irdning gehörend und wird dem alpinen Klimagebiet zugeordnet.

Versuchsanlage: Der Miscanthusversuch wurde ursprünglich mit drei unterschiedlichen Standraumvarianten angelegt, wobei der Standraum 1x1 m 200 Pflanzen umfasste, je eine Variante mit 1,5x1,5 m und 2x2 m betrafen nur je 25 Pflanzen. Allerdings wurden im Laufe der Jahre bei der Variante 2x2 m überall Miscanthuspflanzen dazwischen gesetzt, weshalb in den letzten Jahren keine Differenzierung zwischen den Standraumvarianten mehr gegeben war.

Sorten: Das Pflanzenmaterial stammte aus der Versuchswirtschaft Großenzersdorf der BOKU und wurde im Jahr 2006 Anfang Juni in Form von Jungpflanzen gesetzt.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Pflanzenentwicklung: Nach dem Anbau Anfang Juni 2006 auf eine umgebrochene Dauerwiese wurde der Pflanzenbestand zweimal händisch vom Unkraut befreit, weil ja die Anlage in biologischer Wirtschaftsweise erfolgte, danach waren keine weiteren Pflegemaßnahmen mehr nötig. Die einzige Form von Düngung, die zu diesem Versuch gegeben wurde, war eine einmalige Güllegabe im Frühjahr 2007 in der Höhe von 15 m<sup>3</sup>/ha, was rund 50 kg/ha Stickstoff entspricht. Probleme bereitete zunächst die Ernte; in Ermangelung eines reihenlosen Maishäckslers musste in den ersten beiden Jahren die Ernte händisch durchgeführt werden. Ab der Ernte 2010 stand dann ein reihenloser Maishäcksler zur Verfügung. Befürchtungen wegen starkem Schneedrucks bewahrheiteten sich in manchen Jahren; im Herbst 2011 führten derartige Befürchtungen zu einer vorgezogenen Ernte Ende November. Die anderen Erntetermine lagen witterungsbedingt zwischen Ende März und Mitte Mai.

Ergebnisse: In Tabelle 1 sind alle Erträge und Erntedaten dieses Versuches aufgeführt. Die erste Ernte mit Ertragerfassung wurde im Jahr 2008 durchgeführt, da konnten bei der 1x1 m-Variante schon mehr als 60 dt/ha absolute Trockenmasse geerntet werden. Zwei Jahre später war der Trockenmasse-Ertrag bereits auf 153 dt/ha angewachsen, noch ein Jahr später auf 183 dt/ha. Der extrem hohe Ertrag bei der Ernte im Spätherbst beruht darauf, dass zu diesem Zeitpunkt noch alle Blätter an den Miscanthustängeln hingen, was normalerweise bei einer Frühjahrsernte nicht der Fall ist. Trotzdem ist ein Herbst-Erntetermin nicht ideal, weil der Trockenmasse-Gehalt des Erntegutes relativ hoch ist und die Lagerung des Materials nur nach erfolgter Trocknung möglich ist. Hingegen beläuft sich der Feuchtigkeits-Gehalt bei einer Frühjahrsernte meist zwischen 11 und 14 %. Im Jahr 2013 lagerten die Miscanthuspflanzen sehr stark, da war es schwierig, den Bestand zu ernten, weil er gar nicht richtig abtrocknete. Deshalb war im Jahr 2013 auch der Trockenmassegehalt deutlich niedriger als sonst.

Tabelle 1: TM-Erträge und TM-Gehalte des Miscanthusversuches im Ennstal

Jahr/Varianten	TM-Ertrag dt/ha	TM-Gehalt %	Feuchte %	Erntetermin	Art der Ernte
2008: 1x1 m	61,21	87,34	12,66	14.04.2008	händisch
2008: 2x2 m	12,17	90,74	9,26		
2008: 1,5x1,5 m	14,54	89,89	10,11		
2009: 1x1 m	91,76	88,51	11,49	09.04.2009	händisch
2009: 2x2 m	32,02	86,48	13,52		
2009: 1,5x1,5 m	12,02	89,06	10,94		
2010: 1x1 m	153,4	89,6	10,4	29.04.2010	reihenloser Maishäcksler
2010: 2x2 m	88,07	89,87	10,13		
2010: 1,5x1,5 m	80,44	89,6	10,4		
2011: 1x1 m	183,2	87,23	12,77	26.03.2011	reihenloser Maishäcksler
2011: 2x2 m	61,6	86,32	13,68		
2011: 1,5x1,5 m	93,4	88,76	11,24		
2012: 1x1 m	294,12	52,59	47,41	26.11.2011	reihenloser Maishäcksler
2012: 2x2 m	114,62	57,3	42,7		
2013: Mischprobe	122,26	73,36	26,64	19.05.2013	reihenloser Maishäcksler
2014: 1x1 m	208,51	87,06	12,94	22.04.2014	reihenloser Maishäcksler
2014: 2x2 m	68,94	86,71	13,29		
2015: gesamt	113,71	85,28	14,72	12.04.2015	reihenloser Maishäcksler

Mögliche Probleme mit Miscanthus im alpinen Klimagebiet: Wie schon bei den Ergebnissen berichtet, kann ein schneereicher Winter Probleme bereiten, wenn der Pflanzenbestand lagert. Das passiert meist dann, wenn der Schneefall im Herbst einsetzt, die Blätter der Miscanthuspflanzen aber noch nicht abgefallen sind. Natürlich sind solche Situationen nicht nur auf das alpine Klimagebiet beschränkt, im Winter 2012/13 war das in vielen Gebieten Oberösterreichs der Fall, wo Miscanthus steht. Teilweise wurden die Bestände dann sehr spät im Frühjahr geerntet oder im schlimmsten Fall wurden die Stängel gar nicht geerntet. Die neuen Triebe kommen auch in einem dichten Bestand durch, möglicherweise ist der Ertrag im Folgejahr geringer.

In den Abbildungen 1 und 2 wird der Miscanthusversuch im Ennstal gezeigt.



Abbildung 1: Miscanthusbestand im Jahr 2011



Abbildung 2: Lagernder Miscanthusbestand 2013

Verwendungsmöglichkeiten für Miscanthus: Die Möglichkeiten zur Verwertung von Miscanthus sind zahlreich, sowohl als Heizmaterial, meist in der Form von Pellets, aber auch als Baumaterial. Durch mechanisch-thermische Bearbeitung kann aus Miscanthus ein biologisch abbaubares Granulat erzeugt

werden, das spritz-, press- und gussfähig ist und als Kunststoffersatz Verwendung findet. In letzter Zeit findet Miscanthus besonders als Tiereinstreu Interesse, in der Pferdehaltung, aber auch in der Kleintierhaltung. Zunehmend wird es auch als Strohrsatz in der Rinderhaltung eingesetzt (siehe HOHENBRINK et al., 2013).

### ***Zusammenfassung***

Der Anbau von Miscanthus im alpinen Klimagebiet ist durchaus möglich und bringt auch passable Trockenmasse-Erträge wie ein Versuch der Abteilung Biologischer Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zeigt. Dabei wurde im Jahr 2006 ein Miscanthus-Versuch im mittleren Ennstal angelegt, auf einer umgepflügten Dauerwiese. Es gab zunächst drei verschiedene Standraumvarianten, wobei sich einzig die 1x1 m-Variante als wirklich praxisnahe erwies. Nach zweimaliger händischer Unkrautbekämpfung im Anlagejahr mussten keine weiteren Pflegemaßnahmen mehr durchgeführt werden. Die erste verwertbare Ernte wurde im Jahr 2008 vorgenommen, zunächst noch händisch, ab dem Jahr 2010 mit einem reihenlosen Maishäcksler. Die Trockenmasse-Erträge steigerten sich bis auf 20 t/ha im Jahr 2014. Normalerweise beträgt der Trockenmassegehalt zur Ernte zwischen 89 und 86 %. Probleme können sich durch eine starke Lagerung des Bestandes ergeben, vor allem, wenn die Blätter beim Schneefall noch nicht abgefallen sind. Trotzdem spricht grundsätzlich nichts gegen einen Anbau von Miscanthus im alpinen Klimagebiet.

### ***Abstract***

The cultivation of Miscanthus in the alpine climate is possible and results in acceptable yield for dry-matter as a field trial showed which was carried out by the department for Organic Arable Farming of the ACER Raumberg-Gumpenstein. There a field trial with Miscanthus was started in the year 2006 in the middle Enns-valley on a former pasture. In the beginning of the trial there were three variants of planting distance, but only the 1x1 m-variant is suitable for practise. In the first year we had to remove the weed twice because of ecological growing. The first harvest was done in spring 2008 by hand, from 2010 on we harvested by a maize chopper without rows. The yield increased from 60 dt/ha in the year 2008 to 200 dt/ha in the year 2014. The dry-matter content was normally between 86 and 89 %. Problems result from lodging in consequence of snowing, especially when the leaves are still hanging on the stems. Nevertheless there are almost no arguments against a cultivation of Miscanthus in alpine climate.

### ***Literatur***

- HEIN, W., WASCHL, H. und ROHRER, H., 2014: Benötigt Miscanthus wirklich Körnermaisklima? Fortschrittlicher Landwirt, 24, 66-67.  
HOHENBRINK, S., BOELHAUVE, M., FLIEGE, F. und ICKLER, A.-L., 2013: Elefanten-Gras in die Boxen streuen? Top agrar 10/2013, R14- R16.

### ***Adressen der Autoren***

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A 8952 Irdning

\* Ansprechpartnerin: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

# **Energieeffizienz und Kostenintensität der konventionellen und biologischen Speisekartoffelproduktion ausgewählter Standorte in Niederösterreich**

## ***Energy efficiency and cost intensity of the conventional and organic table potato production in Lower Austria***

Heinrich Mechtler\*, Gerhard Moitzi und Herbert Weingartmann

### ***Einleitung***

Vor dem Hintergrund der weltweit zunehmenden Energienachfrage und den damit verbundenen steigenden Energiepreisen ist das zentrale Ziel dieser Arbeit Aussagen über die Energieeffizienz und Kostenintensität der konventionellen und biologischen Speisekartoffelproduktion in Niederösterreich zu treffen. Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile - Energieeffizienz und Kostenintensität.

### ***Material und Methoden***

Zur Beurteilung der Energieeffizienz im Pflanzenbau können Energiebilanzen genutzt werden. Dabei ist ein wesentlicher Aspekt für die Analyse der Energieeffizienz mittels Energiebilanz die genaue Definition der Systemgrenze (DIEPENBROCK et al. 1995). Die Systemgrenzen der Arbeit sind folgendermaßen definiert:

- Räumliche Abgrenzung: Marchfeld, Waldviertel, St. Pölten, Stockerau
- Zeitliche Abgrenzung: Stoppelbearbeitung oder Umbruch der Vorfrucht bis zum Transport des Ernteprodukts zum Hof, d.h. Aufwendungen einer Vegetationsperiode
- Sachliche Abgrenzung:
  1. Teil – Energieeffizienz: direkter und indirekter Energieinput, Energieoutput
  2. Teil – Kostenintensität: Direktkosten und Arbeiterledigungskosten

Die Erhebung der Produktionsverfahren erfolgte mittels leitfadengestützten Interviews bei 34 Betrieben. Es wurden die Maschinen und der Betriebsmittelaufwand der einzelnen Produktionsschritte erfasst. Des Weiteren waren die Erfassung der durchschnittlichen Hof-Feld-Entfernung, der durchschnittlichen Schlaggröße, der Bodenschwere und der durchschnittliche Brutto- und Nettoerträge für die anschließende Auswertung von großer Bedeutung. Eine häufig verwendete Methode ist die Prozessanalyse, bei der die Sonnenenergie ebenso wie die menschliche Arbeit unberücksichtigt bleibt (HÜLSBERGEN 2008). Bei dieser Energiebilanzierung wird die eingesetzte direkte (Diesel, Strom) und indirekte Energie (Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Saat- und Pflanzgut und Maschinen und Beregnungsanlagen) mit Hilfe von Energieäquivalenten in Primärenergie (fossile Energie) umgerechnet. Zur Bestimmung der Kostenintensität werden die Stückkosten herangezogen. Hierfür werden die Direktkosten (Betriebsmittel und Zinsansatz) und die Arbeiterledigungskosten (variable und fixe Maschinenkosten, Kosten für Arbeitskräfte) mittels KTBL Feldarbeitsrechner ermittelt und durch die jeweiligen Speisekartoffelnettoerträge dividiert.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Der primärenergetische Energieaufwand und die Direkt- und Arbeiterledigungskosten in der Speisekartoffelproduktion wurden anhand von 34 Betrieben in Niederösterreich untersucht. Es wurden alle produktionstechnischen Maßnahmen einer Vegetationsperiode erfasst und energetisch und monetär bewertet. Die Betriebsanzahl setzt sich aus je zehn Betrieben aus den Gebieten Marchfeld, Waldviertel und Stockerau und vier Betrieben aus dem Gebiet St. Pölten zusammen.

Einen Überblick über die mit den Energiebilanzen errechneten energetischen Kenngrößen gibt folgende Tabelle.

Tabelle 6: **Energetische Kenngrößen der konventionellen und biologischen Speisekartoffelproduktion**

	<b>konventionell (n = 17)</b>	<b>biologisch (n = 17)</b>
primärenergetischer Input	23.983 MJ/ha	15.008 MJ/ha
energetischer Output	122.381 MJ/ha	79.570 MJ/ha
<b>Energetische Kenngröße</b>		
Netto-Energie-Gewinn	98.398 MJ/ha	64.562 MJ/ha
Output-Input Relation	5,31	5,45
Energieintensität	0,70 MJ/kg	0,69 MJ/kg

Der energetische Output ist in der biologischen Speisekartoffelproduktion um fast 35 % geringer. Abzüglich des primärenergetischen Inputs ist der Netto-Energie-Gewinn der biologischen Speisekartoffelproduktion um knapp 34 % signifikant ( $p < 0,001$ ) niedriger. Der Vergleich der Output-Input-Relation und der Energieintensität zeigt keinen signifikanten ( $p=0,578$  und  $p=0,653$ ) Unterschied zwischen den biologischen und konventionellen Betrieben. Als produktivere Bewirtschaftungsweise kann allerdings die konventionelle Speisekartoffelerzeugung angesehen werden, da der Netto-Energie-Gewinn je Hektar signifikant höher ist.

Um beim Vergleich der Kostenintensität die im Zusammenhang mit ÖPUL-Maßnahmen stehenden zusätzlichen Aufwendungen der konventionellen und biologischen Speisekartoffelproduktion auszugleichen, werden die von den Betrieben erhaltenen ÖPUL-Prämien von den Direkt- und Arbeitserledigungskosten abgezogen. Die zusätzliche Kenngröße der Kostenintensität wird in dieser Arbeit ÖPUL-prämienbereinigte Stückkosten genannt.

Tabelle 7: **Kenngrößen der Kostenintensität der konventionellen und biologischen Speisekartoffelproduktion**

	<b>konventionell (n = 17)</b>	<b>biologisch (n = 17)</b>
DK & AEK	3.304 €/ha	3.026 €/ha
ÖPUL-Prämien	356 €/ha	567 €/ha
ÖPUL-prämienbereinigte DK & AEK	2.948 €/ha	2.459 €/ha
<b>Kenngröße der Kostenintensität</b>		
Stückkosten	0,099 €/kg	0,142 €/kg
ÖPUL-prämienbereinigte Stückkosten	0,088 €/kg	0,116 €/kg

Die durchschnittlichen ÖPUL-Prämien der biologischen Betriebe sind um 211 €/ha höher als jene der konventionellen Betriebe. Die Stückkosten verringern sich dadurch bei der biologischen Speisekartoffelproduktion um 2,6 Cent/kg und bei der konventionellen Speisekartoffelproduktion um 1,1 Cent/kg. Die Unterschiede in der Kostenintensität zwischen den konventionellen und biologischen Betrieben belaufen sich bei den Stückkosten auf 4,3 Cent/kg und bei den ÖPUL-prämienbereinigten Stückkosten auf 2,8 Cent/kg. Diese Differenzen sind signifikant ( $p < 0,001$ ).

### **Zusammenfassung**

Der Vergleich zwischen konventioneller und biologischer Speisekartoffelproduktion erfolgt anhand der erhobenen Produktionsverfahren von 34 landwirtschaftlichen Betrieben aus den Gebieten Marchfeld, Waldviertel, St. Pölten und Stockerau. Die Hälfte der Betriebe je Gebiet wird biologisch bewirtschaftet. Für die Berechnung der Energieeffizienz wird die in einer Vegetationsperiode verbrauchte direkte Energie in Form von Diesel und Strom und die indirekte Energie in Form von Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Saat- und Pflanzgut und Maschinen und Beregnungsanlagen mit Hilfe von

Energieäquivalenten in Primärenergie (fossile Energie) umgerechnet. Aus der Summe dieser Primärenergien und den erhobenen Nettoerträgen können die energetischen Kennzahlen, Netto-Energie-Gewinn, Output-Input-Relation und Energieintensität errechnet werden, die anschließend zum Vergleich dienen. Als Kennzahl der Kostenintensität werden die Stückkosten herangezogen. Diese errechnen sich aus den Direkt- und Arbeiterledigungskosten der Betriebe dividiert durch die jeweiligen Nettoerträge. Die Ergebnisse zeigen, dass nach der angewandten Methode keine der beiden Bewirtschaftungsweisen energieeffizienter ist. Die konventionelle Speisekartoffelproduktion kann als produktiveres System bezeichnet werden, da der Netto-Energie-Gewinn signifikant höher ist. Die Kostenintensität ist in der biologischen Speisekartoffelproduktion ohne ÖPUL-Prämien um 4,3 Cent/kg Nettoertrag und mit ÖPUL-Prämien um 2,8 Cent/kg Nettoertrag signifikant höher, als jene der konventionellen Speisekartoffelproduktion. Über die Wirtschaftlichkeit einer Bewirtschaftungsweise entscheidet letztendlich der erzielbare Marktpreis.

### ***Abstract***

In light of worldwide increasing energy demand and rise in energy prices, the main aim of this master thesis is to come up with statements about energy efficiency and cost intensity in conventional and organic potato production in Lower Austria. The production methods of 34 farms in four regions of Lower Austria are the basic concept to compare the conventional and organic potato production. Half of the farms included in the comparison are cultivating potatoes in an organic way. The energy efficiency is evaluated by converting the direct energy (fuel and electricity) and the indirect energy (fertilizer, pesticides, seeds, machinery and spray-irrigation system) to primary energy (fossil energy) via energy equivalents. The sum of primary energy and the yields of the farms are the basic principle to generate the energetic ratios, net-energy-gain, output-input-ratio and energy intensity. To compare cost intensity costs per unit are used. Costs per unit result from direct costs and labour and machinery costs divided by the yields of the farms. The comparison of the energetic ratios show that there is no significant difference between the conventional and organic potato production, which means that the production of one energy unit in organic potato production needs the same fossil energy as in conventional potato production. Furthermore the net-energy-gain of the conventional potato production is significant higher than that of the organic potato production. Therefore the conventional potato production can be deemed as a more productive system. On the other hand the cost intensity of the organic potato production is significant higher than that of the conventional potato production, because of the lower yields.

### ***Literatur***

DIEPENBROCK W, PELZER B, RADTKE J, 1995: Energiebilanz im Ackerbaubetrieb – Arbeitspapier 211. Münster-Hiltrup: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH.

HÜLSBERGEN K.-J, 2008: Energieeffizienz ökologisch und integrierter Anbausysteme. In: KTBL (Hrsg.): Energieeffiziente Landwirtschaft. KTBL-Tagung vom 8. bis 9. April 2008 in Fulda. Darmstadt: KTBL-Schrift 463, 87-99.

Weitere Literatur sowie die Masterarbeit kann unter [heinrich\\_mechtler@gmx.at](mailto:heinrich_mechtler@gmx.at) angefragt werden.

### ***Adressen der Autoren***

Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik, Peter Jordan Straße 82, A 1190 Wien:

\* Ansprechpartner: DI Heinrich MECHTLER, [heinrich\\_mechtler@gmx.at](mailto:heinrich_mechtler@gmx.at)

# Winterernte: die Produktion von Wintersalaten und -kräutern im ungeheizten Folientunnel

## *Winter Harvest: how to produce lettuces, salads and greens in unheated polytunnels*

Wolfgang Palme\* und Johann Kupfer

### **Einleitung**

Bedeutende Anbauflächen in Foliengewächshäusern werden in Österreich während der Wintermonate nicht genutzt. Gleichzeitig ist die Nachfrage nach heimischem, nachhaltig erzeugtem Wintergemüse angesichts eines dominierenden Importsortiments in unseren Supermärkten größer denn je.

In vorliegendem Projekt geht es um die Entwicklung von Anbausystemen für heizungsfrei produzierte Wintergemüsesortimente unter den Prämissen einer fachgerechten Fruchtfolge, einer innovativen Diversität und dem Aufbau einer nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit.

Durch diese alternativen Produktionsentwürfe sollen direktvermarktende, biologisch wirtschaftende Betriebe gestärkt und in ihrer Partnerschaft mit dem Konsumenten unterstützt werden.

### **Material und Methoden**

Für das Projekt wurden seit 2013 Anbauversuche an der Versuchsaußenstelle Zinsenhof der HBLFA Schönbrunn angelegt. Vorversuche zur Testung von exotischen Winterkräutern (Asia-Salaten) fanden seit 2007 am Zinsenhof statt.

Im Winter 2013/14 erfolgte eine Sortensichtung von alten kroatischen Freilandsalatsorten gemeinsam mit dem Verein Arche Noah.

Ein umfassendes Winterprojekt mit dem Verband Bio Austria, der Versuchsstation für Spezialkulturen in Wies, der Gartenbauschule Langenlois, dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), der Universität für Bodenkultur und 7 direkt vermarktenden Biobetrieben von Salzburg über Oberösterreich, Niederösterreich bis Steiermark und Kärnten wurde im Winter 2014/15 durchgeführt.

Tabelle 1: Liste der 2013/14 geprüften Sorten (alle aus dem Sortiment des Vereins Arche Noah)

Sortenname	Beschreibung
Crvena Zimska	Kopfsalat rot
Zimska Salata 1	Kopfsalat rot
Zelena Salata	Kopfsalat rot
Jesenska Salata Bogdanović 1	Kopfsalat rot
Jesenska Salata Bogdanović 2	Kopfsalat rot
Špricana Kupana	Batavia, gesprenkelt
Zimska Salata 2	Kopfsalat grün
Wintersalat-Mischung (homogen!)	Batavia, grün
Rudetova Salata	Batavia, gesprenkelt
Crne Zimska Salata	Kopfsalat rot
Salat aus Jaškovo	Batavia, gesprenkelt
Mescher Bibb	Kopfsalat, roter Rand
Tardivo	Blattzichorie
Di Trieste	Blattzichorie
Schneeball	Blattzichorie

Der Anbau erfolgte im Satz 1: am 7.9./Pflanzung 16.10.; im Satz 2: Anbau 18.9./Pflanzung 29.10.; im Satz 3: Anbau 7.9./Pflanzung 15.10. Der 3. Satz wurde zunächst im Freiland ausgepflanzt und am 20.11.2013 vom Bio-Rollfolientunnel überfahren. Ab diesem Zeitpunkt wurde er als geschützte Kultur geführt.



Abb. 1: Satz 3 des Versuches wurde zunächst im Freiland ausgepflanzt und am 20.11.2013 mit dem Bio-Rollfolientunnel überfahren

### Ergebnisse und Diskussion

Der Winter 2013/14 war gekennzeichnet durch außergewöhnlich milde Witterung. Solche Witterungsverläufe kommen einem heizungsfreien Winteranbau verständlicherweise entgegen. Das Hauptaugenmerk einer erfolgreichen, ungeheizten Winterkultur liegt allerdings nicht in der Hoffnung auf einen möglichst warmen Winterwetterverlauf.

Entscheidend sind die Parameter: Luftfeuchtigkeit, Bodenfeuchtigkeit und Lichtangebot. Auf ein ausgesprochen sparsames Gießen der Kultur und auf ein ausreichendes Belüften muss unbedingt geachtet werden. Andernfalls treten Pilzkrankheiten wie Grauschimmel (*Botrytis* sp.) oder Falscher Mehltau (*Bremia lactucae*) auf.

Die Ertragsergebnisse des Versuchs 2013/14 sind aus Abbildung 2 ersichtlich.



Abb. 2: Winterversuch 2013/14, Einzelkopf-Durchschnittsgewicht in g, gemittelt über alle 3 Sätze

2014/15 erfolgte eine breite Sichtung von Salatarten/-sorten und Salatkräutern. Folgende Kulturdaten ließen sich daraus gewinnen:

Tabelle 2: Wintersalate und –kräuter: Kulturdaten im Überblick

Gemüseart/-sorte	Kategorie	Anbau	Pflanzung	Ernte	Freiland oder geschützt	Frostfestigkeit
Endivie	Salatgemüse	A VII	A VIII	X-XII	F	+
Endivie	Salatgemüse	A VIII	A IX	XII-I	G	+
Radicchio	Salatgemüse	A VII	A VIII	X-XII	F	++
Zuckerhut	Salatgemüse	E VI	E VII	X-III	F	+++
Blattzichorien	Babyleaf-Salate	E VIII		X-XII	F	+++
Blattzichorien	Babyleaf-Salate	M IX		XI-III	G	+++
Pflücksalate, Romanasalate	Salatgemüse	E VIII-M IX	M IX- E X	XII-III	G	+
Pflücksalate, Romanasalate	Babyleaf-Salate	E IX		XI-III	G	++
Eissalat: Grazer Krauthäuptel	Salatgemüse	A VIII	A IX	XII	G	+
Vogerlsalat	Salatgemüse	M VIII-E IX		XI-II	G	+++
Winterportulak	Salatgemüse	M VIII-E IX		XI-II	G	+++
Asia-Salate	Salatgemüse	M IX-M IX		E X-A III	G	++
Rucola	Salatgemüse	M IX-M IX		E X-A III	G	++
Petersilie	Gewürzkräuter	A VIII		X-IV	G	++
Kerbel	Gewürzkräuter	E VIII		XI-III	G	++
Schnittsellerie	Gewürzkräuter	E VIII		XI-III	G	++

A: Anfang, M: Mitte; E: Ende: Die Monate im Jahresverlauf sind mit römischen Ziffern angegeben  
F: Freiland, G: geschützte Kultur;

### **Zusammenfassung**

Viele Salate und Salatkräuter sind wesentlich frostfester, als es bisher angenommen wurde. In Lehrbüchern fehlen oft exakte Angaben zur Winterhärte. In einem umfassenden Projekt, das gemeinsam mit Praxisbetrieben durchgeführt wurde, zeigte sich, dass Gartensalate (Kopfsalat, Pflücksalate, baby-leaf-Salate), Spezialsalate (Asia-Salate, Zichorien) und Gewürzkräuter (Petersilie, Kerbel, Schnittsellerie) während der Wintersaison in ungeheizten, sonst ungenutzten Folientunneln produziert werden können. Auf eine trockene Kultur und eine gute Belüftung ist zu achten, damit es nicht zu Pilzinfektionen und zu einem Kulturausfall kommt.

### **Abstract**

Many salads and greens seem to be much more frost hardy as supposed. In publications there is a lack of detailed information about frost hardiness of leafy vegetables. In this project such data were collected together with organic farmers all over Austria. It was possible to grow lettuces (head lettuce, leafy types), special salads (oriental greens, cichories) and herbs (parsley, chervil, leafy celery) during winter time in unheated polytunnels. In that time polytunnels are normally out of use. To get good results you have to keep the crop dry and to ventilate regularly. Otherwise fungal infections will lead to losses.

### **Adresse der Autoren**

HBLFA für Gartenbau – Schönbrunn, Abteilung Gemüsebau, Grünbergstr. 24, 1130 Wien

\* Ansprechpartner: DI Wolfgang PALME, w.palme@gartenbau.at; Literaturhinweise beim Autor

# Entmischungsvorgänge bei mineralischen Mischdüngern innerhalb der Logistikkette

## *Segregation of solid fertilizer blendings due to logistic activities*

J. Pichler<sup>1</sup>, G. Moitzi<sup>1\*</sup>, W. Hofmair<sup>2</sup> und A. Gronauer<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Für die Pflanzenproduktion spielt die Düngerausbringung eine wichtige Rolle, durch welche sowohl die Hektarerträge, als auch die Qualitäten des Erntegutes wesentlich gesteigert werden. Neben optimal abgestimmten Düngermengen, Ausbringungsgeräten und einer optimalen Ausbringungstechnik, steigt auch der Bedarf an homogenen Düngermischungen. Besonders bei physikalisch gemischten Düngern, sogenannten Mischdüngern, muss eine gute Durchmischung und somit keine Entmischung garantiert werden. Ein Entmischen solcher Dünger kann nicht nur während der Ausbringung am Feld erfolgen, sondern bereits innerhalb der Logistikkette der düngerproduzierenden- und verarbeitenden Betriebe. Umso wichtiger ist es, eine gute und optimal abgestimmte Mischanlage zu haben, um eine physikalische Entmischung nach dem Ablaufrohr des Düngers zu verhindern [HEHENBERGER, 1993]. Eine Entmischung kann aufgrund stoff- als auch prozessabhängiger Faktoren auftreten. Bei den stoffabhängigen Faktoren beeinflussen besonders die Kornform und die Korngröße die Entmischung. Basierend auf den derzeitigen Wissensstand wurde die Entmischung von mineralischen Mischdüngern innerhalb der Logistikkette analysiert.

### **Material und Methode**

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden drei Mischdünger (**Mischung 1:** 50 % KAS, Rundkorn granuliert + 50 % NPK-Complex; **Mischung 2:** 33 % KAS, Rundkorn granuliert + 33 % NPK-Complex + 33 % MOP-60iger Kali; **Mischung 3:** 50 % KAS, Rundkorn granuliert + 50 % MOP-60iger Kali) hinsichtlich ihrer Entmischung nach dem Mischvorgang und nach dem Transport mittels Kipper- LKW, Silo- LKW und in Big Bags untersucht. Auch die Entmischung innerhalb des Schüttkegels wurde ermittelt. Die Beprobung der Mischungen erfolgte aufgrund eines ausgearbeiteten Stichprobenplanes am Betriebsgelände der Firma Fuchshuber in Ennsdorf (OÖ). Für jede Variante wurden in etwa 25 Tonnen abgemischt. Zunächst wurde ein Schüttkegel abgemischt, welcher in zwei Schichttiefen (30 cm und 80 cm), sowie auf drei Ebenen (Top, Center, Bottom) beprobt wurde. 127 Düngemittelproben (jede Probe bestand aus zwei Wiederholungen) wurden gezogen, welche einer chemischen Analyse (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) sowie einer Siebanalyse unterzogen wurden (Borealis L.A.T GmbH.). Neben der systematischen Beprobung wurden Stichproben nach dem Vorbild der amtlichen Düngermittelkontrolle durchgeführt. Die gebildeten Schüttkegel wurden mittels Probenstecher beprobt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die hier abgebildeten Versuchsergebnisse beziehen sich nur auf die die Mischung 1 und die Mischung 3 in 30 cm Schichttiefe. Die Ergebnisse zeigen, dass es zu Entmischungen der einzelnen Düngermischungen kommt. **Mischung 1** (Abbildung 1) weist die geringste Entmischung auf und ist jene Mischung, welche die geringsten Abweichungen zu den Soll-Nährstoffen aufweist. Auch die Korngrößenzusammensetzung dieser Mischung ist sehr homogen. Aus gesetzlicher Sicht entspricht diese Mischung den Voraussetzungen. **Mischung 2** weist in allen Transportvarianten eine deutliche Entmischung auf. Dabei entmischen sich besonders das K<sub>2</sub>O sowie der Stickstoff. Zumeist herrscht in den oberen Schichten mehr K<sub>2</sub>O vor, welches signifikant vom Sollwert abweicht. Im unteren Bereich des Schüttkegelfuß überwiegt der Stickstoffanteil. Auch bei dieser Mischung können die Korngrößen sehr unterschiedlich sein und variieren entlang der Logistikkette. **Mischung 3** weist besonders im Schüttkegel einen wesentlich höheren K<sub>2</sub>O-Anteil auf, als laut K-Sollberechnung erwünscht ist. Dabei wird der K-Sollwert um bis zu 40 % überschritten. Wie aus Abbildung 2 hervorgeht, sammelt sich das K<sub>2</sub>O primär im oberen Teil des Schüttkegels an, während sich im unteren Teil signifikant mehr Stickstoff befindet.

Neben der Düngermischung beeinflusst auch die **Logistikkette** die Entmischung. Im Schüttkegel, welcher unter dem Ablaufrohr gebildet wurde, erfolgt eine starke Entmischung des K<sub>2</sub>O. Das K<sub>2</sub>O

lagert sich dabei im oberen Bereich des Schüttkegels an, während am Schüttkegelfuß eine Ablagerung des Stickstoffes erfolgt.

Beim **Transport mittels Kipper** wurde festgestellt, dass dieser im Bezug auf die Entmischung der Mischungen 2 und 3 einen positiven Effekt hat. Die  $K_2O$ - und Stickstoffwerte näherten sich den Sollwerten an. Der **Transport mittels Silotank** hat einen verstärkenden Effekt auf die Entmischung. Besonders die Mischungen 2 und 3 weisen eine zusätzliche Entmischung auf. Dabei nimmt der  $K_2O$ -Gehalt stark ab, während der Stickstoffgehalt zunimmt. Bei der **Big Bag- Logistik** kann es ebenfalls zu einer Entmischung kommen. Besonders die Mischungen 2 und 3 weisen größere Unterschiede zu den Sollwerten auf.

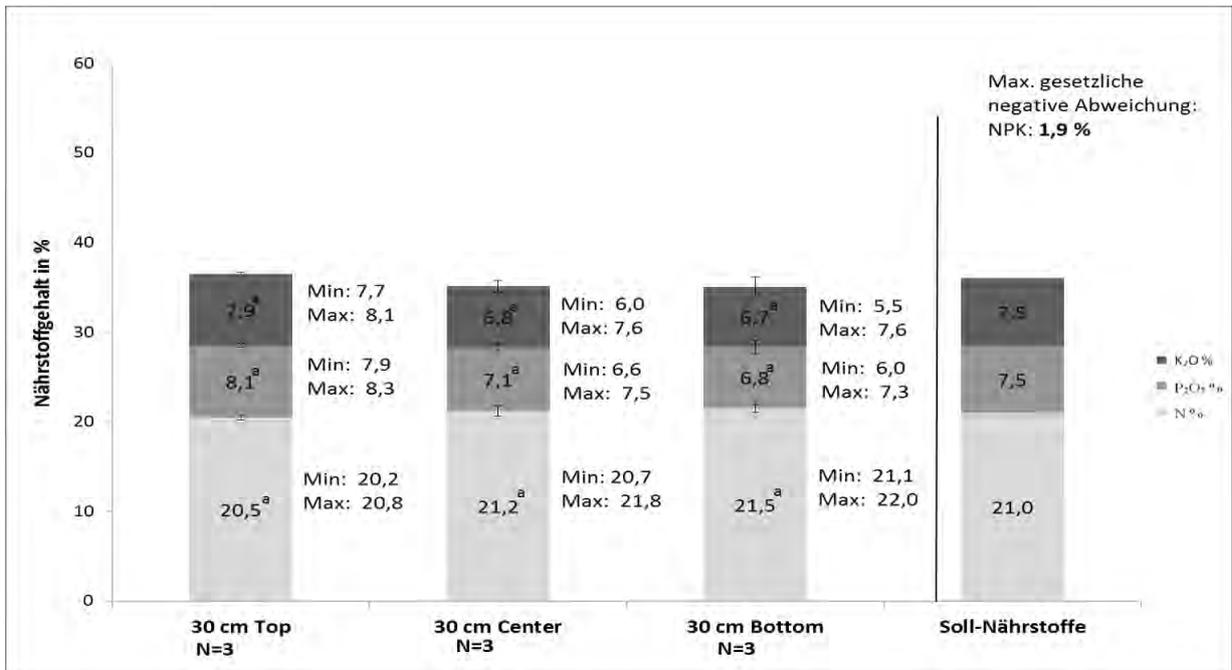


Abbildung 4: Mittlere Nährstoffzusammensetzung mit Standardabweichung der Mischung 1 im Schüttkegel in 30 cm.

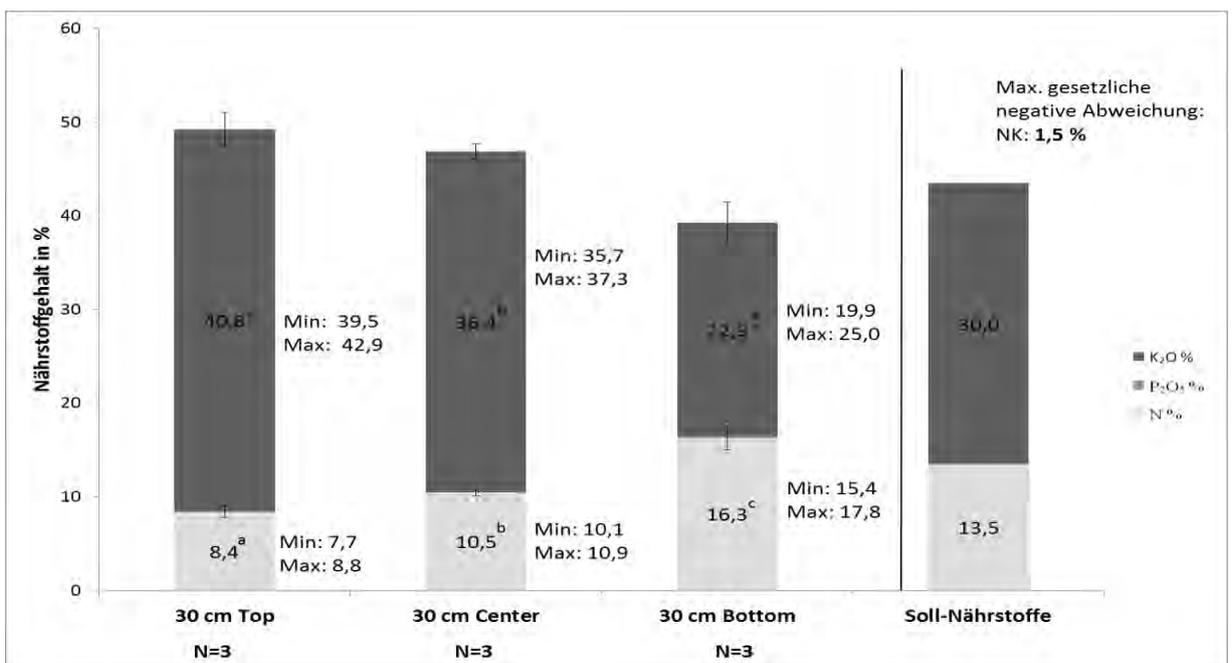


Abbildung 5: Mittlere Nährstoffzusammensetzung mit Standardabweichung der Mischung 3 im Schüttkegel in 30 cm

## **Zusammenfassung**

Die Nachfrage von physikalisch gemischten Mehrnährstoffdüngern stieg in den letzten Jahren aufgrund der individuell mischbaren Formulierungen und aufgrund der geringeren Produktionskosten. Bei der hier durchgeführten Untersuchung wurden drei Transportsysteme (LKW- Kipper, Silo- LKW und Big Bag) sowie der Schüttkegel analysiert. Als Mischkomponenten wurde ein Mehrnährstoffdünger (Complex: 15% N; 15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 15% K<sub>2</sub>O; 3% S, granuliert, Rundkorn), Kalkammonsalpeter (KAS: 27% N, granuliert Rundkorn), sowie Kaliumchlorid (MOP: 60% K<sub>2</sub>O) verwendet. Für jede Variante wurden in etwa 25 Tonnen abgemischt. Zunächst wurde ein Schüttkegel abgemischt, welcher in zwei Schichttiefen (30 cm und 80 cm), sowie auf drei Ebenen beprobt wurde. Weitere Proben wurden nach dem Transport durch LKW- Kipper, Silo- LKW und Big Bag mittels Stichprobenplan gezogen. 127 Düngemittelproben (jede Probe bestand aus zwei Wiederholungen) wurden gezogen, welche einer chemischen Analyse (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) sowie einer Siebanalyse unterzogen wurden. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass es zu einer Abweichung zwischen der systematischen Beprobung und der Zufallsbeprobung kommt. Ein zunehmender Anteil an MOP in der Mischung führt zu einer Trennung der Mischkomponenten im Schüttkegel. MOP sammelte sich an der Spitze des Schüttkegels an, während die runden Körner des KAS sich am Schüttkegelfuß ansammeln. Aufgrund der Berechnungen konnte in Mischung 3 eine negative Abweichung des N- Wertes um bis zu 38 % festgestellt werden während der K<sub>2</sub>O- Gehalt um bis zu 40 % erhöht war. Nur die Mischung 1 befand sich innerhalb der maximal tolerierbaren Abweichungen und entsprach dem EU-Düngemittelrecht (EU-Verordnung 2003/2003 / Toleranzen).

## **Abstract**

The amounts of bulk-blends have increased in fertilization practice because of new demands and partly due to lower costs for specific formulations of blends. Within three logistic systems (truck-trailer, tank truck and big bag) the segregation of three different mineral bulk-blends were analysed. **Blend 1** consisted of 50 % CAN and 50 % complex fertilizer; **Blend 2** consisted of 33 % CAN, 33 % complex fertilizer and 33 % MOP and **Blend 3** consisted of 50 % CAN and 50 % MOP. After mixing of each blend (à 25 tons) a material cone was formed from which the samples were drawn with a sampling insertion device at 30 cm and 80 cm at three levels of the cone (bottom, middle, top). Further samples were drawn after transporting the blends. 127 fertilizer samples were analysed chemically and for their grain size distribution. Selected results show: A systematic sampling shows approximately the nutrient distribution in the material cone and can differ from the randomized sampling. The increasing proportion of MOP with its angular grain in the blend results in a segregation in the material cone. MOP has accumulated at the top of the cone, whereas the round grains of CAN were rolling down to the bottom. After a theoretical consideration, the segregation in Blend 3 can lead to a 38 % lower N- and 40 % higher K<sub>2</sub>O-amount. Only Blend 1 was found within the maximum tolerable nutrient deviations according to EU fertilizer legislation.

## **Literatur**

HEHENBERGER M.: (Mai 1993) Untersuchungen über Verteilgenauigkeit eines Mehrnährstoffdüngers und eines mechanisch gemischten Düngers gleicher Zusammensetzung. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.

Weitere Literatur kann unter [gerhard.moitzi@boku.ac.at](mailto:gerhard.moitzi@boku.ac.at) angefragt werden.

## **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup>Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien:

\* Ansprechpartner: Dr. Gerhard MOITZI, [gerhard.moitzi@boku.ac.at](mailto:gerhard.moitzi@boku.ac.at)

<sup>2</sup>Borealis L. A. T. GmbH, St. Peter Strasse 25, A 4021 Linz;

\* Ansprechpartner DI Wolfgang HOFMAIR, [Wolfgang.Hofmair@borealisgroup.com](mailto:Wolfgang.Hofmair@borealisgroup.com)

# Regional unterschiedliche Verwendung bzw. Zusammensetzung von Düngemitteln in Österreich

## *Regional differences in use and composition of fertilizers in Austria*

Manfred Sager

### **Einleitung**

Im Vergleich mit dem Durchschnitt der Erdkruste findet man in Düngemitteln im allgemeinen B, Cd und Mo angereichert, hingegen Ba, Be, Co, Li, Ni und Pb im allgemeinen in geringeren Konzentrationen. Unterschiede in der Bodenchemie, der Vegetation und der gehaltenen Tierarten führen aber zu regionalen Unterschieden der mit den Düngemitteln eingebrachten akzessorischen Elementfrachten, wie in dieser Arbeit dargestellt werden soll. Regionale Unterschiede sind sowohl in der Zusammensetzung als auch in der Auswahl der ausgebrachten Düngemitteltypen möglich. Während die atmosphärische Deposition durch den Landwirt nicht beeinflussbar ist, könnte der Eintrag akzessorischer Elemente zusammen mit den Nährstoffen die Bodencharakteristik langfristig verändern. Da aber das Ausmaß der Düngung auf die pro Fläche ausgebrachte Menge an Reinnährstoff bezieht, sollten die Gehalte auch auf die Ausbringung von z.B. 100 kg Stickstoff pro Hektar, bzw. 100 kg P (= 229 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) pro Hektar berücksichtigt werden.

### **Material und Methodik**

Die aus den Jahren 2002 bis 2007 stammenden Proben wurden mit heißer Salzsäure gelöst, bzw. verascht und dann mit verdünnter Salzsäure gelöst, und Multi-Elementanalyse mit ICP-OES unterworfen. Damit stehen Daten von viel mehr Elementen, als auf Grund des Düngemittelgesetzes amtlich erfasst sind, zur Verfügung. Um auch auf Trockensubstanz bzw. auf Gesamtstickstoff beziehen zu können, war außerdem die Datenmatrix durch den Wassergehalt und den Gesamtstickstoff zu vervollständigen.

Die Herkunftsorte der untersuchten Proben (amtliche Düngemittelkontrollproben, Wirtschaftsdünger etc.) lassen sich an Hand der Postleitzahlen des Probenahmeortes einem Bundesland, und in diesem wieder einer Region zuordnen. Zur vereinfachten Darstellung der Situation bei den organischen Düngemitteln wurden die Probenahme in die Regionen Böhmisches Becken, Weinviertel, Pannonische Region (Wr. Becken, Marchfeld, nördliches Burgenland), NÖ Alpenvorland (mit Tullnerfeld), OÖ Alpenvorland (mit Flachgau), südöstliche Steiermark (mit südlichem und mittlerem Burgenland), Alpin und Wienerwald gegliedert. Die auf Trockensubstanz zurückgerechneten Konzentrationsbereiche wurden in die Substanzgruppen kommerzielle organische und organomineralische Dünger, Gülle und Mist, sowie Komposte zusammengefasst. Die wenigen in Wien gezogenen Proben wurden möglicherweise auch in Niederösterreich verwendet, sind aber nicht eindeutig einer Region zuzuordnen und wurden daher nicht berücksichtigt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

#### **Regional unterschiedliche Düngemittelwahl**

In viehlosen Gebieten stehen Wirtschaftsdünger nicht zur Verfügung. Bedingt durch die jeweilige Bodencharakteristik, Tradition und Verkaufsstrategie des Handels kam es zu regional unterschiedlich gewählten Düngemitteltypen.

Bei der Anwendung von NPK-haltigen Mineräldüngern, fallweise mit Zusätzen von Sulfaten, von Kalkammonsalpeter, Rohphosphaten, Kalisalze Magnesium-Sulfaten und Superphosphat waren keine regionalen Schwerpunkte erkennbar.

Karbonate (Kalk, Dolomit, Magnesit) wurden besonders im Waldviertel und im geringeren Maße im Alpenvorland verkauft, und weiters hauptsächlich nur in der Ost-, Süd- und Weststeiermark. Es könnte sein, dass die Düngelkalle aus verschiedenen Steinbrüchen stammen. Die im Waldviertel verkauften Kalle hatten geringfügig mehr Magnesium, und die steirischen etwas mehr Eisen, aber sonst gab es keine signifikanten Unterschiede.

Tripelphosphate wurden nur in Niederösterreich, und hier hauptsächlich im Weinviertel gefunden. Für die Auswertung standen 41 Proben aus dem Weinviertel, 14 aus dem Alpenvorland, 9 aus dem Waldviertel und 8 aus dem Wr. Becken zur Verfügung.

Unter Ca-Mg-Phosphate wurden jene Produkte zusammengefasst, die keine nennenswerten Mengen Stickstoff und Kalium, aber Phosphor und Calcium und Magnesium enthalten. Hauptverbreitungsgebiet der Ca-Mg-Phosphate waren das Waldviertel (23 Proben aus 52) und das NÖ Alpenvorland (15 Proben aus 52), obwohl vereinzelt welche auch in anderen Bundesländern gefunden wurden. Sie fehlen z.B. völlig im Weinviertel, im Wr. Becken und im Nördlichen Burgenland.

Regionale Schwerpunkte der Verwendung von Di-Ammonphosphaten waren das NÖ Alpenvorland (25 Proben), das Waldviertel (14 Proben), das Weinviertel (12 Proben), Wiener Becken + Marchfeld (8 Proben) sowie die südöstliche Steiermark (12 Proben) und das südliche Burgenland (4 Proben). Nicht gefunden wurden sie im gesamten alpinen Bereich, sowie im nördlichen und mittleren Burgenland.

PK- Dünger enthalten statt Ammonium neben Kalium auch Calcium, Magnesium und Natrium als Hauptkationen. Sie wurden vor allem in Niederösterreich und im Nördlichen Burgenland verwendet, kaum aber in den angrenzenden Gebieten in Oberösterreich, oder im Gebiet Südsteiermark- Südburgenland. Sie fehlten in den alpinen Regionen (und auch im Wienerwald) völlig. Auf das Gesamtgewicht bezogen, gab es deutlich steigende Elementgehalte der beprobten PK- Dünger vom Wiener Becken/ Marchfeld bzw. Nördlichem Burgenland, über Alpenvorland und Weinviertel bis zu den höchsten Werten im Waldviertel. Kalium war im Weinviertel deutlich höher.

Das Inverkehrbringen von Thomasprodukten wurde 2004 eingestellt. Die Verwendung von Thomasphosphaten konzentrierte sich auf Niederösterreich (Wald- und Weinviertel), sowie die Südsteiermark. Sie enthalten beträchtliche Mengen an Fe, Cr, Mn und V. Thomaskali bringen neben Fe, Mn, Cr und V auch sehr viel Na in die Böden. Sie wurden ausschließlich im niederösterreichischen Weinviertel verwendet.

### ***Regional unterschiedliche Düngemittelzusammensetzung***

Während die Mineraldünger aus wenigen Kalksteinbrüchen, Phosphat- und Kalilagerstätten und industriell gertigten Nitraten und Ammonsalzen gemischt und durch den Handel vertrieben werden, stammen Gülle, Mist und Komposte in der Regel aus der Region, in der sie beprobt wurden. Sie werden durch die regionale Geochemie, die gehaltenen Tierarten, die lokale Vegetation und die Bevölkerungsdichte beeinflusst. Da Mist in letzter Zeit selten geworden sind, wurden Gülle und Mist zusammengefasst. Komposte sind als solche durch den Einsender deklariert.

Der Gesamtstickstoffgehalt war in den kommerziellen organischen Düngern in allen Regionen etwa gleich, in den Gülle aus der Böhmisches Masse und dem Weinviertel lag er höher als sonst wo, von den Komposten gab es keine Werte. Im allgemeinen waren die regionalen Unterschiede bei den kommerziellen organischen Düngern gering, am ehesten auffallend war das höhere Ca im Wald- und Weinviertel.

Bei vielen Elementen, wie Ba, Al, Fe, V, Co oder Pb stiegen die Konzentrationen (in der Trockensubstanz) von den kommerziellen Düngemitteln über die Gülle zu den Komposten an, beim Nährstoff P war es jedoch genau umgekehrt. Düngt man die gleiche Menge P, so bringt man also in den genannten Fällen höhere akzessorische Frachten ein als mit Gülle. Hingegen enthielten die Gülle immer mehr K, Na, Cd, Cu, Mo und Zn (in der Trockenmasse) als die in der gleichen Region eingesetzten Komposte

Kommerzielle organische Düngemittel enthielten mehr Ca, Cd, K, Mg, Mo und P als aus dem königswasserlöslichen Anteil der Böden zu erwarten wäre, was ja auch die Düngewirkung ausmacht. In den Gülle lagen K, Na, Cd und Mo, und im Weinviertel, NÖ Alpenvorland und Wienerwald besonders Cu und Zn über den in Böden erwartbaren Konzentrationsniveaus. Die hohen Cu und Zn Niveaus könnten aus der Schweinezucht stammen. Bei den Komposten, die im allgemeinen höher mineralisiert sind (siehe oben), lag nur das Zink zum Teil über dem Niveau der Böden.

Die Komposte enthielten im Norden und Osten Österreichs deutlich mehr Al, Ba, Co, Cr, Fe, P, V und Zn als im Westen und Süden, weniger ausgeprägt war dieser Effekt bei Li, Mg, Mn, Ni, Pb. Maxima für K, Na, Sr und Mo gab es für Komposte aus dem pannonischem Raum. Das Maximum für Cu aus dem Kompost aus dem Weinviertel kann durch den (Bio-)Weinbau erklärt werden.

Bei Gülle traten regionale Maxima für Cd, Cu, K und Li im Weinviertel, sowie für P, Mo und Zn im NÖ Alpenvorland auf. Na war in Gülle aus der Böhmisches Masse am niedrigsten und aus dem pannonischen Gebiet am höchsten, was der Bevölkerungsdichte entspricht.

Beim Sr fällt in allen Regionen der weite Konzentrationsbereich in den kommerziellen organischen Düngemitteln, im Gegensatz zum engen Bereich in den Gülle auf.

Es wurde ferner versucht, die vielen Elementkonzentrationen mit Hilfe von Faktorenanalyse zu Gruppen zusammenzufassen. Beim Aufzeichnen der erhaltenen Faktoren gegeneinander ergeben sich jedoch keine eindeutig abgrenzbaren Felder, sondern viele Überlappungen, sodass die erwähnten regionalen Unterschiede zwar Trends, aber keine signifikanten Unterschiede widerspiegeln.

### ***Zusammenfassung***

Der Eintrag akzessorischer Frachten durch Düngemittel zusammen mit den Nährstoffen NPK in die Böden ist kann regional unterschiedlich sein, entweder durch die Ausbringung verschiedener Düngemitteltypen in den verschiedenen Regionen, oder durch unterschiedliche Zusammensetzung der anfallenden Gülle und Komposte. In kommerziellen organischen Düngemitteln wie auch in Gülle, nicht jedoch in Komposten, liegen einige Elementkonzentrationen über jenen der Böden, sodass langfristig Anreicherungen zu erwarten sind, besonders in Gebieten mit vielen Mastviehbetrieben.

## ***Summary***

The input of additional element loads, apart from nutrients NPK present in fertilizers, can be subject to regional differences, either because of the use of different types of fertilizers, or because of different composition of the locally produced manures, dungs and composts. Some element concentrations in commercial organic fertilizers as well as in manures, but not from composts, exceeded the levels encountered in soil, thus resulting in long-term enrichments, particularly in regions of pig, bull and chicken fattening farms.

## ***Literatur***

SAGER M, 1997: Possible trace metal load from fertilizers, *Die Bodenkultur* 48(4), 217-223

SAGER M, 2007: Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria. *Soil Biology and Biochemistry* 39, 1383-1390

SAGER M, 2009: Fertilization loads of less common elements to arable soils in Austria. In: *Organic Farming: Methods, Economics and Structure* ISBN 978-1-60692-864-6, Chapter 7. Editors: Michael Nelson and Ivan Artamova © 2009 Nova Science Publishers

SAGER M, 2009: Trace Element Enrichment in Austrian Soils from Fertilization, and Regional Effects. In: second special issue of *Dynamic Soil, Dynamic Plant, Compost*, Editor: Jesus Martin-Gil, 115-131.

SAGER M, 2011: Input of accessory elements from various mineral and organic fertilizers to arable soils. *International Journal of AgriScience* Vol. 1(7): 403-428, ISSN: 2228-6322© International Academic Journals

## ***Adresse des Autors:***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Sonderuntersuchungen Elementanalytik, Spargelfeldstrasse 191, 1220 Wien,

Doz. Dr. Manfred SAGER, [manfred.sager@ages.at](mailto:manfred.sager@ages.at)

# Maisdüngung – stabilisierte Stickstoffdünger im Praxisvergleich

## *Corn fertilization - stabilized nitrogen fertilizer in practical comparison*

Christian Reichinger und Thomas Wallner

### **Einleitung**

Stabilisierte Stickstoffdünger unterscheiden sich von herkömmlichen Ammonium- und Nitratdüngern durch den Zusatz von Nitrifikationsinhibitoren („inhibitor“ = hemmen, verzögern). Diese bewirken, dass die von Bodenmikroorganismen durchgeführte Umsetzung von Ammonium zu Nitrat, welche temperaturabhängig ist, verzögert wird. Die Gefahr einer Nitrat auswaschung ins Grundwasser sollte reduziert sowie eine pflanzenbedarfsgerechtere N-Versorgung ermöglicht werden.

### **Material und Methoden**

Der Maisdüngungsversuch mit stabilisierten Düngungsvarianten wurden auf folgenden Standorten in Oberösterreich durchgeführt:

Tabelle 8: Der Versuch wurde auf vier Standorten in Form eines Streifenversuchs angelegt.

Standort	Katsdorf	Linden	Vorchdorf	Wilhering
<b>Organische Dünger am Betrieb</b>	Rinder-/Biogasgülle	Schweinegülle	Schweinegülle	keine
<b>Vorfrucht</b>	Triticale-GPS	Wintergerste	Wintergerste	Zuckerrübe
<b>Zwischenfrucht</b>	Senf, Kresse	Wassergüte fein	Alexklee, Phacelia, Buchweizen, Erbse	keine
<b>Aussaat</b>	18.April	14.April	12.April	11.April
<b>Sorte, Reifezahl</b>	P9400, 330	Falcone, 250	Falcone, 250	Andoro, 290
<b>Bodenbearbeitung</b>	2xGrubber	Grubber, Kreiselegge	Pflug, Egge	Kreiselegge
<b>Düngung</b>		Laut Versuchsvarianten		
<b>Pflanzenschutz</b>	Kukuruz Pack	Laudis + Aspect Pro	Elumis P + Dual Pack	Laudis +Aspect Pro
<b>Beerntung</b>	Silomais	Körnermais	Körnermais	Körnermais
<b>Ernte</b>	29.9.2014	15.10.2014	10.10.2014	3.10.2014

### Düngungsniveau:

Nährstoffdüngung über alle Varianten (kg/ha): N = 160, P = 92, K = 200

Um einen Ertrageinfluss durch Phosphor- oder Kalimangel auszuschließen wurden diese Nährstoffe ausreichend gedüngt. Die Phosphordüngung erfolgte, ausgenommen bei Güllevarianten, in Form einer Unterfußdüngung mit DAP (200 kg/ha). Die Kalidüngung in Form von 40-iger Kornkali.

### Versuchsvarianten:

VO: N-Nulldüngung

V1: 270 kg/ha Harnstoff vor Anbau

V2: 270 kg/ha Alzon vor Anbau - N stabilisiert, 46% N = NH<sub>4</sub>

V3: Harnstoff Gabenteilung (130 kg/ha vor Anbau, 140 kg/ha 2-3-Blatt)

V4: Harnstoff Gabenteilung (130 kg/ha vor Anbau, 140 kg/ha 6-8-Blatt)

V5: 475 kg/ha Entec vor Anbau - N stabilisiert, 26% N (7,5% NO<sub>3</sub>, 18,5 % NH<sub>4</sub>) + 3% S

V6 Gülle (Schweinegülle/Biogasgülle) + Piadin (N-Stabilisator)

V7 Gülle (Schweinegülle)

### Nmin – Ziehung:

1. Termin: 10.März - Vor der ersten Bodenbearbeitung bzw. Düngung

2. Termin: 20.Mai - (2-3 Blatt Stadium von Mais)

3. Termin: 18.Juni - (6-8 Blatt Stadium von Mais)

4. Termin: Nachernte (bei abgeernteten Feld)

## Ergebnisse und Diskussion

Ertragsauswertung: Das Ergebnis zeigt, dass die N-Gabenteilungsvarianten (V3, V4) den Düngungsvarianten mit einmaliger N-Gabe zum Anbau im Durchschnitt um bis zu 8 % Ertragsunterschied überlegen waren. Günstige Witterungsbedingungen wie ausreichend Niederschlag nach der zweiten N-Gabe, haben zum Erfolg einen wesentlichen Beitrag geleistet. Die stabilisierten N-Dünger konnten im Vergleich zum handelsüblichen N-Dünger (Harnstoff) keinen Ertragsvorteil erbringen. Lediglich die einmalige Güllegabe zum Anbau mit einem N-Stabilisator erreichte im Durchschnitt gleichhohe Erträge wie die N-Gabenteilungsvarianten. Stellt man im Vergleich die Kontrollvariante mit N-Nulldüngung (V0) allen anderen Düngungsvarianten gegenüber, so zeigte dies im Versuchsjahr sehr deutlich, dass optimale Witterungsbedingungen - insbesondere eine ausreichende Wasserversorgung durch regelmäßige Niederschläge - zu den wichtigen Entwicklungsstadien von Mais (Keimphase, 6-8 Blatt, Blüte) einen überwiegenden Einfluss auf die Ertragsbildung haben. Vor allem Mais zählt zu den Kulturpflanzen, die das gute N-Nachlieferungspotential insbesondere bei Böden mit regelmäßiger organischer Düngung sehr gut nutzen und umsetzen können. Beim Standort Wilhering, wo am Betrieb kein organischer Dünger zum Einsatz kommt, fiel der Ertragsunterschied zwischen den Düngungsvarianten überraschend geringer aus. Die Gabenteilungsvariante (V4) ist aufgrund von Verträglichkeitsproblemen der späten Düngergabe im Vergleich etwas abgeschlagen. Der Mais zeigte nach der N-Gabe mit Harnstoff Verbrennungen, die sich zum Zeitpunkt der Kolbenanlage (6-8 Blattstadium) und somit auch auf den Ertrag ungünstig auswirkten. Die stabilisierten N-Düngungsvarianten (V2, V5) konnten auf allen Standorten keinen Ertragsvorteil bringen.

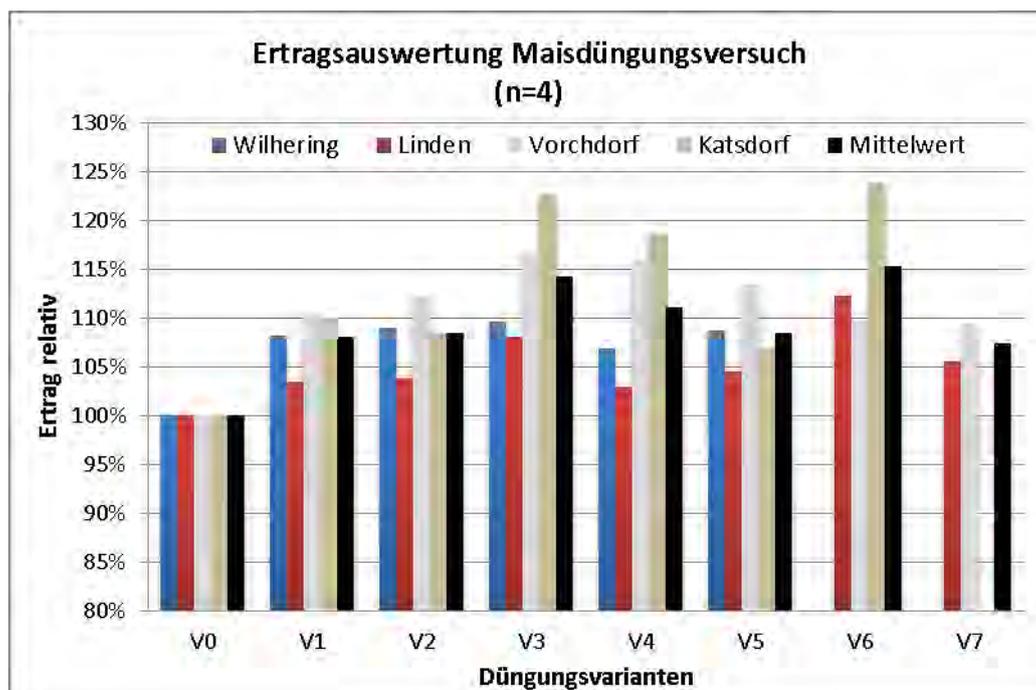


Abbildung 6: Ertragsauswertung der Maisdüngungsvarianten im Vergleich (V6:n=3, V7: n=2)

Nmin-Gehalt in den Bodenschichten: Zu Frühjahrsbeginn (10.März) war der Nmin-Gehalt in den 3 Bodenschichten (0 – 90 cm) auf einem Niveau von ca. 50 kg Nmin/ha. Der Nmin Verlauf der N-Nulldüngungsvariante (V0) widerspiegelt das natürliche N-Nachlieferungspotential aus dem Boden sehr gut. Im Juni wurden bis zu 100 kg Nmin/ha alleine aus dem Bodenvorrat freigesetzt. Die Düngungsvarianten erreichten auf einzelnen Standorten Nmin-Werte von bis zu 170 kg/ha – eine Höhe, die von Maispflanzen mit hohen Erträgen aufgenommen wird. Der weitere Nmin Verlauf zeigt sehr gut, dass die Maispflanze das Stickstoffangebot sehr gut nützen konnte, da die Nachernte Nmin-Werte wieder auf ein niedrigeres Niveau fielen. Jedoch zeigen bei den Nachernte Nmin-Werten die N-Gabenteilungsvarianten (V3, V4) und auch die organischen Düngungsvarianten (V6, V7) im Vergleich höhere Nmin-Werte. Vor allem die N-Gabenteilungsvariante im 6-8 Blatt (V4) zeigte fast auf jedem Standort überdurchschnittlich hohe Nmin-Werte (Katsdorf 37 kg/ha, Linden 83 kg/ha, Vorchdorf 101 kg/ha, Wilhering 136 kg/ha). Die stabilisierten N-Dünger (V2, V5) zeigten, mit Ausnahme

der Güllevariante mit N-Stabilisator (V6), keinen höheren Nachernte-Nmin-Gehalt im Boden und stellten somit keine Gefahr einer Nitratauswaschung durch zu späte N-Freisetzung dar. Die Nachernte Nmin-Werte verdeutlichen auch, dass eine Düngung zu Maisstrohrotte auf diesen Standorten nicht notwendig ist.

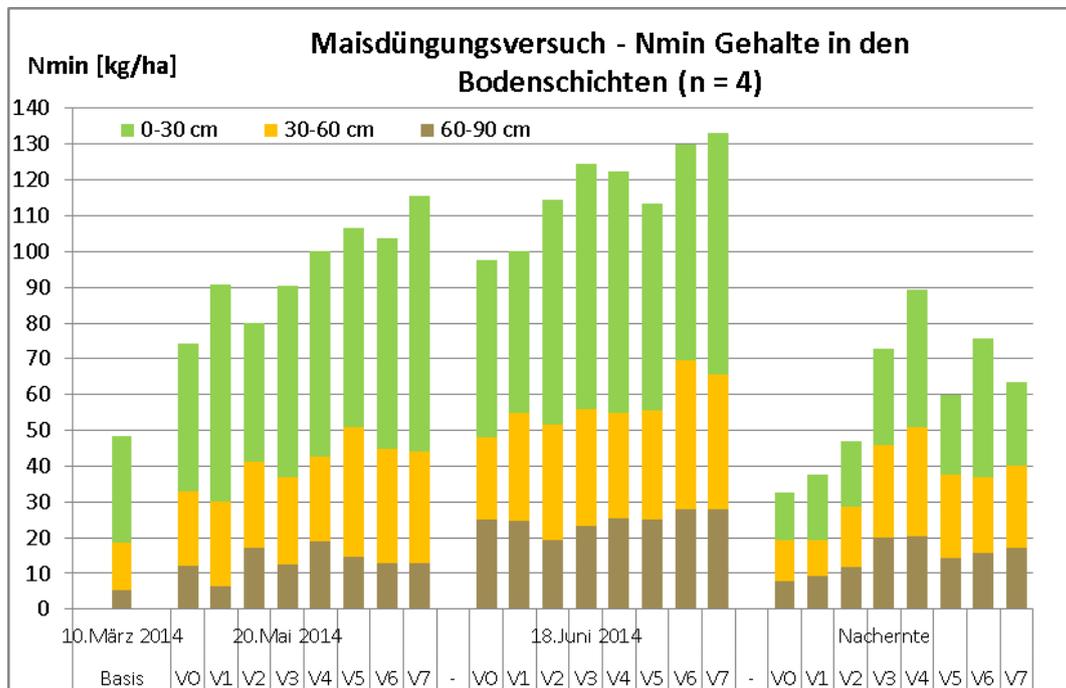


Abbildung 7: Nmin-Gehalt der Maisdüngungsvarianten im Vergleich (V6:n=3, V7: n=2).

### Zusammenfassung

Im Jahr 2014 ermöglichten die Witterungsbedingungen mit ausreichenden und regelmäßigen Niederschlagsmengen über alle Standorte gute Maiserträge. Sowohl die Düngungsvarianten mit Gabenteilung als auch die Güllevariante vor Anbau mit N-stabilisiertem Zusatz erzielten im Vergleich die besseren Erträge. In trockenen Jahren kann hingegen eine N-Gabenteilung aufgrund der ausbleibenden Wirksamkeit zu Problemen führen. Die Nachernte-Nmin-Werte bei später N-Gabenteilung im 6-8 Blattstadium von Mais sind über alle Standorte überdurchschnittlich hoch und stellen daher ein vergleichsweise höheres Gefahrenpotential einer Nitratauswaschung dar. Stabilisierte N-Dünger oder auch Güllezusätze mit N-stabilisierender Wirkung haben offensichtlich bei einmaliger Düngergabe vor dem Anbau auch ihre Berechtigung. Bei der Interpretation der einjährigen Versuchsergebnisse sind neben der Beurteilung der Erträge auch die Nachernte-Nmin-Werte zu berücksichtigen.

### Abstract

The weather conditions in 2014 allowed good corn yields because of sufficient and regular rainfall across all locations. The fertilization treatments with gift division and the slurry variant with stabilized nitrogen additive achieved the best yields in comparison to the other variants. In dry years an N-gift division can lead to problems because of drought. The N gift division in the 6-8 leaf stage of corn shows high post-harvest Nmin values about all trial locations. So the potential risk of nitrate leaching is comparatively higher. Obviously stabilized N fertilizer or slurry additives with N-stabilizing effect have their permission by single doses of nitrogen. The post-harvest Nmin values has been implied to interpret the corn yields of the annual experiment.

### Adresse der Autoren

Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Abteilung Pflanzenbau, Referat Boden.Wasser.Schutz. Beratung, Auf der Gugl 3, A 4020 Linz

## N-Düngung von Ölkürbishybriden – Düngungshöhen und Chloridempfindlichkeit sind neu zu definieren

### *N-fertilization of oil pumpkin hybrids - fertilization levels and chloride sensitivity need to be redefined*

Werner Höfler\*, Dagobert Eberdorfer, Josef Pferscher und Manfred Drexler

#### **Einleitung**

Der Ölkürbis ist Markenzeichen und Aushängeschild für den sogenannten Feinkostladen Österreichs. Für kleinere Betriebe ist er ein wichtiges und relativ stabiles ökonomisches Standbein geworden. Die inzwischen geltenden Fruchtfolgebestimmungen in Bezug auf den Maisanbau lassen auch den Kürbis wahrscheinlich noch weiter an Bedeutung gewinnen.

#### **Material und Methoden**

N-Bedarf: Die rechnerische N-Abfuhr über die Kürbiskerne bei Erträgen um 1.000 kg/ha liegt bei etwa 60 kg N/ha, in der Praxis werden aber oft mehr als 100 kg N/ha gedüngt.

Chloridempfindlichkeit: Ölkürbis wird als chloempfindlich eingestuft, was in der Praxis in Frage gestellt wird zumal chlorarme oder chlorfreie N-Dünger wesentlich teurer sind als die chlorhaltigen.

Beiden Fragen wurde 2013 und 2014 in Exaktversuchen in Kalsdorf bei Ilz nachgegangen.

#### **Ergebnisse und Diskussion**

##### Düngung schwerer, speicherfähiger Böden (Kalsdorf/Ilz)

Als Versuchssorten wurden Beppo, Classic und Rustikal gewählt.

Tabelle 1: 6 Düngungsvarianten standen zur Auswahl

Var.	Flächendüngung vor dem Anbau	Reihendüngung im Juni	kg N/ha
<b>0</b>	222 kg Hyperkali 0:18:18 PK-Düngung	--	<b>0</b>
<b>A</b>	<b>40 N</b> (= 270 kg/ha NPK 15:15:15).	--	<b>40</b>
<b>B</b>	<b>80 N</b> (= 530 kg/ha NPK 15:15:15)	--	<b>80</b>
<b>C</b>	<b>80 N</b> (= 530 kg/ha NPK 15:5:20 chloridarm-Nitrophoska) + 205 kg Hyperkorn 0:26:0 zur P-Ergänzung	--	<b>80</b>
<b>D</b>	<b>40 N</b> (= 270 kg/ha NPK 15:15:15)	<b>40 N</b> (= 270 kg/ha NPK 15:15:15)	<b>80</b>
<b>E</b>	<b>60 N</b> (= 400 kg/ha NPK 15:15:15)	<b>60 N</b> (= 220 kg/ha KAS 27:0:0)	<b>120</b>

Düngungsvariante A und B erhielten vor dem Anbau 40 bzw. 80 kg N als Volldünger 15:15:15 (Vollkorn gelb) flächig ausgebracht; Variante C erhielt 80 kg N durch chloridarmes Blaukorn (Nitrophoska 15:05:20) flächig zum Anbau; Variante D erhielt flächig vor dem Anbau und als Reihen-Kopfdüngung jeweils 40 kg N als Vollkorn gelb; und schließlich Variante E, die zum Anbau flächig 60 kg N als Vollkorn gelb und als Reihen-Kopfdüngung nochmals 60 kg N als KAS erhielt.

##### Erträge nach Düngung (2013 und 2014):

Die rechten, niedrigen, Säulen zeigen die Erträge von 2014. Zum Vergleich sind mit den linken, hohen Säulen auch die Erträge von 2013 dargestellt.

Der höchste Kernertrag wurde bei der höchsten Düngungsstufe E mit insgesamt 120 kg N/ha erreicht, allerdings bringt die Verdreifachung der Stickstoffdüngung von 40 kg/ha (Variante A) auf 120 kg/ha (Variante E) nur eine Ertragssteigerung um ca. 8% bzw. 22%.

Auch die Gabenteilung (Variante D) bringt keine Ertragssteigerung mehr um den erhöhten Aufwand zu rechtfertigen.

Der von uns in Variante C verwendete chloridarme Dünger Nitrophoska brachte keine Ertragsvorteile mehr.

## Ölkürbisversuch Kalsdorf 2013 und 2014

Ertrag in kg je Hektar bei 8 % Feuchtigkeit, nach Düngung

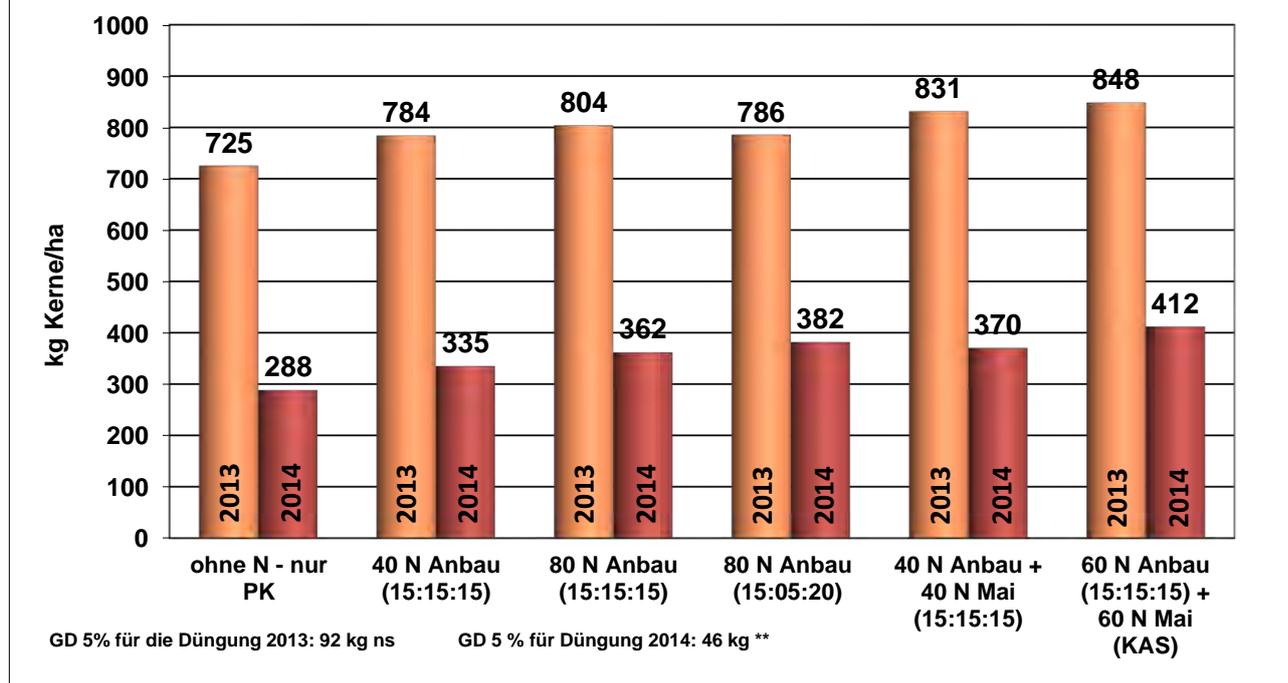


Abbildung 1: Kornerträge von Ölkürbis in den Versuchsjahren 2013 und 2014 in Kalsdorf/Ilz

Immer wieder zu beobachten ist der verhältnismäßig hohe Ertrag ohne N-Düngung – ein Hinweis auf viel Stickstoff im Boden.

Beim Düngungsversuch 2014 in Kalsdorf zeigte sich einmal mehr, dass die Sorte Rustikal sehr ertragstreu ist und auch bei schwierigen Witterungsbedingungen noch einigermaßen gute Erträge liefert. Mit der frühreifen Sorte Beppo machten wir in den letzten Jahren ebenfalls gute Erfahrungen, im letzten nassen Sommer 2014 kam aber ihre Neigung zu starker Fäulnis voll zum Durchbruch.

Die Liniensorte Classic zeigte ein sehr spätes Abreifeverhalten, ihre Stärke war die geringe Fäulnis.

### N-Düngung von Ölkürbis auf leichten, durchlässigen Böden (Wagna/Leibnitz)

Intensive landwirtschaftliche Nutzung kennzeichnet auch die südsteirische Region um Wagna /Leibnitz. Die Böden entlang der Mur sind allerdings sehr leicht und durchlässig. Zusätzlich wird das Grundwasser intensiv für die Trinkwasserversorgung genutzt und jede zusätzliche Belastung wie über eine falsche Düngung muss vermieden werden.

Tabelle 2: 9 Düngungsvarianten waren im Versuch

	Reihendüngung zum Anbau	Reihendüngung Juni (9 Blätter)	Summe N (kg/ha)
<b>0</b>	<b>0 N</b> 222 kg Hyperkali 0:18:18 PK-Düngung	--	<b>0</b>
<b>A</b>	<b>40 N</b> (270 kg/ha NPK).	--	<b>40</b>
<b>B</b>	<b>60 N</b> (400 kg/ha NPK)	--	<b>60</b>
<b>C</b>	<b>80 N</b> (530 kg/ha NPK)	--	<b>80</b>
<b>D</b>	<b>40 N</b> (270 kg/ha NPK)	<b>40 N</b> (150 kg/ha KAS)	<b>80</b>
<b>E</b>	<b>40 N</b> (270 kg/ha Nitrophoska) + 103 kg Hyperkorn	--	<b>40</b>
<b>F</b>	<b>60 N</b> (400 kg/ha Nitrophoska) + 153 kg Hyperkorn	--	<b>60</b>
<b>G</b>	<b>80 N</b> (530 kg/ha Nitrophoska) + 205 kg Hyperkorn	--	<b>80</b>
<b>H</b>	<b>40 N</b> (270 kg/ha Nitrophoska) + 103 kg Hyperkorn	<b>40 N</b> (150 kg/ha KAS)	<b>80</b>

Erträge und um Düngungskosten reduzierte Erträge:

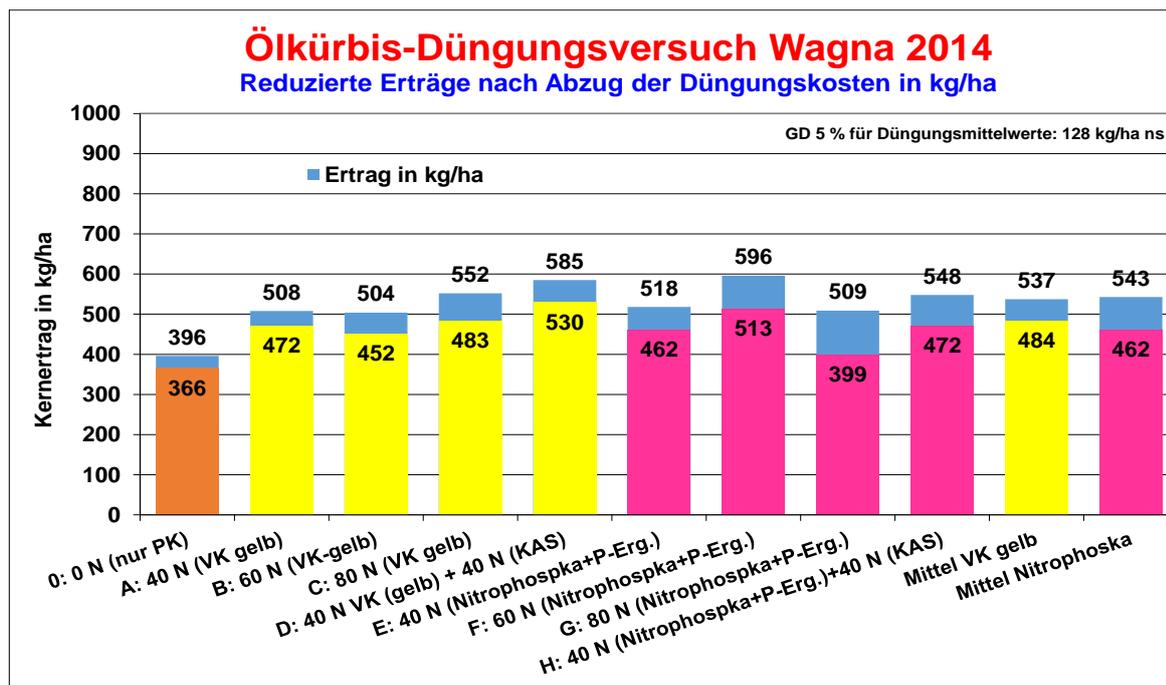


Abbildung 2: **Kornerträge von Ölkürbis in den Versuchsjahren 2013 und 2014 in Wagna**

Bei den Düngungen mit VK gelb (Varianten A bis E, gelbe Säulen) lässt sich durch die Verdoppelung der N-Gabe von 40 auf 80 kg N/ha auch der Bruttoertrag von 508 auf 585 kg/ha erhöhen. Nach Abzug der Düngungskosten ist es immerhin noch eine Steigerung von 472 auf 530 kg Nettoertrag.

Die Steigerung der N-Düngung mit Nitrophoska (Varianten F bis H, violette Säulen) brachte keine so eindeutigen Ergebnisse.

Wie der Vergleich der zwei ganz rechten Säulen zeigt, ist der Bruttoertrag im Durchschnitt bei Düngung mit Vollkorn gelb und mit Nitrophoska gleich hoch (537 bzw. 543 kg Kerne/ha), die Düngungskosten führen bei Nitrophoska-Düngung aber zu einem geringeren Nettoertrag (484 zu 462 kg/ha).

### **Zusammenfassung**

- Auf schweren Böden reichen für einen guten und wirtschaftlichen Ertrag etwa 60 kg bis 80 kg N/ha.
- Bei leichten, sandigen Böden mit geringerem Ertragspotential genügen max. 60 kg N/ha.
- Die Teilung der N-Düngung bringt keine nennenswerte Ertragssteigerung, aber mehr Arbeit.
- Chlorarme Dünger bringen nicht mehr Ertrag oder Qualität, aber höhere Düngungskosten.

### **Abstract**

- On heavy soils range for a good and economic yield about 60 to 80 kg N/ha.
- For use on sandy soils with low yield potential satisfy max. 60 kg N/ha.
- The division of N fertilization brings no significant yield improvement, but more work.
- Chlorine arms fertilizer do not bring more yield or quality, but higher fertilizer costs.

### **Literatur**

LAND STEIERMARK, Abt. 6, Team Versuchstätigkeit: Versuchsberichte 2013 und 2014

### **Adressen der Autoren**

Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen, 8361 Hatzendorf 181

\* Ansprechpartner: Ing. Werner HÖFLER, versuchsreferat@aon.at

# Intensive Güllédüngung bei Wintergetreide - Kulturführung, Ertrag und Qualität

## *Intensive manure fertilization in winter cereals - cultivation, yield and quality*

Dagobert Eberdorfer\*, Werner Höfler, Josef Pferscher und Manfred Drexler

### **Einleitung**

Durch den großen Schädigungsdruck im intensiven Körnermais durch den westlichen Maiswurzelbohrer (*Diabrotica v. virgifera*) ist ein zunehmender Umstieg auch auf Getreide notwendig. In den vieh- und güllestarken Veredelungsbetrieben muss daher auch Gülle verstärkt zu Getreide eingesetzt werden. Zweijährige Versuche mit bis zu 100 m<sup>3</sup>/ha Schweinegülle und N-Mengen über 200 kg/ha zeigen interessante Möglichkeiten, Gülle in größerer Menge auch im Getreide auszubringen.

### **Material und Methoden**

Die Versuche wurden als zweifaktorielle Exaktversuche auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb der LFS Hatzendorf in Hatzendorf bzw. Kalsdorf/Ilz angelegt.

Boden (0 - 30 cm): Je nach Schlag 17 - 43 % Sand, 44 - 58 % Schluff, 13 - 25 % Ton, pH 5,8 - 6,5; 1,5 - 2,6 % Humus, 29 - 46 ppm P und 89 - 142 ppm K

Jahrestemperatur und -niederschläge: 2013: 865 mm, 10,5 °C; 2014: 903 mm, 10,8 °C

Kulturführung: Nach Silomais Bodenbearbeitung mit dem Grubber, nach Körnermais mit dem Pflug. Die Saat erfolgte in der ersten Oktoberhälfte mit einer Kombination aus Kreiselegge und Sämaschine mit 250 - 300 Körner/m<sup>2</sup>. Ernte der Wintergerste Anfang Juli, von Winterweizen und Triticale Ende Juli.

Pflanzenschutz: Da auf einigen Varianten ein sehr hohes Düngungsniveau zur Anwendung kam, wurde auch ein relativ intensiver Pflanzenschutz mit Herbiziden, Insektiziden, Fungiziden und Halmverkürzern angewendet.

### Düngung:

Tabelle 1: **Düngungsvarianten bei Winterweizen und Triticale sowie ein- und mehrzeiliger Wintergerste im Versuchsjahr 2014; angegeben in kg/ha jahreswirksamer Stickstoff (N<sub>jw</sub>)**

Variante	Herbst	Vegetationsbeginn Frühjahr	Beginn Schossen	Ende Schossen Ährenscheiden	Summe Kg N/ha
<b>Winterweizen u. Triticale (kg N/ha aus Gülle oder KAS)</b>					
a		--	--	--	<b>0</b>
b		Gülle 60 N	Gülle 50 N	KAS 30 N	<b>140</b>
c		Gülle 96 N	Gülle 60 N	--	<b>156</b>
d		Gülle 216 N	--	--	<b>216</b>
e		Gülle 120 N	Gülle 80 N	--	<b>200</b>
f		Gülle 120 N	KAS 40 N	KAS 20 N	<b>180</b>
g		KAS 40 N	KAS 60 N	KAS 80 N	<b>180</b>
<b>Wintergerste (kg N/ha aus Gülle oder KAS)</b>					
a		--	--	--	<b>0</b>
b	Gülle 41 N	Gülle 71 N	--	--	<b>112</b>
c		KAS 60 N	KAS 40 N	KAS 40 N	<b>140</b>
d	Gülle 41 N	Gülle 71 N	KAS 40 N	--	<b>152</b>
e		Gülle 187 N	--	--	<b>187</b>
f		Gülle 117 N	Gülle 62 N	--	<b>179</b>
g		Gülle 117 N	KAS 60 N	--	<b>177</b>
h	Gülle 41 N	Gülle 71 N	Gülle 41 N	KAS 40 N	<b>193</b>

Als Beispiele sind in Tabelle 1 die Düngungsschemas für Wintergerste bzw. Winterweizen/Triticale für das Jahr 2014 angeführt. Die Gülle wurde unmittelbar vor der Ausbringung mit dem N-Volumeter (Quantofix) auf den Gehalt von Ammonium-Stickstoff überprüft und danach die Güllegabe bemessen. Nach der Düngung wird die Gülle zusätzlich im Labor auf ihre relevanten Inhaltsstoffe untersucht. Falls es Unterschiede zum Schnelltest gibt, wird dies bei der nächsten Düngung bzw. in der Jahresstickstoffbilanz berücksichtigt. Die Ausbringung der Gülle auf die Versuchspartzen erfolgt mit Handverteiler.

Im Gegensatz zu früheren Jahren wurde ab 2014 bei der Düngung mit Gülle der laut Nährstoffanalyse ausgebrachte jahreswirksame Stickstoff ( $N_{jw}$ ) für die Düngerbemessung verwendet.

## Ergebnisse und Diskussion

### Erträge:

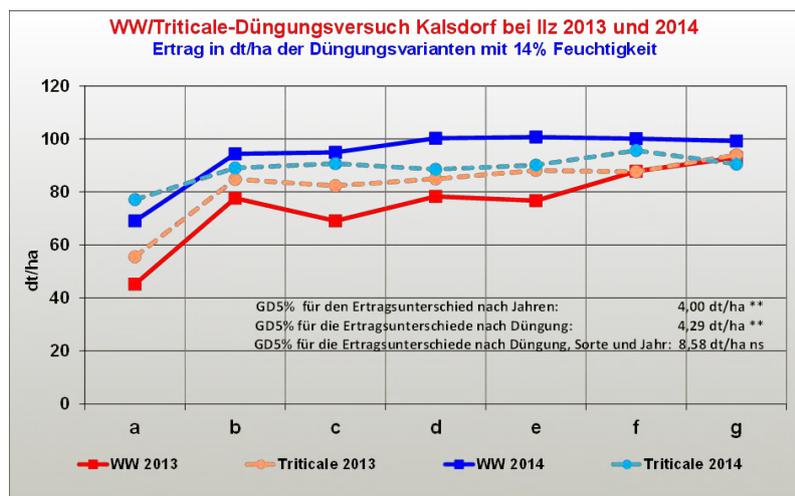


Abbildung 1: Kornerträge von Winterweizen und Triticale in den Versuchsjahren 2013 und 2014 nach unterschiedlichen Düngungsvarianten

2013 und 2014 waren witterungsmäßig sehr verschiedene Versuchsjahre. In den gedüngten Varianten konnten im Trockenjahr 2013 Kornerträge zwischen etwa 6.909 und 9.400 kg geerntet werden (rote, untere 2 Ertragslinien), wobei Triticale bei hoher Gülledüngung die höheren Erträge brachte und der mineralische N besser zur Wirkung kam.

Im Feuchtjahr 2014 war es hingegen umgekehrt: die Erträge der gedüngten Varianten lagen zwischen 8.852 und 10.072 kg/ha wobei der Winterweizen ertragsstärker war (blaue, obere 2 Ertragslinien). In diesem Jahr war die Gülledüngung der mineralischen ebenbürtig wie die Winterweizen-Varianten d, e, f und g zeigen.

Für flächenstarke Betriebe mit geringer Arbeitskapazität besonders interessant sind arbeitssparende Düngungsverfahren wie bei Variante d gezeigt, wo die gesamte Düngung (216 kg N/ha) mit einer sehr hohen Güllegabe (96 m<sup>3</sup>) zu Vegetationsbeginn erfolgte und damit sehr zufriedenstellende Erträge erzielt wurden.

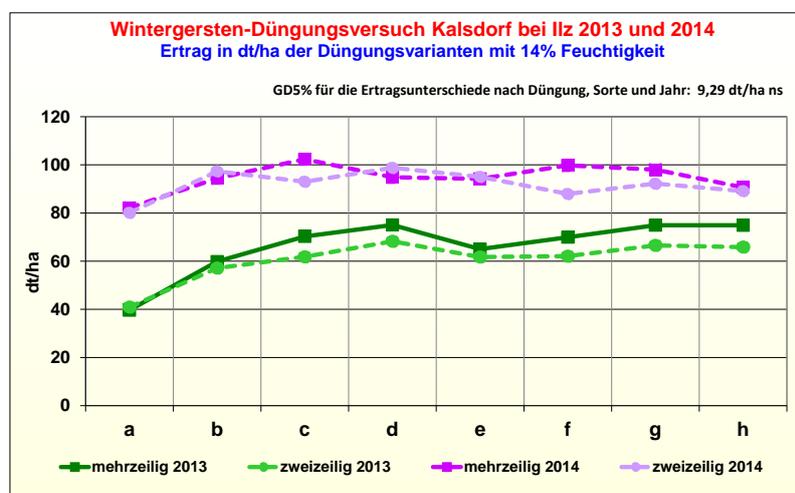


Abbildung 2: Kornerträge von zwei- und mehrzeiliger Wintergerste in den Versuchsjahren 2013 und 2014 nach unterschiedlichen Düngungsvarianten

Auch bei der Wintergerste war der Ertragsverlauf ähnlich dem Winterweizen: 2013 waren die Erträge wegen der Trockenheit mit 5.713 bis 7.504 kg/ha eher gering (untere, grüne Linien), wobei die mehrzeilige Wintergerste gegenüber der zweizeiligen den höheren Ertrag hatte.

2014 waren bei gleicher Düngung die Erträge zwischen 8.794 und 10.233 kg/ha (obere, violette Linien).

Die Versuche zeigen, dass es für den Ertrag gleichgültig ist, ob mit Gülle oder mineralisch gedüngt wird. Auch die alleinige Güllendüngung als Einmalgabe (Variante e) oder in geteilter Gabe (Variante f) bringt hohe Kornerträge, ähnlich der Düngung nur mit Mineraldünger allein (Variante c).

Tabelle 2: **Bonitierungen und Qualität: Mittelwerte von 2013 und 2014 für Winterweizen und Triticale bzw. ein- und zweizeilige Wintergerste**

Variante	Erntefeuchtigkeit in %		Ähren je m <sup>2</sup>		HL in kg		TKM in g		Rohprotein-gehalt % der TM		N-Abfuhr kg/ha	
	WW Trit.	Gerste	WW Trit.	Gerste	WW Trit.	Gerste	WW Trit.	Gerste	WW Trit.	Gerste	WW Trit.	Gerste
a	14,2	12,4	404	607	76,2	64,6	47,7	49,1	10,0	9,5	84	79
b	13,8	12,1	503	756	76,6	65,1	44,2	48,5	12,0	10,9	143	115
c	13,8	12,9	516	778	76,1	65,5	44,2	48,1	11,4	12,3	133	141
d	13,6	12,2	527	789	76,3	65,2	43,3	47,4	11,8	11,5	144	135
e	13,9	12,3	550	754	76,1	65,0	42,3	48,5	11,8	11,3	145	127
f	13,6	12,2	529	781	77,1	65,3	44,0	48,2	12,7	11,3	162	127
g	13,6	12,1	518	789	77,1	64,6	44,9	46,6	13,6	11,8	177	136
h		13,2		801		65,6		48,0		12,2		137
Mittel	13,8	12,4	507	757	76,5	65,1	44,3	48,0	11,9	11,3	141	125
Grenzdifferenzen bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit												
GD 5%	0,18 **	0,38**	38 **	52 **	-	-	-	-	-	-	6,62 **	7,16 **

Auffällige Unterschiede gibt es nur zwischen gedüngten und der ungedüngten Variante. Alle anderen Unterschiede sind weder der Düngerart noch der Verteilung oder der Höhe eindeutig zuzuordnen.

### Zusammenfassung

Die Versuche zeigen, dass es möglich ist, mit Güllendüngung bei Getreide hohe Erträge und Qualitäten zu erzielen, wie wir sie bei nur mineralischer N-Düngung gewohnt sind. Die Erträge hängen im Wesentlichen von der Düngungshöhe, nicht aber von der Düngerart und Verteilung ab. Voraussetzung dafür sind natürlich eher tiefgründige Böden mit einem ausreichenden Speichervermögen. Der N-Bedarf bei einem Ertragspotential von 10 t/ha liegt bei 180 bis 200 kg/ha. Genaue Bemessung der Dünger- und Güllgaben und Kenntnis des Stickstoffgehaltes der Gülle ist Voraussetzung für eine hohe Güllendüngung. Eine späte mineralische N-Gabe Ende des Schossens erhöht den Proteingehalt. Reduzierung der Saatstärke auf 250 bis 300 Körner/m<sup>2</sup>. Rechtzeitiger, mindestens einmaliger Einsatz eines Halmverkürzers, bei Wintergerste ist eventuell auch noch eine zweite Behandlung notwendig. Ein rechtzeitiger und lückenloser Pflanzenschutz ist notwendig.

### Abstract

The experiments show that it is possible with liquid manure application to achieve high yields and quality in cereals with mineral N fertilization. Yields depend mainly on the fertilization level, but not from the fertilizer and distribution. Necessary is deep soils with high holding capacity. For a yield potential of 10 t / ha we need at 180 to 200 kg N/ha. Exactly fertilation and knowledge of the nitrogen content of the manure are necessary for high manure fertilization. Late fertilation increases the protein content. The seed rate must be reduced on 250 to 300 grains/m<sup>2</sup>. Accurate using of growth regulators ist important.

### Literatur

LAND STEIERMARK, Abt. 6, Berufsbildende Schulen, Referat für land- und forstwirtschaftliche Fachschulen, Team Versuchstätigkeit: Versuchsberichte 2013 und 2014

### Adresse der Autoren

Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen, 8361 Hatzendorf 181

\* Ansprechpartner: DI Dr. Dagobert EBERDORFER, versuchsreferat@aon.at

# Verhalten von Uran aus P-haltigen Düngern im System Wasser-Boden-Pflanze

## *Behavior of uranium from P-containing fertilizers in the system water-soil-plant*

Andreas Baumgarten<sup>1\*</sup>, Erwin Pfundtner<sup>1</sup>, Georg Dersch<sup>1</sup>, Claudia Landstettner<sup>2</sup>, Christian Katzlberger<sup>2</sup>, Bettina Liebmann<sup>3</sup>, Franko Humer<sup>3</sup>, Markus Herndl<sup>4</sup>, Heide Spiegel<sup>1</sup>,  
Monika Kumpan<sup>5</sup> und Alexander Eder<sup>5</sup>

Uran (U) ist ein natürlicherweise in Gesteinen, Böden und Gewässern vorkommendes, schwach radioaktives Schwermetall. Die für die Herstellung von Phosphatdüngern verwendeten P-Erze können Uran enthalten. Im Rahmen eines vom BMLFUW geförderten Projektes wird untersucht, in welcher Größenordnung diese Gehalte liegen und wie das Verhalten von Uran im System Boden – Wasser – Pflanze zu beurteilen ist.

Die Untersuchung von mineralischen Düngemitteln ergab Gehalte in einem Bereich zwischen 20 und 148 mg Uran pro Kilogramm Dünger, dies entspricht 2,5 bis 518 mg U/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. In organischen Düngern, Kultursubstraten und Wirtschaftsdüngern wurden keine nennenswerten Mengen gefunden. Zufällig ausgewählte Proben von Oberböden landwirtschaftlich genutzter Böden in Österreich weisen aus der Literatur bekannte Gehalte unbelasteter Böden auf und lassen geogen bedingte Unterschiede erkennen. In Langzeit – Düngungsversuchen konnte nur nach langjährig stark überhöhter Superphosphatdüngung (175 kg P, entsprechend 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> und Jahr) eine statistisch signifikante Anhebung der Urankonzentrationen im Boden zweier Versuchsstandorte festgestellt werden. Eine Verlagerung von Uran in den Unterboden (45-50 cm) war nicht nachweisbar. Eine Aufnahme von Uran in die Kartoffelknolle und in das Winterweizenkorn konnte nicht nachgewiesen werden. Auch in Gemüse aus erdeloser Kultur (Tomaten, Paprika, Gurken) konnte kein Uran gefunden werden.

In der Analyse von Sickerwässern aus Lysimeterversuchen der HBLVA Raumberg-Gumpenstein und des IKT Petzenkirchen zeigte sich, dass in den Proben HBLFA kein Uran über der Bestimmungsgrenze gemessen werden konnte. In den Sickerwässern des IKT lag der Urangehalt im Bereich von 0.7 bis 1.4 µg/L Uran für die Lysimeter in Pettenbach. Bei den 3 ausgewählten Lysimetern in Lichtenwörth (L1, L2, L6) lagen die Urangehalte zwischen 2.2 und 4.6 µg/L.

Speziell für dieses Projekt wurde eine Mikrolysimeteranlage entwickelt, um die mögliche Verlagerung von Uran im Boden zu untersuchen. Dieser Versuch ist derzeit noch im Gange.

### ***Adressen der Autoren:***

<sup>1</sup>AGES, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Wien

<sup>2</sup>AGES, Geschäftsfeld Strahlenschutz, Wien

<sup>3</sup>Umweltbundesamt, Wien

<sup>4</sup>Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein, Irnding

<sup>5</sup>Bundeamt für Wasser, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen

\* Ansprechpartner: Dr. Andreas BAUMGARTEN, andreas.baumgarten@ages.at

# Proteinfractionen von Dauerwiesenfutter in Abhängigkeit von Konservierungsverfahren und Lagerungsdauer

## *Protein fractions of forage from permanent grassland depending on conservation method and storage length*

Reinhard Resch<sup>1\*</sup> und Leonhard Gruber<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Die bedarfsgerechte Versorgung der hochleistenden Milchkuh verlangt eine Protein-Differenzierung hinsichtlich Abbaugeschwindigkeit und Abbaubarkeit im Pansen (SNIFFEN et al. 1992). Das Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) unterscheidet fünf verschiedene Rohprotein-Fractionen in Abhängigkeit ihrer Abbaueigenschaften im Pansen (SNIFFEN et al. 1992). Schnell löslicher Nichtprotein-Stickstoff (NPN) [Fraktion A], Protein mit hoher, mittlerer und geringer Abbaugeschwindigkeit im Pansen [Fraktion B1, B2, B3] sowie zellwandgebundenes Protein [Fraktion C], das für die Mikroorganismen nicht verfügbar ist. Die Summe an B1, B2 und B3 ergibt das Reinprotein. Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, inwieweit das Rohprotein (XP) von Dauerwiesenfutter und dessen Proteinfractionen durch den Konservierungsprozess der Silierung bzw. drei unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren von der Ernte bis zur Futtermittelvorlage beeinflusst werden.

### **Material und Methoden**

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde ein Systemvergleich von vier Konservierungsverfahren: Bodentrocknung (ohne Belüftung), Kaltbelüftung, Entfeuchtertrocknung und Silierung (System Rundballen) über drei Jahre (2010 bis 2012) an vier unterschiedlichen Grünlandaufwüchsen (1. bis 4.) durchgeführt (PÖLLINGER 2014, RESCH 2014). Ausgangsmaterial war ein Dauerwiesenbestand mit durchschnittlich 57 % Gräsern, 21 % Leguminosen und 22 % Kräutern. Die Untersuchung der Proteinfractionen erfolgte am Feldbestand nach der Mahd, zum Zeitpunkt der Einfuhr, nach 30 Tagen Lagerung sowie vor Fütterungsbeginn. Die chemischen Untersuchungen (Weender Nährstoffanalyse, Gerüstsubstanzen) wurden im Labor Gumpenstein nach den Methoden des VDLUFA (1976) durchgeführt. Die Rohprotein-Fractionen des CNCPS wurden basierend auf den Arbeiten von KRISHNAMOORTHY et al. (1982) bzw. LICITRA et al. (1996) analysiert. Für die mehrfaktorielle Auswertung der Daten standen insgesamt 11 Exaktversuche zur Verfügung.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Zusammensetzung der Proteinfractionen ergab für den Dauerwiesenbestand ein eher außergewöhnliches Verhältnis. Grünfutter wies einen hohen Anteil an NPN-Verbindungen (Proteinfraction A) von mehr als 40 % am XP auf. Die Gehalte an zellwandgebundenem Protein (Fraktion C) lagen mit durchschnittlich 22,3 % ebenfalls hoch.

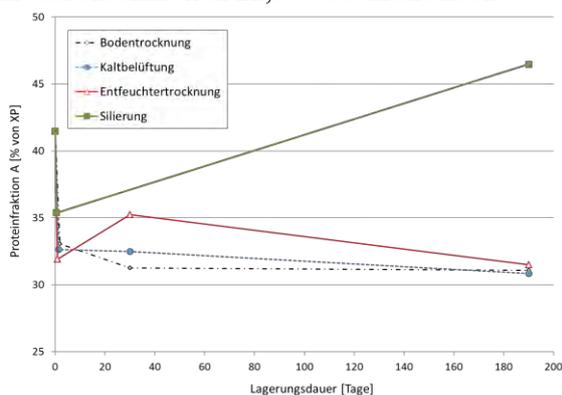


Abbildung 1: Veränderung von Proteinfraction A Wechselwirkung Konservierung-Lagerungsdauer

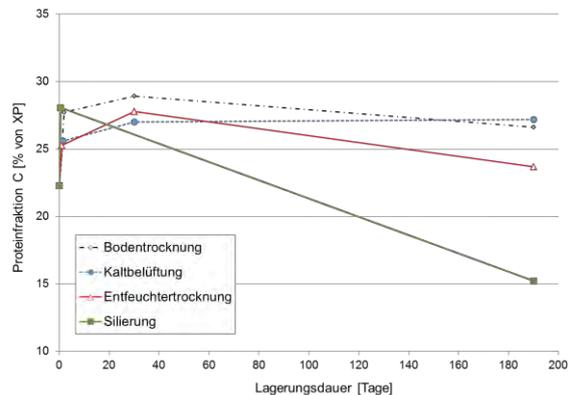


Abbildung 2: Veränderung von Proteinfraction B Wechselwirkung Konservierung-Lagerungsdauer

Tabelle 1: Mittelwerte von Rohprotein und Proteinfractionen von Dauerwiesenfutter in Abhängigkeit der Faktoren Jahr, Aufwuchs, Konservierungsverfahren und Lagerungsdauer

Faktor	Anzahl	Rohprotein XP	Proteinfractionen [% von XP]					Rein- protein
			A	B1	B2	B3	C	
<b>Jahr</b>								
2010	60	158 <sup>c</sup>	33,3 <sup>a</sup>	5,8 <sup>c</sup>	14,4 <sup>b</sup>	22,8 <sup>a</sup>	23,7 <sup>a</sup>	43,0 <sup>c</sup>
2011	60	150 <sup>b</sup>	34,1 <sup>a</sup>	5,1 <sup>b</sup>	11,6 <sup>b</sup>	23,4 <sup>a</sup>	25,9 <sup>b</sup>	40,0 <sup>b</sup>
2012	45	134 <sup>a</sup>	41,6 <sup>b</sup>	3,9 <sup>a</sup>	7,0 <sup>a</sup>	22,6 <sup>a</sup>	24,9 <sup>ab</sup>	33,6 <sup>a</sup>
<b>Aufwuchs</b>								
1.	45	131 <sup>a</sup>	39,1 <sup>c</sup>	4,5 <sup>a</sup>	7,9 <sup>a</sup>	24,5 <sup>b</sup>	24,0	36,9 <sup>a</sup>
2.	45	142 <sup>b</sup>	36,8 <sup>bc</sup>	5,1 <sup>b</sup>	10,0 <sup>ab</sup>	22,8 <sup>ab</sup>	25,4	37,9 <sup>ab</sup>
3.	30	153 <sup>c</sup>	31,5 <sup>a</sup>	5,2 <sup>b</sup>	15,5 <sup>c</sup>	21,3 <sup>a</sup>	26,5	42,1 <sup>c</sup>
4.	45	170 <sup>d</sup>	34,5 <sup>b</sup>	5,3 <sup>b</sup>	13,4 <sup>bc</sup>	22,8 <sup>ab</sup>	24,0	41,5 <sup>bc</sup>
<b>Konservierungsverfahren</b>								
Bodentrocknung	44	144 <sup>a</sup>	34,2 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	10,4	24,3 <sup>b</sup>	26,4 <sup>b</sup>	39,4
Kaltbelüftung	44	147 <sup>a</sup>	34,3 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	11,1	24,0 <sup>b</sup>	25,5 <sup>b</sup>	40,1
Entfeuchterrocknung	44	148 <sup>a</sup>	35,0 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	11,3	24,2 <sup>b</sup>	24,7 <sup>b</sup>	40,2
Silierung	33	159 <sup>b</sup>	41,1 <sup>b</sup>	5,9 <sup>b</sup>	13,1	18,1 <sup>a</sup>	21,8 <sup>a</sup>	37,1
<b>Lagerungsdauer</b>								
Feldbestand	45	155 <sup>c</sup>	41,4 <sup>b</sup>	9,4 <sup>c</sup>	1,9 <sup>a</sup>	24,9 <sup>b</sup>	22,3 <sup>a</sup>	36,3 <sup>a</sup>
Einfuhr Erntegut	45	146 <sup>ab</sup>	33,2 <sup>a</sup>	4,0 <sup>b</sup>	12,9 <sup>b</sup>	23,2 <sup>ab</sup>	26,7 <sup>b</sup>	40,1 <sup>b</sup>
nach 30 Tagen Lagerung	30	141 <sup>a</sup>	33,0 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	12,1 <sup>b</sup>	23,6 <sup>b</sup>	27,9 <sup>b</sup>	39,1 <sup>ab</sup>
zur Futtervorlage	45	151 <sup>bc</sup>	35,0 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	18,7 <sup>c</sup>	20,3 <sup>a</sup>	23,2 <sup>a</sup>	41,9 <sup>b</sup>
Gesamt	165	150	35,8	5,0	11,3	23,0	24,8	39,4

Signifikanztest auf Konfidenzlevel 95 % (Methode Scheffé)

Sowohl auf den Rohproteingehalt als auch auf die Proteinfractionen konnten signifikante Effekte von Faktor Aufwuchs, aber auch vom Versuchsjahr festgestellt werden (Tab. 1). Der 1. Aufwuchs enthielt einerseits mit 131 g XP/kg TM den geringsten Proteingehalt und andererseits mit 39,1 % von XP den höchsten Anteil an Proteinfraction A.

Der Gärprozess wirkte sich gegenüber den Heutrocknungsvarianten signifikant auf den Proteingehalt aus, welcher bei der Silage um mehr als 10 g/kg TM höher lag. Weiters enthielt Grassilage signifikant höhere Anteile an NPN-Verbindungen (Proteinfraction A) und an leicht abbaubarem Protein (Fraction B1). Andererseits waren die relativen Anteile von Proteinfraction B3 und C am Rohprotein bei Grassilage signifikant niedriger als bei der Heukonservierung.

In der Silagevariante wirkte sich die Lagerungsphase wesentlich stärker auf die Zusammensetzung der Proteinfractionen aus als bei den Varianten der Heukonservierung (Abb. 1). In der Erntephase kam es zwischen Mahd und Einfuhr zu signifikanten Verlusten an leicht löslichen NPN-Verbindungen (Tab 1.). Die drei Verfahren der Heutrocknung unterschieden sich in den einzelnen Proteinfractionen nicht signifikant voneinander, d.h. bodengetrocknetes Heu war in den Proteinfractionen gleichwertig wie kaltbelüftetes oder entfeuchtetes Heu (Tab. 1). Während der Lagerung der Futterkonserven waren die Veränderungen der Proteinfractionen in den einzelnen Heutrocknungsverfahren unwesentlich, während bei Grassilage deutliche Differenzen zum Erntegut zu verzeichnen waren.

### Zusammenfassung

Eine Protein-Differenzierung hinsichtlich Abbaugeschwindigkeit und Abbaubarkeit im Pansen ist für die bedarfsgerechte Versorgung der hochleistenden Milchkuh anzustreben. Das Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) unterscheidet fünf Proteinfractionen, von schnell löslichem

Nichtprotein-Stickstoff (NPN), über pansenabbaubares Protein bis zum nicht verfügbaren, zellwandgebundenen Protein. Da der Abbau von Rohprotein in Futtermitteln vor allem von der Konservierung und der technischen Verarbeitung beeinflusst wird, wurden im HBLFA-Projekt „Heutrocknung“ in elf exakten Versuchen an Dauerwiesenfutter die Effekte von drei Heutrocknungsverfahren (Bodentrocknung, Kaltbelüftung, Entfeuchtertrocknung) und der Silierung auf die Proteinfractionen nach CNCPS untersucht. Die Silierung wirkte sich im Durchschnitt stärker auf die Zusammensetzung der Proteinfractionen aus als die Heukonservierung. Grassilage enthielt je Kilogramm Trockenmasse im Durchschnitt mehr verwertbare Stickstoffverbindungen (124 g/kg TM) als die einzelnen Heuvarianten (106 bis 111 g/kg TM). In der Erntephase kam es zwischen Mahd und Einfuhr zu merklichen Verlusten an leicht löslichen NPN-Verbindungen. Die drei Verfahren der Heutrocknung unterschieden sich in den einzelnen Proteinfractionen nicht signifikant voneinander, d.h. bodengetrocknetes Heu war in den Proteinfractionen gleichwertig wie kaltbelüftetes oder entfeuchtetes Heu. Während der Lagerung der Futtermitteln waren die Veränderungen der Proteinfractionen in den einzelnen Heutrocknungsverfahren unwesentlich während bei Grassilage signifikante Differenzen zum Erntegut zu verzeichnen waren.

### **Abstract**

A differentiation of protein-fractions according ruminal degradation should be implemented for an optimal feeding of dairy high-yielding cows. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) is based on five protein-fractions: A - non protein nitrogen (NPN), B1 - soluble, rapidly degradable protein, B2 - intermediately degradable protein, B3 - slowly degradable protein and C - unavailable protein bound in cell walls. Degradation of crude protein in forage depends on conservation and technical methods. Knowledge of drying-technique effects on protein-fractions is unsatisfactory, so AREC Raumberg-Gumpenstein carried out the project “hay drying“ to determine effects of three different drying-treatments (field drying without ventilation, cold air ventilation, dehumidification drying) on protein-fractions in comparison to grass silage.

Silage fermentation led to stronger changes of protein-fractions and to a higher proportion of fraction A, i.e. more degradable N-fractions (124 g kg<sup>-1</sup> DM) than hay of different drying techniques (106 to 111 g kg<sup>-1</sup> DM). During harvest, remarkable loss of NPN was observed. No significant difference in all protein-fractions was determined between the three treatments of hay drying.

### **Literatur**

- KRISHNAMOORTHY, U., MUSCATO, T.V., SNIFFEN, C.J., VAN SOEST, P.J., 1982: Nitrogen Fractions in selected feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 65, 217-225.
- LICITRA, G. HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J., 1996: Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* 57 (1996), 347-358.
- PÖLLINGER, A., 2014: Heutrocknungsverfahren im Vergleich. Bericht über das 19. Alpenländische Expertenforum, 3. April 2014, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 35-44.
- RESCH, R., 2014: Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität. Bericht über das 19. Alpenländische Expertenforum, 3. April 2014, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 45-53.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J., FOX, D.G., RUSSELL, J.B., 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

### **Adressen der Autoren**

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Altirdning 11, 8952 Irdning, Tel.: +43 (0)3682 / 22451-320

\*Ansprechpartner: Ing. Reinhard RESCH, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

# **Gärsäure- und Ammoniakgehalte von Mais-Ganzkornsilagen (GKS) in Abhängigkeit der Lagerungsdauer**

## ***Fermentation acids- and ammonia contents of maize, fermented as whole grain, depending on the duration of storage***

Karl Schedle<sup>1\*</sup>, Reinhard Resch<sup>2</sup> und Wolfgang Wetscherek<sup>1</sup>

### ***Einleitung***

Eine neuere Form der Silierung von Maiskörnern stellt die Ganzkornkonservierung dar, bei dem ganze Körner in einem gasdichten Silo eingelagert werden. Mikroorganismen veratmen den Restsauerstoff zu CO<sub>2</sub> und es findet eine eingeschränkte Silierung statt. Durch die Anreicherung von CO<sub>2</sub> in der Siloanlage, bleiben schädliche aerobe Mikroorganismen in ihrer Entwicklung gehemmt und die Silage bleibt stabil.

Dennoch treten in der Praxis immer wieder Probleme mit erhöhten Keimgehalten (vor allem Hefen) auf. Ziel dieser Studie war es daher, zu beobachten, ob mit zunehmender Lagerungsdauer Veränderungen der Gärparameter (Gärsäuren, Ammoniak, pH-Wert) auftreten, die Einfluss auf die Lagerstabilität und somit Qualität der Ganzkornsilage haben könnten.

### ***Material und Methoden***

Von sechs oberösterreichischen und sechs steirischen Praxisbetrieben wurde das Erntegut und später die Mais-GKS aus den hofeigenen, gasdichten Betonsilos untersucht. Zwecks Vergleichbarkeit galten folgende Bedingungen: Bauart Betonsilo; Gassack musste vorhanden sein; keine Siliermittel; kein Nachsilieren; kein Nachfüllen von CO<sub>2</sub>. Das gleiche Ausgangsmaterial der 12 Betriebe wurde in 50-Liter Versuchssilos (entspricht ca. 40 kg Mais) gefüllt, nach Gumpenstein gebracht und dort im Exaktversuch unter gleichen Bedingungen (Lagertemperatur: +23,2 ± 2,3 Grad Celsius) gelagert. Zur Ernte (= Befüllung) und zu vier definierten Zeitpunkten (Jänner 2013, April 2013, Juni 2013 und August 2013) wurden aus den Silos (sowohl Praxis- als auch Exaktsilos) Proben entnommen bei -20 Grad Celsius tiefgefroren und ins Labor des Institutes für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE) gebracht, wo sie bis zur weiteren Analyse ebenfalls bei -20 Grad Celsius gelagert wurden. Die Proben wurden auf den Gehalt an Milchsäure, Essigsäure, Ammoniak und auf deren pH-Wert nach den Methoden der VDLUFA (NAUMANN und BASSLER 2012) untersucht. Die statistische Auswertung erfolgte mittels dem Statistikprogramm SAS (Version 9.2., SAS Institute, Cary, NC). Als statistisches Signifikanzniveau wurde ein Alpha von <0,05 angenommen. Ein P-Wert von <0,1 wurde als Tendenz betrachtet.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Die Veränderungen im Nährstoffspektrum (Protein, Stärke, Zucker) unterschieden sich nicht wesentlich zwischen Praxis- und Laborsilos. Insgesamt reduzierte sich der Zuckergehalt von der Befüllung bis zum 1. Termin signifikant auf etwa 40% des Ausgangswertes und nahm danach nur mehr leicht ab (Wetscherek 2014). Der Zucker wurde somit in Gärsäuren (Milch- und Essigsäure) umgewandelt (Tabelle 1). Grundsätzlich konnte in allen Ganzkornsilagen (sowohl Exakt- als auch Praxissilos) keine Butteräure gemessen werden. Der Milchsäuregehalt in den Exaktsilos zeigte die selben Tendenzen zwischen den Entnahmezeitpunkten wie die Praxissilos, jedoch konnten bei dieser Silovariante die Unterschiede statistisch nicht abgesichert werden. Bei den Praxissilos war zum Termin 1 der Milchsäuregehalt tendenziell höher als beim Termin 3 (P < 0,1). Generell war der Essigsäuregehalte in den Praxissilos beim Termin 4 signifikant höher als bei den anderen drei Terminen. Der Essigsäuregehalt in den Exaktsilos stieg im Gegensatz dazu schon beim dritten Entnahmezeitpunkt signifikant im Vergleich zum ersten Termin an (P<0,05). Auch der Ammoniakgehalt nahm mit der Dauer der Lagerung zu. Signifikant höhere Ammoniakgehalte (sowohl Exakt- als auch Ganzkornsilos) konnten jedoch nur beim vierten Probenahmezeitpunkt im Vergleich zu den ersten Beiden verzeichnet werden (p<0,05). Den pH-Wert betreffend zeigten beide Silovarianten nach der Befüllung bis zum Termin 1 einen starken pH-Abfall, wobei der pH-Wert in den Praxissilos stärker reduziert werden konnte. Mit zunehmenden

der Lagerdauer erhöhte sich dieser jedoch bei den Praxissilos leicht auf durchschnittlich 4,6 bis 4,7 (Tabelle1).

Tabelle 1: Gärsäure- und Ammoniakgehalte sowie der pH-Wert in Maisganzkornsilagen zu unterschiedlichen Lagerzeitpunkten

	Befüllung	Termin 1 (Jänner)	Termin 2 (April)	Termin 3 (Juni)	Termin 4 (August)
Milchsäure <i>exakt</i> , g/kg TM 88%	-	3,98	4,21	5,10	5,03
Milchsäure <i>praxis</i> , g/kg TM 88%	-	7,24 <sup>(a)</sup>	5,84 <sup>(ab)</sup>	5,73 <sup>(b)</sup>	6,69 <sup>(ab)</sup>
Essigsäure <i>exakt</i> , g/kg TM 88%	-	1,83 <sup>b</sup>	2,30 <sup>ab</sup>	3,09 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>
Essigsäure <i>praxis</i> , g/kg TM 88%	-	1,47 <sup>c</sup>	1,55 <sup>c</sup>	1,88 <sup>b</sup>	4,03 <sup>a</sup>
Ammoniak <i>exakt</i> , g/kg N	-	31,4 <sup>(b)</sup>	32,8 <sup>(b)</sup>	45,6 <sup>(ab)</sup>	59,7 <sup>(a)</sup>
Ammoniak <i>praxis</i> , g/kg N	-	28,8 <sup>b</sup>	31,6 <sup>b</sup>	33,0 <sup>ab</sup>	53,4 <sup>a</sup>
pH <i>exakt</i>	5,40 <sup>a</sup>	4,93 <sup>b</sup>	4,89 <sup>b</sup>	4,73 <sup>b</sup>	4,80 <sup>b</sup>
pH <i>praxis</i>	5,56 <sup>a</sup>	4,47 <sup>c</sup>	4,71 <sup>b</sup>	4,70 <sup>b</sup>	4,63 <sup>b</sup>

Trotz einer raschen Ansäuerung und der damit gewährleisteten Lagerfähigkeit der Ganzkornsilage scheinen mit zunehmender Lagerungsdauer, fermentative Prozesse weiter aktiv zu sein, die bei höherem Feuchtigkeitsgehalt des Maises zum Zeitpunkt der Einlagerung stärker ausgeprägt sind (RESCH und ZENTNER 2014, WETSCHEREK 2014).

Im GKS-Projekt traten trotz der geringfügigen Erhöhung des Verderbrisikos (Anstieg des Ammoniakgehaltes und des pH-Wertes) keine futterhygienischen Probleme auf. Somit kann festgehalten werden, dass es bei guten Ausgangsbedingungen (niedriger Keimgehalt, Feuchtigkeitsgehalt des Lagergutes im normalen Bereich) und einer intakten Siloanlage zu keinen futterhygienischen Problemen während der Lagerung im Ganzkornsilos kommt.

### Zusammenfassung

Mais-Ganzkornsilage wird in Österreich auf 40-50 % der Schweinemastbetriebe eingesetzt. Bis dato gibt es keine Untersuchungen über die Gärsäuregehalte während der Lagerdauer von Mais-GKS. In einem von der Universität für Bodenkultur Wien und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein initiierten Projekt, sollte unter Mitarbeit der Landwirtschaftskammern Oberösterreich und Steiermark geklärt werden inwieweit sich während der Lager- bzw. Entnahmephase die Gärsäure- und Ammoniakgehalte von Mais-GKS entwickeln.

Im GKS-Projekt kam es zu einer raschen Ansäuerung und der damit gewährleisteten Lagerfähigkeit der Ganzkornsilage. Dennoch scheinen mit zunehmender Lagerungsdauer, fermentative Prozesse weiter aktiv zu sein, die bei höherem Feuchtigkeitsgehalt des Maises zum Zeitpunkt der Einlagerung stärker ausgeprägt waren. Dennoch kam es zu keinen futterhygienischen Problemen während der Lagerung im Ganzkornsilos.

### Abstract

Fermented maize, stored as whole grain, is applied as feed at 40-50% of the Austrian fattening pig producing farmers. Until now, there exist no investigations about their fermentation pattern (fermentation acids, ammonia, pH-value) during the whole storage period. The study resulted in a rapid acidification, which is a precondition for a successful storage period of wet maize. Furthermore, no feed hygiene problems occurred despite the slight increase in the risk of spoilage (increase in ammonia content and pH-value) during the whole storage period. Thus, it can be concluded, that at good storage

conditions (low germ content, moisture content of the storage material in the normal range) and an intact silo system, no feed hygiene problems occurs.

### ***Literatur***

NAUMANN C., BASSLER R., 2012: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten Darmstadt.

RESCH, R., ZENTNER, E., 2014: Einfluss der Lagerungsbedingungen von Mais-Ganzkornsilage (GKS) auf Gärgaszusammensetzung und Gärungsverluste. Abschlussbericht Projekt 2395 (DaFNE 100885), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 34 S.

WETSCHEREK, W., 2014: Einfluss der Lagerungsbedingungen von Mais-Ganzkornsilage (GKS) auf Gärgaszusammensetzung und Gärungsverluste. Abschlussbericht + Ergänzungsteil zum Projekt 100882, Universität für Bodenkultur Wien, 48 + 10 S.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Department für Agrarbiotechnologie, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE), Muthgasse 11, 1190 Wien

<sup>2</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Altirdning 11, 8952 Irdning

\*Ansprechpartner: Dr. Karl SCHEDLE, karl.schedle@boku.ac.at

# Einfluss unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die mikrobiologische Qualität von Heu

## *Impact of different drying techniques on microbiological hay quality*

Andreas Adler<sup>1</sup>, Peter Kiroje<sup>1</sup>, Reinhard Resch<sup>2</sup>, Erich M. Pötsch<sup>2</sup> und Irmengard Strnad<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Die Konservierung von Grünfütter als Heu erlangt in Österreich wieder zunehmende Bedeutung für die Fütterung von Wiederkäuern. „Heumilch“ wird regional zudem auch wegen ihrer geringeren Fracht an Clostridien sporen für die Produktion von Hartkäse bevorzugt (RESCH 2014). Die traditionelle Bodentrocknung von Grünfütter benötigt eine mehrtägige Feldphase zur ausreichenden Vortrocknung. Dies ist mit einem hohen Wetterrisiko verbunden und kann zu einer massiven Vermehrung der epiphytischen Mikroflora im feuchten Erntegut führen (ADLER 2002). Unterdach Trocknung ermöglicht dagegen auch eine Futterernte mit höheren Wassergehalten. Dies verkürzt die Feldphase und reduziert das Wetterrisiko. Kaltbelüftung weist nur einen eingeschränkten Trocknungseffekt auf und wird limitiert durch den Wassergehalt des Ernteguts, besonders bei geringer Lufttemperatur und erhöhter relativer Luftfeuchtigkeit (WIRLEITNER et al. 2014). Trocknungsverfahren mit Lufterwärmung oder Luftentfeuchtung können hingegen auch bei ungünstigen Wetterbedingungen die notwendigen Wassermengen aus dem Futter abführen (GINDL 2002).

Der gegenständliche Beitrag befasst sich mit dem Einfluss verschiedener Trocknungsverfahren auf die Dynamik der Keimgehalte sowie auf die Gattungs- und Artenzusammensetzung der Mikroflora im Heu.

### **Material und Methoden**

Von einem Dauerwiesenbestand der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde Futter in drei Vegetationsperioden (2010, 2011 und 2012) mittels drei verschiedener Trocknungsverfahren (Bodentrocknung, Kaltbelüftung und Entfeuchertrocknung) als Heu konserviert. Die Probenahmen erfolgten zur Startphase des Konservierungsprozesses (= „Einfuhr“), im Verlauf des Raufutter-Konservierungsprozesses (7 – 14 – 30 – 60 Tage nach der Mahd) und zu Fütterungsbeginn etwa 140 bis 240 Tage nach der Mahd. Zur mikrobiologischen Qualitätsbeurteilung der Heuproben wurde die Keimzahl an aeroben, mesophilen Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen entsprechend VDLUFA-Methode 28.1.2 bestimmt. Die Untersuchung auf sulfitreduzierende Clostridien wurde auf Basis VDLUFA-Methode 28.3.2 durchgeführt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Der Besatz von frisch eingebrachtem Futter an produkttypischen Bakterien und Pilzen steigt im Verlauf einer Vegetationsperiode mit jedem Aufwuchs an. Während der Lagerung bis zum Fütterungsbeginn erfolgt dann eine signifikante Abnahme der Reliktflora dieser feldbürtigen Mikroorganismen (Abb. 1). Diese Ergebnisse decken sich sowohl mit Beobachtungen aus eigenen früheren Untersuchungen (ADLER 2002) als auch mit den Erfahrungen anderer Autoren (BRETON und ZWANEPOEL 1991). Ebenso wie die produkttypische Mikroflora nimmt auch die Zahl der Clostridien sporen mit jedem Aufwuchs zu, bleibt allerdings im Verlauf der nachfolgenden Heulagerung weitgehend konstant. Bodenheu weist im Vergleich zu den anderen Trocknungsvarianten meist geringfügig höhere Sporenzahlen auf (Abb. 2). Der Clostridiengehalt von Silage, welche aus demselben Erntegut wie die Heuvarianten produziert wurde, liegt jeweils zu Fütterungsbeginn im Durchschnitt um den Faktor 1,5 (minimal 0,4 und maximal 23) höher als im Bodenheu.

Je feuchter das Futter eingebracht wird, umso höhere Wassermengen müssen abgeführt werden, um eine sichere Lagerung zu gewährleisten und mikrobiologisch bedingte Qualitätsminderung und Futterverderb zu verhindern. Mit zunehmendem Wassergehalt bei der Einfuhr steigt das Risiko für ein Aufkommen der Lagerflora und den damit verbundenen Futterverderb stark an (ADLER et al. 2014). Im Hinblick auf die Futterhygiene ist bei Bodenheu auch zu bedenken, dass hier das Wasser vom Heustock im Vergleich zu den künstlichen Trocknungsverfahren nur durch Verdunstung und damit lang-

samer und in geringerem Maße abgeführt wird. Abhängig vom gewählten Trocknungsverfahren hat sich der Wassergehalt des Futters bei der Einfuhr als limitierend für eine sichere Lagerung im Sinne der Futterhygiene erwiesen.

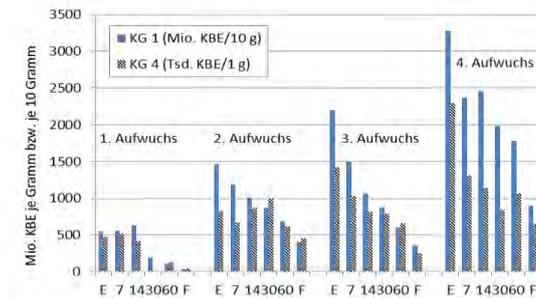


Abbildung 1: Keimzahldynamik der produkttypischen Bakterien (KG 1) und Pilze (KG 4) in Heu nach Kaltbelüftung Ernte 2011 (Einfuhr, nach 7 – 14 – 30 – 60 Tagen Lagerdauer sowie bei Fütterungsbeginn)

Bis zum tatsächlichen Erreichen einer sicheren Lagerreife müssen vom frisch eingelagerten Heu aber noch erhebliche Wassermengen in möglichst kurzer Zeit verdunstet werden. Es zeigte sich, dass Heu aus Bodentrocknung bereits nach einer Woche Lagerung nur mehr maximal 14,6 % Wassergehalt aufweisen durfte, um über einen längeren Zeitraum lagerfähig zu sein und auch zu Fütterungsbeginn eine hohe mikrobiologische Qualität zu gewährleisten. Vergleichbar mit den von UNDI et al. 1997 ermittelten Ergebnissen führte Heulagerung mit einem höheren Wassergehalt durchwegs zu einem starken Aufkommen der Lagerflora und damit verbundenem späterem Futterverderb.

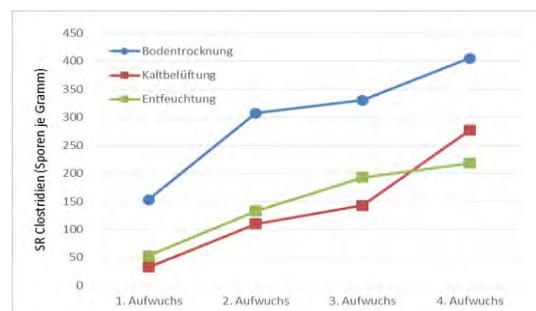


Abbildung 2: Sulfitreduzierende Clostridien (Sporen je Gramm), Heu der Ernte 2010 bis 2012

Das Aufkommen von Lagerpilzen hat einen raschen Abbau leicht verwertbarer Nährstoffe (wie etwa Zucker) zur Folge und damit einen Verlust an „verdaulicher organischer Masse“ (dOM) im Heu (RESCH et al. 2014). Mit Heubelüftung oder Entfeuchtertrocknung können auch kürzere Schönwetterperioden zur Ernte ausgenutzt werden. Durch den intensiveren Abtransport von Restfeuchte vom Heustock konnte im Versuch mit diesen Trocknungsverfahren das Risiko von Schimmelbefall und Futterverderb im Vergleich zu Bodenheu erheblich reduziert werden.

## Zusammenfassung

In den Jahren 2010 bis 2012 wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Vergleich von drei unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren (konventionelle Bodentrocknung, Kaltbelüftung und Entfeuchtertrocknung) an einem Dauerwiesenbestand mit vier Aufwüchsen durchgeführt. Als wichtigste Ursache für den mikrobiellen Verderb von Heu stellte sich ein zu hoher Wassergehalt des Erntegutes in Kombination mit unzureichender Wasserabfuhr am Lager heraus. Bei Bodenheu besteht ein besonderes Risiko für ein starkes Aufkommen von Lagerpilzen und einen damit verbundenen Futterverderb. Durch den Einsatz der Heubelüftung, insbesondere der Entfeuchtertrocknung können auch kürzere Schönwetterperioden ausgenutzt und Heu mit hoher mikrobieller Qualität produziert werden. Je höher allerdings der Wassergehalt des Futters bei der Einfuhr ist, umso verlässlichere Trocknungstechnik und ein umso professionelleres Management sind für die Produktion bester Heuqualität erforderlich.

## ***Abstract***

From 2010 to 2012 a comparison of three different hay-drying-techniques was carried out at AREC Raumberg-Gumpenstein. The treatments „traditional field drying“, „cold air ventilation“ and „dehumidification drying“ were tested with forage of permanent grassland, cut four times per year. The results of the microbiological analysis indicate that too high moisture content in the harvested forage in unfavourable combination with insufficient indoor drying is the primary problem of microbial spoilage of hay. The risk of microbial spoilage is rather high for traditional field drying because of a strong development of storage fungi. In contrast, cold air drying and dehumidification technique also allow the use of shorter periods of favorable weather conditions for production of hay with a high microbiological quality. However, the higher the water content in harvested forage the more important is a good performance and optimal management of the technical equipment to produce best hay quality.

## ***Literatur***

- ADLER A, 2002: Qualität von Futtermitteln und mikrobielle Kontamination. In Bericht: 8. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Zeitgemäße Futtermittelkonservierung“, BAL Gumpenstein, Irdning, 9.-10. April 2002, 17-25.
- ADLER A, KIROJE P, REITER E V, RESCH R, 2014: Einfluss unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Futterhygiene von Raufutter. In Bericht: 19. Alpenländ. Expertenforum zum Thema „Futtermittelkonservierung – Aktuelle Entwicklung in der Silage- und Heuproduktion“. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 3. April 2014, 54-69.
- BRETON A, ZWAENEPOEL P, 1991: Succession of moist hay mycoflora during storage. *Can. J. Microbiol.* 37, 248-251.
- GINDL G, 2002: Zeitgemäße Heubereitung und Heuqualität in der Praxis. In Bericht: 8. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Zeitgemäße Futtermittelkonservierung“, BAL Gumpenstein, Irdning, 9.-10. April 2002, 67-72.
- NYDEGGER F, WIRLEITNER G, GALLER J, PÖLLINGER A, CAENEGERN L, WEINGARTMANN H, WITTMANN H, 2009: Qualitätsheu durch effektive und kostengünstige Belüftung. *Der Fortschrittliche Landwirt* (3) 2009, 1-12.
- RESCH R, 2014: Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität. In Bericht: 19. Alpenländ. Expertenforum zum Thema „Futtermittelkonservierung – Aktuelle Entwicklung in der Silage- und Heuproduktion“. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 3. April 2014, 44-53.
- RESCH R, ADLER A, PÖTSCH E, 2014: Impact of different drying techniques on hay quality. Proceedings of 16th International Symposium Forage Conservation, Brno, Czech Republic, June 3-6 2014, 27-38.
- UNDI M, WITTENBERG K M, HOLLIDAY N J, 1997: Occurrence of fungal species in stored alfalfa forage as influenced by moisture content at baling and temperature during storage. *Canadian J. Animal Sci.*, 77, 95-103.
- WIRLEITNER G, ASCHAUER C, KITTL M, NEUHOFER K, NYDEGGER F, PÖLLINGER A, RESCH R, JAKSCHITZ-WILD S, OSTERTAG J, THURNER S, 2014: Empfehlungen für die Belüftungstrocknung von Heu. *ÖAG-Broschüre 4/2014*, 11 S.

## ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Wieningerstraße 8, 4020 Linz

<sup>2</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, 8952 Irdning

\* Ansprechpartner: Dr. Andreas ADLER, andreas.adler@ages.at

# Masseverluste an TM, Stärke und Zucker von Mais-Ganzkornsilagen (GKS) in Abhängigkeit der Lagerungsdauer

## Mass losses of DM, starch and sugar of unbroken corn-silage (UCS) depending on storage length

Reinhard Resch<sup>1\*</sup>, Wolfgang Wetscherek<sup>2</sup>, Karl Schedle<sup>2</sup> und Eduard Zentner<sup>1</sup>

### Einleitung

Die Konservierung von Futtermitteln (Gärung, Heutrocknung) läuft in den meisten Fällen unter Einfluss von fermentativen Prozessen ab. Durch die mehr oder weniger ausgeprägte Transformation von leicht löslichen oder abbaubaren Inhaltsstoffen in andere chemische Verbindungen bzw. Stoffwechselprodukte kommt es in Abhängigkeit von TM-Gehalt und Pflanzenart unweigerlich zu Verlusten an Masse und Qualität von der Futterernte bis zur Futtervorlage (DULPHY 1985, GROSS und RIEBE 1974, KÖHLER et al. 2012). In der Frage der Gärungsverluste von Mais-Ganzkornsilagen (GKS) gab es bislang keine Untersuchungen, daher wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Exaktversuch durchgeführt. Das System der Ganzkornsilierung (GKS) wird in Österreich auf rund 50 % der Schweinemastbetriebe eingesetzt.

### Material und Methoden

Das Körnermais-Ausgangsmaterial von jeweils 6 oberösterreichischen und 6 steirischen Betrieben wurde im Herbst 2012 in Laborsilos (Inhalt 50 Liter bzw. rund 40 kg Mais-GKS) gefüllt und exakt eingewogen. Die Laborsilos wurden in Raumberg-Gumpenstein unter konstanter Temperatur von 23,2 °C (Std.abw. 2,3 °C) gelagert und im Jänner, April, Juni und August 2013 abermals gewogen und beprobt. Die Proben wurden chemisch, mikrobiologisch und toxikologisch mittels Verfahren nach VDLUFA-Methodenbuch (1976) untersucht und daraus die Massenbilanzen für Trockenmasse, Stärke und Zucker ermittelt. Weitere Informationen über Ausgangsmaterial, Lagerung, Beprobung, chemische Analysen, Messungen und statistische Auswertungen sind in den Abschlussberichten von RESCH (2014) bzw. WETSCHEREK (2014) nachzulesen.

### Ergebnisse und Diskussion

Die TM-Gehalte der Mais-GKS von zwölf Betrieben variierten zwischen 609 und 752 g/kg Frischmasse (Ø Oberösterreich 686,3 g/kg FM; Ø Steiermark 713,2 g/kg FM) und nahmen im Verlauf der Lagerung etwas ab (Abb. 1). Der TM-Gehalt der einsilierten Mais-GKS übte einen signifikanten Einfluss (p-Werte 0,008 bis 0,029) auf die TM-Massenbilanz (Abb. 2) aus, wobei feuchtere Maiskörner stärker fermentierten und TM-Verluste bis zu 4,8 % (Std.abw. +/- 1,9 %) festgestellt werden konnten. Im Trend nahmen die TM-Verluste mit der Lagerungsdauer zu, der statistische Effekt der Lagerung war zufällig.

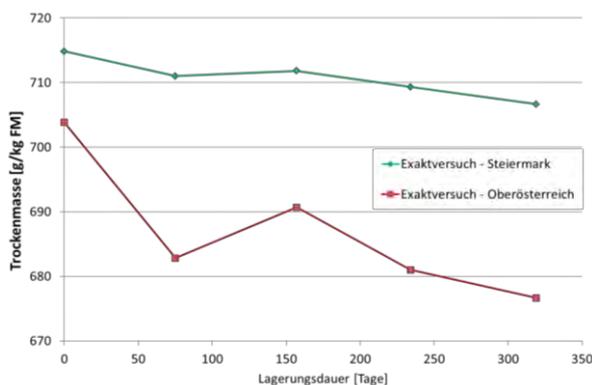


Abbildung 1: Entwicklung von TM-Gehalt von Mais-Ganzkornsilage während der Lagerung

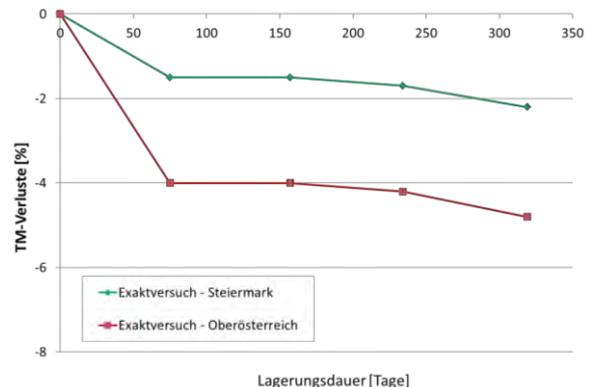


Abbildung 2: Entwicklung der TM-Verluste von Mais-Ganzkornsilage während der Lagerung

Im GKS-Ausgangsmaterial wurden Zuckergehalte in der Höhe zwischen 16,6 und 32,2 g/kg TM gemessen, d.h. es stand eine relativ geringe Zuckermenge für die Milchsäuregärung zur Verfügung. In der ersten Gärphase wurde durchschnittlich mehr als 60 % des Zuckergehaltes von Mikroorganismen für deren Entwicklung verbraucht. Die Reduktion des Zuckeranteiles war auch hauptverantwortlich für die TM-Verluste in der Mais-GKS. Die Entwicklung der Massenbilanz von Zucker zeigt, dass dieser durch kontinuierliche Abbauprozesse bis zur 4. Beprobung im Lagerungsverlauf signifikant weniger verringert wurde (Abb. 3). Der maximale Zuckerabbau nach 319 Tagen Lagerung betrug 93,8 %. Die Gärungsverluste von Zucker standen nur zu einem geringen Maß mit dem TM-Gehalt der Maiskörner in Beziehung (Tab. 1), weil nur 9 % der Datenvarianz der Zuckerbilanzen über den Faktor TM-Gehalt erklärt werden konnten.

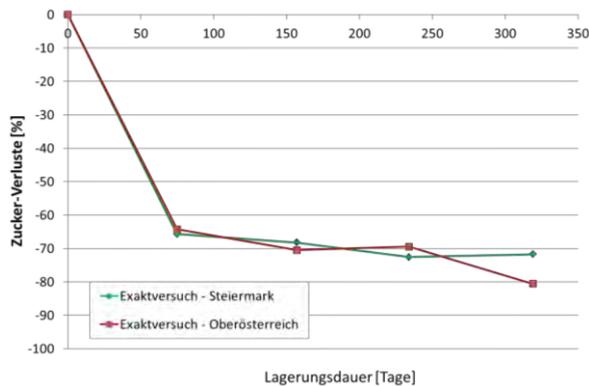


Abbildung 3: Entwicklung der Zuckerverluste von Mais-Ganzkornsilage während der Lagerung

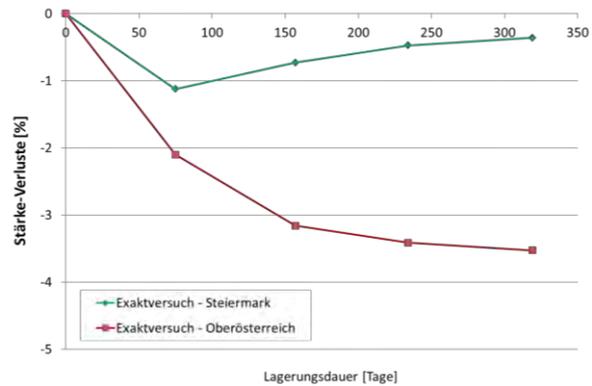


Abbildung 4: Entwicklung der Stärkeverluste von Mais-Ganzkornsilage während der Lagerung

Stärke wird durch Milchsäurebakterien nicht abgebaut, aber sehr wohl können Hefepilze eine alkoholische Gärung bewirken und den Stärkegehalt reduzieren. Die Stärkegehalte je kg TM (WETSCHEREK 2014) gaben keine Hinweise auf eine Stärkereduktion bei Mais-GKS. Im Gegenteil, die Stärkegehalte stiegen im Laufe der Lagerung sogar von 747 auf 759 g/kg TM leicht an. Im vorliegenden Exaktversuch konnten aufgrund der Gewichtsbilanz dennoch Massenverluste an Stärke insbesondere bei Mais-GKS aus Oberösterreich beobachtet werden. Es konnte ein Zusammenhang zwischen TM-Gehalt und Stärkeverlusten festgestellt werden (Tab. 1). Je feuchter die Maiskörner waren, umso höher waren die Stärkeverluste. Während die steirischen Kornsilagen praktisch keine Verluste aufwiesen, nahmen die Stärkeverluste der oberösterreichischen Proben im Lagerungsverlauf signifikant auf mehr als 3 % zu (Abb. 4). Unklar bleibt, ob eine alkoholische Gärung für den Stärkeabbau verantwortlich war, weil bis dato keine Messungen von Ethanol bzw. Ester durchgeführt wurden.

Tabelle 1: Effekt des TM-Gehaltes auf Massenverluste von Mais-Ganzkornsilage

TM-Effekt auf	$\bar{x}$	s	Lineare Gleichung	R <sup>2</sup>
TM-Verluste	-3,0	1,9	$y = 0,0511x - 38,557$	0,392
Stärke-Verluste	-1,7	2,6	$y = 0,0720x - 51,854$	0,409
Zucker-Verluste	-70,3	10,0	$y = 0,0399x - 98,102$	0,009

Mittelwert TM-Gehalt: 696,3 g/kg FM

Der TM-Gehalt von fermentierbarer Biomasse übt nach GROSS und RIEBE (1974) einen starken Einfluss auf die Milchsäuregärung aus. Es ist daher anzunehmen, dass der TM-Gehalt von Mais-GKS auch einen gewissen Effekt auf die Massenbilanzen von TM, Stärke und Zucker bewirkte. Die Zunahme von 10 g TM in den Maiskörnern hatte in Mais-GKS eine Reduktion der Stärkeverluste um 0,7 %, der TM-Verluste um 0,5 % und der Zuckerverluste um 0,4 % (Tab. 1) zur Folge.

## **Zusammenfassung**

Massenverluste können in der Bewertung von Futterkonserven eine wirtschaftliche und qualitative Bedeutung einnehmen. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein untersuchte in einem Exaktversuch die Massenverluste an Trockenmasse, Stärke und Zucker von Mais-Ganzkornsilagen (GKS) während einer Lagerungsdauer von 319 Tagen. Der Durchschnitt von insgesamt zwölf unterschiedlichen Mais-GKS aus Praxisbetrieben ergab Massenverluste an TM von 3,0 %, Stärkeverluste von 1,7 % und Zuckerverluste von 70,3 %. In der Phase der Hauptgärung entstanden die größten Verluste an Zucker und TM. Im Laufe der Lagerung wurde weiterhin TM, aber auch Zucker und Stärke abgebaut, aber in geringem Maße. Die Erfassung der Futtergewichte von Futterkonserven ist in Verbindung mit der qualitativen Analyse eine gute Möglichkeit um Gärungsverluste und Wirtschaftlichkeit zu bewerten. Bei Mais-GKS stellen sicherlich die geringen Zuckergehalte im Ausgangsmaterial eine Herausforderung für einen guten Gärverlauf und Silagestabilität dar, weil diese Reserven im Silo zum Großteil konsumiert werden.

## **Abstract**

A mass loss evaluation of conserved forage is of interest in terms of quality and economic questions. AREC Raumberg-Gumpenstein carried out an exact trial with unbroken corn silage (UCS) to determine mass losses of dry matter, starch and sugar during a storage period of 319 days. The analysis of twelve different maize-UCS showed average losses of 3.0 % DM, 1.7 % starch and 70 % sugar. Highest losses of sugar and DM were observed in the period of primary fermentation after ensiling, but there were also losses during storage period. Measurement of forage weight in combination with quality parameters is an interesting way to benchmark fermentation losses and economy of conservation. In terms of maize-UCS, low sugar content of harvested material is a challenge for good fermentation and silage stability, because most of the sugar will be consumed in the silo.

## **Literatur**

- DULPHY, J.P., 1987: Fenaison – pertes en cours de récolte et de conservation. In: DEMARQUILLY, C. 1987: Le fourrages secs: récolte, traitement, utilisation, INRA, Paris, 103-124.
- GROSS, F. RIEBE, K., 1974: Gärfutter. Verlag Ulmer, Stuttgart, 283 S.
- KÖHLER, B., DIEPOLDER, M., OSTERTAG, J., THURNER, S., SPIEKERS, H., 2013: Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22: 145-150.
- RESCH, R., ZENTNER, E., 2014: Einfluss der Lagerungsbedingungen von Mais-Ganzkornsilage (GKS) auf Gärgaszusammensetzung und Gärungsverluste. Abschlussbericht Projekt 2395 (DaFNE 100885), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 34 S.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, 2007: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WETSCHEREK, W., 2014: Einfluss der Lagerungsbedingungen von Mais-Ganzkornsilage (GKS) auf Gärgaszusammensetzung und Gärungsverluste. Abschlussbericht + Ergänzungssteil zum Projekt 100882, Universität für Bodenkultur Wien, 48 + 10 S.

## **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Altirdning 11, 8952 Irdning, Tel.: +43 (0)3682 / 22451-320

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE); Muthgasse 11, 1190 Wien

\*Ansprechpartner: Ing. Reinhard RESCH, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

# Möglichkeiten und Vorteile der gaschromatographischen Screening-Analyse mit Flugzeitmassenspektrometern (GC-QTOF-MS)

## *Possibilities and advantages of gaschromatographic screening analysis with time-of-flight mass spectrometer (GC-QTOF-MS)*

Armin Trenkle

### **Einleitung**

Gerätekopplungen mit hochauflösenden Massenspektrometern wie dem GC-QTOF-MS können in Probenextrakten organische Substanzen durch Vergleich ihrer Massenspektren mit Datenbanken mit ausreichender Empfindlichkeit identifiziert werden. Die Voraussetzung für ein umfassendes Screening ist, dass bei der Probenaufarbeitung keine Analyten verloren gehen. Hierfür eignen sich universelle Extraktions- und Reinigungsverfahren wie z.B. On-Line-Verfahren mit nachfolgender Reinigung mittels Gelpermeationschromatographie (GPC), die beschleunigte Lösemittelextraktion (ASE) in Kombination mit der GPC oder die QuEChERS-Methode. Bei analytisch schwierigen Matrices werden noch etliche Probenbestandteile mitextrahiert. Diese können im Chromatogramm die gesuchten Wirkstoffe überlagern. Deshalb sollte in etwa bekannt sein, mit welchen organischen Substanzen, Wirkstoffen oder Schadstoffen zu rechnen ist. Dazu müssen geeignete problemorientierte Datenbanken zur Verfügung stehen. Außerdem sollten die Retentionszeiten der verdächtigen Stoffe bekannt sein. Dies ist keine uneingeschränkte Non-Target-Analyse mehr. Diese gelingt nur mit Proben, die wenig Inhaltsstoffe in die Extrakte abgeben. Deshalb spricht man inzwischen meist von der sogenannten Suspects-Analyse.

### **Material und Methoden**

On-Line-Verfahren und GPC: Extraktion mittels Flüssig-Flüssig-Verteilung 10 - 50 g Probe mit Wasser, Aceton, NaCl, Ethylacetat und Cyclohexan homogenisiert und Phasentrennung im Scheidetrichter. Gelpermeationschromatographie (GPC) 50g Bio-Beads SX-3 200 – 400 mesh; Elution: 5 ml/min mit Cyclohexan:Ethylacetat 1:1 (VDLUFA 2011).

Beschleunigte Lösemittelextraktion (ASE) und GPC: Extraktion mit ASE Füllung Extraktionszelle mit 25 g Probe, 8 g Calfo E und 4 g Celite; Extraktionstemperatur 80 °C; Lösemittelgemisch: Acetonitril : Aceton = 9 :1.

QuChERS (Quick Cheap Effective Rugged Safe): Extraktion mit 10 Probe mit Wasser und Acetonitril schütteln, Zugabe von Puffer-Salzgemisch nochmals Schütteln und zentrifugieren; dispersive SPE durch Zugabe von 150 mg Mg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ml Extrakt und 25 mg PSA/ml Extrakt, schütteln und zentrifugieren (AMTLICHE SAMMLUNG NACH § 64 LFGB 2007)

Messung mit GC-Q-TOF-MS der Fa. Agilent Technologies bestehend aus GC 7890 A und dem QTOF-MS 7200.

### **Ergebnisse und Diskussion**

In den Abbildungen 1 – 3 sind Screening-Analysen verschiedener Probenarten dargestellt. In allen Fällen wurden die gesuchten Problemstoffe gefunden und identifiziert. Im Boden wurden die Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) Cyprodinil, Myclobutanil und Boscalid nachgewiesen. Im pflanzlichen Material wurden die PSM Penconazol, Folpet, Myclobutanil und Trifloxystrobin gefunden. Der Bodenextrakt enthielt nur wenige Stoffe aus dem Probenmaterial. Der Pflanzenextrakt erwies sich auch als unproblematisch, obwohl hier mehr mitextrahierte Substanzen zu sehen waren. Die Screening-Analyse des Mischfutters bedurfte eines größeren Aufwandes. Hier war die Kenntnis der Retentionszeiten von PCB-101 und  $\beta$ -Endosulfan wichtig. Denn beide Substanzen überlagerten mit Fettsäuren. Doch mit Hilfe der Massenspuren konnten PCB-101 und  $\beta$ -Endosulfan zweifelsfrei identifiziert werden. Bei einer Screening-Analyse werden grundsätzlich alle im Extrakt vorhandenen gaschromatographisch bestimmbaren Wirkstoffe erfasst. Beim späteren Auftreten eines unerwünschten Stoffes in einem Ernteprodukt oder Futtermittel können die abgespeicherten Screening-Analysen nachträglich auf diesen untersucht werden.

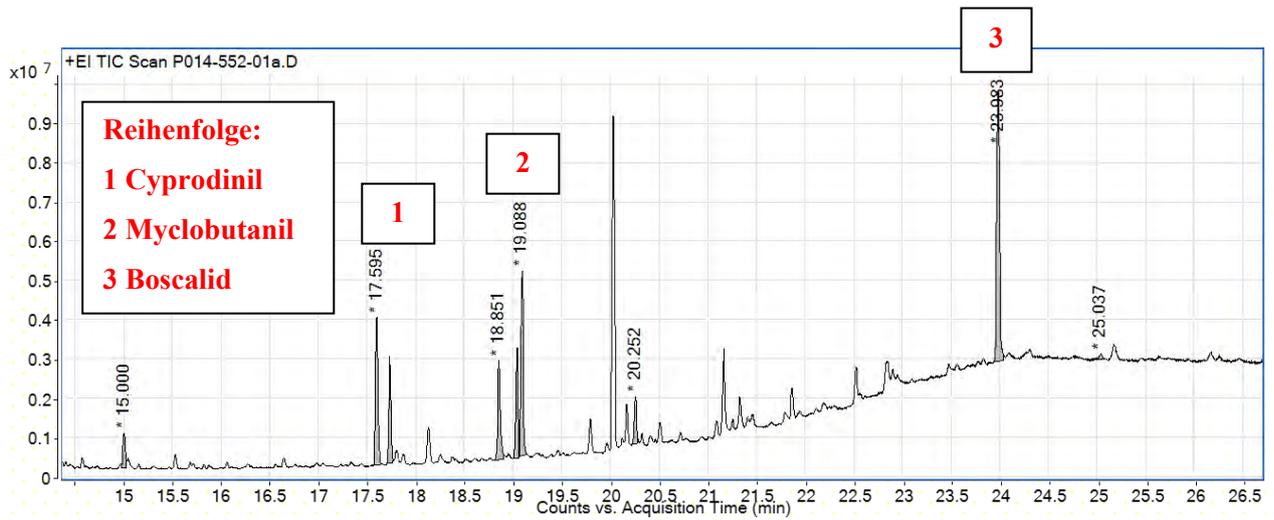


Abbildung 1: Screening-Analyse eines Bodenextraktes

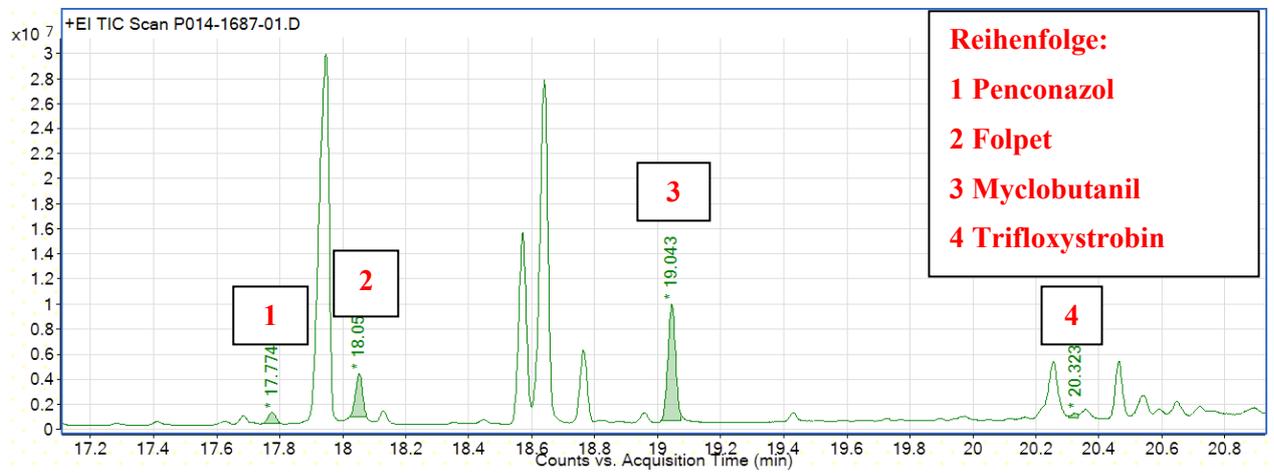


Abbildung 2: Screening-Analyse eines Pflanzenextraktes

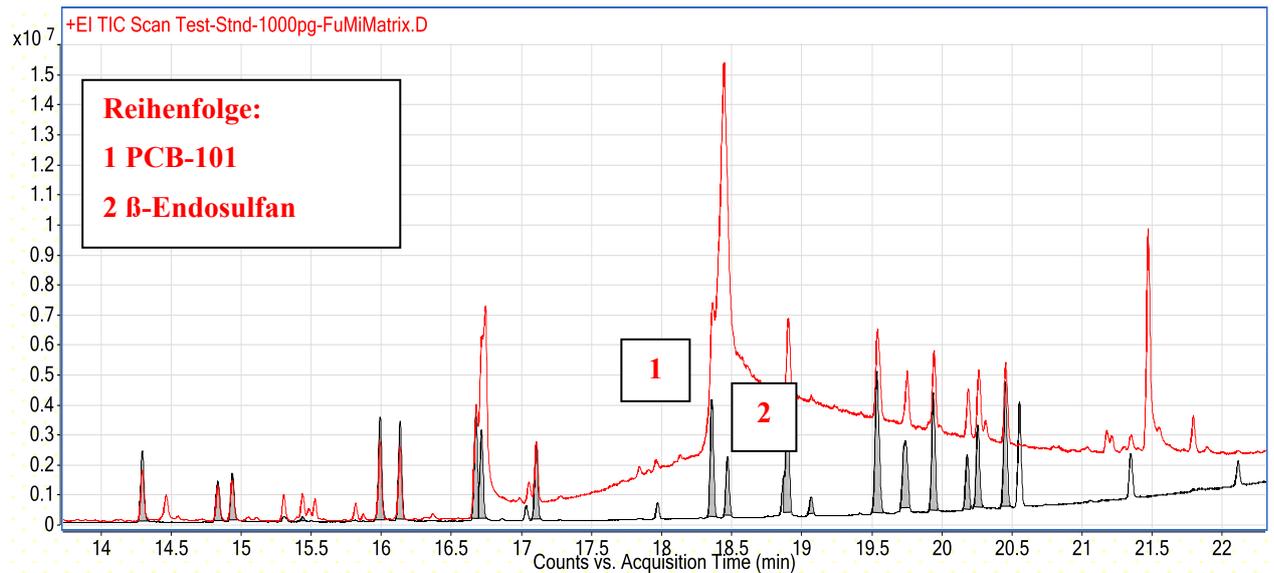


Abbildung 3: Screening-Analyse eines Futtermittlextraktes

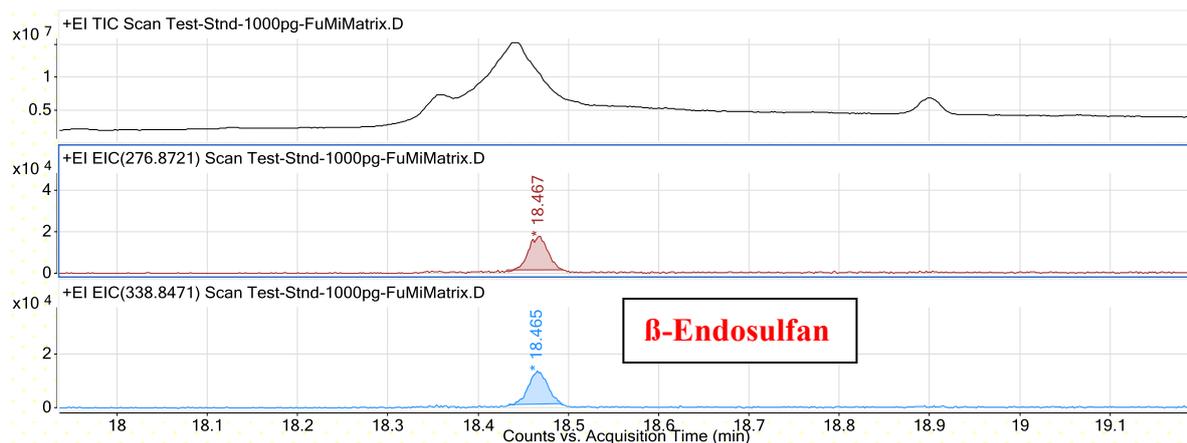


Abbildung 4: Identifizierung von  $\beta$ -Endosulfan durch seine Massenspuren

### Zusammenfassung

Bei geeigneter Probenaufarbeitung werden keine zu bestimmenden Wirkstoffe aus dem Extrakt entfernt. In einem Analysenlauf erfasst das GC-QTOF-MS-Gerät alle gaschromatographisch bestimmbar Stoffe. Eine Identifizierung von Substanzen ist daher auch noch später möglich. Momentan müssen bei Überlagerungen mit Matrixkomponenten die relevanten Wirkstoffe über deren Massenspuren identifiziert werden. In den nächsten Jahren wird es etliche Software-Entwicklungen bei den hochauflösenden MS-Gerätekopplungen geben, die die Auswertung der Screening-Analysen zunehmend automatisieren werden.

### Abstract

With appropriate preparation of the samples all of the active substances remain in the extract. The GC-QTOF-MS-machine records all substances by gas chromatography in one analytical run. Thus identification of the substances is still possible at a later stage. With the current state of the art technology in the case of overlay with matrix components the relevant substances need to be identified by their mass traces. During the next years software for high-resolution coupling of MS-devices is expected develop significantly leading to increasing automation of screening analysis.

### Literatur

AMTLICHE SAMMLUNG NACH § 64 LFGB, 2007: Methode L00.00115, Multimethode zur Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen in pflanzlichen Lebensmitteln mittels GC-MS(/MS) oder LC-MS/MS nach Acetonitrilextraktion/Verteilung und Aufreinigung mittels dispersiver SPE (QuEChERS), BVL-Methodensammlung, Beuth Verlag GmbH  
 VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA, Herausg.), 2011: Methoden 3.3.2.1, 3.3.2.2, 3.3.3.1, 3.3.3.2 und 3.3.7.1. Bd. VII Umweltanalytik 4. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt

### Adresse des Autors

Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg, Neßlerstr. 23, D 76227 Karlsruhe

# Readmission of processed animal proteins (PAPs) in feeding stuffs – demands on analysis

## *Wiedezulassung von PAPs in Futtermitteln – Anforderungen an die Analytik*

Sonja Axmann<sup>1\*</sup>, Andreas Adler<sup>1</sup>, Agnes Josephine Brandstettner<sup>1</sup>, Gabriela Spadinger<sup>2</sup>, Roland Weiss<sup>2</sup> und Irmengard Strnad<sup>1</sup>

### **Introduction**

A recent easing of the total feed ban has been completed in June 2013 (Commission Regulation (EC) 56/2013). Because of that, PAPs from non-ruminants (pig and poultry) can be added to fish feed, whereas ruminant PAPs remain totally prohibited. Detection of terrestrial PAPs with classical optical light microscopy provides insufficient information, now. In fact, this official method is able to discriminate between fish and terrestrial PAPs, but it is not able to distinguish terrestrial PAPs of different species. To guarantee, that fish feed, which contains non-ruminant PAPs, is free of ruminant PAPs, it has to be analysed with a ruminant PCR assay either if terrestrial particles are detected with classical microscopy or if PAPs are mentioned in the composition (Commission Regulation (EC) 51/2013). But using PCR analysis, we are faced with the problem, that this method cannot distinguish ruminant DNA, which originates from proteins such as muscles and bones, from ruminant DNA which comes from feed materials of animal origin such as milk products, fat,... (Catalogue of feed materials: Commission Regulation (EU) No 68/2013). Thus, there is the risk to obtain positive ruminant PCR signals based on these materials. EAPA (European animal protein association), EFPRA (European Fats Processors and Renderers Association) and FEFAC (European feed manufacturers' federation) drew attention to this issue in the meeting of the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health (SCoFCAH) in December 2013 (2013 letter from EAPA, EFPRA and FEFAC to DG SANCO as a request for discussion at SCoFCAH held in Brussels on 16 December 2013 - 17 December 2013; unreferenced). They considered that positive PCR signals are not evidence for the presence of illegal ruminant DNA, as legal products may be the source for positive testing results.

Therefore, it is of great interest to develop an analytical method for the investigation of compound feed by which the species of PAPs can be determined without getting positive results due to legal feed materials of animal origin. The combination of microdissection and PCR has been found. The microdissection device consists of a light microscope connected to a laser which is able to isolate small fragments of bones or muscles by catapulting them into the lid of a reaction tube. The origin of the particles up to their species level can be determined with subsequent PCR analysis.

### **Material and methods**

#### Particle isolation with PALM MicroBeam – microdissection system:

The microdissection system (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany) consists of several components: the inverse microscope (Axio Observer. A1), the laser unit (MicroBeam Module Rel. 4.2), the cap holder (CapMover II), the digital microscopy camera (AxioCam Icc1 Rev.3) and the computer running the software RoboSoftware 4.2 to use the microdissection device.

Before starting particle isolation 30 µl water of molecular biology grade (5 Prime GmbH, Hilden, Germany) were pipetted into the lid of 0.5 ml reaction tubes. The slide was then clamped in the inverse microscope and was first coarsely scanned. Suspicious particles were marked and checked whether any contaminants adhere to them. Afterwards, the reaction tube was fixed into the cap holder and particles were catapulted with the laser into the lid of the tube. If necessary, the particles can be cut with the laser before catapulting.

### **Results and discussion**

The main focus of our work laid on the development of an analytical method by which we can detect PAPs from ruminants and/or non-ruminants in feeding stuffs without being negatively influenced by legal feed materials of animal origin (e.g. milk powder, fat, blood products ...).

For this reason we investigated self-made compound feed A (CFA) containing poultry PAP and compound feed B (CFB) containing pig PAP. The mixtures were prepared once with and once without calf

milk. In order to create conditions as realistic as possible we used commercially available PAPs, as well as cattle feed and calf milk. Previously, the raw material was analyzed with the ruminant, pig and poultry PCR assays to ensure that they were not contaminated with foreign DNA. DNA extraction was carried out with Wizard® Magnetic DNA purification system for Food using 100 mg portions and following PCR was performed. The expected results were confirmed. Contamination with foreign DNA was detected in none of the starting materials. Ruminant DNA was established exclusively in calf milk, pig DNA in porcine PAP and poultry DNA in poultry PAP.

Adjacent, slides from sediments of CFA and CFB were prepared to isolate predominantly bones with the microdissection instrument. Thirty samples were produced from each feed, fifteen samples from the mixtures with calf milk and fifteen samples from the mixtures without calf milk. DNA extraction of the particles was performed with the DirectPCR® (Tail) lysis reagent from all samples and DNA was subsequently screened with pig or poultry and ruminant real-time PCR assays. The results were very auspicious. In case of CFA containing poultry PAPs we received nineteen positive poultry PCR results out of thirty samples and a contamination of the isolated particles with milk could be excluded. In none of the samples ruminant DNA was detected even when calf milk was added to the feed. Comparable outcomes were achieved in the feed containing pig PAPs (CFB). Twenty six out of thirty samples gave positive pig PCR results and the PCR results from the ruminant assay were negative; hence, a contamination with milk could be excluded, too.

In another experiment we wanted to illustrate that our method is just as suitable for aqua feed. Therefore, we examined a feed sample, which was sent by the EURL-AP in course of an international proficiency test. It was composed of aqua feed and 0.1 % cattle PAP in mass fraction. Aqua feed basically consists of a high proportion of fish meal. Therefore, the content of muscle fibers derived from fish meal was very high and hence it was statistically unlikely that muscle fibers coming from terrestrial animals were isolated by microdissection when these PAPs were added in low amounts to the aqua feed. Thus, we restricted to the isolation of terrestrial bones. Ten gram of the aqua feed was used for sedimentation and therefrom microscopy slides were prepared. Ten tubes, each containing two terrestrial bones were produced by microdissection. DNA was extracted with DirectPCR® (Tail) lysis reagent and subsequently analyzed with ruminant real-time PCR. As expected, the results were very satisfying. The species origin of the bones was confirmed with ruminant PCR in six out of ten tubes.

It was shown in our experiments that most of the separated fragments could be assigned to their respective animal species (pig or poultry) without obtaining positive ruminant results due to milk.

However, we had sporadic failures. The reason for that remains unclear until now. But we might speculate that there was an increased risk of losing particles or DNA during the extraction process because we worked with microscopic small particles. The analysis for feeding stuffs, which should meet the intra-species feed ban and/or the total ban of feeding ruminants, has to be based on zero tolerance: Theoretically, only one positive PCR result from an isolated fragment out of a feed sample has to be sufficient to reject the feed. In practice, the result must be reproducible. Therefore, it is necessary to isolate and investigate several tubes containing particles from one feed sample. During our investigations we got single random failures on level of particle analysis. Nevertheless, in the worst result on feed level we received at least eight positive PCR signals out of fifteen investigated particle samples. This number should be more than enough to make a definitive statement. Thus, we can demonstrate that on level of feed sample analysis we never got false results, as well as calf milk supplement in the feed did not lead to "false positive" ruminant PCR results.

Finally, we can summarize that we have developed an analysis method with which the problem of "low level" positive ruminant results in fish feed can be prevented effectively. In addition, the presented technique is suitable to face a possible further easing of the feed ban in relation to pig and poultry PAP feed for non-ruminants.

### ***Abstract***

Since June 2013 the total feed ban of PAPs was partially lifted. Now it is possible to mix fish feed with PAPs from non-ruminants (pig and poultry). To guarantee, that fish feed, which contains non-ruminant PAPs, is free of ruminant PAPs, it has to be analysed with a ruminant PCR assay to comply with the total ban of feeding PAPs from ruminants. However, PCR analysis is not able to distinguish between ruminant DNA, which originates from proteins such as muscles and bones, and ruminant

DNA which comes from feed materials of animal origin such as milk products or fat. Thus, there is the risk to obtain positive ruminant PCR signals based on these materials. We describe the development of the combination of two analysis methods, microdissection and PCR, to eliminate the problem of “false positive” PCR signals. With microdissection single particles can be isolated and subsequently analysed with PCR.

### ***Zusammenfassung***

Im Juni 2013 wurde das Verfütterungsverbot von prozessierten tierischen Proteinen (PAPs) teilweise gelockert. Seither besteht die Möglichkeit PAPs von nicht-Wiederkäuern (Schwein und Geflügel) an Fische zu verfüttern. Um zu garantieren, dass diese Futtermittel frei von Wiederkäuer PAPs sind wurde die PCR als Analyse Methode eingeführt. Allerdings kann mit dieser Methode nicht unterschieden werden, ob die zu untersuchende DNA aus Proteinen wie Muskeln oder Knochen oder von erlaubten Futtermittelzusätzen wie z.B. Milchprodukte oder Fett stammt. Es besteht deshalb die Gefahr, dass mittels PCR positive Analyseergebnisse aufgrund dieser Zusätze entstehen. Mit der Kombination von zwei Analysemethoden, Mikrodissektion und PCR, können solche „falsch positiven“ Ergebnisse verhindert werden. Mittels Mikrodissektion werden einzelne Knochen- oder Muskelfragmente aus dem Futtermittel isoliert und anschließend mit PCR untersucht.

### ***References***

Commission Regulation (EU) No 56/2013 of 16 January 2013 amending Annexes I and IV to Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council laying down rules for the prevention, control and eradication of certain transmissible spongiform encephalopathies [Internet]. 2013 [cited 2014 Sep 22]. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:021:0003:0016:EN:PDF>

Commission Regulation (EU) No 51/2013 of 16 January 2013 amending Regulation (EC) No 152/2009 as regards the methods of analysis for the determination of constituents of animal origin for the official control of feed [Internet]. 2013 [cited 2014 Sep 19]. Available from: [http://eurl.craw.eu/img/page/Legislation/51-2013\\_EN.pdf](http://eurl.craw.eu/img/page/Legislation/51-2013_EN.pdf)

Commission Regulation (EU) No 68/2013 of 16 January 2013 on the Catalogue of feed materials [Internet]. 2013 [cited 2015 March 16]. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:029:0001:0064:EN:PDF>

### ***Author's addresses***

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Abteilung für Kartoffelprüfung, Mikro- und Molekularbiologie, Wieningerstraße 8, 4020 Linz

<sup>2</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Abteilung für Futtermittelanalytik und Wertprüfung, Spargelfeldstraße 191, A 1220

\* Ansprechpartnerin: Dr. Sonja AXMANN, [sonja.axmann@ages.at](mailto:sonja.axmann@ages.at)

# **Transfer von poly- und perfluorierten Chemikalien (PFC) von kontaminierten Agrarflächen in Nutzpflanzen**

## ***Transition of poly- and perfluorinated chemicals from agricultural areas in foodstuffs***

Armin Trenkle

### ***Einleitung***

Poly- und perfluorierte Chemikalien (PFC) wurden schon seit mehr als 60 Jahre industriell hergestellt. Wegen ihrer einzigartigen chemischen und physikalischen Eigenschaften wurden sie vielfach sowohl in industriellen Prozessen als auch in Produkten verwendet. PFC sind somit Industriechemikalien anthropogenen Ursprungs, verhalten sich wie Tenside und sind daher oberflächenaktiv. Durch ihre Carbon- oder Sulfonsäuregruppe sind PFC hydrophil und durch die Kohlenstofffluorkette auch lipophil. Die daraus resultierenden wasserabweisenden Eigenschaften sowie die feuerlöschende Wirkung führte zu vielen Verwendungen der PFC z.B. zum Imprägnieren von Textilien, Leder und Teppichen, beim Korrosionsschutz und Beschichtung von Metallen, in der Papierproduktion, als Bestandteil von Flammenschutzmitteln, z. B. in Feuerlöschschäumen u.a.

Toxikologisch sind am besten PFOA und PFOS untersucht. Für diese beiden PFC gibt es auch eine Risikobewertung (EFSA 2008; STAHL et al. 2015). Die akute Toxizität wurde bislang als mäßig beurteilt. Die Substanzen reichern sich vor allem im Blut und in der Leber weniger im Fettgewebe an (STAHL 2015; WÖLFLE 2014).

In den Jahren 2006 -2008 wurden in Baden-Württemberg im Bereich Mittelbadens Papierschlämme auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht. Erst 2013 wurde nach umfangreichen Untersuchungen von Trink- und Grundwasser festgestellt, dass die Papierschlämme PFC enthielten. Von den kontaminierten Feldern gelangten die relativ gut wasserlöslichen Substanzen in das Grundwasser und führten zur Schließung von Brunnen. Das LTZ Augustenberg wurde letztes Jahr beauftragt den Transfer der PFC vom Boden in Nutzpflanzen zu untersuchen.

### ***Material und Methoden***

Probenvorbereitung Boden: Gefriertrocknen, auf ca. 250 µm Korngröße mahlen.

Probenvorbereitung Pflanze: Ca. 400 g mit Trockeneis in Kutter homogenisieren.

Extraktion der PFC: 5 g vorbereiteten Probe mit 10 ml Wasser, internen isopenmarkierten Standards und 10 ml Acetonitril schütteln, 60 min im Ultraschallbad extrahieren, mit 6,5 g Puffer-Salzgemisch versetzen, schütteln, zentrifugieren.

Extraktreinigung mit SPE-Säule (60 mg Oasis WAX): 2 ml Extrakt mit 2 ml 0,1 % Ameisensäure verdünnen, SPE-Säule mit 2 ml 0,1 % Ameisensäure, 2 ml Methanol und 2 ml Wasser konditionieren, Extrakt auf die Säule geben, Oasis-WAX-Säule mit 2 ml 0,1 % Ameisensäure und 2 ml Methanol nachwaschen, PFC mit 1,8 ml 0,1 % Ammoniak in Methanol eluieren.

Bestimmung mittels LC-MS-MS: Im Boden nach DIN 2011 und im pflanzlichen Material nach VDLUF 2011.

Untersuchung auf 13 PFC-Komponenten: Perfluorbutanoat, -butansäure (PFBA), Perfluorpentanoat, -pentansäure (PFPeA), Perfluorhexanoat, -hexansäure (PFHxA), Perfluorheptanoat, -heptansäure (PFHpA), Perfluoroctanoat, -octansäure (PFOA), Perfluorononanoat, -nonansäure (PFNA), Perfluordecanoat, -decansäure (PFDA), Perfluorundecanoat, -undecansäure (PFUnA), Perfluordodecanoat, -dodecansäure (PFDoA), Perfluorbutansulfonat, -butansulfonsäure (PFBS), Perfluorhexansulfonat, -hexansulfonsäure (PFHxS), Perfluoroctansulfonat, -octansulfonsäure (PFOS), Perfluordecansulfonat, -decansulfonsäure (PFDS).

Quantifizierung mit 4 isopenmarkierte internen Standards: vgl. DIN 2011 und VDLUFA 2011

Validierung Boden: Bestimmungsgrenze bezogen auf die Trockensubstanz: 5 µg/kg; Wiederfindungen bei 50 µg/kg 88-107 %; relative Standardabweichungen 7-23 %.

Validierung pflanzliches Material: Bestimmungsgrenze bezogen auf das Frischgewicht 2 µg/kg; Wiederfindungen bei 100 µg/kg 96-113 % etwas höher für PFBS 145 % und PFHxS 135 %; relative Standardabweichungen 11-23 %.

### Ergebnisse und Diskussion

Zunächst wurden von allen Verdachtsflächen Bodenproben von 0 - 30 cm sowie von 30 - 60 cm gezogen und auf PFC untersucht. In den kontaminierten Böden wurden in der oberen Bodenschicht PFC-Summengehalte von 42 µg/kg bis 183 µg/kg und in der unteren von nicht nachweisbar bis 182 µg/kg nachgewiesen. Dabei wurden nur geringe Konzentrationen der kurzkettigen PFBA, PFPeA und PFHxA gefunden. Die Summenwerte setzten sich vor allem aus den langkettigen Komponenten PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDaA und PFOS zusammen.

In Nutzpflanzen war die PFC-Verteilung ganz anders. Dort wurden vor allen die kurzkettigen Vertreter PFBA, PFPeA und PFHxA bestimmt, obwohl diese in den Böden überhaupt nicht oder lediglich in geringen Mengen festgestellt wurden (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 1). In einem Foliengewächshaus war der Oberboden mit mehr kurzkettigen Verbindungen kontaminiert als mit langkettigen. In der Schicht von 30 – 60 cm waren keine nachweisbaren Mengen an PFC vorhanden. Die dort angepflanzten Tomaten wurden mit PFC-haltigem Wasser beregnet.

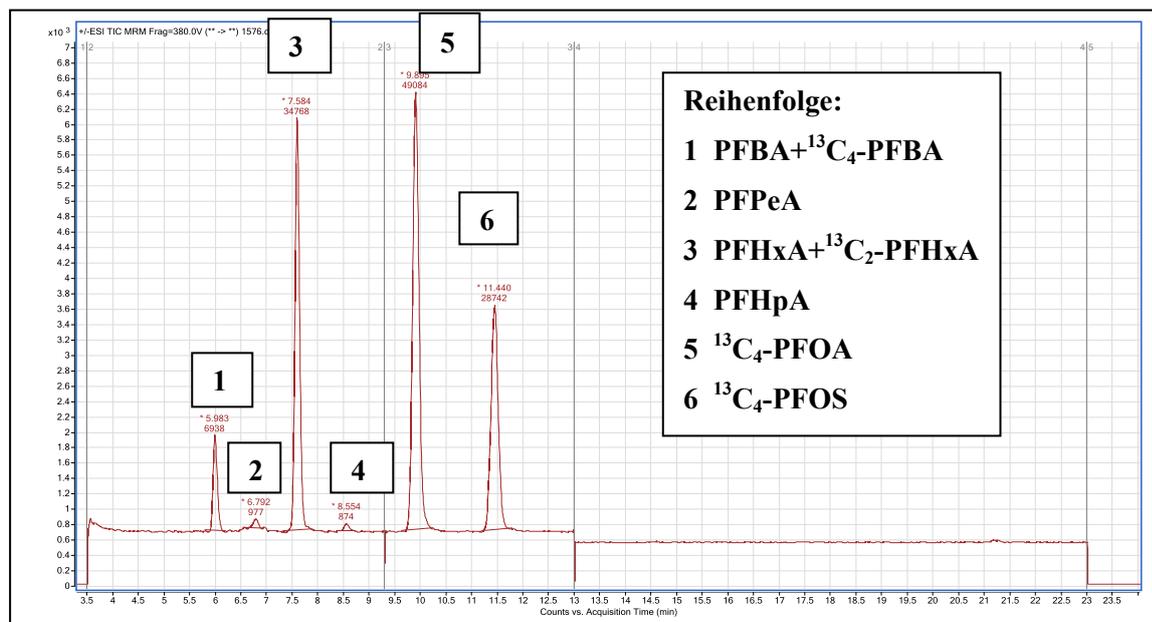


Abbildung 1: LC-MS-MS-Chromatogramm einer Pflanzenprobe

In den entsprechenden Bodeneluatn traten die kurzkettigen PFC ebenfalls auf. Im Bodenwasser konnten jedoch neben den kurzkettigen Verbindungen auch die langkettigen ermittelt werden.

Unsere Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die gut wasserlöslichen kurzkettige PFC in Spuren aus dem Boden in die Pflanzen transportiert werden und dort durch Verdunsten des Wassers angereichert werden können. Neuere Arbeiten bestätigen dies (STAHL 2015). Sie zeigen, dass die kurzkettigen PFC in manchen Pflanzen mobil sind, die langkettigen wie PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDaA und PFOS vorwiegend in den Wurzeln verbleiben.

Momentan kann das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) wegen der lückenhaften Datenlage für die in Baden-Württemberg festgestellten Gehalte von kurzkettigen PFC in Nutzpflanzen noch keine Bewertung des Risikos für den Verbraucher abgeben. Inzwischen hat das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz des Landes Baden-Württemberg

(MLR) Beurteilungswerte für die kurzkettigen PFC für 2015 Beurteilungswerte festgelegt: PFBA 13,2 µg/kg; PFBS 5,7 µg/kg; PFPeA 5,7 µg/kg; PFHxA < 2µg/kg; PFHxS < 2 µg/kg; PFHpA < 2 µg/kg jeweils bezogen auf das Frischgewicht..

Tabelle 1: PFC-Gehalte in pflanzlichem Material in µg/kg bezogen auf das Frischgewicht

<i>PF Probe</i>	<i>BA</i>	<i>PeA</i>	<i>HxA</i>	<i>HpA</i>	<i>OA</i>	<i>NA</i>	<i>DA</i>	<i>UnA</i>	<i>DoA</i>	<i>BS</i>	<i>HxS</i>	<i>OS</i>	<i>DS</i>
<i>Weizen-korn</i>	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>6</b>	<i>u.B.</i>	<b>2</b>	<i>u.B.</i>							
<i>Weizen-korn</i>	<b>10</b>	<b>64</b>	<b>7</b>	<i>u.B.</i>	<b>2</b>	<i>u.B.</i>							
<i>Tomaten</i>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<i>u.B.</i>									
<i>Topi-nambur</i>	<b>30</b>	<b>9</b>	<i>u.B.</i>	<b>2</b>	<i>u.B.</i>								
<i>Spargel</i>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<i>u.B.</i>									
<i>Spargel</i>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<i>u.B.</i>									

Zusätzlich zu dem schon laufenden Vorerntemonitoring hat das MLR das LTZ Augustenberg mit der Durchführung eines dreijährigen Forschungsprojektes beauftragt, das das Verhalten der PFC unter Freilandbedingungen auch bei Beregnung mit PFC-haltigem Wasser erforschen soll.

### **Zusammenfassung**

Erste Untersuchungen von Erntegütern auf kontaminierten Agrarflächen ergaben, dass vor allem die kurzkettigen PFC wie PFBA, PFPeA und PFHxA mit der Wasseraufnahme in Nutzpflanzen gelangen können und dort angereichert werden. In Ermangelung einer Risikobewertung für diese Stoffe hat das Land Baden-Württemberg aus der nationalen Verzehrstudie Beurteilungswerte abgeleitet und ein umfangreiches dreijähriges Forschungsprojekt gestartet.

### **Abstract**

First investigations of agricultural products from contaminated fields showed, that short-chain PFC as PFBA, PFPeA and PFHxA passed over with the water leading to high concentrations in the plants. The government of the state of Baden-Württemberg derived maximum values for the concentration of short-chain PFC on existing studies. An extensive research project with the duration of three years in total started this year. .

### **Literatur**

- DIN 38414-14, 2011: Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Schlamm, Kompost und Boden – Verfahren mittels HPLC-MS-MS S14
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA): Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanic acid (PFOA) and their salts. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. The EFSA Journal, 2008, 653, 1-131.
- STAHL Th, FALK S., Brunn H, 2015: Verbreitet, aber kaum bewertet – perfluorierte Alkylsubstanzen. Nachrichten aus der Chemie 63, 557-562.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA, Herausg.), 2011: Methode 3.3.2.5. Bestimmung von Perfluoroktancarbonsäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) als Leitsubstanzen der perfluorierten Chemikalien (PFC) in Futtermitteln mittels Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion. Bd. VII Umweltanalytik 4. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- WÖLFLE D., 2014: Toxicological Background. BfR-Symposium 6-7 März in Berlin. Per- and Polyfluorinated Alkyl Substances (PFAS): Status Quo of consumer health assessment on PFAS.

### **Adresse des Autors**

Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg, Neßlerstr. 23, D 76227 Karlsruhe

# Risikolandkarte – ein Werkzeug zur Priorisierung von Risiken in der Futtermittelkette

## *Risk map – a tool for prioritisation of risks in the feed chain*

Irmengard Strnad<sup>1\*</sup> und Johann Steinwider<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Abgeleitet aus der strategischen Grundaussrichtung der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) steht der Beitrag zur Minimierung der Risiken entlang der Lebensmittelkette (from the field to the fork) und die Sicherung der Ernährungsgrundlagen im Fokus.

Gemäß dem Wirkungsziel "Ernährungssicherung und Sicherung einer nachhaltigen, umweltgerechten landwirtschaftlichen Produktion" legt das Institut für Tierernährung und Futtermittel ein besonderes Augenmerk auf die Beherrschung von Risiken in der Futtermittelkette durch integrative Risikoanalyse (Risikobewertung, Risikomanagement, Risikokommunikation) v.a. im Bereich der Futtermittelsicherheit.

Um das Gefahren- und Risikospektrum übersichtlich darzustellen wurde die Erstellung einer Risikolandkarte gewählt, die in weitere Folge als Information zur Risikosituation in Österreich dienen aber auch die Planung von strategischen Initiativen und Maßnahmen in den Bereichen Kontrolltätigkeit, Forschung, Ressourcenplanung oder Kommunikation unterstützen soll. Die Risikolandkarte basiert auf dem jeweils verfügbaren wissenschaftlichen Wissen und sollte somit in regelmäßigen Abständen an dieses Wissen angepasst werden.

### **Material und Methoden**

Begriffsbestimmung: (gemäß den Definitionen des ISO Guides 73:2009)

- *Gefahren* sind Quellen für mögliche Schäden
- *Schäden* sind Auswirkungen einer Gefahr
- *Risiko* ist die Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens eines Schadens (Schadenswahrscheinlichkeit) und des Schadensausmaßes
- *Gefahrenträger* sind jene Einheiten (z.B. Pflanzen, Futtermittel, Tiere, Lebensmittel), die die Gefahr tragen bzw. übertragen
- *Risikoträger* sind jene Einheiten (z.B. Mensch, Tier, Umwelt), die das Risiko tragen und mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit einer Gefahr ausgesetzt sind

Wegen der Komplexität der Aufgaben der AGES bzw. des Instituts für Tierernährung und Futtermittel wurden neben den beiden klassischen Faktoren der Risikobewertung - Schadensausmaß und Schadenswahrscheinlichkeit - auch andere zusätzliche Risikodimensionen bei der Erstellung der Risikolandkarten betrachtet. So zum Beispiel die öffentliche Risikowahrnehmung, das Vorhanden-sein von validen Daten oder das vorliegende wissenschaftliche Wissen.

Vorgehen bei der Erstellung der Risikolandkarte: Die Entwicklung einer Risikolandkarte folgt, nachdem Gefahren- und Risikoträger festgelegt sind, einem Dreischrittmodell:

- Erstellung einer Gefahrenliste
- Festlegung des Bewertungsmodells
- Graphische Darstellung der Risikolandkarte

Beim Aufbau der Gefahrenliste wird eine möglichst vollständige Liste zum betrachteten Gefahrenträger erstellt. Beim Erarbeiten des Bewertungsmodells sind die Fragen nach der Klassifikation der Schadenswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes, der Verknüpfung dieser beiden Faktoren und Fragen nach weiteren Risikodimensionen zu beantworten. Danach ist jede Gefahr aus der Gefahrenliste anhand dieses Modells zu bewerten. Da mitunter bis zu 4 Dimensionen betrachtet werden, stellt die grafische Aufbereitung der Bewertungsergebnisse in Form einer Risikolandkarte eine große Herausforderung dar.

Nutzen der Risikolandkarte: Risikolandkarten können als ein Werkzeug für strategische Überlegungen zu folgenden Bereichen genutzt werden:

- Kontrollsystem und Analytik
- Kommunikation von Risiken
- Personalentwicklung
- Forschung

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Für die Erstellung der Risikolandkarte wurden der Gefahrenträger "Futtermittel" und der Risikoträger "Volkswirtschaft" festgelegt. Volkswirtschaft deshalb, weil die Auswirkungen von eintretenden Gefahren in der Futtermittelkette, aber auch von Tierverlusten, durch ungeeignete Futtermittel direkt zu einem wirtschaftlichen Schaden führen können.

Gefahrenliste: Aufgrund der Vielzahl an möglichen Einzelgefahren wurden diese zu 20 Gefahrengruppen zusammengefasst.

Tabelle 1: festgelegte Gefahrengruppen für die Risikolandkarte für Futtermittel

Abkürzung	Gefahrengruppe (alphabetisch)
antiN	antinutritive Substanzen (Phytat, Trypsininhibitoren, etc. )
Bioz	Rückstände von Bioziden
Diox	Dioxine, dl PCBs, ndl PCBs und PAKs
Ern	nicht bedarfsgerechte Tierversorgung
Fremd	verbotene Stoffe (Fremdkörper, Verpackungsmaterialien,)
GVO	gentechnisch veränderte Organismen
Hilf	Verarbeitungshilfsstoffe
Keim	mikrobieller Verderb (Hefen, Sporenstaub, biogene Amine,...)
Mtox	mikrobielle Toxine (Botulinumtoxin, Shigatoxin,...)
Myc	Mykotoxine (incl. Mutterkorn/Ergotalkaloide)
nzPSM	nicht mehr zugelassene Pflanzenschutzmittel (DDT, Aldrin, Endosulfan...)
PAPs	verarbeitete tierische Proteine (PAPs)
Pat	pathogene Mikroorganismen (Salmonellen, Campylobacter, Clostridien, Listerien, E.Coli,...)
PSM	Pflanzenschutzmittelrückstände
Ptox	pflanzeigene Toxine, Giftpflanzen und botanische Verunreinigungen incl. Allergene (Gossypol, Blausäure, Alkaloide, Ambrosia, Pyrrolizidinalkaloide...)
Radio	Radioaktivität
Schä	Schädlinge (Milben, Maden, Vögel, Ratten,...)
Täu	Täuschende und irreführende Angaben/Aussagen
ToxE	toxische Elementspezies und -verbindungen (As -anorg./org., Pb, Hg, Cd, F, Nitrit, Melamin,...)
Verb	Fütterungsarzneimittel-Verschleppungen (Verschleppung für Nichtzieltierarten) und nicht (mehr) zugelassene Zusatzstoffe

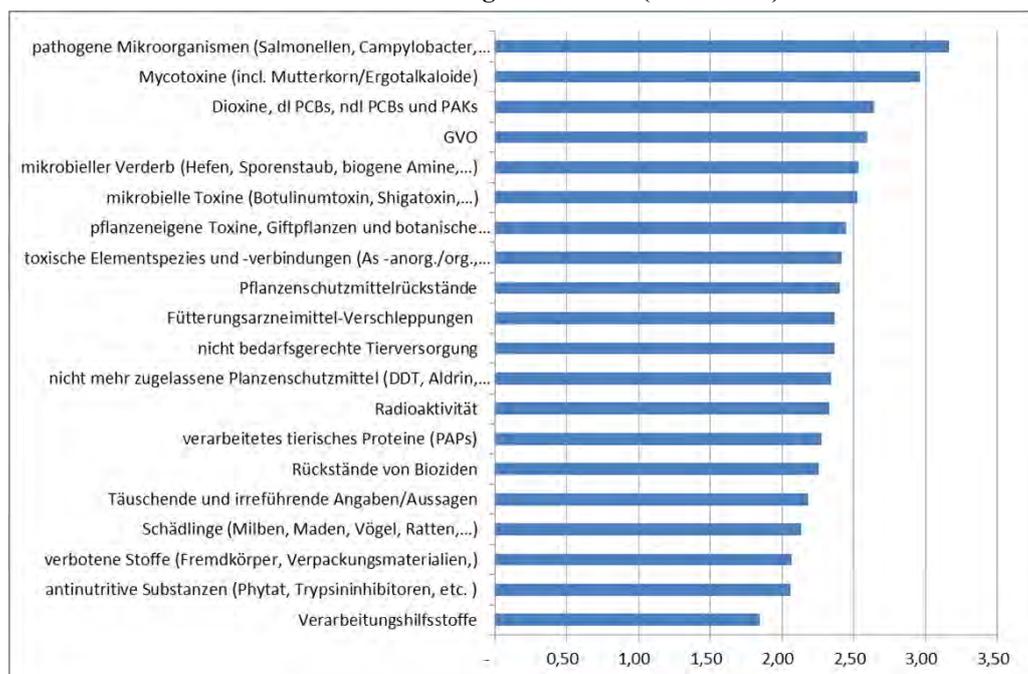
Bewertungsmodell: Die Bewertung der Gefahrengruppen erfolgte über eine Befragung von 45 AGES-ExpertInnen. Um auch eine Außensicht der Bewertung der Gefahrengruppen zu integrieren wurden 29 Personen österreichischer Behörden (BMLFUW, Landeskontrollkoordinatoren) und VertreterInnen der Futtermittelwirtschaft befragt. Für die Befragung wurden 9 Fragen festgelegt, die mittels Skala von 1 (niedrig) bis 5 (hoch) zu bewerten waren. Dabei wurden für jede Gefahrengruppe die Wahrscheinlichkeit eines relevanten Vorkommens bzw. einer gesundheitsschädlichen Wirkung, Auswirkungen auf Produktionsverluste, Imageverlust durch aktuelle Fälle, Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit und Einschätzungen zur Datenlage in Österreich bzw. zum wissenschaftlichen Wissen abgefragt.

Risikolandkarte: Die Basis für die Risikolandkarte bildeten die Antworten der internen und externen ExpertInnen, die die Risiken und Gefahren grundsätzlich sehr ähnlich einschätzten. Tendenzielle Unterschiede gab es zu den Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit, die von den externen ExpertInnen höher eingeschätzt wurden, und zum wissenschaftlichen Wissen der möglichen Schadenswirkungen der einzelnen Gefahrengruppen, die von den internen ExpertInnen höher eingeschätzt wurde. Für die graphische Darstellung der verschiedenen Risikodimensionen wurden xy-Diagramme mit zusätzlichen Form- und Farbgebungen gewählt um möglichst viele (max. 4) Kombinationen abzubilden. Die Top 6 Gefahrengruppen, die für Produktionsverluste aufgrund schädlicher Gesundheitswirkung in Frage kommen, waren pathogene Mikroorganismen, Mykotoxine, mikrobieller Verderb, nicht bedarfsgerechte Tierversorgung, pflanzeigene und mikrobielle Toxine. Abgeleitet von den Antworten zur öffentlichen Risikowahrnehmung erwiesen sich pathogene Mikroorganismen, Dioxine, GVO und

Pflanzenschutzmittelrückstände die Top-Themen. Zu diesen Themen wurde ausreichendes Wissen bestätigt, weshalb vermehrter Bedarf an Risikokommunikation im Vordergrund steht. Risikowahrnehmung und möglicher Imageverlust verhalten sich direkt proportional zueinander. Durch Kombination der Wahrscheinlichkeit eines relevanten Vorkommens, der Auswirkungen auf Produktionsverluste und der Abschätzung von wissenschaftlichem Wissen bzw. der schädlichen Gesundheitswirkung können die Gefahrengruppen Mykotoxine, pflanzeneigene Toxine und mikrobielle Toxine als forschungsrelevante Themen abgeleitet werden.

Durch Mittelwertbildung aller Ergebnisse kann ein Ranking der Risiken abgeschätzt werden.

Tabelle 2: **Ranking der Risiken (Mittelwert)**



### **Zusammenfassung**

Die Risikolandkarte "Futtermittel" kann als ein Werkzeug zur visuellen Darstellung der Prioritätenreihung von Gefahrengruppen, zur Identifizierung von Wissens- und Datenlücken und zur Ausrichtung strategischer Maßnahmen Verwendung finden.

### **Abstract**

The risk map "animal feed" can be used as a tool for visualisation of a list of priorities of risk groups, for identification of knowledge or data gaps and for development of strategic measures.

### **Literatur**

ISO Guides 73:2009; Risk management -- Vocabulary

FUCHS, K. et al. (2015): Risikoatlas der AGES - Darstellung des AGES-weiten Gefahren- und Risikospektrums unter Einbeziehung der Geschäftsfelder und des Fachbereichs Strahlenschutz als Sammlung von Risikolandkarten, ausgerichtet an den Wirkungszielen der AGES; AGES Broschüre (in press)

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Wieningerstrasse 8, 4020 Linz

<sup>2</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik, Spargelfeldstrasse 191, 1220 Wien

\* Ansprechpartner: DI Irmengard STRNAD, irmengard.strnad@ages.at

# **Bestimmung von anorganischem Arsen in Reis und Reisprodukten, Methodenübersicht und Präsentation ausgewählter Ergebnisse**

## ***Determination of inorganic arsenic in rice and rice products, methods overview and presentation of selected results***

Gerhard Liftinger\*, Ernst Schmeisser und Peter Lew

### ***Einleitung***

Arsen ist ein ubiquitär verbreitetes Halbmetall, welches in unterschiedlichen Formen vorkommt. Einerseits in organischen Verbindungen (wie Arsenozucker, Arsenolipide, ...) andererseits in anorganischer Form (Arsenit, Arsenat) [4]. Die anorganischen Formen sind durchwegs toxischer als die organischen, wobei As (III) giftiger als As (V) eingestuft wird [5]. Die wichtigsten negativen Auswirkungen bei längerer Aufnahme von anorganischem Arsen sind die cancerogenen Wirkungen auf Haut, Lunge und Blase, Hautschäden, Entwicklungsstörungen, Neurotoxizität, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes. Die Hauptaufnahmequellen von anorganischem Arsen in der europäischen Bevölkerung sind Lebensmittel, in erster Linie Getreide (v.a. Weizenprodukte), Reis, Milch und Milchprodukte und Wasser [2], wobei aufgrund der üblicherweise aufgenommenen Nahrung Kinder unter 3 Jahren, neben einigen ethnischen Gruppen, als besonders betroffen gelten. Höhere Gehalte werden häufig in Reis und Reisprodukten gefunden, daher werden von der EU-Kommission dafür, voraussichtlich ab Anfang 2016 [3], Höchstgehalte festgelegt. Die Grenzwerte sollen von 0,1 mg/kg bei Reisprodukten für Säuglinge und Kleinkindern bis zu 0,3 mg/kg bei Reiswaffeln, Reiscrackern u.a. reichen.

Grundvoraussetzung für die Überprüfung der Gehalte von anorganischem Arsen sind valide Messmethoden, eine Norm auf Ebene des CEN oder der ISO gibt es für diese Matrix im Moment noch nicht. Dennoch existieren leistungsfähige Analysemethoden dafür, zum Beispiel die HPLC-ICPMS Kopplung oder die Hydrid-AAS gegebenenfalls mit vorheriger Festphasen- oder Flüssig-Flüssig-Extraktion. Die genannten Verfahren werden nachfolgend genauer beschrieben.

### ***Verfahren zur Bestimmung von anorganischem Arsen in Lebensmitteln***

#### Bestimmung mit Hydrid-AAS nach CEN/TS 16731:

Bei dieser als technischer Regel [8] publizierten Methode wird die Probe mit verdünnter Salpetersäure bei annähernder Siedehitze extrahiert. Anschließend wird die Extraktionslösung reduziert und mit Hydrid-AAS der Arsengehalt bestimmt. Dieses Verfahren ist nur für Reis anwendbar und beruht darauf, dass bei den beschriebenen Bedingungen keine organische Arsenverbindungen in relevantem Ausmaß als Hydrid miterfasst werden und somit stören. Das Verfahren wurde durch einen Ringversuch der Arbeitsgruppe „Elementanalytik“ des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) bei 2 Reisproben überprüft. Durch eine Kopplung des Hydridsystems mit einem Graphitrohr kann das Nachweisvermögen noch verbessert werden.

#### Bestimmung mit Hydrid-AAS nach Festphasenextraktion :

Dieses Verfahren basiert auf der EN 16278 [7] welche für Futtermittel gilt. Dabei wird die Probe mit Wasserstoffperoxid/Salzsäure extrahiert, anschließend die anorganischen As-Verbindungen selektiv von den organischen durch Festphasenextraktion abgetrennt. Das eluierte anorganische Arsen wird nach Reduktion zu As(III) mit Hydrid-AAS bestimmt. Das Verfahren wurde durch einen Ringversuch des DTU Food [6] überprüft, die Ergebnisse waren zufriedenstellend, lediglich der angegebene untere Arbeitsbereich des Verfahrens (0,1 mg/kg) ist problematisch. Für die Bestimmung von Reis- und Reisprodukten müsste das Verfahren nachweisstärker gemacht werden.

#### Bestimmung mit Hydrid-AAS nach Flüssig-Flüssigextraktion :

Diese Methode wurde im Zuge des Ringversuchs IMEP 41 des Joint Research Centre der Europäischen Kommission [1] überprüft. Das anorganische Arsen wird durch Extraktion mit Chloroform und Rückextraktion mit Salzsäure von organischen Arsenverbindungen abgetrennt. Nach Mineralisierung, Aufnahme in Salzsäure und Reduktion wird mit einem Fließinjektions-Hydrid-AAS gemessen. Die Ergebnisse waren ebenfalls zufriedenstellen, die Bestimmungsgrenze ist mit 0,01 mg/kg deutlich bes-

ser als bei der Festphasenextraktion, jedoch ist das Verfahren sehr zeitaufwendig und erfordert ausreichend Erfahrung damit.

#### Bestimmung mit HPLC-ICPMS-Kopplung:

Dabei wird die Probe mit verdünnter Salpetersäure und Wasserstoffperoxid bei erhöhter Temperatur extrahiert (As(III) wird zu As(V) oxidiert). Anschließend wird die Lösung zentrifugiert, ggf. filtriert und am HPLC-ICPMS gemessen. Als Säule wird ein Anionentauscher verwendet, als Eluent z.B. Hydrogencarbonat- oder Ammoniumdihydrogenphosphat-Lösungen. Dieses Verfahren ist relativ unproblematisch, liefert durchwegs zufriedenstellende Ergebnisse und ist auch sehr empfindlich (Bestimmungsgrenzen 0,01 mg/kg und niedriger). Der einzige „Nachteil“ sind die relativ hohen Kosten für die Geräteanschaffung. Für dieses Verfahren ist im Moment eine Norm in Ausarbeitung – Entwurf der EN 16802 [9]

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Es wurden 42 Proben von Reis und Reisprodukten auf ihre Gehalte an anorganischem und gesamtem Arsen analysiert. Dabei wurden die Proben einerseits aus der amtliche Kontrolle herangezogen und andererseits in Supermärkten und Fachgeschäften („Asia Märkte“) eingekauft. Die Analysen auf anorganisches Arsen erfolgte nach dem Entwurf der EN 16802 mit HPLC-ICPMS Kopplung, die auf Gesamtarsen nach Mikrowellendruckaufschluss mit Salpetersäure durch Messung mit ICPMS gemäß EN 15763. Die Gehalte an anorganischem Arsen lagen zwischen 0,02 und 0,20 mg/kg, im Mittel bei 0,08 mg/kg. In der folgenden Graphik ist die Verteilung der Messwerte dargestellt.

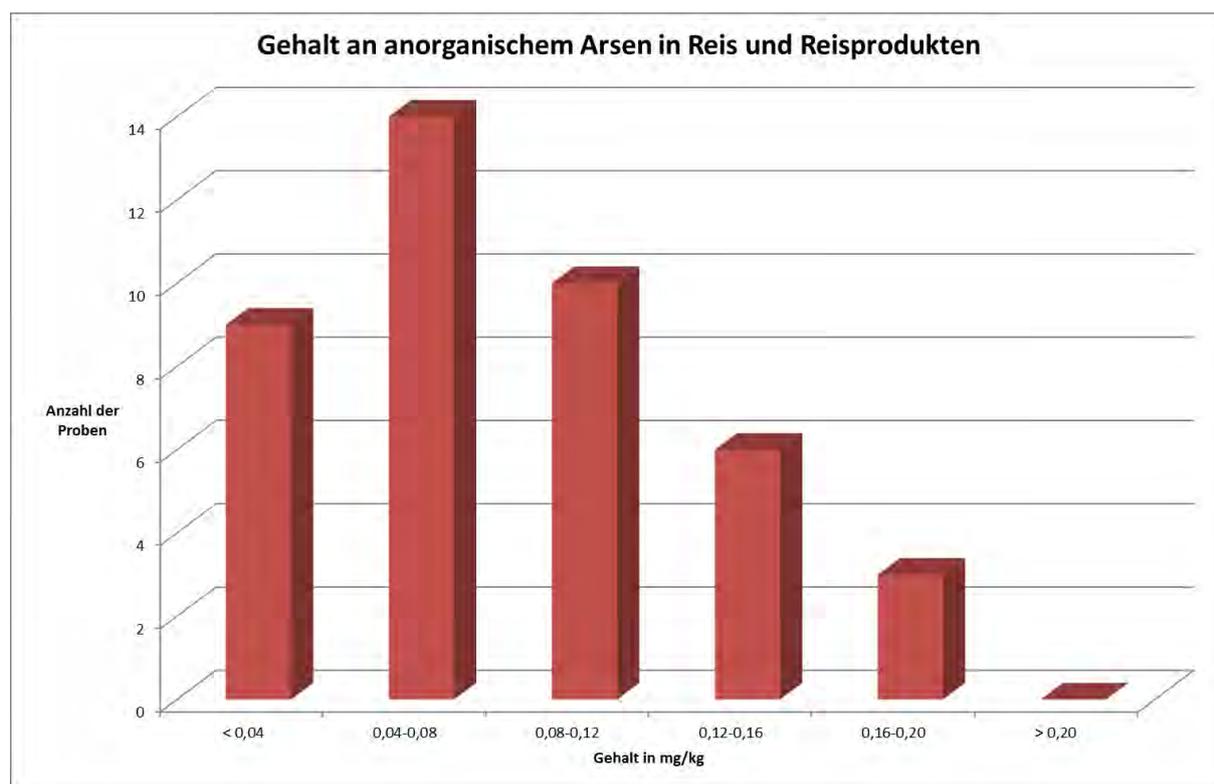


Abbildung 1: Die gemessenen Gehalte an Gesamtarsen lagen im Durchschnitt um rund 20 % höher.

### ***Zusammenfassung***

Die anorganischen Formen von Arsen (Arsenit und Arsenat) werden als toxisch eingestuft, durch ihre Aufnahme kann es zu schwerwiegenden Erkrankungen, allen voran Krebs kommen. Die Hauptaufnahmequelle in der EU-Bevölkerung sind laut EFSA Lebensmittel, in erster Linie Getreide (v.a. Weizen), Reis, Milch und Wasser, wobei Kinder unter 3 Jahren als besonders betroffen gelten. Höhere Gehalte werden häufig in Reis und Reisprodukten gefunden, aus diesem Grund verordnet die EU Kommission - vermutlich ab Anfang 2016 - Höchstgehalte für anorganisches Arsen (Summe aus Ar-

senit und Arsenat) in Reis und Reisprodukten. Um die Gehalte korrekt bestimmen zu können sind valide Verfahren notwendig, eine Normmethode auf Ebene ISO oder CEN existiert noch nicht. Dennoch kann der Parameter gut bestimmt werden, die Methode der Wahl ist im Moment die HPLC-ICPMS Kopplung. Sofern diese Geräteausstattung nicht zur Verfügung steht kann auch die HG-AAS direkt oder mit einer vorangestellter Festphasen- oder Flüssig-Flüssig-Extraktion verwendet werden, wobei diese Verfahren deutlich arbeitsaufwendiger (vor allem die Flüssig-Flüssig-Extraktion) als die HPLC-ICPMS Kopplung sind.

Bei Untersuchungen von 42 Reisproben und Reisproduktproben mit der HPLC-ICPMS Kopplung nach dem Entwurf der EN 16802 wurde Gehalte an anorganischem Arsen zwischen 0,02 und 0,20 mg/kg, im Mittel von 0,08 mg/kg festgestellt. Die Gehalte an Gesamtarsen lagen durchschnittlich etwa 20 % höher.

### ***Abstract***

The inorganic forms of arsenic are known to be toxic, they are classified as carcinogenic to humans. The principal routes of exposure to arsenic are food (mainly grain-based (non-rice) products, rice, milk and dairy products) and drinking water. Higher contents of inorganic arsenic can be usually found in rice and rice products, therefore the European Commission decided to set maximum levels for this matrix. They will enter into force probably 2016. Possible methods for determining inorganic arsenic are HPLC-ICPMS, or HG-AAS. The latter either direct after extraction or with a solid-phase extraction or liquid-liquid extraction before the measurement.

42 samples of rice and rice products were analyzed for their content of inorganic arsenic using a HPLC-ICPMS instrument. The levels were between 0,02 mg/kg and 0,2 mg/kg, the mean was 0,08 mg/kg. The contents of total arsenic in these samples were in average about 20 % higher.

### ***Literatur***

- [1] European Commission - Joint Research Centre – Institute for Reference Materials and Measurements; IMEP-41: Determination of inorganic As in food by flow injection hydride generation atomic absorption spectrometry (FI-HG-AAS) – January 2015
- [2] European Food Safety Authority, 2014, Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. EFSA Journal 2014;12(3):3597, 68 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3597
- [3] European Food Safety Authority – Chemical in food 2015 – Overview of Data Collection Reports <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/150414.htm>
- [4] Francesconi, K.A.; Kuehnelt, D. Analyst 2004, 129, 373-395
- [5] Kaise, T.; Watanabe, S.; Itoh, K. Chemosphere 1985, 14, 1327-1332
- [6] SLOT J., RASMUSSEN R., 2012: Determination of inorganic arsenic in marine samples and rice, Report on a collaborative trial by VDLUFA labs, National Food Institute, Technical University of Denmark (DTU Food), 14.09.2012
- [7] ÖNORM EN 16278: 2012 08 15 ; Futtermittel - Bestimmung von anorganischem Arsen mit Atomabsorptionsspektrometrie-Hydridtechnik (HD-AAS) nach Mikrowellen-Extraktion und Trennung durch Festphasenextraktion (SPE)
- [8] ONR CEN/TS 16731 : 2014 12 01 ; Lebensmittel - Bestimmung von Hydrid-bildenden Arsen-Verbindungen in Reis nach Säureextraktion mit Atomabsorptionsspektrometrie (Hydrid-AAS)
- [9] ÖNORM EN 16802: 2014 11 15 (Entwurf) ; Lebensmittel - Bestimmung von Elementen und ihren Verbindungen - Bestimmung von anorganischem Arsen in Lebensmitteln marinen Ursprungs und pflanzlichen Lebensmitteln mit Anionenaustausch-HPLC-ICP-MS nach Wasserbadextraktion

### ***Adresse der Autoren***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Abteilung Elementanalytik, Wieningerstraße 8, 4020 Linz

\* Ansprechpartner: Gerhard LIFTINGER, [gerhard.liftinger@ages.at](mailto:gerhard.liftinger@ages.at)

# Über die Elementzusammensetzung diverser Molkereiprodukte

## *About the elemental composition of various dairy products*

Manfred Sager

### *Einleitung*

An Hand von Harnanalysen schwangerer Patientinnen wurde an einem Teil der Probanden im AKH eine schwere Unterversorgung mit Jod diagnostiziert (LINDORFER et al. 2014). Da Jodmangel zu verringerter Intelligenz des Kindes führt, ist es wichtig zu wissen, wie man außer durch Gabe von Jodtabletten durch adäquate Ernährung einen zufriedenstellenden Jodstatus erreichen kann. Aus diversen Übersichtsanalysen diverser Lebensmittel ergeben sich als Hauptträger in unserer Nahrung Milch und Eier sowie jodiertes Salz, während Obst, Gemüse und Getreide nur geringe Mengen enthalten. Algen und Meerestiere wären ebenfalls Jodquellen, werden aber selten konsumiert, und die Überfischung der Meere wird die Preise für Meeresfische wohl weiter steigen lassen.

Vom Standpunkt einer adäquaten Ernährung sind Milch und ihre Produkte eine wesentliche Quelle besonders für Ca, Mg und Jod. Gemäß dem Codex werden Molkereiprodukte nach ihrem Fettgehalt eingeteilt, sowie nach der Art ihrer Stabilisierung, z.B. durch Erhitzen zum Inaktivieren von Keimen oder Veränderung von Proteinen, und auch nach Zusätzen. Für den Konsumenten ist es bedeutsam, ob mit unterschiedlichen Produkten auch unterschiedliche Nähr- und Spurenelementfrachten aufgenommen werden. Da hier die Menge an Frischsubstanz maßgeblich ist, bedeuten unterschiedliche Fettgehalte indirekt auch unterschiedliche Wassergehalte, und daher nimmt man z.B. mit Schlagobers mehr Menge an Trockenmasse auf als mit Magermilch.

Es ist schon lange bekannt, dass bei der Fällung von Casein zur Käseerzeugung ein beträchtlicher Teil des Ca in die feste Phase geht. Beim Entrahmen ist die Verteilung der in der Milch enthaltenen Ionen zwischen der fettreichen und der fettarmen Phase weniger untersucht, über Anionen wie Jodid konnte nichts entsprechendes gefunden werden. Es ist zu erwarten, dass unkomplexierte Aquo-Ionen in der Wasserphase verbleiben, jedoch ermöglichen Proteine und andere Stoffe vielleicht auch das Entstehen lipophiler Komplexe, die beim Entrahmen in das Milchlipothyl gehen; außerdem enthält auch die fettreiche Phase noch mehr als die Hälfte Wasser.

Aus einer kürzlich fertiggestellten Studie wurde unter anderem der Bereich von Jodgehalten in Rohmilch aus drei Regionen Niederösterreichs in insgesamt 103 Proben ermittelt (SAGER, HOBEGGER 2013). Hier wurde die Rohmilch ab Kuh mit einem Proportionalsammler beprobt, um den Einfluss von geologischer Region, Futterzusammensetzung, Rasse und Laktationszeit zu erfassen. Für den menschlichen Verzehr werden jedoch diverse Molkereiprodukte, und nicht Rohmilch, in Verkehr gebracht, und aus Tankmilch erzeugt, womit die Rückverfolgbarkeit auf eine einzelne Kuh nicht gegeben ist. Die vorliegende Arbeit entstand aus der Frage, in welchen Milchprodukten nun dieses Jod enthalten ist. Durch die zur Verfügung stehende Multi-Elementanalytik konnte die Arbeit leicht auf jene Elemente ausgeweitet werden, die aus den vorhandenen Aufschlüssen leicht bestimmt werden können.

Bedingt durch den Jahreszyklus der grünen Pflanzen ändert sich die Artenzusammensetzung der Wiesen und somit des Grundfutters, und es könnten auch in der Tankmilch jahreszeitliche Schwankungen auftreten. Deshalb wurden die Proben über ein Jahr lang gesammelt, und bei Ordnung der Daten nach der internen Probennummer, welche das Probeneingangsdatum enthält, würde dies sichtbar werden.

### *Material und Methodik*

Subproben aus der amtlichen Kontrolle (Februar 2014 – März 2015) wurden von der Abteilung Tierische Lebensmittel (im Hause) in 50 ml Proberöhrchen abgefüllt, mit der internen Probennummer etikettiert, mit Schraubkappe verschlossen und tiefgefroren. Somit steht die Beschreibung der Probe zur richtigen Einteilung nach dem Codex zur Verfügung. Die Probe wurden über 2 Nächte ohne Gefäßwechsel gefriergetrocknet und vor der Einwaage mit einem Kunststoffstab homogenisiert. Etwa 1 g Probe wurde mit salpetersaurer Kaliumchloratlösung im Druckgefäß mit Hilfe von Mikrowellen aufgeschlossen (SAGER 2011) und auf 25 ml aufgefüllt. Bei Schlagobers musste die Einwaage auf 0,7g reduziert werden. Die Probelösung wurde pur und in mehreren Verdünnungen einer Multi-Elementbestimmung mit ICP-OES unterworfen, zusammen mit mindestens 2 Blindwerten. Bor und Si

wurden in gesonderten Durchgängen bestimmt. Die Bestimmung von Jod erfolgte mit ICP-MS als Jodat in Gegenwart von Chlorat nach Verdünnung 1+49 mit Standardaddition. Die Mehrfachbestimmungen wurden gemittelt und die erhaltenen Werte mit dem durch Gefriertrocknung erhaltenen Wassergehalt in Frischgewicht zurückgerechnet.

## Ergebnisse

Bisher wurden 79 Proben analysiert und ausgewertet. Zusätzlich liegen noch Daten einzelner Probentypen vor, von denen noch keine repräsentative Anzahl vorhanden ist, wie Creme fraiche, Buttermilch, Acidophilus Milch, Fruchtmilch, Molkeprodukte, Eiskaffee und Ziegenmilch.

Tabelle 1: **Bisher ausgewertete Proben**

	% Fett	% H <sub>2</sub> O	Probenzahl
Schlagobers	30-36%	58,3 ± 2,8	6
Rahm	10%	78,1 ± 1,9	5
Milch mit nat. Fettgehalt		84,5 ± 2,6	10
Vollmilch	3,5%	85,6 ± 2,0	22
Halbfettmilch	1,5%	87,5 ± 1,5	9
Magermilch	0,5%	87,9 ± 1,8	5
Joghurt Kuh		84,5 ± 2,1	8
Joghurt Schaf		82,2 ± 1,0	8
Kakaomilch		82,0 ± 2,0	6

Bei den meisten Elementen überlappten sich die in verschiedenen Milchsorten gefundenen Konzentrationen in Frischsubstanz weitgehend, während Rahm/Kaffeeobers, und noch stärker das Schlagobers, deutlich weniger enthielten. In Frischsubstanz enthielt Schlagobers weniger als die Hälfte von Na, den Erdalkalien Mg-Ca-Sr-Ba, sowie den Spurenelementen Co-Cr-Cu-Mn. Etwas geringer abfallend waren Zn, Jod, sowie auch die Hauptelemente P und S. All diese Ionen gehen beim Entrahmen also eher nicht in die lipophile Phase. Beim Fe und Al sah es umgekehrt aus, Schlagobers und auch Rahm hatten etwas mehr als die Milch. Das kehrte sich jedoch um, wenn man auf Trockenmasse bezieht.

Das aus Kuhmilch hergestellte Joghurt war größtenteils wie Milch zusammengesetzt, nur Na war etwas höher und Jod etwas tiefer. Mg und Mn waren im Mittel gleich, hatten aber einen breiteren Konzentrationsbereich.

Das aus Schafmilch hergestellte Joghurt hingegen enthielt einige ernährungsrelevante Elemente in höheren Gehalten als Kuhjoghurt, wie die Erdalkalien Mg-Ca-Sr-Ba, die essentiellen Spurenelemente Cu-Mn-Fe, die Alkalien Li und Na (K-Rb-Cs nicht analysiert), und die Hauptelemente P und S. Besonders das Jod war wesentlich höher und schwankte in einem weiten Bereich. Ob das aus der geographischen Herkunft erklärbar ist, ist noch offen. Für die Erstellung von Diätplänen ist es also nicht egal, ob Kuhjoghurt oder Schafjoghurt vorliegt.

Interessant ist auch ein Vergleich des Elementgehalts der größtenteils im Jahre 2014 beprobten Milch natürlichen Fettgehalts und Vollmilch dieser Arbeit mit den Daten von Rohmilch, welche im Winter 2011/12 in Niederösterreich (Waldviertel- Molassezone- Kalkvorpalpen) direkt ab Kuh bei einem Melkvorgang proportional in Kunststoffgefäßen erhalten wurde (SAGER, HOBEGGER 2013). Damals waren die Unterschiede (bei Fleckvieh und Braunvieh) zwischen den Regionen gering und nur bei Li, Rb, Cs und Ba sichtbar. Bei der Verwendung von Tankmilch in den Großmolkereien mitteln sich eventuelle Effekte von Laktationszeit, Rasse und Fütterung aus, aber durch die Verarbeitung sind Kontaminationen nie auszuschließen. In Molkereien wird ja viel mit Metallgefäßen gearbeitet, weil Kunststoffoberflächen von Mikroorganismen gerne besiedelt werden.

Etwa gleiche Konzentrationsbereiche wurden bei den Nichtmetallen S und B, den Spurenelementen Co, Cr und Ni, sowie den physiologisch wenig aktiven Spurenelementen Li, Ba, Sr, Al, Ti und Si gefunden. Die Konzentrationen in Rohmilch aus NÖ überstiegen im Falle des Hauptelements P sowie den essentiellen Spurenelementen Cu, Mn, Fe und Zn einen weiteren Bereich bei gleichem Mittel, wohl ein Effekt der Mischung im Tank. Es gab einen Trend zu kleineren Werten bei NÖ-Rohmilch bei Na, Ca, Mg und Jod, aber mit Überlappung der Konzentrationsbereiche.

Zusätze können den in Milch generell niedrigen Spurelementgehalt erhöhen, was man am Beispiel von Kakaomilch deutlich zeigen kann. Kakaomilch soll (laut Codex) mindestens 1,5% Kakaopulver oder 1,2% Magerkakaopulver enthalten. Kakao ist gegenüber Weizen (als dem menschlichen Grundnahrungsmittel) und Milch mit (in alphabetischer Reihenfolge) B, Ba, Co, Cu, Mg, Mn, P, S und Zn angereichert (Sager 2012). Deshalb wurde in Kakaomilch auch mehr an den essentiellen Spuren Co, Cu und Mn, an Al und Fe, sowie an Ba, B, Si und Ti gefunden.

### ***Zusammenfassung***

In Kuhmilch sämtlicher Fettstufen sind Neben- und Spurenelemente in gleichem Ausmaß enthalten, wie auch in Joghurt. Beim Entrahmen erfolgt Abreicherung in der lipophilen Phase, aber keine vollständige Entfernung. Schafjoghurt ist grossteils höher mineralisiert als Kuhjoghurt, insbesondere mit dem zur adäquaten Spurenelementversorgung wichtigem Jod, Ca und Mg. Zusätze wie Kakao beeinflussen die Elementzusammensetzung wesentlich. Im Vergleich zu durchwegs in Kunststoff gesammelter Rohmilch aus NÖ lagen die Gehalte sämtlicher Metalle in den in Verkehr gebrachten Produkten im gleichen Bereich.

### ***Summary***

No matter which level of fat content, cow-milk contains main and trace elements at the same level, alike the respective yoghurt. During separation of cream, depletion of ions in the lipophilic phase takes place, but no complete removal. Yoghurt made from sheep-milk contains most inorganics at higher levels than yoghurt made from cow-milk, especially iodine, Ca, and Mg, which significantly contribute to adequate human nutrition. Additives like cocoa can have a large impact on the elemental composition. Unprocessed milk directly taken from the cow in plastic vessels in Lower Austria, contained metals at the same low levels than the investigated dairy products ready for sale.

### ***Literatur***

- LINDORFER H, KREBS M, KAUTZKY-WILLER A, BANCHER-TODESCA D, SAGER M, GESSL A, 2015: Iodine deficiency in pregnant women in Austria. *European Journal of Clinical Nutrition* 69 (3), 349-354
- SAGER M, 2011: Microwave- assisted digestion of organic materials with  $\text{KClO}_3/\text{HNO}_3$  for the analysis of trace metals and non-metals. *Analytical Chemistry- an Indian Journal* 10 (2)
- SAGER M, 2012: Chocolate and Cocoa Products as A Source of Essential Elements in Nutrition. *Journal of Nutrition and Food Science* 2, 123-132
- SAGER M, HOBEGGER M, 2013: Elementgehalte in Rohmilch aus drei Regionen Niederösterreichs. *Ernährung/Nutrition* 37 (7/8), 277-290

### ***Adresse des Autors***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Sonderuntersuchungen  
Elementanalytik, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

Univ.-Doz. Dr. Manfred SAGER: manfred.sager@ages.at

# Befallsmanagement von *Rhizoctonia solani* in Zuckerrübe durch gezielte Konditionierung von Zwischenfrüchten

## *Specifically treated intercrop seeds reduces damping-off disease on sugar beets triggered by *Rhizoctonia solani**

Christoph Kreitzer\* und Herbert Eigner

### Einleitung

Die durch *Rhizoctonia solani* verursachte Späte Rübenfäule zählt weltweit zu den bedeutenden Zuckerrübenkrankheiten. Je nach Zugehörigkeit zu einer Anastomosegruppe kann der Erreger verschiedene Kulturen wie Zuckerrübe, Kartoffeln oder Getreide befallen. In den letzten Jahren sind phytomedizinische Aspekte von verschiedenen Zwischenfrüchten immer mehr in den Vordergrund gerückt. Mehrere Forschungsprojekte konnten zeigen, dass der Infektionsdruck durch Zwischenfrüchte gesenkt werden kann (KREITZER 2012). Aufbauend auf ein neu etabliertes in Vitro Testsystem wird ein Ausschnitt einer Fruchtfolge (Zwischenfrucht - Zuckerrübe) unter in Vivo Konditionen getestet. Eine gegenüber *R. solani* anfällige Zuckerrübensorte wird auf die Auswirkungen unterschiedlicher Zwischenfrüchte sowie einer mikrobiellen Beizung des Versuchssaatgutes untersucht.

### Material und Methoden

**In Vitro:** Ölrettich (Sorten Final, Colonel, Cassius), Platterbse (Moni), Buchweizen (Lileja), Braunsenf (Vitasso), Kresse, Gelbsenf (Serval) und Meliorationsrettich (Forza) wurden in einem neuem Testsystem untersucht (Abbildung 1). Die Oberflächendesinfektion wurde mit Wasserstoffperoxide (5 %, 5 min.) durchgeführt. Die Bonitur der Pflanzen erfolgte mittels vierstufiger Skala (1-4), wobei 1: keine Symptome, 2: kleine Verfärbungen, 3: deutliche Läsionen bzw. Verfärbungen und 4: massive Läsionen (> 75 %) bedeutet.

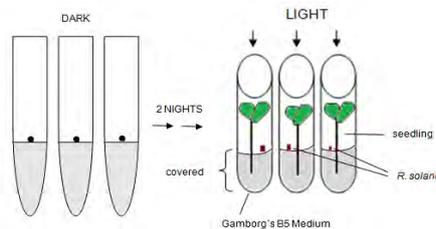


Abbildung 8: Schematische Darstellung des modifizierten in Vitro Testansatzes

Tabelle 9: Übersicht über die Behandlungsvarianten in Vivo I, II

Variante	Infektion Erde	Saatgutbehandlung
K	-	-
II	vor Aussaat	-
III	nach Aussaat	-
IV	-	Coating
V	vor Aussaat	Coating
VI	nach Aussaat	Coating

**Konditionierung von Zwischenfrüchten (In Vivo I):** Der Versuch wurde in einem Vegetationsraum (12 h Belichtungsdauer, Wasser ad lib.) in Plastikplatten zu je 14 Einzelbehältern (á 0,5 dm<sup>3</sup>) durchgeführt. Die geprüften Varianten sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die Evaluierung der Zwischenfrüchte wurde mittels 4 stufigem Boniturschema durchgeführt (1: keine Symptome bis 4: massive Läsionen (>75 %), Faulstellen, Verfärbungen). Als Zwischenfruchtarten wurden Phacelia, Kresse und Platterbse gewählt.

**Versuchserde:** Die Versuchserde wurde für die Varianten II und V vor der Saat der Zwischenfrüchte mittels flüssigem (Medium 129, DSMZ) und festen (Gerstenkörner) Inokulum mit dem Pathogen infiziert. Die Varianten III und VI wurden eine Woche nach der Saat mittels gut mit *R. solani* bewachsenem Agarstück infiziert.

**Saatgutbehandlung:** Für die mikrobielle Beizung (Coating) des Saatgutes wurden Sporen ( $c = 1,0 \times 10^8$  Sp./ml) von IF-04-2013 mit einem Stärkederivat (40 % (v/w)) gemischt und gleichmäßig auf das Saatgut aufgesprüht. Nach 15 min. Besprühungsdauer wurden die Samen unter reduziertem Luftstrom rückgetrocknet.

**Zuckerrübe nach Zwischenfrucht (in Vivo II):** Nach Auswertung der Versuchsanlage in Vivo I wurde das – der jeweiligen Variante zugehörige – Pflanzenmaterial nach einer künstlich induzierten Frostperiode (-18°C) mechanisch zerkleinert und mit der zugehörigen Versuchserde homogenisiert. Dieses Erd-Zwischenfruchtgemisch wurde erneut in die Plastikplatten gefüllt und mit einer, gegenüber *R. solani* anfälligen Zuckerrübensorte (Wagner) bebaut. Die Auswer-

tung erfolgte nach einer vier monatigen Wachstumsperiode. Platterbse wurde nicht in die Auswertung miteinbezogen, da eine Bonitur der Einzelpflanzen aufgrund des dichten, ineinandergreifenden Wachstums der oberirdischen Pflanzenteile nicht möglich war.

## Ergebnisse und Diskussion

In vitro Screening von neun Zwischenfrüchten: Die Änderung des Testsystems (Abbildung 1) erlaubt eine homogenere Wirt-Pathogen Interaktionen. Der Infektionsdruck pro Pflanze steigt durch das neue System, dennoch ist die gesamt Repräsentativität in Summe höher.

Tabelle 10: **Mittelwerte visuelle Bonitur am 14. Tag**  
(Student-Newman-Keuls Test,  $\alpha = 0,05$ , signifikant unterschiedliche Mittelwerte sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet)

	mittlere visuelle Bonitur am 14. Tag			
	Stamm	Blätter	Länge [cm]	TM [%]
<i>Braunsef - Vitasso</i>	1,59 b	1,86 b	2,41	48,0
<i>Platterbse - Moni</i>	1,53 b	1,90 b	7,85	15,9
<i>Buchweizen - Lileja</i>	1,67 b	2,16 b	7,79	9,2
<i>Meliorationsrettich - Forza</i>	2,50 a	2,32 b	6,47	10,4
<i>Ölrettich - Cassius</i>	1,86 b	2,34 b	8,19	7,8
<i>Ölrettich - Colonel</i>	2,35 a	2,81 a	4,27	9,6
<i>Kresse</i>	2,61 a	2,96 a	3,14	33,0
<i>Gelbsef - Serval</i>	2,43 a	3,07 a	2,87	26,7
<i>Ölrettich - Final</i>	2,61 a	3,31 a	6,63	39,9

Bei Gelbsef sowie Ölrettich - Final konnten im Mittel die stärksten physiologischen Veränderungen in Gegenwart von *R. solani* beobachtet werden (Tabelle 2). Bei den genannten Zwischenfrüchten waren bei mehr als 50 % der Pflanzenteile Läsionen und deutliche Verfärbungen bemerkbar. Braunsef, Platterbse und Buchweizen reagieren im Gegensatz dazu signifikant geringer. Bei, bereits von BUHRE et al. 2008 sowie KREITZER 2012 durchgeführten Versuchen konnte bei den deckungsgleichen Zwischenfrüchten ein ähnliches Anfälligkeitsmuster festgestellt werden.

Zwischenfruchtsamen mit einem Sporen/Maltodextrin Gemisch erlaubte einen gleichmäßigen Coatingfilm um das Saatgut.

Tabelle 11: **Mittlere visuelle Bonituren sowie Frisch- und Trockenmassen in Abhängigkeit der Variante sowie der geprüften Zwischenfrucht**

(Student-Newman-Keuls Test,  $\alpha = 0,05$ , signifikant unterschiedliche Mittelwerte sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet)  
(FM = Frischmasse, TM = Trockenmasse)

	Phacelia				Kresse			
	Wurzel	Habitus ob.	FM [g]	TM [%]	Wurzel	Habitus ob.	FM [g]	TM [%]
K	2,0 C	2,0 B	26,5	15,3	2,0 AB	2,0 B	11,8	25,9
II	2,7 AB	2,5 A	40	15,3	2,4 A	1,5 C	18,8	30,8
III	3,0 A	2,6 A	38,4	20,5	2,2 AB	2,3 A	20	24,9
IV	1,7 C	1,7 B	36,8	11,3	2,0 AB	2,0 B	12,3	20,8
V	2,4 B	1,7 B	26,8	20,4	1,8 B	1,6 C	25,7	26
VI	2,4 B	1,8 B	26,6	16,8	2,2 AB	2,6 A	15,7	31

Bei den Varianten IV, V und VI (Varianten mit mikrobieller Beizung der Zwischenfrüchte) konnten an den Wurzeln sowie am oberirdischen Aufwuchs signifikant weniger Schadsymptome bonitiert werden (Tabelle 3). Dies deutet darauf hin, dass durch die Applikation von IF-04-2013 eine gewisse mikrobielle Schutzatmosphäre rund um die Wurzeln aufgebaut werden konnte. Der oberirdische Habitus konnte im Mittel besser oder zumindest gleich gut wie das zugehörige Wurzelsystem evaluiert werden. Die hohe Frischmassevariation kann auf eine inhomogene Beleuchtung im Vegetationsraum zurückgeführt werden. Befallspräventive Effekte durch eine Saatgutbehandlung mit IF-04-2013 können - vor allem bei gegenüber *R. solani* anfälligen Zwischenfrüchten (Phacelia) - realisiert werden.

### Fruchtfolgesimulation: Zuckerrübe nach Zwischenfrucht (In Vivo II):

Platterbse als Vorkultur steigert im Vergleich zu den anderen Zwischenfruchtarten signifikant die Blatt- und Rübenmasse nach viermonatigem Wachstum. Hinsichtlich der Faulstellen bzw. der Einschnürungen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 4).

Eine Saatgutbehandlung mit IF-04-2013 (Coating Ja/Nein) wirkte sich nicht auf die Blatt- und Rübenkörpermasse der Zuckerrüben aus. Durch die mikrobielle Beizung des Saatgutes konnte dennoch eine

signifikante Reduktion der Faustellen um nahezu 40 % realisiert werden. Einschnürungen am Rübenkörper konnten durch die angewandte Saatgutbehandlung ebenfalls signifikant reduziert werden. Es liegt nahe, dass sich der Antagonist (IF-04-2013) im Versuchsboden etabliert hat und sein antagonistisches Potential in der – der Zwischenfrucht folgenden – Kultur (Zuckerrübe) vollständig ausschöpfen konnte.

Die Unterschiede in der Blatt- und Rübenmasse aufgrund des differenzierten Infektionszeitpunktes der Versuchserde bei Anlage der Zwischenfrucht bedarf noch einer näheren Klärung. Hinsichtlich der Bonituren auf Faulstellen und Einschnürungen können keine signifikanten Differenzierungen festgestellt werden.

Tabelle 12: **Zusammengefasste Ergebnisse von Zuckerrübe angebaut nach drei verschiedenen Zwischenfrüchten kombiniert mit unterschiedlichen Behandlungen (Versuchsplan Tab. 1)**

(Student-Newman-Keuls Test,  $\alpha = 0,05$ , signifikant unterschiedliche Mittelwerte sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet, es wurden keine Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Faktoren festgestellt)

	Zwischenfrucht			Saatgutbehandlung ZF		Behandlung Versuchserde		
	Phacelia	Kresse	Platterbse	Coating Ja	Coating Nein	Infektion vor Saat	Infektion nach Saat	keine Infektion
Masse Blatt [g]	11,26 b	12,51 b	15,49 a	12,88 a	13,35 a	14,75 a	12,33 b	12,37 b
Masse Rübe [g]	8,68 b	10,06 b	12,89 a	10,45 a	10,71 a	12,67 a	9,87 b	9,31 b
Faulstellen [%]	29,11 a	34,03 a	43,65 a	26,99 b	44,13 a	39,21 a	36,30 a	31,85 a
Einschnürungen [%]	44,44 a	47,06 a	52,39 a	40,71 b	55,07 a	50,36 a	48,27 a	45,58 a

### Zusammenfassung

Die Späte Rübenfäule zählt zu den bedeutendsten Zuckerrübenkrankheiten weltweit. Ein neu etablierter in Vitro Schnelltest zur Prüfung der Wirtspflanzeigenschaften gegenüber *R. solani* erlaubt homogene Wirt-Pathogen Interaktionen. Platterbse, Buchweizen und Braunsenf erwiesen sich als weniger anfällig. In einer mehrfaktoriellen in Vivo Anlage wurden Phacelia, Kresse und Platterbse mittels speziell aufbereitetem Saatgut hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegenüber *R. solani* getestet. Signifikante Differenzierungen durch eine mikrobielle Saatgutbehandlung konnten gezeigt werden. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass signifikant präventive Effekte durch IF-04-2013 auf eine nachfolgende, gegenüber *R. solani* anfällige Zuckerrübensorte, erhalten bleiben.

### Abstract

The late root rot is one of the most important sugar beet diseases worldwide. A newly developed in Vitro test allows homogeneous conditions for a representative evaluation of a host-pathogen interaction. Vetchling, buckwheat and brown mustard showed to be less susceptible against *R. solani*. Phacelia, cress and vetchling seeds were purified with a Trichoderma strain and further tested under greenhouse conditions for their resistance against the pathogen. Significant differences could be pointed out. Noticeable preventive effects on a following against *R. solani* susceptible sugar beet variety are retained.

### Literatur

KEIJER J, KORSMAN MG, DULLEMANN AM, HOUTERMAN PM, De BREE J, Van SILHOUT CH, 1997: In vitro analysis of host plant specificity in Rhizoctonia solani; Plant Path 46; 659-669.

Weitere Literaturquellen können beim Autor nachgefragt werden

### Adressen der Autoren

AGRANA Research & Innovation Center GmbH, Josef-Reither-Straße 21-23, A 3430 Tulln

\* Ansprechpartner: Christoph Kreitzer, christoph.kreitzer93@gmx.at

# **Beurteilung unterschiedlicher Herkünfte von Zuckerrüben hinsichtlich ihrer Reaktion auf einen möglichen Befall durch Rizomania**

## ***Evaluation of different origins of sugar beet concerning their response onto a potential infestation of Rizomania***

Gerhard Sigl\* und Herbert Eigner

### ***Einleitung***

Das Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV – Adernvergilbungsvirus) gilt als Verursacher von Rizomania (Viröse Wurzelbärtigkeit). Rizomania ist als die wirtschaftlich bedeutendste Zuckerrübenkrankheit anzusehen. Durch eine Infektion mit BNYVV können Ertrags- und Zuckerverluste bis zu 70 % entstehen (RICHARD-MOLARD 1985). Neben den Ertragsverlusten führt ein Befall zu einem Anstieg unerwünschter Inhaltsstoffe in den Rübenkörpern (Natrium, Kalium, Amino-Stickstoff), wodurch die Verarbeitbarkeit der Zuckerrüben beeinträchtigt wird. Der Erreger kann in nahezu allen Rübenanbaugebieten Europas nachgewiesen werden. Eine direkte Bekämpfung des Virus als auch dessen Vektors (*Polymyxa betae*) ist nicht möglich. Als vorbeugender Schutz stehen tolerante, teilresistente Sorten zur Verfügung, welche auch flächendeckend eingesetzt werden.

In den letzten Jahren konnten – vor allem im Seewinkel – wieder vermehrt Rizomania-Symptome beobachtet werden. Zu prüfen ist, ob die dem aktuell eingesetzten Sortenspektrum zugrunde liegende Resistenz (Rz<sub>1</sub>-Typ) gegenüber dem Befall durch Rizomania in allen Gebieten noch ausreichend ist oder ob Sorten bzw. Herkünfte mit neuerem Resistenztyp (Rz<sub>1</sub>/Rz<sub>x</sub>-Typ) Vorteile bieten.

### ***Material und Methoden***

Auf 30 Standorten im Seewinkel bzw. Marchfeld wurden einander im Rahmen von Blockanlagen oder Feldteilungen jeweils zwei, in Einzelfällen auch vier Sorten bzw. Herkünfte unterschiedlicher Genetik (Serie 1: Rz<sub>1</sub> „Standard“ versus Rz<sub>1</sub>/Rz<sub>x</sub> „neu“) bzw. vermuteter Unterschiede in der Genetik (Serie 2) gegenübergestellt.

Eine Ernte erfolgte an in Summe 13 Standorten mit betriebsüblichen Vollerntern. Pro „Variante“ wurden je drei Teilflächen aus den jeweils getroffenen Anlagen über die gesamte Feldstücklänge geerntet und verwogen (Ausnahmen: Standorte Bristela, Wunderl je 2 Teilflächen). Je Teilfläche wurden zudem vier Proben á 20 Rüben für die weitere Qualitätsanalyse gezogen.

Aufgrund der Art der Versuchsanlage (hauptsächlich Feldteilungen) ist die Aussagekraft der Ergebnisse nicht mit jener von Exaktversuchen gleichzusetzen. Aufgrund der Vielzahl der Standorte wird jedoch eine „Verdichtung“ der Information erzielt, welche eine vorsichtige Abgrenzung erlaubt.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Serie 1 liegen letztlich die Ergebnisse von 11 Standorten zugrunde, welche sich – geschichtet nach der Reaktion im Rübenenertrag, im Zuckergehalt sowie im Ertrag an Zucker – in vier Gruppen teilen lassen. Während Typ Rz<sub>1</sub>/Rz<sub>x</sub> („neu“) in Gruppe 1 dem Standard im Zuckergehalt und Zuckerertrag überlegen bzw. im Rübenenertrag zumindest gleichwertig ist, zeigt er in Gruppe 2 nur noch höhere Zuckergehalte. Beim Rübenenertrag fällt der Typ „neu“ meist schon zurück. In Gruppe 3 vermögen die höheren Zuckergehalte Nachteile im Ertrag nicht mehr auszugleichen, in Gruppe 4 ist der Standard in allen Parametern zumindest gleichwertig, meist aber überlegen (Tabelle 1).

Wesentliche Aussage trifft die Lage der definierten Gruppen: Gruppe 1 ergibt sich aus den Standorten im Gebiet Halbturn – Westhof – Frauenkirchen, Gruppe 2 aus jenen im Gebiet Eckartsau – Witzelsdorf. Gruppe 3 umfasst den südlichen Seewinkel, Gruppe 4 die Standorte im mittleren und nördlichen Marchfeld. Die getroffenen Abgrenzungen sind als „nicht scharf“ zu betrachten.

Serie 2 zeigt für zwei Standorte (Götl, Wunderl) im Vergleich der beiden Sorten deutliche Unterschiede im Rüben- als auch Zuckerertrag zugunsten der jüngeren Sorte (Typ „neu“). Die Zuckergehalte liegen etwa gleich auf. Für einen weiteren Standort (Hirsch) ergibt sich eine deutliche Reaktion im Rübenenertrag im gleichen Sinn, niedriger Zuckergehalt kompensiert jedoch den erzielten Vorteil. Der vierte Standort dieser Serie reagiert ausgeglichen.

Die beiden erst genannten Standorte Tabelle 1: **Rüben- und Zuckererträge, Zuckergehalte sowie Qualitätsparameter der geprüften Herkünfte, Standorte gegliedert nach deren Reaktion (n.s.: nicht signifikant; \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001)**

**Rizomania Screening, Serie 1**

**Gruppe 1: Standorte mit deutlicher Reaktion im Rübenenertrag, Zuckergehalt und Zuckerertrag**

Standort	Variante	n	Rübenenertrag [t/ha]	Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag [t/ha]	Kalium [mmol/100 g Rübe]	Natrium [mmol/100 g Rübe]	α Amino N [mmol/100 g Rübe]	DQ
Mayer	Typ "Standard"	3	87,5 A	14,98 B	13,11 B	2,03 B	1,06 A	0,98 B	95,48 A
Halbturn	Typ "neu"	3	87,8 A	17,55 A	15,40 A	2,48 A	0,78 B	1,78 A	95,27 A
			n.s.	***	**	***	**	***	n.s.
Meszaros	Typ "Standard"	3	108,0 A	16,92 B	18,26 A	2,31 B	0,52 A	0,76 B	96,33 A
Tadten	Typ "neu"	3	109,3 A	18,06 A	19,76 A	2,70 A	0,43 A	1,07 A	96,03 A
			n.s.	***	n.s.	***	n.s.	***	n.s.
Riedlberger	Typ "Standard"	3	81,8 A	16,07 B	13,15 A	2,52 B	0,44 A	1,01 B	95,84 A
Frauenkirchen	Typ "neu"	3	90,5 A	17,62 A	15,94 A	2,95 A	0,40 A	2,05 A	94,98 B
			n.s.	***	n.s.	***	n.s.	***	***
Schneider	Typ "Standard"	3	104,9 A	16,61 A	17,44 A	3,30 B	0,76 B	1,98 B	94,15 A
Halbturn	Typ "neu"	3	112,2 A	17,18 A	19,27 A	4,15 A	0,99 A	3,68 A	91,99 B
			n.s.	n.s.	n.s.	***	*	***	***

**Rizomania Screening, Serie 1**

**Gruppe 2: Standorte mit deutlicher Reaktion im Zuckergehalt und Zuckerertrag**

Standort	Variante	n	Rübenenertrag [t/ha]	Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag [t/ha]	Kalium [mmol/100 g Rübe]	Natrium [mmol/100 g Rübe]	α Amino N [mmol/100 g Rübe]	DQ
Hirsch	Typ "Standard"	3	109,7 A	15,62 B	17,13 A	3,07 B	0,82 A	1,39 B	94,49 A
Witzelsdorf2	Typ "neu"	3	106,3 A	16,63 A	17,66 A	3,64 A	0,71 B	1,84 A	94,04 A
			n.s.	**	n.s.	***	*	*	n.s.
Windisch	Typ "Standard"	3	120,7 A	15,42 B	18,61 B	3,23 B	0,65 A	0,84 B	94,98 A
Eckartsau	Typ "neu"	3	114,9 B	17,65 A	20,28 A	3,78 A	0,57 A	1,68 A	94,48 A
			*	***	**	***	n.s.	***	n.s.

**Rizomania Screening, Serie 1**

**Gruppe 3: Standorte mit deutlicher Reaktion im Zuckergehalt**

Standort	Variante	n	Rübenenertrag [t/ha]	Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag [t/ha]	Kalium [mmol/100 g Rübe]	Natrium [mmol/100 g Rübe]	α Amino N [mmol/100 g Rübe]	DQ
Adrian	Typ "Standard"	3	105,9 A	16,86 B	17,85 A	2,48 B	0,53 B	1,18 B	95,81 A
Apetlon	Typ "neu"	3	98,6 B	17,47 A	17,23 A	3,25 A	0,65 A	1,95 A	94,58 B
			*	***	n.s.	***	**	***	***
Baar	Typ "Standard"	3	84,7 A	16,83 B	14,26 A	2,47 B	0,63 A	0,54 B	96,26 A
St. Andrä	Typ "neu"	3	79,1 A	17,45 A	13,79 A	3,04 A	0,64 A	0,84 A	95,66 B
			n.s.	*	n.s.	***	n.s.	***	***
Peck	Typ "Standard"	3	87,3 A	17,17 A	14,99 A	3,47 A	0,53 A	1,10 A	95,11 B
Andau	Typ "neu"	3	79,6 A	16,72 B	13,30 A	3,10 B	0,58 A	0,64 B	95,67 A
			n.s.	***	n.s.	*	n.s.	***	**

**Rizomania Screening, Serie 1**

**Gruppe 4: Standorte ohne Reaktion**

Standort	Variante	n	Rübenenertrag [t/ha]	Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag [t/ha]	Kalium [mmol/100 g Rübe]	Natrium [mmol/100 g Rübe]	α Amino N [mmol/100 g Rübe]	DQ
Bristela	Typ "Standard"	2	79,5 A	17,07 A	13,58 A	2,80 B	0,32 A	0,68 A	96,19 A
Engelhartstetten	Typ "neu"	2	75,9 A	16,90 A	12,83 A	3,02 A	0,32 A	0,72 A	95,93 B
			n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*
Zimmermann	Typ "Standard"	3	116,1 A	17,01 A	19,75 A	2,94 B	0,39 B	0,87 B	95,83 A
Weikendorf2	Typ "neu"	3	107,8 B	17,18 A	18,52 B	3,59 A	0,56 A	1,42 A	94,73 B
			**	n.s.	*	***	**	***	***

**Rizomania Screening, Serie 2**

Standort	Variante	n	Rübenenertrag [t/ha]	Zuckergehalt [%]	Zuckerertrag [t/ha]	Kalium [mmol/100 g Rübe]	Natrium [mmol/100 g Rübe]	α Amino N [mmol/100 g Rübe]	DQ
Götl	Typ "Standard"	3	112,3 B	15,40 A	17,30 B	3,04 B	1,34 A	1,32 B	94,07 A
Frauenkirchen	Typ "neu"	3	134,8 A	15,47 A	20,86 A	3,37 A	0,97 B	3,35 A	92,25 B
			**	n.s.	**	**	***	***	***
Wunderl	Typ "Standard"	2	93,6 B	14,30 B	13,39 B	3,86 A	0,59 A	0,85 B	94,07 A
Witzelsdorf	Typ "neu"	2	108,0 A	14,91 A	16,10 A	3,58 A	0,54 A	1,35 A	94,11 A
			*	**	**	n.s.	n.s.	***	n.s.
Hirsch	Typ "Standard"	3	102,1 B	17,21 A	17,59 A	3,70 A	0,49 B	1,70 B	94,44 A
Witzelsdorf1	Typ "neu"	3	122,2 A	14,44 B	17,64 A	3,71 A	0,87 A	2,68 A	92,14 B
			*	***	n.s.	n.s.	***	***	***
Zimmermann	Typ "Standard"	3	117,4 A	17,23 A	20,23 A	3,54 A	0,41 A	1,05 A	95,21 B
Weikendorf1	Typ "neu"	3	115,1 A	17,18 A	19,77 A	2,92 B	0,41 A	0,94 B	95,83 A
			n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	*	***

fallen in die oben genannten Gruppen 1 und 2, der vierte Standort in Gruppe 4. Serie 2 verdichtet somit die Einschätzung gemäß Serie 1.

Das Screening bestärkt die Vermutung, dass in einzelnen Teilgebieten eine Überwindung der Resistenz gegeben ist bzw. beginnt (Rübenertrag noch stabil, Zuckergehalt bricht ein). In welchem Umfang dies auf das Auftreten neuer Pathotypen zurückzuführen ist, ist in weiteren Untersuchungen zu klären.

### ***Zusammenfassung***

Rizomania – verursacht durch das Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) – ist als die wirtschaftlich bedeutendste Zuckerrübenkrankheit anzusehen und verursacht Ertrags- und Zuckerverluste bis zu 70 %. In den letzten Jahren konnten – vor allem im Seewinkel – wieder vermehrt Rizomania-Symptome beobachtet werden. Mittels Feldversuchen sollte daher geprüft werden, ob die dem aktuell eingesetzten Sortenspektrum zugrunde liegende Resistenz noch ausreichend ist oder ob Sorten bzw. Herkünfte mit neuerem Resistenztyp Vorteile bieten. Eine Gruppierung der Standorte mit gleichlaufenden Reaktionen der Sorten lassen regionale Cluster erkennen. Das Screening bestärkt daher die Vermutung, dass in einzelnen Teilgebieten eine Überwindung der Resistenz gegeben ist bzw. beginnt.

### ***Abstract***

Rizomania – caused by the Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) – is the economically most important sugar beet disease and causes yield and sugar losses up to 70 %. In the last years - especially in the “Seewinkel” – symptoms indicating Rizomania occurred. Therefore a series of field trials was set up to test whether the resistance of the current variety range is sufficient or if origins with a newer resistance type are in advantage. An aggregation of the sites with similar reactions of the varieties showed regional clusters. The screening strengthens the assumption that in some regions the resistance is still broken or starts to be overcome.

### ***Literatur***

RICHARD-MOLARD M, 1985: Beet rhizomania disease – the problem in Europe. Report of the 1984 British Crop Protection Conference – Pests and Diseases, 837-845.

### ***Adressen der Autoren***

AGRANA Research & Innovation Center GmbH, Josef-Reither-Straße 21-23, A 3430 Tulln

\* Ansprechpartner: DI Gerhard SIGL, gerhard.sigl@agrana.com

# Prüfung aktueller Zuckerrübensorten auf deren Eignung für eine lange Lagerung

## *Screening of sugar beet varieties concerning their suitability for long storage*

Gerhard Sigl\* und Herbert Eigner

### **Einleitung**

Aufgrund steigender Rübenmengen und der damit verbundenen längeren Kampagnen ist die Lager-eignung der Sorten von entscheidender Bedeutung. Während im frühen Verarbeitungszeitraum eine Lagerung aufgrund der hohen Temperaturen kurz zu halten ist, muss gegen Ende der Kampagne lang gelagerte Rübe verarbeitet werden. Der Einfluss des Standorts als auch der Sorte auf die Lagereignung wurde wiederholt proklamiert. Mehrjährige Lagerversuche bei unterschiedlichen Lagerbedingungen sollen klären, welche Sorten besser für eine längere Lagerung geeignet sind.

### **Material und Methoden**

Insgesamt wurden 21 Sorten unter 17 verschiedenen Umwelten, welche durch Jahr, Anbaustandort, Erntetermin, Lagerart und Lagerdauer definiert waren, geprüft. Einen Überblick über die geprüften Sorten sowie deren Eigenschaften (Toleranz gegenüber Nematoden, Rhizoctonia sowie Cercospora) gibt Tabelle 1.

**Tabelle 1: Übersicht über die 2010 – 2014 eingesetzten Sorten sowie deren Toleranzeigenschaften**

2010			2011			2011			2012			2013			2014		
Sorte	Züchter	Toleranz	Sorte	Züchter	Toleranz	Sorte	Züchter	Toleranz	Sorte	Züchter	Toleranz	Sorte	Züchter	Toleranz	Sorte	Züchter	Toleranz
7 Gladiator	SES	Nema	5 Gladiator	SES	Nema	3 Gladiator	SES	Nema	16 Gladiator	SES	Nema	2 Gladiator	SES	Nema	1 Gladiator	SES	Nema
10 Belladonna	KWS	Nema				2 Belladonna	KWS	Nema	18 Belladonna	KWS	Nema						
14 Horta	Syn	Cerc	6 Horta	Syn	Cerc	1 Horta	Syn	Cerc	3 Horta	Syn	Cerc	15 Horta	Syn	Cerc			
15 Nauta	Syn	Rhiz	9 Nauta	Syn	Rhiz							8 Nauta	Syn	Rhiz			
			1 Arnold	Str					1 Arnold	Str		1 Arnold	Str		4 Arnold	Str	
			10 Solano	SES	Rhiz												
			11 Wagner	Str					2 Wagner	Str		4 Wagner	Str		3 Wagner	Str	
			4 Amander	Syn					4 Amander	Syn							
			13 Sioux	SES					12 Sioux	SES		6 Sioux	SES		9 Sioux	SES	
			14 Serenada	KWS	Cerc				14 Serenada	KWS	Cerc	7 Serenada	KWS	Cerc	2 Serenada	KWS	Cerc
									8 Vulpes	SES		5 Vulpes	SES		10 Vulpes	SES	
									9 Kim	Kuhn		12 Kim	Kuhn		12 Kim	Kuhn	
									10 Dinara	KWS		9 Dinara	KWS		8 Dinara	KWS	
									11 Elvira	KWS		10 Elvira	KWS		20 Elvira	KWS	
									13 Lentia	Mar							
									15 Rosava	KWS							
									17 Kristalina	KWS	Nema						
									20 Greet	Kuhn							
												3 Marcellina	KWS	Cerc	16 Marcellina	KWS	Cerc
												11 Hannibal	Str		5 Hannibal	Str	
												13 Chagall	Str		14 Chagall	Str	
												14 Finola	KWS	Nema	19 Finola	KWS	Nema
												11 Nki	Kuhn		11 Nki	Kuhn	
															6 Punkta	Syn	
															7 Cavallo	Maribo	
															13 Inge	Kuhn	
															15 Terranova	KWS	
															17 Marino	Maribo	Nema
															18 Chika	KWS	Cerc

Eine Auswahl an Sorten wurde in jedem Jahr in radomisierten Blockanlagen mit vier Wiederholungen an zwei Standorten angebaut (Tabelle 2). Beide Standorte können durch kontinentales Klima und trockene Sommer charakterisiert werden. Der Standort Eckartsau wird regelmäßig bewässert. 2012 wurde der Standort Wullersdorf aufgrund von Frostschäden im Frühjahr durch „Harlanden“ (niederschlagsreicheres Gebiet) ersetzt. Die Versuche wurden Ende Oktober (1. Zeitpunkt) geerntet. Nur 2010 wurde auch eine zweite Ernte Mitte November durchgeführt. Eine Qualitätsanalyse der Rüben wurde sofort nach der Ernte (d.h. zu Beginn der Lagerung) als auch am Ende der Lagerung durchgeführt. Abhängig vom Standort bestanden die Rübenproben aus 20 bis 35 Einzelrüben. Sowohl die Köpfqualität als auch die Größe möglicher Beschädigungen wurden bonitiert. Für jede Sorte wurden – in Abhängigkeit von Standort und Jahr – drei bis sechs Wiederholungen in die jeweiligen Lagerarten verbracht.

Die Proben wurden entweder in üblichen Großprismen bzw. in Kühlräumen unter kühlen (5 bis 8 °C) oder warmen (8 bis 14 °C) Temperaturen gelagert. Nach der Lagerung wurden die Rüben auf Austrieb, Fäulnis und Schimmel bonitiert. Änderungen im Gewicht, Zuckergehalt sowie im Invertzucker-gehalt wurden festgestellt.

Für die Gesamtauswertung wurden nur jene Sorten herangezogen, welche in Zukunft noch von Bedeutung sind. Für die statistische Auswertung wurde der „relative Verlust an Zucker“ mittels „verallgemeinertem linearem Modell“ über alle Umwelten hinweg verrechnet.

Tabelle 2: Übersicht über die Charakteristika der geprüften Umwelten

Umwelt	Jahr	Standort	Erntezeitpunkt	Lagerart	Lagerdauer	Wiederholungen
1	2010	Eckartsau	1. Zeipunkt	Prisme	55	3
2		Wullersdorf	1. Zeipunkt	Kühlraum / kalt	55	3
3				Prisme	55	3
4				Kühlraum / warm	55	3
5			2. Zeipunkt	Prisme	55	3
6	2011	Eckartsau	1. Zeipunkt	Prisme	55	3
7				Prisme	75	3
8		Wullersdorf	1. Zeipunkt	Prisme	55	4
9				Prisme	75	4
10	2012	Eckartsau	1. Zeipunkt	Kühlraum / kalt	65	4
11				Prisme	65	4
12		Harlanden	1. Zeipunkt	Kühlraum / kalt	75	4
13				Prisme	75	4
14	2013	Eckartsau	1. Zeipunkt	Kühlraum / kalt	85	6
15		Wullersdorf	1. Zeipunkt	Kühlraum / kalt	85	6
16	2014	Eckartsau	1. Zeipunkt	Kühlraum / kalt	85	6
17		Wullersdorf	1. Zeipunkt	Kühlraum / kalt	85	6

## Ergebnisse und Diskussion

In den Einzelauswertungen der jeweiligen Umwelten differenzierte der Gewichtsverlust während der Lagerung nicht zwischen den Sorten. In der mehrjährigen Auswertung zeigte sich ein klarer Einfluss von Jahr, Standort und der Lagerart auf den relativen Verlust an Zucker. Für jeden Faktor wurden die einbezogenen Faktorstufen in Relation – geringere oder höhere Verluste an Zucker – zu einer „Referenzstufe“ gesetzt, welche als Schätzwert „0“ aufweist. Die Spalte „Pr>ChiSq“ gibt Information über die Signifikanz dieser Differenzen (= Signifikant von „0“ verschieden) (Tabelle 3).

Tabelle 3: Einfluss der einbezogenen Faktorstufen auf den relativen Verlust an Zucker  
Lagerversuche 2010 – 2014 (mit X sind 2014 erstmals in Prüfung befindliche Sorten gekennzeichnet)

	Schätzwert	Standardfehler	Pr > ChiSq	Sorte	Schätzwert	Standardfehler	Pr > ChiSq
<b>Intercept</b>	29,25	12,08	0,015	Amander Syngenta	-1,31	3,46	0,706
<b>Jahr</b>				Arnold Strube	-2,03	3,15	0,520
2010	-19,44	4,66	<.0001	X Cavallo Maribo	-6,95	5,86	0,236
2011	-22,32	3,51	<.0001	Chagall Strube	1,31	4,46	0,769
2012	-28,68	3,08	<.0001	X Chika KWS	-21,54	5,86	0,000
2013	-27,72	2,00	<.0001	Dinara KWS	-4,99	3,48	0,152
2014	0	0	.	Elvira KWS	-8,35	3,62	0,021
<b>Standort</b>				Finola KWS	-9,99	4,46	0,025
Eckartsau	8,06	1,34	<.0001	Gladiator SES	-1,41	2,78	0,612
Harlanden	10,37	2,25	<.0001	Greet SES	-0,96	4,41	0,827
Wullersdorf	0	0	.	Hannibal Strube	-6,31	4,46	0,157
<b>Erntetermin</b>				Horta Syngenta	-3,24	2,85	0,256
1 Termin	-0,68	4,9794	0,891	X Inge Kuhn	-22,29	5,86	0,000
2 Termin	0	0	.	Kim SES	-4,27	3,48	0,220
<b>Lagerart</b>				Kristallina KWS	-3,53	4,41	0,424
Kühlager	-10,18	5,08	0,045	Lentia Maribo	-2,72	4,41	0,538
Prisme	-12,92	4,98	0,010	Marcellina KWS	-13,41	4,46	0,003
Warmlager	0	0	.	X Marino Maribo	-6,62	5,86	0,259
<b>Lagerdauer</b>				Nauta Syngenta	-4,10	3,37	0,223
0,12	0,10	0,234		Niki SES	-1,12	4,46	0,801
				X Punkta Syngenta	-1,56	5,86	0,791
				Rosava KWS	-2,94	4,41	0,505
				Serenada KWS	-6,88	3,15	0,029
				Sioux SES	-0,91	3,08	0,769
				Solano SES	-1,93	4,43	0,664
				X Terranova KWS	-16,38	5,86	0,005
				Vulpes SES	1,47	3,48	0,673
				Wagner Strube	0	0	.

Die Rüben von Harlanden beispielsweise lagern signifikant schlechter als jene von Wullersdorf, wodurch auf Standorteinflüsse geschlossen werden kann, welche vermutlich auf unterschiedliche „Reifezustände“ oder andere standortspezifische Einflüsse zurückzuführen sind. Weiters ist ein deutlicher Jahreseffekt feststellbar, wobei Rüben aus 2014 signifikant schlechter als jene aller anderen Jahre lagerten. Die Berücksichtigung der Lagerart zeigt klar, dass im Kühlraum bei wärmeren Temperaturen („Warmlager“) signifikant höhere Lagerverluste auftreten. Die Unterschiede zwischen Kühlraum/kalt („Kühllager“) und Prisma sind deutlich geringer, wenngleich die Prisma hinsichtlich des relativen Verlustes an Zucker niedriger liegt. Dies deutet auf verschärfte Testbedingungen bei Prüfung im Kühlraum hin.

Hinsichtlich der geprüften Sorten wurde Wagner als Referenzsorte gesetzt (Schätzwert „0“). Eingefärbt sind jene sieben Sorten, welche signifikant besser (grün, gelb) bzw. ähnlich wie Wagner (rot) lagern. Die Sorte Wagner selbst ist hinsichtlich ihres relativen Verlustes an Zucker im Umfeld der schlechteren sieben Sorten zu finden. Die Sorten Inge Kuhn, Chika KWS, Terranova KWS und Marcellina KWS zeigen sich hinsichtlich des geringen relativen Verlustes an Zucker im Spitzenfeld. Deutlich ungünstiger ist die Lagereignung bei Vulpes SES, Chagall Strube, Sioux SES und Greet SES. Die Auswertung zeigt klar, dass hinsichtlich der Lagerfähigkeit der Sorten (gemessen am relativen Verlust an Zucker) signifikante Unterschiede bestehen. Bei den 2014 neu in die Prüfung aufgenommenen Sorten weisen drei Sorten (Chika KWS, Inge Kuhn, Terranova KWS) bei einjähriger Prüfung gute Lagereigenschaften auf. Die verbleibenden neu geprüften Sorten befinden sich im Mittelfeld.

### ***Zusammenfassung***

Aufgrund längerer Kampagnen ist die Lagereignung der Zuckerrübe von entscheidender Bedeutung. Während hohen Temperaturen bei früher Ernte jedenfalls zu kurzer Lagerung zwingen, muss vor allem gegen Ende der Kampagne lange gelagerte Rübe verarbeitet werden.

Ziel der 2010 – 2014 durchgeführten Versuche war die Bewertung des Lagerverhaltens akutell am Markt verfügbarer sowie noch in Prüfung stehender neuer Sorten. Zur Prüfung kamen in Summe 21 Sorten unter 17 verschiedenen Umwelten, welche durch Jahr, Standort, Erntetermin, Lagerart und Lagerdauer definiert waren. Der „Relative Verlust an Zuckermenge“ zeigt für Versuchsjahre, Standorte, Lagerarten und Sorten signifikante Unterschiede. Einzelnen Sorten mit signifikant geringerem „relativem Verlust“ steht eine breite Gruppe von „eher“ bzw. „eher nicht“ für eine Langzeitlagerung geeigneten Sorten gegenüber.

### ***Abstract***

Long campaigns increase the importance of good storability of sugar beet. While high temperatures during early harvest allow only a short storage in any case, particularly towards the end of the campaign, long stored beet also has to be processed.

The aim of the 2010 – 2014 trials was to evaluate the storability of varieties currently available on the market, and also of those still in the official variety testing program. In total 21 genotypes were tested in 17 environments; defined by year, growing site, date of harvest, type and duration of storage. The “relative loss in the amount of sugar” shows significant differences for trial year, site, type of storage and variety. Few varieties show a significantly lower “relative loss,” whereas a broad range of genotypes tend to be either better or less suitable for long term storage.

### ***Literatur***

EIGNER H, HEIN W, KEMPL F, SIGL G, 2012: Storability of different sugar beet varieties. Proceedings of the 73<sup>rd</sup> IIRB Congress, 158-160.

### ***Adressen der Autoren***

AGRANA Research & Innovation Center GmbH, Josef-Reither-Straße 21-23, A 3430 Tulln

\* Ansprechpartner: DI Gerhard SIGL, gerhard.sigl@agrana.com

# Tongranulat als Trägersubstanz für *Rhizoctonia solani* zur künstlichen Infektion an Zuckerrüben

## *Clay granules as a carrier for Rhizoctonia solani for artificial infection of sugar beet*

Astrid Plenk\*, Martin Plank und Walter Neufelner

### Einleitung

*Rhizoctonia solani* Kühn (Anastomosegruppe 2-2 IIIB), der Erreger der späten Rübenfäule, gilt als einer der wirtschaftlich bedeutendsten Krankheiten der Zuckerrübe. Als weitere Wirtspflanzen gelten Sojabohnen, Ackerbohnen, Mais und verschiedene Gräser-Arten. Das typische Schadbild ist ein nesterweises Absterben der Pflanzen. Der Pilz dringt in der Regel am Übergangsbereich von Wurzel zu Wurzelhals ein und breitet sich sowohl zu den Blättern als auch zur Wurzel hin aus. Am Rübenkörper bilden sich trockene, schwarzbraun verfärbte Faulstellen. Die Blätter verfärben sich erst chlorotisch, kollabieren und sterben mit Fortschreiten der Krankheit von außen nach innen ab. Diese liegen dann rosettenförmig um die Pflanzen am Boden (ZENS et al. 2002). Um die Anfälligkeit neuer Rübensorten gegenüber der späten Rübenfäule zu untersuchen, werden künstliche Infektionen unter Freilandbedingungen durchgeführt. Zur Infektion wird das Inokulum meist in Form von „Pilzgerste“ eingebracht. Da es bei deren Herstellung, besonders bei großen Mengen, sehr leicht zu Kontaminationen durch diverse Schimmelpilze kommen kann, wurde nach einem geeigneten Trägermaterial gesucht. In der Literatur fanden sich Angaben zur Verwendung von Tongranulaten (BUDDEMEYER & MÄRLÄNDER 2005).

### Material und Methoden

Unsere Auswahlkriterien für ein Trägersubstrat des Inokulums waren: biologisch abbaubar, einfach in der Beschaffung und kostengünstig. Daher wurden in einem ersten Screening verschiedene, als klumpfreie Streueinlagen für die Tierhaltung beschriebene, Substrate [naturbelassene Weichholzfaser, Maiskolben (geschrotet), Quarzsand + Kalk, Silikat-Quarzsand, Naturon Attapulgit und Perlit] getestet. Nach einem ersten Test zur Fähigkeit der Wasseraufnahme in einer Mischung aus Wasser und Agar (Abbildung 1) wurden die naturbelassene Weichholzfaser und die geschroteten Maiskolben sofort verworfen, da es hier sofort zu Schimmelbildungen kam. Die anderen Materialien wurden mit aufgemixten *Rhizoctonia*-Kulturen vermischt und das Material bei ca. 4° C im Kühlschrank gelagert.

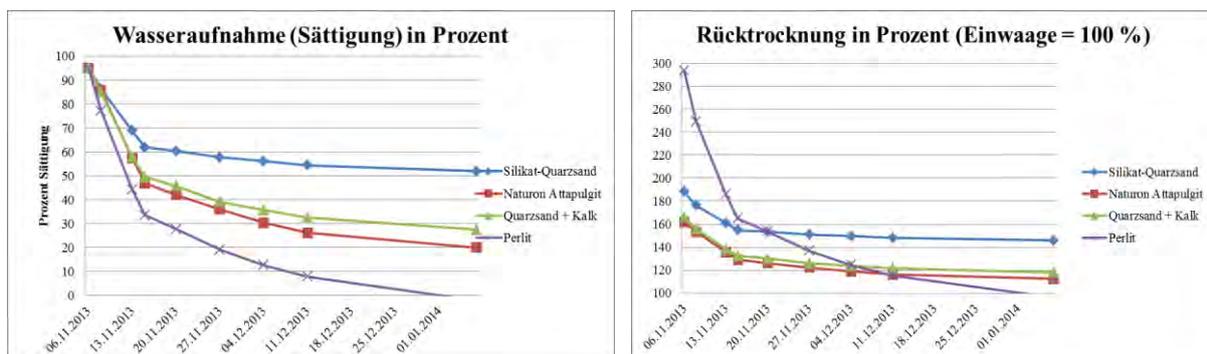


Abbildung 1: Fähigkeit der Substrate zur Wasseraufnahme und die Rücktrocknung

Von diesen Substraten wurden dann einige wenige Körner gleich nach dem Anmischen sowie eine, zwei, drei und vier Wochen später auf Wasser-Agar ausgelegt und bei 22° C bebrütet. Ferner wurden mit den Substraten, die bei diesen Agarplatten-Versuchen am besten abschnitten im Glashaus ein Pathogenitätstest an Rübensämlingen der Sorten Berenika (anfällig) und Taifun (tolerant) durchgeführt (SCHOLTEN et al. 2001).

## Ergebnisse und Diskussion

Die Versuche zur „Speicherung“ von *Rhizoctonia solani* in den Substraten zeigte deutlich, dass alle fähig waren den Erreger über einen längeren Zeitraum wieder abzugeben (Abbildung 2). Selbst nach vier Wochen Lagerung im Kühlschrank bei 4° C konnte eine mehr oder weniger hohe Auswuchsrate erzielt werden. Die besten Ergebnisse wurden jedoch für die Silikat-Quarzsand- und Quarzsand + Kalk-Varianten festgestellt. Dabei war auffällig, dass die Silikat-Quarzsand-Variante den Erreger wesentlich früher freisetzte als die Quarzsand + Kalk-Variante. Daher wurden alle weiteren Versuche auch mit einer Mischvariante von Silikat-Quarzsand und Quarzsand + Kalk durchgeführt.



Abbildung 2: Granulate mit herauswachsender *Rhizoctonia solani*

Der Pathogenitätstest zeigte deutlich, dass in allen infizierten Varianten die Anzahl der gesunden Pflanzen stark reduziert war. Bei der sensitiven Sorte konnte in den Varianten Silikat-Quarzsand und Quarzsand + Kalk und Silikat-Quarzsand der höchste Befallsgrad mit knapp 50 Prozent erreicht werden. Bei der toleranten Sorte konnte in der Mischvariante ein Befallsgrad von knapp 30 Prozent erreicht werden. Auffällig war, dass es in der Quarzsand + Kalk-Variante, die in den Plattentests immer eine stark verzögerte Freisetzung der *Rhizoctonia* zeigte, erst am Ende des Versuchs zu einem relativ starken Anstieg an erkrankten Pflanzen kam (Abbildung 3).

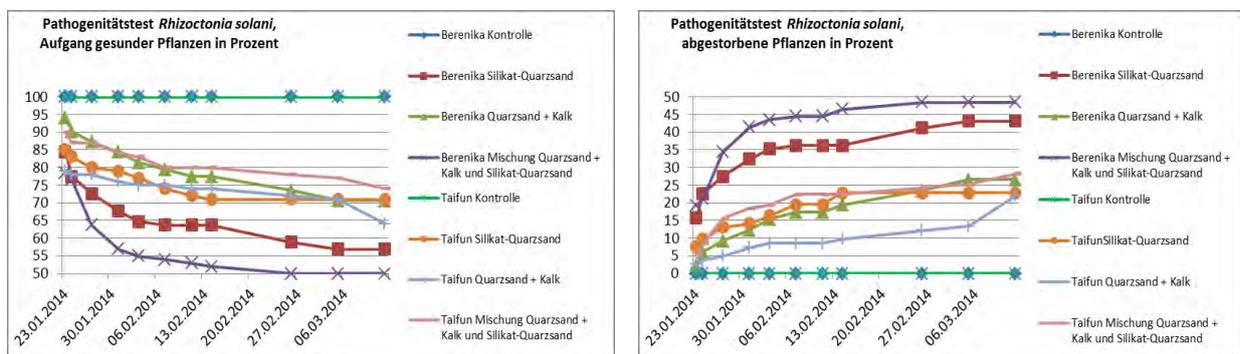


Abbildung 3: Pathogenitätstest an sensiblen und toleranten Rübensämlingen

## Zusammenfassung

*Rhizoctonia solani* ist eine der wirtschaftlich bedeutendsten Krankheiten an Zuckerrüben. Einmal befallene Flächen zu sanieren ist äußerst schwierig. Um Ertragseinbußen zu vermeiden werden daher auf befallenen Flächen tolerante Sorten angebaut. Um diese Toleranzen zu ermitteln werden neue Sorten in mehrjährigen Feldversuchen unter einem künstlich herbeigeführten, gleichmäßigen Infektionsdruck getestet. Das Inokulationsmaterial sollte daher möglichst einfach, kostengünstig und ohne Klumpenbildung hergestellt werden und die Ausbringung möglichst einfach sein. Substrate aus Quarzsand + Kalk und Silikat-Quarzsand entsprechen diesen Vorgaben. Sie können den Erreger über einen längeren Zeitraum speichern, doch sind sie auch biologisch abbaubar. Ein weiterer Vorteil ist, dass sie nicht zu stark von Schimmelpilzen befallen werden wie beispielsweise Gerste, die sonst häufig zum Einbringen des Inokulums in den Boden verwendet wird. Pathogenitätsversuche zeigen, dass bei anfälligen Sorten Befallsgrade von knapp 50 Prozent und in der toleranten Sorten von fast 30 Prozent erreicht werden können. Die Granulat-Pilzmischung war selbst nach 4 Wochen Lagerung bei 4° C fast unverändert infektiös.

## ***Abstract***

*Rhizoctonia solani* is economically one of the most important diseases of sugarbeets. Rehabilitation once infested areas is extremely difficult. To avoid yield losses tolerant varieties are grown on contaminated plots. To determine these tolerances new varieties are tested in multi-year field trials under an artificially infection. The preparation of the inoculum should be as simple as possible, cheap and without forming lumps. Substrates made of quartz sand + lime and silicate quartz sand meet these requirements. The excitation of the pathogen can be granted for quite a long period of time and they are also biodegradable. Another advantage is that they are not heavily infested by mold fungi such as barley, which is otherwise often used for introducing the inoculum in the soil. Trials on pathogenity show that in susceptible varieties infestation levels can be achieved by just under percent and in tolerant varieties a little less than 30 percent. The granule-mushroom mixture was almost unchanged capable of infection even after 4 weeks of storage at 4° C.

## ***Literatur***

BUDDEMEYER J., MÄRLÄNDER B., 2005: Genotypic reaction of sugar beet to *Rhizoctonia solani* root and crown rot – susceptibility, yield and quality at different levels of infestation, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Journal of Plant Diseases and Protection*, 112 (2), 105–117  
SCHOLTEN, O. E., PANELLA, L. W., DE BOCK, Th. S.M., LANGE, W., 2001: A Greenhouse Test for Screening Sugar Beet (*Beta Vulgaris*) for Resistance to *Rhizoctonia solani*, *European Journal of Plant Pathology*, Volume 107, Issue 2, 161-166  
ZENS, I., STEINER, U. DEHNE H.-W., 2002: Auftreten, Charakterisierung und Kontrolle des Erregers der Rübenfäule, *Rhizoctonia solani*, in Nordrhein-Westphalen, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes SSL, 91. 99 Seiten

## ***Adresse der Autoren***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

\* Ansprechpartner: Mag. Astrid PLENK, [astrid.plenk@ages.at](mailto:astrid.plenk@ages.at) und Ing. Martin PLANK, [martin.plank@ages.at](mailto:martin.plank@ages.at)

# Untersuchungen zum Einfluss der Entblätterung vor der Blüte auf Traubenqualität und Ertrag der Rebsorten 'Riesling' bei biologischem und 'Zweigelt' bei integriertem Pflanzenschutz

## *Investigations into the effect of pre-bloom defoliation on quality and yield of organically grown 'Riesling' grapes as well as 'Zweigelt' grapes grown according to integrated plant protection guidelines*

Martin Mehofer<sup>1\*</sup>, Karel Hanak<sup>1</sup>, Bernhard Schmuckenschlager<sup>1</sup>, Norbert Vitovec<sup>1</sup>, Veronika Schober<sup>2</sup>, Silvia Wendelin<sup>2</sup> und Martin Prinz<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Die Blattentfernung in der Traubenzone, die sowohl händisch als auch maschinell durchgeführt wird, ist seit Jahrzehnten weltweit in der Praxis weit verbreitet (BLEDOSE et al. 1988, SMART 1985). Diese Maßnahme wird meist in der Phase zwischen Fruchtansatz und Beerenverfärbung durchgeführt, um eine bessere Durchlüftung der Traubenzone zu erzielen. Das hat zur Folge, dass die Beeren rascher abtrocknen und die applizierten Pflanzenschutzmittel besser angelagert werden. Dadurch wird Pilzbefall reduziert oder verhindert. Eine kaum angewandte Möglichkeit in der Produktionspraxis ist die Entblätterung unmittelbar vor der Blüte. Dadurch sollen nicht nur die Traubenqualität und die Traubengesundheit, sondern auch der Ertrag beeinflusst werden (TARDAGUILA et al. 2010). In unseren zweijährigen Untersuchungen sollten die Effekte der Entfernung der untersten sechs Blätter und Geiztriebe an den traubentragenden Trieben vor der Blüte zum Entwicklungsstadium BBCH 57 (= Gescheine voll entwickelt, Einzelblüten spreizen sich) evaluiert werden.

### **Material und Methoden**

Tab. 1: Rebanlagen im Versuch.

Quartier	Franzhauser IV	Harer II
Pflanzjahr	1996	2006
Pflanzweite	3,00 m x 1,20 m	3,00 m x 1,00 m
Rebsorte	Riesling	Zweigelt
Unterlage	K5BB	K5BB

Folgende Entblätterungs- beziehungsweise Laubarbeitsvarianten wurden durchgeführt: Variante 1 (1): Kontrolle: keine Blatt- und Triebentfernung; Variante 2 (2): frühe Entfernung der untersten sechs Blätter und Geiztriebe vor der Blüte zum Entwicklungsstadium BBCH 57 (= Gescheine voll entwickelt, Einzelblüten spreizen sich); Variante 3 (3): späte Entfernung der untersten sechs Blätter und der Geiztriebe zum Entwicklungsstadium BBCH 83 (Beerenverfärbung); Variante 4 (4): Betriebsstandard: Entfernung von 1 – 2 Blättern pro Trieb und Entfernung der Geiztriebe und Wasserschoße in der Traubenzone in den Monaten Mai bis Juli

Tabelle 2: Entblätterungstermine

Variante	Riesling	Zweigelt
	Jahr 2012	Jahr 2012
1	Keine Entblätterung	Keine Entblätterung
2	23.05. und 24.05.2012	23.05.2012
3	23.08.2012	21.08.2012
4	23.05. und 05.07.2012	23.05. und 05.07.2012
	Jahr 2013	Jahr 2013
1	Keine Entblätterung	Keine Entblätterung
2	06.06.2013	06.06.2013
3	03.09. und 04.09.2013	26.08.2013
4	26.06. und 24.07.2013	27.06. und 26.07.2013



Abbildung 1: 'Riesling': frühe Entblätterung am 24. Mai 2012.

In Tabelle 2 sind die tatsächlichen Entblätterungstermine angeführt. Außerdem wurden im Jahr 2012 in allen Varianten am 23. Mai und am 4. Juli die Wasserschoße von den Stämmen entfernt und die Triebe eingestrikt. Im Jahr 2013 wurden diese Maßnahmen am 28. Mai, 26. Juni und 24. Juli durchgeführt.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Im Jahr 2012 war bei `Riesling` die Schadenshäufigkeit durch Sonnenbrand bei jener Variante, in der die frühe Entblätterung und Geiztriebentfernung durchgeführt wurde, mit 35 % signifikant erhöht. Die geringste Schadenshäufigkeit (18 %) trat an den Trauben in der zu dichten und schlecht durchlüfteten Laubwand auf. Die Werte der beiden anderen Varianten lagen dazwischen. Im Jahr 2013 waren die Sonnenbrandschäden witterungsbedingt deutlich geringer. Aus der Literatur sind ähnliche Erfahrungen bekannt. GUIDONI et al. (2008) ermittelten bei `Barbera` eine erhöhte Empfindlichkeit auf Sonnenbrand bei einer Blattentfernung zu den Rebentwicklungsstadien BBCH 75 (Erbsengröße der Beeren) beziehungsweise BBCH 83 (Beerenverfärbung). Auch PETGEN (2006) und MÜLLER (2003) konnten bei starker Freistellung der Trauben an der sonnenzugewandten Seite eine deutliche Zunahme von Sonnenbrand an den Beeren ermitteln. Im Jahr 2012 war in unserer Studie bei `Riesling` in jener Variante, in der keine Blätter entfernt wurden, das Auftreten von Botrytis signifikant erhöht. Die Befallshäufigkeit betrug 43 % und die Befallsstärke 16 %. Die Entblätterung und Geiztriebentfernung vor der Blüte hatte einen signifikant reduzierenden Effekt auf das Auftreten von Botrytis. Die Befallsstärke betrug 12 % und die Befallshäufigkeit 3 %. Im Jahr 2013 zeigte sich ein ähnliches Bild. In Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen bei Riesling beobachteten TARDAGUILA et al. (2010) bei den Rebsorten `Graciano` und `Carignan` ein reduziertes Auftreten von Botrytis durch die Blattentfernung vor der Blüte. FOX (2006) ermittelte durch eine frühe intensive händische und auch maschinelle Entblätterung eine Reduktion des Auftretens von Botrytis. In unseren Untersuchungen wurde bei `Zweigelt` die Traubendichte durch die frühe Entblätterung und Geiztriebentfernung signifikant beeinflusst. Die Traubendichte war in dieser Variante mit der Klassifikation `mittel` wegen Verrieselung signifikant geringer, als in den anderen Varianten mit der Klassifikation `dicht`. Ähnliche Ergebnisse bei Entblätterung vor der Blüte ermittelten PONI et al. (2008) und INTRIERI et al. (2013) bei `Sangiovese`. PETGEN (2006) erkannte bei maschineller Entblätterung zur Blüte eine Verrieselung und damit eine Auflockerung der Traubenstruktur. Unsere Untersuchungen zeigten bei beiden Rebsorten in jener Variante, in der vor der Blüte die Blätter und Geiztriebe entfernt wurden, signifikante Verringerungen von Ertrag und Traubengewicht. Die Reduktion des Ertrags und des Traubengewichts war auf die durch die frühe Entblätterung verursachte verstärkte Verrieselung und die damit einhergehende geringere Beerenanzahl an den einzelnen Trauben zurückzuführen. Übereinstimmend dazu erkannte auch MÜLLER (2003) eine ertragsreduzierende Wirkung durch die Teilentblätterung der Traubenzone vor der Blüte. PONI et al. (2008) und TARDAGUILA et al. (2010) ermittelten bei den Rebsorten `Sangiovese` beziehungsweise `Graciano` und `Carignan` ebenfalls eine Ertragsreduktion durch die Entblätterung vor der Blüte. INTRIERI et al. (2013) und LOHITNAVY et al. (2010) beobachteten sowohl eine Ertrags- als auch eine Traubengewichtsreduktion durch diese Maßnahme und zwar bei den Rebsorten `Sangiovese` beziehungsweise `Semillon`. Auch FOX (2006) beobachtete eine Ertrags- und eine Traubengewichtsreduktion durch eine frühe intensive händische und auch maschinelle Entblätterung bei der Rebsorte `Clevner`. In unseren Untersuchungen war außerdem das Mostgewicht bei `Riesling` in jener Variante, die spät zum Zeitpunkt `Beerenverfärbung` entblättert wurde, in beiden Jahren signifikant verringert. Im Jahr 2012 betrug der Wert 18,2 °KMW gegenüber 19,0 – 19,2 °KMW in den anderen Varianten. Im Jahr 2013 konnte der negative Einfluss auf das Mostgewicht bestätigt werden. Die starke Verringerung des Blatt-Frucht-Verhältnisses durch die Entblätterung zu diesem späten Zeitpunkt führte offensichtlich zu einer schlechteren Zuckerversorgung der Beeren und damit zu einer Reduktion des Mostgewichts. In Übereinstimmung mit unseren Erfahrungen konnte PETGEN (2006) bei zu später Entblätterung bei `Riesling` Ende August ebenfalls eine Mostgewichtsreduktion ermitteln. In unseren Versuchen war im Jahr 2012 der Gehalt an Gesamtphenolen im Most der Rebsorte `Riesling` in der vor der Blüte entblätterten Variante mit 0,039 g/l signifikant höher, als im Most der anderen Varianten, in denen die Werte zwischen 0,028 und 0,031 g/l lagen. 2013 konnte jedoch kein signifikanter Unterschied ermittelt werden. Bei Zweigelt wurden hingegen keine signifikanten Unterschiede im Gesamtphenolgehalt zwischen den Versuchsvarianten beobachtet. Einen Anstieg der Konzentration an Phenolen und Anthocyan in den Beeren beobachteten PONI et al. (2009) bei `Barbera` und `Lambrusco`, PONI und BERNIZZONI (2010) bei `Barbera` und TARDAGUILA et al. (2010) bei `Graciano` und `Carignan`. Auch FOX (2006) ermittelte durch eine

frühe intensive Entblätterung, die sowohl händisch als auch maschinell durchgeführt wurde, einen Anstieg des Gehalts an Phenolen im Most.

### **Zusammenfassung**

Im Jahr 2012 wurden bei 'Riesling' die Sonnenbrandschäden durch die Entblätterung und im Besonderen durch die frühe Entfernung der untersten sechs Blätter und Geiztriebe vor der Blüte zum Entwicklungsstadium BBCH 57 erhöht. Im Jahr 2013 traten Sonnenbrandschäden wie auch bei 'Zweigelt' nur an einzelnen Beeren auf. Dieselbe Maßnahme hatte bei Riesling einen signifikant reduzierenden Effekt auf das Auftreten von Botrytis. Die Traubendichte war bei 'Riesling' als 'mittel' bis 'dicht' einzustufen und wurde durch die Entblätterung vor der Blüte nicht reduziert, während sie bei 'Zweigelt' signifikant verringert wurde, und zwar von 'dicht' auf 'mittel'. Bei beiden Rebsorten waren Ertrag und Traubengewicht in jener Variante, in der vor der Blüte die Blätter und Geiztriebe entfernt wurden, signifikant verringert. Die Ertragsreduktion betrug jahresabhängig bei 'Riesling' 16 % und 21 % und bei 'Zweigelt' 28 % und 35 %. Das Traubengewicht verringerte sich jahresabhängig um 20 % und 15 % bei 'Riesling' und 24 % und 29 % bei 'Zweigelt'. Das Mostgewicht war bei 'Riesling' in jener Variante, in der die untersten sechs Blätter und Geiztriebe zum Entwicklungsstadium BBCH 83 (Beerenverfärbung) entfernt wurden, in beiden Jahren signifikant verringert und zwar um 0,8 bis 1°KMW beziehungsweise um 0,4 bis 0,7°KMW, nicht jedoch bei 'Zweigelt'. Nur im Jahr 2012 und nur bei der Rebsorte 'Riesling' war der Gehalt an Gesamtphenolen im Most der vor der Blüte entblätterten Variante mit 0,039 g/l signifikant erhöht. Die sensorische Bewertung der Weine der Rebsorte 'Riesling' keine signifikanten Unterschiede.

### **Abstract**

In the year 2012 with 'Riesling' damages caused by sunburn increased because of defoliation and were significantly highest in the treatment 'early removal of 6 leaves and of 2° shoots at pre bloom at the development stage BBCH 57'. In the year 2013 damages caused by sunburn occurred only on individual berries, just as with 'Zweigelt'. The removal of six leaves and the 2° shoots at pre bloom (BBCH 57) had a significantly reducing effect on the incidence and severity of Botrytis with 'Riesling'. A reduction of cluster compactness caused by the defoliation before flowering could not be determined with 'Riesling'. Cluster compactness was classified 'medium' to 'dense'. With 'Zweigelt' cluster compactness was significantly reduced from 'dense' to 'medium' by this treatment. With both varieties yield and cluster weight were significantly lowest in the treatment 'removal of six leaves and 2° shoots at pre bloom'. Year-dependent reduction of yield was 16 % respectively 21 % with 'Riesling' and 28 % respectively 35 % with 'Zweigelt'. Cluster weight decreased year-dependent by 20 % respectively 15 % with 'Riesling' and by 24 % respectively 29 % with 'Zweigelt'. In both years but only with 'Riesling' must weight significantly decreased in the treatment 'removal of six leaves and 2° shoots at veraison' namely from 0.8 to 1°KMW respectively from 0.4 to 0.7°KMW. Only in 2012 and only with 'Riesling' the content of phenols in the must of the treatment 'removal of six leaves and 2° shoots at pre bloom' was significantly increased and had a value of 0.039 g/l. In the wine tasting no significant differences could be determined between the vines of the four treatments.

### **Literatur**

- BLEDOSE, A. M., KLEWER, W. M., MAROIS, J. J. 1988: Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon Blanc grapevines. *Am. J. Enol.*
- FOX, R. und STEINBRENNER, P. 2010: Entblätterung: Weniger Blätter, mehr Qualität. *Rebe & Wein* (5), 17-22.
- GUIDONI, S., OGGERO, G., CRAVERO, S., RABINO, M., CRAVERO, M. C. and BALSARI, P. 2008: Manual and mechanical leaf removal in the bunch zone (*Vitis vinifera* L., cv Barbera): Effects on berry composition, health, yield and wine quality in a warm temperate area. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 42 (n°1), 49-58.
- TARDAGUILA, J., MARTINEZ DE TODA, F., PONI, S. and DIAGO, M. P. 2010: Impact of Early Leaf Removal on Yield and Fruit and Wine Composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carginan. *Am. J. Enol. Vitic.* 61, 372-381. Die weiteren Literaturquellen sind beim Ansprechpartner erhältlich.

### **Adressen der Autoren**

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, <sup>1</sup>Institut für Weinbau und Kellerwirtschaft, Agnesstraße 60, A 3400 Klosterneuburg und <sup>2</sup>Institut für Chemie und Biologie, Wienerstraße 74, A-3400 Klosterneuburg

\* Ansprechpartner: DI Martin MEHOFER, martin.mehofer@weinobst.at

# **Immobilisierung von Kupfer in belasteten Weingartenböden durch organische Hilfsstoffe auf Basis von Kompost und Pflanzenkohle**

## ***Immobilisation of copper in vineyard soils with organic amendments based on compost and biochar***

Gerhard Soja<sup>1\*</sup>, Franz Zehetner<sup>2</sup>, Lisa Deinhofer<sup>2</sup>, Simone Johnen<sup>2</sup>, Katharina Keiblinger<sup>2</sup>, Bernhard Wimmer<sup>1</sup>, Georg Pardeller<sup>1</sup>, Franz Rosner<sup>3</sup>, Florian Faber<sup>3</sup>, Alex Dell'Antonio<sup>4</sup> und Georg Dersch<sup>4</sup>

### ***Einleitung***

Die in einigen Weinbaugebieten erhöhten Kupferkonzentrationen im Boden haben teilweise Gehaltswerte erreicht, welche negative bodenbiologische Auswirkungen nicht mehr ausschließen (z.B. Wachau: 75%-Perzentil EDTA-Kupfer 93 mg.kg<sup>-1</sup>; Berger et al., 2011). Solche Gehaltsbereiche verlangen nach Gegenmaßnahmen: eine weitere Zufuhr von Kupfer (Cu) muss minimiert und Sanierungsmöglichkeiten müssen konzipiert werden. Einen vielversprechenderen Zugang als biologische (Phyto-)Extraktionsverfahren bietet die Fokussierung auf eine in-situ-Verringerung der ökotoxikologischen Auswirkungen. Dies kann erreicht werden, indem die Bioverfügbarkeit des vorhandenen Cu reduziert wird und sich dadurch die Effekte auf das Bodenleben und Gründungspflanzen trotz gleicher Gesamtgehalte vermindern. Dadurch ergab sich als übergeordnetes Ziel des Projekts die Reduktion der Bioverfügbarkeit von Kupfer in belasteten Böden. Die Forschungsarbeiten werden von der Hypothese geleitet, dass die zu prüfenden Bodenadditive (Pflanzenkohle und Kompost) die dazu erforderliche Wirkung im Boden ausüben werden – Erhöhung der Kationenaustauschkapazität, des pH und des organischen Kohlenstoff-Anteils.

### ***Material und Methoden***

Für die Laborversuche wurden von sechs Standorten in Weinbaugebieten aus Niederösterreich, Burgenland und der Steiermark Bodenproben gewonnen, die sich durch erhöhte Kupferkonzentrationen (201 – 338 mg kg<sup>-1</sup> EDTA-Kupfer) auszeichneten. Die Labor-Inkubationsversuche zur Untersuchung der Kupfer-Immobilisierungseffizienz wurden mit 13 Varianten verschiedener Additive angesetzt. Einer der drei Ansätze wurde als Langzeit-Inkubationsversuch angelegt, um die Auswirkung der Alterung auf das Verhalten der Additiv-Bodenmischung zu untersuchen. Teilweise wurde noch zusätzlich Kupfer zugesetzt, um das Immobilisierungsverhalten bei gealterten und frischen Kontaminationen zu unterscheiden. Die Varianten der Ansätze unterscheiden sich im Pflanzenkohle-Kompost-Mischungsverhältnis, der Additionsrate und in der chemischen Modifikation der Pflanzenkohle.

Für die Untersuchung der Immobilisierungswirkungen auf die Bodenmikrobiologie wurden Analysen diverser Enzymaktivitäten (Urease, Phenoloxidase und Peroxidase, Exochitinase, hydrolytische Enzyme), Messungen der Bodenatmung und die Phospholipid-Fettsäure-Analytik begonnen.

Von zwei der sechs Standorte (Rossatz / Wachau-Niederösterreich, St. Stefan / Weststeiermark) wurde Bodenmaterial für die Anlage eines Glashaus-Gefäßversuches mit je 9 Varianten in 4 Wiederholungen eingesetzt. Die Gefäße wurden als Bodensäulen mit an der Basis eingebauten Saugplatten als Unterdruck-Sickerwassersammler installiert und mit je 1 Rebveredlung und einer Bodenbegrünungsmischung aus Hafer, Gelbklee und Platterbse bepflanzt. Die Additiv-Varianten unterschieden sich wie bei den Laborversuchen im Kompost-Pflanzenkohle-Mischungsverhältnis, in der Additionsrate und der chemischen Modifikation der Kohle. Beim Großteil der Additivvarianten wurde eine Ausbringungsmenge von 4 kg m<sup>-2</sup> simuliert, wobei die Einbringung über die gesamte Bodenmenge zu Beginn der Versuchsinstallation erfolgte. Bisher wurden zu drei Zeitpunkten Sickerwasserproben gesammelt (Analysen: Leitfähigkeit, pH, DOC, Cu) sowie Pflanzenmaterial von den Reben und der Begrünung, um Auswirkungen der Additive auf die Kupfer-Aufnahme durch die Pflanzen zu untersuchen.

## Ergebnisse und Diskussion

Aus den bisher vorliegenden Zwischenergebnissen ist abzuleiten, dass generell die Wirkung der Bodenadditive sehr bodenspezifisch ist. Es zeigte sich, dass eine Bestimmung der Kupferkonzentrationen auch bei Unterscheidung in mobile und Gesamtfraktion nicht ausreichend ist, um verlässliche Aussagen über die Wirkung der Additive zu treffen. Erst eine Spezierung des vorliegenden Kupfers macht es möglich, die Wirkung der Additive auf toxisches Kupfer beurteilen zu können, da insbesondere Kupfer in  $\text{Cu}^{2+}$ -Form ökotoxikologisch relevant ist. Es gibt erste Hinweise, dass die Wirkung der Additive sich deutlicher über eine Reduktion von  $\text{Cu}^{2+}$  äußert als über eine Änderung der leicht extrahierbaren Anteile des Gesamtkupfers (Abbildung 1). Die Varianten mit Kompost und mit zitronensäureaktivierter Pflanzenkohle weisen einen signifikant niedrigeren Gehalt an  $\text{Cu}^{2+}$  im Vergleich zur Kontrolle auf (Abbildung 1). Die reduzierten  $\text{Cu}^{2+}$ -Konzentrationen legen den Schluss nahe, dass Varianten mit höherem Kompost-Gehalt, aber auch aktivierte Pflanzenkohle Komplexe mit freiem Cu bilden und dadurch dessen Toxizität vermindern.

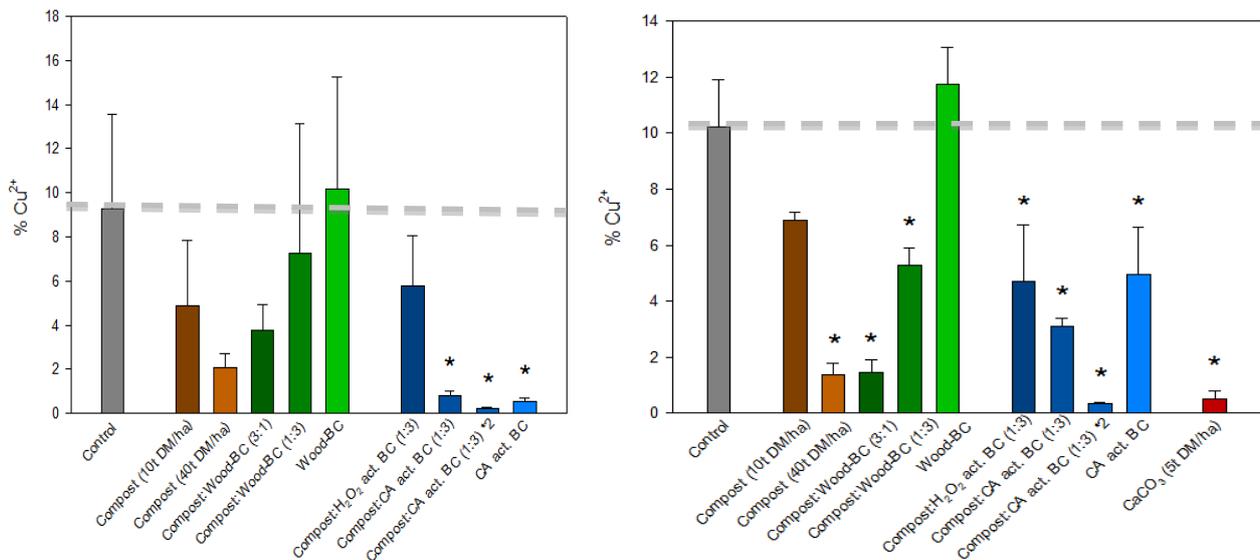


Abbildung 1: Boden Rossatz / Wachau (links) und St. Stefan (West-Steiermark) - Anteile von  $\text{Cu}^{2+}$  am mobilen Kupfer nach einem Labor-Inkubationsversuch

Erste Ergebnisse des Gefäßversuchs zeigen, dass trotz der hohen Gesamtkupfergehalte in den Böden die Cu-Aufnahme der Pflanzen wenig beeinflusst wurde und die Cu-Konzentrationen in den Pflanzen größtenteils im Normalbereich lagen. Dies darf aber unter der Berücksichtigung der vorrangigen Bedeutung von übermäßigen Kupferkonzentrationen für die Bodenbiologie nicht verwundern.

## Zusammenfassung

Die Bestimmung der mobilen Fraktion der Kupferkonzentrationen im Boden (0,01 M  $\text{CaCl}_2$ -extrahierbar) ist kein verlässlicher Indikator für die ökotoxikologischen Effekte von immobilisierenden Bodenadditiven. Eine Spezierung von Kupfer erlaubt eher die Bewertung der Wirkung der Additive auf die Kupfertoxizität, da  $\text{Cu}^{2+}$  ökotoxikologisch am relevantesten ist. Die Kupferaufnahme durch Pflanzen war trotz der hohen Bodenkonzentrationen durch die Additive kaum beeinflusst; die Pflanzenkonzentrationen lagen im Normalbereich für Vegetation.

## Abstract

Extractable copper concentrations (mobile fractions) are no reliable indicators for the ecotoxicological effects of immobilising additives. Speciation of copper allows for an assessment of the effects of the additives on toxic copper as  $\text{Cu}^{2+}$  is ecotoxicologically most relevant. Copper uptake by the plants

hardly was affected by the organic additives in spite of the high soil concentrations; the plant concentrations were in the range typical for vegetation.

### ***Literatur***

BERGER E, DERSCH G, DELLANTONIO A, MANNER K, MÖBES-HANSEN B, STEMMER M, 2011: Kupfer als Pflanzenschutzmittel – Strategie für einen nachhaltigen und umweltschonenden Einsatz. 2. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Nr. 100537 an das BMLFUW. AGES Bereich Landwirtschaft, Wien. 87 pp.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Konrad Lorenz-Str. 24, 3430 Tulln

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Bodenforschung, Peter Jordan-Str. 82, 1190 Wien

<sup>3</sup> LFZ und HBLA Klosterneuburg, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

<sup>4</sup> AGES, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

\* Ansprechpartner: PD Dr. Gerhard SOJA, [gerhard.soja@ait.ac.at](mailto:gerhard.soja@ait.ac.at)

# Vergleich von selbstbewurzelten mit auf gängigen Unterlagen veredelten Birnbäumen

## *Comparison of self-rooted pear trees with pear trees grafted on common rootstocks*

Lothar Wurm<sup>1\*</sup>, Andreas Spornberger<sup>2</sup>, Eva-Maria Gantar<sup>1</sup> und Martina Kieler<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Der Feuerbrand (*Erwinia amylovora*) hat sich seit 1993 in Österreich zunehmend ausgebreitet und in einigen Jahren zu hohen Ertrags- und Baumverlusten und damit verbundenen volkswirtschaftlichen Kosten geführt. In der Praxis des norditalienischen biologischen Birnenanbaus in der Poebene sind selbstbewurzelte Edelsorten neben Sämlingsunterlagen seit längerem Standard, da sie sich unter Stressbedingungen als widerstandsfähiger erwiesen als z.B. auf Quitte veredelte Bäume. In der hier vorliegenden Arbeit wurde untersucht, wie sich selbstbewurzelte Birnenbäume im Vergleich zu verschiedenen Unterlagen hinsichtlich Wuchs, Ertrag und Fruchtqualität bei drei wichtigen Birnensorten verhalten.

### **Material und Methoden**

#### Standort:

Die Versuchspflanzung wurde im Frühjahr 2006 im Quartier 013 des Versuchsgutes Haschhof bei Klosterneuburg angelegt. Die kalkige Felsbraunerde auf Flyschmaterial kennzeichnet eine nur geringe Mächtigkeit des A und AB Horizontes von ca. 30 bis 40 cm sowie hoher Ton- und Steinanteil. Versuchsanlage:

Die Sorten Bosc's Flaschenbirne, Williams Christ und Uta wurden auf den Unterlagen Kirchensaller Mostbirne (Sämling), Pyrodwarf, Farold 69, Quitte Adams (mit Zwischenveredlung) und wurzelecht aus in vitro Kultur getestet. Die wurzelechten Utabäume wurden erst ein Jahr später, also 2007, gepflanzt. Je Sorte und Unterlage standen 25 Bäume (Uta auf Farold 69 nur 20 Bäume) zur Verfügung, die jeweils in 5 Wiederholungsblöcken zu je 5 Bäumen getestet wurden. Erzogen wurde das im heimischen Anbau übliche System einer Spindel mit einem Pflanzabstand von 3,7 x 2m.

#### Versuchsdurchführung:

Diese Sorten-Unterlagenkombinationen wurden unter integrierten Produktionsbedingungen seit 2006 getestet. Die Pflanzenschutzmaßnahmen orientierten sich an der jeweiligen aktuellen IP-Richtlinie.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber Stress von Birnen auf Sämling und selbstbewurzelten Birnen (TIBILETTI 2001) bestätigen die Ergebnisse dieses Versuches nicht. Vor allem selbstbewurzelte Utabäume erwiesen sich mit 16 % Ausfall als wenig vital, aber auch Bosc's auf Sämling schnitten mit 12% Baumausfall vergleichsweise schlecht ab. Da es im Versuchszeitraum zu keinen Feuerbrandinfektionen kam, kann die Widerstandsfähigkeit selbstbewurzelter Bäume im Vergleich zu auf Quitten oder Birnenunterlagen veredelten Bäumen unter Befallsdruck nicht beurteilt werden. Das Fruchtgewicht folgte im Wesentlichen dem Ertragsverhalten der Sorten-Unterlagenkombinationen bzw. der selbstbewurzelter Bäume. Bei hohen Baumerträgen sank erwartungsgemäß das durchschnittliche Fruchtgewicht, während es bei niedrigen Erträgen stieg. Das höhere Ertragspotential und der frühere Ertragseintritt von Williams Christ und Uta im Vergleich zu Bosc's bestätigen zahlreiche Autoren. Die geringen Baumerträge auf Quitte erklären sich durch den extremen Schwachwuchs bzw. die geringe Kronendimension. Die Bodenbedingungen des Versuchsstandortes sind für schwachwüchsige Quittenunterlagen wie Quitte Adams oder Quitte C wenig geeignet, während mittelstarkwüchsige Quittenunterlagen wie Quitte A gute Ergebnisse bringen können (WURM et al. 2011). Dass die schwachwüchsige Sorte Uta auf der schwachwüchsigen Unterlage Quitte Adams auf diesem kalkreichen, schweren Boden in Hinblick auf die Ertragshöhe pro Baum besonders schlecht abschnitt (Abb.1), auf der starkwüchsigen, arteigenen Sämlingsunterlage aber zu den leistungsstärksten Sorten-Unterlagenkombinationen dieses Versuches zählt, entspricht den Erwartungen und unterstreicht die

Bedeutung sorten- und bodenspezifischer Effekte bei der Unterlagenwahl für erfolgreichen Birnenanbau. Die hohe Leistungsfähigkeit von Bosc's und Williams Christ auf Farold 69 spricht für eine stärkere Verwendung dieser Birnenunterlagen im Erwerbsobstbau (Abb.1). Die geringe spezifische Fruchtbarkeit selbstbewurzelter Uta und Bosc's Bäume spricht nicht dafür, in der Praxis auf veredelte Bäume zu verzichten. Nur bei Williams Christ waren die selbstbewurzelteren Bäume halbwegs konkurrenzfähig mit den veredelten Varianten. Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass in Gebieten ohne starken Feuerbrand-Infektionsdruck daher auf nicht zu kalkreichen Böden weiterhin die Veredlung auf Quitteunterlagen, auf kalkreichen, chlorosefördernden Böden die Veredlung auf Farold 69 oder Pyrodwarf und nur bei Uta auf Sämling sinnvoll sein wird.

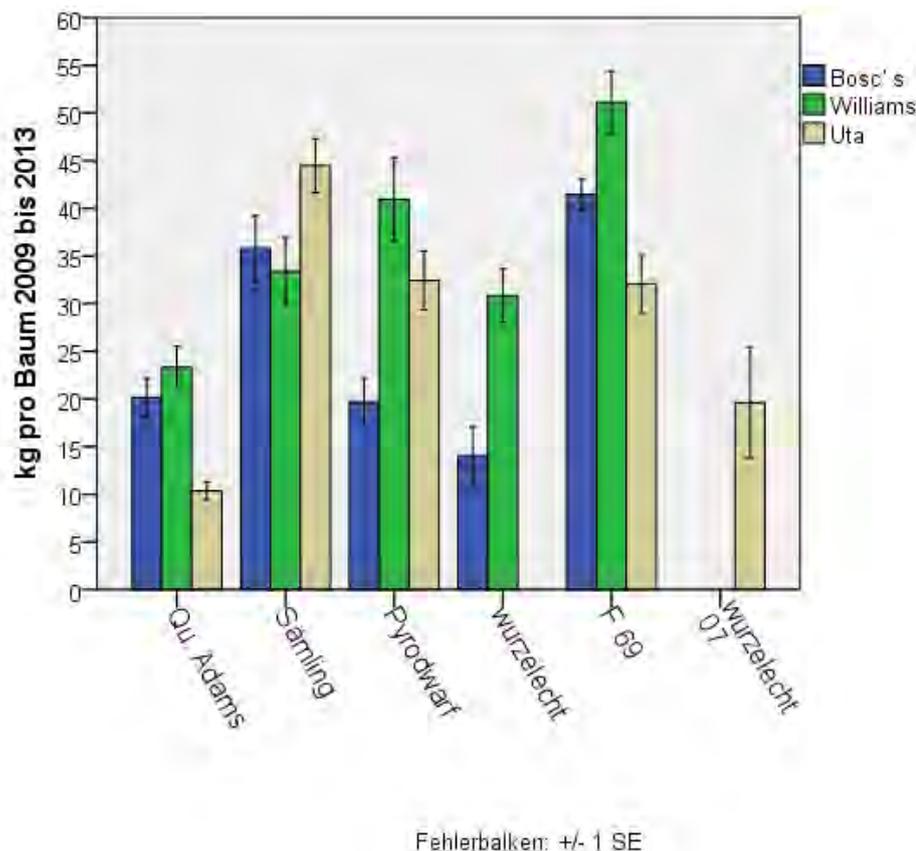


Abbildung 1: Durchschnittlicher Baumertrag der Sorten Bosc's, Williams und Uta auf Quitte Adams, Sämling, Pyrodwarf und Farold 69 (=F 69) sowie wurzelechter Bäume in kg von 2009 bis 2013 (wurzelecht 07= wurzelechte Uta; Pflanzung 2007 statt wie bei wurzelechter Bosc's und Williams 2006)

### Zusammenfassung

Im Frühjahr 2006 wurden am Versuchsgut Haschhof der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg die Sorten Bosc's Flaschenbirne, Williams Christ und Uta auf den Unterlagen Kirchensaller Mostbirne (Sämling), Pyrodwarf, Farold 69, Quitte Adams (mit Zwischenveredlung) und wurzelecht aus in-vitro Kultur gepflanzt, als Spindel erzogen und unter integrierten Anbaubedingungen getestet. Von Baumausfällen waren wurzelechte Bäume der drei Sorten mit 8 bis 16% relativ stark betroffen. Die signifikant höchsten kumulierten Erträge erzielte Williams Christ. Als signifikant leistungsfähigere Unterlagen erwiesen sich Farold 69 bei Williams und Bosc's und Sämling bei Uta.

### Abstract

In the spring of 2006, the pear cultivars Bosc's Flaschenbirne, Williams Christ and Uta were planted at the experimental station Haschhof of the HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg on the rootstocks Kirchensaller Mostbirne (Sämling), Pyrodwarf, Farold 69, Quitte Adams (with inter-

stem grafting) as well as ungrafted from in vitro culture. They were trained as spindle and tested under IP conditions. Losses among self-rooted trees of the three cultivars were fairly high (8 to 16%). Williams Christ yielded the significantly highest cumulative yield. Farold 69 with Williams and Bosc's and Sämling with Uta proved to be the significantly higher performative rootstocks than others.

### ***Literatur***

TIBILETTI E, 2001: Pero, dall'impianto alla raccolta. AZ Bio 2: 44-48

WURM, L. ., GÖSSINGER, M., WENDELIN, S., KORNTHEUER, K., 2011: Prüfung ausgewählter Mostbirnensorten als Spindel unter Bio-Produktionsbedingungen. Mitteilungen Klosterneuburg, Heft 4: 236 – 246

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup>Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, 3400 Klosterneuburg Wienerstraße 74

<sup>2</sup>Universität für Bodenkultur, Abteilung Wein- und Obstbau, 3430 Tulln, Konrad Lorenz-Straße 24

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Dr. Lothar WURM, lothar.wurm@weinobst.at

# Analytische und sensorische Prüfung von neuen Marillensorten

## *Analytic and organoleptic evaluation of new apricot cultivars*

Martina Kieler<sup>1</sup>, Nadine Klein<sup>2</sup> und Lothar Wurm<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Für eine Verlängerung der Marillensaison und um den Markt mit Sorten neuen Aussehens, innerer Fruchtqualitäten und besserer Lagereigenschaften zu bestücken, entwickeln Züchter laufend neue Sorten. Die unterschiedlichen Farben, Formen, Größen und Texturen führen jedoch zu einer erschwerten Beurteilung sowohl bei Konsumenten als auch Produzenten. Um Licht in die Qualitäten zu bringen sollen hier Sorten analysiert werden um ihr mögliches Potenzial für die Zukunft aufzuzeigen.

### **Material und Methoden**

Marillen unterschiedlicher Sorten vom Obstversuchsgut Haschhof (HBLA und BA Klosterneuburg) und vom Standort Poysdorf (Baumschule Schreiber) wurden zu einem angemessenen Reifezeitpunkt geerntet und analytisch und sensorisch bewertet. Die Grundfarbe wurde mittels CTIFL-Marillen-Farbtafeln bestimmt. Weiters wurde die Grund- als auch die Deckfarbe mittels Spectrophotometer CM-3500d (Fa. Konica Minolta, Japan) im L\*a\*b\*-Farbraum bestimmt. Die Fruchtfleischfestigkeit wurde mittels elektronischem Durofel (Fa. Setop Giraud-Technologie, Frankreich) mit einem 10 mm<sup>2</sup> - Stempel an der Stelle des größten Umfangs bestimmt. Die gelöste Trockensubstanz wurde mittels Handrefraktometer an der Sonnenseite mit zwei Wiederholungen und in °Brix ermittelt. Der Gehalt an frei titrierbaren Säuren wurde mit dreifacher Wiederholung potentiometrisch durch Titration mit 0,1 molarer NaOH auf einen End-pH-Wert von 8,1 ermittelt und in g/l Weinsäure angegeben. Dazu wurde der Mischsaft von halbierten, entkernten und entsafteten Marillen verwendet.

Zur Prüfung des Shelf-Life lagerten die Marillen bei Raumtemperatur (18-22°C) lichtgeschützt drei Tage. Anschließend wurden wiederum Grund- und Deckfarbe, Fruchtfleischfestigkeit, Gehalt an gelöster Trockensubstanz und frei titrierbare Säuren mit gleicher Probenanzahl ermittelt. Weiters erfolgte eine prozentuale Erhebung von Früchten mit lagerbedingten Veränderungen wie Faulstellen.

Die sensorische Analyse erfolgte mittels geschultem Panel (mindestens 5 Verkoster). Die Parameter Aussehen, Saftigkeit, Zucker-Säureverhältnis, Geschmack und Gesamturteil, sowie auch die Intensität der Farben rot, orange und gelb wurde mittels unstrukturierter Skala beurteilt. 24 h nach Anlieferung wurden je eine ganze Frucht zur visuellen Beurteilung und eine halbierte zur sensorischen Beurteilung auf neutralen Tellern gereicht und jede Probe drei Mal wiederholt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Es wurden insgesamt 55 Sorten untersucht, wobei das Hauptaugenmerk auf 17 Sorten gelegt wurde. Anhand der sensorischen Beurteilung der Farbtintensität und der Farbmessung im L\*a\*b\*-Farbraum konnten Korrelationen berechnet werden (Daten nicht gezeigt). Die Attraktivität korreliert positiv mit der Intensität der Grundfarbe orange und der Deckfarbe rot als auch negativ mit der Farbe Gelb (sowohl sensorisch als auch messbar).

In den Tabellen 1 und 2 sind die Unterschiede der analytischen und sensorischen Daten zwischen den Jahren 2013 und 2014 dargestellt. Höhere Ausfälle im Shelf-Life als 2013 kamen durch reifere Ernte bzw. durch erhöhte Niederschläge bedingte Ausfälle zu Stande. Die großteils signifikanten Unterschiede aller Parameter der sensorischen Bewertung verdeutlichen die möglichen Jahresschwankungen und lassen somit auch noch kein Urteil über die Fruchtqualität der Sorten zu. Da einige Sorten 2013 oder 2014 positiver beurteilt wurden sind mehrere Einflussfaktoren anzunehmen, welche in Zukunft, um das Potenzial einer Sorte zu erkennen, weiter beobachtet werden müssen.

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der analytischen Daten

Sorte	Grundfarbe		Durofel 10		°Brix		Weinsäure [g/l]		Faulstellen [%]		Gesamtgewicht [g]	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Robada	3,8±3,9 a	7,4±0,9 b	32,1±33,0 a	55,9±12,5 b	12,5±1,2 a	14,8±1,7 b	8,3±9,1 a	21,3±1,0 b	0,0±0,0 a	18,8±8,9 b	23,8±25,0 a	57,0±8,0 b
Carmingo® Primando	7,6±0,6 a	6,6±1,2 b	38,7±11,5 a	60,3±9,4 b	14,6±1,0 a	13,2±1,4 b	15,0±2,3 a	25,6±1,4 b	31,0±16,2 a	0,0±0,0 b	31,2±4,8 a	26,0±3,3 b
Tsunami® EA 5016	8,4±0,8 a	8,6±0,9 a	45,0±13,9 a	47,6±15,4 a	14,2±0,9 a	15,8±1,7 b	17,2±2,6 a	23,9±1,1 b	0,0±0,0 a	10,6±13,2 a	37,9±7,2 a	35,1±5,8 b
Carmingo® Primarel	6,3±0,7 a	5,4±1,6 b	26,6±6,9 a	55,4±11,5 b	12,5±0,9 a	13,0±2,5 a	14,4±2,0 a	22,4±3,7 b	26,8±11,7 a	0,0±0,0 a	37,2±5,7 a	37,9±6,6 a
Carmingo® Primus	4,3±4,4 a	9,00 b	31,8±33,0 a	51,2±16,0 b	13,0±1,2 a	14,2±1,1 b	14,0±15,4 a	23,1±2,1 a	0,0±0,0 a	0,0±0,0 a	22,8±23,9 a	45,1±7,2 b
Spring Blush®EA 3126TH	4,2±4,3 a	7,9±1,2 b	30,8±32,6 a	54,4±23,1 b	11,7±1,1 a	12,6±1,3 b	6,3±6,9 a	22,8±3,9 b	0,0±0,0 a	19,6±6,4 a	29,7±30,6 a	45,3±8,5 b
Sylred	8,5±0,6 a	7,7±0,8 b	44,0±14,5 a	47,6±18,1 a	13,3±0,9 a	12,8±1,9 a	16,3±3,3 a	24,7±1,5 b	12,2±10,7 a	7,6±13,1 a	58,4±9,3 a	39,9±6,8 b
Candide	8,5±0,5 a	7,5±0,8 b	35,9±16,0 a	48,4±14,1 b	16,5±1,4 a	11,3±0,9 b	9,5±1,6 a	20,2±1,9 b	0,0±0,0 a	2,0±3,4 a	46,0±10,1 a	52,1±9,9 b
Carmingo® Medibel	4,4±4,5 a	9,1±0,7 b	27,0±28,3 a	58,4±15,4 b	16,4±3,2 a	16,3±1,7 a	9,7±10,6 a	21,2±2,0 b	0,0±0,0 a	0,0±0,0 b	26,7±27,9 a	60,6±9,6 b
Carmingo® Medaga	8,4±0,7 a	8,5±0,7 a	47,2±18,6 a	62,5±13,1 b	14,1±1,7 a	15,8±7,3 b	11,3±2,7 a	12,2±1,5 a	0,0±0,0 a	4,4±7,5 a	51,7±8,3 a	76,5±10,0 b
Vertige®A3845	7,8±0,6 a	7,3±0,8 b	47,7±10,5 a	47,0±11,7 a	18,1±1,6 a	16,8±2,3 a	13,5±0,2 a	20,8±2,0 b	0,0±0,0 a	4,4±4,2 b	64,7±11,7 a	82,1±13,6 b
Perle Cot	6,0±3,6 a	8,6±0,6 b	42,8±26,6 a	47,4±7,6 a	12,1±1,5 a	12,3±1,4 a	12,7±7,7 a	19,1±2,0 a	1,0±3,4 a	7,0±8,5 b	39,1±23,4 a	61,4±11,1 b
Magic Cot	8,2±0,7 a	7,3±0,9 b	54,3±11,1 a	46,43±15,6 b	11,7±1,4 a	12,1±4,9 a	16,4±4,7 a	14,8±1,3 a	0,0±0,0 a	24,8±28,6 b	65,2±16,6 a	90,3±25,0 b
Wonder Cot	3,5±3,6 a	7,7±1,2 b	30,6±31,8 a	43,4±20,3 b	13,1±1,8 a	12,3±1,8 a	6,2±6,8 a	20,2±3,6 b	0,0±0,0 a	14,9±22,7 a	30,7±13,6 a	50,7±9,6 b
Flavor Cot	8,2±1,0 a	7,9±0,6 a	47,3±9,6 a	64,6±7,1 b	14,1±3,2 a	15,2±1,5 a	13,7±3,8 a	21,4±4,9 b	0,5±1,8 a	15,8±18,7 b	52,4±9,9 a	78,2±17,7 b
Sunny Cot	6,1±3,6 a	7,8±1,3 b	40,8±26,1 a	55,3±16,3 b	15,1±1,3 a	14,2±2,0 b	18,2±11,2 a	26,4±2,0 a	0,0±0,0 a	13,1±14,6 b	46,3±28,9 a	72,1±9,4 b
Lady Cot	8,2±1,0 a	8,4±0,7 a	56,7±17,5 a	60,2±13,2 a	15,4±1,2 a	16,7±2,3 b	19,5±3,6 a	20,0±5,5 a	0,0±0,0 a	14,2±21,4 a	47,0±6,8 a	76,9±42,8 b

Tabelle 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der sensorisch beurteilten Parameter Aussehen, Saftigkeit, Zucker-Säureverhältnis, Geschmack, Gesamturteil; Skala 0 – 100

Sorte	Aussehen		Saftigkeit		Zucker-Säure-Verhältnis		Geschmack		Gesamturteil	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Robada	78,3±13,4 a	58,0±20,0 b	55,5±19,7 a	49,5±19,3 a	73,1±14,0 a	54,7±17,1 b	68,9±15,3 a	54,6±19,5 b	70,1±14,3 a	55,7±19,2 b
Carmingo® Primando	64,1±13,1 a	58,5±15,8 a	54,7±20,8 a	30,6±11,5 b	56,4±13,4 a	37,8±16,2 b	55,7±11,8 a	40,4±13,7 b	52,8±12,6 a	43,6±13,4 b
Tsunami® EA 5016	67,4±10,0 a	73,5±13,7 b	68,1±16,9 a	62,8±16,0 a	64,7±13,6 a	67,1±16,2 a	57,4±14,8 a	66,5±16,2 b	58,5±12,7 a	67,6±16,6 b
Carmingo® Primarel	67,6±16,6 a	44,5±20,1 b	60,6±25,2 a	32,1±14,4 b	61,2±16,2 a	47,8±18,7 b	52,4±17,5 a	43,9±14,7 a	50,0±16,4 a	40,5±11,8 b
Carmingo® Primus	62,7±24,1 a	60,3±20,6 a	46,5±22,2 a	60,1±16,5 a	57,3±11,4 a	51,0±21,5 a	55,0±19,0 a	53,3±19,1 a	58,8±10,8 a	55,4±19,4 a
Spring Blush®EA 3126TH	49,2±29,2 a	53,9±26,8 a	66,0±14,6 a	62,2±15,6 a	46,0±18,9 a	45,2±23,2 a	34,0±20,8 a	43,9±27,0 a	39,3±17,2 a	45,0±27,9 a
Sylred	76,4±13,3 a	69,7±17,2 a	83,4±9,9 a	76,3±17,4 a	74,1±17,9 a	60,2±17,2 b	65,7±22,4 a	63,4±20,1 a	66,9±19,4 a	63,7±18,6 a
Candide	81,6±10,0 a	59,6±16,0 b	72,8±10,9 a	56,4±30,9 b	74,1±14,2 a	28,1±19,9 b	72,4±16,2 a	30,1±19,0 b	74,3±15,8 a	35,8±19,1 b
Carmingo® Medibel	75,6±16,5 a	57,7±20,8 b	67,5±13,9 a	31,4±16,6 b	76,3±12,8 a	45,8±26,5 b	75,7±17,6 a	49,8±24,4 b	74,9±16,5 a	51,7±22,5 b
Carmingo® Medaga	81,2±12,4 a	85,2±7,7 a	51,6±24,5 a	69,3±13,4 b	53,1±22,4 a	66,0±16,2 b	47,9±19,2 a	73,4±14,2 b	46,2±19,0 a	76,3±11,1 b
Vertige®A3845	65,4±17,3 a	41,4±20,7 a	61,6±24,0 a	53,4±25,4 b	66,8±22,1 a	54,5±25,2 a	65,1±22,6 a	55,8±28,2 a	65,6±22,2 a	52,5±26,1 a
Perle Cot	74,2±2,8 a	56,6±3,8 b	65,8±2,9 a	46,2±3,9 b	67,2±2,9 a	44,6±4,0 b	64,5±2,8 a	50,9±3,8 b	65,1±2,8 a	49,6±3,8 b
Magic Cot	63,6±2,5 a	22,1±5,0 b	56,6±2,6 a	46,6±5,1 a	57,3±2,3 a	40,3±4,5 b	54,1±2,3 a	41,4±4,6 b	55,6±2,1 a	36,1±4,1 b
Wonder Cot	60,2±7,0 a	66,4±4,0 a	67,5±5,3 a	72,8±3,1 a	58,5±7,1 a	57,9±4,1 a	69,2±6,9 a	47,0±4,0 b	67,7±5,0 a	51,7±2,9 b
Flavor Cot	73,3±2,0 a	55,7±3,7 b	61,7±3,7 a	59,5±7,0 a	61,6±3,3 a	62,4±6,3 a	56,2±3,6 a	66,8±6,8 a	56,9±3,6 a	66,1±6,8 a
Sunny Cot	73,0±3,2 a	56,9±4,3 b	63,3±4,4 a	53,7±5,9 a	59,7±3,9 a	38,8±5,3 b	59,5±3,9 a	52,3±5,3 a	60,1±3,7 a	52,9±5,0 a
Lady Cot	71,4±3,7 a	61,7±2,9 b	57,2±4,6 a	46,8±3,6 a	60,9±4,8 a	45,8±3,7 b	64,6±5,2 a	51,1±4,0 b	63,7±5,1 a	54,1±4,0 a

## Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war das mögliche Potenzial verschiedener neuer Sorten an Hand ihrer Fruchtqualitäten aufzuzeigen. Dazu wurden 55 Sorten vom Obstversuchsgut Haschhof bzw. vom Standort Poysdorf analytisch und sensorisch mittels geschulten Kosterpanel untersucht, wobei Hauptaugenmerk auf 17 Sorten lag. Die Ergebnisse zeigen großteils signifikante Unterschiede zwischen den Jahren 2013 und 2014, sowohl in den analytischen als auch den sensorisch erhobenen Daten. Dies zeigt wiederum, dass erst eine langjährige Beobachtung die Erstellung eines sensorischen Profils möglich macht.

## Abstract

The aim of the testing was to show the possible potential of the fruit quality of different new apricot cultivars. 55 cultivars from the orchard Haschhof and the station in Poysdorf were analytically analysed and sensory evaluated by a trained panel. Main focus was on 17 cultivars. Results showed greatly significant differences between the years 2013 and 2014, as well analytically as in sensory collected data. This indicates again that only a long experience enables a preparation of a sensory profile.

## Adressen der Autoren

<sup>1</sup>HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

<sup>2</sup>Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung für Wein- und Obstbau, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln an der Donau

\* Ansprechpartnerin: Mag. Martina KIELER, martina.kieler@weinobst.at

# Optimaler Reifegrad von Obst für die Verarbeitung

## *Best stage of ripeness of fruits for processing*

Monika Schnürer\*, Manuel Bucher, Dietmar Stelzer,  
Karin Korntheuer und Manfred Gössinger

### **Einleitung**

Die Bestimmung von Reifeparametern von Obst steht im Fokus vieler wissenschaftlicher Arbeiten. Es werden dabei klassische Parameter wie Stärkegehalt, lösliche Trockensubstanz oder Festigkeit untersucht, aber auch neue, zerstörungsfreie Messmethoden verwendet. Das Ziel all dieser Arbeiten ist jedoch ausschließlich die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes von Obst für den Frischmarkt. Dabei wird besonders auf gute Haltbarkeit und Lagerfähigkeit Wert gelegt. Die Anforderungen an die Rohware für die Verarbeitung unterscheiden sich von denen für den Frischmarkt jedoch signifikant: Wichtig ist hier vor allem ein gut ausgeprägter Geschmack. Aussehen und Textur verlieren hingegen maßgeblich an Bedeutung. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass die optimalen Reifewerte für die Verarbeitung andere sind als die für den Frischmarkt. Die Herstellung von Obstprodukten galt eigentlich lange Zeit nur als Verwertung der nicht für den Frischmarkt geeigneten Früchte. Seit jedoch die Obstverarbeitung als die Produktion qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel angesehen wird, steigt der Qualitätsanspruch an die Rohware. Besonders die Herstellung sortenreiner Produkte hat diesen Trend weiter vorangetrieben. Bis heute sind jedoch die Parameter für die Reife der Rohware, die diesem Anspruch gerecht wird, nur sehr vage definiert. Der Verarbeiter hat somit keine klaren Richtlinien, an die er sich halten kann, wenn er den Anforderungen der Konsumenten gerecht werden will. Im Zuge dieser Arbeit sollten daher für verschiedene Apfelsorten die Zusammenhänge zwischen einer Reihe von Reifeparametern der Rohware und der Produktqualität – in diesem Fall von klarem Apfelsaft – untersucht werden.

### **Material und Methoden**

Saftherstellung: Je 1000 kg Äpfel der Sorten Pinova und Jonagold wurden zur jeweils für den Frischmarkt passenden Reife geerntet und in Chargen von 200 kg aufgeteilt. Die erste Charge wurde direkt nach der Ernte auf zwei Wiederholungen zu je 100 kg aufgeteilt und zu klarem Apfelsaft verarbeitet. Die restlichen Äpfel wurden bei 4°C eingelagert. Nach 5, 8, 12 und 16 Wochen wurden von jeder Sorte weitere 200 kg nach dem gleichen Prinzip verarbeitet: Die Früchte wurden dabei mit einer Schleuderfräse (Fa. Voran) zerkleinert und mit einer Siebbandpresse (Fa. Valentin Stoissier) gepresst. Im Anschluss wurde der gewonnene Saft enzymiert (2 ml/hl; Fructozym P, Fa. Erbslöh) und mit Bentonit (2 g/l; NaCalit, Fa. Erbslöh), Kieselsol (50 ml/hl; Bevasil 30, Fa. Begerow) und Gelatine (50 ml/hl; Gelita klar, Fa. Begerow) im Abstand von 15 min versetzt. Am darauf folgenden Tag wurde der Saft abgezogen, gefüllt und pasteurisiert (80°C, 20 min). Vor der Pasteurisation wurden Proben gezogen und tiefgefroren.

Reifeanalysen: Zu jedem Verarbeitungstermin wurde von 10 Äpfeln jeder Wiederholung die Reife bestimmt. Von jeweils 5 Äpfeln wurde gleichzeitig die Respiration mittels CO<sub>2</sub>-Sonde (Almemo 2590, Fa. Ahlborn) in einem 12 Liter-Gefäß gemessen. Unter Einbeziehung des Fruchtvolumens und – gewichtes konnte die CO<sub>2</sub>-Abgabe in mg/kg/h ermittelt werden (WINTER 2002). Zur Bestimmung des Streif-Index wurden Festigkeit, Stärkeabbauwert und lösliche Trockensubstanz bestimmt. Die Festigkeit wurde mit Hilfe eines Standpenetrometers (AFG 500 N, Fa. Mecmesin) gemessen. Dazu wurden an Licht- und Schattenseite je 2 cm<sup>2</sup> Schale entfernt, ein Stempel von 1 cm<sup>2</sup> Fläche 8 mm tief in das Fruchtfleisch gedrückt und die dafür notwendige Kraft gemessen. Die Festigkeit konnte so in kg/cm<sup>2</sup> angegeben werden (Höhn et al. 2008). Der Stärkeabbauwert wurde mittels Lugol'scher Lösung und Farbtafel (Ctifl, Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Legumes) bestimmt. Die lösliche Trockensubstanz wurde mit einem Handrefraktometer (REF 711gB, Fa. Arcada) gemessen und in °Bx angegeben. Aus diesen drei Werten wurde schließlich der Streif-Index nach der Formel Festigkeit/(lösliche Trockensubstanz\*Stärkeabbauwert) berechnet.

Saftanalysen: Die tiefgefrorenen Proben wurden zur Bestimmung des Zucker- und Säurespektrums herangezogen. Die Analysen der organischen Säuren erfolgten auf AG 11 und AS 11 Säulen mit Io-

nenchromatographie Dionex Serie ICS 3000 (Fa. Thermo Fisher Scientific). Die Analysen der enthaltenen Zucker wurden auf einer Carbo Pac PA10 (4x250/ 4x50) Säule mit Ionenchromatographie Dionex Serie ICS 3000 (Fa. Thermo Fisher Scientific) durchgeführt. Zur Bestimmung der titrierbaren Säure wurden 10 ml Saft mit 0,1 N NaOH auf pH 8,1 titriert (pH-523, Fa. WTW). Nach Multiplikation des Verbrauchs mit dem Faktor 0,75 konnte die titrierbare Säure in g/l berechnet als Weinsäure angegeben werden.

Sensorische Prüfmethoden: Die Vergleichbarkeit der Wiederholungen wurde zuerst mittels Dreieckstest von einem geschulten Panel von sechs Personen ermittelt. Im Anschluss wurden mit Hilfe einer unstrukturierten Skala die Parameter Geruchsintensität, Geruchstypizität, Geschmacksintensität, Geschmackstypizität, Mundgefühl und Gesamturteil der fertigen Säfte erhoben. Säfte, die unter 5 g/l titrierbare Säure aufwiesen, wurden für die Verkostung mit Zitronensäure auf 5 g/l angesäuert.

Alle Messungen wurden in Doppelbestimmung durchgeführt. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS 22.0 und Microsoft Excel.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Wie erwartet zeigte die Auswertung der Reifeanalysen, dass die Festigkeit im Verlauf der Lagerung deutlich abnahm. Besonders zu Beginn der Lagerung konnte ein deutlicher Abfall beobachtet werden. Der Stärkegehalt war schon bei der Ernte auf einem niedrigen Niveau – bei einem Großteil der Äpfel lag der Stärkeabbauwert bereits zu Beginn der Messungen bei einem Wert von 10. Der Zuckergehalt stieg bei der Sorte Pinova vom ersten bis zum vierten Verarbeitungstermin von 11 auf 13°Bx. Beim letzten Termin war der Wert wieder ein wenig niedriger (12,5°Bx). Bei Jonagold lag der Wert der löslichen Trockensubstanz konstant bei 13°Bx.

Daraus resultierte bei beiden Sorten eine kontinuierliche Abnahme der Streif-Index-Werte. Besonders in den ersten Wochen fiel der Streif-Index deutlich ab (Abb. 1 und 2). Auch die Werte der titrierbaren Säure zeigten einen Abfall: die Werte lagen zu Beginn deutlich über 6 g/l, sanken jedoch bis zum letzten Verarbeitungstermin auf unter 4 g/l.

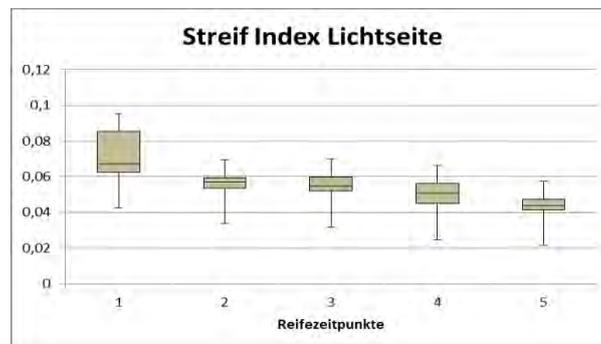


Abbildung 9 Streif-Index (Lichtseite) der Sorte Pinova zu den einzelnen Verarbeitungsterminen

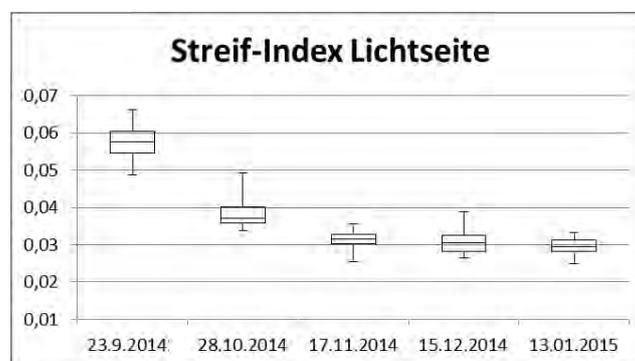


Abbildung 10 Streif-Index (Lichtseite) der Sorte Jonagold zu den einzelnen Verarbeitungsterminen

Die Verkostungsergebnisse zeigten im Gesamturteil zwar keine signifikanten Unterschiede, es war jedoch die Tendenz zu erkennen, dass die später verarbeiteten Säfte besser beurteilt wurden. Bei Jonagold wurde vor allem der erste Saft schlechter beurteilt als die anderen, der vierte und der fünfte Saft

am besten. Bei Pinova waren die Unterschiede zwischen den ersten vier Säften nur sehr gering. Der fünfte Saft wurde am besten beurteilt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Rohwarenlagerung und damit verbundene niedrige Streif-Index-Werte die Saftqualität positiv beeinflussen.

Tabelle 13 Ergebnisse der sensorischen Beurteilung des Gesamturteils

<b>Probe</b>	<b>Mittelwerte</b>	<b>Differenzen</b>	<b>LSD-Wert</b>	<b>Vergleich</b>
Pinova 4	82,73		7,1	
Pinova 2	83,98	1,25		=
Pinova 3	84,67	0,69		=
Pinova 1	84,97	0,31		=
Pinova 5	88,03	3,06		=

<b>Probe</b>	<b>Mittelwerte</b>	<b>Differenzen</b>	<b>LSD-Wert</b>	<b>Vergleich</b>
Jonagold 1	78,96		6,4	
Jonagold 2	84,80	5,84		=
Jonagold 3	84,99	0,18		=
Jonagold 5	87,72	2,73		=
Jonagold 4	89,08	1,37		=

### **Zusammenfassung**

Ein großer Teil von Äpfeln wird mit Fokus auf den Frischmarkt produziert, was eine hohe Priorität von Haltbarkeit und Lagerfähigkeit erfordert. Für diesen Zweck sind Parameter des am besten passenden Reifegrades genau definiert. Wenn das Hauptaugenmerk jedoch darauf liegt, einen qualitativ hochwertigen, reinsortigen Apfelsaft zu produzieren, dann ist der optimale Reifegrad ein anderer. In dieser Studie wurde der Zusammenhang zwischen verschiedenen Fruchtparametern und der Qualität von reinsortigem Apfelsaft der Sorten Pinova und Jonagold untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass eine Lagerung nach der Ernte, die mit einem niedrigen Streif-Index einhergeht, die Saftqualität positiv beeinflusst.

### **Abstract**

A high amount of apples is produced with focus on the fresh fruit market, which demands a high priority on shelf-life and storability. For this purpose parameters of the most accurate stage of ripeness are well defined. However, if the main scope is the production of high quality, single-cultivar apple juice, the best stage of ripeness is different. In this study the relationship between different fruit parameters and single-cultivar apple juice quality was investigated of the cultivars Pinova and Jonagold. It could be shown that post-harvest storage resulting in a low Streif-Index influences the juice quality in a positive way.

### **Literatur**

HÖHN E, BAUMGARTNER D, GASSER F, GABIOUD S, 2008: Ripening Regulation and Consumer Expectations. Acta Horticulturae 796, 83-92, ISHS 2008.  
 WINTER F, 2002: Lucas' Anleitung zum Obstbau. 32. Auflage. Österreichischer Agrarverlag.

### **Adressen der Autoren**

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg

\* Ansprechpartnerin: Mag. Monika SCHNÜRER, monika.schnuerer@weinobst.at

# Qualitätsverbesserung von Fruchtnektaren mittels Enzymeinsatz

## *Quality improvement of nectars made from puree by means of enzyme treatment*

Manfred Gössinger<sup>1\*</sup>, Anton Lackner<sup>1</sup> und Katharina Hanz<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Fruchtfleischhaltige Nektare weisen oft eine sehr hohe Viskosität auf. Die Produkte fließen daher oft nur langsam bzw. nicht aus der Flasche. Vor allem bei Quitte und Birne werden die Nektare auf Grund dieses Verhaltens von Konsumenten oft abgelehnt. Aber auch bei anderen Obstarten wie Marille oder Pfirsich werden Nektare manchmal wegen des zu „dichten“ Mundgefühls abgelehnt. In diesem Projekt wurde versucht die Viskosität durch gezielten Einsatz von Enzymen zu verringern und so die Akzeptanz und Qualität dieser Produkte zu verbessern.

### **Material und Methoden**

Mark: Das für die Nektarproduktion verwendete Mark von Marille (Ungarische Beste), Quitte (Mammut) und Birne (Williams Christ) stammt von Früchten vom Versuchsgut Haschhof in Klosterneuburg. Das Pfirsichmark stammt von Fa. Auer (St. Georgen).

Enzyme: Es wurden folgende Enzyme verwendet: NATUZYM® PCA (Fa. WeissBioTech, Ascheberg, Deutschland), Pectinex® Yieldmash Extra, Pectinex® SMASH XXL und Pectintranseliminase (Fa. Novozymes, Bagsvaerd, Dänemark). Die Dosage wurde nach den Empfehlungen (80-150 g/1000 kg) der Hersteller mit ca. 150 g/1000 kg gewählt.

Vorversuche: Zur Ermittlung des am besten geeigneten Enzyms für den jeweiligen Nektar sowie der optimalen Enzymierungszeit wurden jeweils im Labor Kleinstmengen Nektar hergestellt und mit den verschiedenen Enzymen so lange bei 20°C versetzt, bis die gewünschte Konsistenz erreicht war. Die Proben wurden danach bei 80 °C im Wasserbad erhitzt und anschließend im Kühlschrank gelagert. Bei der sensorischen Beurteilung wurde die beste Variante ausgewählt und anschließend im Großversuch umgesetzt.

Nektarproduktion (Großversuch): Das Mark wurde mit Zucker, Wasser und Zitronensäure jeweils so ausgemischt, dass der Nektar (ca. 40 kg) 15 °Bx und 7 g/l Titrierbare Säure aufwies. Der Fruchtgehalt wurde jeweils auf den gesetzlichen Mindestwert eingestellt (FRUCHTSAFTVERORDNUNG 2004). Nach dem Ausmischen wurden die Nektare nach einer Behandlung mittels Kolloidmühle (Dispergierung) mit jeweils dem Enzym, das bei den Vorversuchen als Bestes ermittelt wurde, bei 20 °C versetzt. Nach der gewünschten Enzymierungszeit wurden die Proben 20 min bei 80 °C erhitzt (Enzyminaktivierung), danach entgast und mittels Vakuumpfüller in 0,35 l Flaschen gefüllt. Die Nektare wurden anschließend ca. 20 min bei 80 °C pasteurisiert. Die Flaschen wurden bis zur Verkostung bei 20 °C gelagert.

Analysen: Alle Nektare wurden sensorisch beurteilt. Mittels Dreieckstest wurde die behandelte Probe mit der nicht behandelten Probe verglichen. Weiters bewerteten die geschulten Koster mittels strukturierter Skala das Aroma und das Mundgefühl. Von allen Nektaren wurde mittels Rotationsviskosimeter (Fa. Physica Viscolab, Ostfeldern-Schamhausen, Deutschland) die dynamische Viskosität in Abhängigkeit der Scherrate bestimmt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Ergebnisse der Vorversuche zeigten, dass die notwendige Enzymierungszeit sehr stark vom jeweiligen Enzym abhängig war. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die notwendigen Enzymierungszeiten der jeweiligen Enzyme bei den untersuchten Nektaren im Vorversuch. Die ausgewählten Enzyme für die jeweilige Obstart sind mit einem \* gekennzeichnet.

Die sensorische Beurteilung der Nektare mittels Dreieckstest ergab, dass die enzymierten Nektare von den Vergleichsproben signifikant unterschieden werden konnten. Signifikante Unterschiede im Aroma konnten bei der Birne und Quitte sowie beim Mundgefühl bei der Quitte und Pfirsich festgestellt werden.

Die dynamische Viskosität lag bei allen Nektaren mit Enzymbehandlung bei einer Scherrate von 500 s<sup>-1</sup> deutlich unter der Vergleichsprobe (Abbildung 1). Die Werte lagen zwischen 17 und 165 mPas. Die enzymbehandelten Nektare flossen aus der Flasche deutlich schneller und gleichmäßiger aus. Die Nektare waren auch nach 4 Monaten noch stabil. Das Projektziel konnte somit erreicht werden.

Tabelle 1: optimale Enzymierungszeit der jeweiligen Enzyme bei den verschiedenen Obstarten

Enzym	Obstart	Zeit (min)
NATUZYM® PCA	Birne	81
Pectinex® Yieldmash Extra	Birne	52
Pectinex® SMASH XXL	Birne	33
Pectintranseliminase	Birne*	90
NATUZYM® PCA	Marille*	91
Pectinex® Yieldmash Extra	Marille	28
Pectinex® SMASH XXL	Marille	20
Pectintranseliminase	Marille	85
NATUZYM® PCA	Pfirisch	93
Pectinex® Yieldmash Extra	Pfirisch	25
Pectinex® SMASH XXL	Pfirisch*	44
Pectintranseliminase	Pfirisch	58
NATUZYM® PCA	Quitte	407
Pectinex® Yieldmash Extra	Quitte	232
Pectinex® SMASH XXL	Quitte*	140
Pectintranseliminase	Quitte	411

\* ... beste Variante

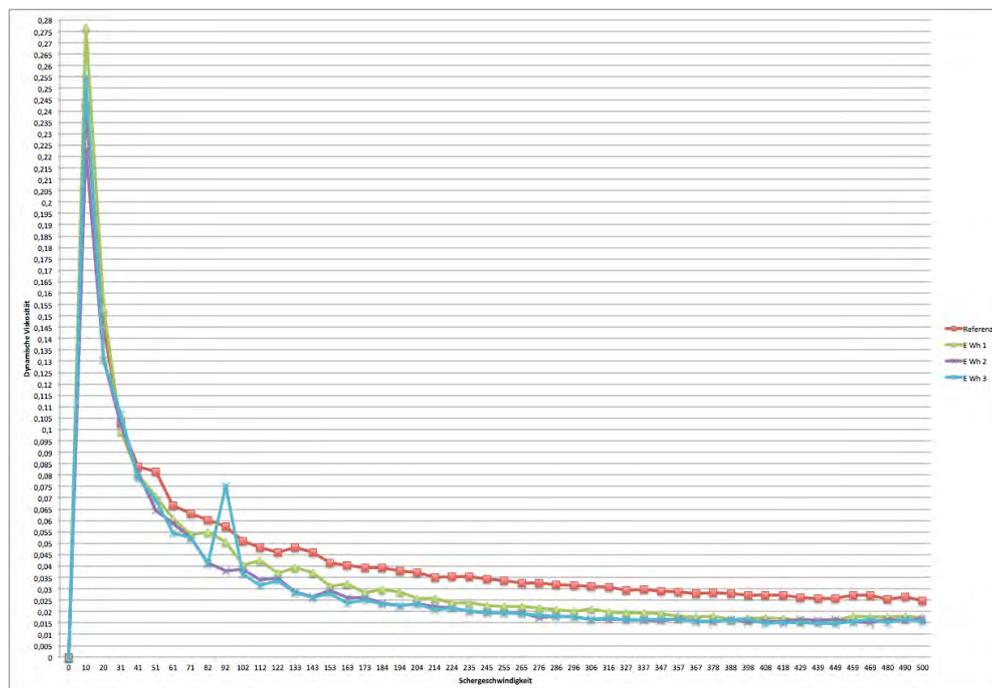


Abbildung 1: Dynamische Viskosität (Pas) in Abhängigkeit der Scherrate (s<sup>-1</sup>) von Marillennektar

## ***Zusammenfassung***

Ziel dieses Versuches war es die Viskosität von fruchtfleischhaltigen Nektaren mittels Enzyemeinsatz so zu verändern, dass das Mundgefühl verbessert wird und die Produkte gleichmäßig und schnell aus der Flasche fließen. Es wurden 4 verschiedene Enzyme bei Nektaren aus Birne, Marille, Pfirsich und Quitte getestet. Nach Ermittlung der erforderlichen Enzymierungszeit in Vorversuchen, wurden Nektare im Pilotmaßstab hergestellt und sensorisch beurteilt. Die dynamische Viskosität wurde bei allen Nektaren gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wirkung der getesteten Enzyme bei den unterschiedlichen Obstarten unterschiedlich war. Neben der Verringerung der Viskosität (Ausfließen aus Flasche) wurde bei einigen Nektaren im Zuge der sensorischen Beurteilung auch eine Verbesserung des Mundgefühls und des Aromas festgestellt.

## ***Abstract***

The aim of this study was the reduction of viscosity in nectars made from puree by means of enzymatic treatment in order to improve the mouth feeling and the flow of the product out of the bottle. Four enzymes were tested on nectars made from pear, apricot, peach and quince. In pilot tests the optimal residence time and the optimal enzyme for each fruit was determined. The nectars undergo a sensory assessment. Moreover the viscosity of all nectars were measured.

Results show, that enzymes affected the viscosity, the mouth feeling and aroma of the nectars differently. A better flow as well as a better mouth feeling and aroma could be achieved in most cases.

## ***Literatur***

FRUCHTSAFTVERORDNUNG, 2004: Verordnung der Bundesministerien für Gesundheit und Frauen über Fruchtsäfte und einige gleichartige Erzeugnisse (Fruchtsaftverordnung). StF: BGBl. II Nr. 83/2004

## ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Lebensmitteltechnologie, Muthgasse 18, 1190 Wien

\* Ansprechpartner: Dr. Manfred GÖSSINGER, manfred.goessinger@weinobst.at

# Einfluss des Reifegrades und der Maischestandzeit auf die Qualität von Apfelmost

## *Influence of ripeness and mash maceration time on quality of apple ciders*

Martina Kieler und Manfred Gössinger

### **Einleitung**

Um den optimalen Erntezeitpunkt von Obst für den Markt zu bestimmen und die Fruchtqualität auch nach der Lagerung zu gewährleisten, wurden eine Vielzahl an nicht-destruktiven Methoden entwickelt um Informationen über den Reifestatus zu erhalten. Beim Großteil der Sorten gibt es genaue Informationen über den idealen Reifezeitpunkt. Doch bedeutet dies auch den idealen Zeitpunkt für die Verarbeitung? Zu welchem Reifestatus eignen sich Äpfel am besten zur Produktion von Most um die Sortentypizität zu wahren, aromareiche Moste zu liefern und für die Sorten untypische sensorische Parameter zu vermeiden? Ändern sich das Mundgefühl und die Komplexität eines Mostes in Abhängigkeit von der Reife der Rohware?

In der Weinbranche wird seit langem mit der Technik der Maischestandzeit gearbeitet um eine Erhöhung der Inhaltsstoffe und Intensivierung des Aromas im fertigen Produkt zu erreichen. RENARD et al. 2011 zeigte bereits, dass unterschiedliche Presskonditionen bei Apfel Einfluss auf Farbe, Bitterkeit und Adstringenz des fertigen Produktes haben. VIDRIH und HRIBAR 1999 überprüften den Einfluss der Maischestandzeit auf die Produktion höherer Alkohole und deren sensorischen Einflüssen. Kann diese Technik auch bei Most förderlich sein? Hier soll nun der Einfluss des Reifegrades in Kombination mit einer Maischestandzeit auf die Qualität von Apfelmost beleuchtet werden.

Die feine Stilistik der Sorte Jonagold 'Novajo' soll hier dazu verwendet werden um den Einfluss des Reifezeitpunktes und einer Maischestandzeit zu beurteilen.

### **Material und Methoden**

Vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA Klosterneuburg wurden marktreif geerntete Äpfel der Sorte Jonagold zu verschiedenen Reifestadien verarbeitet und in 34 l-Ballons standardisiert ausgebaut, analysiert und verkostet. Weiters wurde der Einfluss einer Maischeenzymierung mit Standzeit untersucht. Die Versuche wurden mit 3 Wiederholungen durchgeführt.

1200kg Äpfel wurden auf drei Chargen aufgeteilt. 400kg wurden direkt nach der Ernte verarbeitet, die weiteren 800kg wurden bei Raumtemperatur lichtgeschützt bis zum gewünschten Streif-Index gelagert. Die Äpfel der Reife 1 wurden bei einem Streif-Index von 0,07, Reife 2 bei 0,05 und Reife 3 bei 0,03 verarbeitet. Weiters wurde die Grund- und Deckfarbe in L\*a\*b\*-Farbraum mittels Spectrophotometer, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NAI (Normalized Anthocyanin Index) und die Respiration bestimmt.

Die Äpfel wurden einerseits mittels Schleuderfräse zerkleinert und mit einer Bandpresse gepresst. Der gewonnene Saft wurde mit 100ml Fructozym Ultra HPX (Fa. Erbslöh) enzymiert und mit 10 g/hl KPS geschwefelt. Nach 3 h bei 20°C wurde mit 2 g/hl NaCalit geschönt und über Nacht stehen gelassen. Andererseits wurde mittels Schleuderfräse zerkleinert und die Maische mit 250 ml Fructozym Ultra HPX enzymiert, mit 10 g/hl KPS geschwefelt und 4 h bei Raumtemperatur stehen gelassen. Anschließend wurde mittels Bandpresse gepresst und mit 2 g/hl NaCalit geschönt und über Nacht stehen gelassen. Nach Abziehen des geschönten Saftes wurden die Trübung in NTU, Säuregehalt mittels Titration 0,1 molarer NaOH auf pH 8,1 und °Oechsle mittels Handrefraktometer bestimmt. Für einen besseren sensorischen Vergleich wurden die Moste der Reife 2 und 3 auf den gleichen Säuregehalt wie Reife 1 mit Zitronensäure aufgebessert. Zur Kontrolle und Dokumentation des Gärverlaufes wurde die Dichte in SG (t/t) (spezifisches Gewicht, nicht temperaturkompensiert; berechnet als Dichte der Probe bei °C/Dichte von Wasser bei °C) mittels Biegeschwinger bestimmt. Die Moste wurden mit Hilfe der Hefe Oenoferm Freddo (Fa. Erbslöh) vergoren. Nach Beimengung der Hefesuspension wurde der Saft auf drei Ballons aufgeteilt. Als Nährsalz wurden 20 g/hl Vita Ferm Ultra F3 vorgelegt und täglich 20 ml/hl Litto Thiamol P beigemischt.

Mittels VinPilot®Compact (Fa. WFT) wurden die einzelnen Ballons auf 17°C gebracht.

Nach Abschluss der Gärung, der mittels Clini-Test bestätigt wurde, wurden die Obstweine abgezogen, mittels Membranfilter (Romfil RF1/Lab4 Cross Flow Filter mit nominaler Porengröße von 0,2 µm) filtriert, mit 15 g/hl KPS aufgeschwefelt und in Glasballons spundvoll gelagert.

Die fertigen Moste wurden mittels Rangordnungs- sowie Dreieckstests und geschulten Panels beurteilt. Zuerst wurden die 3 einzelnen Wiederholungen randomisiert gegeneinander verkostet um festzustellen, ob Unterschiede wahrnehmbar sind. Die jeweils am besten bewertete Probe wurde für die weiteren Beurteilungen verwendet. Mittels Dreieckstest wurde beurteilt, ob Unterschiede zwischen Standzeit und konventioneller Verarbeitung wahrnehmbar sind. Anhand eines Rangordnungstests sollte herausgefunden werden, ob die verschiedenen Reifezeitpunkte einen signifikanten Einfluss haben. Weiters wurden die analytischen Daten sowie die Farbe der fertigen Moste im L\*a\*b\*-Farbraum bestimmt, wobei die Farbintensität C\* und der Farbton h° aus L\*a\*b\* berechnet wurden.

## Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 zeigt die Daten der Äpfel zu den unterschiedlichen Verarbeitungszeitpunkten.

Tabelle 1: Gemittelte Werte der erhobenen Daten zu den unterschiedlichen Verarbeitungszeitpunkten

Datum	Respiration [mg CO <sub>2</sub> /(h*kg)]	NDVI	NAI	Streif- Index	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h°(D65)
17.09.2014	137,99	0,17	0,09	0,07	68,00	7,41	44,86	48,23	78,43
06.10.2014	175,00	-0,37	0,04	0,05	56,43	17,92	33,92	44,32	60,56
16.10.2014	146,79	-0,48	-0,06	0,03	53,66	10,69	29,62	38,09	66,17

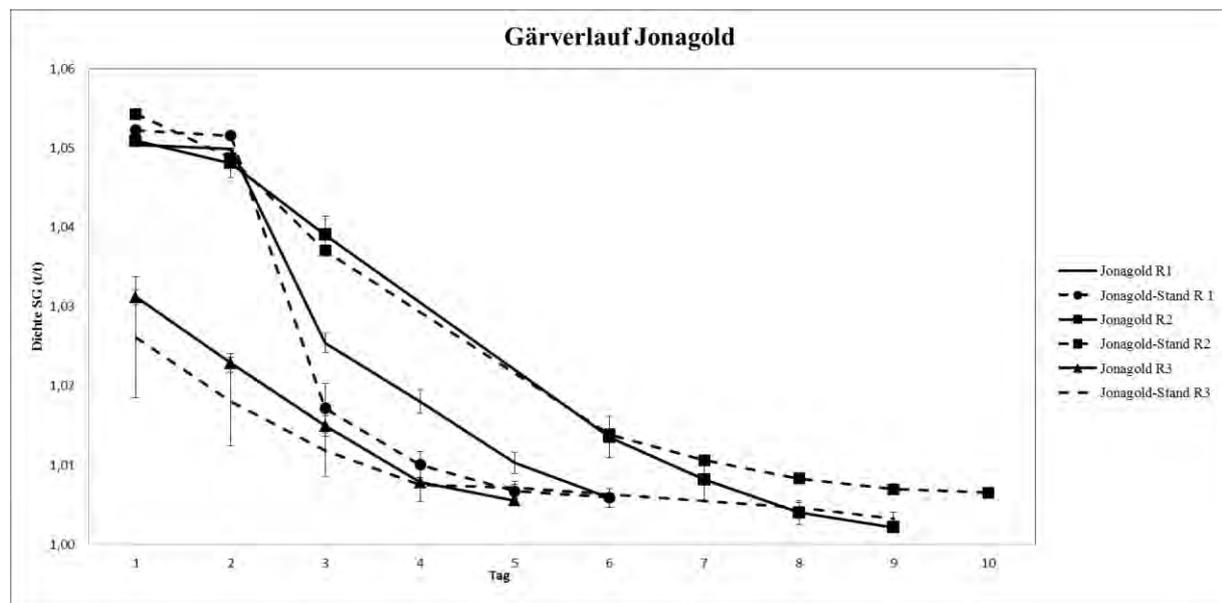


Abbildung 1: Gärverlauf der Varianten Standzeit und Nicht-Standzeit zu den drei Verarbeitungszeitpunkten; dargestellt sind gemittelte Werte der Wiederholungen mit Standardabweichung

Zwischen den Wiederholungen gibt es bei Reife 3 signifikante Unterschiede bei  $p < 0,05$ , sowohl bei der Standzeit als auch bei der direkt gepressten Variante. Der Reifezeitpunkt 1 wurde bei konventioneller Verarbeitung signifikant besser beurteilt als Reife 2 und 3. Mit Standzeit wurde Reife 1 signifikant schlechter bewertet. Mittels Dreieckstest konnten Unterschiede mit einer Signifikanz von  $p < 0,05$  zwischen Standzeit und konventioneller Verarbeitung bei Reife 1 und 2 festgestellt werden.

Die Standzeit hatte Einfluss auf die Farbe der fertigen Obstweine, die eine höhere Farbsättigung C\* aufwiesen als die Variante ohne Standzeit, welches auch RENARD et al. 2011 bereits beobachtete. Abbildung 1 zeigt die Gärkurven der einzelnen Varianten, wobei die kurze Gärdauer der Varianten der Reife 3 auffällig ist. Statistisch konnte kein Einfluss der Gärdauer auf die analytischen Daten festge-

stellt werden. Weiters zeigte sich ein Einfluss auf das Aroma, wie VIDRIH und HRIBAR 1999 zeigten, dass die Konzentration von höheren Alkoholen in Varianten mit Standzeit erhöht war und diese die Qualität negativ beeinflussten.

Die vermutete höhere Aromausbeute und Intensität durch die Maischestandzeit blieb aus. Diese Varianten zeigen eine höhere Farbsättigung, jedoch auch durchwegs dumpfere Töne, leichte Unsauberkeiten an Hand der flüchtigen Säure und wenig Nachdruck am Gaumen. Ob sich dies auch bei anderen Sorten und Jahrgängen ähnlich verhält, wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

### **Zusammenfassung**

1200 kg Äpfel der Sorte Jonagold wurden marktreif geerntet und zu drei unterschiedlichen Reifezeitpunkten verarbeitet und vergoren. Die Chargen wurden auf zwei Varianten – mit und ohne Standzeit – aufgeteilt. Neben chemischer Analyse erfolgte eine sensorische Beurteilung. Ziel war den Einfluss des Reifegrades und der Maischestandzeit auf die Qualität von Apfelmösten zu untersuchen. Die Variante ohne Standzeit zum Reifezeitpunkt 1 wurde signifikant besser beurteilt als zu Reife 2 und 3. Die Variante mit Standzeit zum Reifezeitpunkt 1 wurde signifikant schlechter beurteilt als zu Reife 2 und 3. Die Varianten mit Standzeit wiesen erhöhte Werte flüchtiger Säure auf und wurden signifikant schlechter beurteilt als die Varianten konventioneller Verarbeitung. Nur zu Reife 3 zeigten sich keine Unterschiede. Eine vermutete erhöhte Aromausbeute und Intensität durch eine Maischestandzeit konnte nicht festgestellt werden.

### **Abstract**

1200kg of the cultivar Jonagold were harvested at market ripeness and processed at three different ripening-stages in micro-scale fermentation. The charges were split in two parts – with and without maceration. Ciders did undergo a chemical and sensory assessment. Aim of the work was to investigate the influence of ripening stage and mash maceration on the quality of ciders. The cider without maceration of ripening stage 1 was preferred to those of stage 2 and 3. The cider with maceration of stage 1 was preferred to those of stage 2 and 3. The variants with maceration showed increased levels of volatile acidity and were evaluated more negatively than the variants without maceration. Only stage 3 showed no difference. There was no higher aroma extraction or intensity caused by maceration.

### **Literatur**

RENARD C. M. G. C., LE QUÉRÉ J.-M., BAUDUIN R., SYMONEAUX R., LE BOURVELLEC C. und BARON A. 2011: Modulating polyphenolic composition and organoleptic properties of apple juices by manipulating the pressing conditions. *Food Chemistry* 124, 117 – 125.

VIDRIH R. und HRIBAR J. 1999: Synthesis of higher alcohols during cider processing. *Food Chemistry* 67, 287 – 294.

### **Adressen der Autoren**

HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

\*Ansprechpartnerin: Mag. Martina KIELER, [martina.kieler@weinobst.at](mailto:martina.kieler@weinobst.at)

# **Einfluss der Unterlage auf den Elementgehalt von Äpfeln der Sorte Topaz in 2 Folgejahren**

## ***Effect of various rootstocks upon main and trace element contents in fruits of Topaz variety apples within 2 subsequent years***

Manfred Sager<sup>1\*</sup> und Andreas Spornberger<sup>2</sup>

### ***Einleitung***

Die Zusammensetzung von Früchten könnte, nicht nur von Sorte und Standort wie bei Getreide und Mais, sondern auch von der zuweilen genetisch verschiedenen Unterlage, dem Speichervermögen des Stamms, sowie dem jahreszeitlichen Verlauf von Wasserregime, Temperaturverlauf und Sonnenstrahlung abhängen. Im Rahmen einer längerfristigen Untersuchung wurden schon viele Daten von heimischen Äpfeln, sowohl von Früchten, Blättern, Blütenblättern und dem zugehörigen Boden erhoben. Da darunter sehr viele Sorten sind, und diese zueinander ziemlich vernetzt verwandt sind, konzentriert sich die Auswertung nun darauf, wo es mit Sicherheit keine Einflüsse auf den Elementgehalt gibt, um Gruppen von Parametern zusammenfassen zu können.

Um den Effekt verschiedener Unterlagen bei Äpfeln sichtbar zu erkennen, wurde im Versuchsgarten Jedlersdorf der Universität für Bodenkultur in Wien die Apfelsorte Topaz auf 7 unterschiedlichen Unterlagen veredelt mit 5 Wiederholungen ausgepflanzt. Die Sorte Topaz ist die derzeit in Österreich im biologischen Anbau am meisten angebaute Apfelsorte. Der Versuchsstandort liegt im pannonischen Klimagebiet, ist eben und grasbestanden, und wird biologisch bewirtschaftet. Beim Boden der Versuchsfläche handelt es sich um einen Tschernosem auf Lößlehm, Boden-pH 7,6-7,8, mit etwa 7% Gesamt-Ca und niedriger Kaliumversorgung. Die passive Aufnahme nicht für die Pflanze lebensnotwendiger Ionen ist durch die Verhältnisse in der Bodenlösung, und nicht durch den Bedarf der Pflanze bestimmt, und könnte daher spezifisch für den Standort sein.

Im Hinblick auf den Ertrag interessiert, ob andere Unterlagen als die im heimischen Obstbau weit verbreitete Unterlage M9 mit sommertrockenen Perioden und den Verhältnissen bei biologischer Bewirtschaftung besser zurande kommen.

### ***Material und Methodik***

Die auf die Unterlagen M26, M7, M9, MM111 und auf Sämling veredelten Bäume der Apfelsorte Topaz wurden im Herbst 2008 ausgepflanzt. Bei M7 gab es zusätzlich die Varianten hoch- und normalveredelt, sowie bei M9 ohne und mit Zwischenveredelung. Für die vorliegende Untersuchung wurden Früchte am 25.9.2012 und 2.10.2013 geerntet und nach der Ernte bei 4 ° C im Kühllager gelagert. Die Ernte 2012 wurde in kleinen Chargen von Oktober bis Dezember über jeweils 2 Nächte gefriergetrocknet und im August 2013 analysiert. Die Ernte 2013 wurde im April und Mai 2014 gefriergetrocknet und im Juli und August 2014 analysiert. Die Früchte wurden ebenfalls mit Handschuhen gewaschen, mit einem Keramikmesser in 4 oder 6 gleiche Teile geteilt, 2 gegenüberliegende Sektoren weiter zerkleinert, die Kernhäuser ausgeschnitten, in Kunststoffgefrierbeutel gefüllt und verschlossen. Diese wurden dann in einem Haushaltsmikrowellenofen leicht erhitzt und mit der Hand zerquetscht, und die wieder geöffneten Säckchen im Gefriertrockner evakuiert. Nach 1-2 Nächten entstand nach neuerlichem Quetschen ein Pulver, welches im Exsikkator bis zur Einwaage gelagert wurde. So gelangten die Proben mit keinen Mahlwerkzeugen mehr in Kontakt. Diese Vorgangsweise wurde in einem Vorversuch mit mehreren Varianten ausgewählt. Der im Gefriertrockner ermittelte Wassergehalt betrug  $82,6 \pm 0,76$  % für 2012 und, bedingt durch die längere Lagerung im Keller der Universität für Bodenkultur,  $80,9 \pm 0,85$ % für 2013, wobei die letzten Wasseranteile sehr langsam abgegeben wurden.

Die Proben wurden auf zwei voneinander unabhängigen Arten mindestens zweimal aufgeschlossen, und die Ergebnisse abschließend verglichen und gemittelt (siehe SAGER 2011 bzw. SAGER, GANTAR 2012).

Die Wetterdaten wurden am Versuchsgelände viertelstündlich aufgezeichnet, und zur Auswertung monatlich gemittelt. Zum Vergleich dient der langjährige Durchschnitt der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im nahen und klima-ähnlichen Großenzersdorf (Tab. 1).

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Nach KEPPEL et al. 1998 lautet die Reihung des erwarteten Wurzelwachstums der verwendeten Unterlagen M9 – M26 – M7 – MM111 – Sämling. Einige Unterschiede in den Elementkonzentrationen der Früchte lassen sich damit erklären. So waren Cs und Mo, sowie in geringerem Maße P auf M9 in beiden Jahren geringer als auf den anderen Unterlagen, und Rb stieg ebenso in dieser Reihenfolge an. Auch das Verhältnis K/Rb lag auf M9 höher als beim Rest, während der Einfluss auf K selbst gering war (Tab. 1). Die Bodenanalyse ergab relativ wenig mobiles Kalium. Bei etlichen anderen Elementen waren die Unterschiede in den Elementkonzentrationen der Früchte zwischen den Jahren jedoch größer als zwischen Unterlagen. So waren im 2. Jahr Al, Fe, und Cr höher, sowie, ausgenommen bei M9 standardveredelt, auch Mn und S. Im 2. Jahr tiefer lagen jedoch B, Cu, Li und Na

(Tab. 2). Das könnte auf die stark unterschiedlichen Witterungsverhältnisse zurückzuführen sein. Ein Vergleich der Wetterdaten mit dem langjährigen Durchschnitt ergibt signifikante Unterschiede zwischen 2012 und 2013. Während im Jahr 2012 März und Juni überdurchschnittlich warm, sowie Februar-März sehr trocken waren, war es 2013 im März kalt und im April trocken. Der Sommer brachte 2012 einen warmen Juni sowie einen feuchten Juli, 2013 hingegen einen feuchten Juni, August und September (Tab. 3).

In vielen Fällen scheinen die Konzentrationen in den Früchten von Unterlage und Jahr nicht beeinflusst zu sein, zumindest auf unserem alkalischen, erdalkalireichen und relativ sandigem Standort, wie bei (alphabetisch) Ba, Ca, Ce, Eu, La, Sr, Ti und Y. Eher uneinheitlich und schwer interpretierbar waren die Situationen bei Jod, Si und Zn. Einige Konzentrationsniveaus lagen so tief, dass die Messunsicherheit keine seriösen Interpretationen zulässt, wie (alphabetisch) Be, Cd, Gd, Nd, Ni, Pb und V. Die unterschiedlichen Veredlungsarten auf M9 und M7 wirkten sich auf den Elementhaushalt der Früchte kaum aus.

Da die meisten Autoren aus dem Obstbau die Blätter untersucht haben und nicht die Früchte, ist ein Vergleich mit Literaturdaten schwierig und einer künftigen Auswertung mit Daten aus noch mehr Jahren vorbehalten.

**Tab.3. Mittlere Monatstemperaturen, mittlere Monatsminima und Monatsmaxima, sowie Niederschlag im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnitt**

	Durchschnitt 1971-2000		Jahr 2012		Jahr 2013		1971-2000	2012	2013
	Mittel	Min – Max	Mittel	Min – Max	Mittel	Min – Max	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>
Jan	-0,4	-2,9 - 2,5	2,2	-0,4 - 4,9	0,0	-3,2 - 2,4	28,0	36,2	41,0
Feb	1,1	-1,7 - 4,9	-2,6	-6,1 - 1,0	0,8	-1,4 - 3,0	27,9	8,6	19,8
Mar	5,3	1,6 - 10,1	8,1	2,3 - 13,6	2,7	-0,8 - 6,4	35,4	12,8	16,2
Apr	9,7	5,1 - 15,2	10,6	4,2 - 16,7	11,4	5,4 - 16,7	38,8	26,2	3,6
Mai	14,8	9,6 - 20,5	16,4	9,5 - 22,8	14,8	10,4 - 19,3	55,2	27,6	68,0
Jun	17,8	12,6 - 23,3	20,2	14,2 - 26,2	18,0	13,0 - 22,6	67,4	49,2	89,4
Jul	20,0	14,4 - 26	21,6	16,3 - 27,9	21,9	14,8 - 27,9	59,5	88,8	24,2
Aug	19,6	14,4 - 25,8	21,6	14,6 - 28,0	20,7	14,3 - 26,9	50,2	29,2	60,4
Sep	15,2	11 - 20,9	14,7	9,7 - 19,7	14,9	10,0 - 19,6	49,8	39,4	68,6
Okt	9,7	6,2 - 14,7	9,9	5,2 - 14,4	10,7	5,7 - 15,6	32,1	47,4	28,2
Nov	4,2	1,8 - 7,5	6,4	3,5 - 9,0	5,9	2,7 - 8,8	42,7	18,4	31,2
Dez	1,1	-1,1 - 3,8	-0,1	-2,5 - 2,4	2,8	0,4 - 5,2	33,0	32,2	5,8

### **Literatur**

KEPPEL H, PIEBER K, WEISS J, 1998: Obstbau, Anbau und Verarbeitung, 2. Auflage, Leopold Stocker Verlag Graz – Stuttgart

SAGER M, GANTAR E M, 2012: Gesamtelementgehalte von Äpfeln – Abhängigkeit von Sorte, Unterlage und Standort. ALVA Jahrestagung 2012, 235-237

SAGER M., 2011: Microwave- assisted digestion of organic materials with KClO<sub>3</sub>/HNO<sub>3</sub> for the analysis of trace metals and non-metals. Analytical Chemistry- an Indian Journal 10 (2)

### **Adresse der Autoren:**

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Sonderuntersuchungen Elementanalytik, Spargelfeldstrasse 191, 1220 Wien,

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Abteilung Wein- und Obstbau, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln

\* Ansprechpartner: Doz. Dr. Manfred SAGER, manfred.sager@ages.at

Tab.1 Unterschiede zwischen den Unterlagen, Jahre etwa gleich  
Median und Bereiche von Elementkonzentrationen in Früchten

M9	K	Rb	Cs	K/Rb	Mo	Co
2012	<b>4348</b> 4252-5757	<b>3,16</b> 2,51-3,49	<b>0,0076</b> 0,0053-0,0092	<b>1581</b> 1305-1693	<b>0,043</b> 0,040-0,058	<b>0,0097</b> 0,0079-0,0154
2013	<b>4054</b> 3670-5031	<b>2,48</b> 2,21-3,11	<b>0,0063</b> 0,0058-0,0098	<b>1636</b> 1605-1667	<b>0,039</b> 0,035-0,049	<b>0,0098</b> 0,0073-0,0109
M9 zwischenveredelt						
2012	<b>4727</b> 3954-5799	<b>3,51</b> 1,91-3,60	<b>0,0077</b> 0,0044-0,0108	<b>1626</b> 1098-2160	<b>0,046</b> 0,031-0,055	<b>0,0103</b> 0,0042-0,0180
2013	<b>4435</b> 3864-6144	<b>2,54</b> 1,98-2,86	<b>0,0056</b> 0,0045-0,0076	<b>1986</b> 1393-2360	<b>0,047</b> 0,042-0,053	<b>0,0087</b> 0,0081-0,0293
M26						
2012	<b>4684</b> 3529-5172	<b>3,37</b> 2,81-4,86	<b>0,0112</b> 0,0073-0,0154	<b>1382</b> 729-1723	<b>0,070</b> 0,052-0,080	<b>0,0164</b> 0,0110-0,0205
2013	<b>4466</b> 3618-4644	<b>2,89</b> 2,61-4,16	<b>0,0099</b> 0,0072-0,0140	<b>1347</b> 1076-1712	<b>0,067</b> 0,052-0,076	<b>0,0124</b> 0,0106-0,0160
M7 normal veredelt						
2012	<b>4283</b> 3834-5159	<b>3,41</b> 2,46-5,33	<b>0,0104</b> 0,0084-0,0172	<b>1218</b> 968-1744	<b>0,054</b> 0,043-0,097	<b>0,0063</b> 0,0054-0,0097
2013	<b>5015</b> 3745-5850	<b>3,04</b> 2,79-4,86	<b>0,0167</b> 0,0091-0,0205	<b>1477</b> 1167-2097	<b>0,057</b> 0,050-0,094	<b>0,0064</b> 0,0056-0,0090
M7 hoch veredelt						
2012	<b>4627</b> 4364-4846	<b>3,97</b> 3,36-4,98	<b>0,0135</b> 0,0086-0,0171	<b>1169</b> 972-1300	<b>0,080</b> 0,055-0,105	<b>0,0075</b> 0,0055-0,0114
2013	<b>4578</b> 4425-5189	<b>3,69</b> 3,23-4,45	<b>0,0143</b> 0,0105-0,0185	<b>1242</b> 1163-1369	<b>0,053</b> 0,050-0,062	<b>0,0062</b> 0,0053-0,0079
MM111						
2012	<b>3947</b> 3643-5039	<b>3,60</b> 3,14-4,83	<b>0,0110</b> 0,0080-0,0145	<b>1059</b> 1028-1324	<b>0,084</b> 0,052-0,105	<b>0,0102</b> 0,0079-0,0170
2013	<b>4410</b> 4011-4718	<b>3,40</b> 3,35-3,95	<b>0,0102</b> 0,0095-0,0113	<b>1215</b> 1188-1365	<b>0,069</b> 0,058-0,096	<b>0,0103</b> 0,0082-0,0113
Sämling						
2012	<b>5166</b> 4514-5991	<b>4,02</b> 3,89-4,35	<b>0,0118</b> 0,0085-0,0138	<b>1186</b> 1159-1491	<b>0,075</b> 0,070-0,133	<b>0,0167</b> 0,0062-0,0173
2013	<b>4928</b> 4723-5521	<b>4,29</b> 3,68-5,16	<b>0,0115</b> 0,0106-0,0173	<b>1187</b> 916-1501	<b>0,076</b> 0,054-0,123	<b>0,0087</b> 0,0082-0,0092

Tab. 2 Unterschiede zwischen den Jahren, Unterlagen etwa gleich  
Median und Bereiche von Elementkonzentrationen in Früchten

M9	Al	B	Cu	Fe	Li	S
2012	<b>1,60</b> 0,83-3,31	<b>24,3</b> 20,2- 38,7	<b>4,60</b> 4,40- 6,72	<b>4,00</b> 1,62-4,80	<b>0,028</b> 0,023-0,034	<b>235</b> 201- 307
2013	<b>2,52</b> 2,20-4,82	<b>19,0</b> 16,0- 20,2	<b>3,47</b> 2,89- 3,80	<b>4,59</b> 3,54- 5,47	<b>0,019</b> 0,016-0,021	<b>239</b> 211-251
M9 zwischenveredelt						
2012	<b>1,78</b> 0,33-2,90	<b>26,9</b> 23,5- 35,7	<b>4,75</b> 2,86- 5,93	<b>3,22</b> 1,57- 4,34	<b>0,028</b> 0,023-0,031	<b>205</b> 165- 246
2013	<b>2,36</b> 2,20-3,34	<b>18,5</b> 16,9- 20,9	<b>3,72</b> 3,39- 4,10	<b>3,82</b> 3,14- 4,27	<b>0,021</b> 0,020-0,025	<b>245</b> 221- 254
M26						
2012	<b>1,26</b> 1,07-3,14	<b>28,2</b> 2,89- 3,80	<b>5,37</b> 3,83- 6,22	<b>2,98</b> 2,30- 4,60	<b>0,019</b> 0,017-0,030	<b>202</b> 154- 253
2013	<b>2,76</b> 0,93-5,32	<b>19,8</b> 15,6- 22,9	<b>3,05</b> 2,64- 3,44	<b>3,44</b> 2,79- 4,04	<b>0,022</b> 0,016-0,024	<b>227</b> 211- 266
M7 normal veredelt						
2012	<b>1,33</b> 0,48-2,04	<b>24,6</b> 21,2- 41,9	<b>5,56</b> 4,13- 5,86	<b>4,20</b> 2,28- 7,15	<b>0,024</b> 0,015-0,030	<b>193</b> 176- 267
2013	<b>5,05</b> 4,40-7,30	<b>20,6</b> 17,4- 22,9	<b>5,32</b> 4,63- 5,61	<b>4,47</b> 4,02- 5,70	<b>0,024</b> 0,018-0,027	<b>237</b> 231- 260
M7 hoch veredelt						
2012	<b>2,22</b> 0,41-4,73	<b>26,3</b> 23,4- 45,7	<b>5,68</b> 3,61- 6,38	<b>5,16</b> 2,75- 6,28	<b>0,023</b> 0,014-0,030	<b>195</b> 189- 293
2013	<b>2,28</b> 2,23-2,71	<b>20,3</b> 15,9- 21,0	<b>4,30</b> 3,76- 4,86	<b>3,83</b> 3,03- 4,00	<b>0,022</b> 0,021-0,025	<b>214</b> 212- 245
MM111						
2012	<b>1,33</b> 1,02-3,42	<b>37,8</b> 26,3- 50,1	<b>4,73</b> 3,54- 6,31	<b>2,45</b> 1,15- 5,32	<b>0,024</b> 0,020-0,031	<b>206</b> 190- 234
2013	<b>3,10</b> 1,94-5,71	<b>33,8</b> 31,9- 40,3	<b>3,87</b> 3,37- 4,77	<b>4,69</b> 3,59- 6,35	<b>0,019</b> 0,018-0,027	<b>238</b> 222- 248
Sämling						
2012	<b>1,77</b> 1,11-2,20	<b>39,6</b> 33,0- 46,2	<b>4,13</b> 2,26- 4,16	<b>4,01</b> 1,56- 4,66	<b>0,043</b> 0,035-0,051	<b>230</b> 191- 242
2013	<b>2,49</b> 1,78-3,63	<b>29,6</b> 24,2- 36,9	<b>3,08</b> 2,48- 3,46	<b>5,15</b> 4,11- 5,45	<b>0,029</b> 0,025-0,037	<b>236</b> 210- 282

# Methodenvergleich zur Bestimmung des reinen CO<sub>2</sub>-Überdrucks in Perl- und Schaumwein

## *Method comparison for the determination of carbon dioxide's overpressure in semi sparkling- and sparkling wine*

Elsa Patzl-Fischerleitner<sup>1\*</sup>, Nina Prasnikar<sup>2</sup> und Andreas Fuchs<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Weine, die mit Kohlendioxid versetzt sind, werden als Perl- und Schaumweine bezeichnet. Dieser Kohlendioxidüberdruck kann durch Gärung oder durch technisches Imprägnieren mittels Kohlensäure erfolgen (BACH et al., 2010). Unabhängig von der Herstellungsmethode wird dieser CO<sub>2</sub>-Gehalt üblicherweise in Gramm pro Liter angegeben. Eine weit verbreitete Darstellung des CO<sub>2</sub>-Gehalts ist auch die Angabe als Überdruck in bar. Der Druck der Flasche kann durch ein Aphrometer bei 20 °C gemessen werden. Dadurch wird aber nur der Gesamtdruck erhalten, und nicht der Anteil des reinen Kohlendioxids. (BACH et al. 2010). Beim Gesamtdruck ist, außer dem durch Kohlendioxid entstehendem Druck, auch jener von Fremdgasen (z.B.: Sauerstoff, Stickstoff,...) herrührende enthalten. Der so ermittelte Druck kann also nicht exakt dem CO<sub>2</sub>-Überdruck zugeordnet werden, was zu Problemen bei der Begutachtung auf Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte führen kann. Weine, die einen Kohlendioxidüberdruck von 1 bar bis 2,5 bar aufweisen sind Perlweine. Ab 3 bar CO<sub>2</sub>-Überdruck sind diese Weine als Schaumweine zu deklarieren. Ab 3,5 bar kann die Bezeichnung als Qualitätsschaumwein erfolgen (VO (EU) Nr. 1308/2013). Auch in Bezug auf die im März 2014 wieder aktivierte Schaumweinsteuer rückt die genaue Ermittlung des reinen Kohlendioxidüberdrucks in den Mittelpunkt des Interesses. Dieser wurde bislang mit einer komplexen, aufwendigen, chemischen Methode der O.I.V. (Organisation für Rebe und Wein) ermittelt. Die hier verwendete Analysenvorschrift der O.I.V. gilt als Referenzmethode zur Untersuchung von Kohlendioxid im Wein. Die O.I.V. bedient sich dabei vor allem an der Methode von CAPUTI et al. (1970), einer chemischen Säure-Base Titrationsanalyse. In der letzten Zeit wurden aber auch von zwei Firmen spezielle Messmethoden entwickelt (Geräte LabCo und CarboQC). LabCo ist ein Gerät der Firma ACM GmbH zur zerstörungsfreien Messung des reinen CO<sub>2</sub> Anteils in bereits abgefüllten karbonisierten Getränken. Das Messprinzip basiert unter anderem auf den Gesetzen von Dalton und Henry, welche den Gesamtdruck in einem geschlossenen System als Summe der Teildrücke der einzelnen Gaskomponenten beschreibt unter Berücksichtigung der Temperatur und Löslichkeit. Ein CO<sub>2</sub> spezifischer Laser wird durch die CO<sub>2</sub> Moleküle im Gasraum der Flasche geleitet und dementsprechend abgeschwächt. Die Firma ANTON PAAR GmbH bedient sich der Methode der mehrfachen Volumenexpansion. Diese beiden Methoden wurden in dieser Arbeit miteinander verglichen.

### **Material und Methoden**

Untersucht wurden 50 unterschiedliche Produkte aus Österreich und dem EU-Ausland, 17 Perlweine und 33 Schaumweine.

OIV-Methode: die Methode OIV-AS-314-01 (O.I.V. 2014) diente als Referenzmethode.

LabCo-Methode: die Untersuchungen wurden nach der Betriebsanleitung der Firma ACM durchgeführt (ACM Ingenieurgesellschaft für MSSRT GmbH).

CarboQC-Methode: die Untersuchungen wurden nach der Betriebsanleitung der Firma ANTON PAAR durchgeführt (ANTON-PAAR GmbH).

Die statistische Auswertung (Mittelwert, Standardabweichung, Spannweite, Korrelationskoeffizient) erfolgte mittels MS Excel 2010.

### **Ergebnisse und Diskussion**

LabCo-Methode versus Referenzmethode: Sowohl in der Perl- als auch in der Schaumweinkategorie zeigten sich relativ hohe Korrelationskoeffizienten. Allerdings wurden doch größere Schwankungen zwischen der Lasermethode und der Referenzmethode festgestellt. In der Schaumweinkategorie betrug die Spannweite der Abweichungen 3,69 g/l CO<sub>2</sub>, wobei in der Perlweinkategorie etwas niedrigere

Schwankungen von bis zu 2,52 g/l CO<sub>2</sub> ermittelt wurden. Der Großteil der Abweichungen der analysierten Schaumweinproben (> 90 %) befand sich im negativen Bereich. Im Perlweibereich aber waren die durch das LabCo-Analysengerät gemessenen Werte im Schnitt geringer als die der OIV-Methode. Das führt zu der Annahme, dass im Schaumweibereich mittels LabCo tendenziell höhere Werte erzielt werden als mit der Referenzmethode, im Perlweibereich aber tendenziell von etwas niedrigeren Werten ausgegangen werden kann.

Tabelle 1: Mittels LabCo analysierte CO<sub>2</sub>-Gehalte, verglichen mit der Referenzmethode [g/l]

	LabCo (Schaumwein)	LabCo (Perl- wein)	LabCo (gesamt)
<b>Korrelationskoeffizient</b>	0,94	0.90	0.97
<b>MW der Differenzen</b>	-1.13	0.27	-0.66
<b>Min (Differenz)</b>	-2.88	-1.58	-2.88
<b>Max (Differenz)</b>	1.09	0.94	1.09
<b>Spannweite</b>	3.96	2.52	3.96
<b>Standardabweichung</b>	0.90	0.63	1.05

CarboQC-Methode versus Referenzmethode: Der Korrelationskoeffizient in der Perlweinkategorie war deutlich höher als in der Schaumweinkategorie. In dieser Kategorie zeigten sich auch wesentlich geringere Schwankungen. Die Abweichungen der CarboQC-Methode zur Referenzmethode waren allgemein weniger stark positiv oder negativ geprägt als jene der LabCo-Methode, eine erkennbare Mehrzahl von mittels CarboQC analysierten, höheren CO<sub>2</sub>-Werten war aber vor allem im Perlweibereich erkennbar. Des Weiteren wurden bei der Untersuchung der Perlweine mittels CarboQC die niedrigste Standardabweichung und die geringsten Schwankungen festgestellt, bei der der Schaumweine zeigte sich aber die größte Spannweite zwischen den Differenzen. Somit war auch hier ein Zusammenhang zwischen der Höhe des CO<sub>2</sub>-Gehalts und der Größe des Unterschieds zur Referenzmethode ersichtlich.

Tabelle 2: Mittels CarboQC analysierte CO<sub>2</sub>-Gehalte, verglichen mit der Referenzmethode [g/l]

	LabCo (Schaumwein)	LabCo (Perl- wein)	LabCo (gesamt)
<b>Korrelationskoeffizient</b>	0.79	0,92	0.90
<b>MW der Differenzen</b>	-0.17	-0.79	-0.38
<b>Min (Differenz)</b>	-2.67	-1.50	-2.67
<b>Max (Differenz)</b>	2.83	-0.08	2.83
<b>Spannweite</b>	5.51	1.41	5.51
<b>Standardabweichung</b>	1.08	0.35	0.94

Die Analysen waren im Perlweibereich besser vergleichbar als im Schaumweibereich, so können die gesetzlichen Grenzwerte (2,5 bzw. 3 bar) zur Unterscheidung der beiden Kategorien auch mit diesen neuen Methoden überprüft werden.

### **Zusammenfassung**

Schaumweine und Perlweine besitzen als identitätsstiftendes Merkmal einen CO<sub>2</sub>-Überdruck. Die Druckmessung mittels Aphrometer enthält jedoch nicht nur reines Kohlendioxid sondern auch Anteile anderer Fremdgase, vor allem Stickstoff und Sauerstoff. Eine exakte Messung des CO<sub>2</sub>-Anteils konnte lange Zeit nur mittels aufwendiger chemischer Analyse mit der offiziellen Methode der O.I.V. (Internationale Organisation für Rebe und Wein) ermittelt werden. In dieser Arbeit wurden anhand von 50 Proben (17 Perl- und 33 Schaumweine) zwei neue Methoden zur Kohlendioxidbestimmung, die eine

auf Laserbasis (Lab.Co; Fa. ACM) und die andere auf Basis der mehrfachen Volumenexpansion (CarboQC; Fa. ANTON PAAR), mit der chemischen O.I.V.-Methode verglichen. Die Auswertung erfolgte mittels deskriptiver, statistischer Methoden (Mittelwert, Standardabweichung, Spannweite, Korrelationskoeffizient). Der Korrelationskoeffizient des Vergleichs zwischen Lasermethode und chemischer Methode betrug 0,97. Das Messprinzip der mehrfachen Volumenexpansion (CarboCQ) resultierte im Vergleich mit der chemischen Methode in einem Korrelationskoeffizient von 0,85. Des Weiteren wurden die Kategorien Perl- und Schaumwein auch separat ausgewertet. Die Messungen in der Kategorie der Schaumweine hatten im Vergleich zu den Perlweinemessungen größere Abweichungen (höhere Standardabweichung, größere Spannweite). Darüber hinaus wurde ein Zusammenhang zwischen höheren CO<sub>2</sub>-Gehalten und größeren Messdifferenzen beobachtet. Die Analysen waren im Perlweinebereich besser vergleichbar als im Schaumweinebereich, so können die gesetzlichen Grenzwerte (2,5 bzw. 3 bar) zur Unterscheidung der beiden Kategorien auch mit diesen neuen Methoden gut überprüft werden.

### ***Abstract***

Sparkling wines and semi sparkling wines can be described as wines with a CO<sub>2</sub>-overpressure. An easy possibility of measuring this overpressure is via using a manometer. Unfortunately this result does not show only CO<sub>2</sub> overpressure but also other gases, such as nitrogen or oxygen. To receive a veritable value of CO<sub>2</sub> a complex method designed by the O.I.V. (International Organisation of Vine and Wine) had to be conducted for a long time. This paper compares with the help of 50 samples (17 semi sparkling and 33 sparkling wines) two different new methods of CO<sub>2</sub> determination based on laser technology and multiple volume's expansion (LabCo, ACM and CarboQC, ANTON PAAR) to the official chemical method of O.I.V.

For data evaluation descriptive statistical methods (mean, standard deviation, range, correlation coefficient). Correlation coefficients amounted to 0,97 (laser method) and 0,85 (method based on multiple volume's expansion).

Furthermore the two categories semi sparkling and sparkling wine were evaluated separately. Ratings pertaining to the category of sparkling wine showed higher deviations (standard deviation, range) than those of the semi sparkling wine's category. In addition to that relationship between higher concentrations of carbon dioxide and higher deviations was existent. Analysis of samples with low contents of CO<sub>2</sub> were more comparable than those with high contents, so the legal limit values (2,5 and 3 bar) for differentiation of both categories can be also controlled using the new methods.

### ***Literatur***

- ACM Ingenieurgesellschaft für MSSRT GmbH: Bedienungsanleitung LAB.CO – Version 1.3D.  
ANTON-PAAR GmbH: Betriebsanleitung CarboQC – Labor und At-line CO<sub>2</sub>-Messgerät für Getränke und PFD Füllsystem.  
BACH. H.-P. TROOST. G. und RHEIN. O. H., 2010: Sekt – Schaumwein – Perlwein. 3. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.  
CAPUTI A., UEDA M., WALTER P. and BROWN T., 1970: Titrimetric Determination of Carbon Dioxide. In Wine. Amer. J. Enol., Vol. 21, 140-144.  
O.I.V., 2014: Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis – OIV. Edition 2014. Volume 1, Section 4.3.1., Paris.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Muthgasse 18, 1190 Wien

\* Ansprechpartner: Mag. Elsa PATZL-FISCHERLEITNER, elsa.patzl-fischerleitner@weinobst.at

# Vergleich von Waldheidelbeeren (*Vaccinium myrtillus*) und Kulturblau- beeren (*Vaccinium corymbosum*) hinsichtlich ausgewählter Inhaltsstoffe

## *Comparison of selected substances of content between bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and blueberry (*Vaccinium corymbosum*)*

Karin Korntheuer, Reinhard Baumann, Walter Brandes und Silvia Wendelin\*

### **Einleitung**

Die gesundheitsfördernde Wirkung der Heidelbeere wurde bereits in vielen Arbeiten beschrieben. Die enthaltenen Polyphenole beugen Herz- und Gefäßkrankheiten vor, wirken antioxidativ, krebshemmend, entzündungshemmend, antibakteriell und spielen eine Rolle bei Diabetes-2prävention (CHU W-K et al.2011).

Ziel der Arbeit war es, die Inhaltsstoffe der Waldheidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) an verschiedenen Standorten, in zwei aneinander folgenden Jahren zu untersuchen und einen Vergleich mit einzelnen Sorten der Kulturblaubeeren (*Vaccinium corymbosum*) am Standort Haschhof in Klosterneuburg herzustellen.

### **Material und Methoden**

Untersucht wurden Heidelbeeren von verschiedenen Standorten (*Raumberg, Kronsegg, Mölberg, Artner, Am Hagen, Planner, Sailer und Fischbach*) in Höhen zwischen 300m und 1700m aus den Jahren 2013 und 2014. Die unterschiedlichen Sorten der Hochbusch Blaubeeren: *Aurora, Brigitta, Caroline blue, Chandler, Darrow, Duke, Draper, Ozark blue, Patriot und Toro* wurden in den Anlagen „Haschhof“ der HBLA und BA Klosterneuburg geerntet.

Für die Bestimmung der Polyphenole, Zucker, Aminosäuren, organische Säuren, Antioxidative Kapazität und Gesamtphenole wurden die Beeren nach einer abgewandelten Methode (JUNGFER E, 2013) gefriergetrocknet (Gefriertrockner Christ ALPHA 1-4), vermahlen (CryoMill Retsch), ein Teil des Pulver im Ultraschallbad (Sonorex RK 100) extrahiert, und zentrifugiert.

ANTHOCYANE: Die monomeren Anthocyane wurden auf einer Agilent HPLC 1090 mit einer LiChroCart-Kartusche RP-18 250-4 (Merck) aufgetrennt und mit DAD bei 525nm detektiert, modifizierte Methode (EDER R et al.1990). Die Gesamt-Anthocyankonzentration wurde als Delphinidin-3glucosid äquivalent berechnet.

FLAVANOLE, FLAVONOLE, PHENOLSÄUREN: Die Analyse erfolgte auf einer Hewlett-Packard RRHPLC 1200 mittels Poroshell 120 SB-C18 2,1x150 mm (Agilent). Detektion mit DAD bei 280nm und 320nm. Die Quantifizierung erfolgte mit externen Standardlösungen, modifizierte Methode (VRHOVSEK U et al.1997)

ANTIOXIDATIVE KAPAZITÄT: Für die Bestimmung der TEAC-Aktivität wurden die Lösungen entsprechend verdünnt und mit einer ABTS-Lösung versetzt. Die Abnahme der Extinktion wird im Photometer bei 734nm gemessen. Die Konzentration wird mithilfe einer Trolox-Standardlösung auf mMol/kg Fruchtgewicht berechnet. (HUANG W-Y et al.2012)

GESAMTPHENOLE: Für den Gesamtphenolgehalt wurde die verdünnte Lösung mit Folin-Cioalteau Reagenz und Natriumcarbonatlösung gemixt, die entstandene Farbe bei 765nm auf dem Photometer gemessen und als Kaffeesäure-äquivalent angegeben (HUBER E et al.2005).

AROMAANALYTIK: Die Bestimmung der Aromastoffe erfolgte mittels Headspace-SPME und GC-MS (Agilent) im SIM-Modus. Identifizierung und Quantifizierung erfolgte mit Hilfe der Retentionszeit und Massespektren von Referenzsubstanzen

ORGANISCHE SÄUREN (DIONEX AN143)

Die Analysen erfolgten auf AG 11 und AS 11 Säulen mit Ionenchromatographie Dionex Serie ICS 3000 (Thermo Fisher).

ZUCKER (DIONEX AN122)

Die Analysen erfolgten auf einer Carbo Pac PA10 (4x 250/ 4x50) Säule mit Ionenchromatographie Dionex Serie ICS 3000 (Thermo Fisher).

AMINOSÄUREN (nach UMAGAT et.al 1982)

Als Analysengerät diente die HPLC der Agilent Serie 1200 mit FLD  
Stationäre Phase: RP-18e(5µm) LiChrospher100 250x4 und 125x4

## ***Ergebnisse und Diskussion***

Waldheidelbeeren weisen bei den Gesamtphenolen, den monomeren Gesamtanthocyanen und der Antioxidativen Kapazität höhere Werte auf als die Kultursorten.

Es zeigt sich eine direkte Korrelation der Antioxidativen Kapazität mit den Gesamtphenolen. Das deckt sich mit den Angaben in der Literatur (GIOVANELLI G, BURATTI S 2009).

Die wesentlichen Unterschiede liegen in der Zusammensetzung der einzelnen Anthocyane. Delfinidin, Cyanidin, Peonidin, Petunidin und Malvidin mit den jeweiligen Zuckern Glucosid, Galaktosid und Arabinosid treten in unterschiedlich prozentueller Verteilung auf. (JUNGFER E 2013)(GIOVANELLI G, BURATTI S 2009) Hier kann man deutlich zwischen Wildformen und Kulturfrüchten unterscheiden.

Die mengenmäßig bedeutendste Phenolsäure in Heidelbeeren und Kulturblaubeeren ist Chlorogensäure (5'-Kaffeochinasäure). Hier zeigen sich wesentlich höhere Werte in Kulturblaubeeren als in Waldheidelbeeren. Bei den Flavan-3olen ist Catechin stärker in Kultursorten enthalten und Epicatechin findet man mehr in Wildheidelbeeren. Von den Flavonolen wurden Quercetine, an denen verschiedene Zucker gebunden sind, untersucht. Hier zeigen sich starke Unterschiede. Quercetin-3 rutinosid ist in Heidelbeeren nicht vorhanden, sehr wohl aber in Kulturblaubeeren. Umgekehrt verhält es sich mit Quercetin-3 glucuronid. Es ist in Kulturblaubeeren kaum detektierbar aber in Heidelbeeren die Hauptkomponente der Flavonole. (JUNGFER E 2013) (VRHOVSEK U et al.2012)

Kulturheidelbeeren weisen den deutlich höheren Gesamtgehalt an Aromastoffen auf, wobei vor allem die Terpenegehalte jene der Waldheidelbeeren um ein Vielfaches übertreffen. Besonders Linalool und Geraniol werden als charakteristisch für Kulturheidelbeeren beschrieben (Parliment, T.H. and R. Scarpellino. 1977). Bei den Estern tritt lediglich 2-Hexenylacetat in nennenswerter Menge auf. Bei Waldheidelbeeren dominiert der Alkohol 3-Hexanol neben einer Reihe von Estern wie 3-Hexenylacetat und 3-Methylbutanoat. Den Estern kommt ein besonderer Stellenwert bei der Aromabildung zu (Baloga et al., 1995). Terpene spielen dabei mengenmäßig eine untergeordnete Rolle. Auf Grund ihrer teilweise sehr niedrigen Geruchsschwellenwerte ist aber auch von den Terpenen ein nennenswerter Beitrag zum Aroma der Waldheidelbeeren gegeben. Generell zeichnet sich das Aroma von Waldheidelbeeren trotz der teilweise niedrigen Gehalte von Aromastoffen durch seine große Komplexität aus.

Der Unterschied bei organischen Säuren zwischen Wildheidelbeeren und Kultur-Blaubeeren zeigt sich deutlich im Gehalt an Chinasäure und Äpfelsäure. In der Wildform sind diese beiden, neben Zitronensäure die wichtigsten Säuren, in kultivierten Sorten dominiert Zitronensäure.

Die Hauptkomponenten bei den Zuckern sind Glucose und Fructose. In Waldheidelbeeren liegen geringere Konzentrationen vor als in Kultursorten. Bei den Wildformen dominiert Fructose, bei den Kultursorten meist Glucose. Inosit ist in allen Früchten etwa gleich viel vorhanden. Sorbit, Arabinose, Galactose und Xylose jedoch nur in der Wildform in nennenswerten Mengen.

Die Konzentration der Aminosäuren Glutamin, Arginin, Alanin und in manchen Sorten auch Asparagin sind in Kulturblaubeeren etwas höher als in Waldheidelbeeren.

## ***Zusammenfassung***

Die von uns durchgeführten Analysen zeigen deutliche Unterschiede zwischen Waldheidelbeeren und Kulturblaubeeren. Sie unterscheiden sich in der Zusammensetzung der einzelnen Anthocyane, des Gesamtanthocyanengehaltes, der einzelnen Flavonolkonzentrationen, in der Antioxidativen Kapazität und den Gesamtphenolen.

Die zwei Arten unterscheiden sich in der Zusammensetzung und den Gehalt der Zucker, der organischen Säuren und der Aminosäuren.

Die Aromastoffe zeigen sowohl qualitative als auch quantitative Unterschiede. Waldheidelbeeren enthalten mehr Terpene und die Haupt-Aromen in Kulturblaubeeren sind Alkohole und Ester. Die Komplexität der Aromen ist bei Heidelbeeren stärker ausgeprägt als bei Kulturblaubeeren.

Kulturblaubeeren tragen mit ihren Inhaltsstoffen einen wichtigen Beitrag zur gesunden Ernährung bei. Negativ anzumerken ist der Spritzmitteleinsatz und die Bodenaufbereitung, die notwendig sind, um Kultursorten ertragreich zu halten. Dem gegenüber steht die kleine Waldheidelbeere, an der wir uns bei einem erholsamen Waldspaziergang erfreuen können.

## **Abstract**

Our research work shows a clearly difference between bilberry and blueberry. They differ in the composition of individual anthocyanins, total content of anthocyan, concentrations of individual flavonols, antioxidative capacity and the amount of total phenolic compounds.

The two species differ in distribution and content of sugar, organic acids and amino acids.

Flavouring substances show qualitative and quantitative variability. Bilberry has more terpene. The main substances in blueberry are alcohol and esters. Bilberry reveals more complexity of flavour than blueberry. Many ingredients of blueberry are major contributors to healthy diet. A disadvantage is the need of spray and soil treatment to keep cultivar berries productive. Contrary to that we may enjoy little bilberries on a relaxed walk through the forest.

## **Literatur**

- BALOGA, D.W., VORSA, N., LAWTER, L. 1995. Dynamic headspace gas chromatography– mass spectrometry analysis of volatile flavor compounds from wild diploid blueberry species. *Amer. Chem. Soc. Symp. Ser.* 596:235–247.
- CHU W-K, CHEUNG S C M, LAU R A W, BENZIE F F, 2011: Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects. 2nd edition Chapter 4*
- EDER R, WENDELIN S, BARNA J, 1990: Auftrennung der monomeren Rotweinanthocyane mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie –Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode *Mitt. Klosterneuburg* 40: 68-75
- JUNGFER E, 2013: Authentizitätsbestimmung ausgewählter *Vaccinium*-Spezies mittels HPLC-MS *Dissertation Universität Bonn*
- GIOVANELLI G, BURATTI S, 2009: comparison of Polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties *Food Chemistry* 112:903-908
- HUANG W-Y, ZHANG H-C, LIU W-X, LI C-Y 2012: Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry and strawberry in Nanjing *J Zhejiang Univ-Sci B* 13 (2) 94-102
- HUBER E, WENDELIN S, KOBLER A, BERGHOFER E, EDER R, 2005: Bestimmung der Phenolzusammensetzung, der sensorischen Eigenschaften und der antioxidativen Kapazität im Reifeverlauf bei vier Südtiroler Rotweinsorten *Mitt. Klosterneuburg* 55: 3-21
- MOZE S, POLAK T, GASPERLIN L, KORON D, VANZO A, ULRICH N P, ABRAM V, 2011: Phenolics in Slovenian Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and Blueberries (*Vaccinium Corymbosum* L.) *L. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 6998-7004
- PARLIMENT, T.H. and SCARPELLINO R, 1977: Organoleptic techniques in chromatographic food flavor analysis. *J. Agr. Food Chem.* 25:97–99.
- RIEDL P, MURKOVIC M., Determination and Quantification of Anthocyanins in Fruits and Berries *TU Graz*
- UMAGAT H, KUCERA P and WEN L-F, 1982: Total amino acid analyses using pre-column fluorescence derivatization. *Chromatography* 239:463-474
- VRHOVSEK U, WENDELIN S, EDER R, 1997: Quantitative Bestimmung von Hydroxyzimtsäuren und Hydroxyzimtsäurenderivaten in Weißweinen mittels HPLC *Mitt. Klosterneuburg* 47:164-172
- VRHOVSEK U, MASUERO D, PALMIERI L, MATTIVII F, 2012: Identifikation and quantification of flavonol glycosides in cultivated blueberry cultivars *Journal of Food Composition and Analysis* 25:9-16

## **Adresse der Autoren:**

HBLA u. BA für Wein-und Obstbau, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

\* Ansprechpartnerin: Silvia WENDELIN, [silvia.wendelin@weinobst.at](mailto:silvia.wendelin@weinobst.at)

# Qualitätsmanagement in der Obstverarbeitung – sinnvoll für Kleinbetriebe?

## *Quality management in fruit processing – a tool for small producers?*

Kathrin Sigl\*, Monika Schnürer und Thomas Lauer

### **Einleitung**

Sind Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit wie z.B. ISO 22.000 sinnvoll für Obstverarbeitungsbetriebe? Welche Elemente beinhalten diese Systeme, welchen Aufwand bedeuten sie, was haben Betriebe davon?

### **Qualitätsmanagementsysteme**

Es muss das Ziel eines jeden Lebensmittelproduzenten sein, sichere Lebensmittel in Verkehr zu bringen; Konsumenten sollen durch den Verzehr der Produkte keinen Schaden erleiden. Sogenannte Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit sollen helfen, dieses Ziel umzusetzen.

Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit sind inhaltlich und strukturell wie Qualitätsmanagementsysteme (QMS) aufgebaut. Der Begriff Qualitätsmanagement (QM) löst zunehmend die klassische Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung ab, doch was bedeutet er? Nach ISO 9000:2005 beinhaltet Qualitätsmanagement „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität“. Gemeint sind damit Maßnahmen, die in einem Betrieb gesetzt werden, um die Qualität von Prozessen und Produkten zu sichern und diese ständig zu verbessern. Umgesetzt wird das Qualitätsmanagement mit sogenannten Qualitätsmanagementsystemen (QMS). Diese Systeme umfassen sämtliche Bereiche eines Betriebs, also nicht nur die eigentliche Herstellung eines Produkts, sondern auch unterstützende Prozesse wie z.B. Einkauf, Vertrieb und das Betriebslabor.

Es gibt mittlerweile eine Reihe von Standards, die die Anforderungen an Betriebe bezüglich Qualitätsmanagement festschreiben. Die internationale Organisation für Normung (ISO) veröffentlichte den oben bereits genannten Standard ISO 9000:2005 (Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe) sowie ISO 9001:2008 (Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen). Diese Standards gelten für alle prozessorientierten Unternehmen, für produzierende genauso wie für solche, die Dienstleistungen anbieten. Grundsatz der ISO 9000 ff. Normenreihe: Der Kunde steht im Mittelpunkt.

Im Gegensatz dazu steht bei der ISO 22000:2005 (Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit – Anforderungen an Organisationen in der Lebensmittelkette) die Sicherheit des Kunden im Mittelpunkt. Auf Basis der ISO 22000 wurde der FSSC 22000 (Food Safety System Certification) entwickelt, ein Standard, der vom Handel bereits vielfach akzeptiert wird. Weitere Standards im Lebensmittelbereich sind der IFS-Standard (International Featured Standard Food), der 2003 von europäischen Lebensmittel-Handelsketten für Eigenmarken entwickelt wurde, mit dem Ziel, einheitliche Standards, Transparenz und Vergleichbarkeit zu schaffen (vgl. TROMP 2007). Der IFS Standard liegt derzeit in der Version 6 (aktuellstes Update April 2014; Stand 28.4.2015) vor. In manchen Ländern gibt es wiederum länderspezifische QM-Standards, wie zum Beispiel jener des British Retail Consortiums (BRC).

Alle diese Standards im Lebensmittelbereich haben ein Ziel: Die Sicherheit des Produkts und damit die Gesundheit des Konsumenten zu garantieren und die Produktqualität zu sichern und immer weiter zu steigern.

### **Aufbau und Inhalte von Qualitätsmanagementsystemen**

Vielfach umfassen QMS Anforderungen, die Lebensmittel produzierende Betriebe aufgrund geltender Gesetze bereits erfüllen müssen. Dazu gehören zum Beispiel die Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit und die Einführung eines HACCP-Konzepts. HACCP bedeutet „Hazard Analysis and Critical Control Points“ („Gefahrenanalyse und kritische Kontrollpunkte“), das HACCP-Konzept ist ein Konzept zur Herstellung von gesundheitlich unbedenklichen Lebensmitteln. Es ist der Kern eines jeden Systems, das die Lebensmittelsicherheit zum Zweck hat. Die Verordnung (EG) 852/2004 über Lebensmittelhygiene verpflichtet jeden Produzenten, ein HACCP-Konzept in seinem Betrieb zu installieren – eine Tatsache, die vor allem bei Kleinproduzenten oft nicht bekannt ist.

Das HACCP-Konzept beruht darauf, potenzielle Gefahren für Konsumenten im Herstellungsprozess zu erkennen und durch geeignete vorbeugende Maßnahmen zu beherrschen. Was im ersten Moment etwas sperrig klingt, hat durchaus einen praktischen Hintergrund. Ein klassisches Beispiel für einen kritischen Kontrollpunkt in der Obstverarbeitung ist die Pasteurisation von Fruchtsaft: Bei diesem Prozess-Schritt kann eine potenzielle Gefahr für den Konsumenten, nämlich die Gärung in der Flasche und die damit verbundene Gefahr der Alkoholbildung und des Berstens der Flasche unter Druck, kontrolliert und verhindert werden.

Basis für ein funktionierendes HACCP-Konzept ist die Einhaltung von grundlegenden räumlichen, technischen und hygienischen Voraussetzungen (siehe dazu z.B. die Leitlinie für die bäuerliche Obstverarbeitung des Bundesministeriums für Gesundheit).

Der ISO-Standard 22000 (ebenso wie ISO 9000) gliedert sich in acht Kapitel, richtungsweisend sind Kapitel 4 bis 8:

- Verantwortung der Leitung: Die oberste Leitung eines Unternehmens trägt die Verantwortung für die Entwicklung und Umsetzung des QMS.
- Management von Ressourcen beinhaltet die Bereitstellung von geschultem Personal und geeigneter Infrastruktur.
- Produktrealisierung hat die Herstellung eines sicheren Produkts zum Inhalt; im Wesentlichen das HACCP-Konzept.
- Messung, Analyse und Verbesserung: Diese sind der hauptsächliche Zweck des QMS. Durch verschiedene Maßnahmen wie Auswertungen von Reklamationen und HACCP-Aufzeichnungen und regelmäßige Betriebsbegehungen sollen neue Maßnahmen gesetzt werden, um die Qualität der hergestellten Produkte zu steigern. Dies soll zu einer ständigen Verbesserung des QMS und damit des gesamten Betriebs führen.

Was heißt das nun für einen Betrieb, der ein QMS einführen möchte? Zuallererst bedeutet es, die Anforderungen des Standards schrittweise abzarbeiten. Dafür sind auch viele Dokumente zu erstellen: einerseits das Qualitätsmanagement-Handbuch (QMH), das zentrale Dokument, das die Qualitätsphilosophie eines Betriebs und deren Umsetzung beschreibt; andererseits die sogenannten Vorgabedokumente, die die Abläufe von Prozessen im Betrieb beschreiben. Dazu gehören z.B. Arbeitsanweisungen, Reinigungs- und Wartungspläne sowie Schulungspläne. Den größten Teil der Dokumente bilden die Nachweisdokumente. Dabei handelt es sich um Listen, Protokolle und Bewertungen, zum Beispiel Teilnahmelisten von Schulungen, Reinigungsprotokolle oder Lieferantenbewertungen.

### ***Eigene Erfahrungen mit Qualitätsmanagementsystemen***

Der Obstverarbeitungsbetrieb der HBLA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, in dem die AutorInnen beschäftigt sind, wurde im August 2014 erstmalig nach dem Standard FSSC 22000 zertifiziert. Hauptsächlicher Grund für die Zertifizierung sollte die Vorbildwirkung für die SchülerInnen sein. Darüber hinaus profitierte der Betrieb in mehreren Punkten: Die schriftliche Erfassung vieler Informationen wie z.B. Maschinen- und Wartungslisten und Arbeitsanweisungen brachte Organisation und Transparenz in den Betrieb, da alle Verantwortlichen Zugriff auf die Dokumente haben. Arbeitszuständigkeiten wurden überdacht und zum Teil neu aufgeteilt. Aufgrund der Anforderungsliste des Standards wurden Prozesse kritisch hinterfragt, betriebsblinde Bereiche aufgedeckt und Änderungen vorgenommen.

Reklamationen, sowohl interne als auch externe, werden nun systematisch erfasst, die Ursachen analysiert und Korrektur- und Verbesserungsmaßnahmen installiert. Das Ziel ist, aus Fehlern zu lernen, aber keinen Fehler ein zweites Mal zu machen. Fehler zu melden und konstruktive Kritik einerseits zuzulassen, andererseits auch äußern zu dürfen, erfordert die Offenheit aller MitarbeiterInnen und tut dem Arbeitsteam gut. Verbesserungsvorschläge für Produktionsabläufe und betriebliche Änderungen werden gesammelt, besprochen und schrittweise umgesetzt. So konnten innerhalb von zwei Jahren bereits über 50 Maßnahmen umgesetzt werden. Das kann, muss aber nicht unbedingt mit Kosten verbunden sein. Die schriftliche Erfassung dieser Korrekturmaßnahmen macht deutlich, wie sich der Betrieb kontinuierlich verbessert, was wiederum das allgemeine Betriebsklima positiv fördert.

Natürlich muss hier auch erwähnt werden, dass die Einführung eines QMS einen erheblichen Zeitaufwand darstellt und auch die Pflege des Systems, die permanente Dokumentation, Zeit kostet. Wenn ein

Betrieb sich zertifizieren lassen möchte, das heißt, dass ein Auditor einer Zertifizierungsstelle die Einhaltung aller Anforderungen prüft und bestätigt, so stellt das natürlich je nach Betriebsgröße einen zusätzlichen Kostenfaktor dar.

### ***Zusammenfassung***

Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit, wie z.B. ISO 22000, bieten für Lebensmittel produzierende Betriebe die Möglichkeit, Maßnahmen im Betrieb zu setzen, um die Qualität von Prozessen und Produkten zu sichern und ständig zu verbessern. Die Grundlage solcher Systeme ist ein funktionierendes HACCP-Konzept.

Es ist jedenfalls empfehlenswert, ein solches System einzuführen, wenn es von Kunden (z.B. dem Lebensmitteleinzelhandel) gewünscht wird. Eine Zertifizierung kann für Kleinbetriebe jedoch einen erheblichen Kostenfaktor darstellen. Qualitätsmanagementsysteme sind „lernende Systeme“, sie bieten die Möglichkeit, Fehlern vorzubeugen und bereits geschehene Fehler künftig zu verhindern. Weniger oder, noch besser, gar keine Fehler führen zu Kundensicherheit und in der Folge zu Kundenzufriedenheit. Ziel ist eine ständige Verbesserung der Produkte und des Betriebs. Daher ist es auch für Kleinbetriebe sinnvoll, Elemente von Qualitätsmanagementsystemen zu übernehmen.

### ***Abstract***

Food safety management systems as the ISO 22000 standard offer food producers options to standardize and constantly improve product and process quality. The foundation of food safety management systems is an efficient HACCP concept.

Upon customer request it is recommended to establish such a system as well. Nevertheless certification involves a cost factor especially relevant for smaller companies. Quality management systems are by nature learning systems that help reducing failure and avoiding future similar failures. Less, or if possible, no mistakes correlate with customer safety followed by customer trust. The aim is constant improvement of the company and its products. Therefore it appears reasonable for smaller companies as well to implement at least some elements of quality management systems.

### ***Literatur***

BMG – Bundesministerium für Gesundheit, 2007: Leitlinie für die bäuerliche Obstverarbeitung (BMGFJ-75220/0029-IV/B/7/2007).Wien.

EG-Verordnung 178/2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (ABl. Nr. L 31 vom 1.2.2002 S. 1-41)

EG-Verordnung 852/2004 über Lebensmittelhygiene (ABl. Nr. L 139 vom 30.4.2004 S. 1-54)

ÖNORM EN ISO 9.000:2005-12: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe

ÖNORM EN ISO 9001:2009-08: Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen

ÖNORM EN ISO 22000:2005-11: Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit – Anforderungen an Organisationen in der Lebensmittelkette.

TROMP, S, 2007: Ihr IFS Begleiter. Behr's Verlag, Hamburg

### ***Adresse der Autorin***

Höhere Bundeslehranstalt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstraße 74, A-3400 Klosterneuburg

\*Ansprechpartnerin: DI Kathrin SIGL, kathrin.sigl@weinobst.at

# Hygienekontrolle von Betriebs- und Spülwasser in Kellereien mittels Kikkoman Lumitester PD-20 und ATP-Teststäbchen

## *Hygiene Monitoring of Process and Rinse Water in Cellars by Kikkoman Lumitester PD-20 and ATP Test Swaps*

Karin Mandl<sup>1</sup>, Joschy Hummer<sup>2</sup>, Rainer Klinger<sup>3</sup> und Christoph Mutz<sup>1</sup>

### **Einleitung**

In diesem Projekt wurden verschiedene Wasserqualitäten und Reinigungsverfahren in Weinbaubetrieben mittels ATP Messungen beschrieben. Anhand von Spülwasserproben wurden die Ergebnisse der Desinfektions- und Waschmaßnahmen (Bodenschatz et al., 2005) erhoben. Es war vor allem von Interesse, ob diese ATP Schnellmethode für den praktischen Einsatz im Weinbaubetrieb oder in der Fruchtsaftabfüllung geeignet ist.

### **Material und Methoden**

Die Überprüfung der Sauberkeit des Wassers erfolgt in diesem Projekt mit einem Lumitester PD-20 der Firma Kikkoman, Düsseldorf. Das Gerät arbeitet mit einer patentierten ATP/AMP (Adenosinmonophosphat) Luciferastechnik. Dieses Testsystem nutzt eine zyklische Methode basierend auf einer Kombination von Glühwürmchen- Luciferase und Pyruvat Orthophosphatkinase (PPDK) aus. Die Methode produziert eine definierte Menge an Lumineszenz proportional zur Menge des Adenosintriphosphats (ATP) und Adenosinmonophosphats (AMP) in der Probe und beginnt entsprechend des ATP Gehaltes zu leuchten. Es wurden zwei verschiedene ATP – Stäbchen (LuciPac Pen-Aqua und LuciPac Pen verwendet. Die ATP Werte wurden dann in RLU (Relative Light Unit) angegeben.

Betriebswasseruntersuchung: Die Spülwasserproben wurden vor und nach dem Reinigen und anschließend nach der Füllung genommen. Die Ablässe wurden abgeflammt und nach kurzem Laufen des Spülwassers wurden die Proben gezogen. Betriebswasserproben wurden so genommen, dass der Hahn vorher abgeflammt wurde und nach fünf minütigem Vorlauf die Wasserprobe entnommen wurde. Jede Probe wurde zweimal gezogen. Die Proben wurden gekühlt ins Labor transportiert.

Der Betrieb A hängt am öffentlichen Leitungswassernetz. Das Wasser wird nach Eintritt in den Betrieb enthärtet und über eine UV –Lampe geführt. Die Reinigung der Anlage erfolgt regelmäßig chemisch mit anschließender Dampfsterilisation. Die Flaschen werden vor Füllung mit ozonisiertem Wasser ausgespült. Die ATP Betriebswasserwerte sind um die 23 RLU und liegen im Normalbereich.

Der Betrieb B wird vom hauseigenen Brunnen mit Wasser versorgt. Das Wasser wird ohne weitere Behandlung als Waschwasser verwendet. Die Füllanlage wird sporadisch mit Chemie und/oder Dampf gereinigt. Die Flaschen werden prinzipiell mit SO<sub>2</sub>-Lösung ausgespült.

Der Betrieb C ist Fruchtsaftabfüller mit sehr genauer Reinigungspraxis. Zuerst wird mit chlorfreier Lauge bis 85 °C gereinigt, anschließend wird Wasserstoffperoxid eingesetzt und am Schluss mit Betriebswasser gespült. Das Betriebswasser stammt aus dem öffentlichen Netz, wird enthärtet und über eine UV-Lampe geführt. Alle Produkte werden zusätzlich Hochkurzeit erhitzt. Die Werte der Betriebswasserleitung liegen bei 25RLU.

Der Betrieb D führt sporadische chemische Reinigungen der Abfüllanlage durch, hauptsächlich wird die Anlage mit sehr großen Wassermengen aus dem öffentlichen Netz gespeist. Das Betriebswasser wird vorher über eine UV-Lampe geführt. Das Wasser weist sehr gute Qualität auf die RLU Werte liegen bei 6.

Der Betrieb E ist ein älterer Betrieb, der mit einem hauseigenen Brunnen versorgt wird. Die Reinigung der Abfüllanlage erfolgt teilweise mit Lauge und Wasserstoffperoxid. Angebrannte Belege werden nicht durch die Dampfsterilisation aus den Leitungen und dem Füller aktiv entfernt und lösen sich teilweise sporadisch selbstständig. Die Flaschen werden über Tauchsterilisator mit Peressigsäure geführt, das Nachspülwasser nach dem Sterilisator wird über einen kleinen Kerzenfilter geführt. Die ATP Werte des Betriebes liegen bei über 500RLU Werte im Labor gemessen.

Der Betrieb F reinigt ihre Füllanlage regelmäßig mit Lauge und Wasserstoffperoxid. Das Betriebswasser wird unbehandelt aus eigenem Hausbrunnen verwendet. Die Sterilisation der Anlage erfolgt über Dampf. Das Brunnenwasser weist einen Wert von über 167 RLU Wert im Labor auf.

Die Proben wurden auf Nährmedien ausplattiert und nach einer fünftägigen Bebrütung bei 22°C ausgezählt.

Nachweis der gefundenen Keime aus den Betrieben erfolgte mit VITEK® 2 Compact (BioMérieux, Deutschland)

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Die RLU Werte des Wassers hängen sehr stark mit den Ausgangswerten des Basiswassers zusammen. Diese sollten immer vorher erhoben werden, um einen Bezug zu erhalten. Diese Technik ist sehr gut für den Nachweis von Reinigungen geeignet. Es kann der Status vor und nach der Reinigung einfach mittels eines Stäbchens überprüft werden. Für Fruchtsäfte, die sehr viel ATP enthalten ist das Gerät nicht geeignet. Es hat sich aus den Arbeiten gezeigt, dass sie Testungen mittels Stäbchen unmittelbar nach der Probennahme erfolgen sollte. Standzeiten der Probe oder des zu untersuchenden Wassers führen zu drastischen Erhöhungen der ATP Werte. Mittels eines kleinen Laborantestversuches mittels Hitzeeinwirkung konnte gezeigt werden, dass durch die Denaturierung der Zellmembran, es zu einem erhöhten Austritt von ATP kommt. Da lebendige Zellen immer der Autolyse unterliegen, kommt es dadurch zu kontinuierlichen vermehrten Austritt von ATP. Beobachtungen während den Untersuchungen zeigten, dass es lokal in den Flüssigkeiten zu erhöhten Werten führen kann. Deshalb sollte bei Ausreißern unbedingt eine Wiederholung der Messung erfolgen, da das ATP in diesem Bereich nicht homogen verteilt ist. Die Werte sind mittels des Gerätes gut reproduzierbar.

In diesem hier vorgestellten Versuch wurde 6 Kellereien auf Nachspülwasser und Betriebswasser mittels ATP Stäbchen (LuciPac Pen-Aqua und LuciPac Pen) untersucht. Bei einigen Proben wurden die ATP Messungen unmittelbar nach der Probenziehung gemessen. Zu diesem Zeitpunkt war noch nicht bekannt, dass die ATP Werte durch die Standzeiten stark ansteigen und bei den restlichen Proben wurden die RLU Werte erst im Labor erhoben. Das Betriebswasser der meisten Betriebe lag bei ca. 20 RLU, dies entspricht den durchschnittlichen RLU Werten von Leitungswasser. Diese Werte stimmen auch mit den Wasserwerten des eigenen Labors in Klosterneuburg überein, die Wasserleitungswerte im Labor lagen um die 15 RLU. Es ist interessant indirekt über das Spülwasser des Füllers fest zu stellen, ob die Reinigung zufriedenstellend durchgeführt wurde oder wiederholt gehört.

Gefundene Wasserkeime: In den Betrieben mit eigener Versorgung von Hausbrunnen als Waschwasser konnten Bodenkeime der Familie Pseudomonaceae isoliert werden.

### ***Zusammenfassung***

Es wurden bei diesem Versuch 6 Kellereien auf ihre RLU (relative light units) Wasserwerte ihrer Abfüllanlagen vor und nach der Reinigung untersucht. Diese ATP Bestimmung erfolgt mit einem Gerät der Firma Kikkoman. Dieses Testsystem nutzt eine zyklische Methode basierend auf einer Kombination von Glühwürmchen- Luciferase und Pyruvat Orthophosphatkinase (PPDK). Die Überprüfung der Qualität des Wassers erfolgt mit einer patentierten ATP/AMP Luciferasetechnik. Es sollte jedoch bedacht werden, dass das normale Leitungswasser ATP enthalten kann und dieser Wert immer als Referenz herangezogen werden muss. Es ist bezugnehmend auf dem Ausgangswert leicht fest zu stellen, ob das Wasser einen bestimmten Sauberkeitsgrad überschritten hat oder nicht. Diese Technik ist sehr gut für die Überprüfung von Reinigungsvorgängen geeignet. Es kann der Status vor und nach der Reinigung sehr schnell und einfach mittels eines Stäbchens in Echtzeit überprüft werden.

Es hat sich aus den Arbeiten gezeigt, dass die Überprüfungen mittels Spezial-Wattestäbchen oder Water-Pens unmittelbar nach der Probennahme erfolgen sollte. Standzeiten der Probe oder des zu untersuchenden Wassers führen zu drastischen Erhöhungen der ATP Werte. Durch einen kleinen Laborversuch mittels Hitzeeinwirkung konnte gezeigt werden, dass es durch die Denaturierung der Zellmembran zu einem erhöhten Austritt von ATP kommt. Da lebendige und tote Zellen immer dem Stoffaustausch mit der Umgebung unterliegen, kommt es dadurch zwangsläufig zu kontinuierlich vermehrtem Austritt von ATP. Beobachtungen während der Untersuchungen zeigten, dass es vereinzelt bei der Messung von Flüssigkeiten und Nachspülwässern zu erhöhten Werten kommen kann. Deshalb sollte bei Ausreißern unbedingt eine Wiederholung der Messung erfolgen, da das ATP in diesem Bereich vermutlich nicht homogen verteilt waren. Die Werte sind aber dennoch mit dem Lumitester recht gut reproduzierbar.

In dem hier vorgestellten Versuch wurde Betriebswasser und Nachspülwasser von sechs Kellereien mittels LuciPac Pen (Wattestäbchen zur Oberflächenüberprüfung) und LuciPac Pen-Aqua (Spezial-

stäbchen zur Wasseruntersuchung) getestet. Bei einigen Proben wurden die ATP Messungen unmittelbar nach der Probenziehung durchgeführt, bei den restlichen Proben wurden die RLU Werte erst im Labor erhoben. Zu diesem Zeitpunkt war noch nicht bekannt, dass die ATP Werte durch die Standzeiten stark ansteigen. Die ATP Werte in den Betriebswässern der meisten Betriebe lagen bei ca. 20 RLU, dies entspricht den durchschnittlichen RLU Werten von Leitungswasser. Diese Werte stimmen auch mit den Wasserwerten des eigenen Labors an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg überein. Die hauseigenen Werte des Wassers aus dem Gemeindefwassernetz lagen um die 15 RLU. In den Betrieben mit eigener Versorgung vom Hausbrunnen als Waschwasser, konnten bedenkliche Keime isoliert werden. Diese Keime wurden mit Vitek kompakt 2 identifiziert. Es handelt sich hier vor allem um Bodenkeime der Familie der Pseudomonaceae.

### ***Abstract***

In this experiment RLU (relative light units) values of water of the filling stations of six wineries were examined before and after cleaning. For measurements of the ATP amounts an instrument from Kikkoman was used. This assay system uses a cyclic method based on a combination of firefly luciferase and pyruvate orthophosphate kinase (PPDK). The testing of the quality of the water was done with a patented ATP/AMP luciferase technic. However, it should be noted that the normal tap water may contain ATP, and this value must always be used as a reference. This technique is very well suited for cleaning inspection. It shows quickly if the surface of filling station or water is clean or dirty. The experience of the experiments shows that the tests should take place immediately after sampling. Immobilization time of the examined water samples lead to drastic increases in ATP levels. By a small laboratory test heating the samples was shown that the ATP amounts increased considerable.

Living and dead cells are always in interexchange with the environment. This will lead inevitably to continuously leakage of ATP outside the cells. Observations during the investigations showed that it lead to increased levels sporadically in the measurement of liquids and rinse water. Therefore, repetitions of the measurement of outliers were necessarily, because the experience showed that the ATP concentrations were not homogeneously distributed in liquids. The measured values were nevertheless quite well reproduced with the Lumitester.

In this experiment rinse water of six wineries has been tested with LuciPac Pen (cotton swab for surface inspection) and LuciPac Pen-Aqua (special pens for water analysis). For most of the samples, the ATP measurements were made immediately after sample collection, with the remaining samples, the RLU values were taken only in the laboratory. At this time it was not known that ATP levels increase so much by immobilization time. The average ATP values of tap waters are approximately 20 RLU in Austria. This value agrees well with the water value of the Education and Research Center of Viticulture and Pomology in Klosterneuburg. The RLU amount was around 15 RLU. In wineries where well water was used as process water, dangerous germs were isolated. These bacteria were identified by Vitek 2 compact as soil soil bacteria of the family Pseudomonaceae.

### ***Literatur***

BODENSCHATZ, S. 2005: Kompaktwissen Desinfektion: Neuauflage des Standardwerks, Handbuch für den Desinfektor, Behr's Verlag

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, A-3400 Klosterneuburg

<sup>2</sup> Kellereinberatung Hummer GmbH, Baumgarten am Wagram 7, A- 3701 Großweikersdorf

<sup>3</sup> Biomedica Medizinprodukte GmbH & Co KG, Divischgasse 4, A- 1210 Wien

\*Ansprechpartnerin: Dr. Karin MANDL, Karin.Mandl@weinobst.at



**POSTER**



**Development of high-throughput methods for the detection of hydrogen cyanide-producing bacteria for the application in biocontrol**

***Entwicklung von Hochdurchsatzmethoden zur Detektion von Cyanwasserstoff produzierenden Bakterien für die Anwendung in der Biokontrolle***

Simon Dürr\*, Angela Sessitsch, Günter Brader, and Friederike

Siehe Seite 23 ALVA-Förderungspreis

# Untersuchungen zu Interaktionen zwischen *Lumbricus terrestris* und *Sclerotinia sclerotiorum*

## *Interactions between Lumbricus terrestris and Sclerotinia sclerotiorum*

Pia Euteneuer<sup>1\*</sup>, Bernd Jost<sup>2</sup>, Stefan Pauer<sup>1</sup>, Johanna Reisinger<sup>1</sup>, Judith Sailer<sup>1</sup>,  
Lorenz Strickner<sup>1</sup>, Johann Zaller<sup>3</sup> und Siegrid Steinkellner<sup>2</sup>

### **Einleitung**

*Sclerotinia sclerotiorum* ist ein Schaderreger mit einem breiten Wirtspflanzenspektrum von über 400 Wirtspflanzen, welches auch wichtige Nutzpflanzen wie Raps (*Brassica napus*), Sonnenblume (*Helianthus annuus*), Kartoffel (*Solanum tuberosum*) und Sojabohne (*Glycine max*) mit einschließt. Im Laufe seines Lebenszyklus bildet *S. sclerotiorum* verhärtete Überdauerungsorgane, sogenannte Sklerotien aus. Diese keimen dann bei günstigen Witterungsbedingungen mit Keimschläuchen aus, bilden an der Bodenoberfläche Apothecien und in weiterer Folge Ascosporen, die neue Wirtspflanzen befallen können. Auf Grund eigener Beobachtungen lag die Vermutung nahe, dass Regenwürmer Sklerotien fressen. Regenwürmer könnten damit den Abbau von Sklerotien von *Sclerotinia sclerotiorum* beeinflussen. Auch WOLFARTH et al. (2010) konnten zeigen, dass Regenwürmer von Pilzen infiziertes Pflanzenmaterial gegenüber nicht infiziertem bevorzugen. Im vorliegenden Versuch wurde daher untersucht, ob Regenwürmer einen Einfluss auf die Sklerotienreduktion im Boden haben. Die Studie wurde mit der Regenwurmart *Lumbricus terrestris* durchgeführt, da sich diese Art von abgestorbenem Pflanzenmaterial, aber auch von tierischen Überresten, Exkrementen und frischem Pflanzenmaterial ernährt und dadurch eine wichtige Rolle als Primärersetzer einnimmt.

### **Material und Methoden**

Der Versuch wurde an der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf der Universität für Bodenkultur Wien als Topfversuch im Glashaus im Herbst 2014 durchgeführt. Als Versuchspflanzen wurden Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) und Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) gewählt, da beide oft als Zwischenfrucht und Gründüngung eingesetzt werden und Wirtspflanzen für *S. sclerotiorum* darstellen. Die Versuchstöpfe wurden mit komposthaltigem Substrat befüllt und mit Phacelia oder Buchweizen bepflanzt, zudem wurden zwei verschiedene Netzschlaucharten mit Sklerotien in das Substrat eingebracht (Kontrollgruppe = ohne Sklerotien). Durch ihre unterschiedliche Maschenweite war nur eine Netzschlauchart für Regenwürmer zugänglich. Wöchentlich wurden die Regenwürmer noch mit mit 0,5 g geschnittenem Heu gefüttert. Weiters wurde mittels aufgestellter Zahnstocher die nächtliche Futtersuche von *L. terrestris* und damit die Regenwurmaktivität erhoben. Die Zahnstocher wurden jeweils am Vortag in einem vorher festgelegten Muster aufgestellt und die umgefallenen Zahnstocher am nächsten Tag ausgezählt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Am Versuchsende waren in beiden Arten von Netzschläuchen noch fast alle Sklerotien vorhanden. Die eingesetzten Regenwürmer hatten daher unter den in diesem Versuch gegebenen Bedingungen keinen signifikanten Einfluss auf den Abbau der Sklerotien. Auffällig war jedoch, dass die Anzahl der gekeimten Sklerotien in den für Regenwürmer unzugänglichen Netzschläuchen signifikant höher war als in den zugänglichen Netzschläuchen, was darauf hindeuten könnte, dass *L. terrestris* die Keimung der Sklerotien unterdrückt. Eine mögliche Erklärung dafür ist die antifungale Wirkung der von den Regenwürmern ausgeschiedenen Polysaccharide, die sich in den Wänden der Regenwurmgänge anreichern (WANG et al. 2007). Weiters wurde im vorliegenden Versuch gezeigt, dass die Regenwürmer in Versuchstöpfen mit Sklerotien aktiver waren als in den Versuchstöpfen ohne Sklerotien. *L. terrestris* und *S. sclerotiorum* können sich daher gegenseitig beeinflussen. Für die genauen Wechselwirkungen und deren Mechanismen sind jedoch noch weitere Versuche notwendig.

## **Zusammenfassung**

*Sclerotinia sclerotiorum* ist ein Schaderreger mit einem großen Wirtspflanzenspektrum, zu dem auch zahlreiche Nutzpflanzen gehören. Der Abbau der Sklerotien im Boden durch Regenwürmer wurde bisher nicht erforscht. In diesem Versuch wurde der Einfluss des Regenwurms *Lumbricus terrestris* auf die Abnahme der Sklerotien untersucht und im Speziellen, ob Regenwürmer die Sklerotien fressen. Dazu wurden Versuchstöpfe mit Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) und Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) bepflanzt und mit Sklerotien in für Regenwürmer zugänglichen und unzugänglichen Netzschläuchen bestückt. Am Versuchsende konnte festgestellt werden, dass der Großteil der Sklerotien noch in den Netzschläuchen vorhanden war, jedoch die Sklerotienkeimung in den für die Regenwürmer zugänglichen Netzschläuchen niedriger war als in den unzugänglichen. Weiters war die Regenwurmaktivität in den Versuchstöpfen mit Sklerotien signifikant höher als in Töpfen ohne Sklerotien. Der vorliegende Versuch hat gezeigt, dass sich *L. terrestris* und *S. sclerotiorum* gegenseitig beeinflussen, jedoch sind weitere Versuche notwendig um die genauen Interaktionen zu erforschen.

## **Abstract**

*Sclerotinia sclerotiorum* is a soil borne pathogen with a wide range of host plants including a lot of agricultural crops. The decomposition of sclerotia in the soil through earthworms is still unknown. In this experiment the influence of the earthworm *Lumbricus terrestris* on the decomposition of sclerotia was determined. Therefore a pot-experiment with phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) or buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), two different types of net tubes with sclerotia (accessible for earthworms or non-accessible) was carried out. We found that most sclerotia could be recovered in all treatments, but the germination of sclerotia in accessible net tubes was significantly lower than in non-accessible. Furthermore the earthworm activity in pots with sclerotia was significantly higher than in pots without sclerotia.

## **Literatur**

WANG C, SUN Z, LIU Y, ZHENG D, LIU X and LI S, 2007: Earthworm polysaccharide and its antibacterial function on plant-pathogen microbes in vitro. *European Journal of Soil Biology* 43, 135-147.  
WOLFARTH F, SCHRADER S, OLDENBURG E, WEINERT J and BRUNOTTE J, 2011: Earthworms promote the reduction of Fusarium biomass and deoxynivalenol content in wheat straw under field conditions. *Soil Biology & Biochemistry* 43, 1858-1865.

## **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien, Schloßhoferstraße 31, A 2301 Groß-Enzersdorf

<sup>2</sup> Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenschutz, Universität für Bodenkultur Wien, Konrad-Lorenz-Straße 24, A 3430 Tulln

<sup>3</sup> Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, Institut für Zoologie, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, A 1180 Wien

\*Ansprechpartnerin: DI Pia Euteneuer, pia.euteneuer@boku.ac.at

# Anbau von biologischem Winterraps als besondere Herausforderung

## Cultivation of organic rapeseed as special challenge

Waltraud Hein\* und Hermann Waschl

### **Einleitung**

Raps als Kulturpflanze wird eigentlich dem konventionellen Landbau zugeordnet, weil sie eine Menge an Nährstoffen, vor allem an Stickstoff benötigt und stark von Schädlingen befallen wird. Allerdings hat in den letzten Jahren eine verstärkte Nachfrage nach biologisch erzeugtem Raps zur Herstellung von Speiseöl und zur Margarineerzeugung eingesetzt. Auf der Suche nach geeigneten produktionstechnischen Möglichkeiten wurde auch an der Außenstelle Lambach der Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der HBLFA Raumberg-Gumpenstein seit 2010 jedes Jahr ein kleiner pflanzenbaulicher Versuch angelegt.

### **Material und Methoden**

Jahre, Pflanzenarten: In diesem Beitrag wird über die Anbauversuche mit Winterraps aus den Jahren 2010/11 – 2014/15 berichtet.

Standorte: Der Versuchsstandort liegt in Lambach, gehört zum Bezirk Wels-Land und das Anbaugbiet zählt zum Alpenvorland.

Versuchsanlage: Die Rapsversuche waren meist als einfache ungeordnete Blocks mit 4 Wiederholungen/Objekt oder als Großparzelle im Jahr 2013/14 angelegt.

Sorten: Als Sorten wurden jeweils nur freiabblühende Sorten verwendet, welche in der Österreichischen Sortenliste eingetragen sind. Im Laufe der Jahre gelangten folgende Sorten zum Anbau: ADRIANA, CALIFORNIUM, CASOAR, HARRY, JIMMY, SAMMY, SIDNEY.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Pflanzenbauliche Entwicklung: Der Anbau erfolgte im ersten Jahr viel zu spät, in den weiteren Versuchsjahren wurde zumindest bis Anfang September die Saat durchgeführt. Dabei macht eine frühe Saat schon einen wesentlichen Erfolgsfaktor beim Winterraps aus, der optimale Saatzeitpunkt liegt zwischen 15. und 25. August (SÄCHSISCHES LANDESAMT, 2010) und wirkt sich ganz entscheidend auf die Bestandesentwicklung aus. Dadurch war die jeweilige Pflanzenentwicklung in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich, aber meist hatte der Raps im Herbst noch das Rosettenstadium erreicht und überwinterte so. Die Aussaat erfolgte mit der Parzellensämaschine auf Getreideabstand. Die jeweiligen Nährstoffmengen wurden in Form von Kompost als Grunddüngung und Gülle als Kopfdüngung ausgebracht. Das Pflanzenwachstum selbst ist nicht das große Problem, auch die Überwinterung war keine wirkliche Herausforderung für den Raps. Echte Schwierigkeiten bereiteten sowohl die Schädlinge als auch die Unkräuter, weshalb es kein repräsentatives Ernteergebnis von den bisher schon 4 durchgeführten Versuchsdurchgängen gibt. Bis zum Vorjahr wurde jeder Versuch im Frühjahr wieder umgebrochen, spätestens zu dem Zeitpunkt, wo sich deutlich zeigte, dass mit einem durchschnittlichen Kornertrag nicht zu rechnen war.

Probleme mit Schädlingen: Wenn auch die Herbstentwicklung weitgehend ohne Schädlinge verlaufen ist, so kommen diese spätestens im Frühjahr, sobald die Rapsstängel Knospen ansetzen. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) mit seinem Reifefraß an den Knospen, außerdem legt er seine Eier auch dort hinein. Die angefressenen Knospen sterben ab und somit hat die befallene Pflanze einen deutlich geringeren Schotenansatz. Hier besteht in der konventionellen Landwirtschaft der Vorteil, Insektizide auszubringen und somit den Käferbefall in Grenzen zu halten. Im biologischen Landbau ist das nicht möglich; hier gibt es zwar Empfehlungen zu verschiedenen Behandlungen, aber nur wenige statistisch abgesicherte Ergebnisse. Außerdem sind auch nicht alle Maßnahmen für jeden Standort und für jeden landwirtschaftlichen Betrieb geeignet. Voraussetzung für praxistaugliche Maßnahmen ist eine einfache Handhabung und möglichst geringe Kosten pro Einsatz. Daher würden sich am besten naturstoffliche Pflanzenschutzmittel (LUDWIG et al., 2011; WEIHER et al., 2007) und ätherische Öle (DANIEL, 2015) eignen, wobei letztere zum Teil sehr teuer sind.

Ein anderes Insekt, das durchaus Probleme im Raps verursacht, ist der Kohlschotenrüssler (*Ceutorhynchus assimilis*), der zwar selbst keinen allzu großen Schaden anrichtet, aber meist günstige Eintrittsbedingungen für die Kohlschotenmücke schafft. Der Kohlschotenrüssler überwintert im Käferstadium in Waldrändern und fliegt zur Rapsblüte in die Bestände ein. Nach dem Reifungsfraß erfolgt die Eiablage und Larvenentwicklung in den Schoten. Die Larven fressen im Inneren der Schote die Rapssamen und verlassen die Schoten durch jeweils ein kleines Loch in der Schotenwand. Dadurch vergilben die Schoten frühzeitig, schwellen an und verkrümmen sich häufig. Die schon vom Kohlschotenrüssler gemachten Bohrlöcher werden später oft von der Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*) genutzt, die ebenfalls ihre Eier in die Schoten ablegt. Diese Schoten wirken blasig aufgetrieben, vergilben ebenfalls, platzen auf und die Rapskörner fallen heraus. Ein starker Befall kann zu einem völligen Ernteausfall führen. Die Mücke selbst ist allerdings schwer zu erkennen, nur das Schadbild ist eindeutig.

In den Abbildungen 1 und 2 werden Schäden durch den Rapsglanzkäfer sowie den Kohlschotenrüssler gezeigt.



Abbildung 1: Fraßschäden durch Rapsglanzkäfer auf Knospen    Abbildung 2: durch Kohlschotenrüssler gekrümmte und vergilbte Schoten

Zusätzliche Probleme bereiten in manchen Jahren Schnecken, vor allem unter weitgehend feuchten Bedingungen, auch wenn die Feldvorbereitung nicht ganz sorgfältig erfolgt ist, bzw. wenn es nach der Saat keine Einebnung mehr mit einer Walze gegeben hat. Außerdem können auf relativ kleinen Rapsflächen auch erhebliche Schäden durch Wildverbis durch Hasen und Rehe auftreten, wie es auf der Versuchsfläche im Winter immer wieder geschieht.

Probleme mit Unkräutern: Während auf der einen Seite verschiedene Schädlinge das Wachstum von Raps erheblich beeinträchtigen können, sind auch oft Unkräuter an einer Entwicklungsverzögerung schuld. Gerade bei einem Getreide-Reihenabstand von 12 cm kann nicht gehackt werden, was dem ungestörten Wachstum der Unkräuter sehr entgegen kommt. Außerdem hängt es stark von der Art der Unkräuter ab, wie weit die Entwicklung des Rapsbestandes davon beeinträchtigt wird.

Ertrag: Vom Versuchsjahr 2013/14 gibt es das bisher einzige Ertragsergebnis, das in untenstehender Tabelle angeführt wird. Es gab wiederum einen starken Befall mit dem Rapsglanzkäfer, wie durch das Aufstellen von Gelbschalen gezeigt wurde. Daher ist auch nicht mehr Kornertrag zu erwarten.

Tabelle 1: Kornertrag und Inhaltsstoffe von Winterraps im Jahr 2013/14 in Lambach

Sorte	KOER kg/ha	RPG g/kg TM	RPER kg/ha	Rohfett g/kg TM	Rohfett-Ertrag kg/ha
SAMMY	651,82	201,5	131,34	432,6	281,98

Der Raps wurde am 2. September 2013 angebaut und am 25. Juli 2014 geerntet, die Vorfrucht war Sommerweizen. Gedüngt wurde zum Anbau mit Kompost und im Frühjahr mit Gülle.

## **Zusammenfassung**

Der Anbau von Raps im biologischen Landbau bedeutet in jeder Hinsicht eine ganz besondere Herausforderung für jeden Landwirt. Auf der einen Seite benötigt der Raps sehr viele Pflanzennährstoffe, besonders Stickstoff, auf der anderen Seite ist der Raps sehr stark durch verschiedene Schädlinge gefährdet, denen im Biolandbau keine direkten Maßnahmen entgegengesetzt werden können. In Lambach sind es besonders der Rapsglanzkäfer, der Kohlschotenrüssler und dann meist die Kohlschotenmücke im Gefolge, welche ab der Knospenbildung Fraßschäden an den Knospen und Schoten verursachen. Diese Fraßschäden führen zu starken Ertragseinbußen, die im schlimmsten Fall einen völligen Ernteausfall bedingen. Bei feuchten Witterungsbedingungen können noch Schnecken zusätzliche Fraßschäden hervorrufen, meist an den ganz jungen Pflanzen oder in exponierten Lagen können noch Wildschäden durch Hasen und Rehe dazu kommen. All diese Probleme haben dazu beigetragen, dass bis jetzt noch kein repräsentativer Rapsertag auf dem Standort Lambach geerntet werden konnte.

## **Abstract**

The cultivation of rapeseed in organic agriculture is a special challenge for each farmer. At the one side rapeseed needs a lot of plant nutrients, especially nitrogen, on the other side rapeseed is endangered by several pests, against them there are no direct countermeasures allowed. At the branch in Lambach generally appear three insects like the blossom rape beetle and two else cause damages on buds and husks. The grubs eat the new grains of rapeseed which are just built in the husks. The worst case is a total crop failure. If the weather is wet slugs can eat the young plants. On exposed fields rabbits and deer can damage the rapeseed plants additionally. All those problems together effectuated no representative corn-yield until now at Lambach.

## **Literatur**

- AGES (Hrsg.), 2010, 2011, 2012, 2013, 2014: Österreichische Sortenliste 2010, 2011, 2012, 2013, 2014. Schriftenreihe 3/2010, 3/2011, 3/2012, 3/2013, 3/2014.
- DANIEL, C., 2015: Ätherische Öle als Repellentien gegen den Rapsglanzkäfer (*Meligethes spp.*). Tagungsband zur 13. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Eberswalde, 17.-20.03.2015, 172-175.
- LUDWIG, T., JANSEN, E., TROST, B., MAYER, J., KÜHNE, S. und BÖHM, H., 2011: Regulierung von Rapsschädlingen im ökologischen Winterrapsanbau durch den Einsatz naturstofflicher Pflanzenschutzmittel sowie durch den Mischanbau mit Rüben. Tagungsband zur 11. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Band 1, Gießen, 15.-18.03.2011, 306-309.
- SÄCHSISCHES LANDESAMT f. UMWELT, LANDWIRTSCHAFT u. GEOLOGIE (Hrsg.), 2010: Ölfrüchte im Ökologischen Landbau. Informationen für die Praxis. Dresden, Referat 71, Pflanzenbau und Nachwachsende Rohstoffe, 46-62.
- WEIHER, N., KÜHNE, S., BÖHM, H., HEIMBACH, U., HOFFMANN, H. und MOLL, E., 2007: Regulierung von Rapsschädlingen im Ökologischen Landbau mit neem- und pyrethrumhaltigen Pflanzenschutzmitteln sowie Sonnenblumenöl. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst, 59 (9), 211-216.

## **Adressen der Autoren**

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A 8952 Irdning

\* Ansprechpartner: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

# Kornertrag, ertragsstrukturelle Merkmale und Stickstoffeffizienz von Weich- und Durumweizen im direkten Vergleich

## *Grain yield, characteristics of the yield structure and nitrogen efficiency of common wheat and durum wheat in a direct comparison*

Michael Oberforster\* und Clemens Flamm

### **Einleitung**

In den Wertprüfungen von Winter- und Sommerdurum werden regelmäßig auch einige Weichweizensorten angebaut. Da beide Arten einen ähnlichen Entwicklungsrhythmus aufweisen, sind die Leistungen ohne besondere Einschränkungen vergleichbar. HÄNSEL und SEIBERT (1989) vermuten, dass Sommerdurumweizen unter mitteleuropäischen Bedingungen das Ertragspotenzial des Weichweizens nicht erreichen wird. Es wurde geprüft, ob die züchterischen Aktivitäten der letzten Jahre den Abstand vermindert haben und welche Ertragskomponenten gegebenenfalls dafür verantwortlich sind.

### **Material und Methoden**

Standorte, Versuche: Berücksichtigt wurden 36 Versuche mit Winterdurum (inkl. des Weichweizens 'Philipp') und 42 Versuche mit Sommerdurum (inkl. mehrerer Weichweizensorten) der Periode 2007 bis 2014. Die Standorte liegen durchwegs im Nordöstlichen Flach- und Hügelland: Fuchsenbigl im Bez. Gänserndorf, Großnondorf im Bez. Hollabrunn, Mistelbach im Bez. Mistelbach, Gerhaus im Bez. Bruck an der Leitha und Pottendorf im Bez. Baden.

Versuchsdesign: Es sind Block- und Gitteranlagen mit 8 bis 16 (Winterdurum) bzw. 12 bis 36 Prüfgliedern. Diese waren 3- bis 4-fach wiederholt, die Parzellen variierten von 10,0 bis 13,5 m<sup>2</sup>.

Pflanzenmaterial: In die vorliegende Auswertung wurden der Winterweizen 'Philipp', die Winterdurumsorten 'Logidur', 'Lupidur' und 'Wintergold', die Sommerweizen 'Sensas' und 'SW Kadrilj' sowie die Sommerdurumsorten 'Duromax', 'Floradur' und 'Rosadur' einbezogen.

Merkmale: Die Bestandesdichte wurde parzellenspezifisch an einer Stichprobe von 0,2 bis 0,25 m<sup>2</sup> erhoben. In Verbindung mit dem Kornertrag und Tausendkorngewicht (Zählung von 2 x 500 Körnern) resultieren daraus die Kornzahl/Ähre, das Ährengewicht und die Korndichte (Geerntete Körner/m<sup>2</sup>). Der Proteingehalt wurde nach Dumas (ICC-Standard Nr. 167) analysiert, die Kornstickstoffertragsleistung entspricht dem Proteinertrag dividiert durch den Faktor 5,7.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die in einem Versuch angebauten Weich- und Durumweizen wurden stets gleich behandelt. Alle in Österreich genutzten Winterdurumsorten benötigen vernalisierende Temperaturen, d.h. es handelt sich um Winterformen im eigentlichen Sinn. Entsprechend den mannigfaltigen Produktionsumwelten variierten die Kornerträge der Winterdurumsorten von 42,1 bis 101,9 dt/ha, beim Winterweizen 'Philipp' waren es 55,8 bis 108,2 dt/ha. 'Logidur' und 'Lupidur' zeigten Proteinwerte von 11,8 bis 18,1 % (n=36). Die Sommerdurumsorten 'Floradur' und 'Rosadur' realisierten Kornerträge von 26,5 bis 94,1 dt/ha und Proteingehalte von 11,9 bis 18,7 % (n=42). In 15 Versuchen von 2012 bis 2014 waren 'Duromax', 'Floradur' und 'Rosadur' um 0,9 bis 1,9 % proteinreicher als die Weichweizen 'Sensas' und 'SW Kadrilj' (Tabelle 1). Sowohl bei Winter- als auch bei Sommerdurum gab es deutliche Züchtungserfolge. Aber nach wie vor unterschreitet Durumweizen zumeist die Erträge des Weichweizens. Ausgenommen davon waren lediglich die Jahre 2007 (Sommerung) und 2014 (Winterung). Zuletzt hat sich das Ertragsminus des Sommerdurumsortiments gegenüber Sommerweizen etwas verringert. Die zwischen 2003 und 2014 registrierten Sommerdurumsorten erzielten im Mittel etwa 25 bis 29 Körner/Ähre, davor waren es 21 bis 26 Körner/Ähre. Weiters gibt es bei Sommerdurum einen Trend zu genotypisch größerem Korn. Bei Winterdurum beruht die verbesserte Ertragsfähigkeit neuerer Sorten überwiegend auf einer höheren Kornzahl/Ähre. Dennoch ist es auch mittel- und längerfristig unwahrscheinlich, dass Durumweizen die Ertragsfähigkeit des Weichweizens erreicht. Eine geringere Kornzahl/Ähre sowie teils dünnere Bestände (dies trifft in erster Linie Sommerdurum) sind wesentlich dafür verantwortlich. Bei Durumweizen ist die Zahl funktionstüchtiger Speicherorte (geerntete Körner/m<sup>2</sup>) um etwa 15 bis 40 % geringer als bei Weichweizen. Daran hat sich in den vergangenen Jahr-

zehnten nichts grundlegend geändert (vgl. AUFHAMMER et al. 1989), ein höheres Tausendkornge-  
 wicht kann dieses Defizit nur ungenügend ausgleichen. Die aktuellen Winterdurumsorten verfehlen  
 den Kornertrag des Winterweizens ‘Philipp’ durchschnittlich um -12 bis -22 %. Die Sommerdurum-  
 sorten liegen im Pannonikum -2 bis -17 % zu den Sommerweichweizen ‘Sensas’, ‘SW Kadriļj’, ‘SW  
 Kronjet’ und ‘Xenos’ (AGES 2015). Verschiedene Kenngrößen zur Beschreibung der Stickstoffeffizi-  
 enz sind entwickelt worden (MOLL et al. 1982). Für diese Untersuchung wurde der Korn-  
 Stickstoffertrag als einfaches Merkmal verwendet.

Tabelle 1: Ertragskomponenten, Proteingehalt und Korn-Stickstoffertrag von Winterweichweizen und  
 Winterdurum bzw. Sommerweichweizen und Sommerdurum (Versuche 2012 bis 2014, Mittelwerte)

Getreideart, Sorte	Bestandesdichte (Äh- ren/m <sup>2</sup> )	Kornzahl/Ähre	Tausendkorngewicht, g 86 % TS.	Ährengewicht, g, 86 % TS.	Korndichte (Korn- zahl/m <sup>2</sup> )	Kornertrag, dt/ha, 86 % TS.	Rohprotein, %	Korn-N-Ertrag, kg/ha
<b>Winterweichweizen, Winterdurum (n=13)</b>								
Philipp (WW)	527 <sup>a</sup>	33,5 <sup>a</sup>	44,7 <sup>a</sup>	1,48 <sup>a</sup>	17420 <sup>a,b</sup>	76,9 <sup>a</sup>	15,1 <sup>a</sup>	173,3 <sup>b</sup>
Lupidur (WD)	546 <sup>a</sup>	28,0 <sup>a</sup>	46,5 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	15018 <sup>a,b</sup>	69,6 <sup>a</sup>	15,0 <sup>a</sup>	154,2 <sup>a</sup>
Wintergold (WD)	507 <sup>a</sup>	29,1 <sup>a</sup>	49,0 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>	14354 <sup>a</sup>	70,0 <sup>a</sup>	15,3 <sup>a</sup>	158,2 <sup>a,b</sup>
<b>Sommerweichweizen, Sommerdurum (n=15)</b>								
Sensas (SW)	456 <sup>a</sup>	36,4 <sup>b</sup>	40,6 <sup>a</sup>	1,48 <sup>a</sup>	16539 <sup>b</sup>	67,0 <sup>a</sup>	13,8 <sup>a</sup>	139,0 <sup>a</sup>
SW Kadriļj (SW)	536 <sup>b</sup>	31,2 <sup>a</sup>	43,2 <sup>a</sup>	1,34 <sup>a</sup>	16704 <sup>b</sup>	71,8 <sup>a</sup>	13,6 <sup>a</sup>	146,5 <sup>a</sup>
Duromax (SD)	480 <sup>a,b</sup>	27,2 <sup>a</sup>	48,9 <sup>b</sup>	1,32 <sup>a</sup>	13058 <sup>a</sup>	62,9 <sup>a</sup>	15,5 <sup>b</sup>	144,2 <sup>a</sup>
Floradur (SD)	479 <sup>a,b</sup>	27,7 <sup>a</sup>	48,5 <sup>b</sup>	1,33 <sup>a</sup>	13278 <sup>a</sup>	63,5 <sup>a</sup>	14,7 <sup>a,b</sup>	139,0 <sup>a</sup>
Rosadur (SD)	443 <sup>a</sup>	29,7 <sup>a</sup>	47,8 <sup>b</sup>	1,41 <sup>a</sup>	13146 <sup>a</sup>	62,2 <sup>a</sup>	15,4 <sup>b</sup>	142,1 <sup>a</sup>

Werte mit verschiedenen Buchstaben innerhalb von Winterweizen und Winterdurum bzw. Sommerweizen  
 und Sommerdurum unterscheiden sich signifikant bei  $P < 0,05$  (Tukey-Test)

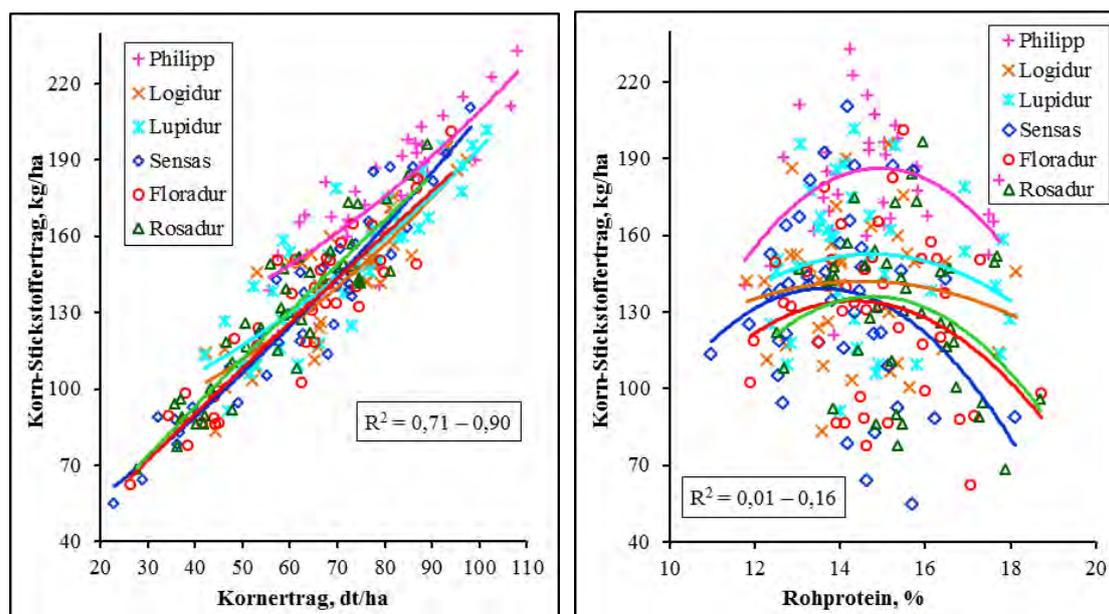


Abbildung 1, Abbildung 2: Einfluss des Kornertrages bzw. des Proteingehaltes auf die Stickstoffeffizienz  
 (Korn-Stickstoffertrag) von Winterweichweizen und Winterdurum bzw. Sommerweichweizen  
 und Sommerdurum (36 bzw. 42 Versuche, 2007 bis 2014)

Mit intravarietal zunehmendem Kornertrag wird auch mehr Stickstoff entzogen (Abbildung 1). Mit  
 steigendem Proteingehalt gilt dies infolge der inversen biologischen Zusammenhänge nur bedingt

(Abbildung 2). ‘Logidur’ und ‘Lupidur’ (Winterdurum) brachten Korn-Stickstoffleistungen von 82,7 bis 200,9 kg N/ha (n=36). Bei den Sommerdurumsorten ‘Floradur’ und ‘Rosadur’ waren es 62,2 bis 200,9 kg N/ha (n=42). Dank höherer Proteinwerte waren sie ähnlich N-effizient wie die Weichweizen. Die Winterdurumsorten ‘Auradur’, ‘Cliodur’, ‘Lunadur’, ‘Tempodur’ und ‘Wintergold’ sowie die Sommerdurumsorten ‘Doridur’, ‘Duromax’, ‘Duroprimus’, ‘Floradur’, ‘Malvadur’, ‘Nicodur’, ‘Rosadur’ und ‘Tamadur’ (Sommerdurum) nutzen den Stickstoff vergleichsweise gut.

### **Zusammenfassung**

Die Datenbasis bildeten 36 Wertprüfungsversuche von Winterdurumsorten und 42 Versuche mit Sommerdurum (*Triticum durum* Desf.) aus den Jahren 2007 bis 2014, in welchen jeweils Weichweizensorten (*Triticum aestivum* L.) enthalten waren. Entsprechend den vielfältigen Wachstumsbedingungen variierten die Kornerträge von 42,1 bis 101,9 dt/ha (Winterdurum) bzw. 26,5 bis 94,1 dt/ha (Sommerdurum) und die Proteinwerte von 11,8 bis 18,1 % (Winterdurum) bzw. 11,9 bis 18,7 % (Sommerdurum). Sowohl bei Weichweizen als auch bei Durumweizen wurden signifikante züchterische Verbesserungen des Ertragspotenzials und der N-Effizienz (Korn-Stickstoffertrag) erzielt. Bei Sommerdurum beruhen genetisch bedingte Ertragszuwächse in den letzten Jahrzehnten meist auf einer höheren Kornzahl/Ähre, teilweise auch auf einem gesteigerten Tausendkorngewicht. Für das österreichische Anbaugebiet (pannonische Region) ist es jedoch unwahrscheinlich, dass Durumweizen die Ertragsfähigkeit des Weichweizens erreicht. Im aktuellen Sortiment beträgt der Ertragsabstand -12 bis -22 % (Winterdurum zu Winterweizen ‘Philipp’) bzw. -2 bis -17 % (Sommerdurum zu Sommerweizen).

### **Abstract**

The data pool comprised 36 VCU-trials of winter durum and 42 trials with spring durum (*Triticum durum* Desf.) from 2007 to 2014, during which common wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) were included. In accordance with the different growing conditions the grain yield varied from 42.1 to 101.9 dt/ha for winter durum and 26.5 to 94.1 dt/ha for spring durum, and protein content varied from 11.8 to 18.1 % for winter durum and from 11.9 to 18.7 % for spring durum. For both common wheat and durum wheat, significant breeding improvements of yield potential and nitrogen efficiency (grain nitrogen yield) were achieved. In spring durum, genetic yield gains in the last decades are mostly based on a higher number of grains/spike, and partly on an increased thousand grain weight. For the Austrian (Pannonian) growing region, it is nevertheless unlikely that durum wheat reaches the yield potential of common wheat. In the current set the differences of grain yield are -12 to -22 % (for winter durum to winter wheat ‘Philipp’) and -2 to -17 % (for spring durum to spring wheat).

### **Literatur**

- AGES, 2015: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2015 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2015. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien.
- AUFHAMMER W, KÜBLER E, FEDEROLF KG, 1989: Leistungsvergleich von Hartweizen (*Triticum durum*) und Weichweizen (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*) in einer Grenzlage für Hartweizenanbau. Die Bodenkultur 40, 119-133.
- HÄNSEL H, SEIBERT L, 1989: Die Züchtung von Hartweizen (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) in Österreich. Bericht 40. Arbeitstagung der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, 21-23 Nov 1989, 339-350, HBLA Raumberg-Gumpenstein, Irnding.
- MOLL RH, KAMPRATH EJ, JACKSON WA, 1982: Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilisation. Agronomy J 74, 562-564.

### **Adresse der Autoren**

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

\* Ansprechpartner: DI Michael OBERFORSTER, michael.oberforster@ages.at

# **Mycorrhizal Influence on Drought Stress Tolerance in Durum Wheat Cultivars**

## ***Einfluss arbuskulärer Mykorrhizapilze auf die Trockenstresstoleranz in Durumweizen***

Christina Schönhuber<sup>1\*</sup>, Gernot Bodner<sup>2</sup>, Karin Hage-Ahmed<sup>1</sup> und Siegrid Steinkellner<sup>1</sup>

### **Introduction**

Wheat is one of the most important cereal crops supporting global food demand (KASHIWAGI et al. 2014). Cultivation of durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*) contributes about 5 % of the total wheat output (MATSUO 1994, OLESON 1994) and it is used mainly for products like pasta and cous-cous (OLESON 1994). Water stress and drought are known to be the most limiting factors in crop productivity, especially in semi-arid agricultural areas (WILHITE 1993). According to a synthesis report on climate change from 2014 further warming and an increase of global mean surface temperature are projected over the 21 century with a shift towards more extreme precipitation events (FIELD et al. 2014). Drought stress has severe detrimental effects on plant survival and productivity by interfering with normal development and growth (KRAMER & BOYER 1995). In response to stress plants have developed different strategies with a wide range of modifications in e.g. morphology, physiology and biochemistry (Aprile et al., 2013). In addition to the intrinsic protective system of plants, symbiotic interactions allow plants to effectively access otherwise not available nutrients or water (RUIZ-LOZANO 2003). By far the most prevalent symbiosis is formed between terrestrial plants and arbuscular mycorrhizal fungi (Goltapeh et al., 2008). In several studies it is indicated that the features of arbuscular mycorrhizas could have special significance for plants in arid environments dealing with abiotic stress such as limited water availability (SMITH et al. 2010, AUGÉ 2001), by alleviating drought stress in host plants through various mechanisms (RUIZ-LOZANO et al. 2008). The objective of this study was to elucidate a possible increase in drought tolerance via AMF inoculation in different wheat-varieties.

### **Material and Methods**

Overall nine wheat varieties from different regions of the world were examined in this study. The set comprised three ancestral wheat cultivars, five varieties of durum landraces from various arid areas and one high performance durum breed from Austria. Four treatment groups were selected:

1. Constant irrigation
2. Constant irrigation and addition of AMF (Symbivit®)
3. Drought Stress
4. Drought stress and addition of AMF (Symbivit®)

The study was conducted as a pot experiment with five replicates per variety and treatment. Autoclaved soil (121 °C, 20 min), leca and sand were mixed 1:1:1 and put into 7x7x7 cm pots. For AMF inoculation of plants, a commercially available mycorrhiza inoculum – Symbivit® (Zivojin Rilakovic, Guntramsdorf, Austria) was used. In both mycorrhizal treatment groups 4 ml of the inoculum were added to the substrate in the middle of the pot. All plants were placed in a greenhouse compartment at 24 °C and a relative humidity of 50 % under natural light conditions. After nine weeks of constant irrigation for all plants drought stress was initiated in experimental group 3 and 4 by withholding water for five days, followed by a second drying phase 11 weeks after the start of the experiment. At regular time points during dry periods physiological parameters were examined to document the stress level. For this purpose, devices for measurement of the photosynthetic yield (MiniPAM), leaf hydration (Unispec-DC Spectral Analysis System) and stomatal conductance (AP4 Porometer) were used. After harvest phenological stages using the BBCH-Scale for wheat (HACK et al. 1992), as well as shoot and root weight (fresh and dry) were determined. To estimate the degree of mycorrhization, root samples were cleared with potassium hydroxide (10 %) and stained with an ink acetic acid-solution (5 %) to uncover fungal structures. Subsequently they were quantitatively assessed under the microscope (Gridline intersection method). For unexpected root damage resulting in a loss of the cortex the same quantitative assessment was used. Treatment effects were determined with analysis of variance (ANOVA).

## Results and Discussion

### *Biomass*

Neither shoot- nor root dry weight was affected by AMF treatment. However drought stress significantly reduced shoot dry weight ( $P=0.001$ ) in most varieties, but did not have an effect on root dry weight. The ratio between root and shoot was again significantly influenced by drought stress ( $P=0.038$ ). Unexpected root damage was found in all treatment groups. AMF treatment had a significant effect ( $P=0.007$ ) in the constantly irrigated group and drought stress had an overall significant influence ( $P<0.001$ ) on the damage.

### *Photosynthetic Yield*

A significant interaction between genotype and drought stress ( $P=0.011$ ), as well as between genotype and AMF treatment ( $P=0.011$ ) was detected. Statistical analysis also revealed a significant effect of AMF treatment ( $P=0.0054$ ), but a subsequent Tukey's test did not support this result.

### *Leaf hydration*

In both treatment groups under drought stress leaf hydration was reduced in comparison to the constantly watered plants. Also the mycorrhizal group under constant irrigation showed reduced values, but not as severe as the drought stressed ones. Statistical analysis revealed that drought stress had a significant effect ( $P<0.0001$ ), as well as AMF treatment ( $P<0.0001$ ) and a significant interaction between drought stress and AMF treatment ( $P<0.0001$ ).

### *Stomatal conductance*

Statistical analysis for porometer data was not possible due to many missing values. However the obtained values show a reduction of stomatal conductance by tendency in both drought stress treatment as well as AMF treatment.

### *Degree of mycorrhization*

Only poor AM colonization could be recorded in both mycorrhizal groups, especially in drought stressed plants. Statistical analysis could not be performed because of the limited number of detected colonization of roots.

The results of this study show that drought stress had a significant impact on all plants independent of AMF treatment. This result stands in contrast to many reports of a beneficial effect of mycorrhization on the growth of plants especially in stressful environments. However since establishment of mycorrhizal symbiosis in the different wheat genotypes was not always successful and, if so, relatively low the observations would be in agreement. The devices used for measuring photosynthetic yield and leaf hydration proved to be adequate indicators of stress in plants, with the advantage of non-destructive and fast assessment. The findings in this study indicate that a higher degree of mycorrhization may be necessary for induction of significant changes in the plant in terms of drought stress and biomass, but the occurrence of root damage possibly biased the results.

## Abstract

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can form a symbiosis with plants by colonizing their roots and are able to provide their host with a set of benefits. The fungus may even reduce the detrimental effect of drought stress on plants. The objective of this study was to elucidate a possible increase in drought tolerance via AMF inoculation in different wheat-varieties. Therefore several genotypes were inoculated with a mix of various species of AMF, subjected to two different water regimes and compared to non-inoculated cohorts. The results of this study show a significant effect of drought on all plants, independent of AMF treatment. The devices used for measuring photosynthetic yield and leaf hydration proved to be adequate indicators of stress in plants. Since establishment of mycorrhiza was either low or not successful, these findings indicate that a higher degree of mycorrhization may be necessary for induction of significant changes in the plant regarding drought tolerance and biomass production.

## Zusammenfassung

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) leben in Symbiose mit Pflanzen und können diesen zahlreiche Vorteile verschaffen. AMP sollen sogar die negativen Auswirkungen von Trockenstress auf Pflanzen mildern. Ziel dieser Studie war es aufzuklären, ob die Trockenstresstoleranz in verschiedenen Weizensorten durch Inokulation mit AMP erhöht wird. Dafür wurden mehrere Genotypen mit einem Mix aus AMP inokuliert, zwei unterschiedlichen Bewässerungsstufen ausgesetzt und mit nicht-inokulierten Gruppen verglichen. Die Resultate dieser Studie zeigen, dass Trockenstress einen signifikanten Einfluss auf alle Pflanzen unabhängig von der Behandlung mit AMP hat. Die Messungen zur Fotosyntheseleistung, als auch des Wassergehalts der Blätter stellten sich als angemessene Stressindikatoren heraus. Aufgrund der niedrigen Kolonisierungsrate legen die Resultate dieser Studie nahe, dass ein höherer Mykorrhizierungsgrad notwendig ist, um signifikante Veränderungen in der Pflanze in Bezug auf Trockenstress und Biomasse hervorzurufen.

## References

- APRILE, A., HAVLICKOVA, L., PANNA, R., MARÈ, C., BORRELLI, G. M., MARONE, D., PERROTTA, C., RAMPINO, P., DE BELLIS, L., CURN, V. (2013). Different stress responsive strategies to drought and heat in two durum wheat cultivars with contrasting water use efficiency. *BMC Genomics*, 14(1), 1-18.
- AUGÉ, R. M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11(1), 3-42.
- FIELD, C. B., BARROS, V. R., MACH, K., & MASTRANDREA, M. (2014). Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- GOLTAPEH, E. M., DANESH, Y. R., PRASAD, R., & VARMA, A. (2008). Mycorrhizal Fungi: What We Know and What Should We Know? In A. Varma (Ed.), *Mycorrhiza* (3 ed., pp. 3-27). Berlin; Heidelberg: Springer.
- KASHIWAGI, J., MORITO, Y., JITSUYAMA, Y., AN, P., INOUE, T., & INAGAKI, M. (2014). Effects of root water uptake efficiency on soil water utilization in wheat (*Triticum aestivum* L.) under severe drought environments. *Journal of Agronomy and Crop Science*. Article in press.
- KRAMER, P. J., & BOYER, J. S. (1995). *Water Relations of Plants and Soils*. San Diego: Academic Press, Inc.
- MATSUO, R. (1994). Durum wheat: its unique pasta-making properties. In W. Bushuk & V. F. Rasper (Eds.), *Wheat Production, Properties and Quality* (pp. 169-178). London: Blackie Academic and Professional.
- OLESON, B. (1994). World wheat production, utilization and trade. In W. Bushuk & V. F. Rasper (Eds.), *Wheat Production, Properties and Quality* (pp. 1-11). London: Blackie Academic and Professional.
- RUIZ-LOZANO, J. M. (2003). Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress. New perspectives for molecular studies. *Mycorrhiza*, 13(6), 309-317.
- RUIZ-LOZANO, J. M., PORCEL, R., & AROCA, R. (2008). Evaluation of the possible participation of drought-induced genes in the enhanced tolerance of arbuscular mycorrhizal plants to water deficit. In A. VARMA (Ed.), *Mycorrhiza* (3 ed., pp. 185-205). Berlin; Heidelberg: Springer.
- Smith, S. E., Facelli, E., Pope, S., & Smith, A. F. (2010). Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant and Soil*, 326(1-2), 3-20.
- WILHITE, D. A. (1993). *Drought assessment, management and planning: Theory and case studies*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

## Authors' addresses

<sup>1</sup> University of Natural Resources and Life Science Vienna, Department of Crop Sciences, Division of Plant Protection, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln an der Donau.

<sup>2</sup> University of Natural Resources and Life Science Vienna, Department of Crop Sciences, Division of Agronomy, Konrad Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln an der Donau.

\* Contact person: Christina SCHÖNHUBER, christina.schoenhuber@gmx.at

# Erste Informationen über die Etablierung von *Galega orientalis* als Futterpflanze im humiden Klimagebiet

## *First information about the introduction of Galega orientalis as forage plant in the region of humid climate*

Hermann Waschl\* und Waltraud Hein

### **Einleitung**

Auf der Suche nach neuen legumen Futterpflanzen, die auch bei trockenen Witterungsbedingungen guten Ertrag bringen und über mehrere Jahre nutzbar sind, fiel das Interesse auf *Galega orientalis*. Die sogenannte Östliche oder Kaukasische Geißraute ist eine Futterpflanze, von der im Vergleich zu den herkömmlichen Futterleguminosen wie Rotklee, Luzerne oder Klee gras eine wesentlich längere Nutzungsdauer erwartet wird. Außerdem soll das Ertrags- und Qualitätsoptimum bei *Galega* mit nur zwei Schnitten im Jahr erreicht werden, auch benötigt die Pflanze außer einer Startdüngung eigentlich keinen Stickstoff und zudem bleibt der Bestand über längere Phasen in Ruhe, was sich wiederum positiv auf die Biodiversität und den Artenschutz auswirkt (BULL et al. 2011).

### **Material und Methoden**

Jahre, Pflanzenarten: Im Jahr 2013 wurde Saatgut von *Galega orientalis* großflächig angebaut.

Standorte: Der Versuch wurde in Lambach (Bezirk Wels-Land) angelegt.

Versuchsanlage: Die Anlage erfolgte großflächig, weil es vordergründig um die Etablierung eines Pflanzenbestandes mit dieser Kulturpflanze geht.

Sorten: Wegen der schwierigen Saatgutbeschaffung wurde nur die Sorte GALE verwendet.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Etablierung des Pflanzenbestandes: Für die erfolgreiche Etablierung einer neuen Kulturpflanze empfiehlt es sich, möglichst viele verschiedene Informationen über diese zur Verfügung zu haben. Im Fall der Futterleguminose *Galega* gibt es nur wenige Forschungseinrichtungen in Europa, die sich mit dieser Kulturpflanze schon intensiver beschäftigt haben. Die einzige Bezugsquelle für Saatgut ist derzeit das Estnische Forschungsinstitut für Landwirtschaft in Saku, von wo aus das Saatgut Gale samt den dafür nötigen Rhizobien auch geliefert wurde. Die Beimpfung des Saatgutes mit den entsprechenden Rhizobien ist eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen eines guten Pflanzenbestandes.

Die Aussaat erfolgte am 10.06.2013 nach der Vorfrucht Waldstaudenroggen auf einer eher schottrigen Fläche. Der Aufgang der Pflanzen konnte schon nach kurzer Zeit beobachtet werden, aber die weitere Entwicklung der Pflanzen dauerte relativ lange, währenddessen konnten sich die Unkrautpflanzen gut entwickeln. Wahrscheinlich trug die extreme Hitzeperiode mit sehr wenig Niederschlag auch dazu bei. Ein Reinigungsschnitt Ende Juli genügte nicht, um den Bestand halbwegs unkrautfrei zu bekommen, daher wurde gegen Ende September ein zweiter Reinigungsschnitt vorgenommen. Die erste Besichtigung im Jahr 2014 zeigte einen stark verunkrauteten Pflanzenbestand mit augenscheinlich nur wenigen *Galega*-Pflanzen. Trotzdem entwickelte sich im Laufe des Frühjahrs 2014 ein recht üppiger Pflanzenbestand, leider wieder mit starker Verunkrautung. Daher wurde gegen Mitte Mai nochmals ein Schröpfungsschnitt vorgenommen; danach konnten sich die *Galega*-Pflanzen richtig durchsetzen. Mitte Juli wurde eine Probefläche abgemäht. Dabei wurde der Ertrag festgestellt sowie Proben für eine chemische Analyse genommen. Rund ein Monat später wurde der Bestand zur Gänze geerntet. In dieser Zeit nahm der Trockenmasse-Ertrag um rund 7 dt/ha zu. Danach erholten sich die Pflanzen bis zum Wintereinbruch nicht mehr. Die erste Besichtigung im März 2015 zeigte erneut einen stark verunkrauteten Pflanzenbestand, in dem kaum *Galega*-Pflanzen zu sehen waren. Bei einer Besichtigung Anfang April war das Bild schon besser; *Galega*-Pflanzen kommen zwischen den Unkräutern durch.

Ertrag und Inhaltsstoffe: Im Sommer 2014 konnte sowohl der Ertrag bestimmt als auch eine Probe für eine chemische Analyse genommen werden. Die Ergebnisse betragen 25,7 dt/ha TM beim Schnitt einer Probefläche Mitte Juli, beim Schnitt Mitte August konnten insgesamt 32,5 dt/ha TM geerntet

werden, was eine Zunahme des TM-Ertrages um 7 dt/ha bedeutet. Die Inhaltsstoffe wurden beim Schnitt Mitte Juli zu Beginn Blüte bestimmt und haben folgendes Ergebnis (Tabelle 1):

Tabelle 1: **Inhaltsstoffe von Galega, Schnitt Mitte Juli**

Sorte	RP g/kg TM	Rohfaser g/kg TM	Rohfett g/kg TM	Rohasche g/kg TM	NFE g/kg TM	Ca g/kg TM	Mg g/kg TM	K g/kg TM	P g/kg TM
GALE 1. Schnitt	166,3	203,8	20,1	114,3	495,5	18,79	3,18	30,1	3,94

Diese ersten Analysendaten stimmen recht gut mit jenen von NÖMMSALU (1994) überein, und zwar mit denen im Vegetationsstadium Beginn Blüte. Der im Versuch Lambach analysierte Rohaschewert liegt zwar um rund 35 g über jenen in Estland ermittelten, bei den in Gülzow gemessenen weicht speziell die Rohasche deutlich ab und liegt wesentlich höher (BULL et al., 2011), was aber mit dem Schnittzeitpunkt zusammenhängt.

In den Abbildungen 1 und 2 wird *Galega orientalis* in verschiedenen Entwicklungsstadien gezeigt.



Abbildung 1: *Galega orientalis* im zeitigen Frühjahr 2014

Abb. 2: Bestand vor Ernte Mitte August 2014

Aus diesen Fotos geht hervor, dass der Pflanzenbestand im August 2014 durchaus geschlossen war, während es im zeitigen Frühjahr noch völlig anders ausgesehen hatte. Die Blüten sehen durchaus attraktiv aus, die Pflanzenhöhe betrug beim Schnitt Mitte August mehr als 60 cm, teilweise mehr.



Abbildung 3: Blüte von *Galega orientalis*



Abb. 4: Wuchshöhe von *Galega* zur Ernte

### Zusammenfassung

Einen Pflanzenbestand einer neuen, bisher unbekanntem Kulturpflanze an einem Standort zu etablieren, erweist sich meist als schwierig. In diesem Fall handelt es sich um *Galega orientalis*, der Östlichen oder Kaukasischen Geißbraute, einer langlebigen legumen Futterpflanze, die eventuell als Kon-

kurrenz zu Rotklee, Luzerne oder Klee gras gesehen werden kann. Das Saatgut der Sorte Gale stammte aus Estland, wo sich *Galega orientalis* schon gut bewährt hat und wo diese Kultur auch züchterisch bearbeitet wird.

Auf der Außenstelle Lambach Stadl-Paura wurde im Juni 2013 *Galega orientalis* auf einem Schlag großflächig angebaut, hatte aber im Aufstadium mit starker Verunkrautung zu kämpfen. Zweimal wurde im ersten Sommer ein Schröpfungsschnitt durchgeführt, trotzdem war auch der erste Aufwuchs im Jahr 2014 noch stark verunkrautet. Nach einem weiteren Reinigungsschnitt im Mai wurde Mitte Juli eine Ertragshebung durchgeführt. Der Trockenmasse-Ertrag betrug 25,7 dt/ha, der Trockenmasse-Gehalt lag bei 18,4 %. Von den Inhaltsstoffen gibt es nur eine chemische Analyse vom Schnitt Mitte Juli. Die Gesamtfläche wurde Mitte August geerntet, allerdings erholte sich der Pflanzenbestand im Herbst nicht mehr und zeigte sich im März 2015 wieder stark verunkrautet.

### **Abstract**

To establish a new unknown plant is mostly difficult. In this case it is *Galega orientalis*, the so-called Eastern or Caucasian goat's rue, a perennial legume fodder-plant, which could be a competition to red-clover, alfalfa or clover-grass. The seeds of the variety Gale came from Estonia, where *Galega orientalis* has already established and where this crop is bred.

At the branch in Lambach Stadl-Paura *Galega orientalis* was sown in June 2013, during the first months there was much weed. In the first summer Galega was trimmed twice, nevertheless the first growth in the year 2014 was full with weeds, too. A third time Galega was trimmed again in May afterwards the growth was quite good so we could harvest only a small plot of Galega in the middle of July. The whole area was harvested in the middle of August. The yield of *Galega orientalis* was 2.57 t/ha, the dry matter content was 18.4%. A sample for chemical analyse was taken in the middle of July. After cutting in August the plants did not recover from cutting and were heavily weed-infested in early spring 2015.

### **Literatur**

BULL, I., GIENAPP, C., WIEDOW, D. und BURGSTALER, J, 2011: *Galega orientalis* – eine alternative Dauerkultur als Futterpflanze und Substrat zur Biogaserzeugung. Unter: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/aggf\\_2011\\_bull\\_et\\_al.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/aggf_2011_bull_et_al.pdf).

NÖMMSALU, H., 1994: The nutritive value of fodder galega. Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) Research in Estonia. Saku, Estonian Research Institute of Agriculture, 25-31.

NÖMMSALU, H., 2001: Fodder Galega. Estonian Research Institute of Agriculture, Saku, 141.

### **Adresse der Autoren**

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding

\* Ansprechpartner: Ing. Hermann WASCHL, [hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at](mailto:hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at)

# **Auswirkungen von geändertem Standraum im biologischen Silomaisanbau auf Ertrag und Qualität in einer klimatischen Grenzlage**

## ***Influence of varying rows in ecological cultivation of silage-maize on yield and quality under the climatic conditions of the alpine region***

Hermann Waschl\* und Waltraud Hein

### ***Einleitung***

Der biologische Maisanbau stellt im Hinblick auf die Nährstoffversorgung, Unkraut- und Schädlingsbekämpfung wesentlich höhere Anforderungen an die Landwirte als der konventionelle Maisanbau. Speziell schwierige klimatische Bedingungen, wie sie im inneralpiner Klimagebiet herrschen, verschärfen das Problem zusätzlich, weil der Mais auf Grund seiner subtropischen Herkunft wärmeliebend ist, während die Unkräuter gut an das heimische Klima angepasst sind. Bei Niederschlagsmengen von rund 1000 mm/Jahr und einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 7,2° ist es oft im Frühling noch lange sehr kalt und feucht, gerade, wenn sich der Mais im Keimlings- und Jugendstadium befindet und besonders empfindlich gegenüber der Konkurrenz durch Unkräuter ist. Bis zum Reihenschluss dauert es auch sehr lange und in dieser Zeit können sich die Unkräuter entsprechend entwickeln, wenn es nicht gelingt, hier mechanisch mit Striegel und Hacke entgegen zu wirken. Daher gibt es Überlegungen, den Standraum so zu ändern, dass die Reihenabstände geringer werden, dafür aber in der Reihe doppelt so viel Platz wird, also in Richtung quadratischer Standraum, den die Maispflanze besser nutzen könnte. Ein Versuch dazu wurde in Trautenfels im Institut für Biologische Landwirtschaft der HBLFA Raumberg-Gumpenstein im Jahr 2014 durchgeführt.

### ***Material und Methoden***

Jahre, Pflanzenarten: Der Versuch mit Silomais wurde im Jahr 2014 durchgeführt.

Standorte: Der Standort befindet sich in Trautenfels, das gehört zum inneralpiner Klimagebiet.

Versuchsanlage: Der Versuch wurde als lateinisches Quadrat angelegt, es gab zwei verschiedene Standraumvarianten mit 35 x 35 cm und 35 x 28 cm; alle Varianten waren in vierfacher Wiederholung.

Sorten: Die für diesen Versuch verwendeten Sorten waren: ES PALAZZO (RZ 240), ARTURO (RZ 250), GEOXX (RZ 260) und DANUBIO (RZ 270).

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Versuchsdurchführung: Der Versuch stand auf derselben Fläche wie der Silomais-Sortenversuch.

Vorfrucht war Wintergetreide, danach wurde eine Zwischenfrucht gesät, die sich nicht allzu üppig entwickelte. Da der Winter 2013/14 sehr mild und eher trocken war, konnte der Versuch am 06.05.2014 bei besten äußeren Bedingungen angebaut werden. Gerade als der Mais im Aufgehen war, setzte kalte, feuchte Witterung ein, die einen zügigen Pflanzenaufgang verhinderte. Deshalb dauerte es extrem lange, bis der Maisbestand geschlossen war, allerdings konnte sich das Unkraut unter diesen ungünstigen Witterungsbedingungen trotzdem sehr gut entwickeln, hingegen hatten die Maispflanzen einen überaus verzögerten Wachstumsstart. Da es im Mai und Juni sehr feucht war, konnten auch die nötigen mechanischen Pflegemaßnahmen nicht oder nur sehr eingeschränkt durchgeführt werden, was insgesamt zu einer starken Verunkrautung der Versuchsvarianten führte. Auch die Sommermonate waren gekennzeichnet von viel Niederschlag und viel zu wenig Sonnenschein, auch wenn die Temperaturen nicht so niedrig waren. Selbst die Herbstwochen waren zunächst feucht und kühl, daher wurde der Silomais erst Mitte Oktober geerntet, bevor Schneefall angesagt war.

Ergebnisse: Die Ergebnisse aus diesem Versuch werden in Tabelle 1 dargestellt, die Trockenmasse-Erträge sind sehr bescheiden, was angesichts des für Mais ungünstigen Jahres 2014 nicht anders zu erwarten war. Die Normalstandsart hat im Trockenmasse-Ertrag die Variante 35x35 um 35 dt/ha übertroffen und die Variante 35x28 um 43 dt/ha. Der Kolbenanteil entspricht weitgehend jenem der Normalstandsart, beim Trockenmasse-Gehalt der Gesamtpflanze sind die beiden Engstandsvarianten der Normalstandsart sogar leicht überlegen.

**Tabelle 1: Frisch- und Trockenmasse-Erträge, Kolbenanteil und TS-Werte der beiden Varianten**

Variante: 35 x 35											
Sorte	SMER dt/ha	SMER rel%	TRMS dt/ha	TRMS rel%	TRSG %	KOAN %	KOT% %	RPT% %	KOTQ dt/ha	WHOE 13.10.2014	JUET 16.07.2014
ES PALAZZO	314,87	86,6	86,78	82,2	27,63	54,95	41,44	19,34	47,69	205	6
DANUBIO	326,59	89,8	90,45	85,6	27,71	56,73	37,16	20,67	51,31	220	5,875
ARTURO	435,54	119,7	129,93	123,0	29,64	50,92	39,2	23,11	66,16	235	4,75
GEOXX	377,89	103,9	115,28	109,2	30,29	46,61	46,57	23,08	53,73	223	4,375
Versuchsmittel	363,72	100	105,61	100	28,82	52,3	41,09	21,55	54,72	221	5,25
Variante: 35 x 28											
Sorte	SMER dt/ha	SMER rel%	TRMS dt/ha	TRMS rel%	TRSG %	KOAN %	KOT% %	RPT% %	KOTQ dt/ha	WHOE 13.10.2014	JUET 16.07.2014
ES PALAZZO	298,81	89,7	91,06	94,3	30,93	70,86	41,05	18,97	64,53	210	5,625
DANUBIO	403,53	121,1	97,56	101,0	24,07	39,64	30,72	21,06	38,67	208	4,75
ARTURO	349,4	104,8	101,07	104,6	29,52	55,18	36,9	19,90	55,77	225	4,5
GEOXX	281,41	84,4	96,65	100,0	34,31	67,35	49,02	21,04	65,09	220	4,75
Versuchsmittel	333,29	100	96,58	100	29,71	58,26	39,42	20,24	56,02	216	4,91

Für GÖTZ und BERNHARDT (2010) erwiesen sich die Gewichte der Einzelpflanzenteile bei der Gleichstandsamt jenen der Normalstandsamt überlegen, allerdings ergaben sich beim Hacken Probleme in der Engstandsamt durch unpräzise Ablage der Maiskörner, was zu Fehlstellen innerhalb des gesamten Maisbestandes geführt hat.

Bei der Ernte wurden auch Proben für eine chemische Untersuchung der Inhaltsstoffe gezogen, aus deren Ergebnissen wurden die Energiewerte berechnet. Diese Werte werden in Tabelle 2 angegeben.

**Tabelle 2: Inhaltsstoffe und Energie der beiden Varianten**

Sorte	Reihenweite	RP g/kg TM	Rfa g/kg TM	Rfe g/kg TM	NFE g/kg TM	Rohasche g/kg TM	Org. Masse g/kg TM	NEL MJ/kg TM
ES PALAZZO	35x35	71	172	30	687	41	959	6,86
DANUBIO	35x35	68	214	23	654	41	959	6,47
ARTURO	35x35	69	204	23	664	40	960	6,55
GEOXX	35x35	68	194	26	672	39	961	6,66
ES PALAZZO	35x28	72	201	25	663	39	961	6,60
DANUBIO	35x28	65	213	20	662	39	961	6,48
ARTURO	35x28	69	215	22	650	43	957	6,44
GEOXX	35x28	63	208	23	670	36	964	6,56

Aus diesen Werten geht hervor, dass die Energiegehalte der beiden Engstandsvarianten durchaus im mittleren Bereich von rund 3300 von der LUFA untersuchten Maissilagen liegen, wie FRITZ (2014) berichtet.



Abb.1: Unkrautbekämpfung bei Engstandsamt



Abb. 2: Maisbestand Mitte September 2014

MÜCKE und MEYERCORDT (2006) berichten über einen Vergleich von Normalstandsamt mit einer Engstandsamt im Hinblick auf den Ertrag und die Unkrautregulierung, wo die Engstandsamt im ersten Jahr einen Mehrertrag gebracht hat, aber danach auf Grund von trockenen Witterungsverhältnissen nicht mehr.

### ***Zusammenfassung***

Auf der Suche nach relativ einfach durchzuführenden Maßnahmen im biologischen Maisanbau, welche für die Kulturpflanze Vorteile gegenüber dem Unkraut bringen, vor allem in klimatischen Grenzlagen, erscheint eine engere Reihenweite als praxisnahe Variante. Da der Mais in Normalstandsamt den großen Reihenabstand nicht nutzen kann, aber in der Reihe zu eng steht, müsste ein quadratischer Standraum für den Mais bessere Bedingungen schaffen. Daher wurden von unterschiedlichen Experten in Deutschland verschiedene Versuche zur Engstandsamt bei Mais durchgeführt, die zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen geführt haben. Auch am Standort Trautenfels wurde ein derartiger Versuch im Jahr 2014 vorgenommen, allerdings handelt es sich hier um inneralpines Klimagebiet und zusätzlich war das Jahr 2014 sehr feucht und im Sommer eher kühl. Daher konnten die mechanischen Pflegemaßnahmen nicht immer zum optimalen Zeitpunkt durchgeführt werden, was sich in einer starken Verunkrautung des Maisbestandes zeigte. Die Folge davon sind sehr bescheidene Trockenmasseerträge, immerhin liegen die Kolbenanteile zwischen 40 und 70 %, was auch durch Verluste beim Hacken zu begründen ist. Die Energiegehalte betragen zwischen 6,44 und 6,86 MJ NEL/kg TM, was für diesen Standort recht gut ist.

### ***Abstract***

On search for measures in ecological cultivation of silage maize to benefit from that against weeds a narrower space from row to row sounds practicably. If maize is grown in rows with 75 cm there is too much space between the rows, but not enough within, so a square space would be the best for maize. Several experts from Germany carried out trials with narrow rows with maize, the results were very different. On the location in Trautenfels a field trial was carried out in 2014 with narrow rows with silage maize, but here we have a region with alpine climate and additionally the year 2014 was wet and cool during the summer. Therefore many measures against weeds could not be done because it was too wet for hoeing. Weed was growing better than maize therefore the dry matter-yield is very low. The percentage of maize cobs is between 40 and 70 which results from losses by hoeing. The energy content is about 6,6 MJ NEL/kg dry matter, that is quite good for this location.

### ***Literatur***

FRITZ, M., 2014: Auswertung zu den Maissilagequalitäten 2014. LUFA Nord-West. Unter:[http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Maissilageartikel\\_Endfassung.pdf](http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Maissilageartikel_Endfassung.pdf).  
GÖTZ, S. und BERNHARDT, H., 2010: Produktionsvergleich von Gleichstandsamt und Normalstandsamt bei Silomais. Landtechnik, Pflanze und Technik, 2,2010, 107-110.  
MÜCKE, M. und MEYERCORDT, A., 2006: Maisanbau auf suboptimalen Standorten – Einfluss variierter Reihenweiten und Auswirkungen einer Dammkultur auf die Ertrags- und Qualitätsleistungen des Mais bei gleichzeitig variierter Beikrautregulierung. Organic Eprints – 13088. Unter <http://www.orgprints.org/13088/>

### ***Adresse der Autoren***

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning

\* Ansprechpartner: Ing. Hermann WASCHL, [hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at](mailto:hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at)

# Effizienz des Fallzahl-Stabilitätstests im Vergleich zu weiteren Parametern der Auswuchsresistenz von Winterweizen

## *Efficiency of the falling number stability test in comparison with other parameters of the preharvest sprouting resistance of winter wheat*

Michael Oberforster<sup>1\*</sup>, Edit Kalmar<sup>1</sup>, Elisabeth Zechner<sup>2</sup>,  
Theresa Albrecht<sup>3</sup> und Lorenz Hartl<sup>3</sup>

### **Einleitung**

Auswuchs, das vorzeitige Auskeimen der Körner am Halm, stellt eine Qualitätsminderung der Ernteprodukte dar und ist eine wirtschaftlich bedeutsame Sorteneigenschaft. Wird eine Mahl- oder Qualitätsweizenlieferung aufgrund eines solchen Mangels zu Ethanol- oder Futterweizen abgestuft, bedeutet dies Erlösverluste von 10 bis 40 €/t. Noch gravierender können die Einbußen bei biologisch erzeugtem Weizen sein. In den Jahren 2005, 2006 und 2008, sowie abgeschwächt 2013 und 2014, gab es in Österreich teils großflächige Auswuchsschäden bei Getreide. Meistens ist eine regnerische Witterung in Verbindung mit geringer Korndormanz (Keimruhe) dafür verantwortlich. Anhand von Projektdaten bei Winterweizen wird geprüft, ob ein neuer Fallzahl-Stabilitätstest die Auswuchsresistenz zuverlässiger beschreibt als andere Methoden.

### **Material und Methoden**

Versuche, Pflanzenmaterial: In der Saison 2013/14 wurden in Fuchsenbigl im Bez. Gänserndorf, Grabenegg im Bez. Melk und Zwettl im Bez. Zwettl vier Winterweizenversuche mit 102 bis 207 Parzellen angelegt, die Parzellengröße variierte von 1,25 bis 2,56 m<sup>2</sup>. Es waren die für deutsches Zuchtmaterial repräsentativen biparentalen Populationen ‘Kometus/Fakir’ (Fuchsenbigl I), ‘Hermann/Skalmeje’ (Fuchsenbigl II), ‘History/Rubens’ (Grabenegg) und ‘BAUB469511/Format’ (Zwettl). Die Standardorten wurden in einer wiederholten Blockanlage randomisiert und diese mit unwiederholten Prüfgliedern aufgefüllt (Augmented Design).

Folgende auswuchsrelevante Merkmale wurden erhoben:

Auswuchs intakter Ähren: In einer Feuchtkammer auf Gitterrosten platzierte Ähren wurden bei einer Temperatur von 20 ± 2 °C einer nahezu wassergesättigten Atmosphäre ausgesetzt. Die erste Bonitur erfolgte nach 6 bis 10 Tagen, eine weitere 3 bis 4 Tage später. Häufigkeit und Anzahl der Wurzel- und Blattkeime wurden mit 1 (kein Auswuchs) bis 9 (sehr starker Auswuchs) benotet.

Keimfähigkeit, Keimungsindex: Von jedem Prüfglied wurden 200 zur Gelb- bis Vollreife geerntete Körner bei 20 ± 2 °C in feuchtem Filterpapier angesetzt. Die vom 4. bis zum 6. Tag gekeimten Körner dienten zur Berechnung eines gewichteten Keimungsindex (WALKER-SIMMONS 1988). Dieser kann einen Wert von 0 (absolute Dormanz) bis 0,5 (sämtliche Körner waren am 4. Tag gekeimt) annehmen. Zusätzlich wurde der Prozentsatz aller gekeimter Körner als Keimfähigkeit dargestellt.

Fallzahl-Stabilitätstest: Als die meisten Prüfglieder die Gelbreife erreicht hatten, wurden den Parzellen Ähren entnommen und 33 g ausgedroschene Körner einer 5- bis 6-wöchigen Nachreife bei Raumtemperatur unterzogen. Anschließend wurden die Proben mit 16,5 ml Wasser in Petrischalen 24 bzw. 30 h eingeweicht, 36 h bei 40 °C zurück getrocknet und die Fallzahl gemäß der ICC-Norm Nr. 107/1 bestimmt. Es handelt sich um eine von SCHACHSCHNEIDER und HEINZE (2009) vorgestellte, jedoch geringfügig modifizierte Methode.

Fallzahl von Feldproben: Nach zeitweiliger Beregnung der Parzellen zwischen 16. und 29. Juli (Fuchsenbigl, 9 Termine) bzw. 21. und 29. Juli (Grabenegg, 6 Termine) oder Überständigkeit (Zwettl) wurden Ähren geschnitten und die Fallzahl der Kornproben analysiert.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Dauer und Tiefe der Dormanz sind das Ergebnis des Zusammenwirkens pflanzeneigener Hormone, insbesondere von Abscisin- und Gibberellinsäure, des Temperaturverlaufs, der Einstrahlung und Wasserversorgung während bestimmter Perioden der Kornentwicklung. Eine mehrtägige feuchte Phase zur Teig- bis Totreife kann bei einem wenig dormanten Weizenbestand bereits stärkespaltende Amylasen aktivieren und den Keimprozess einleiten. Um auch nach trockener Abreife Informationen zur Emp-

findlichkeit gegenüber regnerischen Bedingungen zu erhalten, wurden provokative Labortests angewandt und die Daten mit Fallzahlen von Weizenproben nach tatsächlichem oder simuliertem Auswuchswetter korreliert. Eine enge Beziehung würde die jeweilige Methode als effizient zur Charakterisierung der Auswuchsresistenz ausweisen. Im Jahr 2014 entwickelte der Weizen am Standort Fuchsenbigl eine ausgeprägte Dormanz. Selbst eine künstliche Beregnung von insgesamt 55 h brachte bei 'Kometus/Fakir' nur eine schwache Fallzahlabenkung. Etwas aussagekräftiger reagierte die Population 'Hermann/Skalmeje'. In Grabenegg erzielte eine Benetzung von 23 h bei 'History/Rubens' deutlich reduzierte Werte. In Zwettl bewirkte der natürliche Niederschlag bei 'BAUB469511/Format' optimal verteilte Fallzahlen. Die in die Feuchtkammer eingebrachten Ähren reagierten sehr variabel, es gab Werte von 1,0 (kein Auswuchs) bis 9,0 (sehr starker Auswuchs). Beim Keimungsindex brachten die Populationen 'Kometus/Fakir', 'Hermann/Skalmeje' und 'History/Rubens' eine gute Differenzierung (0,04 bis 0,50). Ein niedriger Indexwert lässt auf eine hohe Dormanz (tiefe Keimruhe) schließen, ein hoher Wert deutet auf Sensitivität gegenüber Auswuchswetter hin. Am kühleren Standort Zwettl war bei 'BAUB469511/Format' die Dormanz bereits am Feld weitgehend abgebaut und die meisten Zuchtlinien keimten rasch (Keimungsindex 0,39 bis 0,50; Keimfähigkeit 87,5 bis 100 %). Beim Fallzahlstabilitätstest sollte eine mehrwöchige Lagerung der Körner die Keimruhe verringern. Das darauf folgende Einweichen führte zu unterschiedlicher Fallzahlreduktion und Werten von 62 bis 401 s (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht zu den im Jahr 2013/14 angebauten Winterweizen-Populationen und Ergebnisse (Spannweite, Werte nicht adjustiert) auswuchsrelevanter Parameter

Versuch	Fuchsenbigl I	Fuchsenbigl II	Grabenegg	Zwettl
Population	Kometus/ Fakir	Hermann/ Skalmeje	History/ Rubens	BAUB469511/ Format
Einbezogene Prüfglieder	192	121	98	90
Auswuchs intakter Ähren (Mittel aus 1. und 2. Bonitur), 1-9	1,0–8,5	1,5–9,0	1,5–9,0	2,0–8,0
Keimfähigkeit (nach 6 Tagen), %	10,0–96,5	49,5–100	52,5–100	87,5–100
Keimungsindex (nach 6 Tagen)	0,04–0,47	0,17–0,48	0,22–0,50	0,39–0,50
Fallzahlstabilitätstest, s	62–401	62–323	77–281	141–388
Fallzahl von Ernteproben, s	82–393	62–355	62–275	62–280

Tabelle 2: Korrelationen nach Pearson (r) der Ergebnisse (Werte nicht adjustiert) von Ährenausschuss, Keimfähigkeit, Keimungsindex und Fallzahlstabilität mit der Fallzahl von Ernteproben bei vier Winterweizen-Populationen im Jahr 2014

Versuch	Population	Prüfglieder	Auswuchs intakter Ähren, Bon. 1-9	Keim- fähig- keit, %	Keimungs- index	Fallzahl- Stabilitäts- test, s
Fuchsenbigl I	Kometus/Fakir	192	-0,223**	-0,067ns	-0,055ns	0,091ns
Fuchsenbigl II	Hermann/Skalmeje	121	-0,342**	-0,387**	-0,359**	0,238**
Grabenegg	History/Rubens	98	-0,487**	-0,522**	-0,488**	0,489**
Zwettl	BAUB469511/Format	90	-0,472**	-0,192ns	-0,166ns	0,434**

\*\* $p < 0,01$

Die Parameter Keimung intakter Ähren, Keimfähigkeit und Keimungsindex sind zur Fallzahl der Feldproben erwartungsgemäß negativ korreliert. Allerdings sind die Zusammenhänge bei der Population 'Kometus/Fakir' teilweise nicht signifikant. Auch die Ergebnisse des Fallzahl-Stabilitätstests zeigen wenig Übereinstimmung. Der Hauptgrund dürfte die ungenügende Aktivierung der Amylasen als Folge zu schwacher Benetzung der Parzellen gewesen sein. Die Population 'History/Rubens' brachte mit Korrelationen von  $r = -0,487^{**}$  bis  $-0,522^{**}$  bzw.  $r = 0,489^{**}$  zur Fallzahl der Feldproben befriedi-

gende Ergebnisse (Tabelle 2). Bei 'BAUB469511/Format' störten hohe und kaum differenzierende Keimungsdaten die Beziehung zum Ährenauswuchs und beiden Fallzahlmethoden.

### **Zusammenfassung**

Vier Nachkommenschaften von Kreuzungen jeweils zweier bezüglich Auswuchsresistenz und Fallzahlstabilität kontrastierender Winterweizensorten (*Triticum aestivum* L.) wurden in vier Feldversuchen an drei Standorten angebaut. Es handelte sich um die Populationen 'Kometus/Fakir', 'Hermann/Skalmeje', 'History/Rubens' und 'BAUB469511/Format'. Mehrere bezüglich des Auswuchses relevante Merkmale wurden erhoben: Auswuchs intakter Ähren in einer Feuchtkammer, Keimfähigkeit und Keimungsindex gelbreif geernteter Körner, Fallzahl nach mehrwöchiger Nachreife und 24- bzw. 30-stündigem Einweichen der Körner, Fallzahl künstlich beregneter oder überständiger Parzellen. Der Fallzahl-Stabilitätstest lieferte optimale Unterschiede zwischen den Zuchtlinien. Anhand der Ergebnisse von 2014 konnte die Auswuchsfestigkeit (repräsentiert durch die Fallzahlen von beregneten oder überständigen Parzellen) jedoch nicht präziser beschrieben werden als mit anderen Labormethoden. Die vier Populationen korrelieren mit  $r=0,091$  bis  $0,489^{**}$ . Die statistisch nicht signifikanten Beziehungen bei der Population 'Kometus/Fakir' sind mit der tiefen Dormanz, einer trotz Beregnung zu geringen Amylaseaktivität und daraus folgend einer mangelhaften Differenzierung der Fallzahlwerte zur Ernte erklärbar.

### **Abstract**

The progeny of crosses of eight winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) that contrast in terms of preharvest sprouting resistance and falling number stability were grown in four field trials at three locations. These were the populations 'Kometus/Fakir', 'Hermann/Skalmeje', 'History/Rubens' and 'BAUB469511/Format'. Several relevant characteristics with respect to preharvest sprouting were determined: sprouting of intact spikes in a rain-simulation chamber, germination rate and germination index of grains harvested at ripening, falling number with a test based on after-ripening and 24- or 30-hour wetting of grains, falling number of wetted plots or after late harvest. The falling number stability test showed optimal differences between the breeding lines. Based on the results of 2014, however, the sprouting resistance (represented by the falling numbers measured on irrigated or late-harvested plots) could not be described more precisely than with other laboratory methods. The four populations correlated with  $r=0.091$  to  $0.489^{**}$ . The reasons for statistically non-significant relations in the population 'Kometus/Fakir' are the deep dormancy, too low amylase activity despite the wetting, and the resulting inadequate differentiation of the falling number values under field conditions.

### **Danksagung**

*Validation of molecular selection methods for improvement of preharvest sprouting tolerance in winter wheat breeding material* (NoSprout, CORNET Projekt 834766) wurde von der FFG ([www.ffg.at](http://www.ffg.at)) und der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs finanziert.

### **Literatur**

SCHACHSCHNEIDER R, HEINZE M, 2009: Neue Methode zur Ermittlung der Fallzahlstabilität. Praxisnah 3, 6-7.

WALKER-SIMMONS MK, 1988: Enhancement of ABA responsiveness in wheat embryos at higher temperature. Plant Cell Env 11, 769-777.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup> Saatzucht LFS Edelfhof, Edelfhof 1, A 3910 Zwettl

<sup>3</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Am Gereuth 8, D 85350 Freising

\* Ansprechpartner: DI Michael OBERFORSTER, [michael.oberforster@ages.at](mailto:michael.oberforster@ages.at)

# Erstnachweis von *Acizzia jamatonica* an *Albizia julibrissin* in Österreich

## *First report of Acizzia jamatonica on Albizia julibrissin in Austria*

Anna Moyses

### **Einleitung**

*Acizzia jamatonica* (KUWAYAMA 1908) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Psyllidae) ist ein an *Albizia julibrissin* vorkommender Schädling, welcher ursprünglich aus Ostasien (China, Japan, Korea, Taiwan) stammt. Seit dem europäischen Erstnachweis in Italien 2001 (ALMA *et al.*, 2002; ZANDIGIACOMO *et al.*, 2002), hat sich der Blattfloh in Slowenien (SELJAK, 2003), Korsika (SELJAK *et al.*, 2004), Frankreich (CHAPIN & COCQUEMPOT 2005), Schweiz (KENIS, 2005), Ungarn (REDEI & PENZES, 2006), Spanien (SÁNCHEZ, 2009), Bulgarien (LAUTERER *et al.* 2011), Serbien (LAUTERER *et al.* 2011), Griechenland (LAUTERER *et al.*, 2011), Slowakei (LAUTERER *et al.*, 2011) und Großbritannien (MALUMPHY & LUKER 2014) etabliert. In Nordamerika wurde 2007 erstmalig von *Acizzia jamatonica* berichtet (ULYSHEN & MILLER 2007).

### **Material und Methoden**

Das Untersuchungsmaterial stammte von einer, sich in einem burgenländischen Privatgarten befindlichen Persischen Seidenakazie (*Albizia julibrissin*). Für die morphologischen Bestimmungsarbeiten des Blattflohs wurde ein Präparationsmikroskop (Wild M400) herangezogen. Zur Identifizierung der adulten Männchen und Weibchen wurde BURCKHARDT & MÜHLETHALER (2003), WHEELER & HOEBEKE (2009) und LAUTERER *et al.* (2011) verwendet.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Das zu untersuchende Pflanzenmaterial wies zahlreiche Blattflöhe aller Stadien auf. Die Körperfärbung der Adulten (♂ 1,8 – 2,0 mm, ♀ 2,0 – 2,3 mm) war einheitlich gelb-grün bzw. orange-braun bei überwinterten Individuen und die charakteristische gelbliche Färbung ohne Zeichnung war auf den Vorderflügeln ersichtlich. Ältere Larven waren grün gefärbt und hatten braune Flügelanlagen und relativ lange Antennen und Beine. Die hellorangenen Eier waren hauptsächlich am Blattrand (LAUTERER *et al.*, 2011) zu finden. Auffallend waren die rot gefärbten Komplexaugen jeglicher Stadien (Anonym, 2006).

*Acizzia jamatonica* entzieht der Persischen Seidenakazie Nährstoffe, was Vergilbungen der Blätter und Blattfall zur Folge hat. Zusätzlich scheidet der Blattfloh Honigtau aus, auf welchem sich Rußtaupilze ansiedeln, was wiederum zu einem Verlust an Assimilationsfläche führt. Obwohl die Schäden in erster Linie ästhetischer Natur sind, kann der Schädling die Pflanze bei starkem Befall zum Absterben bringen. In Europa sind neben *A. jamatonica* (KUWAYAMA) 3 weitere Arten vertreten: *A. acaciaebaileyanae* (FROGGATT) und *A. uncatoides* (FERRIS & KYLVER) aus Australien und *A. hollisi* (BURCKHARDT) aus Vorderasien und Nordafrika (MIFSUD *et al.* 2010; CONCI & TAMANINI 1989). Diese kommen an Mimosoideae (*Acacia*, *Albizia*) vor. Die natürliche Verbreitung der *Albizia julibrissin* reicht vom Kaukasus und von Iran bis nach Kleinasien, Zentralchina und Japan. Sie stellt in Südeuropa eine weitverbreitete Zierpflanze dar, da sie aufgrund ihrer günstigen Wuchseigenschaften in Gärten und Parks, aber auch an Straßen oder Parkplätzen sehr beliebt ist (Anonym, 2006).

Die Fundortdaten des österreichischen Beleges sind: *Acizzia jamatonica* (KUWAYAMA) an belaubten Zweigen von *Albizia julibrissin* im Freiland, 1. September 2014, Österreich, Nordburgenland, 2421 Kittsee (Marktgemeinde im Bezirk Neusiedl am See; 48,09°N, 17,06°O). leg. R. DOERR und det. A. MOYSES.

### **Danksagung**

Ich bedanke mich bei ROLAND DOERR, Betriebsleiter der Gärtnerei Kittsee und JOHANNES KRIEGE, Besitzer der *Albizia julibrissin* für die Zurverfügungstellung des Untersuchungsmaterials und bei Dr. DANIEL BURCKHARDT vom Naturhistorischen Museum in Basel für die Bestätigung der Diagnose.

## **Zusammenfassung**

Im September 2014 wurde ein Blattfloh an der Persischen Seidenakazie im Burgenland entdeckt, der als zur Gattung *Acizzia* determiniert wurde. Vergleichende Untersuchungen und Literaturrecherchen zeigten, dass es sich um *Acizzia jamatonica* (KUWAYAMA) handelt. Dies ist der Erstdnachweis von *A. jamatonica* an *Albizia julibrissin* in Österreich.

## **Abstract**

The occurrence of *Acizzia jamatonica*, which causes damage to *Albizia* species, was first reported in Austria in September 2014.

## **Literatur**

- ALMA, A., TEDESCHI, R. & ROSSI, J., 2002: *Acizzia jamatonica* (KUWAYAMA) nuova psilla per l'Europa (Homoptera Psyllidae). *Informatore fitopatologico*, **52**: 64-65.
- Anonym (2006): *Acizzia jamatonica* (Homoptera: Psyllidae) – a new pest of Albizia. Deletions from the EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organisation) Alert List: Panel Review 2006-03.
- CHAPIN, E. & COCQUEMPOT, C., 2005: Psylle de l'Albizia: 1ers signalements en France. *PHM-Revue Horticole*, **467**: 49-52.
- CONCI, C. & TAMANINI, L., 1989: *Acizzia hollisi*, new record for Europe and other Psyllids from Isles Lampedusa and Linosa, Sicily, Italy (Hemiptera, Homoptera). *Naturalista Siciliano*, **13**: 75-80.
- KENIS, M., 2005: Insects – Insecta, pp. 131-212. In Wittenberg, R., Kenis, M., Blick, T., Hänggi, A., Gassmann, A. & Weber, E. (Eds), *Invasive alien Species in Switzerland. An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland*. Bern. KUWAYAMA, S., 1908: Die Psylliden Japans. *Transactions of the Sapporo Natural History Society*, **2**: 149-190.
- KUWAYAMA, S., 1908: Die Psylliden Japans. *Transactions of the Sapporo Natural History Society*, **2**: 149-190.
- LAUTERER, P., BARTOS, R. & MILONAS, P., 2011: First Records of the Jumping Plant-Louse *Acizzia jamatonica* (KUWAYAMA) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Psyllidae) in Slovakia and Greece. *Plant Protection Science*, **47** (1): 37-40.
- MALUMPHY, C. & LUKER, S., 2014: The status of *Acizzia acaciaebaileyanae* (FROGGATT), *A. jamatonica* (KUWAYAMA) and *A. uncatoides* (FERRIS & KLYVER) (Hemiptera: Psyllidae) in Britain. *Entomologists Gazette*, **65**: 161-167.
- MIFSUD, D., COCQUEMPOT, C., MÜHLETHALER, R., WILSON, M., STREITO, J.-C., 2010: Other Hemiptera Sternorrhyncha (Aleyrodidae, Phylloxeroidea, and Psylloidea) and Hemiptera Auchenorrhyncha. Chapter 9.4. In Roques, A. et al. (Eds) *Alien terrestrial arthropods of Europe*. *BioRisk* **4** (1): 511-552.
- REDEI, D. & PENZES, B., 2006: First occurrence of *Acizzia jamatonica* (KUWAYAMA, 1908) (Sternorrhyncha: Psyllidae: Acizziinae) in Hungary. *Novenyvedelem*, **42**: 153-157.
- SÁNCHEZ, I., 2009: First record of *Acizzia jamatonica* (KUWAYAMA, 1908) (Hemiptera: Psylloidea) for the Iberian Peninsula. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **45**: 525-526.
- SELJAK, G., 2003: Azijska bolšica ogroža albicije [Asian psyllid threatening albizia]. *Moj mali svet*, **35** (6): 20-21.
- SELJAK, G., SIMALA, M. & STIGTER, H., 2004: Three new non-European psyllids (Hemiptera, Psyllidae) in Slovenia and Croatia. In: *Anonymous 2004 - Abstracts of the Third European Hemiptera Congress*, Saint-Petersburg (Russia), **1**: 66-67.
- ULYSHEN, M. D., MILLER, D. R., 2007: First record of *Acizzia jamatonica* (Hemiptera: Psyllidae) in North America: friend or foe? *Florida Entomologist*, **90**: 573.
- ZANDIGIACOMO, P., BERNARDINELLI, I. & STERGULE, R., 2002: Psilla dell'albizia: prima segnalazione per l'Italia nord-orientale. *Notiziario ERSA*, **15** (4): 18-20.

## **Adresse der Autorin**

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

DI Anna MOYSES, anna.moses@ages.at

# **Erstnachweis von *Phenacoccus peruvianus* (Pseudococcidae) an Paprika unter Glas in Österreich**

## ***First report of *Phenacoccus peruvianus* (Pseudococcidae) on sweet pepper in greenhouses in Austria***

Andreas Kahrer<sup>1\*</sup>, Anna Moyses<sup>1</sup> und Chris Malumphy<sup>2</sup>

### ***Zusammenfassung***

Im Oktober 2014 wurde in einem Gewächshaus in Wien - Simmering starker Befall der dort wachsenden Paprikasorten mit der für Österreich neuen Bougainvillea-Wolllaus (*Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink 2007) entdeckt. Die Läuse lebten hauptsächlich an den Blattunterseiten und Stängeln, selten auch an den Früchten in der Nähe des Fruchtkelchs. Ihre Eipakete ("Ovisac") waren ebenfalls häufig zu finden. Die Ausscheidungen der Läuse waren mit Rußtau-Pilzen besiedelt. Dies ist der erste Nachweis ihres Vorkommens an Paprika (*Capsicum annuum*), an einem Unkraut aus der Familie der Commelinaceae sowie ihres Fundes in Österreich. Der Schadorganismus war bislang zweimal (2012/13 und 2013/14) in der Lage gewesen, im unbeheizten Gewächshaus zu überwintern. Es konnte nicht eindeutig geklärt werden, wie es zu dieser Einschleppung gekommen war. Eine Ausbreitungstendenz war jedenfalls nicht feststellbar..

### ***Abstract***

In October 2014 a population of *Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink 2007 mealybugs was found infesting sweet pepper varieties in a glasshouse located in Vienna (Simmering). Most of the mealybugs inhabited the lower surfaces of the leaves, a few could also be found on stems and on fruits near the calyx. Much of the foliage was covered in honeydew which promoted the growth of sooty mould fungi. A considerable number of ovisacs could be detected on leaves and on the lower parts of the plastic pots containing the plants. According to the owner of the glasshouse the mealybugs were first observed 3 years ago in low numbers and appeared this year at high densities. A maximum of up to 100 individuals per leaf were observed. Some fruits were directly infested, but the main impact became obvious by a retardation of plant growth so that the *Capsicum* plants had to be removed from the soil by the middle of October. This is the first record of *Phenacoccus peruvianus* from Austria, and of sweet pepper and some species of Commelinaceae as host plants. The pathway of its introduction into the glasshouse crop could not be clarified and is discussed here. No further dispersal of the mealybug could be detected.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

<sup>2</sup>Fera, Sand Hutton, York YO41 1LZ, United Kingdom

\* Ansprechpartner: Dr. Andreas KÄHRER, andreas.kahrer@ages.at

# Integrierte Drahtwurmbekämpfung im Ackerbau

## *Integrated wire worm control in agriculture*

Katharina Wechselberger

### **Einleitung**

Drahtwürmer, die Larven des Schnellkäfers (Coleoptera: Elateridae), zählen weltweit zu den wichtigsten Schädlingen. Auf europäischen Ackerflächen ist die Gattung *Agriotes* am häufigsten vertreten. Schädliche Arten der Gattungen *Adrastus*, *Selatosomus*, *Hemicrepidius*, *Agrypnus*, *Athous* und *Ctenicera* sind seltener zu finden. Vor allem in Kulturen mit langsamer Jugendentwicklung und geringer Pflanzendichte können Drahtwürmer empfindliche Einbußen bei den Ernteerträgen verursachen. In Österreich werden die größten wirtschaftlichen Schäden bei Kartoffeln und Mais verursacht. Zwar wird die Erntemenge von Kartoffeln durch Drahtwurmbefall nicht negativ beeinflusst, doch setzen die Fraßspuren der Schnellkäferlarven Qualität, Lagerfähigkeit und die Verkäuflichkeit der Knollen stark herab.

### **Risikoeinschätzung & Schadschwellen**

Die Larven der Gattung *Agriotes* benötigen, abhängig von Art, Klima und Nahrungsverfügbarkeit 2 bis 5 Jahre bis zur Verpuppung. Während der zwei bis drei Phasen im Jahr in denen sich die Larven in der obersten Bodenschicht befinden, können diese durch Fraß an den Wurzeln von Kulturpflanzen großen Schaden anrichten. Bei ungünstigen Bedingungen wandern Drahtwürmer in tiefere Bodenschichten ab. Diese vertikale Wanderung innerhalb der Bodensäule wird durch Bodentemperatur, Bodenfeuchte und durch den Bodentyp beeinflusst, ist aber auch von der Drahtwurmart abhängig. Ob auch andere Faktoren wie zum Beispiel Wurzelexudate Einfluss auf den Aufenthaltsort der Tiere haben ist noch weitgehend unbekannt.

Neben unterschiedlicher Temperaturverträglichkeit wurden auch Unterschiede beim Fressverhalten verschiedener Drahtwurmartens beobachtet. So frisst beispielsweise *A. ustulatus* hauptsächlich am Maiskorn, während sich *A. brevis* und *A. sordidus* bevorzugt in die Basis der Keimblätter des Keimlings einbohren und damit auch größere Keimlinge zum Absterben bringen. So ergeben sich bei Mais unterschiedliche Schadschwellen für diese beiden Arten (FURLAN et al. 2014). Dies ist vermutlich die Hauptursache dafür, dass wirtschaftlicher Schadschwellen aus der Literatur in der Praxis häufig keine korrekte Einschätzung der Lage erlaubten. Die häufigsten schädlichen Drahtwurmartens im österreichischen Ackerbau sind die wärmeliebenden Arten *Agriotes brevis* und *A. ustulatus*, die Art *A. obscurus*, welche man vor allem im alpinen Gebiet findet, sowie *A. sputator* die sowohl in den kühleren Gegenden als auch im pannonischen Raum zu finden ist (STAUDACHER et al. 2013).

### **Beeinflussbare Risikofaktoren und Maßnahmen**

Das Schadrisiko auf einer Ackerfläche hängt neben dem Standortklima und den vorhandenen Drahtwurmartens auch von der Beschaffenheit des Umlandes sowie von der Fruchtfolge und der damit verbundene Bodenbearbeitung ab. Ackerflächen, in deren Umland sich viel Grünland befindet weisen beispielsweise ein wesentlich höheres Risiko für Drahtwurmschäden auf als solche Flächen die an Wälder angrenzen. Auch Feldfrüchte wie Klee oder Luzerne sowie starke Verunkrautung in der Fruchtfolge fördern den Drahtwurm (KROMP et al. 2009), da Schnellkäfer ihre Eier bevorzugt auf wiesenähnlichen Flächen ablegen. Zur Zeit der Eiablage von Mai bis Juli empfiehlt es sich daher den Boden möglichst offen und unkrautfrei zu halten. Als Vorfrucht für empfindliche Kulturen eignen sich besonders Kulturpflanzen aus der Familie der Kreuzblütler (Brassicaceae), da die Senfölglycoside in deren Wurzeln für Drahtwürmer unattraktiv sind. Ob Untersaaten oder Fangstreifen mit Lockpflanzen zum Erfolg führen hing in bisherigen Untersuchungen von der jeweiligen Kulturpflanze ab. Besonders gut eignen sich bisweilen Buchweizen und Erbsen als Fangpflanzen bei Kartoffeln (KROMP et al. 2009).

Die Schwächung vorhandener Drahtwurmpopulation ist durch gezielte Bodenbearbeitung möglich. Da ein dicker Chitinpanzer die Schnellkäferlarven gut schützt sind physikalische Maßnahmen nur gegen die empfindlichen Entwicklungsstadien wirksam. Eier und Junglarven sind besonders austrocknungsgefährdet und können durch oberflächliche, nicht wendende Bodenbearbeitung von Mai bis Juli dezi-

miert werden. Auch die dünnwandigen Puppen sind durch Bodenbearbeitung ab Ende August angreifbar.

Insektenpathogene Pilze werden bereits seit geraumer Zeit in Bezug auf ihre Wirksamkeit gegen Drahtwürmer untersucht. Mit *Beauveria bassiana* konnten in Kartoffeln zum Teil recht gute Ergebnisse erzielt werden (ESTER & HUITING 2007). Die Ergebnisse der Untersuchungen von *Metarhizium anisopliae* im Einsatz gegen Insektenschädlinge variieren stark. Es wurden sogar innerhalb der Gattung *Agriotes* Unterschiede in Bezug auf dessen Wirksamkeit festgestellt (WRIGHT et al. 2009). Die Untersuchung weiterer Pilzstämmen sowie die Optimierung der Ausbringungsform von entomopathogenen Pilzen scheinen nach wie vor lohnenswert. Entomopathogene Nematoden wurden in der Praxis zur Drahtwurmbekämpfung bisher mit mäßigem Erfolg eingesetzt. Bei der Ausbringung von *Steinernema feltiae* auf Versuchsflächen mit resistenten Kartoffelkulturen konnte der Schaden an den Knollen allerdings um 25% reduziert werden (SCHALK et al. 1993). Die Kombination mehrerer biologischer Maßnahmen ist mit Sicherheit sinnvoll.

Zurzeit sind in Österreich regulär keine Insektizide zur direkten Bekämpfung von Drahtwürmern im Kartoffelbau zugelassen. Eine Notfallzulassung für den Einsatz gegen Drahtwürmer in Kartoffeln gibt es heuer (2015) jedoch für das Granulat Goldor Bait. Dieses Pflanzenschutzmittel wirkt nach der „attract and kill“-Methode. Das vom Granulat abgegebene CO<sub>2</sub> lockt die Drahtwürmer an, wodurch diese mit dem Wirkstoff in Kontakt kommen. Der Wirkstoff Fipronil ist ein Phenylpyrazol, das für Drahtwürmer letal wirkt. Das Beizmittel Sonido kommt bei Mais gegen den Drahtwurm zum Einsatz. Da es sich bei dem Wirkstoff Thiacloprid um ein Neonicotinoid handelt muss bei der Ausbringung von mit Sonido gebeiztem Saatgut abdriftmindernde Sätechnik eingesetzt werden. Auch das Breitbandinsektizid Agritox (Wirkstoff Chlorpyrifos) wird zuweilen mit mäßigem Erfolg gegen den Drahtwurm eingesetzt.

Das in Deutschland entwickelte Prognosemodell SIMAGRIO-W (JUNG et al. 2012) ermöglichte es erstmals jenen Anteil einer Drahtwurmpopulation zu berechnen, der sich in der obersten Bodenschicht befindet. Nach einer ersten Evaluierung im Ostösterreichischen Ackerbau stellte sich allerdings heraus, dass das Modell nur in kühleren Klimabereichen verlässliche Ergebnisse erzielt (HANN et al. 2014). Ein Projekt zur Anpassung des Modells an das Klima im ostösterreichischen Ackerbaugebiet ist bereits in Planung. Mit Hilfe derartiger Modelle kann der optimale Zeitpunkt für den Einsatz von physikalischen, biologischen und chemischen Bekämpfungsmaßnahmen optimiert werden, denn zu jenem Zeitpunkt an dem sich der Großteil der Drahtwurmpopulation in der obersten Bodenschicht befindet, sind Bekämpfungsmaßnahmen besonders wirksam.

## **Zusammenfassung**

In diesem Beitrag wird unter anderem eine Übersicht der derzeit bekannten und in Österreich rechtlich erlaubten Maßnahmen zur Bekämpfung und Eindämmung von Drahtwürmern dargestellt. Nach Möglichkeit sollten im Sinne einer integrierten Schädlingsbekämpfung, die in der EU-Richtlinie 2009/128/EC für den nachhaltigen Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln gefordert wird, alle zur Verfügung stehenden Bekämpfungsstrategien berücksichtigt werden.

## **Abstract**

This article presents an overview of the currently known and by Austrian law permitted measures to fight wireworms. In order to achieve a higher level of integrated pest management among farmers as called for by Directive 2009/128/EC on the sustainable use of pesticides, all available control strategies should be considered as far as possible.

## **Literatur**

- ESTER, A., HUITING, H. (2007). Controlling wireworms (*Agriotes* spp.) in potato crop with biologicals. IOBC/WPRS Bull. 30: 189-196.
- FURLAN, F. (2014). IPM thresholds for *Agriotes* wireworm species in maize in Southern Europe. J. Pest. Sci. DOI 10.1007/s10340-014-0583-5
- HANN, P., WECHSELBERGER, K., TRSKA, C., SCHMID, R., KROMP, B., JUNG, J., EITZINGER, J. 2014: Validierung des auf Bodentemperatur und Bodenfeuchte basierenden Drahtwurm-Prognosemodells SIMAGRIO-W im ost-österreichischen Ackerbaugebiet. Endbericht von Start-

Clim2013.G in StartClim2013: Anpassung an den Klimawandel in Österreich- Themenfeld Wasser, Auftraggeber: BMLFUW, BMWF, ÖBF, Land Oberösterreich.

JUNG, J., RACCA, P., SCHMITT, J., KLEINHENZ B. 2012: SIMAGRIO-W: Development of a prediction model for wireworms in relation to soil moisture, temperature and type. J. Appl. Entomol. 138: 183-194.

KROMP, B. et al. 2009: Neue Wege in der Regulation von Drahtwürmern unter besonderer Berücksichtigung des biologischen Landbaus – Endbericht 2009, (Forschungsprojekt 1448), Wien.

SCHALK, J.M, BOHAC, J.R., DUKES, P.D., MARTIN, W.R. 1993: Potential of nonchemical control strategies for reduction of soil insect damage in sweet potato. J. Am. Soc. Hort. Sci. 118: 133-136.

STAUDACHER, K., SCHALLHART, N., PITTERL, P., WALLINGER, C., BRUNNER, N., LANDL, M., KROMP, B., GLAUNINGER, J., TRAUGOTT, M. 2013: Occurrence of Agriotes wireworms in Austrian agricultural land. J. Pest. Sci. 86: 33-39

WRAIGHT, S.P., LACEY, L.A., KABALUK, J.T., GOETTEL, M.S. 2009: Potential for microbial biological control of Coleopteran and Hemipteran pests of potato. Tennant, P., Benkeblia, N. (Eds.), Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology 3 (Special Issue 1), pp. 25-38.

### ***Adresse der Autorin***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191,  
A 1220 Wien

Ansprechpartnerin: Mag. Katharina WECHSELBERGER, [katharina.wechselberger@ages.at](mailto:katharina.wechselberger@ages.at)

# ***Puccinia buxi* Sowerby- eine in Österreich seltene Krankheit an Buchsbaum**

## ***Puccinia buxi* Sowerby - a rare disease on Boxwood in Austria**

Astrid Plenk

### ***Einleitung***

In den letzten Jahren haben Krankheiten wie *Cylindrocladium buxicola* oder *Volutella buxi* zu großen Problemen geführt. Seltener treten Krankheiten wie *Fusarium buxicola* oder *Verticillium* sp. auf. Eine besonders seltene Krankheit ist jedoch der Buchsbaumrost, verursacht durch den Pilz *Puccinia buxi*. Erstmals beschrieben wurde der Pilz Anfang des 19. Jahrhunderts (1809) durch den britischen Naturforscher Sowerby. Erste Berichte zum Auftreten dieser Krankheit in Österreich gab es laut PETRAK (1970) bereits 1842 von Sauter und etwas später von Brittinger 1864 an verwilderten Buchsbäumen in Baumform bei Trattenbach unweit von Steyr. Neuere Funde sind aus Wien (April 2008), Sankt Pölten (August 2011) und im Oktober 2014 auf dem aufgelassenen Teil des Waldfriedhofs Gottestal bei Wernberg/Kärnten bekannt.

### ***Schadbild und Pathogen***

Die braunrot gefärbten, etwa 2 mm großen Sporenpustel (Teleutosori) befindet sich meist auf den Blattunterseiten, doch bei hoher Feuchtigkeit mitunter auch auf den Blattoberseiten. Auf den Blattoberseiten findet man oberhalb der Teleutosori gelbliche bis orange gefärbte Flecken. Eine Besonderheit dieses Rostpilzes ist, dass er nur an älteren Pflanzen auftritt. Daher sind Wildbestände, verwilderte Pflanzen oder Friedhofspflanzen am ehesten bedroht. Unklar ist, wie die regionale Verbreitung des Erregers erfolgt. Während viele Krankheiten und Schädlinge über den weltweiten Handel mit Jungpflanzen oder Baumschulware verschleppt werden, scheint dieser Weg eher unwahrscheinlich, es sei denn, der Pilz könnte Jahrzehnte lang latent in den Pflanzen überdauern.

GÄUMANN (1959) beschreibt die *Puccinia buxi* als autoecische Puccinie mit nackten Teleutosporienlagern und festgestielen, glatten Teleutosporien. Aus diesem Formenkreis kommt bei uns nur diese einzige Art vor. Ihre verwandtschaftlichen Beziehungen sind auch heute noch nicht bekannt. *Puccinia buxi* tritt bei uns nur an *Buxus sempervirens* auf (laut Literatur YUN 2015 werden jedoch auch *Buxus microphylla* und *Buxus sinica* als Wirtspflanzen gelistet). Eine weitere Besonderheit ist sein verkürzter Entwicklungszyklus, es werden nur Basidiosporen und Teleutosporien (Leptotypus) gebildet. Die Infektion erfolgt im Frühjahr durch die Basidiosporen, die von den reifen Teleutosporien gebildet werden. Sie infizieren die jungen, zarten Blätter. Das Mycel breitet sich dann sehr langsam im Blattgewebe aus. Erst zum Herbst hin brechen die neuen Teleutosporienlager hervor. Die Teleutosporien sind in der Regel 2-zellig, doch es treten jedoch auch immer wieder 1-zellige oder 3-zellige Sporen auf.

### ***Wirtspflanze***

Die Heimat des Gemeinen Buchsbaums *Buxus sempervirens* ist Südwesteuropa, Mitteleuropa, Nordafrika und Westasien. Heute kommt er in Europa als Gartenpflanze überall vor, doch man findet in Albanien, Belgien, Deutschland, dem ehemaligen Jugoslawien, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Korsika, Österreich, Portugal, Sardinien, der Schweiz, Spanien und der Türkei (europäischer Teil) (TUTIN et al., 1968). wilde beziehungsweise verwilderte Vorkommen.

### ***Zusammenfassung***

*Puccinia buxi* tritt in Österreich nur sehr selten an Buchsbaum auf. Bevorzugt werden ältere Pflanzen befallen. Die Verschleppungswege dieser Krankheit sind noch nicht bekannt.

### ***Abstract***

*Puccinia buxi* occurs in Austria very rarely on to boxwood. Older plants are preferred infested. The carry paths of this disease are not yet known.

### ***Literatur***

- BEDLAN, G. 2013: Notizen zum Vorkommen von *Puccinia buxi* in Österreich und Deutschland, Journal für Kulturpflanzen, 65 (1). S. 24–25
- GÄUMANN, E., 1959: Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz, Band XII, Buchdruckerei Böhler & Co., Bern
- PETRAK, F. 1970: *Puccinia buxi* DC. eine neue Uredinee der österreichischen Flora und ein Beweis für das spontane Vorkommen des Buchsbaums im oberösterreichischen Ennstal, Sydowia, Vol. 23, 225-229
- TUTIN, T.G., V.H. HEYWOOD, N.A. BURGESS, D.M. MOORE, D.H. VALENTINE, S.M. WALTERS, D.A. WEBB, 1968: Flora Europaea, Vol. 2, 455
- YUN, H.Y. 2015: Invasive Fungi. Box Rust or Boxwood Rust - *Puccinia buxi*. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved May 11, 2015, from /sbmlweb/fungi/index.cfm

### ***Adresse der Autorin***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

Mag. Astrid PLENK, astrid.plenk@ages.at

# Zwei neue Pathogene an Sojabohne in Österreich

## *Two new pathogens on soybean in Austria*

Gerhard Bedlan

### **Einleitung**

Eine neue Ascochyta-Art wurde 2013 in Bad Wimsbach (Oberösterreich) gefunden und als *Ascochyta sojina* erstbeschrieben (BEDLAN 2014). Dieses Pathogen wurde 2014 in mehreren Sojabohnenproben aus Nieder- und Oberösterreich sowie aus dem Burgenland festgestellt und dürfte in Österreich weit verbreitet sein.

Darüber hinaus wurde 2014 auf Feldern in der Südsteiermark der Pilz *Phyllosticta glycines* nachgewiesen. Dies ist der Erstdnachweis für diesen Pilz in Österreich (BEDLAN 2015).

### **Schadbild und Pathogen**

#### a) *Ascochyta sojina*

*Ascochyta sojina* verursacht auf den Blättern graubraune bis braune, rundliche bis unregelmäßige Flecken, die schmal dunkelbraun bis dunkelgrau umrandet sind. Die Größe der Flecken beträgt ca. 0,5 bis 2 cm im Durchmesser. Fließen die Flecken zusammen, können sie auch größere Blattpartien bedecken. Auf den Stängeln sind die Flecken längsoval und ebenfalls dunkel umrandet. Auf bereits abgestorbenen Stängeln sind die Befallsstellen einheitlich hellbraun. Auf den Flecken befinden sich kleine, dunkelbraune bis schwarze Fruchtkörper (Pyknidien) des Pilzes. Bei Befall der Hülsen sind auf diesen die Pyknidien als winzige schwarze Punkte zu sehen.

Die kleinen, dunkelbraunen bis schwarzen, rundlichen Pyknidien befinden sich blattoberseits. Sie sind etwas in das Pflanzengewebe eingesenkt. In den Pyknidien werden die Konidien gebildet. Die Pyknidien besitzen je eine Ostiole durch die sie die Konidien freisetzen.

Diese sind zweizellig, elliptisch, hyalin, an beiden Enden abgerundet und an den Zellgrenzen manchmal eingeschnürt. Junge Konidien sind unseptiert. Bei einigen Konidien ist eine Zelle etwas größer und einige sind etwas gekrümmt.

#### b) *Phyllosticta glycines*

Auf den Blättern bildet *Phyllosticta glycines* rundliche, ovale, unregelmäßige oder V-förmige Flecken. Diese sind grau oder braun und besitzen einen schmalen dunklen Rand. In älteren Flecken kann man viele kleine schwarze, punktförmige Gebilde sehen, die Pyknidien des Pilzes. Die Krankheit kann auch auf Stängel, Blattstiele und Hülsen übergehen.

Die in der Südsteiermark gefundene *Phyllosticta glycines* an Sojabohne hat Pyknidien mit einem Durchmesser von 57,08-123,5µm (im Durchschnitt 85,52 µm). Die Konidien messen 3,63-6,81 x 1,21-2,87 µm (im Durchschnitt 5,3 x 1,94 µm).

### **Verbreitung**

#### a) *Ascochyta sojina*

*Ascochyta sojicola* wurde in Europa bisher in Polen und dem ehemaligen Jugoslawien (HARTMANN et al. 1999) sowie in Russland und zwar der Provinz Primorsk in der Oblast Kaliningrad (NELEN 1977) gefunden.

*Ascochyta sojiae* kommt in Asien (Japan, Mongolei) und in Russland (Oblast Amur, Khabarovsk Kraj) vor (MEL'NIK 2000).

*Ascochyta sojina* wurde bisher nur in Österreich nachgewiesen (BEDLAN 2014).

#### b) *Phyllosticta glycines*

*Phyllosticta glycines* wurde in Portugal (THÜMEN 1881), in den USA (TEHON und DANIELS 1927) und in Mosambique (HARTMANN et al. 1999) nachgewiesen.

*Phyllosticta sojicola* wurde in den USA, in Nordborneo, Kanada, China, Japan und der früheren Sowjetunion sowie in Europa in Italien, Bulgarien und Deutschland gefunden (HARTMANN et al. 1999).

### **Zusammenfassung**

Zwei neue Pathogene an Sojabohne in Österreich werden beschrieben und zwar die Pilze *Ascochyta sojina* als Erstbeschreibung überhaupt und *Phyllosticta glycines* als Erstnachweis für Österreich.

### **Abstract**

Two new pathogens of soybean in Austria are described, namely *Ascochyta sojina* as first description worldwide and *Phyllosticta glycines* as first report for Austria.

### **Literatur**

- BEDLAN, G., 2014: *Ascochyta sojina* sp. nov., a new pathogen on *Glycine max* (L.) Merr. - Journal für Kulturpflanzen 66 (9), S. 319-321 (DOI: 10.5073/JFK.2014.09.05)
- BEDLAN, G., 2015: Erstnachweis von *Phyllosticta glycines* Thüm. an *Glycine max* in Österreich. Journal für Kulturpflanzen 67 (2), S. 73-75 (DOI: 10.5073/JFK.2015.02.03)
- HARTMANN, G. L., SINCLAIR, J. B., RUPE, J. C., ed., 1999: Compendium of Soybean Diseases. APS-Press, pp. 100
- MEL'NIK, V. A., 2000: Key to the fungi of the genus *Ascochyta* Lib. (*Coelomycetes*). Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Vol. 379.
- NELEN, E. S., 1977: Species fungorum pycnidialium novae e parte australi orientis extremi. Nov. Sist. niz. Rast. 14, p. 105
- TEHON, L.R., E.Y. DANIELS, 1927: Notes on the parasitic fungi of Illinois – III. Mycologia 19 (3), 110-129.
- THÜMEN, F. von, 1881: Contributiones ad Floram Mycologicam Lusitanicam. Revista Sci. Litt Inst. Coimbra 28, 223-557.

### **Adresse des Autors**

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

Univ.-Doz. Dr. phil. Gerhard BEDLAN, gerhard.bedlan@ages.at

# Untersuchungen zum Reduktionspotential von Zwischenfrüchten bei *Sclerotinia sclerotiorum*

## *Cover crops and their potential to reduce Sclerotinia sclerotiorum*

Pia Euteneuer<sup>1\*</sup>, Bernd Jost<sup>2</sup>, Katharina Heiderer<sup>2</sup>, Julia Gundinger<sup>2</sup> und Siegrid Steinkellner<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Eine durchdachte Fruchtfolge ist eine Säule für eine nachhaltige Bewirtschaftung, auch die Auswahl der Zwischenfrüchte spielt in diesem Zusammenhang eine immer größere Rolle. Zwischenfrüchte schützen nicht nur vor Erosion und vor Nitratauswaschungen ins Grundwasser, sie steigern auch die Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit. Von besonderem Interesse sind weiters die positive Wirkung auf die mikrobielle Aktivität und der Einfluss auf Krankheitserreger und Schädlinge (HARTWIG und AMMON 2002). Ein wirtschaftlich wichtiger Schaderreger ist *Sclerotinia sclerotiorum*, ein bodenbürtiger Pilz der mehr als 400 Wirtspflanzen befällt, darunter viele wichtige Kulturen, wie Soja, Raps und Sonnenblumen. Die Ausbreitung der Krankheit ist je nach Witterungsverlauf stark schwankend, denn für die Keimung benötigt *S. sclerotiorum* neben geeigneten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen, eine optimale Ablagetiefe im Boden sowohl zur Oberfläche als auch zur Wirtspflanze (SAHARAN und METHA 2008). Außerdem verfügt der Schaderreger über zwei verschiedene Infektionsstrategien (myzeliogen und carpogen). Bei der carpogenen Keimung bilden sich an der Bodenoberfläche Apothecien und Ascosporen, die die Wirtspflanze infizieren. Bei der myceliogenen Keimung dringt der Pilz über die Pflanzenwurzel ein.

Ziel der Forschungsarbeit ist es, die Rolle von Zwischenfrüchten in der Etablierung/Reduzierung von *S. sclerotiorum* aufzuklären.

### **Material und Methoden**

Für den Versuch wurden von Februar bis Juni 2014 zehn verschiedene Kulturen im Topfversuch geprüft. Zu den verwendeten Pflanzenkulturen zählten: Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), Gelbsenf (*Sinapis alba* L.), einjähriges Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam. *westerwoldicum*), Borretsch (*Borago officinalis* L.), Haferwurzel (*Tragopogon porrifolius*), Malve (*Malva silvestris* L.), Kornblume (*Centaurea cyanus* L.), Sauerampfer (*Rumex acetosa* L.), Schwarzhafers (*Avena sativa* L.), Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) und Sojabohne (*Glycine max* L. Merr.). Die Versuchstöpfe wurden mit Bruch-Blähton, einem durchlässigen Substrat mit einer Korngröße von 5 mm gefüllt und Sklerotien in Netzschläuchen mit einer Maschenweite von 1mm x 1mm in einer maximalen Tiefe von 2 cm vergraben. Damit konnte sichergestellt werden, dass theoretisch beide Infektionswege stattfinden konnten a) carpogen via Apothecien und Sporen, als auch b) eine myceliogene Infektion über die Wurzeln der Wirtspflanze. Zu Versuchsende wurden die Infektionsrate und der Sklerotienabbau erhoben sowie die Sklerotien aus dem Boden rückisoliert und inklusive der Netzschläuche einer einfachen Oberflächensterilisation unterzogen. Anschließend wurden Sklerotien auf Agarplatten ausgelegt und im Klimaschrank auf ihre Keimfähigkeit überprüft.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Im Laufe der gesamten Versuchsdurchführung konnte unter den gegebenen Versuchsbedingungen keine Bildung von Apothecien in den Versuchstöpfen beobachtet werden. Nur bei Phacelia und Kornblume konnte ein vereinzelter Befall mit *S. sclerotiorum* festgestellt werden. Nach der 3,5 monatigen Kulturdauer waren noch 75-100 % der rückisolierten Sklerotien keimfähig. Es konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den angebauten Zwischenfrüchten und der Sklerotienentwicklung festgestellt werden.

### **Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wurde die hemmende Wirkung von Zwischenfrüchten auf die Keimfähigkeit von Sklerotien, der Überdauerungsform von *Sclerotinia sclerotiorum*, einem Schadpilz der für hohe quali-

tative und quantitative Ertragsausfälle verantwortlich ist, untersucht. Als Zwischenfrüchte wurden Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), Gelbsenf (*Sinapis alba* L.), einjähriges Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *westerwoldicum*), Borretsch (*Borago officinalis* L.), Malve (*Malva silvestris* L.), Kornblume (*Centaurea cyanus* L.), Sauerampfer (*Rumex acetosa* L.), Haferwurzel (*Tragopogon porrifolius*), Schwarzhäfer (*Avena sativa* L.) und Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) geprüft. Als Vergleichskultur wurde Sojabohne (*Glycine max* L. Merr.), eine bekannte Wirtspflanze von *S. sclerotiorum* sowie eine Kontrollvariante ohne Bepflanzung herangezogen. Nur vereinzelt konnte ein Befall mit *S. sclerotiorum* festgestellt werden (Kornblume, Phacelia) und nach der 3,5 monatigen Kulturdauer waren noch 75-100 % der rückisolierten Sklerotien keimfähig. Die vorliegende Untersuchung konnte keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen den angebauten Zwischenfrüchten und der Sklerotienentwicklung aufzeigen.

### **Abstract**

This study explores the inhibitory effect of cover crops on the germination of sclerotia, the survival structures of *Sclerotinia sclerotiorum*, a fungus which causes significant crop losses. As cover crops phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), mustard (*Sinapis alba* L.), annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *westerwoldicum*), borage (*Borago officinalis* L.), mallow (*Malva silvestris* L.), cornflower (*Centaurea cyanus* L.), common sorrel (*Rumex acetosa* L.), salsify root (*Tragopogon porrifolius*), black oats (*Avena sativa* L.) and broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) was examined. Additionally, soybean (*Glycine max* L. Merr.), a well-known host plant for *S. sclerotiorum* and an unplanted control were tested. Only in a few pots plants (phacelia and cornflower) showed symptoms caused by *S. sclerotiorum*. Decomposition of sclerotia occurs in planted and unplanted pots. After 3.5 months the survival of sclerotia was evaluated and 75-100% reisolated sclerotia were still infective. However, in this study cover crops showed no clear effect on *Sclerotinia sclerotium*.

### **Literatur**

HARTWIG NL and AMMON HU, 2002: Cover crops and living mulches. Weed sciences, 50, p. 688-699.  
SAHARAN GS und METHA N, 2008: Sclerotinia Diseases of Crop Plants- Biology, Ecology and Disease Management. Springer, Berlin.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien, Schloßhoferstraße 31, A 2301 Groß-Enzersdorf

<sup>2</sup> Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenschutz, Universität für Bodenkultur Wien, Konrad-Lorenz-Straße 24, A 3430 Tulln

\* Ansprechpartnerin: DI Pia EUTENEUER, pia.euteneuer@boku.ac.at

# **Einfluss chemisch-synthetischer und biologischer Beizmittel auf die Mykorrhizierung des Weizens**

## ***Impact of chemical and non-chemical seed treatments on the colonization of wheat by arbuscular mycorrhizal fungi***

Karin Hage-Ahmed\*, Martina Pestemer-Nell, Herbert Blaich und Christina Merkel

### ***Einleitung***

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) bilden mit 80 % aller Gefäßpflanzen, darunter auch viele Nutzpflanzen, eine Symbiose aus, wodurch der Pflanze Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff leichter verfügbar gemacht werden (SMITH und READ 2008) bzw. auch ihre Widerstandsfähigkeit gegen pathogene Pilze und Nematoden erhöht wird (SMITH und READ 2008, WHIPPS 2004). Durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit fungizider Wirkung kann diese Symbiose beeinflusst werden. Wobei sich in bisherigen Versuchen gezeigt hat, dass diese Effekte, die von negativ über neutral bis hin zu positiv reichen, von der Art der arbuskulären Mykorrhiza, der Wirtspflanze und der Wirkungsweise und Kombination der Fungizide beeinflusst werden (JIN et al. 2013). In der vorliegenden Arbeit wurden 2 chemisch-synthetische und 1 biologisches Beizmittel, welchen bei der Kontrolle von sautgut- und bodenbürtigen Schaderregern eine besondere Bedeutung zukommt, auf deren Einfluss auf die Mykorrhizierungsrate und der damit verbundenen Biomasseentwicklung des Weizens getestet.

### ***Material und Methoden***

**Beizmittel:** Als Beizmittel wurden 2 chemisch-synthetische Mittel\_Redigo® (Wirkstoff Prothioconazol, Bayer Austria GmbH., Bayer CropScience, Wien, Österreich) und Celest® (Wirkstoff Fludioxonil, Syngenta Agro GmbH, Maintal, Deutschland) und ein auch für den biologischen Landbau zugelassenes Mittel Cerall® (*Pseudomonas chloroaphis*, Lantmännen BioAgri AB, Uppsala, Schweden) verwendet. Die Beizung der Weizenkörner erfolgte nach Herstellerangaben.

**Inokulation:** Für die Inokulation mit arbuskulären Mykorrhizapilzen (AMP) wurde ein kommerziell erhältliches Inokulum verwendet (Symbivit®, **Zivojin Rilakovic**, Guntramsdorf, Österreich), das bei Aussaat der Weizenkörner beigemischt wurde.

**Versuchsaufbau:** Der Versuch wurde in Töpfen in einem Glashaus durchgeführt. Pro Beizmittel wurden je 24 Töpfe ohne und 24 Töpfe mit AMP angelegt und eine Kontrollbehandlung mit und ohne AMP.

**Biometrie und AM Kolonisierung:** Nach 6 Wochen wurden die Wurzeln ausgewaschen, Frisch- und Trockengewichte von Wurzeln und Spross und die AM Kolonisierungsrate (MCGONIGLE et al. 1990, VIERHEILIG et al. 1998) bestimmt.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

**AM Kolonisierung:** Der Kolonisierungsanteil der mit chemisch-synthetischen Beizmitteln behandelten Weizenpflanzen lag zwischen 43% und 46% und bei 54%, wenn mit dem biologischen Mittel Cerall® behandelt wurde. Die Kontrollbehandlung mit 70% war tendenziell häufiger kolonisiert, aber nicht statistisch signifikant. Somit konnten in diesem Versuch weder positive noch negative Effekte der unterschiedlichen Beizmittel festgestellt werden.

**Biomasseentwicklung:** Es konnten keine signifikanten Unterschiede in der Wurzelmasse jedoch in der Sprossmasse der unterschiedlich behandelten Weizenpflanzen festgestellt werden (Abbildung 1). Sowohl die mit Celest® (Fludioxonil) + AMP behandelten Pflanzen als auch die unbehandelte Kontrolle + AMP wiesen ein deutlich höheres Sprosstrockengewicht auf als die jeweiligen Varianten ohne AMP. Bei Cerall® war der Unterschied zwischen inokulierter und nicht inokulierter Variante nicht signifikant. Jedoch lag die Cerall® - AMP Variante über der Celest® - AMP Variante. Bei Redigo® gab es keinen Unterschied zwischen inokulierter und nicht inokulierter Variante und die beiden Varianten wiesen keinen signifikanten Unterschied zur unbehandelten Kontrolle + AMP auf. Diese Beobachtung ist vermutlich auf den sogenannten „Azol“-Effekt zurückzuführen. Die Sprosstrockengewichte von

Redigo® – AMP und + AMP, Celest® + AMP und die unbehandelte Kontrolle + AMP zeigten dabei die höchsten Sprosstrockengewichte (338 bis 397 mg). In der Cerall® + AMP Variante wurden die Sprosstrockengewichte nicht signifikant erhöht.

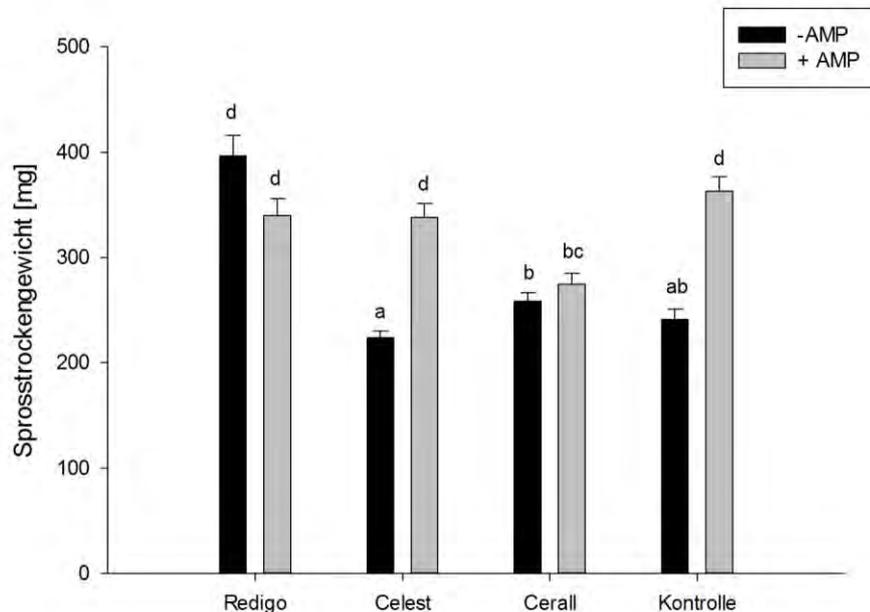


Abbildung 11 **Sprosstrockengewichte [mg] der unterschiedlichen Behandlungen (MW±S.F.). Balken mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (Welch ANOVA ( $\alpha=0,05$ ) und Games Howell ( $\alpha=0,05$ ) Post-Hoc-Test)**

In der vorliegenden Arbeit konnten keine negativen Effekte von 2 chemisch-synthetischen Beizmitteln (Wirkstoff: Prothioconazol bzw. Fludioxonil) auf die AMP Besiedelung der Weizenwurzeln festgestellt werden. Auch das biologische Produkt (*Pseudomonas chloroaphis*) veränderte die Besiedelung der Wurzeln mit AMP nicht signifikant. Weiters konnte gezeigt werden, dass die Wachstumseffekte der AMP mit dem angewandten Mittel im Zusammenhang stehen. Inwieweit dadurch auch der Korn-ertrag beeinflusst wird, wäre Gegenstand von weiteren Untersuchungen.

### **Zusammenfassung**

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP) bilden mit 80 % aller Gefäßpflanzen eine Symbiose aus, wodurch der Pflanze Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff leichter verfügbar gemacht werden bzw. auch ihre Widerstandsfähigkeit gegen pathogene Pilze und Nematoden erhöht wird. Durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit fungizider Wirkung kann diese Symbiose beeinflusst werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden 2 chemisch-synthetische (Redigo®, Celest®) und 1 biologisches Beizmittel (Cerall®) auf deren Einfluss auf die Mykorrhizierungsrate und der damit verbundenen Biomasseentwicklung des Weizens in einem Glashausversuch getestet. Dabei wurden pro Beizmittel jeweils eine Variante mit AMP und ohne AMP und Kontrollen angelegt. Nach 6 Wochen wurden die AMP Kolonisierungsraten und Wurzel- und Sprossgewichte bestimmt.

Die verwendeten Beizmittel hatten keinen Einfluss auf die AMP Kolonisierungsraten und unterschieden sich nicht von der Besiedelung der Kontrollvariante. Die Sprossgewichte wurden von den unterschiedlichen Beizmitteln bei AMP Behandlung unterschiedlich beeinflusst. So lagen die Sprossgewicht von Redigo® + AMP und Celest® + AMP auf gleichem Niveau wie die Variante Kontrolle + AMP. Die Variante Cerall® - AMP war signifikant höher als Celest® - AMP, allerdings kam es bei der Variante Cerall® + AMP zu keiner signifikanten Erhöhung der Sprossgewichte.

In dieser Arbeit konnte keine Beeinflussung der AMP Besiedelung der Weizenwurzeln durch die Anwendung der getesteten Beizmittel festgestellt werden. Allerdings zeigten sich Unterschiede in den

Sprossgewichten, die von den eingesetzten Beizmitteln und der AMP Applikation abhängen. Inwieweit dadurch auch der Kornertrag beeinflusst wird, wäre Gegenstand von weiteren Untersuchungen.

### ***Abstract***

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) form a symbiosis with 80% of all vascular plants by offering advantages to the host plant such as an increased phosphorus supply and increased protection against pathogenic fungi and nematodes. The application of fungicides can impact on this symbiosis.

Therefore, in this work two chemical (Redigo®, Celest®) and one non-chemical (Cerall®) seed treatment were tested for their impact on AM colonization and plant growth of wheat plants in a greenhouse experiment. For every seed treatment one treatment with and without AMF was applied including control treatments. After 6 weeks AM colonization rates and root and shoots weights were determined.

The applied seed treatments did not show any negative effects on AM colonization rates. However, the shoot weights were significantly influenced by the seed treatments. The shoot weights of Redigo® + AMF und Celest® + AMF were on the same level as the control + AMF treatment. The shoot weights of treatment Cerall® - AMP was significantly higher than the Celest® - AMP treatment, however, in the Cerall® + AMF treatment the shoot weights were not significantly increased as it was the case in the control + AMF and Celest® + AMF treatments.

In conclusion, the applied seed treatments did not affect the AMF colonization of the roots but effects on shoot weights depending on the interaction of the seed treatment and AMF were evident. To what extent this also may influence grain yield needs to be investigated in further experiments.

### ***Danksagung***

Die Autoren bedanken sich sehr herzlich bei Ing. Karl Neubauer, Ing. Paul Krenwallner, Dr. Per Widen und Dkfm. **Zivojin Rilakovic** die Bereitstellung der getesteten Mittel bzw. des Mykorrhiza Inokulums.

### ***Literatur***

JIN H, GERMIDA JJ, WALLEY FL (2013). Suppressive effects of seed-applied fungicides on arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) differ with fungicide mode of action and AMF species. *Applied Soil Ecology* 72, 0, 22-30.

MCGONIGLE T, MILLER M, EVANS D, FAIRCHILD G, SWAN J (1990): A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol* 115, 495-501.

SMITH SE, READ DJ (2008): *Mycorrhizal symbiosis*. Third edn. Academic Press, London, UK.

VIERHEILIG H, COUGHLAN AP, WYSS U, PICHÉ Y (1998): Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. *Appl Environ Microbiol* 64, 12, 5004-5007.

WHIPPS JM (2004): Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of root pathogens. *Can J Bot* 82, 1198-1227.

### ***Adressen der Autoren***

Abteilung Pflanzenschutz, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Konrad-Lorenz-Strasse 24, A 3430 Tulln

\* Ansprechpartnerin: Karin HAGE-AHMED, karin.hageahmed@boku.ac.at

# **Biokontrolleffekte arbuskulärer Mykorrhizapilze gegen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in einem Mischkultursystem**

## ***Biocontrol effects of arbuscular mycorrhizal fungi against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in an intercropping system***

Mathias Reichl\*, Siegrid Steinkellner und Karin Hage-Ahmed

### **Einleitung**

*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*) ist eines der weltweit bedeutsamsten bodenbürtigen Pathogene in der Tomatenproduktion und verursacht jährlich massive Ernteverluste. Die konventionelle Bekämpfung von *Fol* gestaltet sich durch die Lebensweise des bodenbürtigen Pathogens schwierig. Da in Österreich keine chemische Bekämpfung erlaubt ist und die biologische Produktion zunimmt werden immer mehr Antagonisten eingesetzt um Pathogene zu bekämpfen. Ein besonderes Augenmerk wurde in dieser Arbeit auf die Biokontrolleffekte der arbuskulären Mykorrhizapilze (AMP) gegen bodenbürtige Schaderreger in einem Mischkultursystem gelegt.

### **Material und Methoden**

Tomatensamen (T) der Sorte Kremser Perle und Porree (de Carentan, L) wurden 6 Wochen vor Versuchsbeginn unter Langtagbedingungen vorkultiviert. Die Pflanzen wurden in einem „dual culture System“ unter Verwendung von Rhizoboxen angebaut. Bei diesem System war der Wurzelraum zweier Pflanzen nur durch ein feines Netz ( $\text{\O} 40 \mu\text{m}$ ) voneinander abgetrennt. Die Wurzeln sind nicht in der Lage das Netz zu durchdringen, Wasser, Wurzelabscheidungen und Pilze werden am Austausch nicht gehindert. Der Anbau erfolgte in den Varianten Kontrolle, AMP, *Fol* und AMP+*Fol*. In jeder Variante gab es eine Rhizobox mit Tomate in Reinkultur und eine mit Lauch als Mischpartner. Als *Fol* Inokulum diente eine Sporensuspension (*Fol* 007,  $1 \times 10^5$  Mikrokonidien/ml). Als AMP wurde *Funneliformis mosseae* BEG 12 (Inoculum plus, Frankreich) verwendet. Nach Ablauf der sechswöchigen Versuchsdauer wurden die Wurzelsysteme der Pflanzen sorgfältig mit Wasser ausgewaschen um das Substrat zu entfernen und für 6 h in Acetat Puffer inkubiert um Wurzelexudate zu gewinnen. Spross- und Wurzelgewichte (frisch und trocken) wurden bestimmt und die Sprosslänge gemessen. Um den *Fol*-Befall zu messen wurde die Verfärbung des Xylems mit einer *Fol*-Boniturskala nach WELLMAN (1939) verglichen und die Länge der Verfärbung gemessen. *Fol*-Befallshäufigkeit und –stärke wurden nach HAGE-AHMED et al. (2013) bestimmt. Zur Bestimmung der Mykorrhizierung wurden nach der Vermessung der Pflanzen Wurzelproben genommen. Um die Mykorrhizierungsrate der Pflanzen zu Bestimmen wurden die Wurzeln nach der Methode von VIERHEILIG et al. (1998) in 10% KOH gebleicht und anschließend mit 5 % Essigtintenzlösung gefärbt. Die Mykorrhizierungsrate wurde nach der Methode von MCGONIGLE et al. (1990) bestimmt. Die Wurzelexsudate wurden auf eine Verdünnung von 20 ml/g Wurzelmasse (1:20) eingestellt, steril filtriert und bei  $-80^\circ\text{C}$  gelagert. Für die Sporenskeimversuche wurden 96-well Platten mit aliquotierten Proben von 175  $\mu\text{l}$  Wurzelexsudat,  $\text{dH}_2\text{O}$ , Acetat Puffer oder CzDox mit je 35  $\mu\text{l}$  *Fol* Sporensuspension ( $1 \times 10^7$  Mikrokonidien/ml) vermischt. Die Platten wurden bei Dunkelheit und Raumtemperatur für 20 h bei 150 U/min geschüttelt. Die Sporenskeimrate wurde mikroskopisch durch Auszählung der gekeimten Sporen bestimmt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Biomasseentwicklung: Die Wurzelsysteme der Tomaten in den Varianten TT und TL waren unterschiedlich ausgebildet. Die Wurzeln in TT nutzten den Wurzelraum gleichmäßig aus während die Verteilung in den Varianten mit Lauch als Mischpartner (TL) ungleichmäßig war. Der Großteil der Tomatenwurzeln in TL befand sich auf Seite des Netzes. Visuelle Unterschiede konnten statistisch nicht in höherem Wurzelgewicht manifestiert werden. Eine Zunahme des Sprossgewichtes konnte nur in der Variante AMP\_TL ( $p < 0,05$ ; Welch-ANOVA) signifikant gesteigert werden. Dieser Effekt war allerdings nur in Kombination von AMP und Lauch zu beobachten. Das Wurzelgewicht wurde durch die Behandlungsvarianten nicht signifikant beeinflusst. Die statistische Auswertung der Sprosslänge

ergab eine signifikante Abnahme der Sprosslänge in der Variante AMP+Fol\_TT ( $p < 0.05$ ; Welch-ANOVA).

**Mykorrhizierung, Fol-Befallshäufigkeit und -stärke:** Die Mykorrhizierungsrate durch *Funneliformis mosseae* BEG 12 lag in diesem Versuch zwischen 20% in der Variante AMP+Fol\_TL\_L und 37,5% in AMP\_TT. Die Ergebnisse zeigen Werte zwischen 31% Fol Befallshäufigkeit bei Fol\_TL und 50% bei AMP+ Fol\_TL. Interessanterweise verhielt sich die Befallsstärke genau gegenläufig. Ergebnisse zwischen 40% Befallsstärke bei AMP+ Fol\_TL und 75% bei Fol\_TL zeigen, dass die Applikation von AMP einen deutlichen Einfluss auf die Entwicklung von Fol hatte. Trotz höherer Befallshäufigkeit war AMP dazu in der Lage die Befallsstärke zu reduzieren.

**Mikrokonidienkeimung:** Die Sporenkeimrate von Fol in den Varianten AMP\_TT und AMP+Fol\_TT war signifikant ( $p < 0.05$ ) niedriger als in allen anderen Varianten (Abbildung 1). Lauch als Mischpartner zeigt keinen Einfluss auf die Sporenkeimung. Trotz geringer Mykorrhizierung konnte eine signifikante Abnahme der Mikrokonidienkeimung in zwei Varianten nachgewiesen werden.

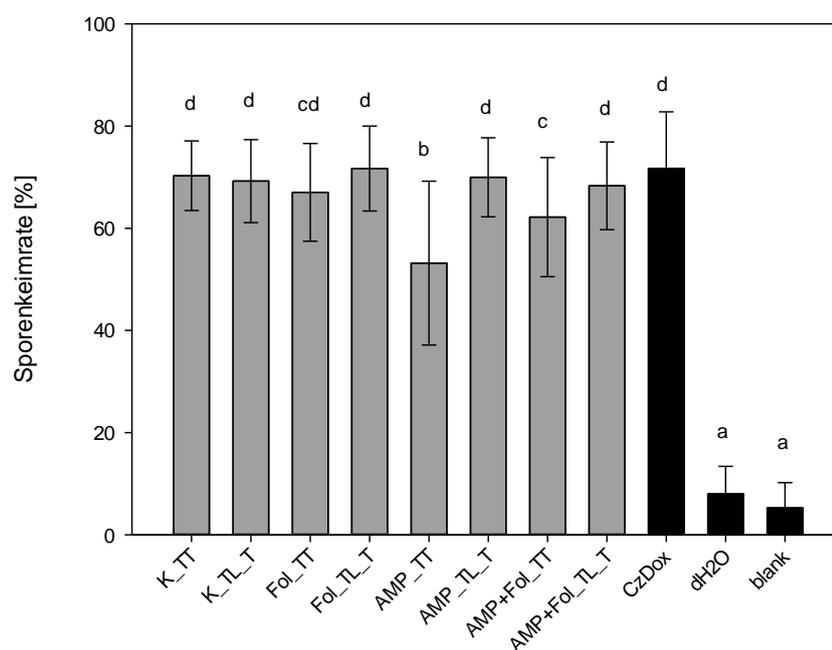


Abbildung 12: Sporenkeimrate [%] von Fol in unterschiedlichen Wurzelexsudaten. TT= Tomate/Tomate, TL=Tomate/Lauch.

### Zusammenfassung

*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) ist eines der weltweit bedeutsamsten bodenbürtigen Pathogene in der Tomatenproduktion und verursacht jährlich massive Ernteverluste. Die konventionelle Bekämpfung von Fol gestaltet sich durch die Lebensweise des bodenbürtigen Pathogens schwierig. Da in Österreich keine chemische Bekämpfung erlaubt ist und die biologische Produktion zunimmt werden immer mehr Antagonisten eingesetzt um Pathogene zu bekämpfen. Ein besonderes Augenmerk wurde in dieser Arbeit auf die Biokontrolleffekte der arbuskulären Mykorrhizapilze (AMP) gegen bodenbürtige Schaderreger in einem Mischkultursystem gelegt. Dabei wurde eine Tomate-Tomate und eine Tomate-Lauch Kombination auf ihre Anfälligkeit gegen das bodenbürtige Tomatenwelkepathogen Fol unter AMP Einsatz (*Funneliformis mosseae*) untersucht. Dieser Versuch wurde in einem Rhizoboxensystem durchgeführt, in welchem die Wurzeln der Mischkulturpartner durch ein Netz ( $\varnothing 40 \mu\text{m}$ ) getrennt waren, aber die AMP frei passieren konnten. Die Pflanzen wurden über einen Zeitraum von sechs Wochen kultiviert und anschließend untersucht. Bei Sporenkeimtests konnte eine deutliche Abnahme der Keimrate von Fol Mikrokonidien in den AMP Varianten beobachtet werden. *Funneliformis mosseae* hat Potential als Biokontrollorganismus eingesetzt zu werden.

## ***Abstract***

*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*) is one of the most important soilborne pathogens in tomato production and causes massive yield losses every year. Conventional pest management of *Fol* is difficult due to the way of life of the soil-borne pathogen. The infection of tomato via the roots takes place by spores present in the soil or due to irrigation water supplied spores. Because in Austria no chemical control is allowed and organic production is increasing more and more, antagonists are used to combat pathogens. A special attention was given in this work on the biocontrol effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) against soil-borne pathogens in a mixed culture system. A tomato-tomato and a tomato-leek combination were examined for their resistance against the soil-borne tomato wilt pathogen *Fol* under AMF (*Funneliformis mosseae*) application. This experiment was carried out in a Rhizobox-system in which the roots of the mixed culture partners were separated through a net ( $\varnothing$  40  $\mu$ m), but AMF could pass freely. The plants were grown and then examined over a period of six weeks. In spore germination tests a significant decrease in the rate of germination of *Fol* microconidia was observed in the AMF variants. Thus, *Funneliformis mosseae* has potential to be used as a biocontrol agent.

## ***Literatur***

- HAGE-AHMED K, MOYSES A, VOGLGRUBER A, HADACEK F, STEINKELLNER S, 2013: Alterations in root exudation of intercropped tomato mediated by the arbuscular mycorrhizal fungus *glomus mosseae* and the soilborne pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *J Phytopathol* 161 (11-12):763-773
- McGONIGLE T, MILLER M, EVANS D, FAIRCHILD G, SWAN J, 1990: A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol* 115:495-501
- WELLMAN FL, 1939: A technique for studying host resistance and pathogenicity in tomato *Fusarium* wilt. *Phytopathology* 29: 945-956.
- VIERHEILIG H, COUGHLAN AP, WYSS U, PICHE Y, 1998: Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. *Appl Environ Microbiol* 64 (12):5004-5007

## ***Adresse der Autoren***

Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung für Pflanzenschutz, BOKU Wien

\* Ansprechpartner: Mathias REICHL, Bakk.techn.; m.reichl@students.boku.ac.at

# Ertrags- und Qualitätssicherung in Mais durch Fungizideinsatz?

## *Yield and quality assurance in maize by fungicide application?*

Kathrin Rosner<sup>1</sup>, Wolfgang Deix<sup>2</sup>, Siegrid Steinkellner<sup>1</sup> und Josef Rosner<sup>3</sup>

### **Einleitung**

Mais kann unter bodenschonenden Bearbeitungsmethoden, wie Mulch- und Direktsaat, erfolgreich kultiviert werden. Erosionsmindernde Verfahren, bei denen die Pflanzenrückstände der Vorfrucht nicht mehr zur Gänze eingearbeitet werden, bergen jedoch bei in der Praxis häufig üblichen, engen Getreide-Maisfruchtfolgen ein erhöhtes Infektionspotenzial mit pflanzenpathogenen Pilzen in sich. Ein besonderes Risiko geht von *Fusariosen* aus, da diese nicht nur die Pflanzen schädigen, sondern zudem Mykotoxine produzieren, die speziell in der Nutztierhaltung zu schwerwiegenden Problemen führen können. Eine erhöhte Mykotoxinbelastung wirkt sich aber auch auf die menschliche Gesundheit aus. Für den Futtermittel- und Lebensmittelbereich wurden daher auf EU-Ebene Grenzwerte für zahlreiche Mykotoxine festgelegt.

Die derzeitige Marktsituation, die hohe Leistungsfähigkeit der C-4 Pflanze Mais sowie nicht zuletzt die große Nachfrage der verarbeitenden Industrie machen Mais zu einer attraktiven Ackerkultur. Die Minimierung der Mykotoxinbelastung stellt bei erosionsmindernden Verfahren jedoch eine große Herausforderung dar. In der vorliegenden Studie wurde daher in den Jahren 2013 und 2014 geprüft, ob ein Fungizideinsatz zur Reduktion der Fusariumproblematik beitragen kann.

### **Material und Methoden**

Versuchsanlage, Standorte: Die Versuche wurden auf Flächen der Lehr- und Versuchsbetriebe der Landwirtschaftlichen Fachschulen Tulln und Pyhra bei St. Pölten durchgeführt. Im Jahr 2013 wurden 16 Varianten, im Versuchsjahr 2014 insgesamt 22 Varianten in je 4 Wiederholungen geprüft. Die Versuchsfläche umfasst eine Parzellengröße von 45 m<sup>2</sup>, so dass die Pflanzenschutzarbeiten mit einer gewöhnlichen Feldspritze durchgeführt werden konnten. Jede Parzelle umfasste in beiden Jahren 6 Reihen und eine Länge von 10 m.

Fungizide: Die Versuchsbehandlungen wurden mit den Fungiziden Prosaro (Prothioconazol + Tebuconazol; in Österreich gegen *Fusariosen* registriert) und Retengo plus (Pyraclostrobin + Epoxiconazol; in Österreich gegen Blattkrankheiten bei Mais registriert), sowie 2014 zusätzlich mit Quilt Xcel (Azoxystrobin + Propiconazol; in Österreich gegen Blattkrankheiten bei Mais registriert). Alle Varianten waren mit Maxim XL (Metalaxyl + Fludioxinil) und Korit (Ziram) gebeizt, die Varianten 18-22 hatten noch eine zusätzliche Prothioconazolbeize. Als zusätzliche Varianten wurde Propulse (Fluopyram + Prothioconazol; derzeit nicht im Maisanbau zugelassen) mitgeprüft.

Fungizidapplikation: Die Frühapplikation erfolgte im Stadium 31, die Applikation zu Beginn des Rispschiebens im Stadium 51, die Applikation zum Ende des Rispschiebens im Stadium 59. Eine Spätapplikation wurde zum Zeitpunkt der Vollblüte in Stadium 65 durchgeführt. Die Fungizidapplikationen erfolgten bis BBCH-Stadium 51 auf beiden Standorten mittels Kverneland IXter B 10 (Spritzbalkenbreite 15 m, maximaler Druck im Spritzsystem 10 bar, Airmix Düsen 110/04 mit Spritzdruck 3 bar). Die Wasseraufwandmengen bei den Applikationen der Fungizide betragen 300 l/ha. Ab BBCH-Stadium 51 wurde eine Rau Spridomat D2 eingesetzt (Spritzbalkenbreite im Original 12 m). Diese Feldspritze wurde durch eine Eigenkonstruktion der Landwirtschaftlichen Fachschule Obersiebenbrunn auf 15 m Arbeitsbreite und durch eine mechanische Höhenführung auf eine Balkenhöhe bis zu 3 m umgebaut. Dadurch war in Kombination mit den Fahrgassen eine störungsfreie Fungizidapplikation bis BBCH-Stadium 65 möglich.

Befallsbonitur und Mykotoxinuntersuchung: Die visuellen Bonituren auf Kolbenfäulen wurde 2013 und 2014 auf beiden Standorten Mitte September durchgeführt. In jeder Parzelle wurden dafür 20 Pflanzen untersucht und die Befallshäufigkeit von Fusarium am Kolben ermittelt. Für die Mykotoxinuntersuchungen des Erntegutes wurden vom Standort Tulln in beiden Versuchsjahren 2013 und 2014, vom Standort Pyhra im Versuchsjahr 2014 von jeder Variante Kornproben genommen und Mischproben aus den 4 Wiederholungen auf die beiden Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) analysiert.

## Ergebnisse und Diskussion

Bei den analysierten Kornproben vom Standort Tulln (Tab. 1) zeigt die Kontrollvariante, die nur mit Maxim XL standardmäßig gebeizt war, im Versuchsjahr 2013 sehr hohe DON-Werte. Diese liegen mit 1812 µg/kg über dem gesetzlichen Grenzwert für unverarbeiteten Mais von 1750 µg/kg. Alle eingesetzten Fungizide konnten den DON-Wert soweit senken, dass der EU-Grenzwert unterschritten werden konnte. Der ZEA-Wert der Kontrolle lag mit 542 µg/kg ebenfalls deutlich über dem EU-Grenzwert von 350 µg/kg für unverarbeiteten Mais und konnte durch alle Fungizidmaßnahmen unter den Grenzwert gebracht werden. Im Versuchsjahr 2014 konnten in Tulln extrem hohe DON- und ZEA-Werte registriert werden. Mit einem DON-Wert von 4014 µg/kg war die Mykotoxinkontamination mehr als doppelt so hoch wie der EU-Grenzwert. Auch der ZEA-Wert war mit 1038 µg/kg drastisch höher im Vergleich zum Vorjahr und weit über dem EU-Grenzwert. Auch hier konnten durch gezielte Fungizidapplikationen sichtliche Reduktionen erzielt werden.

Im Jahr 2014 zeigen die analysierten Kornproben vom Standort Pyhra mit 3906 µg/kg in der Kontrollvariante sehr hohe DON-Werte (Tab. 1). Die eingesetzten Fungizide konnten die DON-Werte reduzieren, der EU-Grenzwert konnte jedoch nicht immer unterschritten werden. Die besten Ergebnisse zeigen die Varianten mit einer Spätapplikation in Stadium 65 aber auch die Prüfglieder mit einer zusätzlichen Prothioconazole Beize. Der ZEA-Wert liegt mit 709 µg/kg in Pyhra sehr deutlich über dem Grenzwert. Durch den Fungizid Einsatz konnten auch die ZEA-Werte sehr gut reduziert werden.

Tabelle 1: DON- und ZEA Gehalte (µg/kg) 2013 und 2014 in Tulln und Pyhra

Fungizidversuch Mais 2013/2014	BBCH	Fusariumbefall der Kolben in % (Tulln 2013)				Fusariumbefall all der Kolben in % (Tulln 2014)				Fusariumbefall der Kolben in % (Pyhra 2013)				Fusariumbefall der Kolben in % (Pyhra 2014)			
		Tulln 2013		Tulln 2014		Tulln 2014		Tulln 2014		Pyhra 2014		Pyhra 2014		Pyhra 2014			
		DON µg/kg	ZEA µg/kg	DON µg/kg	ZEA µg/kg	DON µg/kg	ZEA µg/kg	DON µg/kg	ZEA µg/kg	DON µg/kg	ZEA µg/kg	DON µg/kg	ZEA µg/kg	DON µg/kg	ZEA µg/kg		
1	Beizung Maxim XL (Metalaxyl M + Fludioxinil) - Kontrolle VS	VS	23,8 a	1812	542	29,6 a	4014	1038	3,7 a	48,8 a	3906	709					
2	Pyr. + Epo. (Retengo plus) 1.5 l	31	12,5 a	813	315	36,0 a	2273	430	1,3 a	47,5 a	2162	404					
3	Pyr. + Epo. (Retengo plus) 1.5 l	51	22,5 a	580	148	22,4 a	2379	247	3,8 a	26,3 a	2180	162					
4	Pyr. + Epo. (Retengo plus) 1.5 l	59	22,5 a	526	132	28,0 a	1023	209	0,0	30,0 a	1601	172					
5	Pyr. + Epo. (Retengo plus) 1.5 l	65	11,3 a	610	139	32,0 a	448	142	3,8 a	28,8 a	1135	115					
6	Pro. + Teb. (Prosaro) 1 l	31	20,0 a	454	105	31,2 a	2764	450	3,8 a	51,3 a	2359	505					
7	Pro. + Teb. (Prosaro) 1 l	51	18,8 a	1076	233	24,0 a	2283	350	3,8 a	23,8 a	2215	268					
8	Pro. + Teb. (Prosaro) 1 l	59	16,3 a	592	114	28,0 a	870	99	0,0	35,0 a	1764	141					
9	Pro. + Teb. (Prosaro) 1 l	65	20,0 a	430	141	20,8 a	400	198	6,3 a	25,0 a	1041	89					
10	Flu. 125 g + 125 g Pro. (Propulse) 1 l	31	21,3 a	442	133	36,0 a	2961	504	5,0 a	37,0 a	2785	685					
11	Flu. 125 g + 125 g Pro. (Propulse) 1 l	51	12,8 a	413	108	31,2 a	1776	588	6,3 a	35,0 a	2473	369					
12	Flu. 125 g + 125 g Pro. (Propulse) 1 l	59	12,5 a	209	62	30,4 a	1350	164	10,0 a	31,3 a	1853	275					
13	Flu. 125 g + 125 g Pro. (Propulse) 1 l	65	23,8 a	245	86	26,4 a	1023	80	2,5 a	27,5 a	1128	179					
14	Azo. 141,4 g/l + 122,4 g/l Prop. (Quit Xcel) 1 l	31				32,8 a	3082	335		48,8 a	2956	831					
15	Azo. 141,4 g/l + 122,4 g/l Prop. (Quit Xcel) 1 l	51				41,6 a	1026	255		40 a	2291	242					
16	Azo. 141,4 g/l + 122,4 g/l Prop. (Quit Xcel) 1 l	59				22,4 a	665	114		48,8 a	2392	215					
17	Azo. 141,4 g/l + 122,4 g/l Prop. (Quit Xcel) 1 l	65				35,2 a	866	192		46,3 a	1117	100					
18	Saatgut Beizung Pro. + Retengo plus 1.5 l	59	17,5 a	209	51	30,4 a	1807	307	3,8 a	45,0 a	2035	254					
19	Saatgut Beizung Pro. + Propulse 1.0 l	59	21,3 a	263	64	35,2 a	1452	254	2,5 a	37,5 a	1489	204					
20	Saatgut Beizung Pro. + Retengo plus 1.5 l + Prosaro 1.0 l	31 + 65	17,5 a	138	32	25,6 a	404	163	6,3 a	41,3 a	1023	95					
21	Saatgut Beizung Pro. + Quit Xcel 1.0 l	59				28,8 a	941	240		36,3 a	1672	136					
22	Saatgut Beizung Pro. + Retengo plus 1.5 l + Quit Xcel 1.0 l	31+59				28,0 a	846	160		40,0 a	973	133					

(Pyr.=Pyraclostrobin, Epo.=Epoconazol, Pro.=Prothioconazol, Teb.=Tebuconazol, Flu.=Fluopyram, Azo.=Azoxytrobin, Prop.=Propiconazol)

## Zusammenfassung

Aufgrund der geänderten Anbaumethoden und sich ändernden Klimabedingungen, ist es wichtig, sich mit neu auftretenden bzw. zunehmenden Pflanzenschutzproblemen bei Getreide-Mais Fruchtfolgen zu beschäftigen. Im No-Till Verfahren bzw. bei der Mulchsaat befinden sich größere Mengen an Stroh-rückständen, und damit teils infektiöses Material auf der Bodenoberfläche, was bei Getreide-Mais Fruchtfolgen zu *Fusarium*-Infektionen führen kann. Die vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen, dass Fungizidmaßnahmen im Maisanbau, einen Beitrag zur Reduktion der Mykotoxinproblematik liefern können. Die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes dürfen dabei jedoch nicht außer Acht gelassen werden.

## Abstract

In recent year farming methods changed clearly towards reduced tillage systems, which can lead to severe side effects, such as infestation with *Fusarium* species and an increased mycotoxin contamination of the grain. Therefore, the accomplishment of plant protection problems is a major task. The aim of this work was, to elucidate the effect of different fungicides and seed treatments on the infestation with *Fusarium* spp. and the resulting mycotoxine contamination in grain maize. The fungicide trials

were carried out in 2013 and 2014 at two particular sites of the agricultural colleges on Lower Austria, in Tulln and Pyhra. Grain samples were analysed for mycotoxine contamination with deoxynivalenol and zearalenon. Based on single samples the DON and ZON levels were in both years and on both locations higher in the control treatments compared to the fungicide treatments.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, DNW, Abteilung Pflanzenschutz, Konrad-Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln

<sup>2</sup> Landwirtschaftliche Fachschule Tulln, Frauentorgasse 72-74, 3430 Tulln

<sup>3</sup> Amt der NÖ Landesregierung Abteilung, LF2 - Landwirtschaftliche Bildung, Frauentorgasse 72, 3430 Tulln

\* Ansprechpartnerin: DI Kathrin ROSNER, [kathrin.rosner@boku.ac.at](mailto:kathrin.rosner@boku.ac.at)

# **Einfluss von Silica auf Cucumber mosaic virus infizierte Gurken in vitro Pflanzen**

## ***Impact of Silica on Cucumber mosaic virus infected cucumber in vitro plants***

Sabine Holz<sup>1\*</sup>, Michael Kube<sup>1</sup>, Grzegorz Bartoszewski<sup>2</sup>,  
Bruno Huettel<sup>3</sup> und Carmen Büttner<sup>1</sup>

### ***Zusammenfassung***

Silizium (Si) ist das zweithäufigste Element und für Pflanzen als „quasi-essentiell“ angesehen. Gewebe- und Kulturpflanzen profitieren von Si nicht nur durch dessen Schutz gegen diverse Stressoren, wie abiotische und biotische Stresse, sondern auch durch verbesserte physikalische Stabilität, höheren Ertrag oder Krankheitsresistenz (EPSTEIN 1999). Bis jetzt ist die Rolle von Si in Bezug auf Pflanzenviren auf molekularer Ebene ungeklärt. Eine Transkriptomanalyse Si-behandelter Gurken lieferte Kandidatengene, die in Zusammenhang mit der *Cucumber mosaic virus* (CMV)-Infektion stehen. Genetisch identische Gurkenpflanzen wurden mittels Gewebekultur der Linie B10 (BURZA und MALEPSZY 1995) gewonnen und auf Medien ohne/mit Natrium-Silica kultiviert und bewurzelt. Blätter von Regeneranten, mit/ohne Si, wurden mechanisch mit dem *Cucumber mosaic virus* (CMV) infiziert und die Virusinfektion durch RT-PCR in systemischem Gewebe nachgewiesen. Ausgewählte Gene, die durch eine vorangegangene Transkriptomstudie erhalten wurden und in Bezug zur CMV-Infektion stehen, wurden via qPCR untersucht. Das klonale Pflanzenmaterial wurde erfolgreich etabliert, anschließend auf Regenerationsmedium kultiviert und die RNA von voll entwickelten Klonen erhalten. Das Experiment der CMV-Infektion wurde durch die RT-PCR bestätigt. Die quantitative RT-PCR wurde durchgeführt, mit der die ausgewählten Wirtsgene der Abwehrantwort, viralem Transport und Replikation analysiert wurden, und eine gegenteilige Verschiebung durch die Si-Behandlung in Bezug auf die Virusinfektion aufzeigen. Hier bieten wir einen Einblick in die Analyse ausgewählter Transkripte aus, wobei die Si-Behandlung möglicherweise zu einem neutralen Effekt in Bezug auf die Virusinfektion in Gurkenkulturen führt (FAORO und GOZZO 2015).

### ***Abstract***

Silicon (Si) is the second most abundant element and seen as “quasi-essential” for plants. Tissue cultures and plants profit from Si not only through its protection against various stresses, such as abiotic and biotic stresses, but also through improved physical stability, higher yield or disease resistance (EPSTEIN 1999). Up to now, the role of Si with regard to plant viruses on the molecular basis remains unclear. A transcriptome analysis on Si-treated cucumber provided candidate genes related to *Cucumber mosaic virus* (CMV) infection. Genetically identical cucumber plants were obtained through tissue culture of line B10 (BURZA and MALEPSZY 1995) and cultivated in media with/without sodium silica and rooted. Leaves of regenerants, with/without Si, were mechanically inoculated with *Cucumber mosaic virus* (CMV) and the virus infection was detected in systemic tissue. Selected genes, which were obtained through a previous transcriptome study and related to CMV-infection, were analysed via qPCR. The clonal plant material was successfully established, subsequently cultivated on regeneration medium and RNA from fully developed plants was obtained. The experiment on CMV-infection was confirmed by RT-PCR. A qRT-PCR was performed on selected host genes for the analysis of defence response, viral movement and replication, and the converse shift through Si supplementation related to a virus infection is shown. Here, we provide an insight into the analysis of selected transcripts, while the Si supplementation potentially leads

to a neutral effect with regard to a viral infection in cucumber cultures (FAORO and GOZZO 2015).

### ***Literatur***

BURZA W, MALEPSZY S. 1995: Direct Plant-Regeneration from Leaf Explants in Cucumber (*Cucumis sativus* L) Is Free of Stable Genetic-Variation. *Plant Breeding* 114, 341-345.

EPSTEIN E. 1999: Silicon. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 50, 641-664.

FAORO F, GOZZO F. 2015: Is modulating virus virulence by induced systemic resistance realistic? *Plant Science* 234, 1-13.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

<sup>2</sup> Warsaw University of Life Sciences, Department of Plant Genetics Breeding and Biotechnology, 159 Nowoursynowska Street, PL-02-776 Warsaw

<sup>3</sup> Max Planck-Genome-Centre Cologne, Carl-von-Linné-Weg 10, D-50829 Köln

\* Ansprechpartnerin: MSc Sabine HOLZ, [sabine.holz@agrار.hu-berlin.de](mailto:sabine.holz@agrار.hu-berlin.de)

# **Eignung von elektrolytisch generiertem Kaliumhypochlorit zur Inaktivierung von Pflanzenviren in rezirkulierender Nährlösung im Gewächshausanbau von Tomaten**

## ***Applicability of electrolytically generated Potassium hypochlorite for inactivation of plant viruses in recirculating nutrient solution in greenhouse cultivations of tomatoes***

Janine Paulke, Martina Bandte und Carmen Büttner \*

### ***Zusammenfassung***

Die Verbreitung von Pflanzenpathogenen kann bei Verwendung rezirkulierender Nährlösungssysteme sehr schnell erfolgen und in Abhängigkeit vom Krankheitserreger und dem Zeitpunkt der Infektion hohe Ertrags- und/oder Qualitätsverluste verursachen (HONG et al. 2014). Verschiedenste Methoden wurden bisher auf ihre Eignung zur Minimierung der Ausbreitung von Pflanzenpathogenen in rezirkulierenden Wassersystemen geprüft. Während einige Methoden pathogenabhängig eine hohe Effizienz bei der Inaktivierung bzw. Eliminierung von Pilzen oder Bakterien aufweisen, vermag bisher keine Methode pflanzenpathogene Viren zu ökonomisch und ökologisch vertretbaren Bedingungen zu inaktivieren. In einer Praxisstudie wurde daher die Eignung der sensor-dosierten Zugabe einer mittels anodischer Oxidation erzeugten Desinfektionslösung zur Inaktivierung von *Pepino mosaic virus* (PepMV) in rezirkulierender Nährlösung getestet. Erste Ergebnisse zu Wirkung und Effekten der Desinfektion auf die Verbreitung von PepMV in einer über NFT-Verfahren (Nutrient-Film Technik) versorgten Tomatenkultur werden vorgestellt und in die Bewertung auch der Fruchtertrag einbezogen.

### ***Literatur***

HONG C, MOORMAN GW, WOHANKA W, BÜTTNER C, 2014: Biology, Detection, and Management of Plant Pathogens in Irrigation Water. APS Press, St. Paul, Minnesota

### ***Adresse der Autoren***

Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D 14195 Berlin

\* Ansprechpartnerin: PROF. DR. Carmen BÜTTNER, [phytomedizin@agrار.hu-berlin.de](mailto:phytomedizin@agrار.hu-berlin.de)

# Untersuchungen zum Auftreten des Arabis mosaic virus (ArMV) in Birken aus Rovaniemi (Finnland) mit Virus-spezifischen Symptomen

## *Investigations regarding the occurrence of Arabis mosaic virus (ArMV) in birches from Rovaniemi (Finland) exhibiting virus-specific symptoms*

Richard Pauwels, Markus Rott, Susanne von Bargaen und Carmen Büttner\*

### **Zusammenfassung**

Zahlreiche pflanzenpathogene Viren treten weltweit auf und sind unter anderem in Fennoskandinavien an Laubgehölzen weit verbreitet. Sandbirke (*Betula pendula*) und Moorbirke (*B. pubescens*) sind die dominierenden Laubbaumarten Finnlands (YLITALO 2013). Seit 2002 ist in der Region ein verstärktes Auftreten von Birken mit Virus-spezifischen Symptomen wie chlorotische Flecken und Adernbänderungen, Blattrollen und Nekrosen zu beobachten. Diese Erkrankung wurde mit dem *Cherry leaf roll virus* (CLRV) assoziiert (JALKANEN et al. 2007, VON BARGEN et al. 2009). In Schweden konnte mit dem *Arabis mosaic virus* (ArMV) ein weiteres *Nepovirus*, welches Birken infizieren kann, an Hölzern detektiert werden. Dieses Virus wurde bisher noch nicht an Birken in Finnland nachgewiesen; nach ersten Ergebnissen einer dsRNA-Isolierung ist nicht auszuschließen, dass ArMV auch in Birken finnischer Standorte in Form einer Mischinfektion mit CLRV vorkommt. Aufgrund der ökonomischen und ökologischen Relevanz dieser Baumgattung in Finnland wurden erste Untersuchungen zur serologischen und molekularen Detektion des ArMV in 11 CLRV-infizierten Birken vom Standort Rovaniemi durchgeführt. Eine Infektion der erkrankten Birken mit ArMV konnte weder mittels DAS-ELISA noch mithilfe der RT-PCR unter Verwendung von 2 verschiedenen Primerpaaren, welche spezifisch Fragmente der viralen RNA1 bzw. RNA2 amplifizieren, gezeigt werden.

### **Abstract**

Many plant viruses are distributed worldwide affecting also deciduous trees in Fennoscandia. Silver birch (*Betula pendula*) and downy birch (*B. pubescens*) are the dominating broadleaved tree species in Finland (YLITALO 2013). Since 2002 the spread of severe symptoms such as chlorotic spots and veinbanding, leafroll and necroses, is observed in birches of the area. Such symptoms are typically attributed to a disease of viral origin and could be associated with *Cherry leaf roll virus* (CLRV) (JALKANEN et al. 2007, VON BARGEN et al. 2009). *Arabis mosaic virus* (ArMV) another nepovirus affecting birches was detected in elderberry in Sweden. Isolation of dsRNA from virus-affected birches of Finnish origin suggested a mixed infection of diseased trees with ArMV and CLRV. First investigations were carried out to detect ArMV by serological and molecular methods in 11 CLRV-infected birches from Rovaniemi considering the economic and ecological value of this tree genus for the Finnish forests. However, infection of diseased birches with ArMV could not be confirmed neither by DAS-ELISA nor by RT-PCR applying 2 different primer pairs targeting the viral RNA1 and RNA2, respectively.

### **Literatur**

- VON BARGEN S, GRUBITS E, BÜTTNER C, JALKANEN R, 2009: Cherry leaf roll virus – an emerging virus in Finland? *Silva Fennica* 43, 727-738.
- JALKANEN R, BÜTTNER C, VON BARGEN S, 2007: *Cherry leaf roll virus*, CLRV, abundant on *Betula pubescens* in Finland. *Silva Fennica* 41, 755-762.
- YLITALO E, 2013: Finnish Statistical Yearbook of Forestry. Finnish Forest Research Institute, Helsinki

### **Adresse der Autoren**

Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

\* Ansprechpartnerin: PROF. DR. Carmen BÜTTNER, [phytomedizin@agrار.hu-berlin.de](mailto:phytomedizin@agrار.hu-berlin.de)

# Potential von Kaliumhypochlorit zur Inaktivierung ausgewählter pilzlicher, bakterieller und viraler Pflanzenkrankheitserreger

## *Potential of Potassium hypochlorite for inactivation of selected fungal, bacterial and viral plant pathogens*

Marlon-Hans Rodríguez<sup>1,2</sup>, Martina Bandte<sup>1</sup>, Gerhard Fischer<sup>2</sup> und Carmen Büttner<sup>1\*</sup>

### **Zusammenfassung**

Bei Überschussbewässerungen wie eine Anstau-, Matten-, Fließrinnen-, Tropf- oder Überkopfbewässerung bestimmen die Fließrichtung, das Pflanzsubstrat und ggf. die Anstaudauer die Höhe des Risikos eines Eintrags von Pflanzenkrankheitserregern aus der Pflanze/dem Substrat in das Dränwasser. Die Stabilität der jeweiligen Krankheitserreger sowie deren Vermehrungsfähigkeit bedingen dann das Ausmaß der Schäden in der Kultur. Während einige Verfahren zur Minimierung der Ausbreitung von Pflanzenpathogenen in rezirkulierenden Systemen pathogenabhängig eine hohe Effizienz bei der Inaktivierung bzw. Eliminierung von Pilzen oder Bakterien aufweisen, vermag kein Verfahren pflanzenpathogene Viren zu ökonomisch und ökologisch vertretbaren Bedingungen zu inaktivieren (HONG et al. 2014). In dieser Studie werden Ergebnisse präsentiert, die zeigen mit welcher Effizienz virale, pilzliche und bakterielle Pflanzenkrankheitserreger mit Hilfe einer auf der anodischen Oxidation einer Salzlösung basierender elektrolytischen Desinfektion der zirkulierenden Nährlösung inaktiviert oder eliminiert werden können.

### **Literatur**

HONG C, MOORMAN GW, WOHANKA W, BÜTTNER C, 2014: Biology, Detection, and Management of Plant Pathogens in Irrigation Water. APS Press, St. Paul, Minnesota

### **Adresse der Autoren**

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

<sup>2</sup> National University of Colombia – Santa Fé d Bogotá, Agronomy Faculty, Bogotá, Colombia

\* Ansprechpartnerin: PROF. DR. CARMEN BÜTTNER, [phytomedizin@agrار.hu-berlin.de](mailto:phytomedizin@agrار.hu-berlin.de)

# Ultrafiltration und Ultrazentrifugation zur Konzentrierung von Pflanzenviren in Nährlösung

## *Ultrafiltration and ultracentrifugation for concentration of plant viruses from nutrient solution*

Janina Vincenz, Martina Bandte und Carmen Büttner\*

### **Zusammenfassung**

Pflanzenpathogene Viren wurden bereits in Oberflächenwasser wie Bächen, Flüssen, Teichen, Seen sowie rezirkulierenden Nährlösungen nachgewiesen. Über Wurzeln oder abgestorbene Pflanzenteile gelangen Viren in das Wasser und können in Abhängigkeit ihrer Stabilität lange infektiös bleiben. Eine erfolgreiche Infektion über das Wasser ist neben der Stabilität der Viren, auch von dem Virustiter und der Kultivierungsdauer der Pflanzen abhängig (BÜTTNER et al. 2014). Im Gegensatz zu infiziertem Pflanzenmaterial weisen Wasserproben nur eine sehr geringe Viruskonzentration auf. Die Eignung der Ultrafiltration und Ultrazentrifugation zur Konzentrierung von Pflanzenviren in Nährlösung mit dem Ziel der Unterschreitung der Nachweisgrenze serologischer Testverfahren wird am Beispiel des *Pepino mosaic virus* (PepMV) untersucht. Der Erreger ist in der substratlosen Kultivierung von Gewächshautomaten aufgrund seiner leichten Übertragbarkeit über die Nährlösung von besonderer Relevanz (SCHWARZ et al. 2010). Mit Hilfe der Tangentialflussfiltration (TFF) in Kombination mit einer Ultrazentrifugation war es möglich, Viruspartikel aus der Nährlösung anzureichern, so dass der Erreger mit einem für die Routinetestung entwickelten PepMV-spezifischen DAS-ELISA detektiert werden konnte.

### **Literatur**

SCHWARZ D, BEUCH U, BANDTE M, FAKHRO A, BÜTTNER C, OBERMEIER C, 2010: Spread and interaction of *Pepino mosaic virus* (PepMV) and *Pythium aphanidermatum* in a closed nutrient solution recirculation system: effects on tomato growth and yield. *Plant Pathology*, 59, 443-452  
BÜTTNER C, BANDTE M, PETITT TR, 2014: Filtration and centrifugation for detection of plant pathogens in irrigation water. In: Hong C, Moorman GW, Wohanka W, Büttner C (eds.): *Biology, detection and management of plant pathogens in irrigation water*, APS Press, St. Paul, Minnesota, S. 139-148

### **Adresse der Autoren**

Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

\* Ansprechpartnerin: PROF. DR. Carmen BÜTTNER, [phytomedizin@agrار.hu-berlin.de](mailto:phytomedizin@agrار.hu-berlin.de)

# Maßnahmen zur Bekämpfung der Roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) – Wirksamkeitsvergleich verschiedener Silikatpräparate unter Laborbedingungen

## *Management of red poultry mite (Dermanyssus gallinae) – Effectivity of silica based acaricides under laboratory conditions*

Johanna Schulz<sup>1,2\*</sup>, Jutta Berk<sup>1</sup>, Johanna Suhl<sup>3</sup>, Lars Schrader<sup>1</sup>, H. M. Hafez<sup>2</sup>,  
Inga Mewis<sup>4</sup> und Christian Ulrichs<sup>3\*</sup>

### **Einleitung**

Die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) ist ein Ektoparasit verschiedener Vogelarten. Da die Rote Vogelmilbe eine Reihe von Infektionskrankheiten übertragen kann, gilt sie auch als Hygieneschädling. In der Geflügelhaltung stellt ein Befall mit der Roten Vogelmilbe einen permanenten Stressfaktor für die Vögel dar und führt bei den betroffenen Tieren zu Blutarmut, verringerter Eiablage und manchmal sogar zum Tod. Außerdem gelten die Milben als Überträger verschiedener Krankheitserreger. Die Rote Vogelmilbe sucht ihren Wirt lediglich nachts für 1 bis 2 Stunden auf um Blut zu saugen. Tagsüber verstecken sich die Parasiten in Spalten und Ritzen und erschweren dadurch eine wirksame Bekämpfung.

Zur Bekämpfung werden zunehmend, aufgrund ihres physikalischen Wirkmechanismus, ungiftige Acarizide auf Silikatbasis eingesetzt. Dabei sind staubförmige und flüssige Präparate im Handel. Die Wirksamkeit von im Handel befindlichen Präparaten wurde unter Laborbedingungen gegen alle Stadien der Roten Vogelmilbe getestet.

### **Material und Methoden**

Zwölf Acarizide, vorrangig auf natürlichen Diatomeenerden oder amorphen synthetischen Siliziumverbindungen basierend, wurden in flüssiger oder pulveriger Form auf ihre Wirksamkeit getestet. Die physiko-chemische Charakterisierung der Materialien erfolgte an der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover. Die genauen Testverfahren für die Analysen lassen sich bei Schulz et al. (2014) nachlesen.

Wirksamkeitsvergleiche wurden innerhalb von 24 h nachdem die Milben am Huhn gefüttert wurden mit *D. gallinae* durchgeführt. Hierzu wurden 6,6 mg (1 g m<sup>2</sup>) Pulver oder 7.5 ml des Flüssigmaterials in Petrischalen (9 cm Durchmesser) aufgetragen. Jeder Versuch fand unter 25°C und bei einer rel. Luftfeuchte von 75 % in dreifacher Wiederholung statt. Die Petrischalen wurden vor Besatz mit den Milben drei Tage den Klimabedingungen in einem Klimaschrank angepasst. Die Milben wurden mit einem Pinsel; an dem die Tiere heraufkrabbelten; in die Petrischalen transferiert. In jede Petrischale wurden 25-30 Tiere gesetzt und die Mortalität alle zwei Stunden kontrolliert.

Zur Bestimmung der Wirksamkeit erfolgte die Berechnung der Zeit in der 50 % der Tiere abgestorben sind (LT<sub>50</sub>). Zur Berechnung diente eine Probit-Analyse; wobei die Daten zuvor nach Abbott um die Mortalität in den Kontrollen korrigiert wurden. Die statistische Absicherung der Daten erfolgte mittels Varianzanalyse und Tukey`s HSD Test (p < 0.05).

### **Ergebnisse und Diskussion**

Alle getesteten Materialien zeigten akarizide Eigenschaften wobei sich die Wirksamkeitsraten stark unterschieden (Abb. 1). Die wirksamsten pulverförmigen Materialien töteten innerhalb von 8,8 Stunden, die am wenigsten wirksamen innerhalb von 18,7 Stunden 50 % die eingesetzten Milben. Für flüssig applizierte Produkte lag die Spanne zwischen 6 und 12,7 Stunden.

Mittels schrittweiser Regressionsanalyse konnte gezeigt werden, dass der SiO<sub>2</sub> Gehalt keinen Einfluss auf die Wirkgeschwindigkeit hat. Die Kationen-Austauschkapazität, die Wasserabsorptionskapazität und die spezifische Oberfläche (BET-Wert) hingegen korrelierten positiv mit der Wirkgeschwindigkeit. Der BET-Wert wurde in früheren Arbeiten bereits als wichtigster Parameter beschrieben um die

Wirksamkeit von solchen Silikaten zu beschreiben. Der BET-Wert korrelierte ebenfalls positiv mit der Wasseraufnahmekapazität der Materialien.

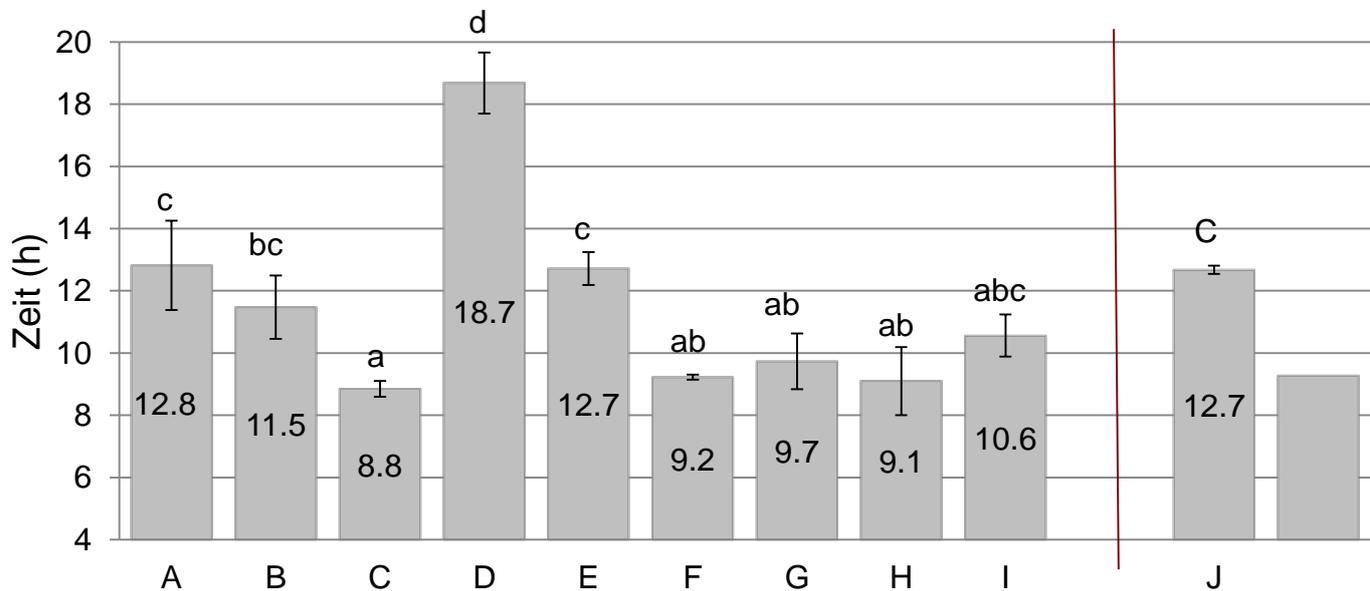


Abb. 1. Wirksamkeit ( $LT_{50}$ ) unterschiedlicher Produkte (flüssig A- I; pulverförmig J – L) gegen adulte *D. gallinae*, (Tukey's HSD test ( $p < 0,05$ ))

Mewis and Ulrichs (2001) beschreiben solche Unterschiede ebenfalls für Insektizide auf Silikatbasis. Einige Silikat basierte Akarizide werden flüssig aufgetragen. MAURER und PERLER (2006) konnten nach Abtrocknung  $SiO_2$ -Rückstände auf den Oberflächen nachweisen. MAURER et al. (2009) beschreiben in ihren Arbeiten eine fehlende Wirksamkeit für flüssig applizierte Materialien. Dieses konnte in unseren Versuchen mit den aktuell auf dem Markt befindlichen Substanzen ausgeschlossen werden.

Flüssige Materialien sind anwenderfreundlicher im Vergleich zu staubförmigen Substanzen. Im Gegensatz dazu können einige trocken ausgebrachte Wirksubstanzen besser in kleine Ritze im Stall eindringen (ABDEL-GHAFFAR et al. 2008).

Neben der Wirkgeschwindigkeit ist ein wesentlicher Faktor die langfristige Wirkung im Hühnerstall. Keines der getesteten Materialien führte zu einer 100 %igen Abtötung der Eier. Die Wirksamkeit reichte hier zwischen 4 – 36 % für Pulver und 9 und 78 % für Flüssigkeiten. Wie lange die Materialien ihre akarizide Wirkung im Stall beibehalten wird in weiterführenden Versuchen getestet.

### Zusammenfassung

Ein Befall von Geflügel mit der Roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) hat hohe Tierschutzrelevanz. Zurzeit sind die Bekämpfungsmöglichkeiten, besonders für die ökologische Legehennenhaltung, in der EU sehr beschränkt. Daher gibt es dringenden Bedarf an alternativen Bekämpfungsmethoden. In zwei Laborversuchen wurde die Wirksamkeit in vitro von neun staubförmigen und drei flüssigen siliziumdioxidreichen Verbindungen untersucht. Als Unterscheidungskriterium der Präparate diente die mittlere letale Zeit ( $LT_{50}$ -Wert; Zeit in der 50 % der behandelten Milben sterben). Bei den getesteten staubförmigen Präparaten war die Rangfolge der Präparate je nach Versuch leicht unterschiedlich. Die  $LT_{50}$ -Werte der besten fünf staubförmigen Präparate hatten eine Spannweite von 5,1 bis 10,56 Stunden. Bei den drei flüssigen Präparaten lagen die  $LT_{50}$ -Werte zwischen 5,47 und 12,68 Stunden. Keines der Produkte erreichte eine vollständige Abtötung der Eier. Die ovizide Wirksamkeit lag bei 4 – 36 % für Pulver und 9 und 78 % für flüssig applizierte Materialien. Der  $SiO_2$  Gehalt hatte keinen Einfluss

auf die Wirkgeschwindigkeit, Kationen-Austauschkapazität, Wasserabsorptionskapazität und spezifische Oberfläche korrelierten hingegen positiv mit der Wirkgeschwindigkeit. Im Anschluss an die Laborversuche folgen nun Versuche im belegten Stall um die langfristige Wirksamkeit der Materialien zu analysieren.

### **Abstract**

Poultry red mites can be controlled using silica-based acaricides. The acaricidal effect is attributed to sorptive properties of the particles, which depends on specific surface, cation exchange capacity, and water absorption capacity but not SiO<sub>2</sub>-content. Mite mortality measured as mean lethal time (LT<sub>50</sub>) differed significantly between tested products. LT<sub>50</sub>-values of powdery formulations ranged from 5.1 to 10.5 hours and overlapped with those of the fluid ones, which ranged from 5.5 to 12.7 hours. None of the products could kill 100% of mite eggs. The ovicidal efficacy ranged between 4 – 36% for powders and 9 and 78% for fluids. The next step is to test efficacy over time in poultry houses.

### **Literatur**

- ABDEL-GHAFFAR F, SOBHY HM, AL-QURAIHY S & SEMMLER M, 2008: Field study on the efficacy of an extract of neem seed (Mite-Stop (R)) against the red mite *Dermanyssus gallinae* naturally infecting poultry in Egypt. Parasitology Research 103:481–485
- MAURER V, PERLER E, 2006: Silicas for control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. Organic congress 2006. Odense 504–505
- MAURER V, PERLER E, HECKENDORN F, 2009: In vitro efficacies of oils, silicas and plant preparations against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. Exp Appl Acarol 1–2:31–41
- MEWIS I, ULRICHS C, 2001: Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. J Stored Prod Res 2:153–164
- SCHULZ J, BERK J, SUHL J, SCHRADER L, KAUFHOLD S, MEWIS I, HAFEZ M & ULRICHS CH, 2014: Characterization, mode of action, and efficacy of twelve silica-based acaricides against poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in vitro. Parasitology Research, DOI: 10.1007/s00436-014-3978-6

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> Institut für Tierschutz und Tierhaltung Celle (FLI)

<sup>2</sup> Institut für Geflügelkrankheiten, FU Berlin

<sup>3</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie, Lentzeallee 55-57, 14167 Berlin, Germany

<sup>4</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik, Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin

\* Ansprechpartner: Prof. Dr. Dr. Christian ULRICHS, christian.ulrichs@hu-berlin.de

# **Straßen- und Alleebäume unter Klimastress – neue Baumsortimente für die Zukunft**

## ***Climatic stress for street trees – new tree selections for the future***

Christian Ulrichs<sup>1\*</sup>, Matthias Zander<sup>1</sup>, Jan Gloger<sup>1</sup>, Daniel Behrendt<sup>1</sup> und Inga Mewis<sup>2</sup>

### ***Einleitung***

Bäume erfüllen im urbanen Siedlungsraum zahlreiche ökologische Funktionen. Ihre Bedeutung wird aufgrund der hohen Urbanisierungsrate zunehmen. Im Jahr 2050 werden nach UN- Schätzungen 75 % der Weltbevölkerung in Städten leben (derzeit weltweit 51 %, in Deutschland 88,7 %). Im Gegensatz dazu ist in Deutschland mit dem weiter fortschreitenden Klimawandel eine deutliche Verschlechterung der Lebensbedingungen von Allee- und Straßenbäumen bis hin zum Verlust von „städtischem Grün“ zu erwarten (ROLOFF 2006, ROLOFF et al. 2008). Nach den wahrscheinlichsten Szenarien wird die Häufigkeit von Temperaturextremen, Starkniederschlägen, warmen Wintern bei insgesamt abnehmenden Sommerniederschlägen und längeren Trockenperioden während der Vegetationsperiode zunehmen (BERNHOFER et al. 2007). Dabei sind die Standortbedingungen der Straßenbäume im urbanen Bereich schon jetzt überwiegend ungünstig. Bäume, ursprünglich aus natürlichen Wäldern und Offenlandschaften entnommen, wachsen unter urbanen Bedingungen überwiegend auf physiologischen Extremstandorten. Einige bisher verwendete Baumarten und Sorten werden den künftigen, sich weiter verschlechternden Standortbedingungen, insbesondere dem zu erwartendem Trockenstress in Regionen wie Berlin und Brandenburg, nicht gewachsen sein. Gleichzeitig sind Baumpflanzungen im urbanen Raum kostenintensive Investitionen und müssen langfristig überlebensfähig sein. Da die Produktion von qualitativ hochwertigen Alleebäumen, je nach Baumart und Stammumfang, jedoch 8-12 Jahre oder länger dauert (MÖLLER 2011, BELTZ 1989), müssen die Baumschulen bereits jetzt Entscheidungen fällen, welche Baumartensortimente für die Zukunft produziert werden sollen. Vor diesem Hintergrund stehen die Baumschulen vor der Herausforderung Bäume für die urbanen Bereiche zu produzieren, die den neuen städtischen Standortbedingungen gerecht werden. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, Baumarten und -sorten aus anderen Klimaregionen hinsichtlich ihrer Anbaueignung und ihrer Funktionsfähigkeit als möglicher zukünftiger Stadtbaum zu testen. Neben fremdländischen Baumarten müssen von bisher verwendeten Straßenbaumarten bestimmte Genotypen ausgewählt werden, welche die angesprochenen Stressfaktoren besser tolerieren können.

Durch den fortschreitenden Klimawandel werden Bäume in unseren Städten gut wachsen, die aus Klimaregionen kommen, in denen die Winter vergleichsweise kalt und während in der Vegetationszeit auch längere Trockenperioden typisch sind. Beispielhaft dafür sind Regionen in Südosteuropa, aber auch Areale in Nordamerika und Asien. Ein wichtiges Auswahlkriterium ist gleichzeitig eine mögliche Toleranz gegenüber den in unseren Regionen auftretenden Krankheiten und Schädlingen.

### ***Material und Methoden***

Im Rahmen des Innovationsnetzwerkes Klimaanpassung Brandenburg Berlin wurden nach einer Vorauswahl von Arten und Sorten der zu prüfenden Baumarten Botanische Gärten und Arboreten besucht, sowie Dendrologen konsultiert. Baumschulen wurden insbesondere in den Entscheidungsprozess zur technologischen Eignung als Straßenbaum mit einbezogen. In die Gehölzauswahl flossen die GALK-Straßenbaumliste, die KlimaArtenMatrix für Stadtbaumarten ROLOFF et al. (2008) und das Projekt Stadtgrün 2021 der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau ein.

In einer Versuchspflanzung aus dem Frühjahr 2010 in Berlin und Brandenburg mit 82 Arten und Sorten, selektiert aus semi-ariden Gebieten, werden Bäume auf ihre Trockenstresstoleranz getestet. Die Gehölze sind dabei in drei Gruppen mit je fünf Bäumen einer Art/Sorte optimal versorgt, moderatem Trockenstress oder starkem Trockenstress ausgesetzt. Die Abstufung der Varianten erfolgt, durch Tensiometer kontrolliert, über unterschiedliche Bewässerungszeiten. Innerhalb der Versuchsvariante „moderater Trockenstress“ wird eine mögliche Optimierung der Wassergaben in der Alleebaumproduktion getestet. Die Bäume sollen über zehn Jahre geprüft werden. Zusätzlich zu den Alleebaumversuchen wurden auch Obstbäume in die Versuchsanstellung einbezogen. Dabei wurden zwei Apfel- und zwei Süßkirscharten, die auf jeweils zwei verschiedene hochstämmige Unterlagen veredelt wurden, mit

dem gleichen Versuchsaufbau gepflanzt. Ziel dieses Teilversuches ist es, die Einflüsse der Unterlagen-Sorten-Kombination auf die Trockenstresstoleranz zu untersuchen. Alle Gehölze werden morphologisch und phänologisch bonitiert und auftretende Krankheiten und Schädlinge erfasst.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Nach dem Vorbild der Bundesgehölzsichtung erfolgte eine vorläufige Einstufung der untersuchten Arten und Sorten nach einem Bewertungskatalog auf Grundlage eines erarbeiteten Punktesystems. Bewertungskriterien sind u. a. der Gesamteindruck, Vitalität, Trockentoleranz, Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen, Kronenaufbau, Wirtschaftlichkeit (Stammzuwachs, Höhe, Kronendurchmesser), Winterhärte und Spätfrostgefährdung. Einige Parameter können durch die Kürze des Versuches und die in den bisherigen Versuchsjahren herrschenden Klimabedingungen noch nicht endgültig bewertet werden. Nach der bisherigen Einschätzung zeigen die Arten bzw. Sorten *Alnus x spaethii*, *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', *Liquidambar styraciflua* 'Worplesdon', *Magnolia kobus*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Phellodendron amurense*, *Quercus frainetto*, *Tilia americana* 'Redmond', *Tilia* 'St. Istvan' und *Ulmus hollandica* 'Lobel' die höchsten Bewertungsergebnisse. Diese Arten und Sorten können für den Berliner Standort bereits als Alternativen für das Stadtbaumsortiment der Zukunft empfohlen werden. Als trockenstresstolerante und nicht durch das Eschentriebsterben beeinträchtigte Alternative für den Kugel-Ahorn (*Acer platanoides* 'Globosum'), ist die Kugelform der Manna-Esche *Fraxinus ornus* 'Meczek' z. B. für städtische Fussgängerzonen empfehlenswert.

### ***Zusammenfassung***

In Deutschland zeichnet sich mit dem fortschreitenden Klimawandel eine deutliche Verschlechterung der Lebensbedingungen von Allee- und Straßenbäumen ab, woraus sich die Notwendigkeit ergibt bereits jetzt neue Sortimente zu erschließen, die den künftigen, erschwerten Klimabedingungen gewachsen sind. Im Rahmen eines für 10 Jahre angelegten Freilandversuchs erfolgen mithilfe phänologischer und morphologischer Bonituren seit 2010 Bewertungen zur Trockenstresstoleranz, Winterhärte und Krankheitsresistenz, sowie bei Obstbäumen zu Einflüssen der Unterlagen-Sorten-Kombination auf die genannten Parameter. Einige Parameter können noch nicht abschließend bewertet werden. Nach bisherigen Einschätzungen zeigen die Arten bzw. Sorten *Alnus x spaethii*, *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', *Fraxinus ornus* 'Meczek', *Liquidambar styraciflua* 'Worplesdon', *Magnolia kobus*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Phellodendron amurense*, *Quercus frainetto*, *Tilia americana* 'Redmond', *Tilia* 'St. Istvan' und *Ulmus hollandica* 'Lobel' die höchsten Bewertungsergebnisse und können für den Berliner Standort bereits als zukünftige Alternativen für das bisherige Sortiment empfohlen werden.

### ***Abstract***

Due to the climate change, a continuous decline of the habitat conditions of street and alley trees demands the establishment of new of species and cultivars. These new trees should be adjusted to future conditions in their urban environment. In an open field trial, designed to be carried out over 10 years, phenological and morphological parameters such as drought tolerance, winter hardiness, and resistance against pathogens are evaluated. Additionally, the cross effects of stock and cultivar of fruit trees are tested with regard to the named parameters. Because of the short duration of the trial and the climate conditions since 2010, a final evaluation of all parameters cannot yet be given. According to present ratings, the species or cultivars *Alnus x spaethii*, *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', *Fraxinus ornus* 'Meczek', *Liquidambar styraciflua* 'Worplesdon', *Magnolia kobus*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Phellodendron amurense*, *Quercus frainetto*, *Tilia americana* 'Redmond', *Tilia* 'St. Istvan' und *Ulmus hollandica* 'Lobel' show the best overall results and can already be recommended as future alternatives to conventional street and alley trees in the Berlin area.

### ***Literatur***

BELTZ, H. (1989): BdB Ausbildungshandbuch. 1. Teil Vermehrung, Weiterkultur. 3. Auflage Fördergesellschaft „Grün ist Leben“ Pinneberg. 35-56

BERNHOFER, C.; FRANKE, J.; GOLDBERG, V.; KÜCHLER, W. (2007): Stadtklima-Klimaänderung: Was ist zu erwarten? In: ROLOFF, A., THIEL, D., WEIB, H. (Hrsg.) (2007): Urbane Gehölzverwendung im Klimawandel und aktuelle Fragen der Baumpflege. Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt, Beiheft 6: 10-14

MÖLLER, H. H. (2011): BdB-Ausbildungsbuch, Ausbildung zum Baumschulgärtner. aVBuch im Cadmos Verlag Schwarzenbek. 184-210

ROLOFF, A (2006): Bäume in der Stadt – was können sie fernab des Naturstandortes ertragen? Forst und Holz 61: 350-355

ROLOFF, A.; BONN, S.; GILLNER, S. (2008): Baumartenwahl und Gehölzverwendung im urbanen Raum unter Aspekten des Klimawandels. In : ROLOFF, A.; THIEL, D.; WEISS, H. (Hrsg.): Aktuelle Fragen der Baumpflege und Stadtböden als Substrat für ein Baumleben. Forstw. Beitr. Tharandt, Beiheft 7: 92-107

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie, Lentzeallee 55-57, 14167 Berlin, Germany

<sup>2</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik, Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin

\* Ansprechpartner: Prof. Dr.Dr. Christian ULRICH, christian.ulrichs@hu-berlin.de

# Generhaltung alter historischer Rebsorten von *Vitis vinifera*, sowie Viruseleminierung mit Hilfe der in-vitro-Kultur

## *Preservation of historical Vitis vinifera varieties, elimination of viruses using in vitro culture*

Christian Ulrichs<sup>1\*</sup>, Julia Eckardt<sup>1</sup>, Antje Schmidt<sup>1</sup>, Rima Baag<sup>1</sup>, Jan Gloer<sup>1</sup>, Laura Herr<sup>1</sup>,  
Klaus Epperlein<sup>2</sup> und Matthias Zander<sup>1</sup>

### **Einleitung**

In den deutschen Weinanbaugebieten existiert eine Vielzahl historischer Rebsorten, die zum größten Teil in Vergessenheit geraten und vom Aussterben bedroht sind. An der Humboldt-Universität zu Berlin wird zusammen mit dem Mitteldeutschen Institut für Weinforschung an der Erhaltung und Nutzung dieser heimischen und bedrohten Sorten der europäischen Weinrebe *Vitis vinifera* L. gearbeitet. Neben dem Erhalt der genetischen und historischen Vielfalt im Allgemeinen, liegt die Fokussierung zum anderen speziell auf dem Selektionskriterium der Erhaltung der biochemischen Vielfalt. Viele alte und somit historische Rebsorten sind in Vergessenheit geraten, so dass heutzutage teilweise nur noch wenige Exemplare einzelner Sorten existieren. Im Weinbaugebiet Saale-Unstrut (Kathert'scher Weinberg) existieren beispielsweise weltweit die letzten sechs Rebstöcke der Sorte 'Schwarzer Heunisch'.

### **Material und Methoden**

Im Rahmen eines Modell- und Demonstrationsvorhabens wurden zwei Weinbaugebiete ausgewählt, die auf Grund der historischen Entwicklung zwischen 1945 und 1990 keine Flurbereinigungsmaßnahmen erfuhren, daher gibt es hier relativ viele Standorte mit historischem Rebmateriale. In den Weinbaugebieten Saale-Unstrut und Sachsen erfolgte die Sichtung und Auswahl historischer Rebsorten und Untersuchungen zu Inhaltsstoffen mit gesundheitsfördernder Wirkung. Dabei wurden vorrangig Polyphenole untersucht, die für zahlreiche gesundheitsfördernde Wirkungen verantwortlich gemacht werden. Ergänzend fanden molekulargenetische Untersuchungen zu Verwandtschaftsverhältnissen statt. Die Vorauswahl der historischen Rebsorten fand gemeinsam mit dem Julius-Kühn-Institut, Institut für Rebenzüchtung sowie anhand des Berichtes zur „Erfassung rebgenetischer Ressourcen in Deutschland“, FKZ: 05BE008, BLE (Verfasser A. Jung), statt. Im Labor erfolgten in einem ersten Schritt die Virusfreimachung des Pflanzenmaterials (Grell et al. 2009) und die Vermehrung über die in Vitro-Kultur. Im Anschluss daran erfolgte eine biochemische Charakterisierung wertgebender Inhaltsstoffe aus Trauben mittels HPLC. Hier wurde auf die Inhaltsstoffgruppe der Stilbene, speziell das Resveratrol fokussiert.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Insgesamt konnten bisher 110 historische Rebsorten erfasst und dokumentiert werden. Alle Sorten wurden morphologisch beschrieben. Die beprobten Reben wurden von Pathogenen befreit und in-vitro vermehrt. Für alle Rebsorten erfolgte die Anlage eines Klonarchivs. Im März/April 2014 erfolgten die ersten 500 Veredelungen der Sorte 'Schwarzer Heunisch' und 100 Veredelungen der Sorte 'Roter Riesling' auf zugelassene Unterlagen. Der Schwarze Heunisch konnte bereits in den Versuchsanbau überführt werden. Im Jahr 2014 konnten 50 historische Sorten zu ihrer optimalen Reifezeit eingesammelt werden, davon werden derzeit reifegruppenspezifische Profile von Resveratrol und anderer Weinbeeren-Stilbene erstellt. Erste Ergebnisse zeigen jedoch, dass es hier große Sortenunterschiede im biochemischen Profil gibt als auch, dass das Terroir einen großen Einfluss auf die quantitativen Zusammensetzungen hat.

Die um 1900 von Christian Oberlin aus *Vitis riparia* und *Vitis vinifera* 'Gamay noir' gezüchtete Rebsorte gilt heutzutage als sehr seltene Sorte. Sie zeichnet sich durch ihre Resistenz gegenüber der Reblaus und dem Falschen Mehltau aus. Die Trauben weisen eine sehr intensive blaue Färbung auf. In ersten Untersuchungen hat sich die Rebsorte 'Oberlin noir', aufgrund ihres biochemischen Metabolitprofils, als eine sehr interessante Sorte mit vielen bioaktiven Inhaltsstoffen herausgestellt.

Mit diesen historischen Rebsorten lassen sich auf eine Region bezogene Konzepte entwickeln sowie deren Produkteinführung realisieren. Beispielsweise kann im nördlichsten Weinbaugebiet Deutschlands, Saale-Unstrut, auf dem ca. 150 Jahre alten Kathert'schen Weinberg bei Karsdorf ein Museum zur direkten Erhaltung der genetischen Vielfalt durch historische Weinnutzung entstehen und als bedeutender sammlungshaltender Partner in die dezentralen Genbank Reben aufgenommen werden. Somit kann auf historischer Grundlage modern veredelt und durch die Nutzung der heutigen Kellerwirtschaft ein Mixsatz der bedeutenden historischen Sorten als Museumswein vermarktet werden. Es lassen sich Besonderheiten produzieren, die gute Chancen auf nationalen und internationalen Märkten haben. Das Vorhaben ist in mehrfacher Hinsicht modellhaft für eine innovative Erhaltung von Genressourcen der Europäerrebe und kann für andere Weinregionen übernommen werden.

### ***Zusammenfassung***

Im Rahmen eines Modell- und Demonstrationsvorhabens wurden in zwei nordostdeutschen Weinregionen historische Rebsorten identifiziert. Ziel ist die Erhaltung historischer Sorten durch Nutzung. Ausgewählte Sorten wurden im Labor von Pathogenen befreit und in-vitro vermehrt. Einige dieser Sorten wiesen in biochemischen Untersuchungen ein interessantes Sekundärmetabolitprofil auf. Besonders der Anteil an gesundheitsfördernden Polyphenolen war in einigen Sorten sehr hoch. Als erste historische Rebsorte wurde der Schwarze Heunisch im Saale-Unstrut Gebiet in einem Versuchswinegut gepflanzt.

### ***Abstract***

In two north-east German wine producing areas historical grape varieties have been identified. In in-vitro cultivations pathogens have been eliminated and different varieties propagated. Aim of the project is the preservation of biodiversity in the genus *Vitis* through their use. Some cultivars showed an interesting polyphenolic profile, especially concerning health promoting metabolites. The historical variety Schwarzer Heunisch has already been planted in a vineyard in east Germanys Saale-Unstrut area.

### ***Literatur***

GRELL L, MAHNKE K, FEUERHAHN B, ZANDER M, ULRICHS CH, EPPERLEIN K & WEBER M, 2009: Generhaltung alter historischer Lokalsorten von *Vitis vinifera* aus dem Saale-Unstrut-Anbaugebiet, sowie Viruseliminierung mit Hilfe der In-Vitro-Kultur. 45. Gartenbauwissenschaftliche Tagung vom 25.-28.02.2009 in Berlin, BHGL Schriftenreihe 26: 92 (ISSN 1613-088X).

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie, Lentzeallee 55-57, 14167 Berlin, Germany

<sup>2</sup> Mitteldeutsches Institut für Weinforschung, Bernburger Str. 55, 06366 Köthen

\* Ansprechpartner: Prof. Dr.Dr. Christian ULRICHS, christian.ulrichs@hu-berlin.de

# Züchterische Verbesserung von salicinreichen Biomasseweiden

## *Breeding of salicylate-rich biomass willows*

Christian Ulrichs<sup>1\*</sup>, Matthias Zander<sup>1</sup>, Nadja Förster<sup>1</sup>, Angela Köhler<sup>1</sup>, Jan Gloger<sup>1</sup>,  
Irmtraud Zaspel<sup>2</sup> und Ben Bubner<sup>2</sup>

### **Einleitung**

In einem Verbund-Projekt zur Züchtung neuer Biomasseklone der Weide durch intra- und interspezifische Kreuzung sollen die Zuchtziele Biomasse, Rostpilzresistenz, Trockenstresstoleranz und Salicylatgehalt effektiv kombiniert werden. Bisher finden als „Kurzumtriebs-Weiden“ überwiegend stark wachsende Klone der Art *Salix viminalis* bzw. Hybriden mit *Salix schwerinii* Verwendung. Andere Weidenarten oder deren Hybriden, wie z. B. *Salix daphnoides* und *Salix purpurea*, die gleiche oder ähnliche Biomasseerträge erreichen können, wurden in der Züchtung in Europa bisher nur unzureichend berücksichtigt. Da diese beiden Weidenarten ein anderes Pathogenspektrum innerhalb der Gattung *Melampsora* besitzen, besteht die Möglichkeit, bei neuen selektierten Klonen zu einer Steigerung der Resistenz gegenüber den natürlichen vorherrschenden Rostpilzpopulationen zu kommen. Zusätzlich bilden diese beiden Arten wertvolle Inhaltsstoffe, wie Salicylate und andere Phenolglykoside. Diese bieten die Möglichkeit, den Anbau von Biomasseweiden über das Niveau der rein energetischen Nutzung auszuweiten und somit einen Mehrwert durch eine Doppelnutzung zu erzielen. Für Salicylate ergeben sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, wie z. B. als Biopharmazeutika, als Nahrungsergänzungsmittel, in der Tierernährung und im biologischen Pflanzenschutz.

### **Material und Methoden**

Als genetische Grundlage für die intra- und interspezifischen Kreuzungen dienten langjährig angelegte Klonarchive der Projektpartner der Humboldt-Universität zu Berlin und dem Thünen-Institut für Forstgenetik, die sich an den Standorten Berlin-Dahlem sowie Zepernick und Waldsiefersdorf (Brandenburg) mit insgesamt ca. 600 Klonen befinden. Anhand von Mess- und Boniturdaten, Ergebnissen aus Trockenstressversuchen sowie Untersuchungen des Salicylatgehaltes der Rinde wurden die besten Genotypen selektiert und für weitere Kreuzungen in den Jahren 2011–2013 genutzt. Innerhalb der entstandenen Nachkommenschaften wurden Sämlingspflanzen selektiert und verklont. Diese Pflanzen wurden in weiteren Versuchsanlagen geprüft (Reihenabstand 2 m, Abstand in der Reihe 0,5 m).

Bewertungskriterien für die neu gewonnenen Weidenklone waren Wuchsmerkmale wie Höhe, Sprosszahl und Frischmasse. Die Rostpilzresistenz im Feld wurde durch Bonituren im Spätsommer und zusätzlich mit Hilfe eines standardisierten Biotests unter kontrollierten Bedingungen mit Blattscheiben der verklonten Pflanzen gegenüber 5 *Melampsora*-Rostpilztaxonen ermittelt. (Bubner et al. 2014). Die Testpilzkollektion wurde jährlich neu nach einer Analyse der vorherrschenden Rostpilzpopulation an der Gattung *Salix* für das Nordostdeutsche Tiefland zusammengestellt. Ein weiteres wichtiges Prüfkriterium war die Trockentoleranz der neu selektierten Klone. Dazu wurden erfolgversprechende Klone in einer Versuchsanlage der Humboldt-Universität bei drei unterschiedlichen Wasserversorgungsstufen untersucht und anhand ihrer Biomassebildung unter Trockenstress eingestuft. Diese Untersuchungen bildeten die Basis für die Auswahl von 34 Klonen, die zusammen mit zwei Kontrollklonen (*S. viminalis* "Tordis" und ein triploider *S. viminalis*-Klon) in einer Nachkommenschaftsprüfung in Wriezen (Brandenburg) im Jahr 2013 angepflanzt wurden.

Die Nachkommenschaftsprüfung wird hinsichtlich der verschiedenen Ertragsparameter und der Rostpilzresistenz ausgewertet. Eine weitere wichtige Fragestellung ist die Ermittlung des Gehaltes an Salicylaten im Rindengewebe, der im Vergleich zu dem der Elternklone gestellt wird. Die Analyse der Inhaltsstoffe erfolgte mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC). Für die Quantifizierung dient als interner Standard Resorcin. Qualitativ wurden die verschiedenen Phenolglykoside anhand ihrer Retentionszeit, ihrer spezifischen UV-Spektren sowie mittels der Massenspektrometrie identifiziert.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die Auswertung der Nachkommenschaftsprüfung nach einer Vegetationsperiode zeigte einen deutlichen Züchtungsfortschritt hinsichtlich Ertragsleistung und Rostpilzresistenz bei verschiedenen Genotypen, die aus den Kreuzungsnachkommenschaften selektiert worden waren. Die höheren Erträge wurden insbesondere durch längere und stärkere Triebe im Vergleich zu den Kontrollklonen erzielt, während die Triebzahl annähernd gleich blieb.

Die Untersuchung der Salicylatgehalte zeigte deutliche Klonunterschiede der Kreuzungsnachkommen auf, die auf die Höhe der gebildeten Inhaltsstoffe in den Elternklonen zurückzuführen sind. Dieses lässt sich durch den Vergleich der Chromatogramme der Eltern mit dem des Nachkommens belegen, aus dem ersichtlich wird, dass die Eigenschaft der Sekundärmetabolitbildung von beiden Eltern vererbt wird. So konnte bei dem Elternklon *S. daphnoides* DA57 Salicortin als Hauptinhaltsstoff identifiziert werden. Dagegen besitzen die *S. viminalis*-Klone nur sehr geringe Mengen an Salicortin. Der Klon *S. viminalis* 79036 x *S. daphnoides* DA57\_64 konnte wie entsprechend einen intermediären Gehalt an Salicortin im Vergleich zu seinen Eltern auf (36 %). Bei der Art *S. viminalis* war der Hauptinhaltsstoff das Phenolglykosid Triandrin. Ein Klon, der aus der Kreuzung von *S. viminalis* 79036 mit *S. daphnoides* DA57 stammte, wies nur noch 43 % dieses Inhaltsstoffs auf. Diese Ergebnisse belegen, dass es durch gelenkte Kreuzungen möglich ist, wertgebende Inhaltsstoffe wie Salicylate, gezielt einzukreuzen. Quantitativ liegen die Nachkommen in der Regel im Mittel zwischen den Elternklonen, wobei jedoch eine Variabilität zwischen Geschwistergenotypen zu erkennen ist.

Durch die Auswertung der Salicylatgehalte von mehreren Weidenarten sowie einer größeren Zahl von intraspezifischen und interspezifischen Kreuzungsnachkommen und ihre Biomassebildung lassen sich drei Gruppen unterscheiden: *S. viminalis* ist sehr ertragsstark, bildet aber keine Salicylate. Hybriden aus *S. viminalis* x *S. daphnoides* weisen intermediäre Gehalte im Vergleich zu den beiden Elternarten auf, die auch stark schwanken können. Die Kombinationen *S. daphnoides* x *S. daphnoides* erreichen die höchsten Salicylatgehalte (DA86\_x\_DA135\_3\_D und DA92\_x\_DA135\_1\_Z). *S. purpurea* bildet ebenfalls große Mengen an Salicylaten, entsprechend intermediär liegen die Werte der zwei geprüften *S. purpurea* x *S. viminalis*-Nachkommen. Die Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist Genotypen zu selektieren, in denen die Parameter der Wuchsleistung und des Salicylatgehaltes gut kombiniert sind und die sich auf diese Weise für eine Doppelnutzung zur Biomasse- und Inhaltsstoffgewinnung eignen.

## **Zusammenfassung**

In einem Verbund-Projekt zur Züchtung neuer Biomasseklone der Weide durch intra- und interspezifische Kreuzung sollen die Zuchtziele Biomasse, Rostpilzresistenz, Trockenstresstoleranz und Salicylatgehalt effektiv kombiniert werden. Als genetische Grundlage für die intra- und interspezifischen Kreuzungen dienten langjährig angelegte Klonarchive der Projektpartner der Humboldt-Universität zu Berlin und dem Thünen-Institut für Forstgenetik mit insgesamt ca. 600 Klone. Die Auswertung der Nachkommenschaftsprüfung nach einer Vegetationsperiode zeigte einen deutlichen Züchtungsfortschritt hinsichtlich Ertragsleistung und Rostpilzresistenz bei verschiedenen Genotypen, die aus den Kreuzungsnachkommenschaften selektiert worden waren. Die Untersuchung der Salicylatgehalte zeigte deutliche Klonunterschiede der Kreuzungsnachkommen auf, die auf die Höhe der gebildeten Inhaltsstoffe in den Elternklonen zurückzuführen sind. Durch die Auswertung der Salicylatgehalte von mehreren Weidenarten sowie einer größeren Zahl von intraspezifischen und interspezifischen Kreuzungsnachkommen und ihre Biomassebildung lassen sich drei Gruppen unterscheiden: *S. viminalis* ist sehr ertragsstark, bildet aber keine Salicylate. Hybriden aus *S. viminalis* x *S. daphnoides* weisen intermediäre Gehalte im Vergleich zu den beiden Elternarten auf, die auch stark schwanken können. Die Kombinationen *S. daphnoides* x *S. daphnoides* erreichen die höchsten Salicylatgehalte.

## **Abstract**

Aim of an ongoing breeding project for willow trees is to produce pathogen- and drought-tolerant species which produce high biomass and are rich in metabolite profile focusing on salicylates. For the breeding project both project partner, Humboldt-Universität zu Berlin, division Urban Plant Ecophysiology as well as the Thünen Institute of Forest Genetics have a clone archive containing more than

600 clones of different *Salix* sp. Results after the first growth period are promising in terms of archiving *Melampsora* rust tolerance as well as in terms of biomass production. Regarding the salicylate content we did not have any lower contents than in the parental generation. There have been three groups which can be distinguished: *S. viminalis* produced high biomass but has been poor in terms of salicylate production. *S. viminalis* x *S. daphnoides* hybrids have been in their production rates quite variable but in between der parents. The combination of *S. daphnoides* x *S. daphnoides* resulted in plants with highest salicylate production rates.

### ***Literatur***

BUBNER B, WUNDER S, ZASPEL I, ZANDER M, GLOGER J, FEHRENTZ S, ULRICHS C, 2014: *Melampsora* rust species on biomass willows in central and north-eastern Germany. Fungal Biology DOI: 10.1016/j.funbio.2014.08.002.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie, Lentzeallee 55-57, 14167 Berlin, Germany

<sup>2</sup> Thünen-Institut für Forstgenetik, Eberswalder Chaussee 3A, 15377 Waldsiedersdorf, Germany

\* Ansprechpartner: Prof. Dr.Dr. Christian ULRICHS, christian.ulrichs@hu-berlin.de

# Veränderung der qualitativen Fleischbeschaffenheit durch druckhydrothermische Behandlung des Maisanteils im Broilerfutter

## *Effects on meat quality by hydrothermal treatment of maize in a broiler ration*

Elisa Wanzenböck, Christiane Schwarz\*, Reinhard Puntigam, Karl Schedle und Martin Gierus

### **Einleitung**

Durch eine druckhydrothermische Behandlung eines Futtermittels, wie beispielsweise beim Expandieren von Mais, besteht die Möglichkeit den Nährwert zu verändern. Dabei wird mittels einer Kombination von hydrothermischen (Temperatur, Feuchte, Verweilzeit), und mechanischen Prozessen (Druck, Scherkräfte) Einfluss auf chemische und physikalische Beschaffenheit des Futtermittels genommen. Die Expanderbehandlung resultiert in einem gesteigertem Stärkeaufschluss, erhöhter Fettverdaulichkeit und Eliminierung antinutritiver Faktoren. Insgesamt kommt es auf Basis dessen zu einer Erhöhung des Gehaltes an umsetzbarer Energie (BEHRMANN 2014) was auch eine Nährstoffverschiebung im tierischen Produkt bewirken kann. Durch die Veränderung des Energie:Protein-Verhältnisses im Futter müssen vor allem Lysin und Methionin in praxisüblichen Masthühnerrationen entsprechend nachjustiert werden, um das Idealprotein aufrecht zu erhalten. Zudem wurde angenommen, dass sich durch die begünstigte Stärkeverdaulichkeit und den damit potenziell höheren Energiegehalt der Ration gesättigte und einfach ungesättigte Fettsäuren aus endogener Synthese stärker anreichern. Ziel der Arbeit war es, im Rahmen eines Fütterungsversuches, den Einfluss einer druckhydrothermischen Behandlung der Monokomponente Mais auf die Fleischqualität zu bestimmen.

### **Material und Methoden**

In einem Fütterungsversuch wurden 384 Eintagsküken (Ross 308) mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von  $40 \pm 0,14$  g auf vier Versuchsgruppen aufgeteilt. Die Haltung erfolgte in 24 Boxen zu je 16 Tieren (6 Wiederholungen). Nach 35 Masttagen wurden die Tiere mit einem Lebendgewicht von  $2416 \pm 32$  g geschlachtet (PUNTIGAM et al. 2015, dieser Tagungsband).

Fütterung: Es wurde eine Phasenfütterung bestehend aus Starter- (1.-8. Masttag, 12,4 MJ AME<sub>N</sub>/kg TM), Grower- (9.-22. Tag, 12,8 MJ AME<sub>N</sub>/kg TM) und Finisherfutter (bis Mastende, 12,7 MJ AME<sub>N</sub>/kg TM) angewendet. Futter und Wasser standen *ad libitum* zur Verfügung. Die Versuchsgruppen (Tab. 1) unterschieden sich in Behandlungsintensität des Maises sowie Aminosäurezulage.

Tabelle 1: Futterbehandlungen der vier Versuchsgruppen

Versuchsgruppe	MAUB	MAKU	MALA	MALY
Mais	unbehandelt	expandiert <sup>1)</sup>	expandiert <sup>2)</sup>	expandiert <sup>2)</sup>
AS-Zulage	normal	normal	normal	erhöht <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Kurzzeitkonditioniert (1 min im Mischer) bei einer Mischfeuchte von 17,8%

<sup>2)</sup> Langzeitkonditioniert (18 min im Mischer) bei einer Mischfeuchte von 19,4%

<sup>3)</sup> unter Aufrechterhaltung des Idealproteins 10%

Analysen: Von 48 repräsentativen Tieren wurde 24h *post mortem* Brustfleisch gewonnen und auf folgende Parameter untersucht: pH, Farbe (L\*, a\*, b\*), Wasserhaltekapazität und Kochverlust. Mit einem Texture Analyser (Stable Micro Systems, UK) wurden Härte, Kohäsion, Elastizität, Federung und Kaubarkeit ermittelt. Die Rohnährstoffgehalte wurden nach den Standardmethoden der VDLUFA bestimmt. Zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Fettsäuremusters wurde die One-Step Methylation-Methode nach SUKHIJA und PALMQUIST (1988) angewendet. Die Bestimmung der gesamten antioxidativen Kapazität erfolgte mit der DPPH- (BRAND-WILLIAMS et al. 1995), sowie mit der ABTS-Methode (RE et al. 1999).

Die Daten werden als LS-Means und deren Standardfehler (SEM) angegeben. Um Unterschiede der Gruppen zu ermitteln wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit der Funktion GLM von SAS durchgeführt. Die Schranke für die Signifikanz wurde mit ( $\alpha=0.05$ ) festgelegt.

## Ergebnisse und Diskussion

Physikalischen Messungen (Tabelle 2): Bei den Messungen Federung und Kaubarkeit wies MALA höhere und damit weniger günstige Werte als die Kontrollgruppe auf. Zusätzlich wurde ein geringerer Gelbton (b\*) im Brustfleisch aller behandelten Gruppen festgestellt. In einem Versuch von MIN et al. (2012) wurde gezeigt, dass die ME Erhöhung zu einem Anstieg des b\* Wertes führt, was den vorliegenden Ergebnissen widerspricht. Die Gehalte an  $\beta$ -Carotin und Carotinoiden sind im Mais höher als bei anderen Getreidearten (JEROCH et al. 1993). Durch die Behandlung mit Druck und Hitze könnten die Farbstoffe jedoch geschädigt worden sein, sodass die quantitativ wichtigste Quelle (>50% der Ration) für Carotinoide in der Futtermischung vermindert wurde und damit weniger Farbstoffe in das Gewebe eingelagert werden konnten.

Tabelle 2: Ergebnisse der physikalische Messungen sowie der antioxidativen Kapazität

Parameter	MAUB	MAKU	MALA	MALY	SEM	p-Wert
pH	6,07	6,05	6,12	6,09	0,03	n.s.
Helligkeit L*	53,6	52,6	52,4	53,1	0,44	n.s.
Rotton a*	3,1	3,4	2,3	2,9	0,19	n.s.
Gelbton b*	10,8 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	7,6 <sup>b</sup>	8,5 <sup>b</sup>	0,29	p<0,05
Kochverlust (%)	28,21	30,17	29,13	29,09	0,48	n.s.
Wasserhaltekapazität (%)	62,69	63,84	61,83	61,96	0,51	n.s.
Härte (N)	41,83	45,90	44,65	43,52	0,95	n.s.
Kohäsion	0,43	0,46	0,47	0,44	0,01	n.s.
Federung	0,76 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,94 <sup>a</sup>	0,83 <sup>ab</sup>	0,02	p<0,05
Elastizität	0,12	0,09	0,09	0,09	0,00	n.s.
Kaubarkeit	12,9 <sup>b</sup>	15,3 <sup>(a)b</sup>	20,1 <sup>a</sup>	15,2 <sup>(a)b</sup>	0,79	p<0,05
ABTS (mmol/kg)	38,4	37,0	38,1	39,3	0,96	n.s.
DPPH (mmol/kg)	22,2 <sup>a</sup>	18,2 <sup>(a)b</sup>	18,8 <sup>(a)b</sup>	20,3 <sup>b</sup>	0,55	p<0,05

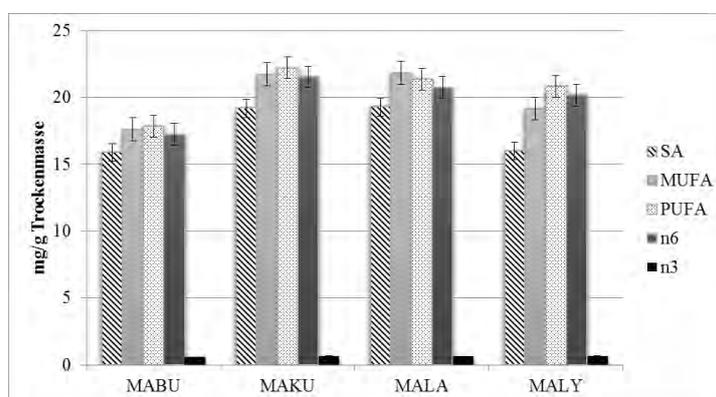


Abbildung 1: Gehalt an Fettsäuren in Brustfleisch aufsummiert zu SFA (Saturated Fatty Acids), MUFA (Mono Unsaturated Fatty acids), PUFA (Poly Unsaturated FA), n6- und n3-Fettsäuren

Rohnährstoffanalysen: Der Trockenmasse-, Rohprotein-, Rohfett- und Rohaschegehalt lag im Mittel bei  $24,5 \pm 0,1\%$ ,  $22,8 \pm 0,1\%$ ,  $1,5 \pm 0,1\%$ ,  $1,1 \pm 0,005\%$  ( $p > 0,10$ ). Die Rohfettgehalte waren in den behandelten Gruppen höher als in der Kontrolle (+28%, +32%, bzw. +26%,  $p < 0,05$  bei Kontrast gegen Kontrolle). Wird der Futterproteinanteil (bzw. der Anteil an essentiellen Aminosäuren) konstant gehalten und die Energie gesteigert, steigt der Fettgehalt im Tierkörper. Bei der hydrothermischen Behandlung wird die Stärke aufgeschlossen, was zu höherer Energiedichte in Form von ME führt und somit zu einer Verschiebung des Rohprotein/Energieverhältnisses (ZIMONJA et al. 2007). Trotz Supplementierung scheint die Versuchsgruppe MALY dabei nicht ausreichend Aminosäurezulagen erhalten zu haben, um das Verhältnis aufrecht zu erhalten.

Fettsäuren: Es konnten bei den Versuchsgruppen MAKU und MALA numerische Anstiege der gesättigten Fettsäuren im Vergleich zur Kontrolle und MALY beobachtet werden (Abbildung 1). Bei allen Versuchsgruppen, die expandierten Mais erhielten, wurde ein numerischer Anstieg an ungesättigten Fettsäuren beobachtet. Betrachtet man die relativen Unterschiede im Fettsäuremuster der Versuchsgruppen, kann auch hier keine signifikante Veränderung verzeichnet werden. Im Detail verrin-

gerter sich durch Langzeitkonditionierung der relative Gehalt an C17:1 im Brustmuskel im Vergleich zur Kontrollgruppe. Im Gegensatz dazu wurde bei der Kontrollgruppe prozentuell weniger C15:1 festgestellt, als in der Gruppe die kurzzeitkonditionierten Mais erhielt (Daten nicht gezeigt).

Die Antioxidative Kapazität (Tabelle 2), welche mittels DPPH ermittelt wurde, war bei den behandelten Versuchsgruppen niedriger, wohingegen sich ABTS zwischen den Gruppen nicht unterschied. DPPH ist ein Summenparameter für Radikalfängeraktivität durch niedermolekulare Antioxidantien. Neben den Carotinoiden könnte der Temperatureintrag während der Maisexpansion daher weitere Komponenten mit antioxidativem Potential geschädigt haben.

Schlussfolgernd bleibt abzuwägen ob potentielle Vorteile durch verbesserte Nährstoffverfügbarkeit die Nachteile von vermindertem Gelbton und Antioxidantien sowie erhöhtem Kauaufwand überwiegen.

### **Zusammenfassung**

Durch die Expansion von Futtermitteln sind z.B. positive Effekte auf die Verdaulichkeit von Stärke, Rohfaser, Fett und Protein zu erwarten. Inwiefern die veränderte Verfügbarkeit der Nährstoffe das gewonnene tierische Lebensmittel beeinflusst, wurde in einem Broilermastversuch unter Einsatz von unbehandeltem, sowie kurz- bzw. langzeitkonditioniertem und anschließend expandiertem Mais untersucht. Die letztgenannte Gruppe wurde weiters zusätzlich mit Lysin und Methionin ergänzt. Durch die Behandlung konnte eine reduzierte Gelbfärbung des Brustmuskelfleisches, sowie eine Erhöhung der Federung und Kaubarkeit statistisch belegt werden. Die Rohnährstoffgehalte sowie der Anteil gesättigter, einfach und mehrfach ungesättigter Fettsäuren wurden lediglich numerisch beeinflusst. Die Behandlung des Mais bewirkte eine Reduktion der antioxidativen Kapazität nach der DPPH Methode. Es bleibt abzuwägen ob Vorteile durch potentiell verbesserte Nährstoffverfügbarkeit die Nachteile von vermindertem Gelbton und antioxidativer Kapazität sowie erhöhtem Kauaufwand überwiegen.

### **Abstract**

By means of expander technology we expect positive effects on digestibility of starch, fibre, fat and protein for broilers. A feeding trial using either short- or long-time conditioned maize with subsequent expansion was carried out to investigate changes in availability of nutrients on meat quality. An additional feeding group was fed with long-time conditioned maize supplemented with lysine and methionine. The significant results were reduced yellowness and increased chewiness and springiness of breast muscles. Moreover, crude nutrients and saturated, mono- and polyunsaturated fatty acids were only numerically affected by the treatment. The treatment reduced total antioxidative capacity, measured by DPPH method. The advantage of a potentially better nutrient value has to be weight up against affected colour, antioxidative capacity, and texture.

### **Literatur**

- BEHRMANN J, 2014: Mischfutterstruktur hat Einfluss auf Leistung. Kraftfutter/Feed Magazine 5- 6: *Verfügbar: <http://www.dvtiernahrung.de/presse/feedmagazine/kommentar-16062014.html> (Zugriff: 06.02.2015).*
- BEYER R, s.a.: The Impact of Feed Milling and Manufacturing procedures on Nutrient Availability and the Importance of Quality Control. Dep. of Animal Sciences a. Industry. Kansas State University
- HOCKING P, 2009: Biology of Breeding Poultry. CABI, Oxfordshire.
- JEROCH H, FLACHOWSKY G, WEISZBACH F, 1993: Futtermittelkunde. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- MIN Y, SHI J, WIE F, et al., 2012: Effects of dietary energy and protein on growth performance and carcass quality of broilers during finishing phase. *J Anim Vet Adv* 11(19): 3652-3657
- ZIMONJA O, STEVNEBØ A, SVIHUS B, 2007: Nutritional value of diets for broiler chickens as affects by fat source, amylose level and diet processing. *Can J Anim Sci*, 2007, 87(4): 553-562

### **Adressen der Autoren**

Universität für Bodenkultur, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie, Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie. Muthgasse 11/1, 1190 Wien.

\* Ansprechpartner: Mag. Dr. Christiane SCHWARZ, [christiane.schwarz@boku.ac.at](mailto:christiane.schwarz@boku.ac.at)

# **Einfluss der Trockenschlempenfütterung auf die Körperfettzusammensetzung von Mastschweinen**

## ***Influence of DDGS on body fat composition of growing pigs***

Gabriela Wetscherek-Seipelt\* und Wolfgang Wetscherek

### ***Einleitung***

Die Getreideschlempe, welche in diesen Versuch eingesetzt wurde, fällt bei der Bioethanolherstellung aus Weizen, Triticale und Mais an und wird unter der Markenbezeichnung Actiprot vertrieben. Dabei werden Zucker und Stärke zu Alkohol vergoren. In der getrockneten Schlempe kommt es zu einer Anreicherung der übrigen Nährstoffe um den Faktor von etwa 2,5. Dadurch entsteht ein eiweißreiches Futtermittel mit über 30% Rohprotein und 9,3% Rohfett.

In dieser Untersuchung wurde der Einfluss des Einsatzes von 15% Actiprot auf die Fettzusammensetzung des Auflagenfettes und Filzes untersucht.

### ***Material und Methoden***

Die Überführung von der Ferkelaufzucht in die Schweinemast erfolgte praxisüblich mit einem Lebendgewicht von etwa 32 kg. Von 9 Zuchtsauen wurden 48 Ferkel ausgewählt. Bei der Aufteilung auf die beiden Versuchsgruppen wurde auf eine gleichmäßige Verteilung von Geschlecht, Wurf und Gewicht geachtet. In den Futtermischungen der Gruppe 2 wurden 15% Actiprot eingesetzt (Tabelle 1). Am Versuchsende wurden die Tiere beim Erreichen eines Lebendgewichtes von ca. 120 kg an mehreren Terminen geschlachtet. Während der Versuchsperiode wurden die Tiere in 4 strohlosen Boxen auf Spaltenböden gehalten.

Tabelle 1: **Versuchsplan**

<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>
Kontrollgruppe	15% Actiprot
2 Boxen	2 Boxen
12 Tiere / Box	12 Tiere / Box
24 Tiere	24 Tiere

Die Mastperiode wurde in zwei Phasen unterteilt. Das Schweinemastfutter I wurde bis etwa 70 kg Lebendmasse gefüttert. Danach wurde auf ein Schweinemastfutter II umgestellt. Die Futterzuteilung erfolgte ad libitum über Automaten. Die Versuchsfuttermischungen wurden isoenergetisch und auf gleichen Gehalt an essentiellen Aminosäuren auf Basis der illealen Verdaulichkeit kalkuliert. Die Rezepturen werden in der Tabelle 2 dargestellt.

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Wie in der Tabelle 3 dargestellt hatte die Gruppe 2 mit 15% Actiprot einen höheren Rohfettgehalt und auch deutlich höheren Polyensäuregehalt.

Die Zusammensetzung des Filzfettes (Tabelle 4) bzw. des äußeren Auflagenfettes vom Karree (Tabelle 5) wurde durch die Actiprotfütterung in der Höhe von 15% signifikant verändert. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren (vor allem C 16:0 und C 18:0) ging um ca. 2,5%-Punkte zurück. Dies wurde durch eine Erhöhung des Polyensäuregehaltes (vor allem der C 18:2) kompensiert.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Schweinemastfutmischungen

Futtermittel in g/kg der Mischung	Schweinemastfutters I		Schweinemastfutters II	
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 1	Gruppe 2
Mais	717,95	601,25	657,15	519,45
Gerste	-	112,0	136,0	270,0
Sojaextraktionsschrot 44	195,0	109,0	121,0	34,0
Weizenkleie	60,0	-	60,0	-
<b>Actiprot</b>	-	<b>150,0</b>	-	<b>150,0</b>
Futterkalk	9,7	11,4	9,4	11,1
Monocalciumphosphat	9,9	7,5	8,6	6,3
Viehsalz	2,2	1,6	2,6	1,6
L-Lysin	2,9	4,7	3,1	5,0
DL-Methionin	0,4	0,2	0,1	-
L-Threonin	0,9	1,3	1,0	1,4
L-Tryptophan	0,3	0,3	0,3	0,4
Spurenelementprämix	0,5	0,5	0,5	0,5
Vitaminprämix	0,25	0,25	0,25	0,25

Tabelle 3: Analysenergebnisse der Schweinemastfutmischungen

Merkmal	Actiprot	Schweinemastfutters I		Schweinemastfutters II	
		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 1	Gruppe 2
ME, MJ/kg	14,16	13,25	13,46	13,25	13,3
XP, g/kg	317	152	164	133	136
XL, g/kg	93	30	35	32	38
Polyensäuren, g/kg	56,4	18,1	21,3	19,3	23,0

Tabelle 4: Einfluss der Actiprotfütterung auf die Fettzusammensetzung vom Filz

Anteil der Fettsäuren in % am Fett	Gruppe 1	Gruppe 2	SEM	P-Wert
C 12:0	0,10	0,10	<0,01	0,0766
C 14:0	1,58	1,52	0,02	0,0896
C 14:1	0,03	0,04	<0,01	0,0634
C 16:0	28,13	26,93	0,21	0,0028
C 16:1 trans	0,25	0,26	0,01	0,5971
C 16:1	1,91	1,78	0,05	0,2548
C 17:0	0,32	0,33	0,13	0,8424
C 17:1	0,20	0,19	0,01	0,4526
C 18:0	17,30	16,04	0,23	0,0054
C 18:1	35,25	34,59	0,39	0,4078
C 18:2	13,05	16,13	0,59	0,0075
C 20:0	0,58	0,67	0,02	0,0404
C 18:3	0,56	0,59	0,01	0,2528
C 20:3	0,43	0,52	0,02	0,0053
C 22:1	0,21	0,23	0,01	0,1300
C 22:4	0,09	0,09	<0,01	0,5163
gesättigte Fettsäuren	48,02	45,58	0,39	0,0012
Monoenfettsäuren	37,84	37,09	0,42	0,3789
Polyenfettsäuren	14,14	17,33	0,60	0,0065

Tabelle 5: Einfluss der Actiprotfütterung auf die Fettzusammensetzung vom äußeren Karreeauflagenfett

Anteil der Fettsäuren in % am Fett	Gruppe 1	Gruppe 2	SEM	P-Wert
C 12:0	0,34	0,07	0,14	0,3278
C 14:0	1,59	1,36	0,11	0,2966
C 16:0	23,01	22,77	0,41	0,7700
C 16:1 trans	0,57	0,33	0,12	0,3418
C 16:1	2,86	2,47	0,10	0,0491
C 17:0	0,60	0,38	0,12	0,3784
C 17:1	0,57	0,33	0,12	0,3306
C 18:0	10,34	9,77	0,19	0,1372
C 18:2	15,41	18,69	0,44	<0,0001
C 20:0	0,39	0,15	0,12	0,3279
C 18:3	1,02	0,89	0,11	0,5610
C 20:1	0,88	0,69	0,11	0,4017
C 20:2	0,80	0,69	0,11	0,6347
C 20:3	0,41	0,18	0,12	0,3397
C 22:1	0,43	0,20	0,12	0,3364
C 22:4	0,33	0,10	0,12	0,3511
gesättigte Fettsäuren	36,27	34,50	0,29	0,0015
Monoenfettsäuren	45,77	44,95	0,40	0,3174
Polyenfettsäuren	17,96	20,55	0,44	0,0025

### **Zusammenfassung**

Der Einsatz von 15% DDGS (Actiprot) erhöhte den Polyensäurenanteil im Schweinefett deutlich. Dies führt einerseits zu einem gesünderen Fett, andererseits wird die Eignung des Fettes für die Herstellung von Dauerwaren verschlechtert.

### **Abstract**

The use of 15% DDGS (Actiprot) increased the proportion of polyunsaturated fatty acids in pork fat significantly. This leads to a healthier fat, on the other hand the suitability of fat for manufacture of meat products.

### **Adressen der Autoren**

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190 Wien

Ansprechpartnerin: DI Dr. Gabriela WETSCHEREK-SEIPELT,  
gabriela.wetscherek-seipelt@boku.ac.at

# Gärgaszusammensetzung in Mais-Ganzkornsilos (GKS) in Abhängigkeit der Lagerungsdauer

## Composition of fermentation gas in silos of unbroken cornsilage (UCS) depending on storage length

Reinhard Resch<sup>1\*</sup>, Wolfgang Wetscherek<sup>2</sup> und Karl Schedle<sup>2</sup>

### Einleitung

In der Praxis treten teilweise Probleme mit erhöhten Keimgehalten (vor allem Hefen) in Mais-Ganzkornsilagen, insbesondere in der warmen Jahreszeit auf. Um möglichen Ursachen dieses Phänomens auf den Grund zu kommen, wurde von der Universität für Bodenkultur Wien und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein unter Mitarbeit der Landwirtschaftskammern Oberösterreich und Steiermark ein Forschungsprojekt initiiert.

Bei der Ganzkornkonservierung (GKS) werden die ganzen Maiskörner unmittelbar nach der Ernte in einem gasdichten Silo eingelagert. Der Restsauerstoff wird veratmet und es findet eine eingeschränkte Gärung statt. Durch die Anreicherung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in der Siloanlage werden schädliche Mikroorganismen in ihrer Entwicklung gehemmt und die Kornsilage bleibt stabil. Die Anbindung eines Gassackes in der Größenordnung von rund 10% des Behältervolumens soll nach STRASSER (2007) die Reserven an CO<sub>2</sub> vergrößern und Stabilität in den Sommermonaten gewährleisten.

### Material und Methoden

Mais-GKS wurde auf jeweils 6 oberösterreichischen und 6 steirischen Betrieben im Herbst 2012 einsiliert. Mit dem gleichen Ausgangsmaterial wurden auch Laborsilos (Inhalt 50 Liter bzw. rund 40 kg Mais-GKS) befüllt. Die Laborsilos wurden in Raumberg-Gumpenstein unter konstanter Temperatur von 23,2 °C (Std.abw. 2,3 °C) im Exaktversuch gelagert. Die Zusammensetzung der Gärgasatmosphäre wurde mit einem DRÄGER Mess-System (X-am 7000) gemessen, wobei die Gaskonzentrationen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>) in Volumenprozent erfasst wurden. Im Jänner, April, Juni und August 2013 wurden aus den hofeigenen, gasdichten Betonsilos (Ø 500 m<sup>3</sup> Inhalt) bzw. den Laborsilos Proben gezogen und danach chemisch, mikrobiologisch und toxikologisch mittels Verfahren nach VDLUFA-Methodenbuch (1976) untersucht. Weitere Informationen über Ausgangsmaterial, Lagerung, Beprobung, chemische Analysen, Messungen und statistische Auswertungen sind in den Abschlussberichten von RESCH (2014) bzw. WETSCHEREK (2014) nachzulesen.

### Ergebnisse und Diskussion

Die TM-Gehalte der Mais-GKS von 12 Betrieben variierten zwischen 609 und 752 g/kg Frischmasse (Ø Oberösterreich 686,3 g/kg FM; Ø Steiermark 713,2 g/kg FM) und nahmen im Gesamtverlauf der Lagerung etwas ab (Abb. 1).

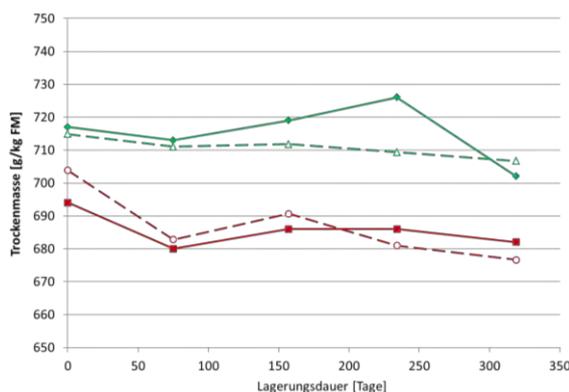


Abbildung 1: Entwicklung des TM-Gehaltes in Mais-Ganzkornsilage während der Lagerung

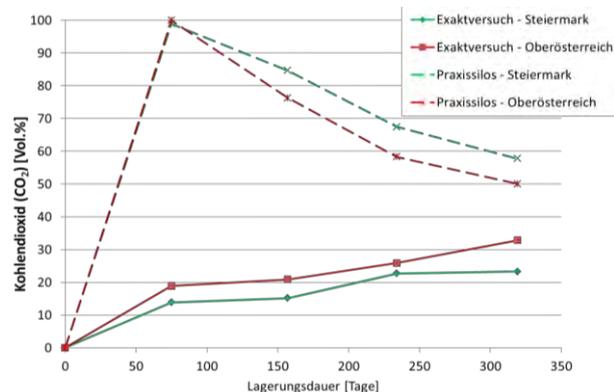


Abbildung 2: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Mais-Ganzkornsilos während der Lagerung

Die Gärung verlief in den Praxissilos anfänglich intensiver als in den Laborsilos des Exaktversuches, da die pH-Werte signifikant tiefer abgesenkt wurden. Die Veränderungen der pH-Werte im Verlauf der weiteren Lagerung zeigen auf, dass die Gärung in den Mais-Ganzkornsilagen nie ganz zum Stillstand bzw. zur Stabilität kam (SCHEDLE 2014).

In der Zusammensetzung des Gärgases konnte eine signifikante CO<sub>2</sub>-Anreicherung beobachtet werden (Abb.2). Kontinuierliche GKS-Entnahme führte in den Praxissilos nach dem Probetermin 1 dazu, dass nach Verbrauch der CO<sub>2</sub>-Gassackreserven Außenluft über das Unterdruckventil einströmte, wodurch sich das CO<sub>2</sub>-Niveau im Laufe der Lagerung bis auf 54 Vol.% signifikant senkte (Tab. 1). In den Laborsilos war das CO<sub>2</sub>-Niveau zwar insgesamt signifikant geringer (Abb. 2), aufgrund der fehlenden Entnahme und der anhaltenden Gäraktivität in den Laborgefäßen, reicherte sich CO<sub>2</sub> bis zum Ende der Beobachtungen aber auf 28 Vol.% an. Es gab nur punktuelle Überschreitungen der mikrobiologischen VDLUFA-Orientierungswerte (VDLUFA 2007), daher konnte kein kausaler Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Konzentration im Gärgas und hygienischen Problemen von Mais-GKS festgestellt werden.

Tabelle 1: Veränderung der Konzentration von CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> in der Gärgasatmosphäre von Mais-Ganzkornsilos im Verlauf der Lagerung

Gas	Versuch	Statistik	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
			(16.01.2013)	(08.04.2013)	(24.06.2013)	(17.09.2013)
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	Exakt	$\bar{x}$ s	16,4 <sup>a</sup> 5,9	18,1 <sup>a</sup> 8,3	24,3 <sup>ab</sup> 12,4	28,1 <sup>b</sup> 15,0
	Praxis	$\bar{x}$ s	99,5 <sup>c</sup> 1,7	80,5 <sup>b</sup> 11,0	62,9 <sup>a</sup> 13,1	54,0 <sup>a</sup> 14,1
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	Exakt	$\bar{x}$ s	7,8 <sup>c</sup> 1,3	7,3 <sup>bc</sup> 1,1	6,0 <sup>a</sup> 1,0	6,5 <sup>ab</sup> 0,7
	Praxis	$\bar{x}$ s	1,4 <sup>b</sup> 0,7	1,4 <sup>b</sup> 0,5	1,1 <sup>ab</sup> 0,3	0,7 <sup>a</sup> 0,4
Methan (CH <sub>4</sub> )	Exakt	$\bar{x}$ s	1,6 <sup>a</sup> 1,3	1,1 <sup>a</sup> 1,1	1,7 <sup>a</sup> 1,0	3,4 <sup>b</sup> 0,7
	Praxis	$\bar{x}$ s	1,3 <sup>b</sup> 0,6	0,7 <sup>a</sup> 0,2	1,5 <sup>b</sup> 0,6	2,3 <sup>c</sup> 0,7

Signifikanztest auf Konfidenzlevel 95 % (Methode Scheffé)

Die Sauerstoffkonzentrationen (O<sub>2</sub>) im Gärgas lagen in den Praxissilos ab Termin 1 im Durchschnitt unter 1,5 Vol.% und nahmen mit zunehmender Lagerungsdauer signifikant ab. Dieser Sauerstoffverbrauch während der Lagerphase lässt sich durch kontinuierliche bzw. neuerlich auftretende mikrobiologische Aktivitäten erklären, die auch für pH-Erhöhung (Abb. 1) sowie zusätzliche Essigsäure- und Methanbildung (Tab.1) verantwortlich waren. Trotz der deutlich höheren Sauerstoffwerte im Exaktversuch (Ø 6 Vol.%), traten nur punktuell hygienische Probleme auf. Offensichtlich ist Mais-GKS im gasdicht verschlossenen Laborsilo relativ gut gegenüber mikrobiologischem Verderb geschützt, solange keine Entnahme erfolgt. Die CH<sub>4</sub>-Konzentrationen im Gärgas stiegen unabhängig von der Entnahme in den Sommermonaten signifikant an (Abb. 4).

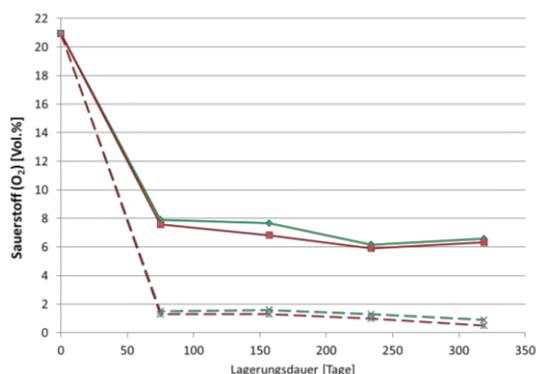


Abbildung 3: Entwicklung der O<sub>2</sub>-Konzentration im Mais-Ganzkornsilos während der Lagerung

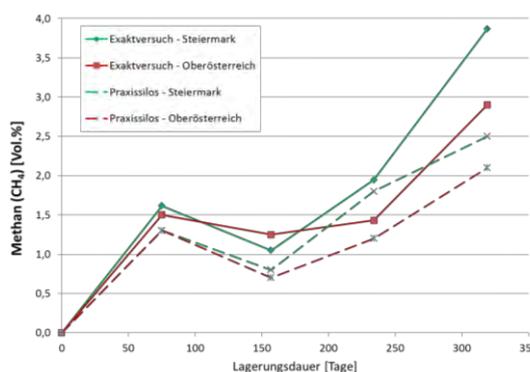


Abbildung 4: Entwicklung der CH<sub>4</sub>-Konzentration im Mais-Ganzkornsilos während der Lagerung

## **Zusammenfassung**

Die Ergebnisse aus dem GKS-Forschungsprojekt zeigen, dass laufende GKS-Entnahme in Praxissilos zur signifikanten Reduktion der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Gärgasatmosphäre führte. Durch Unterdruck bedingtes Einströmen von Außenluft verursachte in der Folge leichte Nachgärungen mit Essigsäure- und Ammoniakbildung. Die Verringerung des Milchsäure- bzw. Restzuckergehaltes und der angehobene pH-Wert erhöhten im Lagerungsverlauf das Verderbrisiko in den Praxissilos. Dennoch traten ab Frühjahr 2013 keine futterhygienischen Probleme in den zwölf Mais-Ganzkornsilagen auf. Grundvoraussetzung für stabile Mais-Ganzkornsilage ist offensichtlich eine jahresspezifisch geringe Keimbelastung des Erntematerials mit Hefen und Schimmelpilzen sowie eine optimale Gärung mit geringen Hefekeimzahlen in der GKS. Umfassendere Informationen zur Versuchsdurchführung und zu den Ergebnissen befinden sich im Abschlussbericht der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (RESCH 2014) bzw. der BOKU Wien (WETSCHEREK 2014).

## **Abstract**

Independent of DM-content, hygienic quality of unbroken cornsilage (UCS) was warranted during cold season, because of lactic acid and carbon dioxide production. The UCS-project indicates that permanent removal of UCS from hermetic concrete silos resulted in a reduction of CO<sub>2</sub>-concentration in the fermentation gas atmosphere. Depression determined an inflow of air followed by fermentation which again increased the acetic acid and ammonia-content. Reduction of lactic acid resp. sugar content and raise of pH increased the risk of spoilage in practice, but only punctual hygienic problems were observed in the field study and exact trial after spring time. Stable silage of unbroken corn obviously demands low counts of yeast and mould resp. an optimal fermentation. Further information concerning UCS-trials and results are available in the final report of AREC Raumberg-Gumpenstein (RESCH and ZENTNER 2014) and University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (WETSCHEREK 2014)

## **Literatur**

- RESCH, R., ZENTNER, E., 2014: Einfluss der Lagerungsbedingungen von Mais-Ganzkornsilage (GKS) auf Gärgaszusammensetzung und Gärungsverluste. Abschlussbericht Projekt 2395 (DaFNE 100885), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 34 S.
- SCHEDULE, K. 2014: Ganzkornsilagen (1) - Ergebnisse aus Praxissilagen. Bericht Oberösterreichische Schweinetage 2014. Wels, 20. November 2014, 24-25.
- STRASSER, F., 2007: Ganzkornsilage absichern. Der Bauer (18) 2007
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, 2007: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WETSCHEREK, W., 2014: Einfluss der Lagerungsbedingungen von Mais-Ganzkornsilage (GKS) auf Gärgaszusammensetzung und Gärungsverluste. Abschlussbericht + Ergänzungsteil zum Projekt 100882, Universität für Bodenkultur Wien, 48 + 10 S.

## **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Altirdning 11, A 8952 Irdning, Tel.: +43 (0)3682 / 22451-320

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE)

\* Ansprechpartner: Ing. Reinhard RESCH, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

# Erste Erfahrungen aus der Routineanalytik von Futtermittelproben nach Lockerung des Fütterungsverbotes von PAPs

## *Initial experience from routine analysis of feed samples after the partial lifting of the feed ban of PAPs*

Agnes J. Brandstettner<sup>1\*</sup>, Sonja Axmann<sup>1</sup>, Roland Weiss<sup>2</sup>, Gabriela Spadinger<sup>2</sup>,  
Andreas Adler<sup>1</sup> und Irmengard Strnad<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Seit Juni 2013 ist die Beimengung verarbeiteter tierischer Proteine (PAPs) von Nicht-Wiederkäuern zu Fischfutter wieder zugelassen. Als bisherige Analysenmethode wurde die Lichtmikroskopie eingesetzt. Da mit dieser Methode zwar eine Unterscheidung zwischen Fisch- und Landtierpartikeln möglich ist, nicht aber eine Differenzierung der Landtierspezies, wird das Vorhandensein von Wiederkäuer DNA mittels Real-Time PCR überprüft.

Seit der Lockerung des Tiermehlverbots in Fischfutter gilt ein Untersuchungsschwerpunkt der Analytik von Wiederkäuer-DNA, d.h. es werden alle Fischfuttermittel, auch jene die laut Deklaration keine PAPs enthalten, untersucht.

Die Problematik der Analytik – derzeit noch ausschließlich in Fischfutter und mit weiterer Lockerung des Tiermehlverbots auch in anderen Futtermitteln – liegt darin, dass mittels PCR nicht zwischen DNA aus Knochen oder Muskeln und DNA aus Futtermittelbestandteilen tierischen Ursprungs wie Milchpulver oder Blutmehl, unterschieden werden kann. Erste Erfahrungen aus der Routineanalytik bestätigen die bereits von Futtermittel-Industrieverbänden thematisierte Problematik der „falsch“ positiven Ergebnisse. Eine mögliche Untersuchungsmethode zur Lösung dieser Problematik ist die Isolierung einzelner Partikel mittels Mikrodissektion (Lichtmikroskopie kombiniert mit einem Laser) in Kombination mit der PCR.

### **Material und Methoden**

DNA Präparation aus Futtermitteln: 100 mg Futtermittel werden in ein 2 ml Reaktionsgefäß eingewogen und die DNA wird gemäß dem Wizard Magnetic Kit, DNA Purification System for Food (Fa. Promega, #FF3750) extrahiert (EURL 2013).

#### Real-Time PCR Assays:

- Wiederkäuer Real-Time PCR (EURL 2013): Cut-off 37,25
- Schweine Real-Time PCR: Cut-off 39,08
- Geflügel (Huhn und Pute) Real-Time PCR: Cut-off wurde bei Geflügel noch nicht bestimmt, wird im Rahmen der „Poultry validation study“ des EURL erfolgen, bis dahin wird ein aus Erfahrungswerten begründeter Cut-off von 35 angenommen
- Eucaryotic 18S rRNA endogenous Control Assay (Fa. Life Technologies Invitrogen, 4319413E)

Zur Durchführung der Real-Time PCR Assays wurde der LightCycler® 480 von Roche verwendet.

#### Isolierung von Knochen- und Muskelpartikeln mittels Mikrodissektion:

Zur Separation einzelner Partikel wird das Mikrodissektionssystem von Zeiss verwendet, das aus folgenden Komponenten besteht: Inverses Mikroskop (Axio Observer. A1), Laser-Unit (MicroBeam Module Rel. 4.2), Cap Holder (CapMover II), Kamera (AxioCam Icc1 Rev.3), Computer inkl. Software (RoboSoftware 4.2).

DNA Extraktion aus Partikeln: Knochen- oder Muskelfragmente werden mithilfe des Lasers in ein 0,5 ml Reaktionsgefäß „geschossen“. Zur Präparation der Partikel wird eine Extraktion mithilfe des Direct PCR® (Tail) Lysis Reagent for Genotyping using Crude Lysates (Viagen Biotech Inc) (adaptiert nach FUMIÈRE et al. 2010) durchgeführt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Aufgrund der Aufhebung des Fütterungsverbotes prozessierter tierischer Proteine von Nicht-Wiederkäuern an Fische werden Fischfutterproben nach der DNA Extraktion mittels Wizard Magnetic Kit, DNA Purification System for Food (Fa. Promega, #FF3750) mit Real-Time PCR auf das Vorhan-

densein von Wiederkäuer DNA untersucht. Der Cut-off dieses Multicopy PCR Systems liegt für unser Real-Time PCR System bei ct 37,25. Proben mit einem ct-Wert  $\leq 37,25$  Zyklen werden positiv beurteilt, jene mit einem ct  $> 37,25$  negativ. Seit Juni 2013 wurden 23 Fischfutterproben analysiert, wovon 2 Proben ein positives Ergebnis lieferten ( $\leq$  ct 37,25 Zyklen).

Eine Probe zeigte eindeutig positive ct-Werte bei 32 Zyklen. Die zweite Probe konnte nicht eindeutig bewertet werden, da bei 6 verschiedenen DNA Extraktionen der ct-Wert viermal unter 37,25 und zweimal über 37,25 Zyklen lag (Tabelle 1). Eine Inhibition konnte nach Verdünnung und erneuter Analyse ausgeschlossen werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Ruminant Real-Time PCR Ergebnisse

	Ruminant PCR			
	ct-Wert	Ergebnis	ct-Wert 1:10 VD	Ergebnis
A	37,56	-	ns	-
B	35,62	+	38,88	-
C	36,88	+	39,07	-
D	36,09	+	39,11	-
E	35,89	+	38,78	-
F	37,64	-	40,47	-

\*ns: no signal

Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Probe wurden Bestandteile von Landtieren in Spuren ( $< 0,1\%$ ) festgestellt, die Probe enthielt also PAPs. Um eine weitere Zuordnung durchführen zu können bzw. die Spezies der Landtierpartikel zu ermitteln, wurden 10 Tubes zu je 3 Knochen mittels Mikrodisektion vorbereitet. Bei der Mikrodisektion handelt es sich um eine Kombination aus einem Lichtmikroskop und einem Laser, mit der es möglich ist einzelne Partikel gezielt aus einer Probe in den Deckel eines Reaktionsgefäßes zu schießen. Die mikrodisektierten Partikel wurden nach DNA Extraktion mit Real-Time PCR analysiert (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ruminant, Pig und Poultry Real-Time PCR Ergebnisse der mikrodisektierten Partikel

	Ruminant PCR		Pig PCR		Poultry PCR	
	ct-Wert	Ergebnis	ct-Wert	Ergebnis	ct-Wert	Ergebnis
1	ns*	-	ns	-	30,66	+
2	ns	-	38,89	+	36,35	-
3	ns	-	36,57	+	32,13	+
4	45,00	-	ns	-	35,50	-
5	ns	-	36,89	+	30,20	+
6	ns	-	37,61	+	30,36	+
7	41,54	-	38,28	+	36,20	-
8	ns	-	ns	-	33,46	+
9	ns	-	38,28	+	32,44	+
10	42,01	-	40,50	-	39,59	-

\*ns: no signal

Nach Analyse der Knochenpartikel konnte das Vorhandensein von Wiederkäuer PAPs ausgeschlossen werden, es wurde aber festgestellt, dass sowohl Schweine- als auch Geflügelpartikel in der Probe enthalten waren.

Am Beispiel der beschriebenen Fischfutterprobe lässt sich die Problematik der „falsch“ positiven Ergebnisse erkennen. Da die PCR nicht zwischen DNA aus Knochen oder Muskeln und DNA aus Futtermittelbestandteilen tierischen Ursprungs wie Milchpulver oder Fetten unterscheiden kann, kann keine Aussage über die „Herkunft“ der Wiederkäuer DNA gemacht werden. Folglich wird auch eine

Probe beanstandet, die zwar keine PAPs aber erlaubte Zusätze wie beispielsweise Milchpulver enthält. Auch Futtermittel-Industrieverbände zeigen bereits die Problematik „falsch“ positiver Ergebnisse auf und verlangen nach einer adäquaten Analysenmethode. Die Mikrodisektion ermöglicht eine Separation einzelner Knochen- und Muskelpartikel und eignet sich daher in Kombination mit der PCR als Methode zur Vermeidung „falsch“ positiver Ergebnisse (AXMANN et al. 2015).

Die Problematik „falsch“ positiver Wiederkäuer Signale zeigt sich nicht nur jetzt bereits bei Fischfutter, sie wird besonders nach einer zukünftigen Lockerung des Fütterungsverbotes von prozessierten tierischen Proteinen von Nicht-Wiederkäuern an artfremde Tiere bewusst werden, da es z.B. üblich ist, Ferkelfutter mit Milchpulver zu versetzen. Umso mehr Bedeutung kommt der Etablierung einer geeigneten Analysenmethode zu.

### ***Zusammenfassung***

Seit der Lockerung des Fütterungsverbotes von Tiermehlen im Juni 2013 dürfen PAPs von Nicht-Wiederkäuern in Fischfutter eingesetzt werden. Mittels Real-Time PCR wird das Vorhandensein von Wiederkäuer DNA überprüft. Erste Analysen lieferten bereits positive Ergebnisse. Es muss bedacht werden, dass positive PCR Signale nicht unbedingt ein Beweis für das Vorhandensein illegaler Wiederkäuer-PAPs sind, sondern auch von autorisierten Zusätzen wie etwa von Milchpulver stammen können. Die durch Mikrodisektion mögliche, gesonderte Untersuchung von Knochen- oder Muskelfragmenten aus den Futtermittelproben lieferte interessante Ergebnisse.

### ***Abstract***

Since the partial lifting of the feed ban concerning processed animal proteins in June 2013, PAPs from non-ruminants are allowed to be used in fish feed. The presence of ruminant DNA is checked by real-time PCR. Initial analyses showed positive results. It has to be considered that positive ruminant results are not necessarily an indicator of the presence of illegal ruminant PAPs, but they can also originate from authorised additives like milk powder. Separate analysis of bone and muscle fragments, which is possible due to microdissection showed interesting results.

### ***Literatur***

Verordnung (EG) Nr. 152/2009 der Kommission vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysenmethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln zuletzt geändert in Verordnung (EU) Nr. 51/2013.

Verordnung (EU) Nr. 51/2013 der Kommission vom 16. Januar 2013 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 152/2009 im Hinblick auf die Analysenmethoden zur Bestimmung der Bestandteile tierischen Ursprungs bei den amtlichen Futtermittelkontrollen

Verordnung (EU) Nr. 56/2013 der Kommission vom 16. Januar 2013 zur Änderung der Anhänge I und IV der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates mit Vorschriften zur Verhütung, Kontrolle und Tilgung bestimmter transmissibler spongiformer Enzephalopathien

AXMANN S, ADLER A, BRANDSTETTNER A J, SPADINGER G, WEISS R and STRNAD I, 2015: Species identification of processed animal proteins (PAPs) in animal feed containing feed materials from animal origin. Food Additives & Contaminants: Part A

EURL 2013: <http://eurl.craw.eu> - Zugang nur für NRLs

FUMIÈRE O, MARIEN A, FERNÁNDEZ PIERNA J A, BAETEN V and BERBEN G, 2010: Development of a real-time PCR protocol for the species origin confirmation of isolated animal particles detected by NIRM. Food Additives & Contaminants: Part A, 27: 8, 1118-1127.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> AGES GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Abteilung Kartoffelprüfung, Mikro- & Molekularbiologie, Wieningerstraße 8, A 4020 Linz

<sup>2</sup> AGES GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Abteilung Futtermittelanalytik und Technologische Wertprüfung, Spargelfeldstraße 191, A 1220 Wien

\* Ansprechpartnerin: Agnes J. BRANDSTETTNER MSc, [agnes-josephine.brandstettner@ages.at](mailto:agnes-josephine.brandstettner@ages.at)

# Salmonellen im Geflügelfutter – Analytik und Abklärung von Kontaminationen

## *Salmonella in poultry feed – analysis and investigation of contaminations*

Andreas Adler<sup>\*</sup>, Christine Blasl, Elisabeth V. Reiter, Veronika Kolar und Irmengard Strnad

### **Einleitung**

Salmonellen sind bedeutende Zoonoseerreger und können über Produkte tierischen Ursprungs, wie etwa Eier und Geflügelfleisch, Menschen infizieren. Als eine mögliche Infektionsquelle für Geflügelbestände kommen auch kontaminierte Futtermittel in Frage. Ölsaaten und daraus gewonnene Derivate werden als wichtigste Eintragsquelle von Salmonellen in Futtermittel genannt (EFSA 2010, RASFF portal 2014).

Salmonellen in Geflügelfutter und in weiterer Folge im Tierbestand bedeuten für die betroffenen Betriebe hohe wirtschaftliche Verluste: für Tierhalter etwa Nachteile bei der Vermarktung von Eiern und Geflügelfleisch oder eine aufwändige Dekontamination von Stallungen; für Mischfutterhersteller entstehen Mehrkosten etwa durch Mehraufwand für die Reinigung der Produktionsanlagen und für die Dekontamination und/oder die Rückholung von Futter (KOLAR et al. 2014, WIERUP und WIDELL 2014).

Temperaturstabile Salmonellen können gelegentlich einen Pelletierprozess überstehen. Ein dauerhaftes Festsetzen (Persistenz) von Salmonellen in der Produktionsanlage kann zur Rekontamination des jeweils frisch produzierten Mischfutters führen.

Auch wenn Futtermittel normalerweise nur sehr wenige Salmonellen enthalten, kann durch die optimalen Vermehrungsbedingungen im Hühnerdarm innerhalb weniger Tage der gesamte Tierbestand infiziert werden, ohne dass sich klinische Symptome an den Tieren zeigen (JONES 2011). Die Infektion einer Herde äußert sich dann erst durch positive Stiefeltupferproben.

### **Material und Methoden**

Die Untersuchung von Umweltproben und Futtermitteln auf Salmonellen erfolgte im Institut für Tierernährung und Futtermittel in Linz gemäß ÖNORM EN ISO 6579 (bzw. Anhang D) und umfasste folgende Arbeitsschritte: Voranreicherung der Proben in BPW; selektive Anreicherung in RVS und MKTTn bzw. MSRv; Ausstrich auf feste Selektivnährmedien (XLD-, BPLS- oder SM2-Agar). Die Bestätigung von Salmonella-Isolaten durch Serotypisierung basierend auf dem White-Kauffmann-Le Minor-Schema (GRIMONT et al. 2007) sowie das genetische Fingerprinting ausgewählter Stämme mittels Pulsfeld-Gelelektrophorese (PFGE) entsprechend Pulsenet Protokoll (RIBOT et al. 2006) wurde am NRL für Salmonellen (AGES, Institut für medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Graz) durchgeführt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Abklärungen von Futtermittel-basierten Kontaminationen mittels Mehrfachansatz: Nach einer positiven Stiefeltupferprobe im Geflügelbestand zeigt eine Untersuchung des im Infektions-relevanten Zeitraum eingesetzten Mischfutters (Rückstellmuster) im Fünffachansatz meist rasch, ob das Futter als Kontaminationsquelle in Frage kommt. Stimmen die Serotypen überein, erfolgte die Kontamination der Herde mit sehr großer Wahrscheinlichkeit über das Mischfutter. Weiterführende Untersuchungen mit einem Zehnfachansatz zeigen dann in den allermeisten Fällen, von welcher Futterkomponente die Kontamination stammt.

Mit dieser Vorgehensweise konnten in den letzten Jahren in Österreich einige umfangreiche und auch an das europäische Schnellwarnsystem für Lebens- und Futtermittel (RASFF) gemeldete und durch Futtermittel verursachte Salmonellenausbrüche abgeklärt werden (vergl. Tab. 1): *S. Mbandaka* in Non GMO Sojaextraktionsschrot (2010), *S. Agona* (2011) in Non GMO Sojaextraktionsschrot, *S. Nyborg* und *S. Senftenberg* in Bio-Sonnenblumenkuchen und in Bio-Sojakuchen (2012), *S. Montevideo* und *S. Tennessee* in Non GMO Sojaschrot (2013) und *S. Rissen* in Maiskleber (2014).

Dabei konnte wiederholt ein gemeinsames Auftreten mehrerer Serotypen in einer Probe beobachtet werden (Co-occurrences).

Staubproben als Hygieneindikator: Salmonellen sind nur in geringen Zahlen in Futtermitteln vorhanden und ihre ungleichmäßige Verteilung erschwert die Beprobung von Futtermitteln. Für Routinekontrollen im Mischfutterwerk eignen sich daher neben der regelmäßigen Eingangskontrolle der Futtermittel-Ausgangserzeugnisse besonders Staubproben aus der Prozessumgebung. Staub, welcher entlang der gesamten Produktionskette gezogen wird, ist ein sehr guter Indikator für den Nachweis von Salmonellen und spiegelt gleichsam den Hygienestatus eines Mischfutterwerkes wieder (JONES 2011, KOLAR et al. 2014).

Tabelle 1: **Durch Futtermittel verursachte und aufgeklärte Salmonellenausbrüche in österreichischen Geflügelbetrieben inklusive einigen zugehörigen RASFF-Meldungen (2010 – 2014)**

<b>Jahr</b>	<b>Serotyp</b>	<b>Einzelfuttermittel</b>	<b>Tierspezies</b>	<b>Stiefeltupfer</b>
2010	<b>S. Mbandaka</b>	Non-GMO Sojaextraktionsschrot RASFF 2009.1426, 2010.0065	Legehennen	positiv
2011/2012	<b>S. Agona</b>	Non-GMO Sojaextraktionsschrot RASFF.2011.1738, 2011.1942, 2011.1931 RASFF.2012.0028, 2012.0142, 2012.1633	Legehennen	positiv
2012	<b>S. Senftenberg</b>	Mischfutter	Masthühner	positiv
2013	<b>S. Nyborg und S. Senftenberg</b>	BIO-Soja- & BIO-Sonnenblumenkuchen RASFF.2013.0783	Legehennen	positiv
2014	<b>S. Montevideo und S. Tennessee</b>	Non-GMO Sojaextraktionsschrot RASFF.2014.0165*	Legehennen Masthühner	positiv positiv
2014	<b>S. Rissen</b>	Maiskleber RASFF 2014.0545	Masthühner	positiv

\*: Weitere Meldungen 2014.1222 und 2014.1231 aus Kroatien betreffen dieselbe Ölmühle

Ölfrüchte sind die wichtigste Haupteintragsquelle für Salmonellen in den Futtermittelbetrieb. Im Projekt SINS (KOLAR et al. 2013) konnten beispielsweise in Staub von Ölfruchtlagerstätten am häufigsten Salmonellen nachgewiesen werden. Außerdem wurde in Staubproben ein signifikanter jahreszeitlicher Einfluss in der Häufigkeit des Auftretens von Salmonellen festgestellt: die Wahrscheinlichkeit Salmonellen in den Quartalen II und III innerhalb eines Jahres anzutreffen ist deutlich geringer als in den Quartalen I und IV. Ursache hierfür dürfte primär die Bildung von Kondenswasser auf Anlageteilen, das durch den Temperaturunterschied zwischen Außenluft und Hitzebehandlung erzeugt wird, sein (KOLAR et al. 2013, 2014).

### **Zusammenfassung**

In den Jahren 2010 bis 2014 konnte in Österreich nach einem positiven Salmonellen-Nachweis in Geflügelbeständen in mehreren Fällen durch gezielte Untersuchung von Kontrollproben und Rückstellmustern mittels Mehrfachansatz die Ausbreitung des Erregers vom zumeist importierten Einzelfuttermittel über Zwischenhändler und kontaminierte Mischfutter bis hin zu den Salmonellen-positiven Herden nachvollzogen werden. Salmonellen können in Mischfutterwerken aber auch über einen längeren Zeitraum persistent bleiben und damit zur Rekontamination des jeweils frisch produzierten Mischfutters führen.

Eine effektive Bekämpfung von Salmonellen in Mischfutterwerken oder Ölmühlen ist nur durch regelmäßiges Monitoring von Staub auf allen Stufen der Produktion sowie durch Eigenkontrolle der produzierten Futtermittel möglich. Eine Verbesserung der Salmonellensituation in Futter kann langfristig nur durch proaktiven Umgang mit dieser Thematik, durch Zusammenarbeit aller Beteiligten wie Ölmühle, Groß- und Zwischenhandel und Mischfutterwerk, aber auch durch rasche Rückmeldungen aus den Tierbeständen und Lebensmittelbetrieben an die zuständige Futtermittelbehörde erreicht werden.

## ***Abstract***

The detection of *Salmonella*-positive boot swabs followed by specific examination of retained samples (record samples) by fivefold/tenfold analysis allowed in several cases in Austria (between 2010 and 2014) to retrace the causative micro-organisms from the imported feed material as source of entry via contaminated compound feed to *Salmonella*-positive poultry flocks. *Salmonella* can also become persistent in feed production plants and thus continuously contaminate and re-contaminate the finished product.

An effective *Salmonella*-control in the compound feed production shall focus on the monitoring of raw materials with a high number of subsamples, as well as dust and spillage samples taken from the production environment in combination with the control of the finished product.

A long-term improvement of the *Salmonella*-status of feed can be achieved only by a proactive approach of this issue involving all parties concerned, such as oil mills, wholesalers and retailers, trader, but also by cooperation and rapid notification of positive findings from poultry farms, food and feed business operators to the competent authority for feed control.

## ***Literatur***

EFSA, 2010: The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. The EFSA Journal 8(1):1496, 1-368.

GRIMONT P A D, WEILL F X, 2007: Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars, 9th ed. Paris: World Health Organization Collaborating Center for Reference and Research on *Salmonella*, Institut Pasteur; 2007

JONES F T, 2011: A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed. J. Appl. Poult. Res. 2011; 20 :102–113.

KOLAR V, REITER E, ADLER A, STRNAD I, 2014: Bekämpfung und Kontrolle von Salmonellen in Mischfutterwerken und Futtermitteln. Mühle & Mischfutter (151) 21: 694-698.

KOLAR V. et al., 2013: Staub als Indikator zum Nachweis von Salmonellen in der Mischfutterproduktion. Abschlussbericht BMG- und BMLFUW-Projekt 100820 „SINS“. [http://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Themen/Tierern%C3%A4hrung\\_Dateien/Zusammenfassung\\_der\\_SINS\\_Studie.pdf](http://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Themen/Tierern%C3%A4hrung_Dateien/Zusammenfassung_der_SINS_Studie.pdf)

RASFF portal database 2014. DG SANCO <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal>

WIERUP M, WIDELL S, 2014: Estimation of costs for control of *Salmonella* in high-risk feed materials and compound feed. Infect Ecol Epidemiol. 2014; 4: 23496 – <http://dx.doi.org/10.3402/iee.v4.23496>.

RIBOT E M, FAIR M A, GAUTOM R, CAMERON D N, HUNTER S B, SWAMINATHAN B, BARRETT T J, 2006: Standardization of pulsed-field gel electrophoresis protocols for the subtyping of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Shigella* for PulseNet. Foodborne Pathog Dis. 2006; 3:59-67.

## ***Adressen der Autoren***

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Tierernährung und Futtermittel, Wieningerstraße 8, A 4020 Linz

\* Ansprechpartner: Dr. Andreas ADLER, [andreas.adler@ages.at](mailto:andreas.adler@ages.at)

# Molekulargenetische Untersuchung des sortenspezifischen Lagerverhaltens bei Zuckerrüben

## *Molecular genetic analysis of the storability of sugar beet varieties*

Eva Maria Sehr\*, Elisabeth Wischnitzki und Silvia Fluch

### **Einleitung**

Die Ernte der Zuckerrüben erfolgt zwischen September und November, da in diesem Zeitraum der Zuckergehalt (Saccharose) in den Rüben am höchsten ist. Bis zu ihrer Verarbeitung werden die geernteten Rüben oft über einen längeren Zeitraum gelagert. Während dieser Zeit benötigt die Rübe aufgrund des aktiven Stoffwechsels weiterhin Energie. So wird die bisher gespeicherte Saccharose enzymatisch in Glucose und Fructose gespalten, wodurch es oft zu einem gravierenden Verlust des Saccharosegehaltes während der Lagerzeit kommt (SCHIWECK et al. 2000). Studien weisen darauf hin, dass Rübensorten ein unterschiedliches Lagerverhalten hinsichtlich des Saccharoseverlustes aufweisen (AKESON and WIDNER, 1981). Jedoch ist die zugrundeliegende Genetik dieses sortenspezifischen Unterschiedes der Lagerfähigkeit bisher nicht bekannt. Die Ergebnisse der gegenständlichen Untersuchung sollen dazu dienen, Genregionen auf Basis des Transkriptoms im Zuckerrüben-Genom mit Hilfe der Next-Generation Sequenzierertechnologie zu identifizieren, die für die bestimmte Merkmalsausprägung verantwortlich sind, um in Zukunft eine Marker-unterstützte Selektion in der Züchtung von Zuckerrübensorten mit hoher Lagerstabilität zu ermöglichen.

### **Material und Methoden**

Sorten: Um genotypische Faktoren zur Lagerfähigkeit bestehender Sorten herauszuarbeiten, werden im Speziellen zwei Sorten ausgewählt, die sich stark in ihrer Lagereignung in Bezug auf den Saccharoseabbau unterscheiden: Sorte A (= gut lagerfähig, geringer Saccharoseverlust), Sorte B (= schlecht lagerfähig, hoher Saccharoseverlust).

Lagerung: Nach der Ernte wurden die Rüben randomisiert zu 20 Stück in Säcken unter konstanten Bedingungen gelagert.

Probennahme: Die Probennahme erfolgte an insgesamt 7 Sammelterminen (von der Ernte bis 14 Wochen nach der Ernte), wobei für die molekulargenetischen Untersuchungen nur 4 Sammeltermine (Zeitpunkt 0 = Ernte, Zeitpunkt 1 = 2 Wochen Lagerung, Zeitpunkt 4 = 8 Wochen Lagerung, Zeitpunkt 6 = 14 Wochen Lagerung) herangezogen wurden. Pro Sorte wurden 5 Individuen beprobt.

Molekulargenetische Untersuchungen: Nach erfolgter RNA-Extraktion wurde diese in cDNA umgeschrieben. Um Zugang zu „seltenen“ mRNAs (niedrig exprimierte Gene) zu bekommen, werden mit Hilfe der cDNA Normalisierung (Bogdanova et al., 2010) häufige mRNAs (hoch exprimierte Gene) „abgereichert“. Die so generierten, normalisierten cDNAs wurden im Hochdurchsatz-Verfahren sequenziert.

Bioinformatik: Die sequenzierten Fragmente unterliefen einer Qualitätskontrolle sowie einer folgenden Assemblierung und Annotierung unter Berücksichtigung des publizierten Genoms der Zuckerrübe, RefBeet Version 1.1 (Dohm et al., 2014). Differentiell exprimierte Gene zwischen den Sorten und den Zeitpunkten wurden mit Hilfe des tuxedo Protokolls (TRAPNELL et al. 2010) ermittelt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Mit Hilfe der Next-Generation Sequenzierertechnologie konnten wir **sortenspezifische Unterschiede im Expressionsmuster während der Lagerzeit zweier Zuckerrüben-Sorten** identifizieren. Beide Sorten weisen aber schon zum Zeitpunkt 0 (direkt nach der Ernte) Unterschiede auf, wobei Sorte B mehr Stressantworten zeigt als Sorte A, welches auf einen generell höheren Stresslevel der Sorte B hindeutet und in weiterer Folge womöglich einen höheren Saccharose-Umsatz bedeutet. Ebenso scheint **Sorte B genetisch diverser** zu sein, da hier weit mehr Gene (356) mit signifikanten Expressionsunterschieden zwischen mindestens zwei Einzelrüben gefunden wurden als in Sorte A. Über alle Zeitpunkte hinweg gesehen, weist die Sorte B höhere Aktivität bei Genen involviert im Ethylen Pathway auf. Sorte A hingegen zeigt häufig Gen-Aktivitäten im Gibberellin-Pathway, Lignifizierung, Kutikula/Zellulose-Aufbau, Zellarchitektur und interessanterweise auch ein Gen, das im Kautschuk-

Pathway eine Rolle spielt. Dies würde darauf hinweisen, dass Sorte A von Haus aus hinsichtlich ihrer Anatomie eine „robustere“ Sorte ist und dadurch somit auch eine höhere Lagereigenschaft gegeben ist. Im Detail konnten wir **38 signifikant differentiell exprimierte Gene spezifisch für die Sorte A** über alle Zeitpunkte, sowie **57 signifikant differentiell exprimierte Gene spezifisch für die Sorte B** identifizieren (Abb. 1). Betrachten wir nur die Zeitpunkte nach der Ernte (Zeitpunkte 1, 4 und 6), finden sich spezifisch in Sorte A 346 Gene und spezifisch in Sorte B 206 Gene.

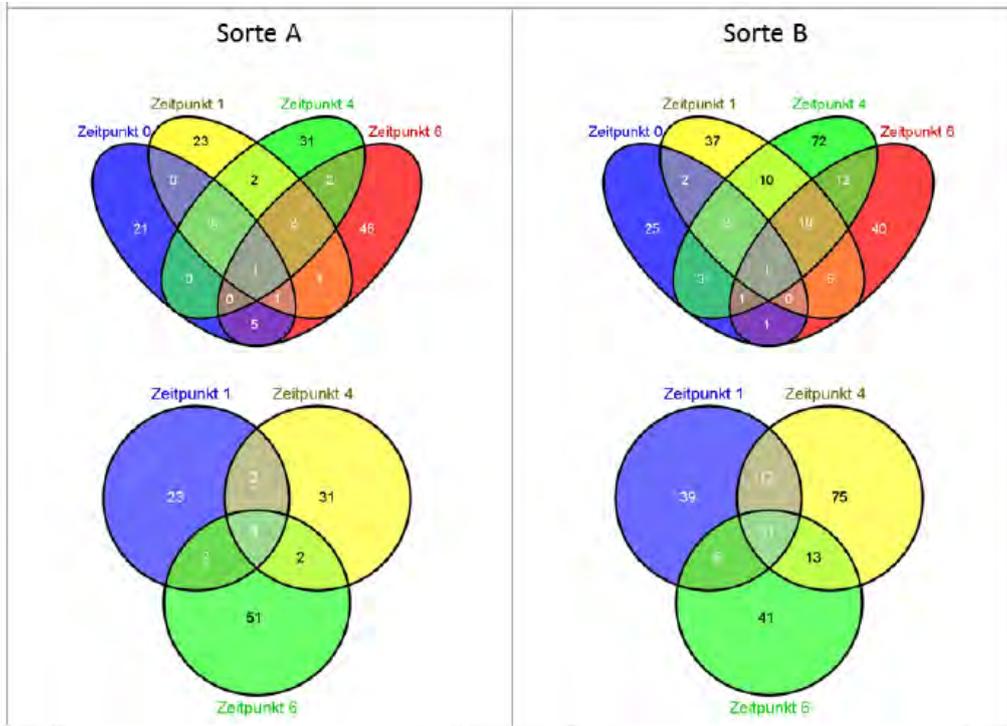


Abbildung 1: Vergleich sortenspezifischer Gene zu verschiedenen Zeitpunkten.

Zusätzlich dazu wurden für jeden Zeitpunkt alle Transkripte auf signifikante differentielle Expression hin untersucht (cuffdiff, FDR<0.05). Insgesamt zeigten 356 Gene signifikante differentielle Expression zu mindestens einem Zeitpunkt (Abb. 2.). Bei den signifikant differentiell exprimierten Genen über alle Zeitpunkte finden sich ein Gen in Sorte A: **Eukaryotic translation initiation factor 5B** (general translation initiation), sowie ein Gen in Sorte B: **Putative ribonuclease H protein At1g65750** (transposable element).

Ein spezielles Muster von Genen involviert im Saccharose-Metabolismus (z.B. Saccharose Synthasen) konnte nicht identifiziert werden (Abb. 2). Hingegen zeigen sich in den verschiedenen eher Stress-assoziierten Metabolismen (z.B. Ethylen Pathway) sortenspezifische Expressionsmuster.



Abbildung 2: Expressionsmuster der Saccharose Synthasen über alle Zeitpunkte (grün: 100% Ähnlichkeit zu bekannten SuSy Isoformen, gelb: annotiert als ‚sucrose synthase‘ laut RefBeet v1.1).

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen der gegenständlichen Studie wurde das sortenspezifische Lagerverhalten zweier Zuckerrübensorten (A = gut lagernd, B = schlecht lagernd) über einen Lagerzeitraum von 14 Wochen auf molekularer Ebene untersucht. Über alle Zeitpunkte hinweg gesehen gibt es in Sorte A 38 und in Sorte B 57 Gene, die ausschließlich in der einen, nicht aber in der anderen Sorte exprimiert werden. Etliche dieser „sortenspezifischen“ Gene in Sorte B gehören dem Ethylen Pathway an, wohingegen Sorte A häufig Gen-Aktivitäten im Gibberellin Pathway, Lignifizierung, Kutikula/Zellulose-Aufbau, Zellarchitektur aufweist. Dies weist darauf hin, dass Sorte A hinsichtlich ihrer Anatomie eine „robustere“ Sorte ist und dadurch eine bessere physikalische Lagereigenschaft veranlagt hat, was in Kombination mit einer höheren Stresstoleranz die beobachtete bessere Lagerfähigkeit bedingen könnte. Diese so identifizierten Gene stellen eine **erste Auswahl an potentiellen Markergenen** zur Auswahl von „Rübensorten mit verbesserter Lagereigenschaft“ dar.

## **Abstract**

In the frame of this study, the specific storability of two sugar beet varieties (variety A = well storable, variety B = poor storability) was analysed over a storage time frame of 14 weeks via state-of-the-art molecular genetic tools. Reflecting all analysed time points, variety A is characterised by 38 expressed genes whereas variety B by 57 genes, which are exclusively expressed in on variety but not in the other. Several of these variety-specific genes of variety B are belonging to the ethylene pathway, whereas expressed genes of variety A can be assigned to the gibberellin pathway, to lignification, cuticula / cell wall formation, and cell architecture. This indicates that variety A seems to be a more “robust” variety regarding its anatomy and, thus, shows a better physical storability in combination with a higher stress tolerance. The so identified genes can be seen as a **first selection of putative marker genes** which can be used to select for ‘sugar beet varieties with an optimized storability’.

## **Literatur**

- AKESON, W., WIDNER, J., 1981. Differences among sugarbeet cultivars in sucrose loss during storage. *J Am Soc Sugar Beet Technol* 21, 80–91.
- BOGDANOVA, E.A., SHAGINA, I., BARSOVA, E.V., Kelmanson, I., Shagin, D.A., Lukyanov, S.A., 2010. Normalizing cDNA libraries. *Curr. Protoc. Mol. Biol.* 90, 5–12.
- DOHM, J.C., MINOCHE, A.E., HOLTGRAWE, D., CAPELLA-GUTIERREZ, S., ZAKRZEWSKI, F., TAFER, H., RUPP, O., SORENSEN, T.R., STRACKE, R., REINHARDT, R., GOESMANN, A., KRAFT, T., SCHULZ, B., STADLER, P.F., SCHMIDT, T., GABALDON, T., LEHRACH, H., WEISSHAAR, B., HIMMELBAUER, H., 2014. The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (*Beta vulgaris*). *Nature* 505, 546–549.
- SCHIWECK, H., VAN DER POEL, P., SCHWARTZ, T., 2000. Zuckertechnologie - Rüben- und Rohrzuckergewinnung. Bartens, A.
- TRAPNELL, C., WILLIAMS, B.A., PERTEA, G., MORTAZAVI, A., KWAN, G., VAN BAREN, M.J., SALZBERG, S.L., WOLD, B.J., PACTER, L., 2010. Transcript assembly and quantification by RNA-Seq reveals unannotated transcripts and isoform switching during cell differentiation. *Nat Biotech* 28, 511–515. doi:10.1038/nbt.1621

## **Adressen der Autoren**

AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Konrad Lorenz Strasse 24, 3430 Tulln

\* Ansprechpartnerin: Dr. Eva Maria SEHR, [eva-maria.sehr@ait.ac.at](mailto:eva-maria.sehr@ait.ac.at)

# Ernährungsbedingte Exposition der österreichischen Bevölkerung gegenüber PFOS und PFOA

## *Dietary exposure to PFOS and PFOA in the Austrian population*

Daniela Mihats<sup>1\*</sup>, Sandra Kulcsar<sup>2</sup>, Stefan Weiß<sup>2</sup>, Michael Prean<sup>3</sup>, Elke Rauscher-Gabernig<sup>1</sup>

### **Einleitung**

Perfluoralkylierte Substanzen (PFAS) sind eine Gruppe von fluorierten Verbindungen, die in Industrie- und Verbraucherprodukten wie Beschichtungen von Textilien und Teppichen, Reinigungs- und Bodenpoliermitteln, Farben, Feuerlöschschäumen und Insektiziden eingesetzt werden. Aufgrund ihrer persistenten und bioakkumulierbaren Eigenschaften werden PFAS ubiquitär in der Umwelt, in Lebensmitteln sowie in Geweben von Tieren und Menschen gefunden. Perfluorooctansulfonat (PFOS) und Perfluorooctansäure (PFOA) sind dabei die wichtigsten und am besten charakterisierten Substanzen. Tierversuchsstudien weisen auf mögliche gesundheitsschädliche Effekte, wie z.B. Lebertoxizität, Entwicklungstoxizität, Reproduktionstoxizität, Lungentoxizität, hormonelle Wirkungen sowie ein schwaches genotoxisches und karzinogenes Potenzial hin. Im Jahr 2008 hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA 2008) eine tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) für PFOA von 1,5 µg/kg Körpergewicht (KG) pro Tag und für PFOS von 150 ng/kg KG pro Tag festgelegt. Ziel dieser Arbeit war, die Aufnahmemengen für PFOS und PFOA abzuschätzen und in Folge das Risiko für die österreichische Bevölkerung zu bewerten.

### **Material und Methoden**

Proben von Fleisch, Innereien und Fisch wurden in Schlachthöfen bzw. Aquakulturen durch die Veterinärbehörden entnommen, um eine eindeutige Zuordnung der Herkunft zu ermöglichen. Gemüse, Eier oder Käse wurden von der amtlichen Lebensmittelaufsicht in den Bundesländern gezogen. Die Proben wurden vom Umweltbundesamt Wien mittels Flüssigchromatographie-Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS) analysiert.

Für linkszensierte Daten (Werte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze) wurden die Analyseergebnisse unterhalb der jeweiligen Grenze gleich dieser Grenze (Upper Bound, UB), beim Lower-Bound-Ansatz (LB) gleich „null“ gesetzt.

Die Expositionsabschätzungen wurden auf Basis nationaler Verzehrdaten, die im Rahmen des Österreichischen Ernährungsbericht 2008 (ELMADFA et al. 2009) erhoben wurden, für folgende Bevölkerungsgruppen durchgeführt: Kinder im Alter von 6 bis 15 Jahren mit einem Körpergewicht (KG) von 39,7 kg, Frauen mit einem KG von 63,6 kg und Männer mit einem KG von 81,5 kg (19 bis 65 Jahre). Die durchschnittliche Aufnahmemenge für PFOS und PFOA wurde durch die Verknüpfung des durchschnittlichen Verzehrs der jeweiligen Bevölkerungsgruppe mit den durchschnittlichen Gehalten in Lebensmitteln berechnet. Abschließend wurden die geschätzten Aufnahmemengen mit den TDI-Werten verglichen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Insgesamt wurden 37 Lebensmittelproben wie Käse, Eier, Fisch, Fleisch, Leber und Gemüse in den Jahren 2010/11 auf das Vorkommen von PFOA und PFOS untersucht. PFOA (38%) konnte dabei häufiger als PFOS (16%) quantifiziert werden. Messbare Gehalte von PFOA wurden in fast allen untersuchten Lebensmitteln bis auf Lammfleisch und Geflügel gefunden. Die höchsten Konzentrationen wurden in Kalbfleisch, gefolgt von Hartkäse und Hühnereiern gemessen. Die PFOA-Konzentrationen lagen in einem Bereich von 0,43 bis 0,92 µg/kg. PFOS wurde nur in Fisch und Leber (Schwein, Lamm) mit maximalen Konzentrationen von 0,82 und 1,5 µg/kg nachgewiesen.

Für Kinder wurde eine durchschnittliche Exposition gegenüber PFOA von 0,25 (LB) bis 0,55 ng/kg KG/Tag (UB) ermittelt; die Aufnahme von PFOS wurde mit 0,09 (LB) bis 0,24 ng/kg KG/Tag (UB) berechnet. Die durchschnittlichen Aufnahmemengen bei Frauen liegen für PFOA in einem Bereich von 0,20 bis 0,46 ng/kg KG/Tag (LB - UB) und für PFOS zwischen 0,07 und 0,20 ng/kg KG/Tag.

Männer nehmen durchschnittlich zwischen 0,22 (LB) und 0,50 ng/kg KG/Tag (UB) PFOA auf. Für PFOS wurden Aufnahmemengen von 0,05 (LB) bis 0,19 ng/kg KG/Tag (UB) berechnet. Die aktuelle Studie zeigt eine ernährungsbedingte Exposition gegenüber PFOA und PFOS in einem niedrigen ng/kg KG-Bereich. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch von anderen berichtet (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG 2008, HAUG et al. 2010, NOORLANDER et al. 2011).

Tabelle 1: **Durchschnittliche tägliche Aufnahme (in ng/kg KG/Tag) von PFOA und PFOS bei Kindern, Frauen und Männern**

Verzehr (g/Tag)	Tägliche Aufnahme (ng/kg KG/Tag) (LB-UB)								
				PFOA			PFOS		
	Kinder	Frauen	Männer	Kinder	Frauen	Männer	Kinder	Frauen	Männer
Hartkäse	2,1	4,9	5,3	0,02-0,03	0,03-0,04	0,026-0,031	0-0,005	0-0,01	0-0,01
Hühnereier	17,3	16,8	17,2	0,09-0,16	0,05-0,10	0,04-0,08	0-0,06	0-0,03	0-0,03
Fisch	8,3	10,6	8,5	0,04-0,08	0,03-0,06	0,02-0,04	0,08-0,09	0,06-0,07	0,040-0,043
Fleisch (Schwein, Lamm, Kalb)	19,7	26,9	54,1	0,09-0,19	0,07-0,16	0,12-0,25	0-0,05	0-0,04	0-0,07
Geflügel	13,0	23,3	23,4	0-0,08	0-0,09	0-0,07	0-0,03	0-0,04	0-0,03
Wild	0,1	1,0	1,3	0,0005-0,001	0,004-0,005	0,004-0,005	0-0,0002	0-0,002	0-0,002
Leber (Schwein, Lamm)	0,2	0,5	0,4	0,001-0,002	0,002-0,003	0,001-0,002	0,006	0,01	0,006
Speck	1,9	2,0	5,3	0,01-0,02	0,005-0,01	0,01-0,02	0-0,005	0-0,003	0-0,006
<b>Total</b>	<b>62,6</b>	<b>85,8</b>	<b>115,4</b>	<b>0,25-0,55</b>	<b>0,20-0,46</b>	<b>0,22-0,50</b>	<b>0,09-0,24</b>	<b>0,07-0,20</b>	<b>0,05-0,19</b>

Die Hauptaufnahmequelle für PFOA bei Erwachsenen stellt vor allem Fleisch mit einem Anteil von 53% (Männer) bzw. 37% (Frauen) dar. Bei Kindern liefern Fleisch und Hühnereier einen ähnlichen Beitrag zur Gesamtexposition von PFOA (35 und 36%). Hühnereier können bei Männern und Frauen zu 19 bzw. 26% zur Gesamtaufnahme beitragen. Hartkäse liefert einen Beitrag zur Aufnahme von PFOA von max. 15%. Der Beitrag von Fisch ist bei Männern 9%, bei Frauen 16% und bei Kindern 17%. Andere Lebensmittelgruppen (Geflügel, Wild, Leber und Speck) spielen mit einem Anteil von weniger als 5% eine untergeordnete Rolle (Abbildung 1).

Die ernährungsbedingte Exposition gegenüber PFOS erfolgt bei allen Bevölkerungsgruppen vor allem über den Verzehr von Fisch (87% bei Erwachsenen und 93% bei Kindern). Leber liefert einen Beitrag zur Aufnahme von PFOS von 7% (Kinder) bzw. 13% (Frauen, Männer).

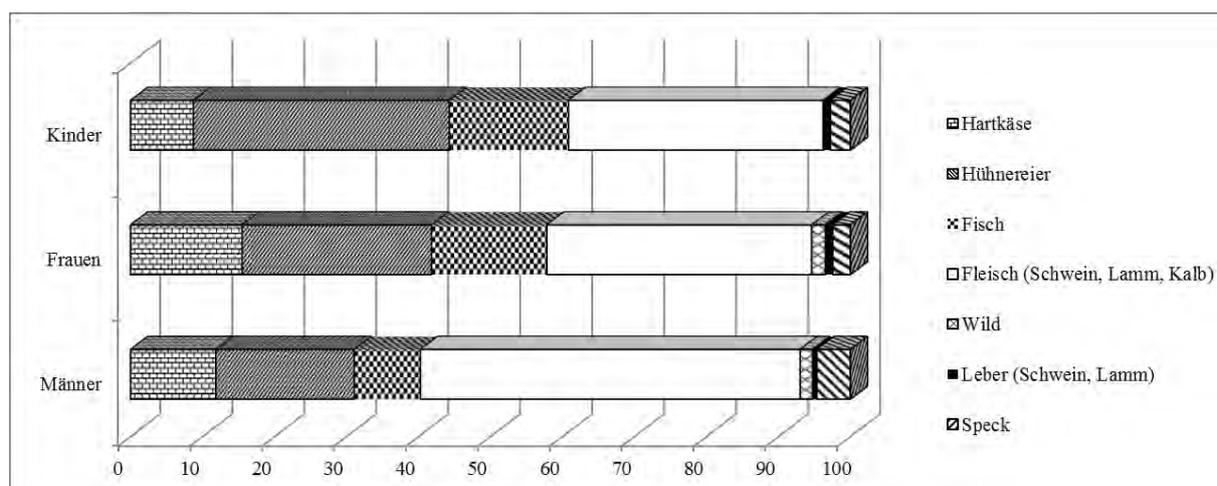


Abbildung 1: **Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur Aufnahme von PFOA (in Prozent) für verschiedene Bevölkerungsgruppen**

Die ernährungsbedingte Exposition der österreichischen Bevölkerung gegenüber PFOA und PFOS liegt weit unter den gesundheitsbasierten Richtwerten. Ein unmittelbares Gesundheitsrisiko ist daher

nicht zu erwarten. Die in dieser Studie abgeschätzten Aufnahmemengen erscheinen gering. Die lange Halbwertszeit von PFOA und PFOS im Körper darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, denn auch geringe Mengen können zu einem Anstieg der Körperlast beitragen.

### **Zusammenfassung**

In den Jahren 2010/11 wurden insgesamt 37 Lebensmittelproben (Käse, Eier, Fisch, Fleisch, Leber und Gemüse) auf das Vorkommen von PFOA und PFOS untersucht. PFOA und PFOS konnten dabei in 38 bzw. 16% der Proben quantifiziert werden. Während PFOA in fast allen untersuchten Lebensmittelgruppen (außer Lammfleisch und Geflügel) nachweisbar war, wurden messbare Gehalte von PFOS nur in Fisch und Leber gefunden. Die berechneten Aufnahmemengen von PFOA für Kinder, Frauen und Männer liegen in einem Bereich von 0,20 bis 0,55 ng/kg KG, die von PFOS zwischen 0,05 und 0,24 ng/kg KG. Als Hauptaufnahmequellen für PFOA und PFOS wurden Fleisch bzw. Fisch identifiziert. Die in dieser Studie abgeschätzten Expositionen sind sehr gering und liegen deutlich unter der jeweiligen tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge. Ein Gesundheitsrisiko für die österreichische Bevölkerung kann aus den Ergebnissen dieser Studie daher nicht abgeleitet werden.

### **Abstract**

In the years 2010/11 a total of 37 food samples (cheese, eggs, fish, meat, liver and vegetables) were analysed for the presence of PFOA and PFOS. PFOA and PFOS were quantified in 38 and 16% of the samples. While PFOA was detected in almost all of the analysed food groups except lamb and poultry, measurable levels of PFOS were only found in fish and liver. The calculated intakes of PFOA for children, women and men are ranging from 0.20 to 0.55 ng/kg bw, for PFOS from 0.05 to 0.24 ng/kg bw. The major foods contributing to PFOA and PFOS exposure were meat and fish, respectively. The estimated exposures are very low and are well below the respective tolerable daily intake. Hence, a health risk for the Austrian population cannot be derived from the results of this study.

### **Danksagung**

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Gesundheit, der Lebensmittelaufsicht und der Veterinärbehörde, die an diesem Monitoring beteiligt waren.

### **Literatur**

- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA), 2008: EFSA Journal; 653: 1-131.  
ELMADFA I, FREISLING H, NOWAK V, 2009: Austrian Nutrition Report 2008. Institute of Nutritional Sciences, University of Vienna, Austria.  
BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR), 2008: Stellungnahme 004/2009 des BfR vom 11. September 2008.  
HAUG LS, THOMSEN C, BRANTSÄETER AL, KVALEM HE, HAUGEN M, BECHER G, ALEXANDER J, MELTZER HM, KNUTSEN HK, 2010; Environ Int. 36:772-778.  
NOORLANDER CW, VAN LEEUWEN SPJ, BIESEBEEK JD, MENGELERS MJB, ZEILMAKER MJ. (2011); J Agric Food Chem. 59: 7496–7505.

### **Adressen der Autoren**

<sup>1</sup> AGES, Bereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

<sup>2</sup> Umweltbundesamt Wien, Abteilung Organische Analysen, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien

<sup>3</sup> AGES, Geschäftsfeld Lebensmittelsicherheit, Technikerstraße 70, 6020 Innsbruck

\* Ansprechpartnerin: Dr. Daniela MIHATS, daniela.mihats@ages.at

# Eignungsprüfung des Analysenautomaten CheckStab® zur Bestimmung der Weinsteinstabilität

## *Aptitude test of the automatic analysis instrument CheckStab® for the tartaric stability determination*

Nina Prasnikar<sup>1</sup> und Elsa Patzl-Fischerleitner<sup>2</sup>

### **Einleitung**

Ziel dieses Projekts war es festzustellen, ob sich der Analysenautomat CheckStab gegen verschiedenste, im Gebrauch befindliche Methoden behaupten kann. Sechs verschiedene Verfahren wurden zur Beurteilung der Weinsteinstabilität verwendet. 30 verschiedene Weine, davon zwei Rotweine, drei Rose´-Weine und 25 Weißweine aus verschiedenen Regionen Österreichs wurden auf ihre Weinsteinstabilität getestet. Die Sättigungstemperatur wurde mittels CheckStab – Sättigungstemperatur-Programm, mit dem Krista-Test Konduktometer sowie einer älteren Methode, dem nasschemischen Minikontaktverfahren, gemessen. Die Leitfähigkeit wurde mittels CheckStab – Minikontaktverfahren-Programm bestimmt und mit den Werten von dem Analysengerät TartarCheck des Kooperationspartners Enartis verglichen. Die Versuchsergebnisse wichen zum Teil stark voneinander ab, wobei die Minikontaktverfahren von CheckStab und Enartis am besten miteinander korrelierten. Der Krista Test brachte die schnellsten Ergebnisse. Die größten Abweichungen traten bei der nasschemischen Methode auf. Sie dürften vor allem auf den Faktor Mensch zurückzuführen sein, da dieses Verfahren kaum automatisiert ist.

### **Material und Methoden**

Weinproben: 30 Weine: 2 Rot-, 3 Rose´- und 25 Weißweine aus verschiedenen Regionen Österreichs;  
Methoden: Sättigungstemperatur, Leitfähigkeit (Minikontaktverfahren) mit CheckStab (CheckStab α2008 LIFE), Leitfähigkeit mit Tartarcheck (durchgeführt von Fa. Enartis), Sättigungstemperatur mittels Krista-Test Konduktometer und nasschemischem Verfahren

Die Sättigungstemperatur wurde mit Hilfe dreier verschiedener Methoden bestimmt: CheckStab, Krista-Test und nasschemische Methode. Beim Analysenautomaten CheckStab (CheckStab α2008 LIFE) gab es verschiedene Programme, welche auch den Typ des Weines einbezogen. Die Messung dauerte bis zu einer Stunde und es war wenig Aufwand nötig, um eine Analyse durchzuführen. 100ml Wein wurden grob filtriert, in ein Becherglas überführt, ins Kühlungsbad gestellt, der KHT-(=Kaliumhydrogentartart) Dosierer befüllt, und wenn der Elektrodenarm in die Probelösung getaucht wurde, wurde das Methodenfenster für die Analyse automatisch geöffnet. Der Krista-Test maß die Sättigungstemperatur nach Worth und bei dieser Methode war der Zeitaufwand gering. Es wurden 50ml grob filtrierte Probelösung benötigt, mit einem Rührkern versetzt, Elektrode in die Lösung getaucht, Sättigungsprogramm gestartet, eine Spatel KHT zugefügt, 5 Minuten gerührt, dann der Rührer abgedreht, 30 Sekunden der Weinstein absetzen gelassen und der Wert abgelesen. Das Grundprinzip der nasschemischen Methode war eine Säure-Base-Titration. Dieses Verfahren war langwierig. Dafür wurden 50ml grob filtrierter Wein benötigt, ungefähr 150mg KHT eingewogen und zugefügt, 2 Stunden bei 0°C gerührt, mit Sintertiegel filtriert, der Weinstein (= Rückstand) wurde dann in heißem Wasser gelöst und mit Phenolphthalein-Indikator gegen Natronlauge titriert. Die Sättigungstemperatur wurde mittels einer Formel ermittelt ( $n \text{ (ml)} * 18,81 / 2,5 + 1 = t \text{ (}^\circ\text{C)}$ ).

## Ergebnisse und Diskussion

Wein, egal welche Farbe, wurde wie folgt kategorisiert: unter 12°C stabil und über 12°C instabil.

Tabelle 14 Vergleich der Sättigungstemperatur mit CheckStab, Krista-Test und dem nasschemischen Verfahren, WW=Weißwein, RW= Rotwein;

Nr.	Weintyp	Check Stab		Nasschemische Verfahren		Kristatest		Abweichung	
		Sättigungstemperatur [°C]	Kategorie	Sättigungstemperatur [°C]	Kategorie	Sättigungstemperatur [°C]	Kategorie	Check-Stab/Nasschem.	Check-Stab/Kristatest
1	WW	16,8	instabil	25,2	instabil	17,7	instabil	-8,4	-0,9
2	WW	23,2	instabil	24,0	instabil	21,5	instabil	-0,8	1,7
3	WW	23,1	instabil	24,5	instabil	22,0	instabil	-1,4	1,1
4	WW	7,9	stabil	2,9	stabil	18,7	instabil	5,0	-10,8
5	WW	20,3	instabil	17,8	instabil	22,3	instabil	2,5	-2,0
6	WW	22,7	instabil	15,8	instabil	22,2	instabil	6,9	0,5
7	WW	16,3	instabil	17,7	instabil	18,5	instabil	-1,4	-2,2
8	WW	18,3	instabil	14,6	instabil	19,7	instabil	3,7	-1,4
9	WW	6,4	stabil	-2,9	stabil	12,1	instabil	9,3	-5,7
10	WW	5,5	stabil	-12,1	stabil	8,1	stabil	17,6	-2,6
11	WW	6,1	stabil	-10,7	stabil	11,0	stabil	16,8	-4,9
12	WW	13,5	instabil	12,5	instabil	19,4	instabil	1,0	-5,9
13	WW	13,1	instabil	9,2	stabil	14,5	instabil	3,9	-1,4
14	WW	14,6	instabil	6,8	stabil	14,3	instabil	7,8	0,3
15	WW	15,4	instabil	14,8	instabil	15,9	instabil	0,6	-0,5
16	WW	17,2	instabil	16,7	instabil	21,2	instabil	0,5	-4,0
17	WW	11,6	stabil	7,7	stabil	15,4	instabil	3,9	-3,8
18	WW	16,1	instabil	11,0	stabil	18,0	instabil	5,1	-1,9
19	WW	17,2	instabil	17,2	instabil	18,3	instabil	0,0	-1,1
20	WW	8,6	stabil	6,5	stabil	13,7	instabil	2,1	-5,1
21	WW	13,4	instabil	16,5	instabil	14,9	instabil	-3,1	-1,5
22	WW	18,3	instabil	17,0	instabil	17,7	instabil	1,3	0,6
23	WW	19,9	instabil	23,1	instabil	19,9	instabil	-3,2	0,0
24	WW	11,6	stabil	15,0	instabil	14,5	instabil	-3,4	-2,9
25	WW	17,6	instabil	10,9	stabil	19,6	instabil	6,7	-2,0
26	Rose'	15,1	instabil	12,9	stabil	22,5	instabil	2,2	-7,4
27	Rose'	19,0	instabil	23,7	instabil	21,0	instabil	-4,7	-2,0
28	Rose'	23,2	instabil	22,2	instabil	23,1	instabil	1,0	0,1
29	RW	23,5	instabil	15,8	instabil	22,3	instabil	7,7	1,2
30	RW	19,5	instabil	4,0	stabil	19,8	instabil	15,5	-0,3

Abweichung	CheckStab/Nasschem.	CheckStab/Kristatest
Minimal Abweichung (°C)	-8,4	-10,8
Maximal Abweichung (°C)	17,6	1,7
Durchschnittliche Abweichung (°C)	3,2	-2,2
Standardabweichung (°C)	6,1	2,8

Anhand der Auswertung ist deutlich zu erkennen, dass die nasschemische Methode die höchsten Schwankungen zu CheckStab besitzt, die negativste Abweichung liegt bei -8,4 und positivste bei 17,6. Außerdem wurden die mit der nasschemische Methode ermittelten Ergebnisse öfter als stabil beurteilt als die mit CheckStab erhaltenen Ergebnisse (Tab.1: Nr. 13,14,18,24,25,26,30 - blau unterlegt). Dies kann dann erheblichen Einfluss auf die Weiterverarbeitung und Weinstabilisierung von Wein haben. Dieses Verfahren ist auch nicht für eine schnelle Beurteilung der Sättigungstemperatur geeignet. Mit dem Kristatest hingegen wurden die Proben deutlich öfter als instabil beurteilt als mit CheckStab (Tab.1: Nr. 4,9,17,20 - rot unterlegt), aber die negativste Abweichung ist mit -10,8 höher als bei der nasschemischen Methode. Trotzdem ist man mit dem Kristatest auf der sicheren Seite beim Weinstabilisieren.

Die Leitfähigkeit wurde mittels CheckStab und einem anderen Analysenautomaten mit ähnlicher Funktionsweise (Tartarcheck) bestimmt. Bei CheckStab wurde ein Programm verwendet, bei dem das Ende der Messung von der Stabilität des Messwertes abhängig war. Dadurch variierte die Analysendauer. Des Weiteren wurde wieder zwischen Rot- und Weißwein unterschieden, vor allem in der Zugabe von Weinstensäure. Bei Rotwein wurde um 1g mehr zugegeben als bei Weißwein. Die Messung bei Tartarcheck dauerte hingegen nur 10 Minuten, und es wurde auch nicht zwischen Rot- und Weiß-

wein unterschieden. Unter 30µS wurde der Wein wieder als stabil angesehen und über 30µS als instabil.

Tabelle 15 Vergleich der Leitfähigkeit mit CheckStab und Tartarcheck, WW=Weißwein, RW=Rotwein;

Nr.	Weintyp	CheckStab		TartarCheck		Abweichung
		Leitfähigkeit [µS]	Kategorie	Leitfähigkeit [µS]	Kategorie	CheckStab/Tartarcheck
1	WW	162,5	instabil	130,0	instabil	32,5
2	WW	329,3	instabil	210,0	instabil	119,3
3	WW	272,5	instabil	207,0	instabil	65,5
4	WW	20,2	stabil	Keine Ergebnisse		
5	WW	122,6	instabil	111,0	instabil	11,6
6	WW	84,6	instabil	102,0	instabil	-17,4
7	WW	124,2	instabil	105,0	instabil	19,2
8	WW	134,8	instabil	103,0	instabil	31,8
9	WW	16,5	stabil	19,0	stabil	-2,5
10	WW	15,2	stabil	9,0	stabil	6,2
11	WW	11,2	stabil	9,0	stabil	2,2
12	WW	41,4	instabil	74,0	instabil	-32,6
13	WW	61,6	instabil	70,0	instabil	-8,4
14	WW	145,7	instabil	108,0	instabil	37,7
15	WW	139,0	instabil	100,0	instabil	39,0
16	WW	133,8	instabil	95,0	instabil	38,8
17	WW	51,0	instabil	62,0	stabil	-11,0
18	WW	25,2	stabil	46,0	stabil	-20,8
19	WW	169,7	instabil	118,0	instabil	51,7
20	WW	44,2	instabil	91,0	instabil	-46,8
21	WW	107,5	instabil	Keine Ergebnisse		
22	WW	219,6	instabil	161,0	instabil	58,6
23	WW	197,7	instabil	143,0	instabil	54,7
24	WW	71,7	instabil	64,0	instabil	7,7
25	WW	82,9	instabil	Keine Ergebnisse		
26	Rose'	109,3	instabil	87,0	instabil	22,3
27	Rose'	237,0	instabil	144,0	instabil	93,0
28	Rose'	278,4	instabil	149,0	instabil	129,4
29	RW	199,7	instabil	122,0	instabil	77,7
30	RW	28,7	stabil	29,0	stabil	-0,3

Abweichung	CheckStab/Tartarcheck
Minimal Abweichung [µS]	-46,8
Maximal Abweichung [µS]	129,4
Durchschnittliche Abweichung [µS]	32,3
Standardabweichung [µS]	44,89

Es wurde nur eine Weinprobe (17) als unterschiedlich kategorisiert. Ansonsten stimmten die Werten im Bereich unter 100µS gut überein. Oberhalb dieses Wertes waren Differenzen von bis zu 100µS zu beobachten. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass die Messung vom Apparat CheckStab erst beendet wurde, als der Wert stabil war.

### Zusammenfassung

CheckStab eignet sich gut für die Bestimmung der Weinstabilität. Zur Ermittlung der Sättigungstemperatur ist der Kristatest zu empfehlen, da er schnell durchzuführen ist und wenig Analysenzeit in Anspruch nimmt. Die Ergebnisse vom Automaten Tartarcheck stimmten am besten mit denen vom Analysengerät Checkstab überein, und auch die Messverfahren sind ähnlich. Die nasschemische Methode war am langwierigsten und die Messwerte zeigten im Vergleich zu den anderen Methoden die stärksten Schwankungen.

### Abstract

The purpose of the project's thesis was to compare different analysis methods for tartaric stability with CheckStab®. Six different methods were used to assess tartaric stability. 30 different wines, including two reds, three rose' wines and 25 white wines from different regions of Austria were tested. The saturation temperature was tested by CheckStab- saturation temperature program, by Kristatest Conductometer and also by an old volumetric method, called Minicontact. The conductivity was compared by

CeckStab - Mini Contact method program and by TartarCheck from the cooperation partner Enartis. There were found high deviations in some cases. The "mini contact method" conductivity measurement of CheckStab and TartarCheck correlated best. The Kristatest produced the fastest results. The highest divergences occurred by the volumetric Minicontact process.

### ***Literatur***

DÖRR, W. 1999: Überprüfung und Beurteilung der Weinstabilität. Der Deutsche Weinbau Nr. 21, S. 26-28.

EDER, R. 2009: Weinstein muss nicht sein: Ursachen und Vermeidung von Weinsteinausfall, Teil 2. Der Winzer 06/2009, S. 6 – 8

GÖRTGES, S. UND STOCKÉ, R. 1987: Minikontaktverfahren zur Beurteilung der Calciumtartratstabilität. Weinwirtschaft-Technik Nr. 11: S. 19-21.

PRASCH, E. UND POSTEL, W. (1981): Beurteilung der Weinstabilität. In: Mitteilungen Klosterneuburg 31, S. 62 – 70.

SCHMIDT, O. 2009: Dem Weinstein auf den Fersen. Das deutsche Weinmagazin 25/26 2009, S. 26 – 29.

SCHMIDT, O. 2013: Moderne Kellertechnik. Stuttgart: Eugen Ulmer KG, S. 125-133.

### ***Adressen der Autoren***

<sup>1</sup> BOKU Universität für Bodenkultur, A 1190 Wien

<sup>2</sup> Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, A 3400 Klosterneuburg

\* Ansprechpartnerin: BSc Nina PRASNIKAR, Nina.Prasnikar@gmx.at

## Autorenverzeichnis

### A

Adler, A. ....	173, 182, 315, 318
Albrecht, Th. ....	265
Arnold, Th. ....	49
Axmann, S. ....	182, 315

### B

Baag, R. ....	301
Backhaus, G.F. ....	29
Bandte, M. ....	291, 293, 294
Bartoszewski, G. ....	289
Baumgarten, A. ....	166
Bedlan, G. ....	276
Behrendt, D. ....	298
Ben Ali, S.-E. ....	92
Berg, G. ....	108
Berger, R. ....	83
Berk, J. ....	295
Bernd Jost, B. ....	278
Bischoff, G. ....	111
Blaich, H. ....	280
Blasl, Ch. ....	318
Blum, W.E.H. ....	67
Bock, H. ....	136
Bodner, G. ....	49, 55, 80, 256
Bohner, A. ....	83
Brader, G. ....	23, 247
Brandes, Ch. ....	92
Brandstettner, A.J. ....	182, 315
Breiner, M. ....	80
Brugger, D. ....	95
Bubner, B. ....	303
Bucher, M. ....	220
Büttner, C. ....	289, 291, 292, 293, 294,

### C

Castan, M. ....	92
Cichna-Markl, M. ....	130

### D

Deinhofer, L. ....	212
Deix, W. ....	286
Dell Antonio, A. ....	212
Deml, M. ....	102
Dersch, G. ....	166, 212
Drexler, M. ....	160, 163
Druml, B. ....	130
Dürr, S. ....	23, 247

### E

Eberdorfer, D. ....	160, 163
Eckardt, J. ....	301
Eder, A. ....	166
Edit Kalmar, E. ....	265
Eduard Zentner, E. ....	176
Eigner, H. ....	197, 200, 203
Epperlein, K. ....	301
Euteneuer, P. ....	248, 278

## F

Faber, F. ....	212
Fahn C. ....	95, 102
Fischer, G. ....	293
Flamm, C. ....	52, 253
Fluch, S. ....	321
Formayer, H. ....	74
Förster, N. ....	303
Franko, U. ....	74
Freier, B. ....	114
Friedel, J.K. ....	77
Fuchs, A. ....	232
Fuchs, K. ....	125

## G

Gabl, I. ....	120
Gansberger, M. ....	136, 139
Gantar, E.-M. ....	215
Gerzabek, M.H. ....	36
Gierus, M. ....	99, 306
Gloer, J. ....	301, 298, 303
Gössinger, M. ....	220, 223, 226
Gronauer, A. ....	151
Gruber, A. ....	123
Gruber, L. ....	167
Gründling, R. ....	74
Guggenberger, Th. ....	70
Gummert, A. ....	114
Gundinger, J. ....	278

## H

Hafez, H. M. ....	295
Hage-Ahmed, K. ....	256, 280, 283
Hanak, K. ....	209
Hanz, K. ....	223
Hartl, L. ....	265
Haslberger, A. ....	92
Haslmayr, H.-P. ....	74
Hausdorf, H. ....	120
Heiderer, K. ....	278
Hein, W. ....	61, 142, 250, 259, 262
Heinzinger, M. ....	77
Herndl, M. ....	166
Herrn, L. ....	301
Hochegger, R. ....	92, 130
Höfler, ....	163
Höfler, W. ....	160
Hofmair, W. ....	151
Holz, S. ....	289
Hölzl, F.X. ....	74
Hösch, J. ....	139
Huber, S. ....	74
Huber, St. ....	128
Huettel, B. ....	289
Humer, F. ....	166
Hummer, J. ....	241

## J

Johnen, S. ....	212
Jost, B. ....	248

## K

Kahrer, A. ....	270
Kappert, R. ....	64
Katzlberger, Ch. ....	166
Kaufmann, J. ....	133
Kaul, H.-P. ....	49, 64
Keiblinger, K. ....	212
Kieler, M. ....	215, 218, 226
Kiroje, P. ....	173
Kitzer, R. ....	133
Klein, N. ....	218
Klinger, R. ....	241
Köhler, A. ....	303
Kolar, V. ....	318
Korntheuer, K. ....	220
Kreitzer, Ch. ....	197
Kube, M. ....	289
Kuchling, S. ....	125
Kulesar, S. ....	324
Kumpan, M. ....	166
Kupfer, J. ....	148

## L

Lackner, A. ....	223
Lair, G.J. ....	67
Landstettner, C. ....	166
Lehtinen, T. ....	15, 77
Leitner, R. ....	49
Lew, P. ....	191
Liebhard, P. ....	83, 136, 139
Liebmann, B. ....	166
Liftinger, G. ....	191
Luftensteiner, H. ....	52

## M

Malumphy, Ch. ....	270
Mandl, K. ....	241
Marschall, K. ....	117
Mayr, J. ....	136, 139
Mechtler, H. ....	145
Mehofer, M. ....	209
Mentler, A. ....	70, 80
Merkel, Ch. ....	280
Mewis, I. ....	295, 298
Mihats, D. ....	324
Mitter, B. ....	86
Moitzi, G. ....	145, 151
Montgomery, L. ....	139
Motie, A. ....	128
Moyes, A. ....	268, 270
Mutz, Ch. ....	241

## N

Nakhforoosh, A. ....	49
Neufelner, W. ....	206

## O

Oberforster, M. ....	58, 253, 265
Öhlinger, R. ....	125

## P

Pachinger, B. ....	139
Palme, W. ....	148

Pardeller, G. ....	212
Patzl-Fischerleitner, E. ....	232, 327
Pauer, St. ....	248
Paulke, J. ....	291
Pauwels, R. ....	292
Pestemer, W. ....	111
Pestemer-Nell, M. ....	280
Peters, P. ....	114
Pferscher, J. ....	160, 163
Pfundtner, E. ....	166
Pichler, D. ....	123
Pichler, J. ....	151
Pichler, W. ....	136
Plank, M. ....	206
Plenk, A. ....	206, 274
Pohl, W. ....	70
Pötsch, E.M. ....	173
Prasnikar, N. ....	232, 327
Prean, M. ....	324
Prinz, M. ....	209
Probst, L. ....	70
Puntigam, R. ....	99, 306

## R

Raskovic, M. ....	92
Rauscher-Gabernig, E. ....	125, 324
Reichinger, Ch. ....	157
Reichl, M. ....	283
Reisinger, J. ....	248
Reiter, E. V. ....	318
Resch, R. ....	167, 170, 173, 176, 312
Rewald, B. ....	55
Rizzolli, W. ....	117
Rodríguez, M.-H. ....	293
Rohrer, H. ....	142
Rosner, F. ....	212
Rosner, J. ....	286
Rosner, K. ....	286
Rossmann, B. ....	128
Rott, M. ....	292

## S

Sager, M. ....	154, 194, 229
Sailer, J. ....	248
Schedle, K. ....	99, 170, 176, 306, 312
Schiefer, J. ....	67
Schmeisser, E. ....	191
Schmidt, A. ....	301
Schmuckenschlager, B. ....	209
Schnürer, M. ....	220
Schober, V. ....	209
Schönhuber, Ch. ....	256
Schrader, L. ....	295
Schreiner, M. ....	128
Schulz, J. ....	295
Schwarz, Ch. ....	306
Sedy, K. ....	74
Sehr, E.M. ....	321
Sessitsch, A. ....	23, 86, 247
Sigl, G. ....	200, 203
Sinabell, F. ....	64
Soja, G. ....	212

Sommer, M. ....	64
Spiegel, H. ....	74, 166
Spornberger, A. ....	215, 229
Steinkellner, S. ....	248, 256, 278, 283, 286
Steinwider, J. ....	188
Stelzer, D. ....	220
Stepanek, W. ....	89
Strickner, L. ....	248
Strnad, I. ....	173, 182, 188, 315, 318
Suhl, J. ....	295
Sürbock, A. ....	77
<b>T</b>	
Terler, G. ....	133
Trenkle, A. ....	179, 185
Trippold, Ch. ....	133
Trognitz, F. ....	23, 86, 247
<b>U</b>	
Ulrichs, Ch. ....	295, 298, 301, 303
<b>V</b>	
Velik, M. ....	133
Vincenz, J. ....	294
Vitovec, N. ....	209
von Barga, S. ....	292
von Gehren, Ph. ....	136
<b>W</b>	
Waldner, W. ....	123
Wallner, Th. ....	157
Wanzenböck, E. ....	306
Waschl, H. ....	61, 142, 250, 2059, 262
Wechselberger, K. ....	271
Weingartmann, H. ....	145
Weiss, R. ....	182, 315
Weiß, St. ....	324
Wendelin, S. ....	209
Werteker, M. ....	58, 128
Wetscherek, W. ....	105, 170, 176, 309, 312
Wetscherek-Seipelt, G. ....	309
Wimmer, B. ....	212
Windisch, W. ....	40, 95, 102
Wischnitzki, E. ....	321
Wolf, M. ....	123
Wopienka, W. ....	136
Wurm, L. ....	215, 218
Wurzinger, M. ....	70
<b>Z</b>	
Zaller, J. ....	248
Zander, M. ....	298, 301
Zaspel, I. ....	303
Zechner, E. ....	265
Zehetner, F. ....	212
Zethner, G. ....	74
Zhao, J. ....	55