

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



„ERNÄHREN UNS IN DER ZUKUNFT ENERGIEPFLANZEN?“



Tagungsbericht 2008

BERICHT

ALVA – Jahrestagung 2008

„Ernähren uns in der Zukunft Energiepflanzen?“

26. – 27. Mai 2008

Tagungsort:

LFZ Raumberg-Gumpenstein

A- 8952 Irdning, Raumberg 38

Tel: +43-(0)3682 22 451 - 0

Fax: +43-(0) 3682 22 451 - 210

office@raumberg-gumpenstein.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, Triesterstraße122, 1230 Wien

©

Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel- Veterinär- und Agrarwesen

ISSN 1606-612X

Inhaltsverzeichnis

MULTIFUNKTIONALE BODENNUTZUNG – ERNÄHRUNGSSICHERUNG VERSUS ENERGIEPRODUKTION	
WINFRIED E.H. BLUM	11
ENERGIE UND ROHSTOFFE AUS DER LANDWIRTSCHAFT – CHANCEN UND GRENZEN <i>ENERGY AND RAW MATERIALS FROM AGRICULTURE – OPPORTUNITIES AND LIMITS</i>	
MANFRED WÖRGETTER.....	14
PFLANZENSOZIOLOGISCHE ENTWICKLUNG VERSCHIEDENER FUTTERBAUMISCHUNGEN IN ABHÄNGIGKEIT VON ANLAGEVERFAHREN UND DÜNGEINTENSITÄT <i>SUCCESSION IN PLANT SOCIETIES OF DIFFERENT GRASSLAND- AND FORAGE SEED MIXTURES IN DEPENDENCE OF CULTIVATION METHOD AND INTENSITY OF FERTILISATION</i>	
GÜNTHER KODYM	20
DAUERGRÜNLANDMISCHUNGEN: ERTRAG UND AUSDAUER IM ALPENRAUM <i>GRASSLAND MIXTURES: YIELD AND PERSISTANCE IN ALPINE REGIONS</i>	
CHRISTIAN PARTL.....	23
ÜBERSAAT: ERFOLG UND ERTRAG UNTERSCHIEDLICHER MISCHUNGEN <i>RE-SEEDING: SUCCESS AND YIELD OF DIFFERENT MIXTURES</i>	
ANDREAS TSCHÖLL.....	26
RUNDBALLENPRESSEN – EINFLUSS DER TECHNIK AUF DIE GRUNDFUTTERQUALITÄT <i>ROUND BALE PRESS – INFLUENCE OF TECHNIQUES ON FORAGE QUALITY</i>	
ALFRED PÖLLINGER, REINHARD RESCH & KARL BUCHGRABER.....	29
VERSUCHE ZUR REGULIERUNG VON POPULATIONEN DER SIBIRISCHEN KEULENSCHRECKE (<i>AEROPUS SIBIRICUS</i> LINNÉ, 1767) AUF ALPINEN RASENFLÄCHEN	
M. WOLF, R. ZELGER & V. VANAS	32
UNTERSUCHUNGEN ZUR EMPFINDLICHKEIT VON POPULATIONEN DER OBSTBAUMSPINNMILBE <i>PANONYNCHUS ULMI</i> KOCH (<i>TETRANYCHIDAE</i>) GEGENÜBER VERSCHIEDENER AKARIZIDE	
M. WOLF.....	34
GC/MS-ANALYTIK VON A-TRICHOHECENEN IN LEBENSMITTELN UND FUTTERMITTELN MIT ¹³C-MARKIERTEN INTERNEN STANDARDS	
WOLFGANG BRODACZ & ANDREAS DELLA ROSA	36
COMPARISON OF FOUR EXTRACTION METHOD FOR THE ANALYSIS OF PESTICIDES IN SOIL SAMPLES WITH GC-MS AND LC-MS	
AXEL MENTLER, CÉLINE LESUEUR & MICHAEL GARTNER	39
PESTICIDE CONTAMINATION AND CONSUMER RISK ASSESSMENT FOR CONVENTIONAL FARMING FRUITS AND VEGETABLES TAKEN FROM THE AUSTRIAN MARKET DURING THE YEARS 2003 TO 2006	
CÉLINE LESUEUR, VERENA SIELER & MICHAEL GARTNER	40
SCREENINGMETHODE FÜR DEN QUALITATIVEN NACHWEIS VON PFLANZENSCHUTZMITTELN IN BIOGETREIDE MITTELS SPDE/GC-MS <i>SCREENINGMETHOD FOR THE DETECTION OF PESTICIDES IN ORGANIC CROP BY SPDE/GC-MS</i>	
STEFAN WIMMER & MICHAEL GARTNER	42

N-DÜNGUNG IM GARTEN- UND FELDGEMÜSEBAU: NEUERUNGEN IN DEN RICHTLINIEN DES FACHBEIRATS FÜR BODENFRUCHTBARKEIT UND BODENSCHUTZ

N – FERTILIZATION OF VEGETABLES: NEW GUIDELINES OF THE ADVISORY BOARD FOR SOIL FERTILITY AND SOIL PROTECTION

ANDREAS BAUMGARTEN.....45

INTEGRIERTES STICKSTOFFMANAGEMENT - EINE STRATEGIE ZUR WIRKSAMEN VERRINGERUNG DER GEWÄSSERBELASTUNG IM GEMÜSEBAU

INTEGRATED NITROGEN MANAGEMENT - A STRATEGY TO REDUCE WATER POLLUTION IN VEGETABLE PRODUCTION

FRANZ WIESLER, NORBERT LAUN & MARTIN ARMBRUSTER46

GRÜNDÜNGUNG UND BODENBEARBEITUNG IM WEINBAU: BIOMASSEPRODUKTION UND EINFLUSS AUF DEN STICKSTOFFGEHALT IM BODEN UND IM MOST

MARTIN MEHOFER, BERNHARD SCHMUCKENSCHLAGER, KAREL HANAK & FERDINAND REGNER.....48

**NÄHRSTOFFSPEZIFISCHE NEBEN- UND SPURENELEMENTFRACHTEN AUS DÜNGEMITTELN
*ACCESSORY AND TRACE ELEMENT LOADS FROM FERTILIZERS WITH RESPECT TO NUTRIENT INPUTS***

MANFRED SAGER & ERWIN PFUNDTNER.....51

SCREENINGSTRATEGIEN IN DER GVO-ROUTINEANALYTIK

RUPERT HOCHEGGER.....55

TROCKENMASSEBESTIMMUNG VON GRASPROBEN-FRISCHMATERIAL MIT DEM DA-SPEKTROMETER ZEISS-CORONA 45VISNIR

REINHARD RESCH59

RÄUMLICHE VERTEILUNG DER FUTTERMITTELINHALTSSTOFFE IM ÖSTERREICHISCHEN GRUNDFUTTER

SPATIAL DISTRIBUTION OF FORAGE NUTRITION

THOMAS GUGGENBERGER, GÜNTHER WIEDNER & ANDREAS SCHAUMBERGER.....62

KRAFTSTOFFVERBRAUCH BEI UNTERSCHIEDLICHEN BODENBEARBEITUNGSSYSTEMEN UND FRUCHTARTEN

FUEL CONSUMPTION BY DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS AND FIELD CROPS

TIBOR SZALAY, HELMUT WAGENTRISTL, GERHARD MOITZI, HERBERT WEINGARTMANN & PETER LIEBHARD65

ENERGIEPFLANZEN IM STEIRISCHEN KLIMARAUM

WERNER HÖFLER, JOHANN ROBIER & JOSEF PFERSCHER68

DIE ENERGIEHOLZPRODUKTION VOM ACKER

JOSEF SCHWEINBERGER & MARCO GÖTTTRIED72

REALES UND GESCHÄTZTES BIOMASSEAUFGKOMMEN AUS DER LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT IN ÖSTERREICH ZUR ENERGETISCHEN VERWERTUNG BIS ZUM JAHR 2020

PETER LIEBHARD EDUARD HOCHBICHLER, MAXIMILIAN LAUER & JOSEF SPITZER.....75

ÜBERWINTERUNG VON GETREIDE IM ALPENRAUM: WO LIEGEN DIE GRENZEN?

WALTRAUD HEIN & HERMANN WASCHL.....78

BESTIMMUNG DER WURZELSYSTEMGRÖÖBE VON WINTERWEIZEN: ANWENDUNG UND INTERPRETATION EINER ELEKTRISCHEN IN-SITU METHODE

GERNOT. BODNER TOMÁS STŘEDA, VITA DOSTÁL, OLDŘICH CHLOUPEK & HANS-PETER KAUL.....81

EINFLUSS DER KORNGÜTE AUF DIE ETHANOLAUSBEUTE BEI WEIZEN UND TRITICALE	
<i>INFLUENCE OF GRAIN QUALITY TO THE ETHANOL YIELD FROM WHEAT AND TRITICALE</i>	
MICHAEL OBERFORSTER	84
EINFLUSS VERSCHIEDENER PARAMETER AUF DEN MYKOTOXINGEHALT VON WINTERWEIZEN – VERSUCHSDURCHFÜHRUNG MIT HILFE EINES NEUEN STATISTISCHEN MODELLS	
<i>INFLUENCE OF VARIOUS PARAMETERS ON THE MYCOTOXIN OF WINTER WHEAT - EXPERIMENTAL IMPLEMENTATION WITH THE HELP OF A NEW STATISTICAL MODEL</i>	
MARTIN BÄCK, HUBERT KÖPPL, GUENTHER PILZ & GÜNTHER WENDT	87
SORTENMISCHUNGEN BEI WINTERWEIZEN IM BIOLANDBAU: AUSWIRKUNGEN AUF KRANKHEITSAUFTRETEN, ERTRAG UND QUALITÄT	
<i>VARIETY MIXTURES OF WINTER WHEAT IN ECOLOGIC FARMING: EFFECTS ON DISEASES, YIELD AND QUALITY PARAMETERS</i>	
CLEMENS FLAMM	89
ERFOLGREICHER RAPSANBAU! ERGEBNISSE EINES DREIJÄHRIGEN EXAKTVERSUCHES 2004-2007	
<i>SUCCESSFUL CULTIVATION OF RAPSSEED</i>	
ROBIER JOHANN, HÖFLER WERNER & PFERSCHER JOSEF	92
WASSER- UND STOFFFLÜSSE EINES GEBIRGS- UND EINES TALSTANDORTES ANHAND VON LYSIMETERVERSUCHEN IM GRÜNLAND	
<i>COMPARISON OF WATER- AND NUTRIENTS FLOWS OF AN ALPINE SITE WITH THOSE OF AN TYPICALLY GRASSLAND SITE BY LYSIMETRIC ANALYSIS</i>	
MONIKA SEEBACHER, ANDREAS BOHNER & PETER LIEBHARD	94
EINE FELDSTUDIE ZUM AUFTRETEN VON VIRUSINFEKTIONEN IN SPARGEL (<i>ASPARAGUS OFFICINALIS</i> L.) IN NORDDEUTSCHEN ERTRAGSANLAGEN	
<i>FIELD STUDY ON THE OCCURRENCE OF VIRUS INFECTIONS IN ASPARAGUS (<i>ASPARAGUS OFFICINALIS</i> L.) IN NORTH GERMANY</i>	
MARTINA BANDTE, ELISE GRUBITS, SUSANNE VON BARGEN, FRANK RABENSTEIN, DIETER WEBER, FRANK UWIHS & CARMEN BÜTTNER	97
WIRKSAMKEITSPRÜFUNG VON SEKUNDÄRMETABOLITEN AUS <i>BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS</i>-STÄMMEN GEGEN <i>XANTHOMONAS CAMPESTRIS</i> PV. <i>CAMPESTRIS</i> AN BLUMENKOHL (<i>BRASSICA OLERACEA</i> VAR. <i>BOTRYTIS</i>)	
<i>ON TESTING THE EFFECTIVENESS OF SECONDARY METABOLITES OF <i>BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS</i>-STRAINS TO ANTAGONIZE <i>XANTHOMONAS CAMPESTRIS</i> PV. <i>CAMPESTRIS</i> IN CAULIFLOWER (<i>BRASSICA OLERACEA</i> VAR. <i>BOTRYTIS</i>)</i>	
STEPHAN RIETSCHEL, MARTINA BANDTE, HELMUT JUNGE, RAINER BORRIS & CARMEN BÜTTNER	100
<i>RHIZOCTONIA SOLANI</i>: EIN PROBLEM IM BIOLANDBAU? – EXAKTVERSUCH ALS LÖSUNGSANSATZ	
HERMANN WASCHL & WALTRAUD HEIN	101
EINFLUSS VON FOLIENÜBERDACHUNG AUF FRUCHTQUALITÄT UND MONILIA-SPITZENDÜRRE-INFEKTIONEN BEI BIOLOGISCH PRODUZIERTEN MARILLEN	
LOTHAR WURM & WALTER URSCHLER	104
DER NACHLAUFABTRENNZEITPUNKT BEI OBSTDESTILLATEN - EINFLUSSFAKTOREN UND ERKENNUNG	
MANFRED GÖSSINGER	107

MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER KORRELATION VON ANALYTISCHEN KENNDATEN UND SENSORISCHEN BEURTEILUNGEN BEI OBSTBRÄNDEN <i>OPPORTUNITIES AND LIMITS OF CORRELATION BETWEEN ANALYTICAL AND TASTING RESULTS OF DISTILLED BEVERAGES</i>	
WALTER BRANDES, MARIO KARNER & REINHARD EDER	109
FÜNF JAHRE ERFAHRUNG MIT AUTOMATISIERTEN DESTILLATUNTERSUCHUNGEN MITTELS FTIR IM RAHMEN DER DESTILLATA <i>FIVE YEARS EXPERIENCE WITH FTIR-ANALYSIS OF SPIRITS</i>	
VERONIKA SCHOBER.....	112
ERFAHRUNGEN MIT DER AUTOMATISIERTEN SO₂-ANALYSE MITTELS FLIEßINJEKTIONSMETHODE <i>EXPERIENCE BY AUTOMATED SO₂-ANALYSIS WITH THE METHOD OF FLOW INJECTION</i>	
MONIKA MAREK, MANFRED PASTLER & REINHARD EDER.....	114
BESTIMMUNG DER ENZYMAKTIVITÄT HANDELSÜBLICHER ENZYMPRÄPARATE <i>DETERMINATION OF ENZYMATIC ACTIVITY OF COMMERCIAL ENZYME PREPARATIONS</i>	
ELSA FISCHERLEITNER & REINHARD EDER.....	117
PNA EINE NEU ETABLIERTE METHODE IN KLOSTERNEUBURG FÜR BRETTANOMYCESDIAGNOSTIK <i>PNA A NEW ESTABLISHED TECHNIC FOR BRETTANOMYCES DIAGNOSTIC IN KLOSTERNEUBURG</i>	
KARIN MANDL & EVA VOGL	120
ZUKÜNFTIGE KENNZEICHNUNGSPFLICHT BESTIMMTER EIWEIBHALTIGER WEINBEHANDLUNGSMITTEL – AUSWIRKUNGEN AUF DIE WEINBEHANDLUNG UND MÖGLICHE ALTERNATIVEN FÜR DEN WINZER <i>FUTURE DUTY OF LABELLING OF CERTAIN PROTEIN-CONTAINING WINE TREATMENT AGENTS - IMPACT ON WINEMAKING AND POSSIBLE ALTERNATIVES</i>	
HANNES WENINGER & SIEGMAR GÖRTGES	123
EINFLUSS LANGJÄHRIGER NUTZUNG VON MISCANTHUS GIGANTEUS AUF AUSGEWÄHLTE BODENCHEMISCHE UND BODENPHYSIKALISCHE KENNZAHLEN <i>EFFECTS OF LONG TERM CULTIVATION OF MISCANTHUS GIGANTEUS ON SELECTED CHEMICAL AND PHYSICALPARAMETERS</i>	
PETER LIEBHARD & HEIDE SPIEGEL.....	125
EINFLUSS VON KALKMENGE UND -ART AUF DIE PH-WERTENTWICKLUNG EINES VIERJÄHRIGEN KALKDÜNGUNGSVERSUCHES	
KARL MAYER & GEORG DERSCH	128
NÄHRSTOFF- UND HUMUSWIRKUNG VON GÄRRESTEN AUS BIOGASANLAGEN <i>NUTRITION AND HUMUS VALUE OF DIGESTATES FROM BIOGAS PLANTS</i>	
ERWIN PFUNDTNER	130
AUSWIRKUNG VON BIOGASGÜLLE AUF BODENPARAMETER UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES KALIUMS (K) <i>EFFECT OF DIGESTED RESIDUES ON SOIL PARAMETERS WITH SPECIAL CONSIDERATION OF THE POTASSIUM (K)</i>	
HANS UNTERFRAUNER.....	133
NÄHRSTOFFRÜCKFÜHRUNG AM BEISPIEL VON KARTOFFELRESTFRUCHTWASSER-KONZENTRAT	

RECYCLING OF NUTRIENTS ON THE EXAMPLE OF RESIDUAL POTATO FRUIT WATER CONTENT	
HERBERT EIGNER.....	136
EINFLUSS EINER CARBOKALKKAUSBRINGUNG AUF KALKHÄLTIGEN BÖDEN AUF DAS ERTRAGSVERHALTEN UND AUSGEWÄHLTE BODENCHEMISCHE UND –PHYSIKALISCHE PARAMETER	
INFLUENCE OF AN APPLICATION OF CARBONATION LIME ON CALCEROUS SOILS ON THE YIELD AND SELECTED CHEMICAL AND –PHYSICAL SOIL PARAMETERS	
JOSEF WASNER	139
STAND DER ERHEBUNGEN DES EUROPÄISCHEN WALDBODEN-MONITORINGS „BIO SOIL“	
STATUS OF INVESTIGATION OF THE EUROPEAN FOREST SOIL MONITORING ‘BIO SOIL’	
FRANZ MUTSCH.....	142
REFERENZDATEN FÜR WIESENGRAS UND STANDARDISIERTE GRASKULTUR ZUM NACHWEIS VON IMMISSIONEN	
REFERENCE VALUES OF GRASS AND STANDARDISED GRASS EXPOSURE FOR AIR POLLUTANT DETECTION	
RICHARD ÖHLINGER.....	145
ALTE SEUCHEN NEU ENTDECKT	
GABRIELE ROMANEK.....	148
MOLEKULARE ANALYTIK DER MIKROBIELLEN BIODIVERSITÄT IM INTESTINALTRAKT	
MOLECULAR ANALYSIS OF THE MICROBIAL DIVERSITY IN THE INTESTINAL TRACT	
KONRAD J. DOMIG & AGNES PETERSSON.....	149
ZUR ANALYTIK VON PROBIOTIKA IN FUTTERMITTEL	
PETER KIROJE, FRANZ GLÖSMANN & ADLER ANDREAS	152
EINFLUSS VON PROBIOTIKA AUF DIE DARMSFLORA UND DIE MIKROBIELLEN STOFFWECHSELPRODUKTE IM GASTROINTESTINALTRAKT VON ABSETZFERKEL	
EFFECT OF PROBIOTICS ON GUT MICROBIOTA AND THE CONCENTRATION OF MICROBIAL METABOLITES IN WEANED PIGLETS	
CHRISTIANE MAIR, WILHELM WINDISCH, MICHAEL HECKER & CHRISTIAN PLITZNER.....	155
STAMMAUSWAHL FÜR PROBIOTISCHE MEHRSTAMMPRODUKTE UND DEREN PRAKTISCHE ANWENDUNG IN DER TIERERNÄHRUNG	
STRAIN SELECTION AND APPLICATION OF PROBIOTIC MULTISTRAIN FEED ADDITIVES	
VIVIANA KLOSE.....	158
PROBIOTIKA IN DER TIERERNÄHRUNG - EIN EINBLICK IN MIKROBIOLOGIE UND TECHNIK	
ELISABETH MAYRHUBER & HANS-PETER LETTNER	161
ABBAU DER TROCKENMASSE VON WIESENFUTTER <i>IN SITU</i> IN ABHÄNGIGKEIT VON VEGETATIONSSTADIUM UND AUFWUCHS	
DRY MATTER DEGRADATION OF FRESH GRASS <i>IN SITU</i> DEPENDING ON VEGETATIVE STAGE AND GROWTH NUMBER	
L. GRUBER, F. WIELSCHER, A. SCHAUER & M. URDL	164
FÜTTERUNG VON TROCKENSCHLEMPE IN DER MILCHPRODUKTION	
FEEDING OF DISTILLER’S DRIED GRAINS IN MILK PRODUCTION	
M. URDL, J. HUBER, A. SCHAUER & L. GRUBER	168

VERBESSERUNG DER LAMMFLEISCHQUALITÄT DURCH DEN EINSATZ VON LEISTUNGSGEPRÜFTEN BÖCKEN	
<i>IMPROVING LAMB MEAT QUALITY BY USING PERFORMANCE TESTED RAMS</i>	
FERDINAND RINGDORFER	171
EINFLUSS VON RATIONSGESTALTUNG, GESCHLECHT UND GENETIK AUF DIE SCHLACHTLEISTUNG UND FLEISCHQUALITÄT VON MASTRINDERN AUS MUTTERKUHHALTUNG	
<i>EFFECT OF RATION, CATEGORY AND BREED ON CARCASS PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF CATTLE FROM SUCKLER COW SYSTEMS</i>	
MARGIT VELIK, ANDREAS STEINWIDDER & JOHANNES FRICKH	174
UNGESÄTTIGTE FETTSÄUREN - CHANCE FÜR GESUNDHEIT, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT?	
<i>UNSATURATED FATTY ACIDS – A CHANCE FOR HEALTH, ENVIRONMENT AND AGRICULTURE?</i>	
ATOUSA MOTIE	177
UNTERSUCHUNGEN ZUR MAGNESIUMVERSORGUNG DER ÖSTERREICHISCHEN BEVÖLKERUNG UND VERGLEICH MIT ANDEREN LÄNDERN	
<i>STUDIES TO MAGNESIUM SUPPLY THE AUSTRIANS POPULATION AND CONTRAST WITH OTHER COUNTRIES</i>	
ALENA SIMONOVÁ & WERNER PFANNHAUSER	180
EFFEKTE UNTERSCHIEDLICHER JODKONZENTRATIONEN UND JODQUELLEN IM FUTTER AUF DIE MAST- UND SCHLACHTLEISTUNG SOWIE DIE JODKONZENTRATIONEN IN VERSCHIEDENEN GEWEBEN BEIM MASTSCHWEIN	
<i>EFFECTS OF VARYING DIETARY IODINE SUPPLEMENTATION ON GROWTH PERFORMANCE, CARCASS QUALITY AND IODINE CONCENTRATIONS IN TISSUES OF FATTENING PIGS</i>	
VIKTORIA WAGNER, WILHELM WINDISCH, SIEGFRIED SWOBODA & THOMAS ETTLE	183
ELEMENTZUSAMMENSETZUNG VON WURST, FLEISCH UND INNEREIEN	
MANFRED SAGER	186
POSTER	
WIRKUNG VON OREGANO AUF DIE ENTWICKLUNG VON SAUG- UND AUFZUCHTFERKEL	
<i>EFFECT OF OREGANO ON THE DEVELOPMENT OF SUCKLING AND WEANING PIGLETS</i>	
JOHANN OSWALD, KARIN ZITTERL-EGLSEER & WOLFGANG WETSCHEREK	190
WIRKUNGSWEISE EINES PROBIOTISCHEN MEHRSTAMMPRODUKTES AUF DIE AUFZUCHTLEISTUNG VON ABSETZFERKELN	
<i>EFFECT OF A MULTISPECIES PROBIOTIC PRODUCT ON THE PERFORMANCE OF WEANED PIGLETS</i>	
CHRISTIANE MAIR, WILHELM WINDISCH & CHRISTIAN PLITZNER	193
INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZATION AND INTENSITY OF UTILIZATION ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF PERMANENT GRASSLAND	
MARIE ŠTÝBNAROVÁ & JAN POZDÍŠEK	196
QUECKSILBER ALS IMMISSIONSMARKER	
<i>MERCURY AS A MARKER OF AIR POLLUTION STRESS</i>	
ALFRED FÜRST	199

WIRKUNG VON TROCKENSTRESS AUF DIE KORNERTRÄGE EINES SORTIMENTS VON WINTERWEIZEN	
<i>THE DEGREE OF DRYNESS WILL EFFECT THE GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES</i>	
MICHAEL OBERFORSTER, CLEMENS FLAMM & WILLIBALD PRIELER	201
ANWENDUNG VON MALZKEIMDÜNGER BEI WINTERWEIZEN: ERSTE ERFAHRUNGEN IM EXAKTVERSUCH	
HERMANN WASCHL, WALTRAUD HEIN & BERNHARD PROTIWENSKY	204
WINTERWEIZEN IM BIOLANDBAU: SORTEN AUS ÖSTERREICH, DER SCHWEIZ, ODER WEIZENMISCHUNGEN?	
WALTRAUD HEIN, HERMANN WASCHL & HERBERT HUSS	207
MISCANTHUS IN ALPINEN LAGEN: MÖGLICHKEITEN UND PROBLEME	
HERMANN WASCHL, WALTRAUD HEIN & HANNES ROHRER	210
KÖRNERLEGUMINOSEN IM ARTENVERGLEICH. ERGEBNISSE AUS DEM BIONET-PROJEKT	
WALTRAUD HEIN, HERMANN WASCHL & MANUEL BÖHM	213
ERTRAGSBILDUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON VERÄNDERTEN SOURCE- UND SINK-GRÖßEN BEI KÖRNERAMARANT (<i>AMARANTHUS SP.</i>)	
<i>GRAIN PRODUCTION OF AMARANTH (AMARANTHUS SP.) UNDER MODIFIED SOURCE AND SINK CAPACITY</i>	
B. ROITNER-SCHOBESBERGER; D. M. GIMPLINGER, G. DOBOS & H.-P. KAUL	216
ERTRAGSBILDUNG VON MAIS UND SONNENBLUME FÜR DIE BIOGASPRODUKTION	
D. M. GIMPLINGER, T. AMON, R. HRBEK, H.-P. KAUL, C. LEONHARTSBERGER, S. WICHMANN & B. WINKLER	219
EFFECT OF N FERTILIZATION ON THE DEVELOPMENT OF COUCH-GRASS (<i>ELYTRIGIA REPENS</i>) IN THE GRASS SWARD	
PAVLÍNA VAŘEKOVÁ & MARIE SVOZILOVÁ	222
20 JAHRE NITRATVERSUCHSWAGNA BEI LEIBNITZ	
<i>20 YEARS NITROGEN - TESTING</i>	
JOHANN ROBIER, WERNER HÖFLER & JOSEF PFERSCHER	225
NACHWEIS VON FUMONISIN-GENEN IN ISOLATEN UNTERSCHIEDLICHER <i>FUSARIUM</i>-ARTEN	
<i>DETECTION OF FUMONISIN GENES IN STRAINS OF DIFFERENT FUSARIUM SPECIES</i>	
SUSANNE VON BARGEN, ANNE-MAREEN EISOLD, OLIVER MARTINEZ, MONIKA GOßMANN & CARMEN BÜTTNER	227
UNTERSUCHUNGEN ZUR DIFFERENZIERUNG VON <i>FUSARIUM SOLANI F. SP. CUCURBITAE</i>, RASSE 1, AN KÜRBIS UND GURKEN	
<i>INVESTIGATIONS ON DIFFERENTIATION OF FUSARIUM SOLANI F. SP. CURCURBITAE, RACE 1, INFECTING SQUASH AND CUCUMBER</i>	
MONIKA GOßMANN, HELGARD NIRENBERG & CARMEN BÜTTNER	229
UNTERSUCHUNGEN ZU PATHOGENITÄT UND VIRULENZ VERSCHIEDENER ISOLATE VON <i>FUSARIUM SOLANI F. SP. CUCURBITAE</i>, RASSE 1, AN EINEM KÜRBIS- UND GURKENPFLANZENSORTIMENT	
STEFAN MÜLLER, MONIKA GOßMANN, HELGARD NIRENBERG & CARMEN BÜTTNER	232

EINSATZMÖGLICHKEITEN VON <i>LECANICILLIUM MUSCARIUM</i> ZUR BEKÄMPFUNG DES KALIFORNISCHEN BLÜTENTHRIPS <i>FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS</i> BEI GEWÜRZPFLANZEN	
<i>CHANCE OF LECANICILLIUM MUSCARIUM FOR CONTROLLING FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS IN AROMATIC HERBS</i>	
ANNETT SCHMALZ, HELGA SERMANN & CARMEN BÜTTNER.....	235
VERHALTEN VON <i>FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS</i> (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) AUF SEINEN WIRTS-PFLANZEN	
<i>BEHAVIOURAL CHARACTERISTICS OF FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) ON ITS HOST PLANTS</i>	
ANNETT SCHMALZ, HELGA SERMANN & CARMEN BÜTTNER.....	238
AKTUELLE VERSUCHSERGEBNISSE ZUM CHEMISCHES ENTFERNEN VON STOCKTRIEBEN IM WEINBAU	
<i>EFFECTIVE RESULTS OF CHEMICAL TRUNK CLEANING ON GRAPES</i>	
ANDREAS KRBEC & BARBARA SCHILDBERGER	241
UNTERSUCHUNGEN ZUR BIOLOGIE UND ÖKOLOGIE DES SOMMERAPFELBLATTS AUGERS <i>CACOPSYLLA PICTA</i> FÖRSTER (HOMOPTERA: PSYLLIDAE) IN OBSTANLAGEN	
M. WOLF & R. ZELGER.....	244
EINSATZ MOLEKULARBIOLOGISCHER METHODEN ZUR CHARAKTERISIERUNG DER DARMMIKROBIOTA DES SCHWEINS	
<i>APPLICATION OF MOLECULAR BIOLOGICAL METHODS TO CHARACTERISE THE GUT MICROBIOTA OF PIGS</i>	
AGNES PETERSSON, KONRAD J. DOMIG, PHILIPP NAGEL, WERNER ZOLLITSCH, WERNER HAGMÜLLER & WOLFGANG KNEIFEL	246
ANTIBIOTIKARESISTENZTESTUNG VON BIFIDOBAKTERIEN	
<i>ANTIBIOTIC SUSCEPTIBILITY TESTING OF BIFIDOBACTERIA</i>	
SIGRID MAYRHOFER, KONRAD J. DOMIG, CHRISTIANE MAIR, ULRIKE ZITZ, AGNES PETERSSON, GEORG WITOSZYNSKYJ & WOLFGANG KNEIFEL	249
EVALUIERUNG VON REFERENZ-GENEN IN VERSCHIEDENEN GEWEBEN FÜR GENEXPRESSIONSSTUDIEN AM MODEL TIER SCHWEIN	
LI Q., DOMIG K., WINDISCH W. & SCHEDLE K.	252

Multifunktionale Bodennutzung – Ernährungssicherung versus Energieproduktion

WINFRIED E.H. BLUM

Multifunktionalität von Böden

Multifunktionalität bedeutet, dass Böden 6 wesentliche Funktionen ausüben, von denen die Produktion land- und forstwirtschaftlicher Biomasse nur eine darstellt, da daneben wesentliche Funktionen in der Filterung, Pufferung und Transformation von Schadstoffen zwischen Atmosphäre und Grundwasser sowie Boden und Pflanze und Funktionen des Genschutzes und der Genreserve bestehen.

Darüber hinaus sind Böden die physikalische Basis für die Errichtung technisch-industrieller, sozialer und ökonomischer Infrastruktur, z.B. von Gebäuden, Straßen, u.a. Für die Errichtung dieser Infrastruktur wird der Boden als Rohstoffquelle für Ton, Sand, Kies, Schotter u.a. benutzt. – Zusätzlich haben Böden eine wesentliche Kulturfunktion, da sie archäologische und paläontologische Zeitzeugen vor dem Verfall schützen.

Im Folgenden wird lediglich die Frage der landwirtschaftlichen Biomassenproduktion durch Böden unter den Aspekten Ernährungssicherung versus Energieproduktion diskutiert.

Landwirtschaftliche Produktion von Biomasse

Seit kurzer Zeit werden auf landwirtschaftlichen Flächen nicht nur Nahrungs- und Futtermittel für die Ernährungssicherung angebaut, sondern auch Pflanzen für die Energieproduktion, wobei auf der einen Seite Kraftfahrzeugtreibstoffe der 1. Generation, wie Biodiesel aus Raps und anderen ölhaltigen Pflanzen sowie Äthanol aus Zuckerrübe und Getreide, d.h. aus Kohlenhydraten über Vergärung produziert wird. Daneben werden auch weitere agrarische Stoffe, wie z.B. Stroh, zur Energiegewinnung in Feuerungsanlagen eingesetzt.

Böden und Ernährungssicherung

Zum Verständnis der Bodenfunktionen für die Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln scheint es notwendig, die Steigerung der landwirtschaftlichen Flächenproduktivität in den letzten 50 Jahren, ab ca. 1950 herauszustellen, da allein die in diesem Zeitraum erfolgte Steigerung der agrarischen Produktivität und Effizienz von über 250% (zwischen 1950 und 2000) garantierte, dass die sich seit 1950 exponentiell entwickelnde Weltbevölkerung von 2,5 auf 6 Milliarden Menschen, überhaupt ernährt werden konnte.

Hierbei ist beachtenswert, dass die globale Ernährungssicherheit auf nur 12% der Landfläche beruht. Weitere 24% können nur für Weidewirtschaft, 31% für Wälder und 33% überhaupt nicht genutzt werden. Die fruchtbarsten Böden befinden sich weltweit in der Zone der temperierten Klimate und weniger in den tropischen Regionen. Daraus ergibt sich, dass die hauptsächliche Produktion von Nahrungsmitteln in Gebieten stattfindet, die gleichzeitig die höchste Industrialisierungs- und Urbanisierungsrate aufweisen, mit täglichen Verlusten landwirtschaftlicher Flächen von weltweit mehreren –zig km². Allein in Österreich wurden in den letzten 5 Jahren zwischen 10 und 15 ha Fläche pro Tag aus der agrarischen Nutzung herausgenommen, in der Schweiz ca. 8-10 ha und in Deutschland zwischen 110 und 120 ha. Dies bedeutet, dass z.B. in Deutschland alle zwei bis drei Tage ein landwirtschaftliches Dorf mitsamt allen nutzbaren Agrarflächen verschwindet, während dies in Österreich 10-14 Tage dauert. Daneben werden die verbleibenden und nicht versiegelten Flächen durch zahlreiche Einwirkungen des wirtschaftenden Menschen verdichtet, erodiert, teilweise des organischen Humus beraubt sowie durch verschiedenste Stoffe kontaminiert.

Hieraus folgt für die Frage "Böden und Ernährungssicherung", dass die agrarisch zur Verfügung stehenden Flächen für die Welternährung konstant abnehmen und daher bei Erhaltung, oder besser notwendiger Steigerung der derzeitigen Produktion auf den verbleibenden Flächen intensiviert werden muss, was wegen der jährlichen Zunahme der Weltbevölkerung um ca. 85 Mio. unumgänglich sein wird. Für eine Intensivierung sind jedoch kaum Spielräume vorhanden, da es in den vergangenen 50 Jahren nicht möglich war, die agrarische Produktion den gesamtökologischen Erfordernissen ausreichend anzupassen, wie z.B. der Qualität der Landschaft, der Grund- und Fließgewässer und der Biodiversität, wobei bis heute eine Reihe offener Probleme besteht, wie z.B. Verlust an organischer Bodensubstanz, Bodenverdichtung, diffuse Kontamination u.a.

Böden und agrarische Energieproduktion

Trotz der dargestellten Grenzen in der Entwicklung der Nahrungs- und Futtermittelproduktion wird derzeit in Konkurrenz zu dieser eine neue Produktionsschiene, die der Energieproduktion entwickelt, mittels Herstellung von Biodiesel aus ölhaltigen Agrarpflanzen (z.B. Raps, Soja u.a.) und Herstellung von Äthanol aus kohlenhydrathaltigen Argarpflanzen, wie z.B. Zuckerrübe, Getreide und Mais. Beide Biotreibstoffe werden als erste Biotreibstoff-Generation bezeichnet. Daneben werden Pflanzenrückstände wie z.B. Stroh für Brennzwecke genutzt.

Eine Analyse der aktuellen Situation bezüglich agrarischer Treibstoffe in den EU-Mitgliedsstaaten zeigt, dass davon ca. 85% Biodiesel sind und im Jahre 2007 nur knapp 2% aller benötigten Treibstoffe aus der agrarischen Produktion stammten.

Für die von der Europäischen Kommission festgelegte Perspektive bis 2020, würden jedoch mindestens 15% der europäischen Ackerflächen für die Produktion von Biotreibstoffen benötigt. Hierbei stellt sich die Frage, ob die so genannten "Set-aside"-Flächen der Common Agricultural Policy (CAP), d.h. ca. 10% der Gesamtagrarfläche der EU hierfür mobilisiert werden können, und wenn ja, zu welchen Kosten. Eine weitere Frage ist, wie sich dies auf die Ökologie der agrarischen Produktionssysteme insgesamt auswirken würde, wie z.B. auf die Biodiversität, die Bodenqualität, die Qualität der Grund- und Oberflächengewässer sowie die Qualität der Luft und der Atmosphäre und die menschliche Gesundheit.

Darüber hinaus stellt sich vor allem in den Mittelmeerländern Europas die Frage nach dem verfügbaren Wasser. Ein Beispiel aus Spanien zeigt, dass für 1 kg Mais ca. 770 l Wasser benötigt werden, das bedeutet für 3 kg Mais ca. 2,3 m³ Wasser. Bei einem Wasserpreis von 0,4 €/m³ Wasser würden somit für die Herstellung von 3 kg Mais ca. 2,3 m³ Wasser für den Preis von 1 € benötigt. 3 kg Mais sind aber nötig, um 1 l Äthanol zu erzeugen, das dann allein aus Gründen der Wasserbereitstellung bereits mit 1 € belastet wäre.

Da für 100 l Äthanol demgemäß ca. 300 kg Mais benötigt würden, d.h. um einmal den Tank eines SUV zu füllen, lässt sich unschwer feststellen, dass mit der selben Menge Mais ein Mensch ein ganzes Jahr lang ernährt werden könnte.

Darüber hinaus ist zu erwarten, dass bei einer weiteren Intensivierung der Produktion von Biotreibstoffen neue Entwicklungen eintreten werden, wie z.B. höhere Düngeintensität, intensiverer Pflanzenschutz, höhere mechanische Bodenbelastung sowie möglicherweise die Nutzung von GMOs.

Für die Böden bedeutet dies, dass sich eine Konkurrenzsituation zwischen der Nutzung organischer Substanz für die Energieproduktion der notwendigen Menge organischer Substanz zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Humus und Biodiversität) entwickeln würde, wobei festzuhalten ist, dass Bodenorganismen auf organische Substanz als Nahrung angewiesen sind. Darüber hinaus sind erhöhte chemische und mechanische Bodenbelastungen zu erwarten. Von besonderer Bedeutung ist hier die Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, sowie im Speziellen die Stickstoffdüngung, vor allem bei ölproduzierenden Pflanzen, die sehr viel Stickstoff benötigen, weil hierbei erhebliche N₂O-Ausgasungen zu erwarten sind (ca. 4-6% der eingesetzten Düngermenge). N₂O (Lachgas) ist jedoch

ein höchst effizientes Treibhausgas, mit einer 296-fachen Klimawirkung im Vergleich zu CO₂. Daher würde gerade bei einer Intensivierung dieser Produktion der Klimawandel sogar beschleunigt.

Schlussfolgerungen

Obwohl wir bisher in Europa keine befriedigende Harmonisierung der herkömmlichen landwirtschaftlichen Produktion mit der Umwelt in den vergangenen 50 Jahren erreichen konnten, trotz erheblicher Subventionen, eröffnen wir derzeit eine neue Produktionsschiene für die Bioenergiegewinnung, deren ökologische Auswirkungen wir bezüglich Produktionsstandards bei der ersten Generation von Biotreibstoffen als kritisch einstufen müssen. Dies erfolgt, obwohl bezüglich der Auswirkungen auf den Klimawandel zusätzliche Unsicherheiten bestehen und obwohl die zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Produktionsflächen insgesamt weiter stark zurückgehen werden und die Konkurrenz zwischen Nahrungs- und Energieproduktion daher mit Sicherheit zunehmen wird. Dazu kommt, dass durch die Urbanisierung in den nächsten 10 Jahren ca. 1 Milliarde Menschen mehr in Städten leben werden, was bedeutet, dass sich die agrarische Subsistenzwirtschaft erheblich verringern und sich damit der Druck auf die intensiv bewirtschafteten Flächen verstärken wird.

Dabei werden die Ziele der Ökologisierung in der Energiegewinnung, z.B. durch Biokraftstoffe den Klimawandel zu verlangsamen, nicht erreicht werden, und darüber hinaus die Bodenschäden und die Entwicklung klimawirksamer Treibhausgase gefördert. Im Hinblick auf neueste Entwicklungen kann davon ausgegangen werden, dass die beschriebenen Biotreibstoffe der ersten Generation (Biodiesel und Äthanol aus Agrarpflanzen) in absehbarer Zeit in ihrer Bedeutung abnehmen werden. Die Gründe hierfür liegen u.a. in der zu geringen Energiedichte pro Hektar. Von 1 ha können nur ca. 1.550 l Biodiesel erzeugt werden oder ca. 2.500 l Äthanol aus Getreide, während durch Pyrolyse bzw. enzymatische Verfahren aus 1 ha Wald bis zu 4.000 l höchstwertige Biotreibstoffe erzeugt werden können.

Dies könnte für die Zukunft bedeuten, dass schnell wachsende Baumarten, wie Pappel und Weide im Kurzumtrieb gefragt sein werden, um die entsprechende Rentabilität der Biotreibstoffgewinnung der zweiten Generation aus Holz zu gewährleisten, mit entsprechenden ökologischen Auswirkungen auf Böden und Umwelt.

Autor

o.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.DDDDr.h.c. Winfried E.H. Blum, Institut für Bodenforschung, Department für Wald- und Bodenwissenschaften der Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien, Peter Jordan Str. 82, 1190 Wien; E-Mail: winfried.blum@boku.ac.at

Energie und Rohstoffe aus der Landwirtschaft – Chancen und Grenzen

Energy and Raw Materials from Agriculture – Opportunities and Limits

MANFRED WÖRGETTER

Land- und Energiewirtschaft im Wandel

„Landwirtschaft ist Leben“ – ein Satz, der nach einigem Nachdenken von jedem Bürger unterstrichen werden kann. Was Landwirtschaft bedeutet hat, bedeutet und bedeuten wird erschließt sich nicht so rasch. Der Hunger in Teilen der dritten Welt und die steigenden Lebensmittelpreise bringen die Erzeugung von Nahrung in den Mittelpunkt öffentlichen Interesses. Ist es vertretbar, auf landwirtschaftlichen Flächen etwas anderes als Getreide zur Erzeugung von Brot anzubauen?

Die gesellschaftliche Entwicklung in Nordamerika, Europa, Australien und Japan ist seit Ende des 2. Weltkriegs durch einen unglaublichen wirtschaftlichen Aufschwung gekennzeichnet. Marie Antoinette hat Wochen für die Reise von Wien nach Paris benötigt, Jules Vernes hat davon geträumt, die Welt in 80 Tagen zu umreisen. Ein warmes Zimmer im Winter und kühle Luft im Sommer war selbst für Ludwig den XIV. unvorstellbar. Noch vor einem halben Jahrhundert waren unsere Eltern überrascht, wenn mehr als einmal in der Woche Fleisch auf den Tisch gekommen ist.

Der Wandel in der Landwirtschaft war ähnlich groß. Zur Zeit Peter Roseggers haben die Menschen am Land fast ausschließlich von der Landwirtschaft gelebt. Reiche Bauern haben das Feld mit Pferden bestellt, Kuh und Ochs waren der Motor für die bäuerliche Mittelschicht, die Armen haben das Feld mit der Haue bearbeitet. Treibstoff für die Pferde war Hafer, gekocht wurde mit Holz, die Schlafräume waren ungeheizt und Stoffe wurden aus Wolle oder Leinen hergestellt.

Klimaanlagen, Fernreisen und Trauben aus Südafrika, aber auch tägliches Pendeln über hunderte Kilometer sind heute für uns selbstverständlich. Die Landwirtschaft ist mechanisiert, die Landtechnik ist perfektioniert. Moderne Logistik ermöglicht weltweiten Austausch landwirtschaftlicher Produkte. Basis dieser Entwicklung waren der Zugang zu kostengünstigem Erdöl und die Verbesserung der Technologien zur Umwandlung dieser Energie. Die Globalisierung und der Wunsch der Menschen in den Entwicklungs- und Schwellenländer nach ähnlichen Fortschritten machen die Grenzen der Entwicklung bewusst. Wenn jeder Chinese dieselbe Menge verbraucht wie ein US-Bürger, verdoppelt sich der Erdölbedarf der Welt. Ohne eine Änderung unserer Paradigmen, ohne eine Abkehr von fossiler Energie steuert die Welt in den Abgrund.

Die Europäische Kommission hat bereits vor einer Dekade unter Einbindung aller Mitgliedsstaaten und gesellschaftlichen Gruppen nach einer europäischen Strategie für nachhaltige Entwicklung gesucht. Sechs prioritäre Bereiche wurden genannt:

- Öffentliche Gesundheit
- Mobilität und Raumordnung
- Klimaschutz und saubere Energie
- Armut und soziale Ausgrenzung
- Verbrauch natürlicher Ressourcen
- demografische Entwicklung und Altern

Eine gesicherte Versorgung mit Nahrung, Rohstoffen und Energie erfordert sowohl Zugang zu den Rohstoffen als auch den Technologien. Ebenso unabdingbar sind Infrastrukturen zu deren Nutzung. Die Abkehr vom schrankenlosen Verbrauch fossiler Energie ist aber alles andere als leicht. Ist es möglich, in dreißig Jahren - und mehr Zeit haben wir keinesfalls - ein nachhaltiges, auf erneuerbaren Ressourcen aufgebautes Energiesystem zu schaffen? Sind wir bereit und fähige, die Kosten für die Entwicklung und die Verwendung erneuerbarer Energieformen zu tragen?

Bereits 1997 hat die Europäische Union ein Weißbuch für einen Aktionsplan „Energie für die Zukunft – Erneuerbare Energiequellen“ herausgegeben (COM(97)599 final). Dieses Basisdokument geht davon aus, dass der größte Zuwachs erneuerbarer Energie aus Biomasse kommt.

Die Entwicklung der Landwirtschaft in Österreich war im letzten Jahrhundert durch den Übergang vom Mangel in den Überfluss gekennzeichnet. Zu Beginn der 80-er Jahre ist es mit Ausnahme von Eiweißfuttermitteln gelungen, den Eigenbedarf durch heimische Produktion zu decken. Die landwirtschaftli-

che Nutzfläche ist dabei von 1937 auf 1983 um 800 000 ha gesunken, weitere 300 000 ha sind seither zusätzlich verloren gegangen. Die Ackerfläche hat sich von 1937 bis 2006 um 600 000 ha verringert. Ursache dafür war die steigende Produktivität bei weitgehend konstantem Bedarf an Nahrung.

Energie und Rohstoffe aus landwirtschaftlicher Biomasse

Die Chance der Biomasse, Grundlage einer neuen Wirtschaft zu werden, wurde in Österreich frühzeitig erkannt. Bereits zu Beginn der 80-er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde begonnen, regionale Biomasse-Nahwärmesysteme zu installieren. In dieser Zeit hat man auch begonnen, die Erzeugung und Verwendung von Biokraftstoffen zu erforschen. Treibende Kräfte dafür waren und sind:

- die Sicherung von Einkommen und Beschäftigung und die Entwicklung der Regionen,
- die Sicherung der Energie- und Rohstoffversorgung
- sowie die Verringerung der lokalen, nationalen und globalen Umweltbelastung.

Die „Fabrik Pflanze“ erzeugt aus Licht, Wasser und Nährstoffen eine Vielzahl hochwertiger Substanzen wie Stärke, Zucker, Fette, Harze und Fasern, die ihrerseits Basis für weitere Produkte sind. Daraus resultieren gegenüber den anderen erneuerbaren Alternativen wesentliche Vorteile. Biomasse hat eine hohe (Energie-) Dichte und ist lagerfähig. Für traditionelle Feldfrüchte stehen leistungsfähige Verfahren für Anbau, Pflege und Ernte zur Verfügung. Die Produktivität wächst ständig: bei konstantem bzw. leicht sinkendem Aufwand für den Pflanzenschutz und die Düngung sowie sinkendem Bedarf an Treibstoff und Arbeitsaufwand steigt die pro Hektar erzeugte Menge durch Fortschritte in der Züchtung und gute landwirtschaftliche Praxis um 1 bis 1,5% pro Jahr.

Derzeit trägt Biomasse ca. 12 % zur Energieversorgung Österreichs bei. Fast 70 % davon kommt aus Holzbrennstoffen, 16 % aus industriellen Abfällen. Mit einer Novelle der Kraftstoffverordnung werden seit 2005 2,5% und seit 2007 4,3 % aller Kraftstoffe durch Biokraftstoffe ersetzt. Ab Oktober 2008 steigt der Anteil auf 5,75 %. Bereits 2006 wurden 321 000 t Biodiesel und ca. 10 000 t Pflanzenöl in Verkehr gebracht. Dies sind 3,5 % unseres Treibstoffbedarfs bzw. fast 1% des gesamten Energieverbrauchs (Quelle: UBA-Bericht „Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2007“).

Im Jahr 2007 waren ca. 350 landwirtschaftliche Biogasanlagen in Betrieb, die 150 Mio. m³ Biogas erzeugt haben. Dies sind ca. 0,1 % des gesamten Energieverbrauchs. Stroh für die Fernwärmeerzeugung und Energiestrohpellets haben trotz verfügbarer Technik bisher kaum Bedeutung erlangt. Energiekorn hat in der Zeit extrem geringer Getreidepreise viele Interessenten gefunden und zur Entwicklung von Kleinfeuerungen geführt, der derzeit hohe Getreidepreis hat die Initiativen gestoppt.

Biotreibstoffe der nächsten Generation sind in Entwicklung, der Zeitpunkt ihrer Marktreife ist schwer abschätzbar. Erste wesentliche Fortschritte sind durch die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz und die derzeit laufende Errichtung einer Anlage zur Erzeugung von synthetischem Erdgas aus einer thermischen Vergasung in Güssing zu erwarten. In Deutschland wurde am 17. April des Jahres eine Bio-Fischer-Tropsch Demonstrationsanlage feierlich eröffnet. In den Vereinigten Staaten sind Pilot- und Demonstrationsanlagen zur Erzeugung von Ethanol aus lignozellulosen Rohstoffe wie z.B. Maisganzpflanzen in Planung bzw. in Bau.

Die Bedeutung der stofflichen Nutzung landwirtschaftlicher Biomasse ist gering und beschränkt sich auf die traditionelle technische Nutzung von Stärke. Den „neuen nachwachsenden Rohstoffen“ aus der Landwirtschaft ist es trotz eines seit einigen laufenden österreichischen Forschungsschwerpunkts „Fabrik der Zukunft“ bisher nicht gelungen, am Markt Fuß zu fassen. Gründe dafür sind der unbefriedigend Stand der Technik, fehlende Abnehmerketten, Mängel im Marketing und der Preisnachteil gegenüber den konventionellen Rohstoffen.

Potentiale

Flächenpotential: Im Jahr 1982 hat die BLT bei der OECD ein Szenario vorgestellt, in dem der Bedarf an Eiweißfuttermitteln durch eine eigene Produktion von Ölpflanzen gedeckt werden soll. Wir haben damals geschlossen, dass Österreichs Landwirtschaft im Jahr 2005 fähig ist, mit dem Anbau von Ölpflanzen den eigenen Bedarf an Futtermitteln und Nahrungsfett zu decken und zusätzlich ca. 150 000 t Pflanzenöltreibstoff zu erzeugen (Quelle: OECD-Symposium „Biomass for Energy“, Paris, 25-28 Oct. 1982). Die Entwicklung hat die Annahmen nur zum Teil bestätigt. Die Landwirtschaftskammer schätzt

derzeit das Flächenpotenzial für Ölsaaten auf 140.000 ha und strebt die gekoppelte Produktion von Ethanol und DDGS an. Deutschland hat frühzeitig auf Ölpflanzen gesetzt. Von 12 Mio. ha Ackerfläche werden 1,75 Mio. bzw. 15 % für Biodiesel genutzt. Bisher ist es jedoch nicht gelungen, die Abhängigkeit von Importen von Eiweißfuttermitteln aus Nord- und Südamerika zu verringern. Während im Jahr 2002 18 Mio. t nach Europa gekommen sind, wurden vier Jahre später fast 24 Mio. t Soja-schrot importiert.

Für die Erzeugung von Bioenergie kommen strukturelle Überschussmengen, die derzeit exportiert werden, die Ausweitung der Produktion auf stillgelegte Flächen, die verstärkte Nutzung von ungenutzten Potenzialen (z. B. Zwischenfrüchte) sowie eine verstärkte Produktionsorientierung und die konsequente Nutzung von Ertragsfortschritten in Frage. Während die Forstwirtschaft von einem bestehenden Energieholzmarkt ausgehen kann, muss die Landwirtschaft zusätzliche Flächen für die Biomasseproduktion bereitstellen. Die landwirtschaftlichen Flächenpotentiale für die Erzeugung von Energie wurden in einer Reihe anerkannter Studien untersucht, die Ergebnisse weichen jedoch weit voneinander ab.

Landwirtschaftliches Flächenpotential in Österreich – Ergebnisse anerkannter Studien

Autor	Szenario	2010	2020
Thrän et.al. ¹	CP Szenario	409.000	817.000
	E+ Szenario	236.000	408.000
EEA ²	Umwelt	204.000	266.000
Brainbows/LK NÖ ³	Referenzszenario	134.000 – 198.000	bis 323.000
	Umweltszenario	79.000 – 140.000	bis 201.000
	Biomasseszenario	213.000 – 279.000	bis 456.000

Um zu einer realistischen und allgemein anerkannten Einschätzung zu kommen, haben wir im BMLFUW das Flächenpotential mit österreichischen Fachleuten diskutiert. Die Bioenergieproponenten vertraten die Auffassung, dass bis 2020 eine landwirtschaftliche Fläche von 400.000 ha für die Energieproduktion erschlossen werden kann, andere wiederum erachtet eine Fläche von 300 000 ha als ambitioniert. Basierend auf obigen Daten werden die Potentiale daher wie folgt beschrieben:

Bioenergie & ökologische Landwirtschaft	80 000 bis 140 000 ha
Realistisch-optimistisch	300 000 bis 400 000 ha
Biomasseszenario	bis 450 0000 ha

Energiepotential Biotreibstoffe 2010: Die Richtlinie 2003/30/EG zur Förderung von Biotreibstoffen verpflichtet die Mitgliedsstaaten, den Anteil der Biotreibstoffe bis 2010 auf 5,75% anzuheben. Diese Ziele können nur mit Biodiesel aus Raps- und Sonnenblumenöl, Altspeiseöl und tierischen Fetten sowie Ethanol aus stärke- und zuckerhaltigen Pflanzen erreicht werden. Bis 2010/11 können in bei günstiger Entwicklung aus heimischen Rohstoffen bis zu 120 000 t Biodiesel aus Raps, 60 000 t aus Altspeiseölen und tierischen Fetten und 190 000 t Ethanol aus Getreide erzeugt werden. Dem gegenüber beträgt der Bedarf zur Erfüllung des 5,75%-Ziels ca. 270 000 t Biodiesel und 115 000 Ethanol. Als Nebenprodukte fallen 370 000 t Eiweißfuttermittel und 500 000 t Stroh an.

¹ Thrän et al.: Das IE Leipzig hat das technische Potential aus Land- und Forstwirtschaft sowie Reststoffen ermittelt. Das Current Policy (CP)-Szenario nutzt Bracheflächen und Überschüsse vollständig und unterstellt Ertragssteigerungen. Das Umweltszenario (E+) nutzt 70% der Brache und unterstellt Umwidmungen für Naturschutz und reduzierte Ertragssteigerungen.

² EEA: In der Studie der Europäischen Umweltagentur (European Environment Agency) wurde das Biomasse-potential, das unter umweltverträglichen Aspekten für Bioenergie zur Verfügung steht, aus Sicht der Umweltagentur ermittelt.

³ Brainbows/ LK NÖ: Im Referenzszenario die Entwicklung fortgeschrieben, im Biomasseszenario die Flächen für die Erzeugung von Bioenergie intensiv genutzt; im Umweltszenario wird der Trend in Richtung ökologischer Landwirtschaft stärker betont.

Mögliche Produktion von Biotreibstoffe aus heimischen Rohstoffen im Jahr 2010

Fläche ha	Rohstoff t	Treibstoff		Futtermittel		Stroh		Energie gesamt
		t	PJ	t	PJ	t	PJ	PJ
Biodiesel aus Raps und Sonnenblumen								
100 000	300 000 Ölsaat	120 000	4,5	170 000	3,5	500 000	7	15
Biodiesel aus Altspeseölen und tierischen Fetten								
		60 000	2,2					2,2
Biodiesel gesamt								
		180 000	6,7					17,2
Ethanol aus Stärke								
100 000	600 000 Getreide	190 000	5,1	200 000	4,1	500 000	7	16
Biotreibstoffe gesamt								
200 000	900 000	370 000	11,8	370 000	7,6	1 000 000	14	33,2

Energiepotential der Landwirtschaft bis 2020: Die Land- und Forstwirtschaft ist der einzige Zweig der Wirtschaft, der in seinen Produkten mehr Energie erzeugt als für die Produktion erforderlich ist. Mit einem Energieeinsatz von 30 PJ hat die österreichische Landwirtschaft in ihren Haupt-, Neben und Koppelprodukten im Jahr 2005 ca. 370 PJ erzeugt.

Unterstellt man für 2020 eine Energiefläche von 400.000 ha, von der die Hälfte für Ethanol und Biodiesel verwendet wird, so stehen 200.000 ha Energiepflanzen für Wärme, Strom und Biotreibstoffe der nächsten Generation zur Verfügung. Bei einem Ertrag von 12 t/ha können 2,4 Mio. t mit einem Energiegehalt von 40 PJ erzeugt werden. Zusätzliche Mengen können durch Stroh erschlossen werden. Bei einer Getreideernte von 5 Mio. t und einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1:0,8 fallen 4 Mio. t Stroh an. Bei einer energetischen Nutzung von 20 % werden zusätzlich 11 PJ erschlossen.

Geht man in einem Biomassesenario von steigenden Erträgen, innovativen Energiepflanzen und verstärkter Nutzung von Stroh aus, erhält man eine Energiemenge von 63 bis 85 PJ. In von Naturschutz und biologischem Landbau geprägten Szenarien ist mit deutlich geringeren Mengen zu rechnen, in extrem bioenergieorientierten Szenarien sind noch größere Mengen möglich.

Mögliche Energieerzeugung aus landwirtschaftlicher Biomasse im Jahr 2020

	Realistisch-optimistisch		Biomassesenario	
	PJ	Bemerkung	PJ	Bemerkung
Biodiesel und Ethanol	11,8	200 000 ha	13,3	200 000 ha + 1,5 %/a Ertragssteigerung
Energiepflanzen	40	200 000 ha, 200 GJ/ha	58	250 000 ha + 1,5 %/a Ertragssteigerung
Stroh	11	20 % des gesamten Anfalls	14	25 % des gesamten Anfalls
Gesamt	63	Wert gerundet	85	Wert gerundet

Konfliktfelder

Die jüngste Entwicklung der Weltagrarmärkte und das steigende öffentliche Interesse am Klimaschutz hat eine breite Diskussion über Biomasse, Bioenergie und Biotreibstoffe ausgelöst. Folgende Themen finden dabei Beachtung:

- Besorgte Menschen äußern Befürchtungen wegen der Sicherheit der Versorgung mit Nahrungsmitteln sowohl im Inland (befürchtet werden Preisanstiege) als auch in den Entwicklungsländern (Hunger der Ärmsten, „Tortilla-Effekt“).
- Die Abholzung von Regenwäldern, die Zerstörung indigener Gesellschaften und Ökosysteme durch Energieplantagen findet bei den NGOs und in den Medien besondere Beachtung.

- Trotz stark gestiegener Erdölpreise ist die Differenz der Kosten für biogene und fossile Treibstoffe nicht gesunken. Die Arbeitsplatz- und Umwelteffekte der Biotreibstoffe sowie deren Kosten werden vor allem von Arbeitnehmervertretern in Frage gestellt.
- Besondere Bedenken werden geäußert, wenn Rohstoffe und Biotreibstoffe aus Entwicklungsländern importiert werden.

In der Fachwelt werden vor allem folgende Themen mit widersprüchlichen Ansätzen und Ergebnissen diskutiert, wobei unterschiedliche Positionen zwischen und in den Branchen erkennbar sind:

- Food-Feed-Fiber-Fuel-Wettbewerb - ungewiss ist, ob neben Nahrung und Futtermitteln Rohstoffe für Industrie und Energie zu wettbewerbsfähigen Preisen bereitgestellt werden können. In Österreich spielt der biologische Landbau eine besondere Rolle. Während eine verstärkte Biomasseproduktion pflanzenbauliche Fortschritte erfordert, sucht der biologische Landbau den Erfolg durch eine naturnahe Erzeugung bei geringerem Ertrag.
- Die Mehrheit der Landwirte sieht ihre Aufgabe in der Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie in der Veredelung, das Risiko eines Umstiegs wird sorgfältig geprüft. Wegen unsicherer Ertragerwartung ist die Bereitschaft für die Kultivierung neuer Energiepflanze gering.
- Ehrgeizige Ziele führen zu einem Wettbewerb zwischen den Sektoren Wärme, Strom und Mobilität. Die beschränkten Potentiale erschweren den Aufbau der Märkte.
- Die Entwicklung der Biotreibstoffe hat sich auf den in Europa nachgefragten Dieselmotorkraftstoff konzentriert. Wegen günstigerer Produktionsbedingungen setzt Österreichs Landwirtschaft verstärkt auf Ethanol. Neu dazu gekommen ist Biogas, das auch in kleineren Anlagen erzeugt werden kann. Vermutete Vorteile der Biotreibstoffe der nächsten Generation sind zu verifizieren, ohne bewährte Technologie zu gefährden.
- Das Wissen über Auswirkungen der Änderung der Landnutzung wie z.B. der Abbau von Bodenkohlenstoff, Nährstoffeintrag in Grund- und Oberflächenwässer, die Verfügbarkeit von Wasser und die Verringerung der Artenvielfalt ist zu vertiefen.
- Die Treibhausgasreduzierungen sind bei der Erzeugung von Wärme und Strom aus Koppelprodukten der Forstwirtschaft günstiger als bei der Erzeugung von Biotreibstoffen aus landwirtschaftlichen Rohstoffen. In aktuellen Arbeiten anerkannte Fachleute werden die Daten für die Emissionen von Lachgas aus den Böden in Frage gestellt.

Schlussfolgerungen

Die Notwendigkeit, auf eine nachhaltige, auf erneuerbaren Quellen basierte Wirtschaft umzusteigen, ist allgemein anerkannt. Dabei kann die Landwirtschaft eine bedeutende Rolle spielen. Landwirtschaftliche Biomasse kann sowohl als Energiequelle als auch als Rohstoff genutzt werden. Der Umstieg ist hoch komplex und nicht ohne die Lösung von Interessenskonflikten zu bewältigen. Über wesentliche Ziele sollte zeitgerecht Konsens geschaffen werden. Es gilt

- die Wertschöpfung in Österreich zu steigern und einen Beitrag zum Wachstum, zur Sicherung von Arbeitsplätzen und zur Entwicklung der Regionen zu leisten,
- Importe von Rohstoffen und Produkten auf das Maß zu beschränken, wie es zur Erreichung unserer Ziele erforderlich ist,
- Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft bei der Erzeugung der Rohstoffe, in der Industrie bei der Umwandlung und bei der Nutzung beim Kunden anzustreben.

Dazu sollte

- die Entwicklung in Österreich mit der in Europa abgestimmt werden, wobei Technologien, Roadmaps, technischen Standards, aber auch der Nachweis der Nachhaltigkeit zu beachten sind,
- Effektivität und Effizienz angestrebt werden; die Ziele sollten rasch und mit geringem Einsatz von Mitteln erreicht werden, etablierte Programme und getätigte Investitionen sind sinnvoll zu nutzen,

- der wirtschaftliche Rahmen durch politische Maßnahmen geschaffen werden; Investitionen sollten dann getätigt werden, wenn die wirtschaftliche und umweltbezogene Wettbewerbsfähigkeit absehbar ist.

Wie stark die Vernetzung mit der Gesellschaft und wie groß die Herausforderungen für die Entwicklung sind, zeigen die derzeitigen Preissteigerungen bei Energie und Nahrung. Bei solchen Momentaufnahmen sollte der klare Blick auf eine langfristige Entwicklung nicht verloren gehen. Die Ursachen sind vielfältig und im Wesentlichen gesellschafts- und wirtschaftspolitischer Natur.

Die Bedenken engagierter Menschen sind zu beachten. Dies sollte aber nicht dazu führen, weitere Fortschritte in der Landwirtschaft auch bei der Erzeugung von Energie und Rohstoffen grundsätzlich in Frage zu stellen. Um anerkannte Strategien konsequent verfolgen zu können und nicht in einen Zick-Zack-Kurs zu verfallen, sollte rasches Reagieren ohne Kenntnis der Folgen vermieden werden

Die Zeit für technologisches Lernen – wir sprechen hier von drei Jahrzehnten bis zur Reife - lässt sich nur durch Investitionen in Technologien, die heute noch nicht voll wettbewerbsfähig sind, verkürzen. Es ist Aufgabe der Gesellschaft, Politiken zu entwickeln und Mittel bereitzustellen, um die Versorgung unserer Kinder mit Nahrung und einer erlebenswerten Umwelt, aber auch mit Energie zu sichern.

Autor

Hofrat Dipl.-Ing. Manfred Wörgetter
HBLFA Francisco-Josephinum, Abteilung FJ-BLT
<http://blt.josephinum.at>
Rottenhauserstr. 1
3250 WIESELBURG
E-mail: manfred.woergetter@josephinum.at

Pflanzensoziologische Entwicklung verschiedener Futterbaumischungen in Abhängigkeit von Anlageverfahren und Düngeintensität

Succession in plant societies of different grassland- and forage seed mixtures in dependence of cultivation method and intensity of fertilisation

GÜNTHER KODYM

Einleitung

Die zahlreichen Trockenjahre seit 2000 bescherten Österreich massive Ertragseinbußen aus der Grundfutterbasis Dauergrünland und Ackerfutterbau. Der Anteil der Dauergrünland- und Ackerfutterbauflächen beträgt im Bezirk Neunkirchen 67% und im Bezirk Wiener Neustadt 44% der landwirtschaftlichen Nutzfläche und ernährt 50.180 Stück Rinder in der Region Bucklige Welt im südlichen Niederösterreich. Diese Dauergrünlandbestände wurden bereits jahrelang durch Sommertrockenheit ausgedünnt und erholten sich nach dem ersten Aufwuchs 2003 nicht mehr ausreichend. In einer Zusammenarbeit der LAKO, der Fachschule Warth, der Bezirksbauernkammern Neunkirchen und Wr. Neustadt sowie den Rinderzuchtverbänden und dem Raiffeisenlagerhaus NÖ Süd sollte im Rahmen eines mehrjährigen Versuches geklärt werden welche Anlagemethoden als auch ÖAG Mischungen geeignet wären stabile Bestände für diese Region zu begründen. Dabei sollten auch verschiedene Düngeintensitätsstufen untersucht werden und dabei auftretende bestandessoziologische Veränderungen erhoben werden.

Zu diesem Zweck wurden an 8 Standorten in den Bezirken Neunkirchen und Wiener Neustadt acht Dauergrünland- und Ackerfutterbaumischungen zu jeweils gängigen Anlageterminen angelegt.

Material und Methode

Die Anlage durch Übersaat nach Aufrauen durch Striegel und Zinkenegge erfolgte auf zwei Betrieben im Frühsommer 2003 (2852 Hochneunkirchen - Gschaidt, 769m Seehöhe und 2734 Puchberg am Schneeberg, 585m Seehöhe). Auf drei weiteren Betrieben erfolgte die Anlage nach Umbruch einer bestehenden Dauergrünlandfläche mit Saatbeetbereitung durch zweimaliges Kreiselegen bzw. Anlage nach Zinkenrotoranwendung (im Frühjahr 2003: 2833 Bromberg, 487m Seehöhe, durchschnittlich 670mm NS, im Sommer 2003: 2641 Schottwien (Klamm), 569m Seehöhe, durchschnittlich 950mm NS und 2813 Thal bei Lichtenegg, 796m Seehöhe, 600mm NS). Dabei wurde vor der Anlage kein Totalherbizid angewandt. Vier weitere Betriebe legten die Mischungen als Stoppelfrucht nach Getreide mit Pflugfurche an (2880 Kirchberg am Wechsel, 581m Seehöhe, 1100mm NS, 2651 Reichenau, Großau, 484m Seehöhe, 1200mm NS, 2832 Thernberg, 450m Seehöhe, 700mm NS und 2831 Warth, 430m Seehöhe, 810mm NS). Grundsätzlich wurde immer die empfohlene Anbaumenge der ÖAG Mischungen A, B, WM, KR, IR, LR, LG und eine mit Timothe Tiller angereicherte Dauergrünlandmischung als Blanksaat angebaut und angewalzt. Die Anlage erfolgte als Reihenversuch mit drei Wiederholungen und Parzellengrößen von 20 bis 24 qm. Die Grunddüngung mit Wirtschaftsdüngern wurde nur von den Betrieben mit Pflugfurche vorgenommen (25 m³ Rindergülle unverd./ha). Die laufende Düngung erfolgte über Rindergüllegaben zwischen 0,4 und 1,7 GVE je ha, ergänzende Phosphorgaben erfolgten mineralisch. Die Unkrautbekämpfung wurde im Bedarfsfall mit selektiven, kleschonenden Mitteln (Harmony) als Punkt- oder Flächenbehandlung durchgeführt. Während des Versuchszeitraumes wurde keine weitere Nachsaat vorgenommen. Geführt wurden die Versuche viermähdig (ein Standort 3mähdig) wobei die Bestandesbonitur jeweils im Frühjahr zum ersten Aufwuchs vorgenommen wurde. Die Schätzung der botanischen Bestandeszusammensetzung erfolgte vom Frühjahr 2004 bis ins Frühjahr 2007. Die Erträge wurden in den Jahren 2004 – 2006 zu allen Schnitten erhoben. Im Futtermittellabor Rosenau wurden die Proben aller angebauten Mischungen der Aufwüchse 1 – 3 untersucht, beim vierten Aufwuchs wurden die Werte des dritten Aufwuchses angenommen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Übersaaten mit Federzinken bzw. Striegelkombination nach dem ersten Schnitt konnte sich trotz Aufwendung der gesamten Neuansaatmenge aufgrund der weiterhin herrschenden Sommertrockenheit nicht etablieren und verdorren. Ohne tiefergehende Bodenbearbeitung reichte die Feuchtigkeit 2003 nicht aus um die Neuansaat so sicher zu etablieren. Bei den Anlagevarianten mit Saatbeetbereitung durch Kreiselegge oder Rotortiller kam es ganz entscheidend auf die bereits vorhandene Problemverunkrautung vor allem mit Ampfer an. Die Frühjahrsanlage durch Kreiseln eines Glatthaferwiesenbestandes ohne Problemverunkrautung im Trockengebiet (Bromberg) brachte einen langjährig stabilen Bestand hervor. Anzumerken ist auch daß sich der Anteil von Knaulgras und Glatthafer nachhaltig auf gemeinsam bis zu 50% steigern ließ und sich ein Weißklee betonter, artenreich zusammengesetzter Leguminosenanteil von rund 20% ergab. Unabhängig von der Ausgangsmischung näherten sich alle Mischungen einem Dauerwiesenmischungscharakter an. Bei der Sommeranlage mit Saatbeetbereitung durch Rotortiller bewurzelte sich der Altbestand parallel zur Neuansaat. Die Leguminosen, hier vor allem die Luzerne hatten Probleme sich zu etablieren. Der aus den Wurzelstöcken durchwachsende Ampfer sowie die neu keimenden Ampfersamen aus dem Bodenvorrat bereiteten zusehends Probleme und mussten sowohl am Betrieb im Trockengebiet (Thal) als auch im Feuchtgebiet (Schottwien) chemisch bekämpft werden. Vor allem die Ackerfutterbaumischungen zeigten hier deutliche Nachteile in der Konkurrenzkraft und Ausdauer. Ertraglich konnten auch auf diesem Standort besonders die Dauerwiesenmischungen sowie der Wechselwiesenbestand WM überzeugen. Die Mischungen KR, IR, LG und LR lagen energetisch und ertraglich deutlich abgeschlagen. Bei den Betrieben mit Anlage als Stoppelsaat nach Pflugfurche ist zwischen den konventionell wirtschaftenden Betrieben mit intensiver Düngung und ausreichend Niederschlägen und dem Biobetrieb im Trockengebiet zu differenzieren. Auf den konventionellen Betrieben (Kirchberg am Wechsel, Reichenau, Warth) etablierten sich anfänglich sehr Mischungstypische Bestände, welche aber aufgrund der regelmäßigen Güllegaben und der frühen Silagenutzung bald ihren Rotklee- und Luzerneanteil einbüßten. Der Weißkleeanteil hingegen stieg auf bis zu 20%. Vor allem die Mischungen IR, LG und LR dünnten stark aus, sodass vor allem Ampfer gleich in den Anfangsjahren zum Problem wurde und chemisch reguliert werden musste. Der Raygrasanteil wurde im schneereichen Winter 2006 stark durch Schneeschimmel reduziert. Verstärktes Auftreten von Gemeiner Rispe und sonst eher typischer Ackerunkräuter wie Vogelmiere, Taubnessel, Ehrenpreis usw. dokumentieren vor allem in den Ackerfutterbaumischungen das Fehlen einer dichten Untergrasnarbe. In den letzten Jahren des Versuches wurde das Knaulgras in allen Mischungen dominant und zwischen den Mischungen konnten ertraglich oder energetisch kaum noch Unterschiede festgestellt werden. Gänzlich anders verhielt es sich bei dieser Anlagemethode im Trockengebiet. Auch hier bildeten sich ganz Mischungstypische Bestände aus. Jedoch wurden die Bestände außer der Grunddüngung kaum mehr mit Stickstoff versorgt, die Leguminosengemenge wurden niemals gegüllt. Bei der Ernte wurde zur Verhinderung des Ausbrennens der Narbe auf eine angemessene Schnitthöhe geachtet. Der Schnitttermin wurde mit Bedacht auf die Tragfähigkeit der Narbe gewählt um unnötige Narbenverletzungen zu verhindern. All diese Maßnahmen erhielten über den gesamten Versuchszeitraum sowohl die Ertragskraft als auch einen nahezu unkrautfreien Bestand in einer Mischungstypischen Artenzusammensetzung. So konnten die Mischungen KR, LR und LG bis zum Versuchsende Leguminosenanteile zwischen 45 und 55% aufweisen. Über alle Standorte in der Buckligen Welt und alle Düngungsintensitäten hinweg ist anzumerken, dass die Mischung WM ertraglich und futterwertmäßig immer im Spitzenfeld rangierte, eine Tatsache welche die Flexibilität und Bedeutung dieser Mischung untermauert. Erwartungsgemäß konnten die Mischungen WM, KR, LR und LG in den düngerintensiven Betrieben der Gunstlagen durch ihre steigenden Anteile an Knaulgras reüssieren. Um die Lücken der verschwindenden Leguminosenarten nicht verunkrauten zu lassen ist hierbei auch eine konsequente Ampferbekämpfung erforderlich. In den trockeneren oder auch düngerextensiveren Lagen konnten die Mischungen A, B und WM ausdauernde Bestände bilden und gleichmäßige stabile Erträge bringen, welche weiters deutlich dichtere Narben und somit gegen Unkraut konkurrenzfähigere Bestände brachten.

Zusammenfassung

Im Trockenjahr 2003 konnten im südlichen Niederösterreich in der Region Bucklige Welt nur mit bodenbearbeitenden Anbauverfahren erfolgreich Grünlandmischungen etabliert werden. Bei Anlageverfahren mit Saatbeetbereitung Kreiselegen oder Zinkenrotor ohne vorherige Totalherbizidanwendung sind vor allem Problemunkräuter wie Ampfer, Quecke und Schafgarbe im weiteren Bestand problematisch und verlangen vor allem in den Ackerfutterbaumischungen KR, LR und LG nach konsequenter Unkrautregulierung durch selektive Herbizide. Diese Probleme traten vor allem in niederschlagsreicheren Gebieten und Hanglagen auf. Im extensiven Trockengebiet entwickelten sich aus allen Mischungen über kurz oder lang Glatthaferwiesenbestände. Die Mischungen A, B und WM waren unter diesen Umständen die ertragreichsten. Bei der Anlage mit Pflugfurche war vor allem die Düngeintensität und Niederschlagsmenge für die weitere Bestandesentwicklung entscheidend. In intensiv geführten Beständen wurde Knaulgras dominant, Leguminosen wurden verdrängt. Die Futterbaumischungen KR, LR und LG wurden auch hier lückig und anfälliger für Verunkrautung, blieben aber neben der Mischung WM bis zum Versuchsende die ertragsstärksten. In düngerextensiven Betrieben blieb der Leguminosenanteil weitestgehend erhalten und die Mischungen sehr Mischungstypisch zusammengesetzt. Die Dauergrünlandmischungen zeichneten sich durch dichte Narben und einen deutlich geringeren Verunkrautungsgrad aus. Das Ertragspotential lag zwischen 100 dt TM/ha bei der dreischnittigen Extensivvariante, um die 110 – 140 dt TM/ha bei den extensiv bis mittelintensiv geführten Vierschnittbeständen und 140 – 160 dt TM /ha bei den intensiv gedüngten Varianten der Gunstlagen.

Summary

In the dry year 2003 only cultivation methods with some kind of tillage succeeded in establishing grassland and forage mixtures in the southern part of the province of Lower Austria. If weeds are present in the grassland already cultivation methods like rotary cultivators or rotary harrows without using systemic, broad-spectrum herbicides beforehand cause weed problems with sorrel, Rumex, couch grass, Agropyron repens and common yarrow, Achillea millifolium especially in forage mixtures like KR, LR and LG. The use of selective herbicides is inevitable in slope grassland with sufficient to high amounts of rainfall. Arrenatherum elatius dominated grassland developed in dry and extensively fertilised lays. The permanent grassland mixtures A, B and the mixture WM were the highest yielding in these conditions. In cases when grassland was sown after conventional tillage with plough and cultivators the intensity of fertilisation and the amount of rainfall were determining for the further development of the grassland society. Cock's foot, Dactylus glomerata, became dominant in intensively fertilised grassland which caused the repression of legumes. Blanks became more common in the forage grass mixtures KR, LR and LG and weeds established soon. Nevertheless these mixtures were the highest yielding besides the mixture WM till the end of the trial. In extensively fertilised grassland the proportion of legumes was maintained at a very representative and high level and the mixtures were just as typical. The permanent grassland mixtures were very dense in general and did show very few weeds. The yield potential of an extensive three swathe grassland lay was at 100dt dry matter/ha, at about 110 – 140 dt dry matter/ha in extensive to semi intensive fertilised four swathe grassland und 140 – 160 dt dry matter/ha in intensively fertilised four swathe grassland.

Literatur

KRAUTZER, B., et al.: Handbuch für ÖAG-Empfehlungen von ÖAG-kontrollierten Qualitätssaatgutmischungen für das Dauergrünland und den Feldfutterbau, Mischungssaisonen 2005/06/07

Autor

Dipl.-Ing. Günther Kodym, LAKO, Landwirtschaftliche Fachschule Warth, Aichhof 1, 2831 Warth;
E-Mail: guenther.kodym@lfs-warth.ac.at

Dauergrünlandmischungen: Ertrag und Ausdauer im Alpenraum

Grassland mixtures: Yield and persistence in alpine regions

CHRISTIAN PARTL

Einleitung

Die Grünlandwirtschaft als wichtigste Produktionssparte der alpinen Landwirtschaft ist oft die einzige Möglichkeit einer standortgerechten Flächennutzung. Das Grundfutter ist die Basis der tierischen Veredelung. Dabei werden sehr unterschiedliche Erträge und Qualitäten erreicht. Die natürlichen Produktionsbedingungen sind vorgegeben; Saatgutmischung, Düngung, Nutzung, Schnittzeitpunkt, Bestandesführung und Unkrautbekämpfung sind variabel.

Im Forschungsprojekt 2122 des BMLFUW wurden europäische Dauergrünlandmischungen auf ihre Tauglichkeit im Alpenraum geprüft. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf Pflanzenbestand, Ausdauer, Konkurrenzkraft, Ertrag, Qualitätsparameter und ihre Entwicklung gelegt.

Material und Methoden

Sechzehn europäische Dauergrünlandmischungen wurden vierfach wiederholt auf acht Standorten über drei Hauptertragsjahre geprüft. Freistadt, Grabenegg, Gumpenstein, Hafendorf, Litzlhof, Piber, Rotholz und Winklhof repräsentieren das österreichische Grünlandgebiet. Jeweils vier Standorte wurden drei- bzw. vierschnittig mit darauf abgestimmter Düngung bewirtschaftet. Die Parzellengrößen lagen zwischen 12,1 m² und 23,9 m³. Samenmischungen und Saatstärken sind in Tabelle 1 angeführt. Die Mischungen wurden zusätzlich nach der erwarteten Standorteignung in die Gruppen „alpin“ (Mischungen 1-10) und „nicht-alpin“ (Mischungen 11-16) eingeteilt.

Tabelle 1: Saatgutmischungen und verwendete Saatstärken (nach Herstellerangabe)

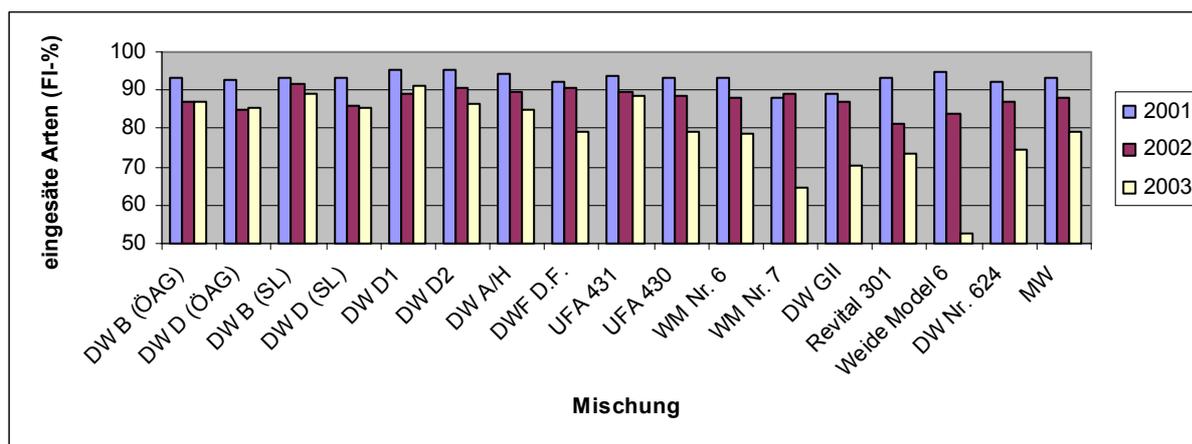
Eing-Nr.	Mischung	Herkunft	Saatstärke
1	Dauerwiese B (ÖAG)	Österreich	27
2	Dauerwiese D (ÖAG)	Österreich	25
3	Dauerwiese B (Saatbau Linz)	Österreich	30
4	Dauerwiese D (Saatbau Linz)	Österreich	25
5	Dauerwiese D1	Bayern	36
6	Dauerwiese D2	Bayern	36
7	Dauerwiese A/H raue Lagen	Südtirol	40
8	DWF D.F. feuchte Lagen	Südtirol	40
9	UFA 431 nicht raygrasfähige Lagen	Schweiz	40
10	UFA 430 für raygrasfähige Lagen	Schweiz	36
11	Wiesenmischung, halbspät Nr. 6	Tschechien	35
12	Wiesenmischung, feuchte Lagen Nr. 7	Tschechien	35
13	Dauerweide mit Klee GII, Premium Saatgut	Deutschland	40
14	Gräser-Klee Mischung Revital 301	Deutschland	40
15	Weide / Extra Weidemengsel Model 6	Holland	40
16	Dauerwiesenmischung Nr. 624	Dänemark	24

Bei den Auswertungen wurde zwischen Ernteertrag und bereinigtem Ernteertrag unterschieden. Der Ernteertrag ist der Gesamtertrag der oberirdischen Biomasse ohne dem am Feld verbleibenden Vegetationsrest. Der bereinigte Ernteertrag ist jener Teil des Ernteertrages, den die eingesäten Arten erbringen. So fließen Ausdauer und Konkurrenzkraft der Samenmischungen in die quantitative Bewertung ein. Die Differenz zwischen Ernteertrag und bereinigtem Ertrag zeigt die Stabilität der Mischungen. Pflanzenbestandsaufnahmen und Schätzungen der Ertragsanteile der Arten und Artengruppen wurden großteils von Mitarbeitern des LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Artenanteile wurden dabei in Flächenprozent, die Artengruppenanteile in Ertragsprozent geschätzt.

Ergebnisse und Diskussion

Die **Ausdauer** von Mischungen kann sehr gut anhand der Entwicklung des bereinigten Ernteertrags in den Versuchsjahren beschrieben werden. Je geringer die Abnahmen, desto ausdauernder die Mischungen. Bleiben auch die eingesäten Arten und Artengruppen konstant, entsprechen die Mischungen am ehesten dem Typ eines langfristig nutzbaren Grünlandes. Die Mittelwerte der Artengruppen beliefen sich bei den Gräsern auf 58 Ertr-%, bei den Leguminosen auf 35 Ertr-% und bei den Kräutern auf 7 Ertr-%. Die Gräseranteile stiegen von 52 auf 67 Ertr-%, die Leguminosen sanken von 45 auf 22 Ertr-%. Die Kräuteranteile nahmen von 3 auf 11 Ertr-% zu. Die Anteile der eingesäten Arten nahmen im Mittel um 14 Fl-% ab und lagen nach drei Jahren bei durchschnittlich knapp 80 Fl-%. In Diagramm 1 sind die Ergebnisse der drei HNJ dargestellt.

Diagramm 1: Durchschnittliche Entwicklung der eingesäten Arten der Mischungen in den drei HNJ über alle Standorte



Die Mischungen zeigten im dritten HNJ Werte zwischen 52 und 90 Fl-% an eingesäten Arten, die Abnahmen betragen 5 bis 43 Fl-%. Die Mischungsgruppen brachten in den ersten beiden HNJ sehr ähnliche Ergebnisse, im dritten HNJ einen starken Abfall der nicht-alpinen Gruppe. Einem mittleren Rückgang von 8 Fl-% auf 86 Fl-% bei den alpinen Mischungen steht eine Reduktion von 23 Fl-% auf nur mehr 69 Fl-% bei den nicht-alpinen Mischungen entgegen.

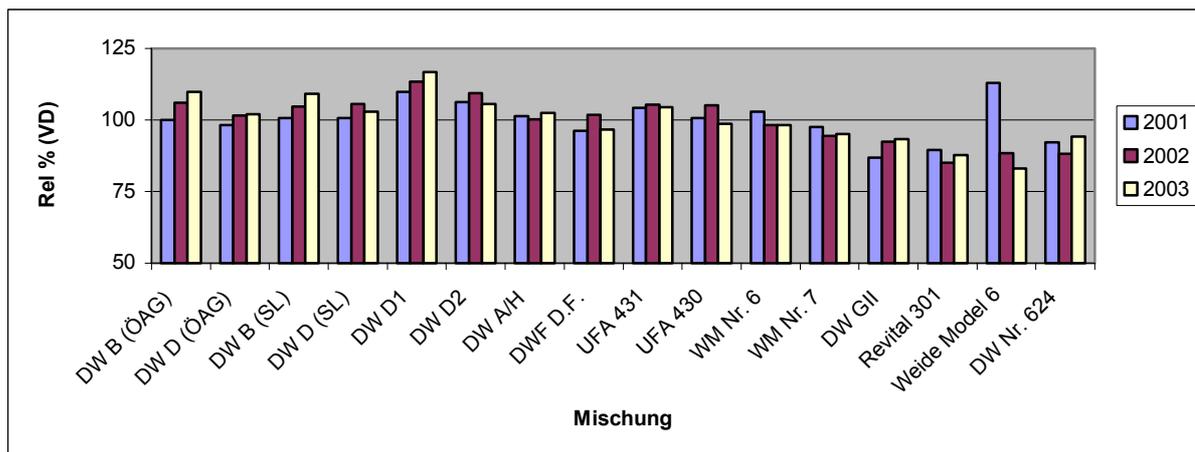
Der **Ertrag** einer Mischung in drei HNJ erlaubt eine erste Bewertung, gibt aber wenig Auskunft über die Nachhaltigkeit. Dazu dienen die Ertragsverläufe und ihre Entwicklung. Der durchschnittliche Ernteertrag lag bei 105,7 dt TM/ha/a, der mittlere bereinigte Ertrag bei 93,2 dt TM/ha/a. Die Standorte streuten zwischen 72,4 und 128,8 dt TM/ha/a. Die Ernteerträge der einzelnen Mischungen lagen zwischen 278,2 und 356,1 dt TM/ha in drei HNJ, was eine Spannweite von 26,0 dt TM/ha/a bedeutet. Die maximale Differenz beim bereinigten Ernteertrag erreichte sogar 31,1 dt TM/ha/a. Die Einteilung der Versuchsglieder in die „alpine“ und die „nicht-alpine“ Gruppe zeigte ebenso die unterschiedlichen Standorteignungen sehr deutlich, die Daten sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Durchschnittliche Ernteerträge und bereinigte Ernteerträge in dt TM/ha/a der zwei Mischungsgruppen über acht Standorte und alle drei HNJ

	Mischungsgruppe	MW	N	$s_{(MW)}$	Min.	Max.
Ernteertrag (dt/ha)	Alpin	109,68	960	31,530	27,9	187,4
	nicht-alpin	99,09	576	31,610	20,6	211,1
	Gesamt	105,71	1536	31,964	20,6	211,1
bereinigter Ernteertrag (dt/ha)	Alpin	99,02	960	32,717	20,6	178,0
	nicht-alpin	83,52	576	35,133	8,1	209,0
	Gesamt	93,21	1536	34,460	8,1	209,0

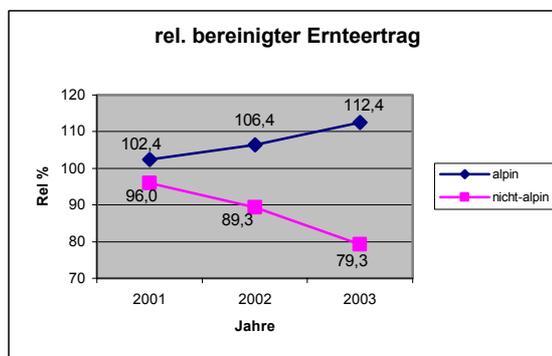
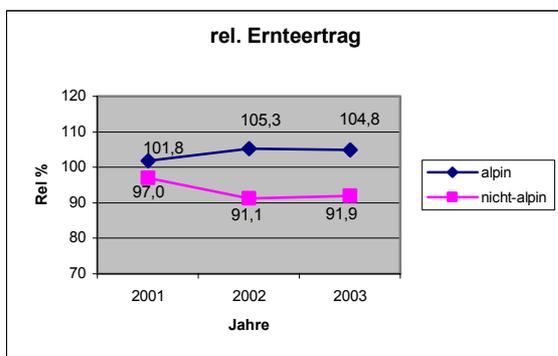
In Diagramm 2 sind die relativen Ernteerträge der Mischungen dargestellt. Dabei sind einerseits die Höhe der Werte schon aussagekräftig, andererseits zeigt gerade die Entwicklung in den drei HNJ die Tauglichkeit einer Mischung im österreichischen alpin geprägten Grünland. Hohe Relativerträge und steigende Verläufe belegen die Eignung von Mischungen im Durchschnitt der geprüften Standorte.

Diagramm 2: Ernteerträge der Mischungen in drei HNJ relativ zum Standort- und Jahresmittelwert



Noch aussagekräftiger sind die Ertragsverläufe der Mischungsgruppen in den drei HNJ relativ zum Jahres- und Standortmittelwert, die in den Grafiken 1 und 2 dargestellt sind.

Grafiken 1 und 2: Verlauf der Ernteerträge (1) und der bereinigten Ernteerträge (2) der beiden Mischungsgruppen in den drei HNJ relativ zum jeweiligen Versuchsdurchschnitt (Jahr und Ort)



Zusammenfassung

Auf acht Standorten in Österreich wurden 16 verschiedene Grünlandmischungen in drei HNJ auf ihre Standorteignung im alpin geprägten Grünland geprüft. Die stark unterschiedlichen Ergebnisse und Entwicklungen in Ausdauer und Ertrag belegen die Wichtigkeit einer passenden Mischungswahl. Hochwertige standortangepasste Mischungen sind Grundlage einer erfolgreichen Grünlandwirtschaft.

Summary

16 different grassland mixtures were tested in eight trials in the Austrian alpine grassland region. The strong differences in development and results of the seed mixtures show the necessity to choose high quality and site-adapted grassland mixtures for successful grassland farming.

Literatur

Buchgraber, K. und Gindl, G.: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, 2. Auflage. Graz-Stuttgart: Leopold-Stocker-Verlag, 2004

Hietz, M.: Auswirkungen der Saatgutqualitäten sowie der Arten- und Sortenauswahl von Gräser- und Kleearten bei internationalen Dauergrünlandmischungen auf den Pflanzenbestand im österreichischen Alpenraum. Dissertation BOKU (2008, unveröff.)

Autor

Dipl.-Ing. Christian Partl, A. d. Tir. LReg., Abt. LWSJF, Fachbereich Landw. Versuchswesen, Boden- und Pflanzenschutz, Heiligegeiststraße 7-9 6020 Innsbruck; E-Mail: christian.partl@tirol.gv.at

ÜBERSAAT: Erfolg und Ertrag unterschiedlicher Mischungen

Re-seeding: Success and yield of different mixtures

ANDREAS TSCHÖLL

Einleitung

Strenge Winter, Trockenheit, Bodenverdichtung, Wühlmäuse und Maulwürfe, Engerlinge und Bewirtschaftung verursachen Schäden auf Wiesen und Weiden und können zu Lücken in der Pflanzendecke führen. Dies schafft Platz für Lückenbüßer (Unkräuter), führt zu einer schlechteren Befahrbarkeit der Flächen, erhöht die Gefahr der Futtermittelverschmutzung und wirkt sich auf Futterertrag und -qualität negativ aus.

2005 wurde gemeinsam mit der Landwirtschaftlichen Landeslehranstalt Imst ein Versuch zur Erneuerung geschädigter und leistungsschwacher Bestände zur Verbesserung des Pflanzenbestandes, der Grasnarbe, der Futterqualität und des Futterertrages angelegt.

Ziel des Versuches war es, aufzuzeigen, ob mit dem gewählten Verfahren der Übersaat eine Verbesserung möglich ist, in welchem Ausmaß sich diese bewegt und welche der vier Saatgutmischungen unter den gegebenen Standortbedingungen die besten Erfolge zeigt.

Material und Methoden

Der Übersaat-Mischungsversuch wurde in Form einer Blockanlage auf Flächen des Lehrbetriebes der LLA Imst durchgeführt. Die Region um die Stadt Imst (827 m) ist Teil eines inneralpinen Trockengebietes, das sich vom Oberinntal (im Westen Tirols) bis ins Engadin in die Schweiz erstreckt. Imst erreichte im Zeitraum von 1981 bis 2005 eine mittlere Niederschlagssumme von lediglich 796 mm und eine durchschnittliche Temperatur von 7,6 °C.

Der Versuchsstandort befindet sich im Bereich der ehemaligen Erlau in Imst-Brennbichl, auf einer Seehöhe von 715 m. Der Standort kann als halbtrocken beschrieben werden, auf dem ohne künstliche Bewässerung keine hohen Erträge zu erwarten sind.

Der Versuch wurde mit zwei in Tirol gängigen Nachsaatmischungen (NA, SR044), der neuen Nachsaatmischung für trockene Lagen (NATRO) und der sog. Ertrags- und Sicherheitsmischung (E&S) der NÖ LLWK als Exaktversuch mit Wiederholung der Prüfglieder und Zufallsanordnung der Parzellen im Frühjahr 2005 angelegt.

Vor der Ausbringung des Saatgutes wurde die Pflanzendecke mit einem Striegel geöffnet, durchlüftet und gelockert. Danach wurden die verschiedenen Nachsaatmischungen im Ausmaß von jeweils 15 kg/ha von Hand auf den Parzellen verteilt und anschließend mit einer Glattwalze angewalzt, um dem Saatgut einen ordentlichen Bodenschluss zu ermöglichen. Um eine nachhaltige Verbesserung der Bestände zu erzielen wurde, unter Berücksichtigung der Situation in der Praxis wo aufgrund verschiedenster Einflüsse nur rund jede zweite Übersaat von Erfolg gekrönt ist, die Ausbringung der Nachsaatmischungen im Frühjahr 2006 wiederholt.

Die Einflüsse der Bodenunterschiede werden durch die zufällige Verteilung der Parzellen ausgeglichen und bei der Auswertung rechnerisch korrigiert. Die Prüfglieder sind dreifach wiederholt, die Fläche einer Parzelle beträgt 15 m².

Die Dauerwiese unterliegt einer Dreischrittnutzung. Der 1. Schnitt wurde Ende Mai, der 2. Schnitt Ende Juli und der 3. Schnitt im letzten Drittel des Monats September durchgeführt. Die Düngung wurde auf Basis einer Bestandesdichte von 1,4 GVE/ha, in Form von einer, im Verhältnis von rund 1:0,5 verdünnten Rindergülle durchgeführt. Die Ausbringung erfolgte im Frühjahr, nach dem 1. Schnitt im Ausmaß von ca. 15 m³, das entspricht in etwa 45 kg/ha N, 20 kg/ha P₂O₅ und 65 kg/ha K₂O.

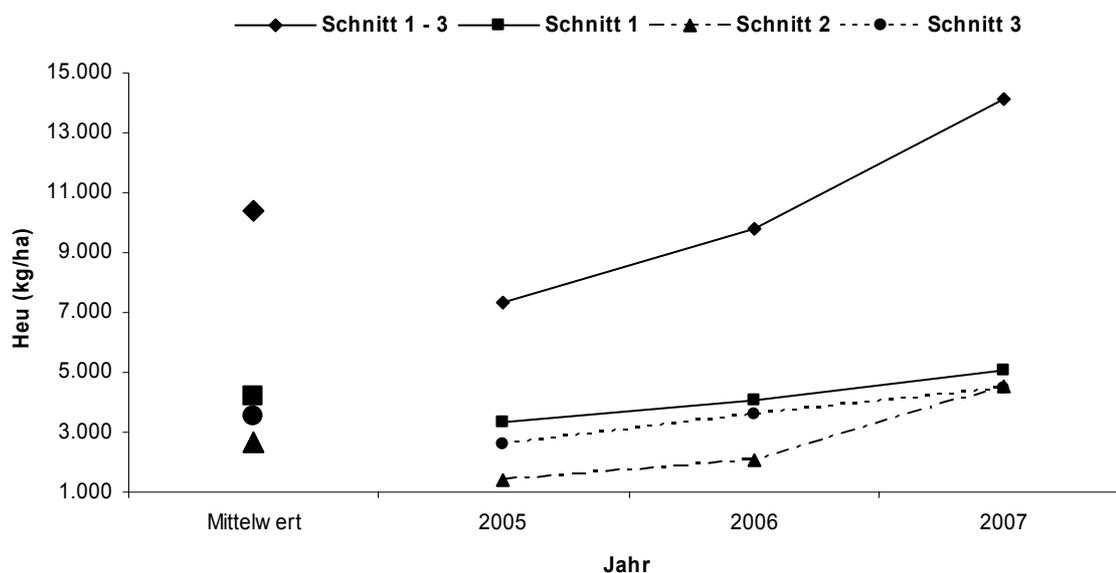
Der Übersaat-Mischungsversuch wurde mit dem Statistikpaket SPSS (GLM – Allgemeine Lineare Modelle) ausgewertet. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf den Lufttrockenmasseertrag (= Heu) der mit den einzelnen Mischungen behandelten Dauerwiese gelegt und die Unterschiede zum Versuchsdurchschnitt ausgewiesen.

Ergebnisse und Diskussion

Die dreijährigen Ergebnisse des Übersaatmischungsversuches am Standort Imst, von 2005 bis 2007 können wie folgt zusammengefasst werden:

Abbildung 1 zeigt, in welchem Umfang der durchschnittliche Heuertrag über alle drei bzw. die einzelnen Schnitte im Zeitraum von 2005 bis 2007 zugenommen hat. Die Erträge der einzelnen Schnitte schwanken zwar witterungsbedingt, nehmen aber deutlich zu.

Abbildung 1: Mittelwert und Verlauf des Heuertrages in kg/ha von 2005 bis 2007



Für die Feststellung, ob und in welcher Höhe die 2005 und 2006 durchgeführten Übersaaten zu einer Ertragssteigerung beigetragen haben, dient der Vergleich mit einer unbehandelten Fläche. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Durchschnittlicher Heuertrag aller Mischungen aus dem Übersaatversuch im Vergleich zu einer unbehandelten Fläche von 2005 bis 2007

Jahr	Heuertrag mit Übersaat kg/ha	Heuertrag ohne Übersaat kg/ha
2005	7.301	7.334
2006	9.786	9.500
2007	14.111	8.581
Mittelwert	10.400	8.471

Daraus wird deutlich, dass sich 2005 und 2006 die mittleren Heuerträge der nachgesäten Fläche kaum von denjenigen der unbehandelten Fläche des Trockenschadensversuches unterschieden. 2007 hingegen wurde mit einem Heuertrag von 14.111 kg/ha auf der übergesäten Fläche ein deutlich höherer Ertrag im Ausmaß von rund 5.530 kg/ha festgestellt als auf den Vergleichsflächen mit 8.581 kg/ha. Diese Zahlen decken sich weitgehend mit den Beobachtungen und den aufgezeichneten Wetterdaten, sodass angenommen werden kann, dass die 2005 ausgebrachte Übersaat ohne wesentlichen Erfolg geblieben ist, dafür aber die Wiederholung im darauf folgenden Jahr den erwünschten Effekt erbracht hat. Vergleicht man die mittleren Heuerträge der nachgesäten Fläche (10.400 kg/ha) mit der unbehandelten Fläche (8.471 kg/ha) ist eine Ertragssteigerung von knapp 2.000 kg/ha und Jahr festzustellen.

Bewertet man diesen Mehrertrag und stellt ihn den variablen Kosten gegenüber, die für die Durchführung der Übersaat anfallen, lässt sich beurteilen, ob sich diese Maßnahmen ohne Berücksichtigung anderer positiver Nebeneffekte (Qualitätsverbesserung, geringere Futtermittelverschmutzung, etc.), betriebswirtschaftlich lohnen. Die Ergebnisse dieser Gegenüberstellung zeigen im Durchschnitt aller Mischungen Mehreinnahmen von rund € 300,- pro Hektar und Jahr.

In weitere Folge galt es herauszufinden, welche der vier geprüften Nachsaatmischungen im direkten Vergleich am besten abgeschnitten hat und den höchsten Mehrertrag lieferte. Die Ergebnisse dazu sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Ertragsergebnisse der Mischungen im Durchschnitt von 2005 bis 2007

Mischung	Heu Schnitt 1 - 3		Heu 1. Schnitt	Ertrags-	Heu 2. Schnitt	Ertrags-	Heu 3. Schnitt	Ertrags-
	kg/ha	Rel%	kg/ha	anteil %	kg/ha	anteil %	kg/ha	anteil %
Erntejahr 2005-2007 (R² = 90 %, sMW = 4,9 %)								
NATRO	11.021*	106	4.283	39	2.839	26	3.899	35
NA	10.058	97	4.310	43	2.512	25	3.235	32
SR044	9.761*	94	3.799	39	2.519	26	3.443	35
E&S	10.758	103	4.314	40	2.799	26	3.645	34
Mittelwert	10.400	100	4.177		2.667		3.556	

Anhand des mittleren Gesamtheuertrages der Jahre 2005 bis 2007 erbrachte die Mischung NATRO der ÖAG mit einem Heuertrag von rund 11.020 kg/ha die beste Leistung. Die Ertragsdifferenz zum Versuchsmittelwert ist statistisch abgesichert. Mit Mehreinnahmen in der Höhe von € 430.-- pro Hektar und Jahr liegt die Mischung NATRO deutlich über dem Durchschnitt aller Mischungen. Dahinter liegen die Mischungen E&S sowie NA mit einem Ertrag von rund 10.760 kg/ha bzw. 10.060 kg/ha. Am schwächsten schnitt im Versuch die Mischung SR044 ab. Verglichen mit der unbehandelten Fläche erreichte aber auch sie noch einen um rund 1.290 kg/ha höheren Ertrag.

Zusammenfassung

Voraussetzung für das Gelingen von Übersaat und Nachsaat sind die herrschenden Witterungsbedingungen nach der Saatgutausbringung, ein guter Bodenschluss der Samen, die Verwendung von Qualitätssaatgut (Sorten und Mischungen) sowie ein frühzeitiger Schnitt des Folgeaufwuchses.

Aus diesen Gründen und um eine nachhaltige Verbesserung der Pflanzenbestände zu erreichen, verlangt die umbruchlose Grünlanderneuerung mittels Übersaat eine wiederholte Ausbringung von qualitativ hochwertigen und an die jeweiligen Standortbedingungen angepassten Saatgutmischungen. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen dies und zeigen augenfällig, dass durch die Verwendung von angepassten Qualitätsmischungen bzw. den darin enthaltenen Mischungspartnern deutlich bessere Erträge erzielt werden können.

Summary

Weather conditions after seeding, a good soil adhesion of the seeds, the use of quality seed varieties and mixtures as well as an early cut of the regrowth are prerequisite for the success of re-seeding.

For these reasons and to reach a sustainable improvement of the plant associations, ploughless grassland renovation by re-seeding requires repeated seed of high-quality mixtures which are adapted to the location conditions.

The results on hand confirm these recommendations and show conspicuously that by the use of adapted high-quality mixtures or contained mixture partners better yields can be achieved.

Literatur

Weiterführende Informationen zu diesem Beitrag können im Internet unter <http://www.tirol.gv.at/themen/laendlicher-raum/agrar/daten/boden-daten/> oder bei der Abteilung, Landwirtschaftliches Schulwesen, Jagd und Fischerei, Heiliggeiststr. 7 – 9, Landhaus 2, 6020 Innsbruck eingeholt werden.

Autor/en

DI Andreas TSCHÖLL, LWSJF, Landwirtschaftliches Versuchswesen, Boden- und Pflanzenschutz, Heiliggeiststraße 7-9, 6020 Innsbruck; E-mail: andreas.tschoell@tirol.gv.at

Rundballenpressen – Einfluss der Technik auf die Grundfutterqualität

Round bale press – influence of techniques on forage quality

ALFRED PÖLLINGER, REINHARD RESCH & KARL BUCHGRABER

Einleitung

Die Rundballentechnik ist wichtiger Bestandteil der Erntekette in der Grundfutterkonservierung. Das Verfahren ist überbetrieblich einfach zu organisieren, äußerst flexibel einsetzbar und schafft vor allem für Klein- und Mittelbetriebe eine sinnvolle Entlastung bei den Maschinenkosten. Im Zusammenhang mit der Silagekonservierung werden Fragen der notwendigen Pressdichte und Messerbestückung und deren Einfluss auf die Grundfutterqualität häufig diskutiert.

Vom LFZ Raumberg-Gumpenstein, von der BLT Wieselburg und von der Universität für Bodenkultur wurden in Zusammenarbeit mit dem Fachmagazin „Der Fortschrittliche Landwirt“ auf Praxisbetrieben und auf dem Bundesgestüt Piber Silier- und Abtrocknungsversuche mit Rundballen von sieben verschiedenen Rundballenpressen durchgeführt.

Material und Methoden

Die für die Untersuchung verwendeten Pressen mit variabler Presskammer sind in *Tabelle 1* zusammengefasst. Die Messungen wurden bei Anwelksilage (Dauerwiese), 1. und 4. Schnitt, durchgeführt. Bei allen Versuchen wurden die Schwadmasse und Schwadform (Breite und Höhe) erfasst.

Tabelle 1: Technische Daten der verwendeten Pressen

	Deutz Fahr RB 490-OC	Deutz Fahr Varimaster 560	John Deere 592 Premium	Krone Vario- Pack Multicut 1500	Krone Comprima V 150 XC	New Holland BR 740A ⁴	Welger RP 435 Mas- ter
Ballen- durchmesser [m]	0,80 - 1,85	0,80 - 1,65	0,6 - 1,80	1,00 - 1,50	1,00 - 1,50	0,90 - 1,50	0,90 - 1,60
Presskam- merbreite [m]	1,20	1,20	1,17	1,20	1,20	1,18	1,23
Presssystem	5 Endlosrie- men	5 Endlosrie- men	6 Pressriemen	Stabketten- Elevator	Stabgurten- Elevator	6 Endlosriemen	4 Endlosrie- men
Pick-up Breite [m] ¹⁾	1,98	1,98	2,13	1,95	2,15	2,30	1,80
Schneidwerk Messeranzahl	14	14	14	17	17	15	25
Eigenmasse (inkl. 1 Netz- rolle) [kg]	3.070	3.030	3.530	3.360	4.240	3.150	3.860

¹⁾ Arbeitsbreite nach DIN 11220

Das Gewicht der Ballen wurde mittels an einem Frontlader montierte Wiegezellen ermittelt und die Homogenität der Ballendichte wurde über die Eindringkraft eines Penetrometers (Kegelspitze) bestimmt. Zur Bestimmung der Homogenität der Ballendichte wurde radial in den Ballen bis zur Ballenmitte eingestochen. Die Messungen erfolgten an drei Stellen über die Ballenbreite verteilt und zwar 25 cm vom linken bzw. rechten Rand und in der Mitte.

Die Futterproben wurden von Silageballen unmittelbar vor dem Einwickeln mit einem Bohrer mit 5 cm Durchmesser gezogen. Das Bohrloch reichte bis zum Ballenkern. Ausgesuchte Silageballen wurden nach 4 Tagen und nach 3 Wochen beprobt, um den dynamischen Gärverlauf bestimmen zu können, und alle Rundballen wurden nach ca. 10 Wochen endbeprobt. Die Silagen wurden beim 1. Schnitt nach Weender auf Gärsäuren und auf InVitro Verdaulichkeit untersucht

Die pro Ballen in dreifacher Wiederholung durchgeführte statistische Auswertung hinsichtlich des Einflusses der Pressen auf die Inhaltsstoffe nach Weender erbrachte keine Differenzierung zwischen

den eingesetzten Maschinen. Deshalb werden die Ergebnisse gemeinsam besprochen und nicht zwischen den einzelnen Fabrikaten differenziert (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Inhaltsstoffe des geernteten Futters am Bestand, vor und nach der Konservierung und der Bröckelverluste in g/kg TM

	TM	RP	RFA	RA	MJ NEL	MJ NEL/10 ¹⁾
Bestand (vor der Mahd)	168	128	284	80	5,9	
Anwelksilage frisch	387	119	299	80	5,5	
Silage konserviert	391	130	321	89	5,5	
Bröckelverluste		131	250	151	4,6	5,3

¹⁾ bereinigt gerechnet auf 10% Rohaschegehalt
 TM=Trockenmasse, RP=Rohprotein,

Die Silage wurde bei einem mittleren Trockenmassegehalt von 38,7 (31,0 bis 47,6) % geerntet.

Der Rohfasergehalt des Ausgangsfutterbestandes - ein wichtiger Hinweis zum physiologischen Erntezeitpunkt - lag im Mittel bei 30,0 (27,0 bis 35,1) %. Das ist für den ersten Schnitt ein hoher Wert und erklärt damit den nur mittleren Energiegehalt des Futters in der Höhe von 5,5 (4,9 bis 6,0) MJ NEL. Das Futter wird für die Mutterkuhhaltung verwendet und passt genau in dieses Fütterungssegment. Die Untersuchungsergebnisse auf Rohasche lassen auf einen sauberen Ernteverlauf schließen. Die Werte liegen deutlich unter 10 %, damit wurde keine Verschmutzung gemessen.

Die Pressdichte ist ein wichtiger Einflussfaktor hinsichtlich des Gärverlaufes und damit auch bezüglich der Futterqualität. Silageballen sollten eine mittlere Dichte von 160 kg TM/m³ nicht unterschreiten. Im Versuch lag der Mittelwert der Dichtemessungen mit 178 kg TM/m³, gemessen über alle Pressen, deutlich über diesem Wert (1. Schnitt zwischen 151 und 202 kg TM/m³). Vor allem beim 4. Schnitt konnten wesentlich höhere Dichtewerte gemessen werden (bis 228 kg TM/m³). Die Fragestellung lautete zusätzlich: „Ist beim Gärverlauf bei deutlichen Dichteunterschieden eine Differenzierung zu erkennen?“ Eine durchgeführte statistische Auswertung der Ergebnisse zeigte beim pH-Wert und der Gärsäurezusammensetzung trotz deutlicher Dichtedifferenzen keine Unterschiede. Auch im speziellen Vergleich zu den hohen Ballendichten von New Holland BR 740A und der Welger RP 435 konnten keine Unterschiede festgestellt werden. In einer erweiterten zusätzlichen Versuchsdurchführung wurden mit einem Fabrikat bewusst lockere Ballen gepresst. Die Ballendichte betrug im Mittel 125 kg TM/m³, also deutlich weniger als im Mittel der auf maximalen Pressdruck eingestellten Rundballenpressen. Weder hinsichtlich der einzelnen Gärsäuren, noch bezogen auf den pH-Wert konnte eine schlechtere Vergärung festgestellt werden. Der relativ hohe Buttersäuregehalt von 10,5 g/kg TM über alle Varianten, egal ob fest oder locker gepresst, weist auf suboptimale Silierbedingungen hin. Eine eindeutige Ursachenzuweisung kann nicht durchgeführt werden. In einer groß angelegten Praxisuntersuchung des LFZ wird neben einem hohen Rohaschegehalt (Verschmutzung) der hohe Rohfaseranteil im Futter als ein wesentlicher Einflussparameter auf die Buttersäurebildung nachgewiesen (Resch, 2008). In dem durchgeführten Versuch wurde ausschließlich sauberes Futter konserviert, womit der hohe Rohfasergehaltswert als Hauptursache feststeht.

In einem dynamischen Vergleich von fest und locker gepressten Rundballen konnte bei beiden Varianten eine rasche pH-Wert-Absenkung auf 4,3 bereits nach 3 Tagen gemessen werden (siehe Tabelle 3). Das deutet auf einen rasch ablaufenden Silierprozess hin. Die Milchsäuregärung erreichte mit 23 bzw. 25 g MS/kg TM gute Werte. Nach weiteren drei Wochen wurden allerdings höhere pH-Werte von 4,9 gemessen. Zudem wurde 6,3 bzw. 8,4 g/kg TM Buttersäure festgestellt. Diese Tendenz setzte sich bis zum fertigen Konservierungsprozess fort. Nach 10 Wochen lag der pH-Wert bei 4,6 bzw. 4,7, also genau zwischen den nach 3 und 21 Tagen gemessenen Werten. Die Buttersäuregehalte stiegen auf über 10 g/kg TM an. Das bedeutet, bei nur mäßiger Verpressung der Anwelksilage lassen sich keine negativen Auswirkungen auf die Grundfutterqualität und Konservierungsstabilität feststellen, vorausgesetzt, es handelt sich um eine saubere Futterernte und einen optimalen Luftabschluss. Im Hinblick auf eine vorsorgende Lagerstabilität sollte allerdings die bereits angesprochene Pressdichte von 160 kg TM/m³ nicht wesentlich unterschritten werden.

Tabelle 3: pH-Wert, Milch- (MS) und Buttersäuregehalte (BS) in g/kg TM bei locker und dicht gepressten Rundballen im Silierverlauf

	Wert	Beginn Silierung	3 Tage	3 Wochen	10 Wochen
Hohe Pressdichte (180 kg TM/m ³)	pH-Wert MS / BS	6,0	4,2 22,7 / 0,6	4,9 17,2 / 8,4	4,7 17,9 / 10,4
Geringe Pressdichte (125 kg TM/m ³)	pH-Wert MS / BS	6,0	4,2 25,3 / 0,4	4,9 16,5 / 6,3	4,6 19,5 / 12,1

Zusammenfassung

Vom Fachblatt „Der Fortschrittliche Landwirt“ wurde in Kooperation mit dem LFZ Raumberg-Gumpenstein, der BLT Wieselburg sowie der Universität für Bodenkultur ein Vergleich von Rundballenpressen durchgeführt. Beim ersten Schnitt wurden der Ausgangsfutterbestand, die Anwelksilage und die konservierte Silage hinsichtlich der Inhaltsstoffe (nach Weender Analyse) und der Gärsäurezusammensetzung genauestens untersucht. Von allen Varianten wurden in dreifacher Wiederholung Proben in Form einer Kernbohrung gezogen.

Die statistische Auswertung zeigt weder einen Unterschied in Bezug auf Futterinhaltsstoffe noch hinsichtlich der Gärsäurezusammensetzung. Lediglich im Zusammenhang mit den Werten des Rohproteingehaltes konnte im Silierverlauf eine minimale Reduktion gemessen werden. Eine Verdichtung über 200 kg TM/m³ ist, beurteilt nach den Kriterien der Futterqualität, nicht notwendig.

Die Bröckelverluste sind bei der Silageerzeugung im Vergleich zur Heugewinnung wesentlich geringer, sie erreichten im Versuch eine mengen- und futterqualitätsbezogen untergeordnete Größenordnung (max. 1 %).

Der richtige Schnittzeitpunkt, die saubere Futterernte (Mähhöhe, Bodenanpassung,...) und die rasche luftdichte Konservierung sind damit die wichtigsten Parameter für eine ausgezeichnete Futterqualität mittels Rundballenpressen.

Summary

In cooperation with the LFZ Raumberg-Gumpenstein, the BLT Wieselburg and the University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, the Journal “Der Fortschrittliche Landwirt” (“The progressive farmer”) carried out a comparison of several round bale presses. At the first cut the initial stock of forage, the pre-wilted silage and the preserved silage were exactly investigated concerning their contents (Weender analysis) and concerning the composition of ferments. Samples of all variations were taken in the form of a core drilling by performing a ternary iteration.

The statistical analysis neither shows a difference in the contents nor concerning the composition of ferments. Only in connection with the values of raw protein a minimum reduction during the silage process could be measured. A densification of more than 200 kg TM/m³ is not necessary, estimated after the criteria of forage quality. The crop leakage is essentially smaller in the production of silage in comparison to hay. Concerning the amount and the quality of forage the leakage only reaches a subordinated dimension (max. 1 %) in the trial.

The right cutting date, a proper harvesting (height of cutting, adaptation to soil,...) and the quick hermetic preservation are therefore the main parameters for an excellent forage quality by means of round bale presses.

Literatur

- Resch, R. (2008): Praxisorientierte Strategien zur Verbesserung der Qualität von Grassilagen in Österreich, Abschlussbericht Projekt 073523.
 Sauter, J. (2005): Rundballen – Presssysteme, FAT-Bericht Nr. 655/2006
 Ammann, H. (2005): Silierverfahren im Vergleich, FAT-Bericht Nr. 627/2005
 Mumme, M. (2007): Rundballenpresse Fendt 2900 VS, Durchsatz und Pressdichte, DLG-Prüfbericht 5717 F, 10/2007

Autoren

DI Alfred Pöllinger, Abteilung für Innenwirtschaft und Ökolometrie, Altirdning 11, 8952 Irdning
 Ing. Reinhard Resch, Ref. für Futterkonservierung und Futterbewertung, Altirdning 11, 8952 Irdning
 Doz. DI Dr. Karl Buchgraber, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Altirdning 11, 8952 Irdning

Versuche zur Regulierung von Populationen der sibirischen Keulenschrecke (*Aeropus sibiricus* Linné, 1767) auf alpinen Rasenflächen

M. WOLF, R. ZELGER & V. VANAS

Einleitung

Seit dem Jahr 2004 wird auf Flächen des Skigebietes Schwemmalm (Gemeinde Ulten/Südtirol) eine starke Präsenz der Sibirischen Keulenschrecke (*Orthoptera: Acrididae*) festgestellt. Die Folgen der Vermehrung dieser Art (Illich und Haslett 1994) sind Fraßschäden an der Vegetation (bestandsbildende Gräser sowie Kleearten sind besonders betroffen) und somit eine Minderung der Qualität der als Almweide genutzten Flächen und Skipisten.

Aktueller Wissensstand

Die Sibirische Keulenschrecke ist sowohl in alpinen Höhenstufen (Alpenraum bis Karpaten) als auch in Osteuropäischen und Zentralasiatischen Gebieten mit kontinentalem Klima (Rubtsov 1935) verbreitet. Auf Grund ihres Kältebedürfnisses kommt sie in den Alpen ausschließlich über 1800 m ü N vor. Berichte über frühere Massenvermehrungen kommen aus Sibirien; über Gradationen alpiner Populationen wird aus dem Engadin berichtet (Schoch 1875).

Die Keulenschrecke ist eine einbrütige Art. Ab Mitte/Ende Mai erfolgt der Schlupf aus den Eipaketen. Die Larven (4 Larvenstadien) vollenden nach 4 bis 6 Wochen ihre Entwicklung; ab Anfang Juli ist die Geschlechtsreife der Adulttiere erreicht. Die Eipakete werden in klimatisch günstige Lagen (z.B. Südexponierte Hänge in Kammnähe) in lückige Bürstlingbestände (*Nardus ssp.*) abgelegt und überwintern dort (Stevanovic 1961).

Ursachen für die Vermehrung

Die Ursachen, die zur genannten Massenvermehrung geführt haben sind vermutlich neben endogenen Faktoren auf günstige Bedingungen in den letzten Jahren zurückzuführen. Lückige Bestände (z.B. Trockenschäden) und Trockenheit (geringe Niederschlagsmengen) während der Eiablagezeit (Juli/August) boten in den vergangenen Jahren optimale Bedingungen für eine Vermehrung.

Aktuelle Befallsentwicklung und Versuche zur Regulierung

Seit dem Beginn der Massenvermehrung waren Südwest-exponierte Lagen besonders stark befallen. Dichteerhebungen mit Hilfe des Streifnetzes haben gezeigt, dass sich 2007 die Situation auf den seit 2004 befallenen Flächen gegenüber dem Vorjahr (2006: geschätzte 100-150 Individuen/m²) deutlich verbessert hat. In höher gelegene Südost-exponierte Lagen (Pistengelände und Randflächen) machte sich dagegen erstmals eine Zunahme der Dichte bemerkbar.

Auf den Flächen mit Südwest-Ausrichtung wurden ab 2007 Versuche zur Befallsregulierung angelegt. Hier wurden auf einer Teilfläche Versuche mit Gegenspielern (entomopathogene Pilze) sowie mit einem natürlichen Insektizid durchgeführt. Düngegaben mit N-hältigen mineralischen Düngern sollen laut Literatur (Schmidt 1986) eine Eiablage verhindern; aus diesem Grund wurden Kleinparzellen während der Sommermonate mit Harnstoff gedüngt.

Erfahrungen und erste Ergebnisse

Erste Erfahrungen und Versuchsergebnisse deuten darauf hin, dass eine Regulierung des Befalls, auch mit sehr wirksamen Verfahren nur schwer möglich ist. Bei den Dichteerhebungen hat sich gezeigt, dass das Befallsgebiet tatsächlich weit über den Skipistenbereich und dessen Randzonen hinausreicht. Eine Regulierung auf dem gesamten Befallsgebiet wäre aus diesem Grund nur unter großem Aufwand möglich. Mittels Behandlungen (die Auswertungen über die Wirksamkeit der Versuche erfolgen ab

Juni 2008) könnten im günstigsten Fall Kernzonen (Pistengelände, Skiwege) vor Fraßschäden geschützt werden. Eine Regulierung der gesamten Population ist nicht möglich.

Außerdem wurde eine Verlagerung des Befalls in bisher nicht betroffene Flächen festgestellt, während in den ursprünglichen Befallslagen die Dichte rückläufig ist. Fraßschäden waren hier kaum festzustellen. Dies lässt auf einen natürlichen Befallsrückgang hoffen; andererseits können innerhalb des großen Einzugsgebietes Befallsherde entstehen von denen aus Areale wiederbesiedelt werden können.

Literatur

- Illich P. I., Haslett R. H. (1994) Responses of assemblages of Orthoptera to management and use of ski slopes on upper sub-alpine meadows in the Austrian Alps. *Oecologia*, 97, 470 – 474
- Rubtzov I.A. (1934) Fertility and climatic adaptations in Siberian Grasshoppers. *Bull. Ent. Res.* 25, 339-348
- Stevanovic D (1961) *Ecologija i dinamika populacije Aeropus sibiricus L. na Kopaoniku*. Posebna Izd. Biol. Inst. N.R. Srbije 8 1-87
- Schoch (1875) *Mitt. Schweiz. Ent.Ges* 4, 452-455
- Schmidt G. H. (1986) Use of Grasshoppers as test animals for the ecotoxicological evaluation of chemicals in the soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 16, 175 – 188

Autoren

Mag. Manfred Wolf, Dr. Roland Zelger, D.I. Valerie Vanas, Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Pfatten 6, 39040 Auer/Italien, e-mail: Manfred.Wolf@provinz.bz.it

Untersuchungen zur Empfindlichkeit von Populationen der Obstbaumspeinnmilbe *Panonychus ulmi* KOCH (*Tetranychidae*) gegenüber verschiedener Akarizide

M. WOLF

Einleitung

In den vergangenen fünf Jahren sind am Versuchszentrum Laimburg verschiedene Testverfahren zur Überprüfung der Empfindlichkeit von Speinnmilbenpopulationen gegenüber akariziden Wirkstoffen etabliert worden.

Unter Anderem wurden Standardverfahren (IRAC 2007) für die Feststellung der Grundempfindlichkeit der Obstbaumspeinnmilbe gegenüber „neuen“ Oviziden adaptiert. So ist u.a. der Entwicklungshemmer Envidor (Wachendorf et al. 2002) seit 2007 für den Südtiroler Apfelanbau zugelassen.

Untersuchungen, die an Feldpopulationen aus dem Bodenseegebiet durchgeführt wurden ergaben eine mit Referenzpopulationen vergleichbare Empfindlichkeit gegenüber Envidor (Thiel und Nauen 2006). Entsprechende Untersuchungen an Südtiroler Populationen fehlten bisher. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde daher versucht die Wirkungsweise des Wirkstoffes Spirodiclofen zu charakterisieren, um ein geeignetes Testverfahren zu etablieren.

Erste Ergebnisse

Envidor gehört zur chemischen Familie der Tetrone Säuren (Wirkstoff Spirodiclofen; Bayer Crop Science) und hat sich als ovizid wirksames Akarizid erwiesen. Unter Laborbedingungen konnten außerdem, nach Exposition der Weibchen von *P. ulmi*, Auswirkungen auf die Fertilität der Weibchen beobachtet werden.

Nach den genannten Vorversuchen wurden verschiedene Laborpopulationen der Obstbaumspeinnmilbe untersucht. Mit Hilfe eines topikalen Tauchtests konnte die Empfindlichkeit gegenüber der oviziden Wirkung von Envidor ermittelt werden.

Die Laborpopulationen stammten von Feldpopulationen ab, die aus Anlagen mit unterschiedlicher Vorgeschichte aufgesammelt worden waren. Unter anderem wurden Populationen in Parzellen aufgesammelt in denen Behandlungen mit dem Kontaktmittel Magister keine ausreichende Wirkung gezeigt hatten. Im Kontakttest hatten diese Populationen im Vergleich zu Referenzpopulationen (aus bisher unbehandelten Versuchspartellen aufgesammelt) eine Unempfindlichkeit gegenüber dem METI-Akarizid Magister (Wirkstoff Fenazaquin; Dow Elanco) gezeigt.

Alle bisher getesteten Populationen zeigten jedoch eine mit Referenzpopulationen vergleichbare Empfindlichkeit gegenüber Envidor.

Zielsetzungen

Envidor besitzt eine beträchtliche Wirkung auf Rostmilben (*Aculus schlechtendali*). Es wird daher sicherlich in den nächsten Jahren regelmäßig in Apfelanlagen eingesetzt werden. Daher ist geplant in regelmäßigen Abständen Populationen der Obstbaumspeinnmilbe aus behandelten Anlagen auf ihre Empfindlichkeit gegenüber Envidor zu untersuchen. Die vorliegenden Dosiswirkungskurven sollen dabei als Vergleichswerte dienen.

Literatur

IRAC (2007) <http://www.irc-online.org/resources/methods.asp>

Thiel M, Nauen R (2006) Untersuchungen zur Akarizidresistenz an Populationen der Obstbaumspinnmilbe, *Panonychus ulmi* KOCH (Acari: Tetranychidae) aus dem Bodenseegebiet. *Gesunde Pflanzen* 58, 239 – 245

Wachendorf U, Nauen R, Schnorbach H J, Rauch N und Elbert A (2002) The biological profile of spiroadiclofen (Envidor) – A new selective tetroneic acid acaricide. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 55, 2 – 3

Autor

Mag. Manfred Wolf, Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Pfatten 6, 39040 Auer/Italien, e-mail: Manfred.Wolf@provinz.bz.it

GC/MS-Analytik von A-Trichothecenen in Lebensmitteln und Futtermitteln mit ¹³C-markierten internen Standards

WOLFGANG BRODACZ & ANDREAS DELLA ROSA

Einleitung

Für die beiden Mykotoxine der A-Trichothecengruppe T-2 Toxin (T-2) und HT-2 Toxin (HT-2) sind aufgrund ihrer besonders hohen Toxizität entsprechend niedere EU-Summengrenzwerte für Lebensmittel (z.B. Kindernährmittel: 50 µg/kg) in Diskussion. Diese hat sich aber mangels geeigneter Analysenverfahren verzögert, sodass verbindliche Regelungen derzeit noch nicht bestehen. Für das AGES-Kompetenzzentrum „Cluster Chemie Linz“ als österreichisches nationales Referenzlabor für Mykotoxine war das Anlass zur Etablierung einer nachweisstarken Kontrollmethode für Lebensmittel und Futtermittel auf Basis der Isotopenverdünnungs-GC/MS.

Selektives Clean up

A-Trichothecene zeigen mit Standarddetektoren weder bei der HPLC noch bei der GC ausreichend Empfindlichkeit, sodass letztlich die Massenspektrometrie die Detektion der Wahl ist. Im Kompetenzzentrum „Cluster Chemie Linz“ der AGES ist eine GC-Routinemethode für B-Trichothecene seit vielen Jahren sehr gut etabliert. Da praktisch alle für die A-Trichothecenanalytik vorgesehenen Proben in der Routine auch auf B-Trichothecene untersucht werden, wird das bestehende Extraktionsverfahren (2 Stunden rühren mit Acetonitril/Wasser 84/16) inklusive dem Solid Phase Extraction – clean up (SPE; „MycoSep-227 Trich+“; Fa. Romer Labs) gemeinsam genutzt.

Hafer gilt als besonders störende Matrix, ist aber als die Haupteintragsquelle für A-Trichothecene umso wichtiger in der Kontrollanalytik. Eine Nachreinigung des bereits per SPE (MycoSep-227) vorgereinigten Extraktes mit einer weiteren SPE-Säule „MultiSep-216“ (Fa. Romer Labs) reduziert das chemische Rauschen so weit, dass bei den überprüften Matrices Müsli, Hafer und Mischfuttermittel ab einem Belastungsgrad von ca. 50 µg/kg je Analyt ausreichend genau gemessen werden kann. Der Vorteil dieser Kombination von SPE-Säulen ist, dass neben HT-2 Toxin und T-2 Toxin noch die A-Trichothecene Monoacetoxyscirpenol (MAS) und Diacetoxyscirpenol (DAS) bestimmt werden können (BRODACZ, 2007a).

Ein Vergleich verschiedener clean up – Varianten zeigt, dass diese Vorreinigung bei hohen Anreicherungen alleine nicht ausreicht. Für die besonderen Anforderungen des Lebensmittelbereiches (insbesondere bei Kindernährmitteln) ist trotz GC/MS eine zusätzliche Selektivitätssteigerung in der Vorreinigung notwendig.

Speziell für die wichtigsten Zielanalyten entwickelte Immunoaffinitätssäulen (IAC; „Easi-Extract T-2 and HT-2“; Fa. R-Biopharm) ermöglichen durch die hohe Reinheit der Messlösungen wesentlich verbesserte Bestimmungsgrenzen. IACs besitzen monoklonale Antikörper für die Zielanalyten, die sie beim Reinigungsprozess selektiv binden. Nachdem die Matrixbestandteile mit Wasser aus der Säule gespült sind, werden die Antikörper gezielt mit einem organischen Lösungsmittel (Acetonitril) denaturiert und die Mykotoxine gut aufgereinigt in einem geringen Elutionsvolumen freigesetzt. Anschließend wird zur Trockene eingedampft.

Schnelle Silylierung

Für die Derivatisierung der A-Trichothecene wird MSTFA (N-methyl-N-trimethylsilyltrifluoroacetamid mit 1% Trimethylchlorosilan) verwendet. Mit einem Siedepunkt von 131°C gilt es als das flüchtigste Silylierungsreagenz und kann deshalb gleichzeitig die Funktion des Lösungsmittels übernehmen. Im Gegensatz zu vielen anderen Silylierungsmitteln ist folglich eine aufwendige Zerstörung des MSTFA-Überschusses mit Wasser und die umständliche Reextraktion nicht mehr notwendig (BREIDBACH et al., 2007). MSTFA ist für die Zielanalyten ein gutes Lösungsmittel und der hohe Siedepunkt ermöglicht Solvent-Effekte bei hohem Temperaturprogramm-Niveau und damit kurze GC-Zykluszeiten (BRODACZ, 2007a). Kleine Reagenzvolumen (50 – 100µl) steigern die Nachweisempfindlichkeit und reduzieren die Kosten des Silylierungsmittels und der isotope markierten Standards.

Der permanent präsente und hohe Reagenzüberschuss verhindert den Zerfall der TMS-Derivate bei der Lagerung und Injektion.

Isotopenverdünnungs-GC/MS mit ¹³C-markierten internen Standards

Das wichtigste Fundament der Quantifizierung und ausschlaggebend für die vereinfachte Handhabung der gesamten Methode ist der Einsatz von isotoopenmarkierten internen Standards. Die vielfältigen Vorteile kommen besonders dann zum Tragen, wenn die Dotierung der gelabelten Toxine sofort nach der Extraktion erfolgt. Das praktisch idente Verhalten von Zielanalyten und ¹³C-markierten Analogen ist der entscheidende Vorteil der Isotopenverdünnungsmassenspektrometrie (BRODACZ, 2007). Damit sind alle nachfolgenden Arbeitsschritte quantitativ unter Kontrolle der internen Standards. Alle Verluste und Unregelmäßigkeiten bei Transferschritten oder insbesondere beim IAC-clean up, Präzisionsverluste beim Manipulieren mit sehr kleinen Volumina, beim Einengen oder Aliquotieren etc. werden automatisch ausgeglichen. Wenn vollständig ¹³C-markierte interne Standards verwendet werden, können selbst schwer kontrollierbare prä- und postchromatographische Matrixeffekte kompensiert werden.

Eigene Versuche und die Evaluierung der Methode in einem EU-weiten Ringversuch zeigen, dass sich ¹³C₂₄-T-2 Toxin als interner Standard für T-2 Toxin sehr gut eignet, aber nicht gleichzeitig auch HT-2 Toxin ebenso gut kontrollieren kann. Die strukturellen Unterschiede zwischen beiden Toxinen (OH-Gruppe anstatt CH₃COO) sind doch groß genug, um eine gute Korrektur durch den jeweils anderen markierten Standard zu verhindern. Der Autor verwendet daher zugunsten einer optimalen Auswertung für jeden Zielanalyten den jeweils gelabelten internen Standard. Bei entsprechendem „Design“ der Methode können die notwendigen Mengen der beiden teuren internen Standards ¹³C₂₄-T-2 Toxin und ¹³C₂₂-HT-2 Toxin so gering gehalten werden, dass die Zusatzkosten angesichts der Qualitätsverbesserung vertretbar sind. D.h. alle Aliquotierungen finden vor der Dotierung statt und das Messlösungsvolumen wird möglichst gering gehalten (50 – 100 µl).

Wie in der EU-Richtlinie 2002/657/EG für Bestätigungsmethoden gefordert, wird die Identität der Toxine neben der Retentionszeit durch drei so genannte „Identifizierungspunkte“ in Form von drei „Selected Ion Monitoring“-Ionen bestätigt. Für jeden internen Standard wird zur Absicherung der Peak-Reinheit ein Qualifier mitgemessen (BRODACZ, 2007a).

Zusammenfassung

Es wurde eine nachweisempfindliche GC/MS-Methode für die wichtigsten A-Trichothecene entwickelt. Dazu wurden 4 clean up-Varianten mit 3 kommerziellen Reinigungskartuschen verglichen, wobei die Kombination von SPE mit IAC unter Ausschluss von MAS und DAS die höchste Reinheit erzielte.

Isotopenmarkierte Zielanalyten sind die idealen internen Standards in der massenspektrometrischen Mykotoxinanalytik. Besonders die jeweils vollständig ¹³C-markierten Toxine zeichnen sich durch völlig gleiche physikalisch/chemische Eigenschaften verglichen mit den nativen Toxinen aus. Als deren ideale interne Standards sofort nach der Extraktion eingesetzt, kompensieren sie praktisch alle Schwankungen und Verluste der gesamten Analysenmethode. Im Vergleich zu externen Auswertungen werden damit die Variationskoeffizienten um den Faktor 4 bis 5 reduziert.

MSTFA als Silylierungsreagenz ermöglicht eine rasche Derivatisierung ohne notwendige Zerstörung des Überschusses und dient gleichzeitig als Lösungsmittel bei der Splitless-Druckpulsinjektion. Die selektive Messung von je 3 diagnostischen Ionen/Zielanalyten erfüllt die EU-Richtlinie und resultiert in einer Bestimmungsgrenze von rund 4 µg/kg für T-2 Toxin bzw. HT-2 Toxin. Die Methode ist damit sehr gut zur Kontrolle von strengen, zukünftigen Summengrenzwerten (z.B. 50 µg/kg in Kindernährmitteln bzw. 200 µg/kg in der Problematrix Hafer) gerüstet. Die hohe Nachweisempfindlichkeit ist darüber hinaus auch ideal zur Evaluation der Grundbelastungen von Zerealien.

Literatur

BREIDBACH, A., POVILAITYTE, V., MISCHKE, C., DONCHEVA, I., STROKA, J.: T-2 and HT-2 by GC/MS for official food control – a validated method. 29. Mykotoxin-Workshop, Fellbach. S. 59, 2007

BRODACZ, W.: Auswahl von GC-Phasen und Optimierung von Trichothecen-Trennungen mittels Computersimulation. Mycotoxin Research Vol. 21, No. 1, 11-14, 2005

BRODACZ, W.: Isotopenmarkierte interne Standards in der Mykotoxin-Analytik. LABO Februar, 50-53, 2007

BRODACZ, W.: Isotopenverdünnungsanalytik von Mykotoxinen mit GC/MSD. LaborPraxis LP 9, 46 – 49, 2007a.

Autor/en

Dipl.-HTL-Ing. Wolfgang Brodacz, AGES, Kompetenzzentrum Cluster Chemie Linz, Wieningerstraße 8, 4020 Linz; E-mail: wolfgang.brodacz@ages.at

Andreas Della Rosa, AGES, Kompetenzzentrum Cluster Chemie Linz, Wieningerstraße 8, 4020 Linz; E-mail: andreas.della-rosa@ages.at

Comparison of four extraction method for the analysis of pesticides in soil samples with GC-MS and LC-MS

AXEL MENTLER, CÉLINE LESUEUR & MICHAEL GARTNER

With a view to analyse multi-residues of pesticides in soil samples, a new ultrasonic solvent extraction (USE) was compared to the European Norm DIN 12393 for foodstuff (extraction with acetone, partitioning with ethylacetate/cyclohexane and clean-up with Gel Permeation Chromatography (GPC)), the QuEChERS (extraction with acetonitrile and clean-up with a dispersive sorbent) method and a pressurised liquid extraction (PLE) method. Pesticides were analysed with both gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and liquid chromatography-mass spectrometry (HPLC-MS/MS). The reference materials were the EUROSOIL 7 and its subsoil SO26 as well as a sea sand. All the substances were observed to be linear in the range of 4-800 ng.g⁻¹ for the European Norm DIN 12393, 7-1400 ng.g⁻¹ for the USE method and 20-4000 ng.g⁻¹ for the QuEChERS and the PLE methods. Limits of detection (LOD) and limits of quantification (LOQ) were with HPLC between 0.006 and 0.23 ng.g⁻¹ and between 0.022 and 0.77 ng.g⁻¹, respectively, with the exception of diuron (LOD up to 11.8 ng.g⁻¹; LOQ up to 39.2 ng.g⁻¹). With GC they ranged from 3.0 ng.g⁻¹ to 87.5 ng.g⁻¹ and from 10 to 292 ng.g⁻¹, respectively. All substances could be recovered with USE as well as with the QuEChERS method; the European Norm DIN 12393 could not recover the polar substances carbendazim and metamitron; the PLE carbendazim, metamitron and monolinuron. For the remaining substances, recoveries at a 500 ng.g⁻¹ fortification level ranged from 10.9 to 96.3 % with the USE. In comparison, the QuEChERS method was the most efficient extraction method with recoveries from 27.3 to 120.9 %. It was followed by the European Norm DIN 12393 with recoveries between 6.8 and 108.1 % and the PLE with recoveries from 12.2 to 153.2 %. Recoveries were higher from the EUROSOIL 7 than from the SO 26. The repeatability expressed in term of standard deviation was below 20 % for all substances and all materials.

Autor/en

Axel Mentler, Universität für Bodenkultur, Department für Wald- und Bodenwissenschaft, Institut für Bodenforschung, Gregor Mendel Straße 33, 1180 Wien, Österreich

Céline Lesueur, Universität für Bodenkultur, Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Muthgasse 18, 1190 Wien, Österreich & LVA GmbH, Blaastrasse 29, 1190 Wien, Österreich

Michael Gartner, LVA GmbH, Blaastrasse 29, 1190 Wien, Österreich

Pesticide contamination and consumer risk assessment for conventional farming fruits and vegetables taken from the Austrian market during the years 2003 to 2006

CÉLINE LESUEUR, VERENA SIELER & MICHAEL GARTNER

More and more pesticides are used nowadays in the agriculture, which leads to pesticide residues in foodstuff. With the introduction of synthetic plant protection chemicals, people started to deliberately supply and guarantee the existence of unwanted residues in their alimentation. Since each pesticide produces residues, the question is to know how toxic these substances are on human beings by determining the amount of pesticide residues that will remain in the crop, which depends on the agricultural method, the climate and the state of the used technology.

The goal of this study was the analysis of 4,300 conventional farming fruit and vegetable samples over a period of 4 years (from 2003 to 2006) in Austria after extraction with the QuEChERS method, the DFG method S19 and a dithiocarbamate-selective method and analysis with gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) and liquid chromatography coupled to mass spectrometry (LC-MS). The idea was to pinpoint the ratio of samples contaminated with pesticide residues, the amount of samples with residue values higher than the authorised maximum residue limits (MRLs) fixed by the European Authorities and the acute toxicity of the pesticides analysed in some food samples on the Austrian market in comparison with the reports of the European Community.

Over these 4 years it was shown that 46 % of the samples presented residues lower than limit of detection (LOD), 49 % of the samples presented residues up to MRLs and 5.7 % of the samples contained pesticide residues with concentrations higher than MRLs. Between 2004 and 2006, the amount of conventional farming foodstuff samples without residues (i.e. lower than LOD) increased from 39 % to 52 % and the amount of samples with residues higher than MRLs decreased from 7.1 to 4.6 %. In the same time period, the amount of samples with more than one pesticide residue also decreased from 35 % to 28 %, which could be a consequence of a monitoring system that took place from 2004 on in Austria. The amount of samples with residue concentrations over MRL was significantly low (2.5 %) in 2003 due to the late analysis period from July to December, which usually present lower pesticide contamination.

The most common found pesticides were procymidone, cyprodinil, chlorpyrifos, iprodione, fludioxonil, metalaxyl, pyrimethanil and azoxystrobin. 8 of the 10 most common pesticides were fungicides, 2 were insecticides. Procymidone is an organochlorine pesticide, chlorpyrifos an organophosphorus pesticide, cypermethrin belongs to the pyrethroids and the remaining 7 substances are organonitrogen pesticides. The 10 most common pesticides were mainly found in grapes. Since grapes have a long vegetation period of around 6 months, they are threatened by many fungal diseases and quite strongly treated with pesticides to avoid a high crop loss. The pesticides with concentration exceeding MRLs were pyridaben, dichloran, iprodione, etofenprox and chlorpropham. Apart from iprodione, the other quoted pesticides are prohibited in Austria, although allowed in other countries like Italy, Spain or Turkey for instances.

When compared to the situation in the rest of Europe (reports from the Commission of the European Community, available until 2004), the samples on the Austrian market in 2004 had a higher pesticide contamination than the samples on the European market with 39 % of the samples without pesticide residues (i.e. lower than LOD) and 7.1 % of samples with pesticide residues over MRLs compared to 53 % of the samples without measurable residue and 5.0 % of the samples with residues above MRL. An explanation is that 20 % of the samples analysed in our laboratory were grapes and mixed peppers, which are well-known foodstuff samples for high pesticide contamination. Furthermore, contrary to the Austrian samples, the European samples included no follow-enforcement-samples, which are usually highly loaded. Moreover, in 2004, 35 % of the samples on the Austrian market presented multiresidues against 23 % for the European market. An explanation is again the higher fraction of grapes samples (10 % in 2004) in our laboratory, since 75 % of the grape samples presented multiresidues. Additionally the European Union included a higher proportion of cereals (4.9 %), that are commonly less contaminated.

Concerning the acute toxicity, 15 pesticides in 30 foodstuff products led to an exceed of the 100 % Acute Reference Dose (ARfD) exhaustion. These exceeds ranged up to 2300 % of the ARfD exhaustion of a 2 to 5 years-old child, which means 1 to 23-times worth the ARfD-value. Moreover, 12 of the 15 pesticides exceeding the 100 % ARfD exhaustion presented pesticide residues lower than the dedicated MRLs. This clearly showed that MRLs have to become suitable for children and that lower ARfDs should be included.

Autor/en

Céline Lesueur, LVA GmbH, Blaastrasse 29, 1190 Wien, Österreich & Universität für Bodenkultur, Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Muthgasse 18, 1190 Wien, Österreich

Verena Sieler, LVA GmbH, Blaastrasse 29, 1190 Wien, Österreich

Michael Gartner, LVA GmbH, Blaastrasse 29, 1190 Wien, Österreich

Screeningmethode für den qualitativen Nachweis von Pflanzenschutzmitteln in Biogetreide mittels SPDE/GC-MS

Screeningmethod for the detection of pesticides in organic crop by SPDE/GC-MS

STEFAN WIMMER & MICHAEL GARTNER

Einleitung

Seit dem Beginn des Ackerbaus entwickelt die Menschheit Strategien gegen Feld- und Vorratsschädlinge, die den Ernteertrag sowie die Vorräte sichern sollen. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts nutzte man hauptsächlich die pestizide Wirkung von natürlichen Pflanzenextrakten zur Bekämpfung von Schädlingen und zum Vorratsschutz. Mit der Entdeckung der hochwirksamen Eigenschaften von DDT 1939 beginnt die systematische Erforschung und Herstellung von synthetischen Pflanzenschutzmitteln unterschiedlichster Strukturen. Die weltweite Anwendung der Pestizide hat seither enorm zugenommen. Waren es 1945 noch etwa 50000 Tonnen an eingesetzten Pestiziden, so war die Anwendungsmenge 1999 schon grob 50fach so hoch. Trotz dieser hohen Menge an ausgebrachten Pflanzenschutzmitteln kommt es immer noch zu einem Verlust von mehr als 40 % des potentiellen Ernteertrages durch Schadorganismen.

Heute sind österreichweit etwa 500 Wirkstoffe als Pestizid zugelassen, weltweit sind es sogar mehr als 1000. Theoretisch können alle diese Pestizidwirkstoffe als Rückstandsbelastung in den am österreichischen Markt erhältlichen Produkten aufscheinen.

Auf europäischer Ebene strebt man eine EU-weite Harmonisierung der Rückstandshöchstgehalte von Pflanzenschutzmitteln an. Ab 1. September 2008 ersetzt die Verordnung (EG) Nr.149/2008 die Schädlingsbekämpfungsmittel-Höchstwertverordnung (SchäHöV).

Mit der zunehmenden Zahl der zugelassenen Pestizide steigen auch die Anforderungen an die Lebensmittelkontrolle. Methode der Wahl ist seit Jahren die Gaschromatographie, die, meist gekoppelt mit einem Massenspektrometer, Nachweisgrenzen im unteren ppb-Bereich ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ermöglicht. Aufgrund des vermehrten Einsatzes von hydrophilen Substanzen als Pflanzenschutzmittel gewinnt aber auch die Flüssigkeitschromatographie in der Pestizidanalytik mehr und mehr an Bedeutung.

Ein großer Nachteil der heute meist eingesetzten Pestizidmethoden (DFG 19) ist der intensive Zeitaufwand für die Probenvorbereitung, insbesondere für die Extraktion. Ziel der hier vorgestellten Methode war die Entwicklung einer Schnellmethode zur Detektion von Pflanzenschutzmitteln auf Lebensmitteln, im speziellen zum Screening von Biogetreide. Der dafür geltende Höchstwert von 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ mußte dabei mit entsprechender Zuverlässigkeit nachgewiesen werden können. Von den 100 geprüften Pestiziden konnten 51 mit dem geforderten Signal/Rausch-Verhältnis (5:1) detektiert werden. Eine neue Methodenkombination bestehend aus dynamischer Festphasenextraktion gekoppelt mit Gaschromatographie/Massenspektrometrie (SPDE/GC-MS) wurde hierfür eingesetzt.

Material und Methoden

Geräte und Reagenzien

SPDE – Spritzen 1701, PDMS/AK, WAX, CT 5; 50 μm Beschichtung, 56 mm Kanüle (Chromtech), 6890N Gas Chromatograph (Agilent), 5973N Massen Selektiver Detektor (Agilent), Steuerungssoftware: G1701DA Version D.01.02 (Agilent), HP-5 MS 30 m*0,25 mm*0,25 μm Kapillarchromatographie Säule, CTC CombiPAL – Autosampler mit Modifikation für SPDE (Single Magnet Mixer, beheizbarer Spritzenblock, Spül- und Gasstation) mit Software (CTC cycle composer Vers. 1.5.2) (Chromtech),

Aceton for organic Residue Analysis, Cas. No. 67-64-1, J.T. Baker, Helium 5.0, Standards der Firmen Ehrenstorfer und Sigma-Aldrich

Methode

Die SPDE ist eine Weiterentwicklung einer patentierten Festphasenextraktion, bei der die Analyten aus der Probe durch Einsaugen in eine innen mit stationärer Phase beschichteten Spritze extrahiert werden [MURPHY, 1996]. Die Spritzen wurden gegen Edelstahlkapillaren getauscht und der Prozess wegen seiner „dynamischen Extraktion“, gemeint ist das wiederholte Pumpen der Probe durch eine mit Polymermaterial beschichteten Kanüle, SPDE (Solid – phase dynamic extraction) benannt [LIPINSKI, 2001].

Getreide wird mit Aceton einer flüssig-fest Verteilungsextraktion unterzogen. Dabei wird so viel Wasser zugegeben, dass unter Berücksichtigung des natürlichen Wassergehaltes der Probe das Verhältnis Aceton+Wasser während der Extraktion 2+1 Volumenanteile beträgt. Die Probe wird danach im Ultraschallbad vorbehandelt und über Nacht stehen gelassen.

Der filtrierte Extrakt wird der Extraktion mittels Solid-phase dynamic extraction (SPDE) zugeführt. Durch thermische Desorption gelangen die Analyten von der Spritze in den Injektor und werden einer chromatographischen Trennung unterzogen. Im Anschluss an die gaschromatographische Trennung erfolgt die Detektion mittels massenselektiven Detektors.

Ergebnisse und Diskussion

Das Hauptaugenmerk wurde auf eine schnelle und dennoch möglichst effiziente Durchführung des Extraktionsprozesses gelegt. Zu Beginn der Arbeit standen vier SPDE-Spritzen mit unterschiedlichen polaren Phasen zur Verfügung. Die Gegenüberstellung der Spritzen WAX, 1701, CT 5 und PDMS/AK mit Grundeinstellungen früherer Arbeiten über die SPDE [LACHENMEIER, 2003; BICCHI et al., 2004] und Standardlösungen lieferte mit den Kapillaren WAX und 1701 die höchsten Ausbeuten. Die anschließende Untersuchung einer realen Getreideprobe mit diesen brachte mit Phase 1701 um bis zu 44 % mehr Extraktionsausbeute als mit der Phase WAX. Dies deckt sich mit der Empfehlung der Hersteller, die die Phase 1701 besonders für Pestizide vorschlagen [CHROMSYS SMART LAB SOLUTIONS]. Demzufolge wurden alle weiteren Optimierungen mit dieser vorgenommen.

Mit den optimierten und auf die Analysendauer angepassten Parametereinstellungen (Zahl der Extraktionszyklen, Predesorptionszeit, Predesorptionsvolumen und Desorptionsflussgeschwindigkeit) galt es nun die Anwendbarkeit der Methode auf ein größeres Pestizidspektrum zu überprüfen. Dies sollte Aufschluss darüber geben, welche der Substanzen für ein Biomonitoring in Frage kommen. Zuerst wurden die vier verschiedenen Phasen 1701, WAX, PDMS/AK und CT 5 erneut untereinander verglichen. Wie schon bei der Vorselektion mit 5 Substanzen, erwies sich Phase 1701 auch bei 99 Wirkstoffen als Phase der Wahl: 65 von 99 Substanzen konnten mit der Kapillare 1701 qualitativ nachgewiesen werden.

Der Schwellenwert von Pflanzenschutzmittelrückständen in Biogetreide für eine unbeabsichtigte und unvermeidbare Kontamination liegt derzeit bei 10 µg/kg [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2003]. Das Ziel war deshalb, zu untersuchen, welche Pestizide in diesem Konzentrationsbereich qualitativ erfasst werden können. Als Kriterium für den positiven Nachweis wurde ein Signal/Rausch-Verhältnis von 5:1 gewählt. Die Analyse wurde im SIM-Modus durchgeführt, um eine dementsprechende Empfindlichkeit zu erhalten.

Anhand einer mit 10 µg/kg Mischstandard dotierten Getreideleerwertprobe wurden die Signal/Rausch-Verhältnisse von 54, besonders im Getreidebau angewandten Pestizide ermittelt. Bis auf Cypermethrin, Difenconazol und Fenarimol erfüllten alle das geforderte Signal/Rauschverhältnis und konnten für eine Screeningmethode für Biogetreide verwendet werden.

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Screeningmethode für den schnellen, qualitativen Nachweis von Pestiziden in Biogetreide erprobt. Dazu wurde eine neue Methodenkombination aus dynamischer Festphasenextraktion (Solid-phase dynamic extraction, SPDE) und Gaschromatographie (GC) gekoppelt mit massenselektivem Detektor (MS), eingesetzt.

SPDE ist eine modifizierte, lösungsmittelfreie Form der Festphasenmikroextraktion. Die Probelösung wird mehrmals durch eine mit Polymermaterial beschichtete Kapillare gespült (dynamische Extrakti-

on) und wird dabei extrahiert und aufkonzentriert. Zur Desorption der Analyten wird die SPDE-Kapillare in den heißen Injektor des Gaschromatographen eingebracht.

In Voruntersuchungen wurde die für die Pestizidanalytik am besten geeignete stationäre Phase aus vier vorliegenden SPDE-Kapillaren bestimmt.

Die weiteren Untersuchungen konzentrierten sich auf die Optimierung der Extraktionsparameter. Die Analyse einer mit 99 Pestiziden dotierten Getreideprobe ergab eine qualitative Detektion von 65 Substanzen.

Zur Erhebung der Anwendungsmöglichkeit der entwickelten Methode als Monitoring bei Biogetreide wurden die Signal/Rausch-Verhältnisse von 54 im Getreidebau eingesetzten Wirkstoffen bei einer Konzentration von 10 µg/kg erhoben. Obwohl drei Substanzen das geforderte Signal/Rausch-Verhältnis von 5:1 nicht erreichten, konnten die restlichen 51 Wirkstoffe in eine Screeningmethode für Biogetreide implementiert werden.

Summary

The scope of the thesis was the investigation of a screening method for a quick, qualitative detection of pesticides in organic crop. A new method combination, solid-phase dynamic extraction (SPDE) coupled with gas chromatography (GC) and mass spectrometry (MS), was used therefor. SPDE is a solventless extraction technique related to solid-phase micro-extraction. The analytes are extracted from the sample by repeated rinsing through a hollow needle coated with polymer material. Most of the analyses focussed on optimisation of parameters, which have an impact on extraction. The analysis of a crop sample, forced with 99 pesticides at a concentration of 10 µg/kg, showed the possibility of qualitative detection at 65 substances. From these, 54 were selected and their signal/noise ratios were acquired. Apart from three, all pesticides satisfied the criteria of a signal/noise ratio of 5:1 and were implemented into a screening method for determination of pesticide residues in organic crop.

Literatur

BICCHI C., CORDERO C., LIBERTO E., RUBIOLO P., SGORBINI B. (2004): Automated head-space solid-phase dynamic extraction to analyse the volatile fraction of food matrices *J. Chromatography A*, 1024, 217-226

LACHENMEIER D. (2003): Neue Methodenkombination aus dynamischer Festphasenextraktion, Gaschromatographie und Massenspektrometrie für den Einsatz in der forensisch-toxikologischen Haaranalytik, Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

LIPINSKI J. (2001): Automated solid phase dynamic extraction – Extraction of organics using a wall coated syringe needle, *Fresenius J. Anal. Chem.* 369, 57-62

MURPHY G.E. (1996): United States Patent. 5,565,622

ÖSTERREICHISCHES BUNDESGESETZBLATT II, Nr. 441/ 2002: Höchstwerte von Rückständen von Schädlingsbekämpfungsmitteln in oder auf Lebensmitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs (SchäHöV)

ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH III. AUFLAGE (2003): Codexkapitel A 8 „Landwirtschaftliche Produkte aus biologischem Landbau und daraus hergestellte Folgeprodukte“

CHROMSYS SMART LAB SOLUTIONS,

<http://www.chromsys.com/Products/Chromtech/SPDE.htm>

Autoren

DI Stefan WIMMER, LVA GmbH, Blasstraße 29, 1190 Wien; E-mail: stefan.wimmer@lva.co.at

Dr. Michael GARTNER, LVA GmbH, Blasstraße 29, 1190 Wien; E-mail: michael.gartner@lva.co.at

N-Düngung im Garten- und Feldgemüsebau: Neuerungen in den Richtlinien des Fachbeirats für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz

N – fertilisation of vegetables: new guidelines of the advisory board for soil fertility and soil protection

ANDREAS BAUMGARTEN

Die intensive Produktion im Gemüsebau erfordert einen besonders sorgfältigen Einsatz von Produktionsmitteln – einerseits um die Produktqualität zu gewährleisten, andererseits um mögliche Beeinträchtigungen der Umwelt zu vermeiden. In den bisher gültigen Richtlinien für die sachgerechte Düngung galt der Stickstoffversorgung der Kulturen das Hauptaugenmerk, als Verfahren zur optimalen Düngeplanung wurde das Kultur begleitende Stickstoff - Sollwert – System (KNS) vorgeschlagen.

Wie die Erfahrungen aus den vergangenen Jahren zeigen, konnte mit diesem System vor allem in intensiv bewirtschafteten Gebieten eine deutliche Verbesserung in den Stickstoffbilanzen erreicht werden. Aufgrund der doch aufwändigen Untersuchungen wurde das Verfahren allerdings nur in Schwerpunktgebieten und von spezialisierten Betrieben in größerem Umfang eingesetzt. Es wurde daher versucht, in der Neuauflage der Richtlinien weniger arbeitsintensive Alternativen anzubieten, die ebenfalls den Ansprüchen für Produktqualität und Minimierung der Ressourcenbelastung genügen.

Zusätzlich zum KNS – System werden nun – in Anlehnung an die Richtlinien für den Ackerbau - zwei Verfahren angeboten, die eine Bemessung der Düngung unter Berücksichtigung der Standorteigenschaften ermöglichen. Im einen Fall ist die Vorgabe so bemessen, dass eine durchschnittliche Stickstoffnachlieferung aus der organischen Substanz des Bodens angenommen wird. Es kann dadurch allerdings sowohl zu einer Über- als auch Unterschätzung des tatsächlichen Bedarfs kommen. Im anderen Fall wird das Nachlieferungspotenzial des Standortes analytisch erfasst, die Düngermenge wird entsprechend korrigiert. Bei niedrigem Nachlieferungspotenzial erfolgt die Düngung in der Höhe des Sollwertes gemäß KNS – System, bei mittlerem Potenzial in der Höhe des Entzuges, bei hohem Potenzial erfolgt eine Reduktion des Entzugswertes um 15%.

Darüber hinaus steht aber als dritte Variante weiterhin das Kultur begleitenden N – Sollwert System zur Verfügung. Dabei wird der Stickstoffbedarf im Kulturverlauf abgebildet, zu jedem Zeitpunkt der Kultur kann auf der Basis einer N_{min} – Analyse exakt die bis zum Kulturrende benötigte Stickstoffmenge ermittelt werden. Als Hilfestellung für die Auswahl des optimalen Zeitpunkts werden praxisübliche Düngungstermine angegeben. Um die Genauigkeit weiter zu verbessern, werden auch die durchwurzelte Bodentiefe und die Mineralisation aus Ernterückständen der Vorkultur berücksichtigt. Da in vielen Fällen eine Bewässerung durchgeführt wird, ist auch das im Gießwasser enthaltene Nitrat in der Düngerbilanzierung zu berücksichtigen.

Die Ertragerwartung steht in einem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Stickstoffbedarf. Während im bisherigen System eine lineare Interpolation erfolgte, ist nunmehr ein mittlerer Ertragsbereich ausgewiesen, für den einheitliche Empfehlungen gelten. Liegt der Ertrag darüber, kann ein Zuschlag von höchstens 25% erfolgen, bei einer Unterschreitung ist um 20% zu reduzieren. Weiters hat sich gezeigt, dass die Diversifizierung der Kulturen nicht in dem bisher praktizierten Ausmaß erforderlich war. Kaum verwendete Teilkulturen wurden daher aus dem Katalog gestrichen.

Summary

Additionally to the existing, N_{min} – based system, two further methods for the calculation of N – demand have been introduced, based on the site specific mineralization potential. In the first case, the potential is estimated, the calculation basis is the actual removal of nitrogen; in the second case, the potential is analyzed and classified, leading to an increase or reduction of the fertilizer recommendation. The estimation of yield as a basis for the N – demand has been simplified by introducing an average yield span. Again, exceedance or shortfall lead to elevation (maximum + 25%) or reduction (- 20%) of the recommendation.

Autor

Andreas Baumgarten, AGES, Institut für Bodengesundheit & Pflanzenernährung, Wien

Integriertes Stickstoffmanagement - eine Strategie zur wirksamen Verringerung der Gewässerbelastung im Gemüsebau

Integrated nitrogen management - a strategy to reduce water pollution in vegetable production

FRANZ WIESLER, NORBERT LAUN & MARTIN ARMBRUSTER

Einleitung

Die im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie durchgeführten Bestandsaufnahmen ergaben, dass in der Bundesrepublik Deutschland etwa 53 % der Grundwasserkörper die in der Richtlinie vorgegebenen Umweltziele ohne weitere Maßnahmen wahrscheinlich nicht erreichen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2005). Dies beruht im Wesentlichen auf diffusen Nitrateinträgen in das Grundwasser aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Mit hohen Nitratfrachten ist u.a. in Regionen mit intensiver Produktion von Gemüse zu rechnen. Hier tragen unterschiedliche Schwachstellen zu einer unbefriedigenden Stickstoffausnutzung und damit zu einer Gefährdung des Grundwassers durch diffuse Stickstoffeinträge bei, so (i) enge Gemüsefruchtfolgen mit Problemen hinsichtlich langen Brachezeiten, ungünstiger Bodenstruktur und ungenügender Durchwurzelung des Bodens; (ii) hohe N-Mengen in den Ernterückständen, die über Winter stark auswaschungsgefährdet sind, deren Transfer auf die Folgefrüchte nicht gewährleistet ist und deren Einbeziehung in die Düngerbedarfsermittlung unbefriedigend ist sowie (iii) nicht bedarfsgerechte N-Düngung aufgrund starker Betonung der äußeren Qualität und Nichtberücksichtigung der standortspezifischen N-Mineralisierung.

Material und Methoden

Aufbauend auf dieser Schwachstellenanalyse wird seit 2004 von der LUFA Speyer und dem DLR Rheinpfalz (Neustadt) ein Projekt durchgeführt, in dem die Eignung verschiedener Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen (Fruchtfolgen: Gemüseanbau mit und ohne Zwischenfrüchte; Management der Ernterückstände: Verbleib oder Abfuhr vom Feld; Düngerbedarfsermittlung: Faustzahlen, N-Expert, Chlorophyllmeter) zur Verminderung der Gewässerbelastung im Gemüsebau auf zwei Standorten (Rinkenbergerhof: leichter Boden; Queckbrunnerhof: schwerer Boden) untersucht werden. Die bisher angebauten Gemüsekulturen sind Blumenkohl, Kopfsalat und Staudensellerie. Gemessen bzw. berechnet wurden Erträge und Qualitäten, Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser, die Wasserversickerung, die Nitrat auswaschung und N-Bilanzen.

Ergebnisse

Trotz der großer Unterschiede in der ausgebrachten Düngermenge (insgesamt $1625 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Faustzahlen), $1020 \text{ kg N ha}^{-1}$ (N-Expert) und 912 kg N ha^{-1} (SPAD) in den drei Versuchsjahren auf dem Standort Rinkenbergerhof) hatte die Art der Düngerbedarfsermittlung praktisch keinen Einfluss auf den Anteil marktfähiger Ware. Die Auflockerung der Fruchtfolge insbesondere durch Sommer- und Winterzwischenfrüchte führte auf beiden Standorten zu einem etwas höheren Anteil marktfähiger Ware als ausschließlicher Anbau von Gemüse.

Die Düngung nach Faustzahlen führte in der intensiven Gemüsefruchtfolge auf dem Standort Rinkenbergerhof während des gesamten Untersuchungszeitraumes von Dezember 2004 bis Dezember 2007 zu sehr hohen Nitratkonzentrationen im Saugkerzenwasser von teilweise über $200 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$. Die wesentlich niedrigere Düngung nach N-Expert bewirkte eine klare Erniedrigung der Nitratkonzentrationen auf in der Regel $<100 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$. Im Vergleich zum Standort Rinkenbergerhof wurde auf dem Standort Queckbrunnerhof bis zum Sommer 2005 zunächst kein Einfluss der Düngung auf die Nitratkonzentration im Saugkerzenwasser festgestellt. Sie war mit knapp $100 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$ in beiden untersuchten Varianten vergleichsweise niedrig, stieg dann aber in der Variante Düngung nach Faustzahlen steil an und übertraf sogar das Niveau des Standortes Rinkenbergerhof.

Durch die Abfuhr der Ernterückstände konnte die Nitratkonzentrationen sowohl in der Variante Düngung nach Faustzahlen als auch in der Variante Düngung nach N-Expert fast während des gesamten

Untersuchungszeitraumes gegenüber der Variante Verbleib der Ernterückstände auf dem Feld sehr deutlich erniedrigt werden. Schließlich führte auch die Auflockerung der reinen Gemüsefruchtfolge durch den Anbau von Sommer- oder Winterzwischenfrüchten bzw. Getreide zu einer deutlichen Erniedrigung der Nitratkonzentrationen im Saugkerzenwasser.

Aus den Nitratkonzentrationen im Saugkerzenwasser und der Wasserversickerung wurde die Nitrat- auswaschung in 105 cm Bodentiefe berechnet: Die Düngung nach Faustzahlen führte in der Frucht- folge mit ausschließlichem Gemüseanbau zu extrem hohen Nitrat-N-Austrägen in Höhe von 421 kg N ha⁻¹ und Jahr auf dem Standort Rinkenbergerhof und 358 kg N ha⁻¹ und Jahr auf dem Stand- ort Queckbrunnerhof. Im Vergleich dazu konnten in dieser intensiven Fruchtfolge die Nitrat- austräge allein durch Düngung nach N-Expert sehr deutlich reduziert werden (185 bzw. 156 kg N ha⁻¹ und Jahr auf den beiden Standorten). Durch die Einbeziehung von SPAD-Chlorophyllmetermessungen in die Düngerbedarfsermittlung ergab sich eine leichte zusätzliche Verbesserung. Aus diesen Ergebnissen ist die Mindestforderung abzuleiten, dass die Bemessung der N-Düngungshöhe im Gemüseanbau auf der Basis eines etablierten Verfahrens zur Düngerbedarfsermittlung erfolgen sollte.

Die Kombination eines treffsicheren Verfahrens zur Düngerbedarfsermittlung mit dem Anbau von Zwischenfrüchten ergab eine weitere Verminderung der Nitrat- austräge. Für einen nachhaltigen Ge- wässerschutz und ökonomische Vorteile für den Landwirt ist es erforderlich, dass der durch die Zwi- schenfrüchte im System gehaltene Stickstoff bei der Düngerbedarfsermittlung der Folgefrüchte be- rücksichtigt wird, das heißt letztlich Dünger eingespart wird. Dazu bietet sich neben der Bodenunter- suchung auch das Verfahren der Pflanzendiagnose an. Die Feinsteuerung der Düngung auf der Basis von SPAD-Chlorophyllmeter-Messungen erbrachte in unseren Arbeiten in den Varianten mit aufgelock- terter Fruchtfolge einen noch deutlicheren Vorteil als in der Variante mit ausschließlichem Gemüse- anbau. Offensichtlich hat die auf der Pflanzendiagnose basierende Düngerbedarfsermittlung besondere Vorteile in Anbausystemen mit hoher N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat, z.B. aufgrund des An- baus von Zwischenfrüchten.

Schließlich zeigten unsere Untersuchungen, dass durch die Abfuhr der Ernterückstände die Nitrat- auswaschung im Gemüsebau nochmals sehr deutlich reduziert werden kann. Diese Maßnahme erscheint sinnvoll, wenn die Ernterückstände einer Nutzung zugeführt werden können, insbesondere in Bioga- sanalagen und die Gärreste dann wieder gezielt als Dünger verwendet werden. Da diese Maßnahme mit einem zusätzlichen Aufwand verbunden ist und eine entsprechende Erntetechnik für Gemüsereste auch noch nicht zur Verfügung steht, kann sie zumindest für Zwischenfrüchte empfohlen werden.

Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass auch bei Kulturen, die als problematisch für den Gewässer- schutz gelten, durch die Kombination verschiedener Maßnahmen eine wesentliche Verminderung von Stickstoffbilanzüberschüssen und damit der Gefährdung des Grundwassers möglich ist. Das von uns vorgeschlagene Konzept beinhaltet (1) die Ermittlung von Schwachstellen, die unter spezifischen Standorts- und Anbaubedingungen zu einer Gefährdung der Gewässer durch diffuse Stickstoffeinträge führen, (2) die Identifikation bzw. Erforschung der wirksamsten Maßnahmen des Gewässerschutzes unter diesen spezifischen Bedingungen, (3) die Abschätzung der ökonomischen bzw. sozioökonomi- schen Konsequenzen bei einer Umsetzung der ermittelten Maßnahmen und (4) die Einbeziehung der ökologisch wirksamsten und ökonomisch vertretbaren Maßnahmen in ein System des "integrierten Stickstoffmanagements".

Autoren

Prof. Dr. Franz WIESLER, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer; E-mail: wiesler@lufa-speyer.de

Dr. Norberg LAUN, Versuchswesen Gemüsebau, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum, Lehr- und Versuchsbetrieb Queckbrunnerhof, 67105 Schifferstadt, Norbert.laun@dlr.rlp.de

Dr. Martin ARMBRUSTER, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer, Obe- re Langgasse 40, 67346 Speyer; E-mail: armbruster@lufa-speyer.de

Gründüngung und Bodenbearbeitung im Weinbau: Biomasseproduktion und Einfluss auf den Stickstoffgehalt im Boden und im Most

MARTIN MEHOFER, BERNHARD SCHMUCKENSCHLAGER,
KAREL HANAK & FERDINAND REGNER

Einleitung

Der Anbau von Gründüngungspflanzen und die Bodenlockerung sind wichtige Faktoren zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenstruktur sowie zur Aktivierung des Bodenlebens und somit für die Nährstoffversorgung der Reben von Bedeutung (8). Die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen durch die Gründüngungspflanzen stellt allerdings auch eine Konkurrenz zu den Reben dar und ist von der Art und Anzahl der verwendeten Gründüngungspflanzen abhängig (7, 8). Der Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden wird durch den Zeitpunkt der Bodenbearbeitung und die verwendete Gründüngungsmischung beeinflusst (1, 2, 3, 4, 9). Die durch die Gründüngungspflanzen produzierte Pflanzenmasse ist von der verwendeten Gründüngungsart abhängig. Das produzierte Frisch- und Trockengewicht der Gründüngungspflanzen wird ermittelt und die Stickstoffdynamik im Boden unter der jeweiligen Gründüngungsart festgestellt. Der Gehalt an hefeverfügbarem Stickstoff (OPA/NAC, mg/l) im Most wird bestimmt.

Material und Methoden

Tabelle 1: Rebanlage in der Versuchsfläche.

Standort	KG Klosterneuburg, Versuchsgut Agneshof
Pflanzjahr	1985
Pflanzweite	3,0 m x 1,2 m
Rebsorten	Grüner Veltliner LA 7/44, Rheinriesling Gm 239
Unterlage	Kober 5BB

Tabelle 2: Verwendete Gründüngungsmischungen (Aussaatmengen in kg/ha).

Gründüngung 1 (VAR 1)		Gründüngung 2 (VAR 2)		Gründüngung 3 (VAR 3)		Gründüngung 4 (VAR 4)	
Wintererbse	60	Italienisches Weidelgras	2	Ackerbohne	8	Alexandrinerklee	2
Winterwicke	40	Bastard Weidelgras	2	Erbse	7	Buchweizen	3
Winterroggen	60	Luzerne	4	Sommerwicke	10	Ölrettich	10
		Inkarnatklee	7	Phacelia	0,5	Phacelia	0,5
		Weißklee	5			Bastard Weidelgras	3
		Gelbklee	3				
		Hornklee	2				
Summe	160	Summe	25	Summe	25,5		18,5

Umbruch des Bestandes aus dem Jahr 2005 und Aussaat erfolgten an folgenden Terminen:

VAR 1:	Umbruch: 15.05.2006	Aussaat: 17.08.2006
VAR 2:		Aussaat: 25.07.2005
VAR 3:	Umbruch: 26.04.2006	Aussaat: 24.05.2006
VAR 4:	Umbruch: 26.04.2006	Aussaat: 24.05.2006

Umbruch des Bestandes aus dem Jahr 2006 und Aussaat erfolgten an folgenden Terminen:

VAR 1:	Umbruch: 17.04.2007	Aussaat: 17.10.2007
VAR 2:	Umbruch: 17.04.2007	Aussaat: 22.05.2007
VAR 3:	Umbruch: 17.04.2007	Aussaat: 22.05.2007
VAR 4:	Umbruch: 17.04.2007	Aussaat: 22.05.2007

Ergebnisse und Diskussion

Frischgewicht und Trockengewicht der Gründungspflanzen im Jahr 2006

In der folgenden Abbildung 1 ist zu erkennen, dass die produzierte Pflanzenmasse von der verwendeten Gründungs Mischung abhängig ist. In VAR 2 (zweijährige Gründung) ist mit umgerechnet 7.150 kg/ha Trockengewicht und 37.925 kg/ha Frischgewicht die größte Menge an organischer Masse produziert worden. Der Aufwuchs an organischer Masse bei VAR 1 (Herbst/Wintergründung), die im Sommer offen gehalten worden ist, ist mit 3.013 kg/ha Trockengewicht und 13.725 kg/ha Frischgewicht deutlich geringer. Die produzierte organische Masse bei den beiden Frühjahrs/Sommergründungsvarianten VAR 3 und VAR 4 beträgt 4.250 kg/ha und 4.075 kg/ha Trockengewicht beziehungsweise 26.625 kg/ha und 32.575 kg/ha Frischgewicht.

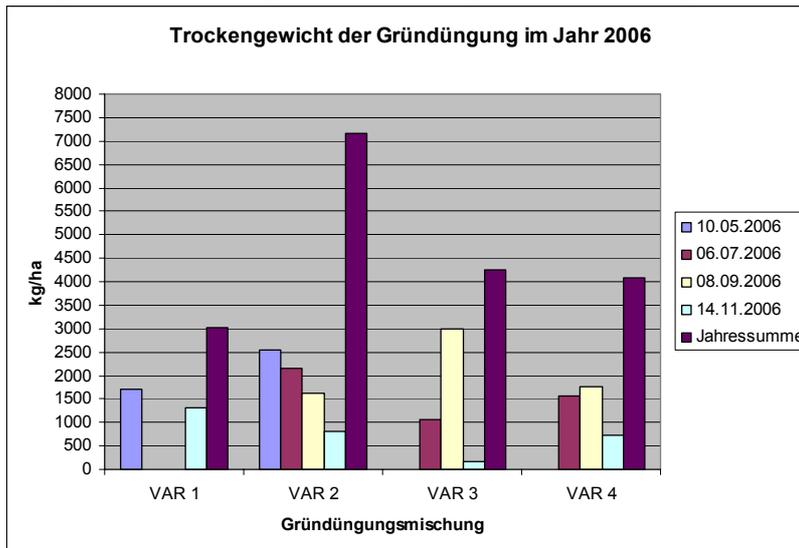


Abbildung 1: Trockengewicht der Gründungs Pflanzen hochgerechnet in kg/ha im Jahr 2006.

Stickstoffdynamik im Boden in den Jahren 2006 und 2007:

Der folgenden Tabelle 3 ist zu entnehmen, dass die Stickstoffdynamik im Boden durch die verwendete Gründungsart stark beeinflusst wird. Unter der ungelockerten zweijährigen Gründung (VAR 2) ist der Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden sehr gering und liegt im Verlauf des Jahres 2006 zwischen 15 kg/ha und 19 kg/ha. Nach dem Umbruch im Frühjahr 2007 steigt der Gehalt auf einen Wert von 234 kg N/ha an. MOHR et al. (1999) beschreiben ebenso einen Anstieg der Stickstoffmineralisation infolge von Lockerungsmaßnahmen. Der mineralische Stickstoffgehalt unter der Herbst/Wintergründung (VAR 1) steigt nach dem Umbruch im Mai 2006 von 15 kg/ha auf 105 kg/ha an. Der Boden wird bis zur Neuanlage der Gründung im August offen gehalten und das Niveau an mineralischem Stickstoff bleibt mit Werten zwischen 65 kg/ha und 110 kg/ha hoch. Ein ähnliches Bild zeigt sich im Jahr 2007. Auch PERRET et al. (1993) und RUPP et al. (1995) beschreiben eine wesentlich geringere Stickstoffdynamik unter unbearbeiteten Boden im Vergleich zu gelockerten Flächen. Der Gehalt an mineralischem Stickstoff unter VAR 3 (Frühjahrs/Sommergründung) schwankt im Verlauf der Jahre 2006 und 2007. Die Werte sind im Frühjahr höher, sinken dann im Sommer auf 15 kg N/ha im August 2006 beziehungsweise auf 46 kg N/ha im August 2007 und steigen im Herbst wieder an. Die Schwankungen unter VAR 4 (Frühjahrs/Sommergründung mit hohem Anteil an Ölrettich) sind im Jahr 2006 sehr gering. Die Werte an mineralischem Stickstoff im Boden liegen im Jahresverlauf zwischen 33 kg/ha und 69 kg/ha. Im Jahr 2007 sind die Unterschiede im Jahresverlauf größer und die Werte an mineralischem Stickstoff im Boden liegen zwischen 28 kg/ha und 105 kg/ha. Bei allen Varianten zeigen sich deutliche Unterschiede im Nitratstickstoffgehalt zwischen den Horizonten 0 – 30 cm und 30 – 60 cm. Dabei ist zu beachten, dass der Humusgehalt in der Versuchsfläche bei über 4 % liegt und somit als hoch einzustufen ist.

Tabelle 3: Wassergehalt und Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden in Abhängigkeit von der Gründungsvariante und dem Zeitpunkt der Probenahme in den Jahren 2006 und 2007.

Gründungsvariante	VAR 1		VAR 2		VAR 3		VAR 4		Datum
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	
Entnahmetiefe (cm)									
Wassergehalt (%)	14,8	11,9	14,4	13,6	15,2	15	17,9	17,2	18.05.06
N _{min} gesamt (kg N/ha)	15		19		37		46		
Wassergehalt (%)	15,4	14,9	13,6	13	12,9	14,8	13,1	12,7	27.06.06
N _{min} gesamt (kg N/ha)	105		15		78		37		
Wassergehalt (%)	21,6	16,8	20,9	16,5	21,1	15,6	21	15,6	22.08.06
N _{min} gesamt (kg N/ha)	65		15		15		33		
Wassergehalt (%)	13,5	11,8	13,2	10,4	14,7	13,7	13,4	12,2	25.10.06
N _{min} gesamt (kg N/ha)	110		19		122		69		
Wassergehalt (%)	20,6	15,4	18,9	14,4	19,3	15,8	19,5	16,1	11.05.07
N _{min} gesamt (kg N/ha)	32		46		28		28		
Wassergehalt (%)	16,8	13,8	17,3	15,4	13,9	15,3	15,9	14,7	15.06.07
N _{min} gesamt (kg N/ha)	127		234		122		105		
Wassergehalt (%)	13,5	11,2	12,8	11,1	12,7	11,1	14,1	9,8	14.08.07
N _{min} gesamt (kg N/ha)	200		145		46		28		
Wassergehalt (%)	20,6	18,1	22,4	18,7	20,3	17,5	21,2	18,4	30.10.07
N _{min} gesamt (kg N/ha)	60		47		69		38		

Zusammenfassung

Die produzierte Biomasse ist von der verwendeten Gründungsart abhängig. Gründung und Bodenbearbeitung haben einen starken Einfluss auf die Stickstoffdynamik im Boden. Ein tendenzieller Einfluss der Gründung und Bodenbearbeitung auf den Stickstoffgehalt im Most ist erkennbar.

Literatur

- CORVERS, M. 1994: Auswirkungen von verschiedenen Systemen der Bewirtschaftung auf die Rebe und den Wein in Versuchen auf dem Standort Mariannenaue. Diss. Univ. Gießen.
- FOX, R. 2000: Bodenpflege und Stickstoff (N)-Düngung zur Sicherung der Weinqualität – Unwiderstehlich? Das Deutsche Weinmagazin (8), 14-20.
- MEHOFER, M. und REDL, H. 2006: Bodenpflege in Hinblick auf die Stickstoffmobilisierung und Nährstoffversorgung der Rebe auf einem Lössbodenstandort. Mitteilungen Klosterneuburg 56: 69-83.
- MOHR, H. D., STEINBERG, B. und HAAG, O. 1999: Einfluss von Tiefenlockerungen in zwei dauerbegrüntem Rebanlagen auf Bodenfeuchte, N-Mineralisierung, Wurzelwachstum und Ertrag. Mitteilungen Klosterneuburg 49, 105-116.
- PERRET, P., WEISSENBACH, P., SCHWAGER, H., HELLER, W.E. und KOBLET, W. 1993: „Angepasstes Stickstoffmanagement“ – eine Möglichkeit zur Optimierung der N-Düngung in Weinbergen. Die Wein-Wissenschaft 48, 124-126.
- RUPP, D., FOX, R. und TRÄNKLE, L., 1995: Die Sicherung der Stickstoffversorgung von Reben durch Eingriffe in die Dauerbegrünung. Rebe & Wein 48, 119-124.
- SCHIES, W., RIEDEL, M. und FRÖHLIN, J. 2007: So fühlen sich die jungen Reben wohl. Der Badische Winzer 32 (4) 56-59.
- SCHUHMAN, F. 1998: Weinbaulexikon. Meiningen Verlag, Neustadt/Weinstr., 32-39.
- STOTZ, J. 1994: Stickstoffdynamik und Stickstofffixierung bei Begrünung mit Leguminosen. Begrünung im Weinbau – Sonderausgabe der Zeitschrift Förderungsdienst. Republik Österreich - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 69-76.

Autoren

DI Martin MEHOFER, Ing. Bernhard SCHMUCKENSCHLAGER, Karel HANAK, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Weinbau, Wienerstraße 74, A-3400 Klosterneuburg; E-mail: martin.mehofer@hblawo.bmlfuw.gv.at.
 Univ. Doz. Dr. Ferdinand REGNER, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Rebenzüchtung, Rehgraben 2, A-2103 Langenzersdorf; E-mail: ferdinand.regner@hblawo.bmlfuw.gv.at.

Nährstoffspezifische Neben- und Spurenelementfrachten aus Düngemitteln

Accessory and trace element loads from fertilizers with respect to nutrient inputs

MANFRED SAGER & ERWIN PFUNDTNER

Einleitung

Bei der Düngung wird der Aufwand nach dem Bedarf an Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphor und Kali bemessen. Sonstige im Düngemittel enthaltene Substanzen werden gewöhnlich kaum beachtet. Aus langjährigen Untersuchungen liegen aber auch die Gehalte vieler anderer akzessorischer Elemente in den in Österreich im Handel erhältlichen Düngemitteln sowie auch in Wirtschaftsdüngern vor. Ungeeignete Düngemaßnahmen beeinflussen die Qualität des Erntegutes und auch die Umwelt.

Für die Anwendung der Düngemittel und insbesondere den Bodenschutz, ausgenommen Abfallwirtschaft, sind die Bundesländer zuständig. Um eine regionale Differenzierung unserer Datensätze, die aus ganz Österreich stammen, ermitteln zu können, wurden die Herkunftsorte der untersuchten Proben (amtliche Düngemittelkontrollproben, Wirtschaftsdünger etc.) an Hand der Postleitzahlen des Probenahmeortes einem Bundesland, und in diesem wieder einer Region zugeordnet.

Da der Landwirt aber das Ausmaß seiner Düngung nach der pro Fläche ausgebrachten Menge an Reinnährstoff bezieht, lohnt sich ein Vergleich der durch verschiedene Düngemitteltypen wahrscheinlich ausgebrachter Begleitstoffe für 100 kg Stickstoff pro Hektar, bzw. 100 kg P (= 229 kg P₂O₅) pro Hektar, was etwa einer Höchstmenge entspricht.

Da die Elementgehalte häufig nicht normalverteilt sind, wird der Angabe mit Median und Bereich der Vorzug gegeben. Beim Bereich sind die obersten und untersten 5% der Werte ausgenommen – das entspricht etwa auch den statistischen Ausreißern.

Material und Methodik

Proben aus der laufenden amtlichen Düngemittelkontrolle aus den Jahren 2002 – 2005 wurden nach üblichen Verfahren aufgeschlossen und einer Multi-Elementanalyse mit ICP-OES unterzogen. Das für den Zeitraum 1986-94 bereits verwendete Aufschlussverfahren (SAGER 1997) wurde beibehalten. Ergänzend dazu wurden die Werte für Gesamt-Stickstoff nach Dumas, NH₄-N nach EU Methode, sowie Nitratstickstoff eingelezen. Zur Sortierung nach Düngemitteltypen wurden die Datensätze mit einem Nummerncode versehen, und in EXCEL sortiert. Über die Postleitzahl des Probenahmeorts bzw. Einsenders wurden die Proben einzelnen Bundesländern, und in Niederösterreich wiederum in einzelnen Regionen zugeteilt. Einzelne Nichtkonformitäten der Postleitzahlen mit Länder- oder Regionsgrenzen wurden berücksichtigt.

Die Konzentrationen in den Datensätzen sind auf die Ist- Einwaage bezogen, was bei Mineraldüngern, sowie bei Bezug auf Nährstoff Stickstoff oder Phosphat keine Rolle spielt.

Bei Gartenerden ist der Stickstoff auf Volumen bezogen, und das Rückrechnen wäre zu aufwendig gewesen.

Resultate und Diskussion

Einwaagebezogene Werte für Düngemittel mit nur einem Hauptnährstoff

Kalisalze kommen als Chlorid oder Sulfat in den Handel. Die Natrium und Magnesiumgehalte sind variabel, der Rest ist auf niedrigem Niveau. Die Magnesiumsulfate enthielten 15-28% Gesamtstickstoff, aber er wurde nicht überall bestimmt. Schwefel lag im Median 14,5 %. Manche enthielten auch Ca, K und Na in höheren Gehalten, die anderen Elemente waren relativ tief.

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 Düngekalke aus verschiedenen Steinbrüchen stammen. Die im Waldviertel verkauften

Kalke hatten geringfügig mehr Magnesium, und die steirischen etwas mehr Eisen, aber sonst gab es keine signifikanten Unterschiede.

Kalkammonsalpeter enthielten im Median 13,5% NH₄-N (13,0 - 13,7%) und 13,3% NO₃-N (13,1-13,8%), zusammen 26,8% N (Theorie = 27% N). Es ist der in Österreich am häufigsten verwendete Düngemitteltyp mit Stickstoff, aber ohne Phosphor und Kali. Im Jahre 1994 stammten 54% des in Österreich zur Düngung aufgebrauchten Stickstoffs aus Kalkammonsalpeter. Die Konzentrationen der Begleitelemente sind gering.

Thomasphosphate enthalten beträchtliche Mengen an Fe, Cr, Mn und V. Da die Stahlindustrie nicht mehr nach dem Thomasverfahren arbeitet, wurden seit etwa 2004 auch keine Thomasphosphate mehr beprobt. Die Verwendung konzentrierte sich auf Niederösterreich (Wald- und Weinviertel), sowie die Südsteiermark. **Thomaskali** bringen neben Fe, Mn, Cr und V auch sehr viel Na in die Böden. Sie wurden ausschließlich im niederösterreichischen Weinviertel beprobt.

Die **Rohphosphate** werden in allen Bundesländern und Regionen eingesetzt und unterscheiden sich nicht nach den Regionen. Sie enthalten besonders viel Bor, Ba, Be, Cd, Cr, V, Sr und Zn.

Bei der Anwendung von **Superphosphat** sind keine regionalen Schwerpunkte erkennbar, die Verwendung nimmt jedoch ab, sodass in den letzten Jahren kaum mehr Proben anfielen. Sie enthalten ebenfalls relativ viel Bor, Ba, V, Sr und Zn.

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

Ca-Mg-Phosphate sind hauptsächlich im Waldviertel (23 Proben aus 52) und im NÖ Alpenvorland (15 Proben aus 52) verbreitet, obwohl vereinzelt welche auch in anderen Bundesländern gefunden wurden. Sie fehlen z.B. völlig im Weinviertel, im Wr. Becken und im Nördlichen Burgenland. Regionale Unterschiede in ihrer Zusammensetzung sind nicht erkennbar.

Einwaagebezogene Werte für Düngemittel mit 2 Hauptnährstoffen

Diammonphosphate werden schwerpunktmäßig im NÖ Alpenvorland, im Waldviertel, im Weinviertel, im Wiener Becken + Marchfeld, sowie in der südöstlichen Steiermark und im südlichen Burgenland angetroffen. Nicht gefunden wurden sie im gesamten alpinen Bereich, sowie im nördlichen und mittleren Burgenland. In Di-Ammonphosphaten können, müssen aber nicht, beachtliche Mengen an Cd, Cr, V und Zn auftreten, und auch Bor, Mo und Ni waren zuweilen weit über den in landwirtschaftlich genutzten Böden üblichen Werten. Im Median wurden 18,0% Ammonium-Stickstoff (16,9 – 18,4%) oder 18,6% Gesamt-Stickstoff (17,5 – 22,9%) gefunden. Regionale Unterschiede kann man bei Fe, Ca und Mn sehen, was aber pflanzenbaulich nicht relevant ist.

Die **PK- Dünger** werden vor allem in Niederösterreich und im Nördlichen Burgenland verwendet, kaum aber in den angrenzenden Gebieten in Oberösterreich, oder im Gebiet Südsteiermark- Südburgenland. Sie fehlen in den alpinen Regionen (und auch im Wienerwald) völlig. Ihre Elementzusammensetzung ist regional differenziert, was sich wahrscheinlich eher aus der Anwendung als aus der Erzeugung erklären lässt. Die Elementgehalte steigen deutlich vom Wiener Becken/ Marchfeld bzw. Nördlichem Burgenland, über Alpenvorland und Weinviertel bis zu den höchsten Werten im Waldviertel an.

Einwaagebezogene Werte für Düngemittel mit 3 Hauptnährstoffen

NPKS Dünger enthielten im Median 14,6% N, Bereich 5,8 - 21,8 % N.

NPK Dünger mit und ohne Zusatz von Sulfat unterscheiden sich voneinander nicht signifikant, d.h., die Sulfatkomponente trägt keine signifikanten Frachten von Minoritätselementen ein. Da im Vergleich zu den NPK- Düngern kein Gegenion für das Sulfat erkennbar ist, könnte Sulfat in den NPK- Düngern durch Karbonat ersetzt sein. Die Häufigkeitsverteilungen der Elementdaten sind ziemlich homogen, es wurden nur 4-5 Ausreißer nicht berücksichtigt.

Organo- mineralische Düngemittel enthalten mindestens 25% an organischer Substanz in der Trockenmasse. Für deren Herstellung dürfen nur Kalisalze, Kalium-Magnesium-Salze, Kalk und Dolomit, Magnesit, Gips und Gesteinsmehl verwendet werden, sowie als Phosphorquellen weicherdiges Rohphosphat und Holzasche ausschließlich natürlichen Ursprungs. Im organischen Landbau (Bio-

Betriebe) wird auf die Zufuhr leichtlöslicher Mineraldünger verzichtet. Durch den Aufbau von Humus sind die Verfügbarkeiten generell geringer als aus Mineraldüngern, sowohl für die Hauptnährstoffe als auch für die Begleitelemente. Trotzdem ist ein Vergleich angebracht, ob durch organische Düngung mehr in den Boden eingebracht wird als aus Mineraldüngern.

Bei den beprobten organischen Düngemitteln aus Niederösterreich kommt es, wohl bedingt durch unterschiedliche Anwendungen, zu regionalen Differenzierungen. So enthielten die in der Region Wienerwald beprobten organischen Düngemittel weniger Kalium als andere, und die aus der Wachau mehr Calcium. Organische Düngemittel aus alpinen Gebieten und Wienerwald hatten weniger Al-Fe-Na, und auch weniger Mn-Zn-Sr, sowie Cr und Ni. Zink kann in organischen Düngemitteln aus dem Weinviertel hoch sein. Organische Düngemittel haben Co und Mo wie die grünen Pflanzen, und mehr Cd als die (unkontaminierten) Böden. Blei und Arsen lagen deutlich unter den Gehalten in den Böden.

Nährstoffspezifische Auswertung auf Stickstoff

Um den Eintrag aus Düngemitteln aus der landwirtschaftlichen Praxis besser abschätzen zu können, wurde der Eintrag auf die Fläche für eine Düngung von 100 kg Reinstickstoff pro Hektar berechnet. Da die Stickstoffkomponente selbst wenig Fremdstoffe mitbringt, sondern z.B. das Phosphat, ist dieser stickstoffspezifische Eintrag durchaus unterschiedlich. 100 kg N/ha werden als praktische Obergrenze angesehen.

Bezieht man auf den Nährstoff Stickstoff, so ist der Eintrag anderer Elemente durch Kalkammonsalpeter am geringsten (bei Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mn, Mo, Na, Ni, P, Sr, V, Zn), er enthält nur etwas mehr Ca und Mg. Vergleicht man Diammonphosphat mit den NPK bzw. NPKS Düngern, so erkennt man für viele Elemente Überlappungen mit großen Streubreiten. Von Diammonphosphat ist ein deutlich höherer Eintrag von Al, As, Be, Cd, Cr, Fe, Ni, und V zu erwarten, und weniger an Ca und Mg.

Während bei den auf das Gesamtgewicht bezogenen Daten zwischen NPK und NPKS _ Düngern keine Unterschiede erkennbar waren, können die NPK, auf Stickstoff bezogen, höheres Co, Fe, Mg und Mn haben, und NPKS dafür mehr Sr und V.

Auch wenn man bei den Organischen Düngern auf Reinstickstoff bezieht, setzen sich in Niederösterreich regionale Unterschiede in der Düngemittelfracht fort, wobei die im alpinen Bereich und Wienerwald beprobten Proben durchwegs weniger Fracht an Begleitelementen bezüglich Reinstickstoff bringen.

Nährstoffspezifische Auswertung auf Phosphor

Bezogen auf den Nährstoff Phosphor ist der Eintrag von Al, Li und Co durch organische Düngemitteln am höchsten. Wurzeltoxizität durch freies Aluminium ist aber durch das Einbringen von genügend Liganden nicht zu erwarten. Auch der Eintrag von Be und As kann in Einzelfällen aus organischen Düngern höher als aus Mineraldüngern sein, ist aber im allgemeinen nicht zu erwarten. Weiters kann (aber muss nicht) die Zufuhr von Mn und Fe aus organischen Düngemitteln, bezogen auf Phosphor, so hoch wie aus Thomasphosphaten sein. Dies wäre in Zukunft bei der Überprüfung der Stoffkreisläufe in Biobetrieben zu berücksichtigen, die ja keine Mineraldünger anwenden dürfen.

Die Zufuhr von Zn, Mo, Bor und Cu ist, bezogen auf eingebrachtes Phosphat, aus NPK, NPKS und organischen Düngemitteln höher als aus Diammonphosphaten, Thomasprodukten und PK Düngern. Möglicherweise wird dies auch den NPK bzw. NPKS Düngern fallweise zugesetzt. Wenn das am Etikett nicht angegeben ist, scheint ein solcher Zusatz aber in unserer Datenbasis nicht auf.

Cadmium ist aus organischer Düngung weniger zu erwarten als aus mineralischer, aber Spitzeneinträge wie aus den Mineralen sind möglich. Das rechtfertigt die weitere Kontrolle.

Der Eintrag von Cr und V ist bekanntermaßen maximal aus Thomasprodukten, und aus organischen Produkten sehr variabel.

Der Eintrag von Na, Ca und Sr ist aus Diammonphosphaten deutlich am niedrigsten. Dies könnte bei Natrium-empfindlichen Sorten, die viel Phosphor brauchen, eine Rolle spielen.

Regionale Differenzierung

Bei Kalkammonsalpeter, Rohsphosphaten Kultursubstraten und Superphosphaten wurden österreichweit weder regionale Anwendungsschwerpunkte noch regional unterschiedliche Zusammensetzung festgestellt.

Bei Kaliumsalzen, Mg- Sulfaten, Ammonsulfaten und Thomasprodukten waren die Stückzahlen für eine Differenzierung zu gering.

Deutliche Verbreitungsschwerpunkte haben Kalke (Waldviertel), Tripelphosphate (Weinviertel), Ca-Mg- Phosphate und Di-Ammonphosphat.

Bei organischen Düngemitteln und PK - Düngern konnten Differenzierungen in der Zusammensetzung nach der beprobten Region, sowohl nach NÖ- Regionen als auch österreichweit, festgestellt werden. Das trifft auch zu, wenn man die Frachten der Begleitelemente auf 100 kg Reinstickstoff bezieht.

Vergleich mit Gesamtdpositionsdaten

Die im Zuge einer Düngung von 100 kg/ha bzw. 100 kg P/ha aufgebrauchten Frachten an akzessorischen Elementen werden mit Gesamtdpositionsdaten auf landwirtschaftliche Versuchsflächen (Spiegel et al. 2003), Gesamtdpositionsdaten aus dem Marchfeld aus 1984/85 (Sager, unveröffentlicht), sowie einer Abschätzung aus Moosen vom Umweltbundesamt (Zechmeister 1991) verglichen, und sind zumeist niedriger. Bei einigen Elementen kann die rein organische Düngung, wie sie im Biolandbau betrieben wird, höhere Einträge als die mineralische erbringen.

Literatur

Sager M. (1997): Possible trace metal load from fertilizers. Die Bodenkultur 48(4), 217-223

Spiegel H., K.E. Böhm, K. Roth und M. Sager (2003): Atmospheric Deposition of Trace Metals onto Arable Land in Austria. Proc. 7th Intern. Conf. On the Biogeochem. Of Trace Elements; Uppsala'03, 90-91.

Zechmeister H.(1991): Biomonitoring der Schwermetalldepositionen mittels Moosen in Österreich. UBA- Monographie 42

Autoren

Univ.-Doz. Dr. Manfred SAGER, AGES, Kompetenzzentrum Elemente

DI Erwin Pfundtner, AGES, Bereich Landwirtschaft,

beide: Spargelfeldstraße 191, 1226 Wien;

E-mail: manfred.sager@ages.at

erwin.pfundtner@ages.at

Screeningstrategien in der GVO-Routineanalytik

RUPERT HOCHEGGER

Einleitung

Der Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (gv-Pflanzen, GVP) nimmt derzeit weltweit weiter zu. Die Anzahl an zugelassenen gv-Pflanzen hat die 100 längst überschritten, ein Großteil davon kann für Lebensmittel- und/oder Futtermittelzwecke verwendet werden. Neben der steigenden Anbaufläche ist weiterhin auch mit einer deutlichen Zunahme an Zulassungsanträgen zu rechnen. Seit April 2004 wurden 65 Zulassungsanträge nach VO EC 1829/2003 gestellt. Weiters existieren bestehende Zulassungen, welche nun laufend neu eingereicht werden müssen. Für das Jahr 2008 sind Anträge für weitere 50 Neuzulassungen angekündigt.

Auf den ersten Blick bringen die neuen EU-Regelungen an sich eine Erleichterung für die Analytik, da für die Überwachung der neuen gv-Pflanzen sowohl spezifische Nachweismethoden als auch die entsprechenden Kontrollproben vom Antragsteller zur Verfügung gestellt werden müssen. In der Praxis stellt sich aber ein anderes Bild dar. Durch die steigende Anzahl an neuen Zulassungsanträgen steigt zwangsläufig auch der Anteil der noch nicht zugelassenen GVP bzw. GVO an. Für die noch nicht zugelassenen GVO fehlen jedoch häufig detaillierte Informationen über die gentechnische Veränderung, somit sind keine validierten und spezifischen Nachweisverfahren vorhanden. Hauptproblem ist aber das Fehlen von Kontrollproben bzw. Referenzmaterial für die Anwendung der Methoden in der Routineanalytik. Da ein spezifischer Nachweis in diesen Fällen nicht möglich ist kommt gerade dem Screening eine immer wichtigere Rolle zu. Durch die geeignete Auswahl von verschiedenen Screeningelementen können nahezu alle EU-weit zugelassenen und nicht zugelassenen GVP erfasst werden. Die Notwendigkeit zur Etablierung von Screeningmethoden in der GVO-Analytik wurde durch das unbeabsichtigte Auftreten der gv-Reis-Linien LL601 und Bt63 unterstrichen, vor allem da für diese neuen gv-Events noch keine spezifischen Methoden bekannt waren. Ab diesem Zeitpunkt wurde in vielen Ländern der EU die Kontrolle auf nicht zugelassene gv-Bestandteile intensiviert.

Screeningelemente

Unter einem Screening (englisch für: Durchsiebung, Rasterung, Selektion, Durchleuchten) versteht man ein systematisches Testverfahren, um bestimmte Eigenschaften der Prüfobjekte zu identifizieren. Für das Screening stehen diverse Screening-Elemente zur Verfügung, die Hinweise auf in der EU zugelassene, aber vor allem auch auf nicht zugelassene GVP liefern können. Dabei handelt es sich um DNA-Sequenzen die häufig in der Entwicklung von GVO anzutreffen sind. Durch gezielte Kombination verschiedener Screening-Elemente lassen sich daher Aussagen über die vorhandenen GV-Linien machen, auch wenn keine linienspezifischen Nachweisverfahren bekannt sind. Tritt ein Merkmalsprofil auf, welches für keinen zugelassenen GVO typisch ist, handelt es sich vermutlich um eine in der EU nicht zugelassene GV-Linie.

Besonders geeignete Screening-Elemente sind (siehe auch Tabelle 1):

- P-35S (CaMV 35S Promotor)
- NOS (Nopaline Synthase Terminator)
- PAT (Phosphinotricin N-Acetyltransferase aus *Streptomyces viridochromogenes*)
- CTP2-EPSPS (Übergang Chloroplasten-Transitpetid zu 5-Enolpyruvylshikimate-3-Phosphat Synthase)
- BAR (Phosphinotricin N-Acetyltransferase aus *Streptomyces hygroscopicus*)
- nptII (Neomycin Phosphotransferase II)
- P-FMV (Figwort Mosaic Virus Promotor)

Die Verwendung dieser Screening-Elemente mittels Real Time PCR lässt auch eine semiquantitative Bestimmung von GV-Anteilen in der Untersuchungsmatrix zu. Das hat den besonderen Vorteil bei Proben die nur im Spurenbereich mit GV-Bestandteilen versetzt sind (zufällige und technisch unvermeidbare GV-Bestandteile) und daher in der Regel verkehrsfähig bzw. nicht kennzeichnungspflichtig sind.

Tabelle 1: Beispiel mit 5 Screeningelementen für gv-Rapslinien

Bezeichnung der GV-Linie (event)	EU Zulassung	DNA-Sequenzen (Screeningelemente)				
		P-35S	T-NOS	EPSPS	BAR	PAT
RAPS						
GT73	ja	-	-	+	-	-
Topas19/2 (LibertyLink)	ja	+	-	-	-	+
MS8, RF3, MS8xRF3	ja	-	+	-	+	-
OXY 235	nein	+	+	-	-	-

+ = enthalten (laut Datenbank)

- = nicht enthalten (laut Datenbank)

bank)

Zum heutigen Stand sind 2 Screening-Technologien für den Routinebetrieb geeignet:

- **Real Time PCR (TaqMan-Technologie)**

Ist die Methode der Wahl in der GVO-Analytik. Je nach Fragestellung kann die Real Time PCR qualitative, semiquantitative und/oder quantitative Aussagen treffen. Im Zuge der EU-Zulassung werden eventspezifische Methoden nach dem TaqMan-Prinzip (Primerpaar und Sonde) entwickelt und kommen im überwiegenden Teil der Labors der europäischen Gemeinschaft zur Identifizierung von gv-Events zum Einsatz. Für das Screening ist die Methode in gleicher Weise in Verwendung, wobei zurzeit standardisierte und validierte Real Time PCR Verfahren nicht in ausreichendem Umfang vorhanden sind. Der große Vorteil der Real Time PCR liegt einerseits in der Möglichkeit Aussagen über den Gehalt etwaiger gv-Bestandteile zu treffen, auch ohne Kalibrierstandards zu verwenden. Der Vergleich der Ct-Werte von artspezifischer und gv-linienspezifischer Real Time PCR ermöglicht diese semiquantitative Abschätzung des GVO-Gehalts. Der Einsatz der Hybridisierungssonden macht die Methode sensitiv und sehr zuverlässig und liefert die nötige Sicherheit in den Ergebnissen. Die Real Time PCR erlaubt eine hohe Flexibilität, da man sehr spezifisch auf die Anforderungen der Probenmatrix reagieren kann. Zusätzlich können neu nachzuweisende Sequenzen schnell etabliert und validiert werden.

Zusätzliche Flexibilität und Kosteneinsparungsmöglichkeiten sind bei Anwendung von Duplex- und Triplex-Verfahren gegeben, die bei entsprechender Kombination zu einer deutlichen Reduktion des Ressourcenaufwandes beitragen können. Die Sensitivität und Robustheit dieser „Multimethoden“ kann aber mit den Single-PCR Verfahren noch nicht Schritt halten und sind für den Routineeinsatz nur beschränkt geeignet.

- **Microarray (DNA-Microarrays)**

Es gibt hauptsächlich zwei verschiedene Arten von DNA-Microarrays, einerseits solche die auf gebundener cDNA beruhen und solche die auf synthetisch hergestellten Oligonukleotiden beruhen. Der DualChip® von Eppendorf hat oberflächengebundene DNA-Moleküle, welche mit komplementären Nukleinsäuren hybridisieren, um gentechnisch veränderte DNA-Sequenzen aufzuspüren. Die Primer sind biotinyliert, somit können die gebildeten Biotin-Amplikon über eine Antigen-Antikörperreaktion nachgewiesen werden. Im Falle des DualChip® erfolgt der eigentliche Nachweis der gv-DNA-Sequenzen über eine abschließende Silberfärbung eines Anti-Biotin-Gold-Konjugats, bei all jenen Proben, wo eine erfolgreiche Hybridisierung stattgefunden hat. Voraussetzung für die Hybridisierung sind 4 parallel verlaufende Multiplex-PCR Ansätze, wofür keine Real Time PCR Geräte notwendig sind.

Der DualChip® von Eppendorf bedient sich auch jener genetischen Elemente, die häufig im Screening mit der Real Time PCR verwendet werden.

Vorteilhaft ist die große Anzahl an Informationen, die über eine Probe erhalten wird. Der Informationsgehalt kann auch jederzeit durch Anpassung des Chips erweitert werden. Der gravierende Nachteil des Microarray-Systems von Eppendorf liegt zurzeit in der fehlenden Möglichkeit zu semiquantitativen bzw. quantitativen Aussagen. GV-positive Ergebnisse müssen bei der Chip-Technologie einer

zusätzlichen Quantifizierung unterzogen werden. Ein Vergleich der beiden Verfahren ist in Tabelle 2 abgebildet.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile des Eppendorf DualChip® im Vergleich zur Real Time PCR

	Real Time PCR	DualChip® Eppendorf
Sensitivität	5-10 Kopien	10-50 Kopien (je nach Element)
Informationsgehalt* / Flexibilität	beschränkt / sehr flexibel	hoch / beschränkt
Quantifizierung	ja	nein
Automatisierungsmöglichkeit	ja	beschränkt
Arbeitsaufwand*	mittel (min. 16 Proben/Tag)	hoch (max. 8 Proben/Tag)
Kosten für Material*	mittel (ca. 50 €/Probe)	hoch (ca. 90 €/Probe)

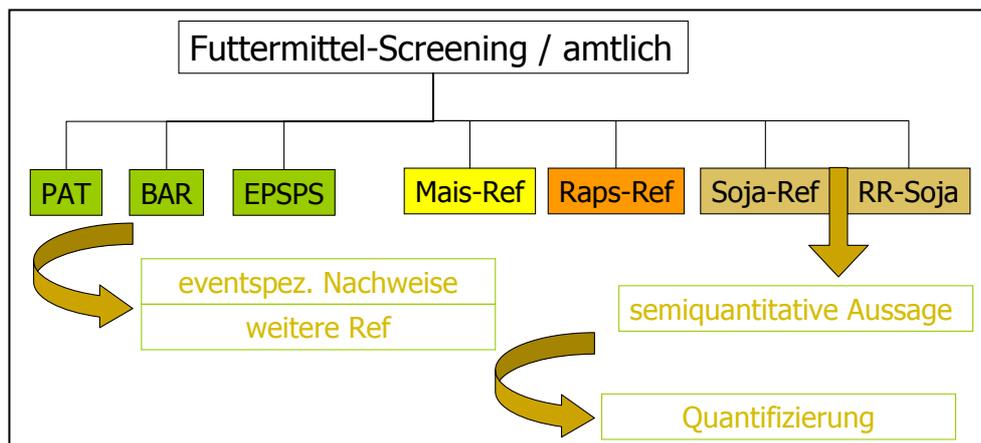
* Voraussetzung für die Vergleichbarkeit: 6 Ansätze Real Time PCR, 14 Screening-Elemente Dual Chip®

Screeningstrategien

Durch die Vielzahl an GV-Linien ist bereits beim Screening die Anwendung geeigneter Strategien zur Vorausscheidung sinnvoll, um den Untersuchungsaufwand zu minimieren bzw. die Effektivität in der Analytik zu optimieren.

Hauptkriterium zur Festlegung der Screeningstrategie bildet die vorliegende Untersuchungsmatrix. Je nachdem, ob es sich um Saatgut, Futtermittel oder Lebensmittel handelt, ist eine Anpassung der Screening-Strategie erforderlich. Am einfachsten stellt sich die Situation für das Saatgut-Screening dar, weil keine artfremden DNA-Sequenzen zu erwarten sind. Außerdem kann bei Saatgut eine geringe Wahrscheinlichkeit auf Vorhandensein von gv-Bestandteilen vorausgesetzt werden. Die Miteinbeziehung von nicht zugelassenen gv-Events macht allerdings auch bei Saatgut eine Erweiterung des Analysenumfanges erforderlich. Lebens- und Futtermittel stellen aufgrund der oft komplexen Zusammensetzung und der daraus resultierenden Problematik bei der DNA-Gewinnung eine höhere Anforderung an die Analytik. Besonders Futtermittel durch ihre mannigfaltige Zusammensetzung sind für ein Screening prädestiniert. Die Auswahl der Screening-Elemente wird durch das P-35S und NOS-Signal der RoundupReady-Sojabohne erschwert, da diese gv-Sojalinie in ungefähr 80% (Untersuchungszahlen aus Österreich) der untersuchten Proben anzutreffen ist. Bei Anwesenheit von RoundupReady-Soja ist somit ein Screening mit P-35S und NOS wirkungslos, da diese Elemente automatisch als nachweisbar auszuweisen sind und viele andere gv-Linien, auch von anderen Kulturarten, überdecken können. Abhilfe schafft hier nur eine Erweiterung des Analysenumfanges um weitere Screeningelemente und/oder diverse Identifizierungs-PCRs mit spezifischen Primersystemen, womit sich die Futtermittelanalytik zurzeit als sehr aufwändig erweist. Großen Einfluss auf die Screening-Strategie hat auch der Auftraggeber. Je nachdem, ob es sich um Untersuchungen im Rahmen der amtlichen Kontrolle oder ob es sich um Privataufträge handelt, sind unterschiedliche Vorgehensweisen notwendig. Behördliche (amtliche) Proben durchlaufen dabei in den meisten Fällen das vollständige Untersuchungsprogramm (Screening, Identifizierung, Quantifizierung), sofern es Hinweise auf GV-Sequenzen gibt. Der Fokus liegt auf dem eindeutigen und sicheren Nachweis etwaiger GV-Bestandteile. Privatkunden geben sich aus Kostengründen meist mit der Minimalvariante zufrieden, Hauptaugenmerk liegt auf der gesicherten Abwesenheit von GV-Sequenzen.

Abbildung 1: Beispiel für eine Screening-Strategie bei Futtermittel



Ausblick

Eine Erweiterung des Routine-Screenings mittels Real Time PCR ergibt sich durch die Verwendung von ready-to-use Nachweissystemen. Dabei werden ausgewählte Screeningelemente bzw. die entsprechenden Primersysteme in die Vertiefungen der Mikrotiterplatten gespottet. Der Vorteil liegt sicherlich im geringeren Arbeitsaufwand und einer höheren Flexibilität gegenüber der Chip-Technologie. Außerdem sind keine zusätzlichen Aufwendungen hinsichtlich Technologie und Methodik erforderlich. Sollte das 96-well Format durch die steigende Anzahl an Screeningelementen bzw. gv-Events für einen ausreichenden Probendurchsatz nicht mehr ausreichen, ist der Umstieg auf das 384-well Format zu erwarten.

Für die Verwendung der Real Time PCR auch bei künftigen Analysen auf GVO sprechen die vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten die sich durch den vermehrten Einsatz von Duplex-, Triplex- und Multiplexmethoden ergeben werden. Einen wichtigen Faktor wird auch die Automatisierbarkeit der Arbeitsabläufe spielen.

Entwicklungen im Bereich der Array-Technologie werden in Zukunft auch quantitative Analysen zulassen, somit wird der gravierende Nachteil der Chips wegfallen.

Problematisch für das GV-Screening ist die Vermeidung von häufig verwendeten DNA-Elementen bzw. die Entwicklung von völlig neuen gentechnisch veränderten Pflanzen. Hier fehlen oft die allseits bekannten Promotor- und Terminatorsequenzen, ein Screening mit wenigen Screeningelementen wird nicht ausreichen um alle gv-Events zu erfassen (Beispiel: Sojabohne DP-305423). Das Screening muss in diesen Fällen mit linienspezifischen Methoden ergänzt werden. Die kurzfristige Zukunft der GV-Analytik wird aus einer Kombination verschiedener Methoden und Strategien bestehen, um den Aufwand in einem vertretbaren Umfang zu halten.

LINKS

Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA): <http://www.efsa.eu.int>

Community Reference Laboratory (CRL): <http://gmo-crl.jrc.it>

European Network of GMO Laboratories (ENGL): <http://engl.jrc.it>

Joint Research Centre (JRC): <http://www.jrc.cec.eu.int>

Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH: <http://www.ages.at>

Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend: <http://www.bmfgj.gv.at>

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: <http://www.bvl.bund.de>

Homepage von TransGen: <http://www.transgen.de>

Homepage von bioSicherheit: <http://www.biosicherheit.de>

Autor/en

Rupert Hohegger, AGES – Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Kompetenzzentrum Biochemie, A-1226 Wien

Trockenmassebestimmung von Grasproben-Frischmaterial mit dem DA-Spektrometer ZEISS-CORONA 45VISNIR

REINHARD RESCH

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wird seit 2005 ein Dioden-Spektrometer für die Bestimmung der Trockenmasse an frischen Grünfutterproben eingesetzt, um einerseits die analytische Schlagkraft zu erhöhen und andererseits Kosten in der klassischen Probenaufarbeitung und Analytik zu sparen. In Kombination mit einem Grünfuttermollerter sollte dieses System innerhalb von drei bis fünf Versuchsjahren soweit kalibriert sein, dass für diverse Futterpflanzenarten eine präzise Schätzung der Trockenmasse möglich ist.

Material und Methoden

Die Nahinfrarotspektroskopie (NIR) ist ein indirektes Messverfahren, welches die spektroskopisch-physikalischen Eigenschaften der Probe widerspiegelt. Das Ergebnis der Messung wird zur quantitativen Bestimmung von Wasser und organischen Inhaltsstoffen genutzt. Nach DIETERLE et al. (2003) sind aus den engen Korrelationen zwischen den Ergebnissen der NIRS-Messungen und der Referenzmethoden mit Hilfe von statistischen Auswerteverfahren Kalibrierungen zu erstellen und durch geeignete, unabhängige Proben zu validieren.

Das ZEISS-Spektrometer der Bauart CORONA 45 VISNIR kann über ein Diodenarray mit 24 Dioden einen Messbereich von 380 bis 1690 nm erfassen. Der verwendete Drehteller mit aufgesetzter Küvette kann in 3 unterschiedlichen Geschwindigkeiten gesteuert werden (siehe *Abbildung 1*). Die Probenmenge für die Messung beträgt zwischen 100 und 200 g Frischmasse (siehe *Abbildung 2*). Diese Probe wird mit einem Metallgewicht von 1,2 kg (siehe *Abbildung 3*) beschwert. Die Messdauer beträgt 5 Sekunden, die Messintervalle 20 ms. Der Drehteller ist zur Lichtquelle exzentrisch angeordnet, sodass durch die Drehung jeder Messpunkt einen anderen Bereich der Probe erfasst (~ 15 Einzelmessungen je Probe). Die Messung mit dem Drehteller ergibt standardisierte Bedingungen bezüglich des konstanten Messabstandes der Probe von 16 mm zur Optik.



Abbildung 1:
CORONA 45 VISNIR
mit Drehteller



Abbildung 2:
Probenvorbereitung
für die Spektralmessung



Abbildung 3:
Probenbeschwerung

Anordnung der Optik

Ursprünglich wurde das DA-Spektrometer auf dem Grünfuttermollerter HEGE 212 montiert, um Spektren aus dem Probenstrom eines Förderbandes zu messen. Hier kam es in der Probenvorlage zu großen Differenzen im Messabstand der Probe zur Optik. Diese Schwierigkeiten führten dazu, dass das CORONA-Gerät mit einem Drehteller ausgestattet wurde und in adaptierter Weise auf dem Mollerter neu montiert wurde. Diese Anordnung lieferte sehr brauchbare Spektraldaten, war jedoch von einer Person auf der Plattform nur unter großem Zeitaufwand (ca. 90-120 Sekunden / Parzelle) zu bedienen. Im Jahr 2006 fiel schließlich die Entscheidung, dass das CORONA 45 VISNIR-Gerät in einem Laboratorium aufgestellt wird, damit den angesprochenen Problemen sowie den stark schwankenden Aussenbedingungen ausgewichen werden kann.

TM-Referenzdaten

Die frische Futterprobe kommt unmittelbar nach der Spektralmessung zur Probeneinwaage und anschließend in den Trockenschrank. Die Trocknungsdauer ist mindestens 48 Stunden bei einer Temperatur von 55° C. Die Gewichtsbestimmung erfolgt gravimetrisch nach der Trocknung, die Probe weist in diesem Zustand eine Trockenmasse von ca. 96 % auf. Die Probenvermahlung erfolgt mittels Schneidmühle mit einem Siebeinsatz (Lochung von 1,0 mm). Die gemahlene Futterprobe wird etwa 1 Woche lang bei Raumtemperatur gelagert bevor das Restwasser bestimmt wird. Die Restwasserbestimmung erfolgt gravimetrisch mittels Brabender-Schnellbestimmung (30 Minuten Trocknungszeit bei 130°C).

Ergebnisse und Diskussion

Am Beispiel eines Sortenversuches (*Lolium perenne*) aus 2005, Standort Gumpenstein, 2. Aufwuchs soll das Verfahren demonstriert werden. Der zur Auswertung verwendete Spektralbereich umfasste den Bereich von 988 bis 1620 nm. Die insgesamt 12 Prüfobjekte in 4-facher Wiederholung zeigten im Bereich von 1450 nm einen typischen Absorptionspeak für Wasser. Es traten Differenzen in den Messdaten von maximal 0,14 log 1/R (siehe *Abbildung 4*) bei 1450 nm auf.

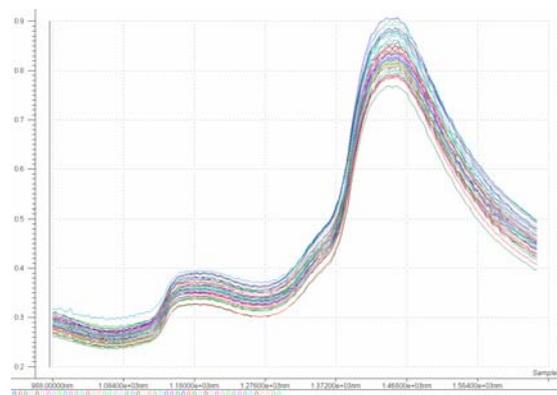


Abbildung 4: NIR-Absorptionsspektren von 12 Sorten *Lolium perenne* in 4 Wiederholungen

Bei der statistischen Berechnung von Kalibrationsmodellen (mit Software Unscrambler 9.1) wird mit der PLS-Regression (Partial Least Square Regression) zuerst eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt und in weiterer Folge eine ausgewählte Anzahl von Ableitungen gerechnet, um sich an das Optimum der Vorhersage zu nähern. Das abgeleitete Kalibrationsmodell kann nach einer Validierung mit unabhängigen Daten schließlich für die Vorhersage eines Parameters herangezogen werden. Es hat sich bei der Auswertung der Trockenmasse herausgestellt, dass der Spektralbereich von 800 bis 1690 nm ausreicht für andere organische Parameter kann der Spektralbereich von 380 bis 1690 nm verwendet werden.

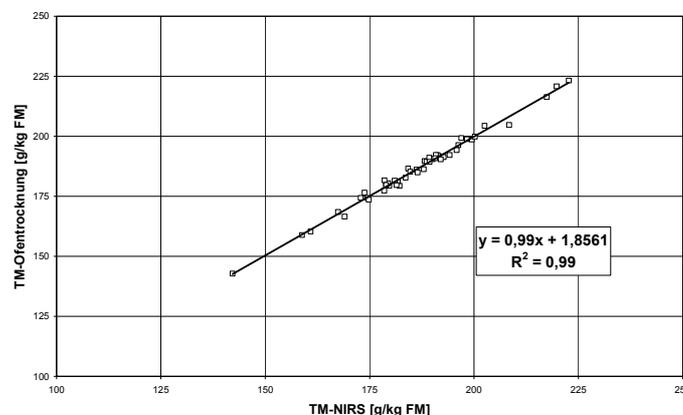


Abbildung 5: Kalibrierung mit PLS-Regression für Trockenmasse

Für das Beispiel *Lolium*-Sortenversuch lieferte das Kalibrationsmodell ein sehr gutes Ergebnis. Mit einem Bestimmtheitsmaß (r^2) von 0,99 lag für die 48 Referenzdatensätze eine sehr gute Beziehung

vor. Der mittlere Schätzfehler des Modells betrug nur 1,3 g/kg Trockenmasse, was einer optimalen Vorhersagequalität entspricht (siehe *Abbildung 5*).

Die Validierung eines Kalibrationsmodelles erfolgt an referenzierten Spektraldaten von unabhängiger Probenherkunft. Im folgenden Beispiel wurde das Kalibrationsmodell des oben angeführten Lolium-Sortenversuches vom 2. Aufwuchs 2005 auf den Datensatz des gleichen Lolium-Sortenversuches des 3. Aufwuchses angewendet. Vom 3. Aufwuchs lagen entsprechende TM-Analysen (Ofentrocknung) vor, um die vorhergesagten Werte mit den Referenzwerten in einer Regressionanalyse zu untersuchen. In der *Abbildung 6* ist ersichtlich, dass die Datenstreuung sehr groß ist und die Varianz der Daten mit diesem Modell nur zu 25 % erklärt werden kann ($r^2 = 0,2521$). Auf den ersten Blick ist dieser Wert ernüchternd, richtet man den Blick allerdings auf den mittleren Schätzfehler so ist dieser mit 6,8 g TM/kg FM vertretbar. In einer ersten Bewertung des Validierungsergebnisses kann festgestellt werden, dass die Kalibration einen guten Ansatz darstellt, aber verbesserungsbedürftig ist.

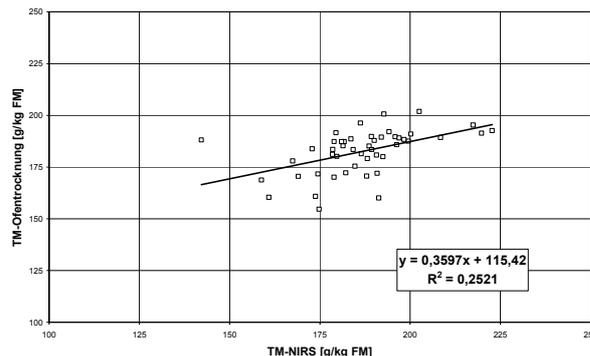


Abbildung 6: Validierung mit PLS-Regression für Trockenmasse

Zusammenfassung und Ausblick

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurden seit 2005 Erfahrungen in der Anwendung mit einem DA-Spektrometer der Bauart ZEISS CORONA 45 VISNIR gemacht. Für die Schätzung der Trockenmasse konnte festgestellt werden, dass die versuchsinterne Kalibrierung sehr gute Korrelationen (r^2 größer 0,95) zwischen den NIR-Ergebnissen und den Ergebnissen der Referenzmethoden lieferte. Der Schätzfehler für Trockenmasse lag in einer Größenordnung von 1 bis 3 g TM/kg Frischmasse. Bei der Anwendung von Kalibrationsmodellen zur Validierung mit unabhängigen Proben stieg der Schätzfehler auf 5 bis 18 g TM/kg FM. Vorab können die ersten Erfahrungen im Bereich Schätzung des TM-Gehaltes von Frischfutterproben mit der Nahinfrarotspektroskopie positiv gesehen werden, es bedarf allerdings zwei bis drei Jahre an weiterer Arbeit, bis zufriedenstellende Kalibrationsmodelle vorliegen. Grundvoraussetzung für gute Ergebnisse sind präzise Feldarbeit, optimale und standardisierte Probenvorbereitung für die NIRS-Messung, Analyse der Referenzproben mit Standardmethoden sowie die sorgfältige Erarbeitung von Kalibrationsmodellen und deren Validierung.

Literatur

DIETERLE, P., P. ENGLING, H. HORST, C. PAUL, D. ROBOWSKY und P. TILLMANN (2003): Die Anwendung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) bei der Untersuchung von Futtermitteln und pflanzlichen Produkten. VDLUFA (Verband Deutscher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) Standpunkt, Bonn 2003
RESCH, R. (2007): Einsatz der Diodenspektrometer auf Kleinparzellenerntemaschinen zur operativen Auswertung des Grünlandfutters. Proceedings of the International Conference "Multifunctional management and utilization of permanent grasslands in LFA", 13.11.2007, Rapotin, Tschechien

Autor

Ing. Reinhard Resch, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft, Referat Futterkonservierung und Futterbewertung, Altirdning 11, A-8952 Irdning, Tel.: +43 3682 / 22451-320, Fax: +43 3682 / 22451-210, e-mail: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

Räumliche Verteilung der Futtermittelinhaltsstoffe im österreichischen Grundfutter

Spatial distribution of forage nutrition

THOMAS GUGGENBERGER, GÜNTHER WIEDNER & ANDREAS SCHAUMBERGER

Einleitung

Die hohe Reliefenergie des österreichischen Grünlandgebietes führt zu stark unterschiedlichen Nutzungssystemen hinsichtlich der Grundfutterernte und -konservierung. Die entscheidenden Parameter der Seehöhe und des Klimagebietes bilden sich letztendlich in der Anzahl der möglichen Schnitte ab. Innerhalb der standortbedingten Schnittfrequenz bieten sich dem Landwirt diesbezüglich durchaus Verschiebungsmöglichkeiten, die in Folge zu unterschiedlichen Erträgen und Nährstoffgehalten führen. So fand Gruber et al. (2000) im Mittleren Ennstal, Seehöhe 650 m, einen Schwankungsbereich von rund 100 g Rohfaser/kg T im ersten Aufwuchs einer 2- bzw. 4-mähdigen Versuchsfläche. Neben diesen Erkenntnissen steht allerdings eine weitere Frage im Raum: „Wie nutzen die Landwirte ihre Schnittfrequenz in der Praxis tatsächlich? Gibt es Hinweise in der Nährstoffkonzentration des Futters, dass die Schnittfrequenz der Praxis von jenem des Standortes abweicht?“ Dazu vergleicht diese Arbeit die Rohfaser und den Energiegehalt von Grundfuttermittelproben aus dem Futtermittellabor Rosenau der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer hinsichtlich ihrer räumlichen Lage und deren Schnittfrequenz.

Material und Methoden

Guggenberger & Bartelme (2005) haben 13.710 Grundfutterproben des Futtermittellabors Rosenau von rund 5.000 landwirtschaftlichen Betrieben (4,5 % der Gesamtanzahl) in einem Geoinformationssystem (GIS) verortet und mit den Betriebsdaten der Einsenderbetriebe in Verbindung gebracht. Diese decken mit einer Dichte zwischen 0,4 und 1,1 Proben/km² das gesamte Bundesgebiet ab. Über die Standorte konnte auch die Schnittfrequenz aus einem komplexen Modell von Schaumberger (2005) entnommen werden. Diese stellt die entscheidende Information für die Gruppierung der Ergebnisse nach 2,3 und 4-schnittigem Grünland dar. Wie sich in den Ergebnissen zeigen wird, führt diese Mittelwertbildung zu allgemeinen Aussagen über die mittlerem Nährstoffgehalte. Die Streuung ist dabei aber groß und muss deshalb weiter geklärt werden.

Deshalb wurden die Daten der Futtermittelproben noch mit zusätzlichen Betriebsinformationen angereichert und sowohl einer klassischen statistische Auswertung (GML) als auch einer Georegression unterzogen.

Aus den Grundfutterproben werden folgende Ergebnisse abgeleitet:

- 1.) Der nationale Mittelwert für einen langjährigen Vergleich der Entwicklung der Nährstoffkonzentration
- 2.) Rohfasergehalt der Futtermittel innerhalb der Schnittfrequenzen zur Bestimmung der Erntezeitpunkte
- 3.) Räumliche Verteilung der Rohfaser in den Regionen

Ergebnisse und Diskussion

Im nationalen Schnitt der bedeutendsten Grünlandkonserven (n=9174) wurden die in Tabelle 1 dargestellten Nährstoffkonzentrationen erreicht. Besondere Beachtung verdient der Rohfasergehalt, da dieser ein guter Indikator für den Erntezeitpunkt (Vegetationsstadium) ist. So werden die Grassilagen des 1. Aufwuchses im Durchschnitt im Vegetationsstadium *Beginn der Blüte* geerntet (Rohfaser 271 g/kg T). Gruber & Wiedner (1994) haben für den Zeitraum von 1989 bis 1993 für dieses Futtermittel bei einer Anzahl von 1.638 Proben einen Durchschnittswert von 292 g/kg T berechnet. Dies entsprach noch dem Vegetationsstadium *Mitte der Blüte*. Ein gewisser Anteil an der nun früheren Ernte kann den intensiven Bemühungen der Forschung und Beratung zugesprochen werden. Das Heu des 1. Aufwuchses wird mit einem Rohfasergehalt von ca. 300 g/kg T in der *Mitte der Blüte* geerntet. Hier besteht kein Unterschied zu Gruber & Wiedner (1994) (303 g/kg T). Die Folgeaufwüchse können nicht diffe-

renziert dargestellt werden, da über die Probeneinsendung nur der erste Aufwuchs eindeutig gekennzeichnet wird. Deshalb wurden alle Folgeaufwüchse im > 1. Schnitt zusammengefasst. Diese liegen in ihrem Rohfasergehalt immer deutlich unter dem des 1. Schnittes.

Futter	n	Trocken- masse g/kg	Roh- protein g/kg T	Roh- fett g/kg T	Roh- faser g/kg T	Roh- asche g/kg	Umsetz- bare Energie MJ/kg T	Netto Energie Laktation MJ/kg T
Grassilage 1. Schnitt	5092	358	149	31	271	106	9,98	5,95
Grassilage > 1. Schnitt	2283	403	158	30	256	119	9,54	5,65
Heu 1. Schnitt	915	889	107	23	299	83	9,22	5,40
Heu > 1. Schnitt	884	887	133	26	271	101	9,17	5,38

Tabelle 1: Nährstoffkonzentrationen im Grundfutter

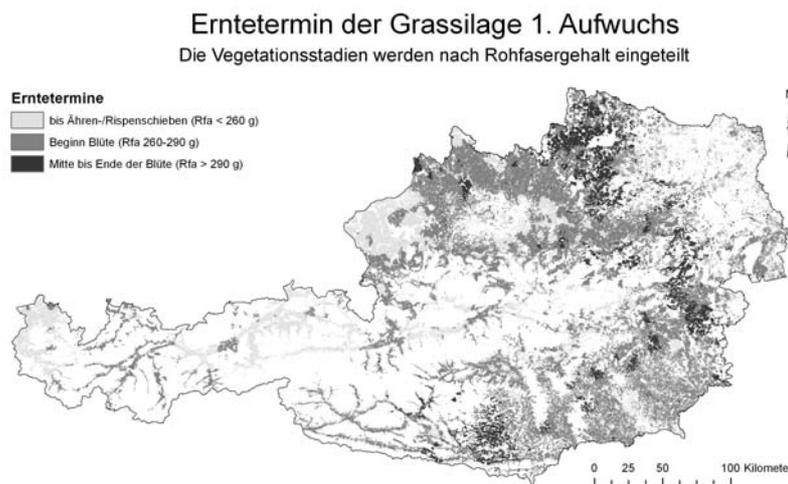
Die Gruppierung und Verteilung des Rohfasergehaltes der Grassilage 1. Schnitt nach der lokalen Schnittfrequenz kann in Tabelle 2 nachgelesen werden. Der Rohfasergehalt des vierschnittigen Grünlandes unterscheidet sich vom zwei- und dreischnittigen durch geringfügig frühere Ernte. Zwischen zwei- und dreischnittigem Grünland besteht kein Unterschied. Die Aufgliederung der Verteilungskurve zeigt uns aber ein großes Spektrum an Erntezeitpunkten innerhalb der Futtermittel und Schnittfrequenzen. Das untere Viertel der Landwirte erntet die Grassilage 1. Schnitt im Vegetationsstadium des *Schossens* oder *Ähren-Ripsenschiebens*, das obere Viertel *Mitte bis Ende der Blüte*. Die Hälfte der Landwirte liegt im Bereich *Beginn Blüte*.

Futter	Schnitt- frequenz	Rohfasergehalt im Grundfutter g/kg T				
		Untere 5 %	Unteres Quar- til	Mittelwert	Oberes Quar- til	Obere 5 %
Grassilage 1. Schnitt	2	233	255	272	288	316
Grassilage 1. Schnitt	3	234	256	273	288	315
Grassilage 1. Schnitt	4	223	250	268	285	312

Tabelle 2: Streuung innerhalb der Rohfasergehalte Grassilage 1. Aufwuchs

Es zeigt sich deutlich, dass die Schnittfrequenz eines Standortes keinen Einfluss auf die Grundfutterqualität hat. Alle drei dargestellten Varianten unterscheiden sich nicht. Die große Streubreite ist somit ein Effekt des Erntezeitpunktes und nicht der möglichen Schnittfrequenz.

Abbildung 1: Erntetermine der Grassilagen des 1. Aufwuchse in Österreich



Die Rohfasergehalte werden neben der gezeigten einfachen Gruppierung auch einer geostatistischen Analyse zugeführt. Hier werden erste lokale Unterschiede sichtbar. Grassilage in den Randlagen großer Ackerbauregionen und im Waldviertel werden auf der Basis des vorliegenden Datenmaterials mit Rohfasergehalten über 290 g/kg T eher zu spät geerntet. Mit einem Rohfasergehalt unter 260 g liegen die Grassilage des Innviertels und des angrenzenden Flachgau sowie jene in den Gunstlagen Vorarlbergs und der Talgebiete einiger Alpentäler im Spitzfeld. Die restlichen Regionen liegen zwischen

260 und 290 g. Die Geostatistik vermag so zumindest einen Teil der Streuung auch räumlich zu erklären. In der hohen Verantwortung einer praktischen Anwendung kann die in Abbildung 1 dargestellte Karte aber nicht zur Anwendung empfohlen werden, da die Aussagekraft über das tatsächliche Vegetationsstadium der Ernte zu gering ist. Die Untersuchung der Grundfuttermittel im Futtermittellabor wird dem hohen Wert von Grundfutter besser gerecht.

Zusammenfassung

Die Analyse des Rohfasergehaltes unter Berücksichtigung der lokalen Schnitffrequenz führte im Mittel zu keinem Unterschied zwischen 2-, 3-, oder 4-schnittigem Grünland. Die Verteilung des Rohfasergehaltes zeigt aber, dass jeweils $\frac{1}{4}$ der Landwirte eher früh und $\frac{1}{4}$ zu spät ernten. Obwohl die Schnitffrequenz auch eine räumliche Funktion ist, können lokale Unterschiede erst aus einer geostatistischen Analyse erkannt werden. Diese zeigt mit einigen Ausnahmen, dass Futtermittel hoher Qualität eher im Berggebiet und im Alpenvorland - und zwar unabhängig von der Schnitffrequenz - hergestellt werden.

Summary

The analysis of the crude fibre content in due consideration of local cutting frequencies on average does not lead to any difference between grassland, which is cut twice, three or four times. The distribution of crude fibre content, however, shows that always one fourth of the farmers harvests rather early and one fourth of them is rather late. In spite of the cutting frequency being a spatial function, local differences can be detected only with a geo-statistical analysis. This shows that forage of high quality is rather produced in regions like Innviertel, Flachgau and Vorarlberg. Otherwise low quality is produced in those areas which are close to farmland.

Literatur

GRUBER, L. and WIEDNER G.: Auswertung und Interpretation der Grundfutteranalysen des Futtermittellabors Rosenau der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer, Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 21, 77 S., 1994

GRUBER, L., STEINWIDDER, A., GUGGENBERGER T., SCHAUER A., HÄUSLER J., STEINWENDER R. and STEINER B.: Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Tagungsband der 27. Viehwirtschaftlichen Fachtagung, 6-8 Juni: 41-88, 2000.

GUGGENBERGER, T. and BARTELME, N: Gis gestützte Modellierung der Nährstoffbilanzen Österreichischer Grünlandbetriebe, Veröffentlichung HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 43, 60 S., 2005

SCHAUMBERGER, A.: Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen, Veröffentlichung HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 42, 66 S., 2005

Autor/en

Mag. Thomas Guggenberger, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tiergesundheit und artgerechter Tierhaltung, 8952 Irdning; E-mail: thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

Mag. Andreas Schaumberger MSc, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, 8952 Irdning; E-mail: andreas.schaumberger@raumberg-gumpenstein.at

DI Günther Wiedner, Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer, Fachabteilung Tierhaltung, Wienerstraße 64, 3100 St. Pölten; E-mail: guenther.wiedner@lk-noe.at

Kraftstoffverbrauch bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen und Fruchtarten

Fuel consumption by different tillage systems and field crops

TIBOR SZALAY, HELMUT WAGENTRISTL, GERHARD MOITZI, HERBERT WEINGARTMANN & PETER LIEBHARD

Einleitung

Die stark steigenden Energiekosten stellen den unterschiedlichen Kraftstoffverbrauch von Verfahrensketten in der Pflanzenproduktion in den Mittelpunkt der Kostendiskussion. Die rasante Ölpreiserhöhung erfordert Diesel einzusparen oder kostengünstigere Pflanzenproduktionssysteme einzusetzen. Praxisübliche Bodenbewirtschaftungssysteme sind z. T. sehr energieintensiv und stellen einen hohen Kostenfaktor dar. Aufgrund neuer Erkenntnissen wurden Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung unterschiedlichen pflanzenbaulichen und bodenschützenden Erfordernissen angepasst. Seit 1996 werden an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß-Enzersdorf in einem Langzeitversuch unterschiedliche Bodenbearbeitungssysteme untersucht. Neben bodenkundlichen und pflanzenbaulichen Parametern werden auch die variantenbezogenen Energieaufwendungen ermittelt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde als Spaltenanlage mit fünf Großteilstücken (Bodenbearbeitungssysteme) und je zwei Kleinteilstücken (Fruchtfolgen) in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Parzellengröße beträgt in der ersten Wiederholung jeweils 1.440 m² (60 m x 24 m) und in den restlichen drei Wiederholungen jeweils 960 m² (40 m x 24 m). Die Großparzellen ermöglichen die Bewirtschaftung mit praxisüblicher Bodenbearbeitungstechnik. Die Arbeitsbreiten der Maschinen und Geräte sind 3 m, nur beim Pflug beträgt sie 1,60 m und bei der Maissaat 4,50 m.

Tab. 1: Bodenbearbeitungssysteme, eingesetzte Geräte und deren Arbeitstiefe in cm

	Lockerbodenwirtschaft	Direktsaat	Lockerboden-Mulchwirtschaft*	Festboden-Mulchwirtschaft	Integr. Bodenbearbeitungssystem*
Pflug	25	-	-	-	25
Kreiselegge	5	-	-	-	5
Tiefenlockerer	-	-	35	-	-
Grubber tief	-	-	20	-	20
Grubber flach	-	-	-	10	-
Mais-Einzelkorn	7	7	7	7	7
Sämaschine	4	4	4	4	4
Grubber (Stop.sturz)	5	-	5	5	5

*Pflug und Kreiselegge bzw. Tiefenlockerer werden nur jedes vierte Jahr eingesetzt (- viergliedrige Fruchtfolge)

Zur Beurteilung des variantenbezogenen Dieserverbrauchs wurde bei der Maissaat und zur Saatbettbereitung ein Traktor mit 59 kW eingesetzt. Beim Winterweizenanbau (Bodenbearbeitung und Saat) wurde ein Traktor mit 92 kW verwendet.

Zur volumenstrombasierten Kraftstoffmessung wurde ein Durchflussmessgerät (PLU 116 H) in die Kraftstoffanlage der Versuchstraktoren integriert. Zusätzlich wurden auch die Signale eines Radarsensors (tatsächliche Fahrgeschwindigkeit) und eines induktiven Getriebesensors (theoretische Fahrgeschwindigkeit) mit einem Datalogger (Squirrel 2020) sekundlich aufgezeichnet. Die kontinuierliche Messung der Bearbeitungstiefe erfolgte mit einem Ultraschallsensor, dessen Signal ebenfalls mit einer Scanrate von einem Hertz abgespeichert wurde. Der Kraftstoffverbrauch [l/ha] wurde für die Hauptzeit (d. h. ohne Berücksichtigung der Wendezeit) aus den gemessenen Faktoren Kraftstoffverbrauch [l/h] und Arbeitszeitaufwand [h/ha] errechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse (Abb. 1 und 2) zeigen den Gesamtkraftstoffverbrauch bei den unterschiedlichen Bodenbearbeitungsmaßnahmen und der Saat. Die Düngungs-, Pflanzenschutz- oder Erntemaßnahmen wurden nicht berücksichtigt, da diese bei allen Bodenbearbeitungssystemen gleich waren. Beim integrierten Bodenbearbeitungssystem wurden der Pflug und die Kreiselegge jedes vierte Jahr eingesetzt, daher wurde der Kraftstoffverbrauch aliquot berücksichtigt, d. h. ein Viertel des Kraftstoffverbrauchs von Pflug und Kreiselegge und drei Viertel vom Kraftstoffverbrauch Grubber tief. Bei der Lockerboden-Mulchwirtschaft wird ein Viertel des Kraftstoffverbrauchs des Tiefenlockerers dazugerechnet, da dieser alle vier Jahre zusätzlich eingesetzt wird.

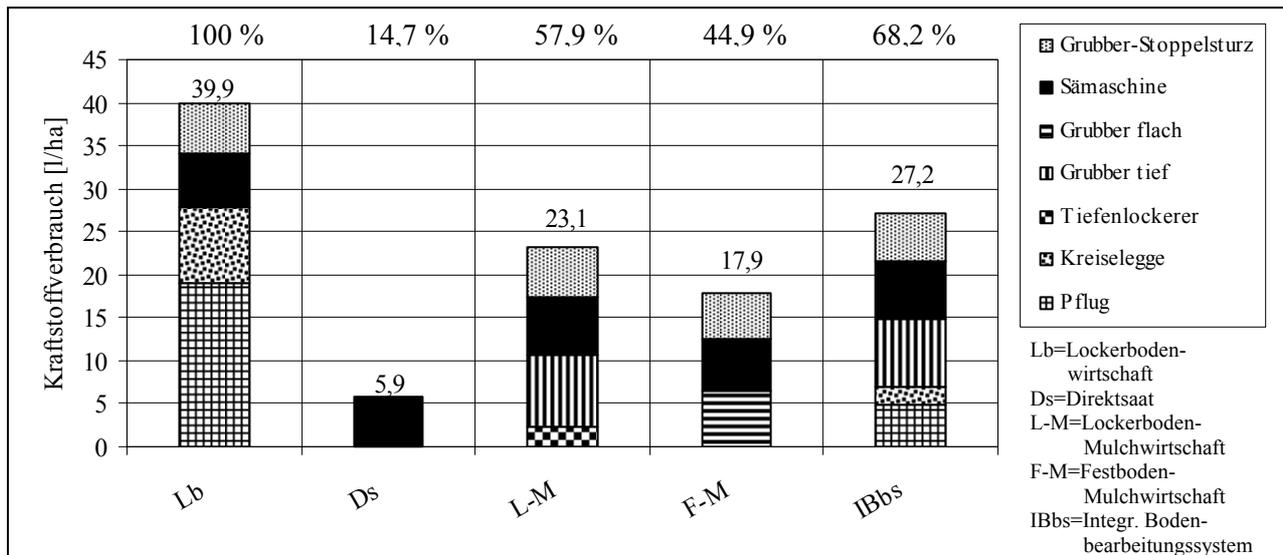


Abb. 1: Kraftstoffverbrauch [l/ha] bei den unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen für Bodenbearbeitung, Saat und Stoppelsturz bei Winterweizen. Lb = 100 %

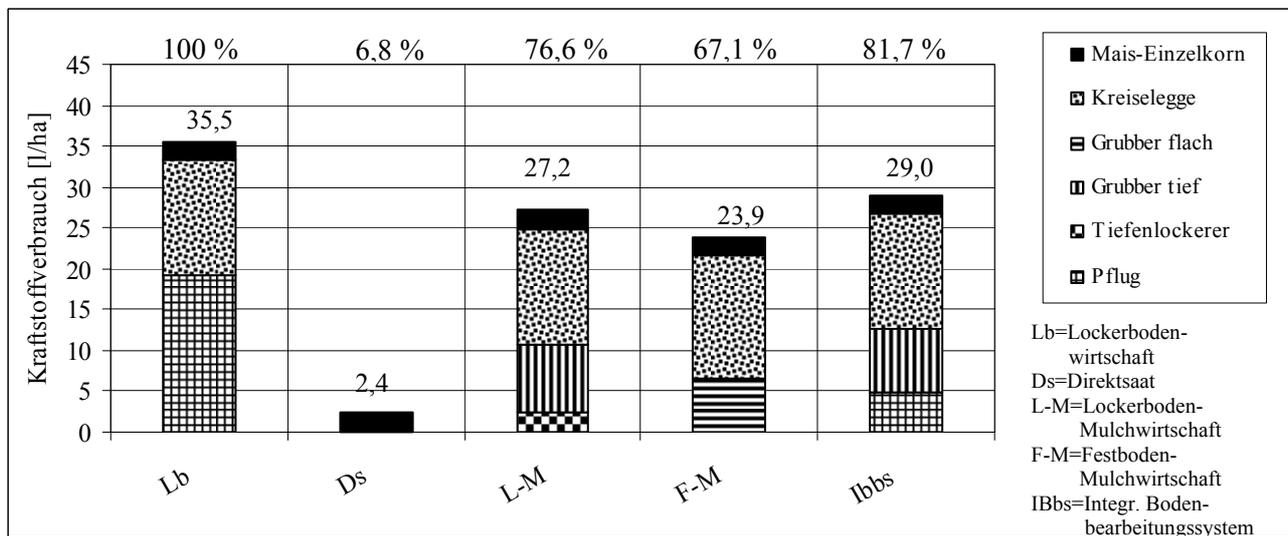


Abb. 2: Kraftstoffverbrauch [l/ha] bei den unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen für Bodenbearbeitung, Saat und Stoppelsturz bei Körnermais. Lb = 100 %

Die unterschiedlichen Bodenbearbeitungssysteme ergaben einen verschieden hohen Kraftstoffverbrauch, der auf die Bearbeitungsintensität und Bearbeitungstiefe zurückzuführen ist. Nach MOITZI et al. (2006) steigt je nach Bodenart der Kraftstoffbedarf pro Zentimeter Arbeitstiefe beim Pflügen zwischen 0,5 und 1,5 l/ha.

Der bedeutendste Einflussfaktor für das jeweilige Bodenbearbeitungssystem ist die Anzahl der erforderlichen Arbeitsgänge. Die Lockerbodenwirtschaft mit der jährlich wendenden Bodenbearbeitung weist

den höchsten Kraftstoffbedarf auf. Bei Bodenbearbeitungsgängen mit einheitlicher Arbeitstiefe, z. B. bei der Saat oder beim Stoppelsturz, unterscheidet sich der Kraftstoffverbrauch zwischen den verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen nur gering. Bei Winterweizen kommt es bei den Mulchsaatvarianten gegenüber der Lockerbodenwirtschaft zu einer Kraftstoffverbrauchsminderung zwischen 42 % und 55 % und bei Körnermais zwischen 23 % und 33 %. Kraftstoffverbrauchsmessungen in Deutschland ergaben ähnliche Ergebnisse (MUMME & HÖRNER, 2007).

Zusammenfassung

Die angeführten Ergebnisse zeigen, dass die Wahl des Bodenbearbeitungssystems einen signifikanten Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch hat. Von Bedeutung sind Bearbeitungstiefe und Anzahl der durchgeführten Arbeitsgänge. Mit zunehmender Bearbeitungsintensität und Arbeitstiefe steigt der Kraftstoffverbrauch an. Die Mulchsaat und die Direktsaat zeigen ein hohes Kraftstoffeinsparungspotential.

Summary

The represented results show, that the tillage system has an significant influence on the fuel consumption. Important are the working depth and the number of conducted passes. The consumption of fuel rises with increasing intensity of tilling and working depth. The mulch drilling and the direct drilling show a high potential of saving fuel.

Literatur

MOITZI, G., H. WEINGARTMANN & J. BOXBERGER (2006): Effects of tillage systems and wheel slip on fuel consumption. In: Energy efficiency and Agricultural Engineering. Proceedings of the Union of scientists; Rousse, Bulgaria, 7-9 June

MUMME, M. & R. HÖRNER (2007): Kraftstoffverbrauch am Boden halten. DLG-Test, Landwirtschaft (März 2007): 10-13

Autoren

DI Tibor SZALAY¹⁾

Dr. Helmut WAGENTRISTL¹⁾

Dr. Gerhard MOITZI²⁾

Dr. Herbert WEINGARTMANN²⁾

Dr. Peter LIEBHARD¹⁾

¹⁾ Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

²⁾ Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien

Energiepflanzen im steirischen Klimaraum

Plants for energy production in the styrian climate area

WERNER HÖFLER, JOHANN ROBIER & JOSEF PFERSCHER

Einleitung

Seit mittlerweile drei Jahren beschäftigt sich das Versuchsreferat des Landes Steiermark in enger Zusammenarbeit mit der Pflanzenbauabteilung der steirischen Landwirtschaftskammer mit Alternativen zu Mais für die Biomasseproduktion. Die Nachteile vom Silomais sind eine einseitige Fruchtfolge, Bodenerosion, das Ausbringen von Biogasgülle oder Gärsubstrat in einem kurzem Zeitraum vom Anbau bis zum 8-Blattstadium und die Problematik des Maiswurzelbohrers mit der Verpflichtung zur Beizung oder einer fünfzigprozentigen Maisfruchtfolge. In diesem Zusammenhang wurden zwei Versuche mit annähernd derselben Versuchsplanung auf zwei Standorten (Hatzenorf in der Oststeiermark und Hafendorf bei Kapfenberg in der Obersteiermark) angelegt. In Summe wurden 20 verschiedene Varianten inklusive sechs Maisvarianten mit frühreifer und sehr spätreifer Sorte für den jeweiligen Standort angelegt, wie in nachfolgenden Tabellen dargestellt ist:

Versuchspläne

Hatzenorf:

	Art	Sorte	TKM	K/m ²	K/ha	Reihenweite	N-Düngung	Pflanzenschutz
A	Faserhirse	Goliath 20 Korn	36,9	20	7,380	24 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
B	Faserhirse mit Safener	Gigant 20 Korn	36,3	20	7,260	24 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
C	Faserhirse	Goliath 30 Korn	36,9	30	11,070	24 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
D	Faserhirse mit Safener	Gigant 30 Korn	36,3	30	10,890	24 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
E	Sonnenblume	Fabiola		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70=160	1,5 l Fusilade MAX (23.5.)
F	Sonnenblume	NK Delfi		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70=160	1,5 l Fusilade MAX (23.5.)
G	Mais	King		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70/50=210	0,15 l Clío + 1 l Dash + 1 l Click + 250 g Maisbanvel (7.5.)
H	Mais	Peru 703		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70/50=210	0,15 l Clío + 1 l Dash + 1 l Click + 250 g Maisbanvel (7.5.)
I	Mais	Peru 702		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70/50=210	0,15 l Clío + 1 l Dash + 1 l Click + 250 g Maisbanvel (7.5.)
K	Mais	Peru 701		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70/50=210	0,15 l Clío + 1 l Dash + 1 l Click + 250 g Maisbanvel (7.5.)
L	Mais	Pixxia		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70/50=210	0,15 l Clío + 1 l Dash + 1 l Click + 250 g Maisbanvel (7.5.)
M	Mais	Wexxil		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70/50=210	0,15 l Clío + 1 l Dash + 1 l Click + 250 g Maisbanvel (7.5.)
N	Sorghum	Sucrosorgho 506	36,8	30	11,040	24 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner+0,1 % Excellent (23.5.)
O	Sorghum	Silage King	28,3	30	8,490	24 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
P	Sudangräser	King 61	24,2	140	33,880	12 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
R	Sudangräser	Mithril	24,0	140	33,600	12 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
S	Sudangräser	Green Grazer	30,0	140	42,000	12 cm	90/70/50=210	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (23.5.)
T	Sonnenblume	ES Electra		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70=160	1,5 l Fusilade MAX (23.5.)
U	Sonnenblume	Pan 7033		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70=160	1,5 l Fusilade MAX (23.5.)
W	Sonnenblume	Methasol (0411)		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	90/70=160	1,5 l Fusilade MAX (23.5.)

Hafendorf:

	Art	Sorte	TKM	K/m ²	K/ha	Reihenweite	N-Düngung	Pflanzenschutz
A	Faserhirse	Goliath 20 Korn	36,9	20	7,380	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
B	Faserhirse mit Safener	Gigant 20 Korn	36,3	20	7,260	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
C	Faserhirse	Goliath 30 Korn	36,9	30	11,070	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
D	Faserhirse mit Safener	Gigant 30 Korn	36,3	30	10,890	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
E	Sonnenblume	Fabiola		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70	2 l Bandur + 2 l Stomp (3.5.)
F	Sonnenblume	NK Delfi		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70	2 l Bandur + 2 l Stomp (3.5.)
G	Mais	Angelo		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70/30/70=170	1 l Dual + 2,5 l Stomp (3.5.)
H	Mais	Peru 701		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70/30/70=170	1 l Dual + 2,5 l Stomp (3.5.)
I	Mais	Pixxia		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70/30/70=170	1 l Dual + 2,5 l Stomp (3.5.)
K	Sorghum	Sucrosorgho 506 20 Korn	36,8	20	7,360	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
L	Sorghum	Silage King 20 Korn	28,3	20	5,660	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
M	Sorghum	Sucrosorgho 506 30 Korn	36,8	30	11,040	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
N	Sorghum	Silage King 30 Korn	28,3	30	8,490	24 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
O	Sudanense x bicolor	King 61	24,2	140	33,880	12 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
P	Sudanense x bicolor	Mithril	24,0	140	33,600	12 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
R	Sudanense x bicolor	Green Grazer	30,0	140	42,000	12 cm	70/30/70=170	5 g Harmony+0,4 l Pardner +0,1 % Excellent (31.5.)
S	Sonnenblume	ES Electra		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70	2 l Bandur + 2 l Stomp (3.5.)
T	Sonnenblume	Pan 7033		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70	2 l Bandur + 2 l Stomp (3.5.)
U	Sonnenblume	Methasol (0411)		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70	2 l Bandur + 2 l Stomp (3.5.)
W	Mais	Benicia		9,2 (15,5)	92.000 K	70 cm	70/30/70=170	1 l Dual + 2,5 l Stomp (3.5.)



Ergebnisse und Diskussion

Kultur	Sorte bzw. Variante	Erntetermine		TM-Ertrag dt/ha		TS-Gehalt %	
		Hatz.	Haf.	Hatzendorf	Hafendorf	Hatzendorf	Hafendorf
Hirschen	Goliath 20 K/m ²	18.10.	09.10.	220,61	193,58	30,88	27,53
	Goliath 30 K/m ²			198,08	204,98	30,65	26,52
	Gigant 20 K/m ² mit Safener			251,60	215,31	29,30	23,23
	Gigant 30 K/m ² mit Safener			227,49	210,32	27,02	23,10
Mais	Angelo	25.09.	09.10.		270,48		33,41
	Pixxia			278,61	255,99	42,25	33,74
	King			309,31		36,73	
	Peru 701			211,76	185,05	41,03	29,76
	Peru 702			256,12		40,08	
	Peru 703			228,35		36,06	
	Wexxil			306,72		41,19	
	Benicia				259,11		36,64
Sonnenblume	Fabiola	31.08.	18.09.	138,41	120,48	23,56	20,48
	Delphi			126,54	99,82	21,34	21,03
	ES Electra			121,39	127,56	21,12	19,05
	Pan 7033			150,12	123,01	18,99	16,88
	Methasol			125,23	113,17	19,19	20,09
Sorghum	Sucrosorgho 20 K.	18.10.	09.10.		196,28		23,22
	Sucrosorgho 30 K.			206,67	206,11	30,92	22,71
	Silage King 20 Kö.				124,50		18,84
	Silage King 30 K.			133,09	121,13	27,57	21,45
Sudan-gräser	Green Grazer	18.10.	09.10.	186,80	199,90	28,98	23,21
	King 61			162,51	169,27	30,07	21,54
	Mithril			186,60	186,66	31,51	23,54

Eine wichtige Rolle spielten in diesem Versuch die Beizungen mit einem Safener. Dies stellt eine einfache Lösung in der Unkrautbekämpfung bei Hirschen dar und wurde bei zwei Futterhirschenarten angewendet. Diese Beize auf dem Saatgut schützt die Kultur vor bestimmten Voraufraufherbiziden. Derzeit ist dieses Verfahren allerdings nur im Versuch gestattet, weil eine Registrierung fehlt. Um Irrtümern vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, dass diese Technik kein gentechnologisches Verfahren ist.

Wie bereits im Vorjahr waren auch heuer höhere Erträge in der Gunstlage Hatzendorf im Vergleich zur Obersteiermark am Standort Hafendorf zu erzielen. Auch die Trockensubstanzgehalte erreichten in Hatzendorf logischerweise aufgrund der höheren Temperaturen früher höhere Werte.

Hinsichtlich des Biomassepotentials kam wieder die gleiche Rangfolge zu Stande. Sehr hohe Erträge an beiden Standorten bei Mais und Hirse der Sorte Goliath.

Die Hirschenart Gigant war auf beiden Standorten unmittelbar hinter den Maiserträgen zu finden.

Die Sorghumvarianten und die Sudangräser fallen im Ertrag gegenüber dem Mais um ein Drittel ab. Weiters ist ihre Kulturführung derzeit noch nicht ganz ausgereift und bedarf weiterer Versuche.

Es wurden auf beiden Standorten heuer unterschiedliche chemische Unkrautbekämpfungen durchgeführt.

Die Biomasse Sonnenblumen sind zwar vom Trockenmasseertrag nicht überzeugend, aber durch die um ca. 40 % höhere spezifische Gasausbeute im Vergleich zu Mais, kompensieren sie einiges an Ertrag. Das Problem dieser Kultur in Reinform ist derzeit die Ernte- und Silagetechnik. Der schwammige Kern des Stängels lässt sich leider nur sehr schwer verdichten.

Zusammenfassung

Der Maisanbau für Biogas hat in den Gunstlagen eindeutige Vorteile im Ertrag. Eine mögliche Alternativkultur, auch in klimatisch ungünstigen Gebieten, wie der Obersteiermark, ist die Faserhirse, welche vor allem durch ihre überragende Wuchshöhe von bis zu 4 m die Massebildung optimiert. Die Sonnenblume hat als wettbewerbsfähige Kultur in der Obersteiermark besser abgeschnitten als in der Gunstlage der Oststeiermark. Aus den drei Ernteterminen ergab sich der Zeitpunkt Anfang Oktober als der ertragreichste. Der Termin Ende Oktober bringt geringere Trockenmasseerträge je Hektar. Hinsichtlich Saatstärke, Anbau- und Erntezeitpunkt gibt es bei den Alternativkulturen noch offene Fragen.

Summary

The maize cultivation for biogas has unequivocal advantages in the yield in the favour positions. A possible alternative culture, also in climatic unfavorable areas, like the Obersteiermark, is Sorghum which optimises the mass-harvest, above all, by its excellent growth height of up to 4 m. The sunflower has better performed as competitive culture in the Obersteiermark than in the favour position of the Oststeiermark. Of three harvest dates the beginning of October come to be the most fruitful. At the end of Oktober the dry mass yield is lower per hectare. As for as amount of seed, growing and harvesting time in alternative cultures are concerned, there are still a few open questions

Autor

Ing. Werner Höfler, Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen, A-8361 HATZENDORF 181, e-mail: versuchsreferat.hatzendorf@styrion.at

Weitere Ergebnisse finden sie im Internet unter www.versuchsreferat.at.

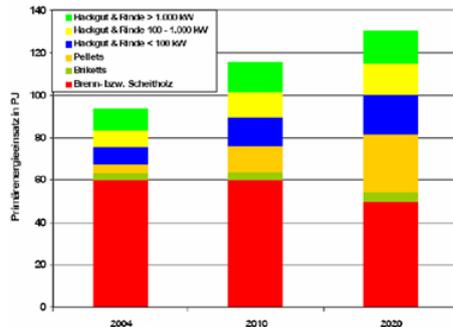
Die Energieholzproduktion vom Acker

JOSEF SCHWEINBERGER & MARCO GÖTTRIED

Einleitung

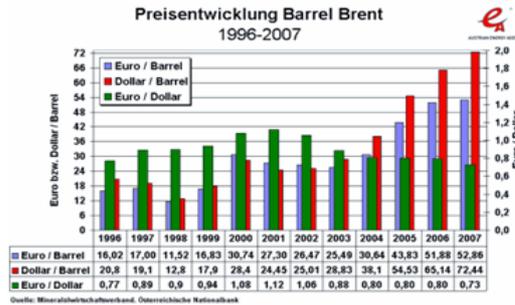
Die Energieholzproduktion vom Acker stellt eine interessante Ergänzung zu der Energieholzproduktion vom Wald dar. Die anfallenden Mengen der Feldproduktion können sehr genau prognostiziert werden und die Basis für den stark steigenden Energieholzmarkt darstellen.

Bedarf an Biomasse zur Wärmeerzeugung:



Quelle: Austrian Energy Agency

Rohölpreis im Vergleich der Jahre

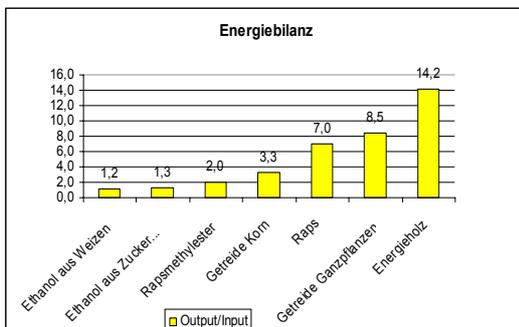


Quelle: Austrian Energy Agency

Neben dem stark steigenden Rohölpreise sind auch die Kyotoziele ein Anreiz, verstärkt auf die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zu setzen.

Die Energieholzproduktion vom Acker soll nicht als Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion gesehen werden, sondern vielmehr als Ergänzung. Da gerade der Kurzumtrieb auf Grenzertragsböden möglich ist, da die verwendeten Baumarten – in der Regel Pappeln, Weiden oder Robinien – auch auf feuchten oder trockenen Böden deutlich besser gedeihen, als die meisten Ackerkulturen. Auf diesen Böden muß man bei Getreide, Öl- und Eiweißpflanzen mit stark schwankenden Erträgen oder sogar Totalausfällen rechnen. Der mehrjährigen Kultur Energieholz ist es durch ein ausgeprägtes Wurzelsystem und angepassten Sorten möglich Klimaschwankungen deutlich besser zu verkraften.

Ein weiterer Vorteil dieses Produktionszweiges ist die extensive Bestandesführung der Flächen. Es handelt sich dabei durchwegs um Low-Input Pflanzen, auf eine Düngung kann in der Regel auf normalversorgten Ackerflächen verzichtet werden. Daraus resultiert auch die ausgezeichnete Energiebilanz von 1:14, welche mit kaum einer anderen Ackerkultur erreicht wird.



Vergleich Energiebilanz:

Quelle: KTBL-Arbeitspapier 235, Energieversorgung und Landwirtschaft

Ein weiterer positiver Punkt ist – vor allem in den traditionellen Ackerbaugebieten (z.B. Bezirk Gänserdorf) - die ökologische und strukturelle Bereicherung der oft leer geräumten Agrarlandschaft.

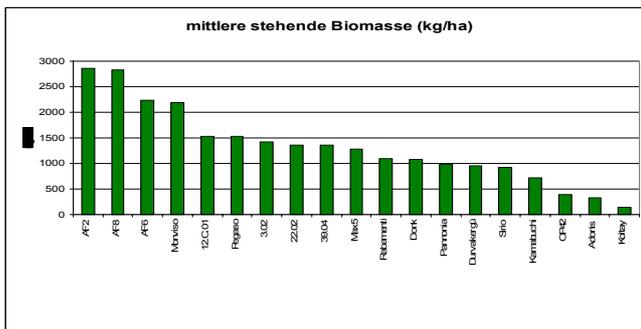
Baumarten:

Als Baumarten für Kurzumtriebsflächen (short-rotation-farming, kurz SRF) sind Pappeln, Weiden, Robinien, Erlen und Birken gesetzlich anerkannt. Insbesondere Pappeln, Weiden und Robinien haben ein sehr hohes Ausschlagvermögen. Dadurch sind je nach Umtriebszeit und Baumart 4-8 Ernten möglich, die Anlagen können 15-30 Jahre genutzt werden. Eine dem Standort angepasste Baumartenwahl

ist der Basis für eine erfolgreiche Energieholzbewirtschaftung. Aktuell liegen die größten Erfahrungen bei Pappel und Weide vor. Die Robinie ist aufgrund ihrer Genügsamkeit und hohem Brennwert eine sinnvolle Alternative, doch sind dabei noch einige Details zu klären. Zur Zeit ist geeignetes Pflanzmaterial nur von ausländischen Züchtern verfügbar.

Pappel:

Bei der Pappel bringen aktuell die italienischen Hochleistungssorten vom Züchtungsbetrieb Franco Alasia die besten Zuwachsergebnisse. Die verschiedenen Pappelsorten wurden speziell auf die Anforderungen einer Kurzumtriebsfläche gezüchtet, das bedeutet besonders schnelles Jugendwachstum, rasche Wurzelbildung und hohe Krankheitsresistenzen. Von den aktuellen Sorten sind die Sorte AF 2 und MONVISO am besten an die österreichischen Klimaregionen adaptiert. Aktuell laufen weitere Versuche mit verschiedenen Neuzüchtungen. Langzeiterfahrungen fehlen zur Zeit aber noch.



Mittlere stehende Biomasse, Zuwachs im ersten Jahr:

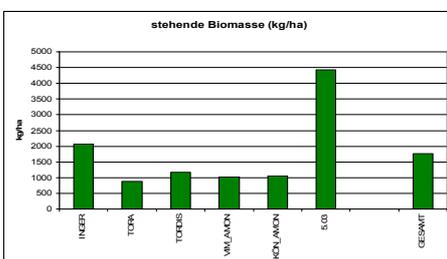
Quelle: LK Niederösterreich; Institut für Waldbau, Department für Wald und Bodenwissenschaften

Von den traditionellen Sorten, weist die Sorte MAX die höchste Triebkraft und Konkurrenzfähigkeit auf. Langzeiterfahrungen dieser altbewährten Sorten zeigen aber bei öfteren Umtrieben einen deutlichen Abfall der Ertragsleistung.

Die Pappel stellt innerhalb der Energieholzarten höhere Ansprüche an Boden und Klima. Ph-Werte von 5,5 bis 7,5, Grundwasseranschluß bzw. ausreichend Niederschlag, keine stauende Nässe und längere Überflutungen und durchlüftete lockere Böden bilden das Anforderungsprofil dieser Kulturart. Die Zuwachsergebnisse der Pappel liegen je nach Boden-, Klima und Wasserverhältnissen zwischen 8-17 t/ha/Jahr (auf italienischen Gunstlagen werden bis zu 25 t/ha/Jahr geerntet).

Weide:

Bei den Weiden wird der Markt zur Zeit von den Sorten des schwedischen Züchters Lantmannen Agroenergie dominiert. Diese Sorten bzw. deren Elternlinien sind durchwegs „Viminalis Kreuzungen“ und stammen zum Großteil aus dem kalten Norden Europas bzw. zum Teil auch aus Sibirien. Daraus folgend, gibt es in den wärmeren Regionen Österreichs teilweise Probleme bei der hochsommerlichen Hitze. Beste Ergebnisse erzielen diese Sorten in den kühleren Regionen Österreichs.



Mittlere stehende Biomasse, Zuwachs im ersten Jahr:

Quelle: LK Niederösterreich; Institut für Waldbau, Department für Wald und Bodenwissenschaften

Ergänzend zu diesen schwedischen Klonen laufen zur Zeit Versuche mit polnischen Formen, die auch zum überwiegenden Teil „Viminalis Kreuzungen“ sind. Auch autochthone heimische Variationen bieten vor allem auf feuchteren Standorten sehr gute Zuwachsergebnisse und sind auf Extremstandorten den Hochleistungssorten zumindest ebenbürtig.

Als Alternative zu diesen eher kälteliebenden Klonen bietet sich für feuchte Standorte im pannonischen Raum die „Baumweide“ an, die deutlich besser die Hitze und auch stauende Nässe verträgt. Auch kann die „Baumweide“ in längere Umtriebszeiten bis zu 20 Jahre bewirtschaftet werden.

Die Zuwachsleistungen der Weide liegen je nach Boden-, Klima- und Wasserverhältnissen zwischen 8-17 t/Jahr.

Robinie:

Das Holz der Robinie hat einen deutlich geringeren Wassergehalt bei der Ernte als Weide und Pappel. Eine Vollmechanisierung aller Produktionsschritte ist zur Zeit aber technisch noch nicht möglich, besonders beim Ernteverfahren besteht noch erheblicher Entwicklungsbedarf. Die Kosten der Pflanzung sowie das Pflanzmaterial sind deutlich höher als bei Weide und Pappel. Die Robinie kann zur Zeit nur für längere Umtriebszeiten empfohlen werden, die Bewirtschaftung erfolgt dann mit der Technik der Forstwirtschaft. Verschiedenste Versuche sind aber im Gange, da die Robinie doch sehr viele agronomische und ökologische Vorteile in sich vereint.

Die Zuwachsleistungen der Robinie liegen je nach Boden-, Klima- und Wasserverhältnissen zwischen 6-12 t/Jahr.

Produktionsablauf:

Bei der Energieholzproduktion auf Kurzumtriebsflächen sprechen wir eindeutig von einer Ackerkultur, entsprechend ist auch die Bodenvorbereitung und Bestandesführung. Entscheidend ist vor der Auspflanzung eine tiefe Lockerung mittels Pflug oder Tieflockerer. Durch die Saatbeetbereitung im Frühjahr soll ein Pflanzbeet ähnlich wie zur Maissaat erzielt werden. Unmittelbar nach der Pflanzung ist eine chemische Behandlung mit entsprechenden Bodenherbiziden zu empfehlen, da die Entwicklung vom Steckholz zur Pflanze am Anfang sehr langsam von sich geht und unnötige Konkurrenz durch Un- bzw. Beikräuter unbedingt vermieden werden sollte. In weiterer Folge wird der Boden durch eine mechanische Pflege durchlüftet und später auflaufende Unkräuter werden dadurch auch ausgeräumt. Auf „normalen“ Ackerflächen ohne Problemunkräuter ist in der Regel eine Pflege nur im ersten Jahr der Anlage notwendig. In den Folgejahren erfolgt dann nur mehr die Ernte, je nach Umtriebsdauer alle 2 bis 5 Jahre vollmechanisiert mit einem speziell ausgerüsteten Feldhäcksler mit Energieholzvorsatz. Die Flächen können für 4 bis 8 Umtriebe genutzt werden, dann ist mit einem Rückgang der Ausschlagfähigkeit der Stöcke zu rechnen. Das Stockausschlagvermögen der Weide ist deutlich besser, dies ermöglicht eine längere Nutzung. Entscheiden für den Erfolg der Energieholzproduktion ist eine entsprechende Bestandesetablierung mit allen dafür notwendigen Maßnahmen im Anlagejahr.

Zusammenfassung

Die Energieholzproduktion auf Ackerflächen, kann für einige Flächen eine lohnende Alternative darstellen. Durch die „low-input“ Pflanzen ist man deutlich weniger von teuren Betriebsmitteln abhängig. Vor allem Grenzstandorte können effizienter genutzt werden.

Zur Zeit hindern die hohen Preise für Agrarprodukte einerseits und der instabile Holzmarkt andererseits eine großflächigere Verbreitung der Energieholzproduktion. Wenn sich beide Parameter auf ein normales bzw. stabiles Niveau einpendeln, steht einer verstärkten Auspflanzung nichts mehr im Weg.

Autor/en

Ing. Josef Schweinberger/Ing. Marco Göttfried, Probstdorfer Saatzucht GmbH&CoKG, Salmhof 188; A-2293 Marchegg; ps-energieholz@aon.at

Reales und geschätztes Biomasseaufkommen aus der Land- und Forstwirtschaft in Österreich zur energetischen Verwertung bis zum Jahr 2020

PETER LIEBHARD¹ EDUARD HOCHBICHLER²,
MAXIMILIAN LAUER³ & JOSEF SPITZER³

Summary

For the accomplishment of the defined biofuel target (national and EU level) a large volume of the biomass or of the biofuels themselves have to be imported, because the required farmland is limited. To achieve the objectives for producing ecoelectricity the renewable resources (solar energy, wind power, small hydroelectric power) have to be forced.

Einleitung

Im „Energiepaket“ (EU 2007) der Europäischen Kommission von 10. Jänner 2007 werden für die Mitgliedsländer bis zum Jahr 2020 als Ziel die Produktion von 10 % Biotreibstoffe und von 20 % erneuerbare Energien (gemessen am Gesamtverbrauch) vorgegeben. Die ergänzenden Vorgaben für Österreich sind im Ökostromgesetz, in der Kraftstoffverordnung im nationalen Biomasseaktionsplan und im Regierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung 2006 angeführt. Im geschätzten Biomasseaufkommen wird bei optimaler Erschließung der natürlichen Produktionsbedingungen beurteilt, ob neben der gesicherten Nahrungs- und Futtermittelversorgung der aus den nationalen Zielen abgeleitete Bedarf von heimischer Biomasse für die energetische Verwertung aufzubringen ist, oder durch ergänzende Importe gedeckt werden muss.

Energiewirtschaftliche Vorgaben und Annahmen

Im Regierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung 2006 (Regierungsprogramm 2006) wird eine Verdoppelung des Biomasseeinsatzes für 2010 als Ziel vorgegeben; die Basis für die Verdoppelung ist jedoch nicht definiert. In der Kraftstoffverordnung wird ab 1.10. 2005 ein Anteil von 2,5 % (energetisch) an der gesamten eingesetzten Kraftstoffmenge verlangt. Dieser Wert wurde Ende 2005 bereits überschritten. Ab 2008 wird ein Wert von 5,75 % vorgeschrieben. Im Regierungsprogramm wird für 2010 ein Anteil von 10 % und für 2020 ein Anteil von 20 % zum Ziel erklärt.

Die gesetzlichen Vorgaben für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen sind im Ökostromgesetz festgeschrieben. Für das Jahr 2005 wird ein Anteil von 2 % (ab 2008: 4 %) Ökostrom (erneuerbarer Strom zusätzlich zur Großwasserkraft) an der gesamten abgegebenen Menge festgeschrieben, für 2010 ein Anteil von 10 %. Weiters wird vorgeschrieben, dass 78,1 % des Strombedarfs von 1977 (56,1 TWh) aus erneuerbaren Energiequellen (einschließlich Großwasserkraft) gedeckt werden muss. Laut Regierungsprogramm 2006 sollen 2010 80 % des Strombedarfs und 2020 85 % des Strombedarfs aus erneuerbaren Energiequellen stammen.

Laut Energiestatistik (Statistik Austria 2007) wurden 2005 21 % des gesamten Energieeinsatzes aus erneuerbaren Quellen (inkl. Wasserkraft) gedeckt. Das „Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan“ der EU-Kommission „Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger (EU 1997) sieht eine Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energieträger von 6 % (2005) auf 12 % vor (2010) und im Energiepaket 2007 (EU 2007)“ wird ein Anteil von 20 % im Jahr 2020 für die gesamte EU angestrebt. Das Regierungsprogramm 2006 gibt einen Anteil der erneuerbaren Energie am Gesamtverbrauch für 2010 von 25 % und für 2020 von 45 % als Ziel vor (Tabelle 1).

Für die verfügbare Biomasse werden für den Energieeinsatz folgende Vorgaben getroffen:

- Der Kleinverbrauch verwendet Brennholz und Hackgut entsprechend den Prognosen des Wirtschaftsforschungsinstitutes (WIFO 2005)
- Die Kraftstoffe entsprechen den gesetzlichen Vorgaben (bezüglich Rohstoffeinsatz)
- Die Industrie (inklusive Dienstleistungen und Energieversorgung) nutzt das gesamte verbleibende Rohstoffpotential
- Die zusätzlich im Vergleich zu 2005 eingesetzte Biomasse wird über KWK genutzt

Für die Kraftstoffbereitstellung gilt:

+ bereits ab 2005 erfolgt eine Beimengung von 2,5 % Biokraftstoffe (offiziell ab 1.10. 2005)

- + 2010: 5 % der biogenen Kraftstoffe (Sollwert) werden aus Biogas produziert
- + 2020: 10 % der biogenen Kraftstoffe (Sollwert) werden aus Biogas produziert

Grundlage für die Schätzung des Energieaufkommens ist die WIFO-Prognose für den Energieeinsatz für die Jahre 2005, 2010 und 2020 (WIFO 2005). Basis für die inländische Produktion, den Import und Export sowie Verwertung von ausgewählten land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen zeigen Tabelle 2 und 3, das geschätzte Aufbringungspotential bis zum Jahr 2020 Tabelle 4 und Abbildung 5.

Tab. 1: Energiewirtschaftliche Vorgaben von 2005 bis 2020 in Österreich

	Stand 2005	Erwartet 2010	Erwartet 2020
Aufkommen Bioenergie	ca. 125 PJ ohne Ablaugen etc.	Verdoppelung, ÖBR	
Biogene Treibstoffe	▶ 2,5 %, KSV (real > 2,5 %)	5,75 % ab 2008, KSV ▶ 10 %, ÖBR	▶ 20 %, ÖBR ▶ 10 %, EU
Strom aus Biomasse	▶ 2 %, ÖSG	▶ 10 %, ÖSG ▶ 78,1 % aus EE, ÖSG ▶ 80 % aus EE, ÖBR	▶ 85 % aus EE, ÖBR
Anteil erneuerbarer Energie am Gesamtenergieaufkommen	▶ 21 %	25 %, ÖBR Verdoppelung von 6 % (1990) auf 12 %, EU	▶ 45 %, ÖBR 20 %, EU

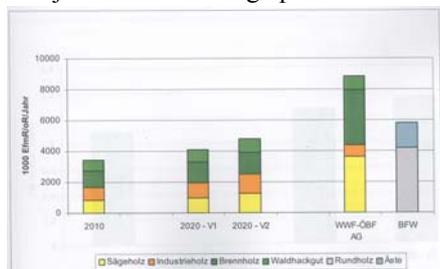
Tab. 2: Produktionsmengen ausgewählter Fruchtarten in Österreich im Jahr 2005 (LIEBHARD 2008)

Fruchtart	Produktionsmenge in 1000 t	Import in 1000 t	Export in 1000 t	Aufkommen in 1000 t	Nicht energetische Verwendung	Energetische Verwertung in 1000 t
Raps u. Sonnenblume						55069
Getreide u. Mais	5 315,3	1 143,8	1 207,8	5 251,3	5 251,3	---
Kartoffel	693,1	137,6	69,2	761,5	761,5	---
Zucker aus ZR	458,1	368,7	460,5	366,3	366,3	0

Tab. 3: Holzverbrauch [1000 tTM] in Österreich im Jahr 2005 (HEM 2001-2006, KALT 2007)

Produkt [1000 tTM]	Aufbringung				Bedarf Industrie			Energetische Verwertung
	Inland	Export	Import	Summe	Säge	Papier- u. Zellstoff	Platte	
Rundholz	6 000	300	4 000	9 700	7 500	1 800	400	---
Brennholz	3 610	50	70	3 630	---	---	---	3 630
Waldhackgut	---	---	---	440	---	---	---	440
Sägerestholz	---	---	---	---	---	1 850	1 550	2 750
Flur-Energieholz	210	---	---	210	---	---	---	210
Summe				13 980				7 030

Abb. 1: Geschätztes zusätzliches gesamtes Biomasse-aufkommen im Vergleich zu 2005 aus der Forstwirtschaft und jenes für die Energieproduktion bis zum Jahr 2020 nach den Einschlagsvarianten HEM 2001-2006; (V1, V2 = V1 und zusätzlicher Vornutzungsanteil von 30 %, Abbau der Durchforstungsreserve), WWF-ÖBF Studie 2006; BFW-Studie 2006



Tab. 5: Geschätztes Biomasseaufkommen für die energetische Nutzung bis zum Jahr 2020

	Biomassepotential in TJ (ohne Biokraftstoffe)			Biomassepotential Biokraftstoffe in TJ			Summe
	Landwirtschaft	Forstwirtschaft	Org. Abfälle	Landwirtschaft	Forstwirtschaft	Org. Abfälle	
Feste Brennstoffe	9882	122948	1668	---	---	---	134498
Biogas	18927	---	12755	7581	---	---	39264
Pflanzenöl-Ethanol	---	---	---	6241	---	---	6241
Biomasse to Liquid	---	---	---	2454	3823	---	6277
Summe	28809	122948	14423	16276	3823	---	186280

Tab. 4: Geschätztes pflanzliches Biomasseaufkommen aus der Landwirtschaft für die Energieproduktion

Fruchtart	Anbaufläche [ha]		Öl-, Zucker-, Stärkegehalt [%]		Wassergehalt [%]		Ertrag [t/ha]		Ertrag [t/TM]	
	2005	2020	2005	2020	2005	2020	2005	2020	2005	2020
Körnerraps	13500	22000	43	46	9	9	3	3,2	35640	61952
Sonnenblume	4600	29000	48	49	9	9	2,7	3,3	19429	128100
Sonstige Ölsaaten	120	---	40	---	9	---	2,2	---	232	---
Kartoffel	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Getreide (Weizen)	1200	28000	67	67	14	14	5,5	6,2	5676	144996
Mais	70	8000	78,4	78,5	14	14	11,0	13,0	662	89440
Feldfutter (Heu)	---	10000	---	---	---	20	---	12	---	120000
Feldfutter (Silage)	5000	10000	---	---	35	35	11	11	55000	120000
Mais-Korn, CCM	---	1000	---	80	---	14	---	14	---	14000
Silomais	48500	85000	---	---	35	35	16	22	776000	1870000
Sonstige	---	1000	---	---	---	35	---	8	---	10000
Miscanthus	91	20000	---	---	22	22	16,0	16,0	1456	320000
Kurzumtrieb	352	21000	---	---	50	50	11,0	13,0	3872	273000
Grünland Heu	---	25000	---	---	---	20	---	8,8	---	220000
Grünland Silage	5000	25000	---	---	35	35	7,5	8,8	37500	220000
Getreidestroh	1800	42500	---	---	20	20	3,2	3,2	5560	136000
Maisstroh	---	5100	---	---	---	35	---	7,0	---	35600
Sonstige Ernterückstände	---	3500	---	---	---	20	---	3,0	---	10500

Diskussion und Schlussfolgerungen

Trotz weiterer stetiger Ertragssteigerung in der pflanzlichen Produktion wird aus Kostengründen vorerst der Bedarf im Nahrungsmittel- gefolgt vom Futtermittelbedarf gedeckt, die Aufbringungsmenge für die energetische oder stoffliche Verwertung unterliegt stärkeren Schwankungen. Bei der Ausweitung der Produktion von nachwachsenden Rohstoffen kommt es aufgrund der begrenzten landwirtschaftlichen Nutzfläche, im besonderen bei Ackerland, zu einer Fruchtartenverschiebung mit Ausweitung der C4-Pflanzen, da zukünftig bei diesen eine noch höhere Ertragssteigerung erwartet wird.

Das Aufbringungspotential von Biomasse wird von ca. 127 PJ (2005) auf \approx 186 PJ im Jahr 2020 ansteigen. Die Forstwirtschaft kann die Aufbringungsmenge nur geringfügig steigern, von 113 auf 127 TJ. In der Landwirtschaft hingegen ist eine höhere Steigerung der Biomasseproduktion für energetische Verwertung möglich, von 11 TJ (2005) auf ca. 45 TJ (2020). Der höchste Anteil der zusätzlichen Aufbringungsmenge wird in die Biokraftstoffproduktion gehen (von 1 auf ca. 20 PJ).

Zur Erreichung der vorgegeben Ziele (national und EU) müssen für die Biokraftstoffbereitstellung aufgrund der fehlenden Ackerfläche entweder ein großer Anteil des Rohstoffs oder wesentliche Biokraftstoffmengen importiert werden. Zur Zielerreichung in der Ökostromproduktion sind besonders die sonstigen erneuerbaren Stromerzeuger (Solar, Windkraft, Kleinwasserkraft) auszubauen.

Literatur

WIFO 2005. K.Kratena, M. Würger (2005): Energieszenarien für Österreich bis 2020. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung.

Hochbichler, E. und P. Bellos, 2007. Energiewaldflächen in Niederösterreich. Projektstudie. Universität für Bodenkultur Wien.

Liebhart, P., 2008. Vorlesung: Nachwachsende Rohstoffe – Skriptum Sommersemester 2008. Universität für Bodenkultur Wien.

Autoren

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur Wien

² Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur Wien

³ Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Graz

Überwinterung von Getreide im Alpenraum: Wo liegen die Grenzen?

WALTRAUD HEIN & HERMANN WASCHL

Einleitung

Getreide hat auch im Alpenraum als landwirtschaftliche Kultur eine lange Tradition. Mensch und Tier lebten von selbst erzeugten Produkten, wobei auch die Kleidung in diese Palette mit einbezogen war. Über die Jahrhunderte stellte sich heraus, dass speziell Roggen und Hafer für die rauerer Lagen besser geeignet waren als Gerste und Weizen. Bis in Höhen von 1.200 m, in manchen Seitentälern noch darüber, wurde Getreide angebaut. Wegen der besseren Anbaueignung standen die Winterformen meist im Tal, die Sommerformen wurden von den Bergbauern verwendet (MAYR, 1928). Bei der händischen Bearbeitung der Flächen stellten Hangneigung und Steilflächen noch kein unüberwindliches Hindernis dar.

Getreide war zu allen Zeiten eine wichtige Lebensgrundlage für die Bevölkerung; zunächst wurden aus Getreide Breie, Grütze, Mehl und Grieß sowie später Brot und Backwaren hergestellt. Jede Missernte bedeutete für die Bevölkerung eine Minderung der Lebensgrundlage, weil die Speisen aus Getreide eine wichtige Rolle spielten und die Gesundheit der Menschen eng damit verknüpft war (GAMERITH, 1956).

In ganz Mitteleuropa pflegte man über Jahrhunderte die sogenannte Dreifelderwirtschaft, die stark getreidelastig war: Brache – Wintergetreide (Roggen oder Weizen) – Sommergetreide (Gerste oder Hafer). Die verbesserte Dreifelder-Wirtschaft umfasste schon eine sechsschlägige Fruchtfolge, zu der Brache – Wintergetreide – Sommergetreide – Futterbau – Wintergetreide – Sommergetreide zählten (SEDLMAYR, 1927). Auch PAMMER und RANNINGER (1928) beschrieben die Verteilung der Getreidearten in Österreich folgend: in den rauen Lagen wurden Gerste, Hafer, Spelz und Sommerroggen angebaut, in den mittleren Lagen Hafer, Gerste und Winterroggen und in den Gunstlagen alle Getreidearten. Für diese beiden Autoren galt Getreide deshalb als besonders wichtig, weil Getreide im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen geringere Bodenansprüche hat, ein wichtiges Nahrungsmittel darstellt, mit dem Abfallgetreide ein wichtiges Kraftfuttermittel zur Verfügung steht und das Stroh für die Einstreu in der Tierhaltung unentbehrlich ist.

Besonderheiten im Alpenraum

Der Alpenraum umfasst in Österreich ca. zwei Drittel der gesamten Fläche. Im Osten Österreichs, den sogenannten Gunstlagen, ist Ackerbau ohne größere Einschränkungen möglich. Im Westen bleiben dem Ackerbau nur ganz bestimmte Gebiete vorbehalten. Zum Produktionsgebiet Hochalpen zählen im Wesentlichen der Großteil von Tirol und Vorarlberg, Osttirol, die Salzburger Bezirke Lungau, Pongau, Pinzgau sowie Oberkärnten und die Obersteiermark. Ebenfalls gebirgigen Charakter weisen die Produktionsgebiete Alpenostrand, der sich über große Teile Kärntens und der Steiermark sowie Niederösterreichs erstreckt, das Voralpengebiet, das sich vom Tennengau über weite Teile Oberösterreichs bis hin nach Niederösterreich zieht und das Wald- und Mühlviertel auf.

Vom Klima her sind die Produktionsbedingungen im Alpenraum gegenüber den Gunstlagen sehr eingeschränkt, auch wenn es durchaus Tal- und Beckenlagen gibt, wo Ackerbau ohne größere Probleme möglich ist.

Folgende Parameter bedeuten für den Ackerbau Einschränkungen:

- eine geringere mittlere Jahrestemperatur
- eine höhere Anzahl an Eis- und Frosttagen
- größere Niederschlagsmengen, sofern es sich nicht um Trockeninseln handelt
- eine längere geschlossene Schneedecke
- eine kürzere Vegetationszeit

Diese oben angeführten Faktoren stehen zueinander in direkter Abhängigkeit. Eine geringere Jahresmitteltemperatur kann bedeuten, dass gewisse Kulturen dort nicht mehr gedeihen, ebenfalls verlangt eine kürzere Vegetationszeit Kulturen mit geringeren Ansprüchen. Eine lange geschlossene Schneedecke kann schwere Auswinterungsschäden am Wintergetreide verursachen.

Zusätzlich spielt in diese Problematik noch die Topografie hinein. Der Mangel an ebenen, leicht bearbeitbaren Flächen stellt im Alpenraum eine weitere Erschwernis für den Ackerbau dar. Oft sind gerade

diese ebenen Flächen im Alpenraum auf Grund der Bodenbeschaffenheit keine idealen Ackerflächen, weil diese oft als feuchte Standorte gelten. Ein weiteres Problem ist die fehlende Ausstattung solcher Betriebe mit Spezialmaschinen. Hier liegen die Chancen in einem gut ausgestatteten Maschinenring oder kleineren Maschinengemeinschaften. Dazu kommt oft noch mangelndes Know-how zur ordnungsgemäßen Durchführung ackerbaulicher Kulturen, weil bei solchen Betrieben der Ackerbau nur einen zusätzlichen Betriebszweig darstellt.

Trotzdem wird nach wie vor im Alpenraum Ackerbau betrieben, wobei angesichts der globalen Klimaerwärmung durchaus die Aussicht auf Zunahme ackerbaulich genutzter Flächen besteht. Außerdem ist bei den derzeitigen hohen Getreidepreisen das Interesse seitens der Landwirte wesentlich höher, selbst Getreide anzubauen, vor allem auch, weil viehhaltende Betriebe das anfallende Stroh als Einstreu benötigen.

Betrachtet man die Standortansprüche der einzelnen Getreidearten, so benötigt Winterweizen eine Wärmesumme von 2000 – 2200 °C, Wintergerste 2000 °C, Winterroggen 1800 °C, Hafer und Sommerweizen 1600 °C und am wenigsten Sommergerste mit 1200 °C. Natürlich spielen kleinklimatische Unterschiede eine wichtige Rolle, wie z.B. die Bodenerwärmung an Südhängen. FILZER (1951) hat den Einfluss der Witterung auf den Ertrag verschiedener Ackerkulturen untersucht und sich besonders den Beziehungen zwischen Ertrag und Höhenlage gewidmet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Abteilung für Ackerbau des LFZ Raumberg-Gumpenstein führt verschiedene Getreideversuche im Alpenraum durch, sowohl mit Sommer- als auch mit Wintergetreide. Während es viele milde Winter gibt, in denen die Überwinterung kein Problem darstellt, kommt es in strengen, langen Wintern oftmals zu großen Problemen mit Auswinterungsschäden. In erster Linie sind Pilze für derartige Schäden verantwortlich, und zwar handelt es sich um drei Schneeschimmel-Arten, die besonders im Winter 2005/06 für Auswinterungsschäden in weiten Teilen Österreichs sorgten. Laut HUSS (2006) waren dafür die Arten: *Monographella nivalis* (rosa Schneeschimmel), *Typhula incarnata* (Grauer Schneeschimmel) und *Typhula ishkariensis* (Nordischer Grauer Schneeschimmel) für die Auswinterung von Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale und Dinkel verantwortlich. Die Schäden bei Winterweizen waren insgesamt am geringsten, was mit dem Anbauzeitpunkt zu tun hat.

Im Winter 2005/06 konnte von den am Moarhof (Ennstal: 6,9° Jahresmitteltemperatur, 1000 mm Jahresniederschlag) angebauten Wintergetreideversuchen nichts bis ins Frühjahr gerettet werden; eine sortenspezifische Bonitierung erübrigte sich.

An der Außenstelle Lambach (Alpenvorland: 8,3° Jahresmitteltemperatur, 950 mm Jahresniederschlag) sah die Situation anders aus. Dort zeigten sich bei allen Wintergetreidearten starke Differenzierungen, auch bei den einzelnen Sorten. Besonders betroffen war die Wintergerste, und zwar in Abhängigkeit vom Anbauzeitpunkt. So zeigte die Wintergerste, die am 24.09. angebaut wurde, wesentlich stärkere Auswinterungserscheinungen als jene, die am 14.10. zum Anbau gelangte, während bei der am 04.11. angebauten Wintergerste so gut wie keine Auswinterungsschäden sichtbar waren. Beim Winterweizen zeigte sich ein ähnliches Bild: der schon am 24.08. angelegte Winterweizenversuch war von Auswinterung wesentlich stärker betroffen als jener, der am 14.09. und 05.10. angebaut wurde. Beim später gebauten Weizen (25.10. und 11.11.) gab es keine Auswinterungsschäden.

Allerdings hatten fast alle Roggenbestände Probleme mit der Überwinterung in jenem langen Winter. Hier war der sogenannte Rosa Schneeschimmel für die Auswinterungsschäden verantwortlich, und zwar waren auch solche Sorten betroffen, die als weitgehend resistent bekannt sind, wie der Schlägler. Ganze Felder im Mühlviertel waren so geschädigt, dass ein Umbruch im Frühjahr erforderlich war.

Grund für diese Auswinterungsschäden ist eine lange geschlossene Schneedecke, denn normalerweise genügen 65 Tage für die Ausbildung von *Typhula incarnata* und 90 Tage für *Typhula ishkariensis*. Im Winter 2005/06 betrug die Dauer der geschlossenen Schneedecke im Ennstal 119 Tage, in Lambach 114, im oberen Mühlviertel 131 Tage. Ganz schwierig ist die Situation, wenn der Schnee auf den noch nicht gefrorenen Boden fällt, wie es immer wieder im Herbst passiert. Dann kommt es unter der Schneedecke rasch zur Wassersättigung der Luft, was den Pilzbefall stark fördert, weil in vielen Böden genügend Inokulum vorhanden ist. Schneeschimmel ist sowohl boden- als auch samenbürtig; daher werden die Verwendung von zertifiziertem Saatgut und die Einhaltung einer entsprechenden Fruchtfolge mit einem nicht zu hohen Anteil an Wintergetreide empfohlen.

Auch die Sortenwahl hat entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß der Auswinterungsschäden, denn laut Beschreibender Sortenliste (AGES, 2008) gibt es für alle dort eingetragenen Sorten eine Beurteilung im Hinblick auf Schneeschimmel und Auswinterung durch Frost. Auch über pflanzenbauliche Maßnahmen lässt sich hier steuernd eingreifen, denn auf verdichteten Böden sind normalerweise die Schäden größer. Starke Verunkrautung kann ebenfalls einen Befall mit Schneeschimmel fördern, also ist auch in dieser Hinsicht besondere Aufmerksamkeit nötig.

Zusammenfassung

Aus verschiedenen Versuchen mit Wintergetreide im Alpenraum lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Grundsätzlich ist der Anbau von Wintergetreide auch im alpinen Gebiet möglich, wenn Art und Sorte auf den Standort optimal abgestimmt sind. Dazu gibt es genügend Informationen in Form der beschreibenden Sortenliste.

Sofern alle Voraussetzungen für den Ackerbau gegeben sind, können in alpinen Lagen Roggen, Triticale oder auf klimatisch begünstigten Flächen sogar Winterweizen angebaut werden. Entscheidend ist die Beachtung aller pflanzenbaulichen Maßnahmen, die der Förderung der Kulturpflanzen dienen. Über den optimalen Anbauzeitpunkt kann ein möglicher Auswinterungsschaden vermieden werden, denn gerade im 21/2 Blatt-Stadium ist das Getreide am empfindlichsten. Davor und danach sind die Überwinterungschancen wesentlich besser. Schlecht ist eine ausgesprochene Warmwetterperiode im Spätwinter, weil dann die Ruhephase unterbrochen wird und die Pflanzen bei einem nachfolgenden Kälteeinbruch besonders leicht erfrieren können.

Stellt sich heraus, dass Wintergetreide mehrere Perioden nacheinander auswintert, muss der Anbau von Sommergetreide als Alternative ins Auge gefasst werden.

Summary

Results from different field trials in alpine regions of Austria showed that it is possible to grow winter cereals in these areas if the cereal and the variety are adapted best to the location. All information is necessary can be found in the describing variety-list of AGES.

Winter-rye or winter-triticale can be cultivated in alpine regions, on locations favoured by climate even winter-wheat. To regard all measures which benefit the plants is very important.

Literatur

AGES (2008): Österreichische Beschreibende Sortenliste. Herausgeber: Österr. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH.

FILZER, P. (1951): Die natürlichen Grundlagen des Pflanzenertrages in Mitteleuropa. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

GAMERITH, A. (1956): Lebendiges Ganzkorn. Neue Sicht zur Getreidefrage. Verlag Neues Leben, Bad Goisern.

HUSS, H. (2006): Enorme Auswinterungsschäden in Getreide. Der Pflanzenarzt 5/2006, 8-10.

MAYR, E. (1928): Die Getreide-Landsorten und der Getreidebau im Salzachtal und seinen Nebentälern. Forschungsberichte der BA f. Pflanzenbau u. Samenprüfung, Scholle-Verlag, Wien

PAMMER, G. und RANNINGER, R. (1928): Der traditionelle Getreidebau mit besonderer Berücksichtigung der Sortenwahl in Österreich. Verlag Julius Springer, Wien.

SEDLMAYR, E.C. (1927): Fruchtfolgen und die Aufstellung des Fruchtfolgeplanes (ein Beitrag zur Organisation des Feldbetriebes). Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin.

Autoren

DI Waltraud HEIN, Ing. Hermann WASCHL, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning, e-mail: waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Bestimmung der Wurzelsystemgröße von Winterweizen: Anwendung und Interpretation einer elektrischen in-situ Methode

GERNOT BODNER¹ TOMÁS STŘEDA², VITA DOSTÁL²,
OLDRICH CHLOUPEK² & HANS-PETER KAUL¹

Einleitung

Die optimale Erschließung der im Boden gespeicherten Wasser- und Nährstoffvorräte durch die Wurzeln ist entscheidend für die Ertragsleistung und -stabilität landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Die detaillierte Beschreibung der Durchwurzelungseigenschaften wurde durch moderne Bildanalyseverfahren wesentlich erleichtert. Diese Methoden erfordern jedoch eine destruktive Probennahme und relativ zeitaufwendige Probenvorbereitung. Chloupek (1977) beschrieb eine Methode zur indirekten Messung der Wurzelsystemgröße auf Basis der kapazitiven Eigenschaften des Wurzel-Boden-Kontinuums. Die vorliegende Arbeit stellt die kapazitive Wurzelmessmethode vor und zeigt Ergebnisse der Untersuchung von Wurzelparametern bei Winterweizen, die als Grundlage eines Vergleichs dieser Methode mit bildanalytischen, direkt gemessenen Daten dienen.

Material und Methoden

Die Untersuchungen fanden auf einem Feldversuch der Mendel Universität Brno in Želešice statt. Der Feldversuch ist als Einzelreihenversuch (10 Pflanzen pro Reihe) mit 20 Winterweizensorten in vier Wiederholungen angelegt. Es wurden drei Genotypen beprobt, die sich anhand von Ergebnissen früherer Versuchsjahre sowie der Sortenbeschreibung in Ertragshöhe, Trockentoleranz und Wurzelkapazität unterscheiden. Die Sorte Sula ist eine Qualitätsweizensorte mit geringem Ertragsniveau bei hoher Trockentoleranz. Die Futterweizensorte Etela weist den höchsten Ertrag bei geringerer Toleranz gegen Trockenheit auf. Als mittlere Sorte wurde der Backweizen Ilias gewählt, der hinsichtlich Ertragspotential und Trockenverträglichkeit zwischen den beiden erst genannten Sorten liegt. Die Beprobung fand Anfang Juni statt. Neben den Wurzelanalysen wurde zum Beprobungstermin auch die oberirdische Trockenmasse ermittelt.

Bei der kapazitiven Messung der Wurzelsystemgröße wird eine Elektrode an der Stängelbasis angebracht und eine weitere zwischen den Reihen in den Boden eingeführt. Die Messung der Kapazität des Systems erfolgt bei 1 kHz mit Hilfe eines Kapazitätsmessgerätes. Die Messgröße entspricht der effektiven Wurzelkapazität (in Nanofarad, nF) als Summengröße der elektrischen Widerstände und Kapazitäten in dem aus Elektrode-Bodenkontakt, Wurzelmedium, Wurzelgewebe, Xylem sowie Elektrode-Stammbasiskontakt zusammengesetzten Ersatzschaltbild (Dalton, 1995). Die Wurzel wird dabei modellhaft als Zylinderkondensator gesehen, dessen Kapazität (C) gegeben ist als:

$$C = \frac{\varepsilon_i A_i}{4\pi r_{i2} \ln \left[\frac{r_{i2}}{r_{i1}} \right]} \quad (Gl. 1)$$

wobei ε_i die Dielektrizitätskonstante, A die Wurzeloberfläche ($= 2\pi r_{i2} L_i$ mit L als Wurzellänge), r_{i1} der Xylemradius und r_{i2} der Wurzelradius des iten Wurzelements sind. Der kapazitive Messwert erlaubt einen relativen Vergleich der Wurzelsystemgröße bei gleicher Bodenart und Bodenfeuchte.

Zur Bildanalyse wurde mittels eines Wurzelbohrers ein Bohrkern auf jeweils einer Pflanze pro Wiederholung bis 60 cm Bodentiefe entnommen und in 10 cm tiefe Zylinder unterteilt. Die Aufarbeitung der Proben im Labor und die bildanalytische Bestimmung der Wurzelparameter folgten der bei Himmelbauer et al. (2004) beschriebenen Prozedur. Nach Waschen und Färben der Wurzeln wurde mittels Flachbettscanner ein digitales Wurzelbild erstellt, das mit der Software WinRHIZO auf verschiedene Wurzelparameter analysiert wurde. Abschließend wurden die Proben bei 60° C im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und die Wurzel Trockenmasse bestimmt.

Die varianzanalytische Auswertung der Ergebnisse und die Bestimmung von Regressionen erfolgten

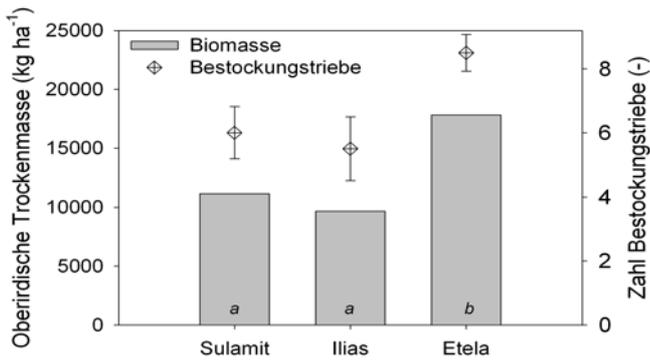


Abb. 1: Oberirdische Biomasse und Bestockung

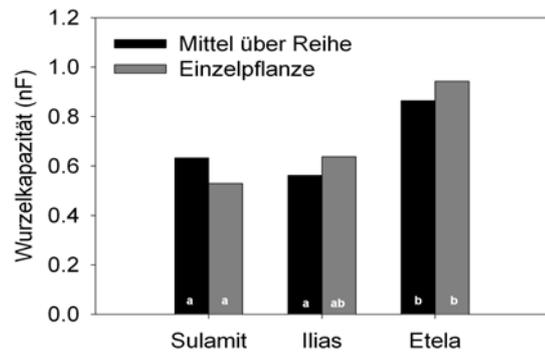


Abb. 2: Wurzelkapazität (Messfrequenz 1 kHz)

mit der Statistiksoftware SAS.

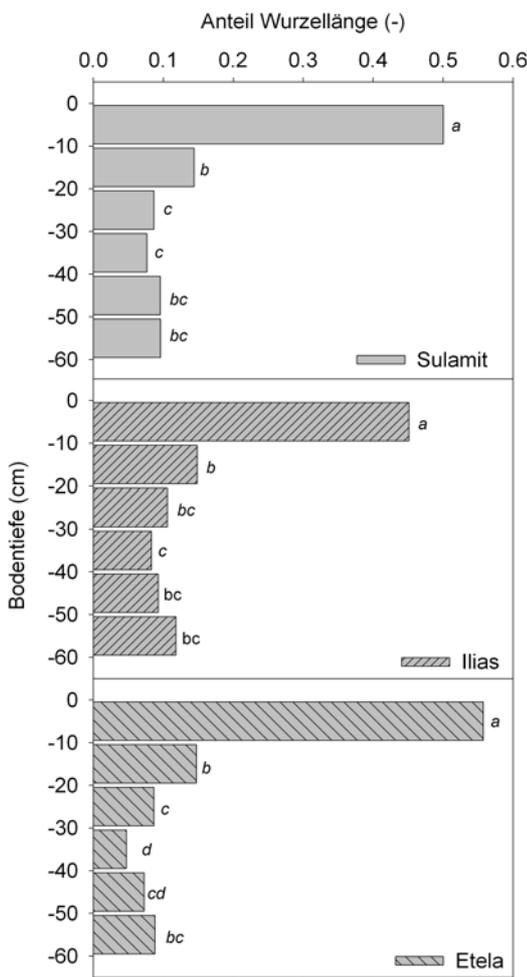


Abb. 3: Tiefenverteilung der Wurzellänge

erreichte Etela mit 10,4 cm cm⁻³ die signifikant höchste Dichte, Sulamit eine mittlere Dichte von 9,8 cm cm⁻³ und Ilias die geringsten Werten (8,3 cm cm⁻³). Signifikant unterschied sich die Wurzelverteilung der Sorten (Abb. 3), bei geringster Abnahme der Durchwurzelung mit der Tiefe bei Ilias und stärkster oberflächennaher Konzentration des Wurzelsystems bei Etela.

Entsprechend der Modellannahme (Gl. 1) wurden Beziehungen der Wurzelkapazität zu Wurzellänge und -durchmesser überprüft (Abb. 4). Für die Länge wurde dabei die

Ergebnisse

Abb. 1 zeigt die oberirdische Biomasse sowie die Bestockung der Sorten. Etela erreichte in bei den Merkmalen signifikant höhere Werte, während sich Sulamit und Ilias nur wenig unterschieden. Etela wies mit 8,7 ein signifikant weiteres Sproß-Wurzelverhältnis auf als Ilias (5,7) und Sulamit (4,4), die in diesem Parameter keine statistisch abgesicherten Unterschiede zeigten.

In Abb. 2 ist die Wurzelkapazität sowohl für die Einzelpflanzen, die im Anschluss an die kapazitive Messung für die bildanalytische Untersuchung dienten, als auch als Mittel über alle Pflanzen in der Reihe dargestellt. Die statistische Auswertung zeigte, dass bei Berücksichtigung der Subsamples Ilias eine Mittelstellung einnahm, während bei den zur weiteren Beprobung erfassten Einzelpflanzen sich sowohl Sulamit als auch Ilias signifikant von Etela unterschieden.

Die bildanalytisch erfasste Wurzellänge ergab keine signifikanten Unterschiede mit einer mittleren Längendichte von 3,3 cm cm⁻³ für Sulamit, 3,1 cm cm⁻³ für Ilias und 3,2 cm cm⁻³ für Etela. In der obersten Bodenschicht (0-10 cm) erreichte

Etela mit 10,4 cm cm⁻³ die signifikant höchste

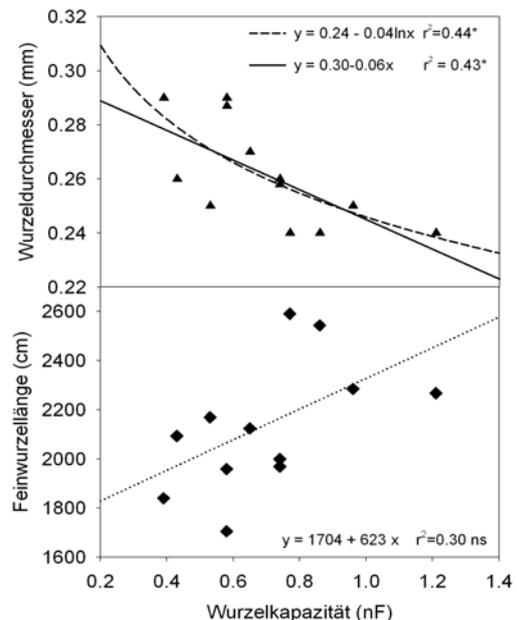


Abb. 4: Beziehung Kapazität zu (a) Wurzelradius und (b) Feinwurzellänge

Fraktion der Feinwurzeln ($\varnothing < 0,1$ mm) gewählt, weil diese am ehesten auch die im elektrischen Messwert enthaltene Wurzelfunktionalität widerspiegeln. Es zeigte sich der erwartete negative Zusammenhang zum Durchmesser und eine tendenziell positive, jedoch nicht signifikante, Beziehung zur Länge.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Futterweizensorte Etela erreichte eine deutlich höhere oberirdische Biomasse im Vergleich zu den Qualitätsweizensorten Sulamit und Ilias. Dies zeigt sich auch am sortentypischen Ertragsmittel, das im mehrjährigen Durchschnitt über fünf Standorte im mährischen Teil Tschechiens bei Etela mit 105 % höher liegt als bei Sulamit (88 %) und Ilias (98 %). Für das Jahr 2007 erreichten die Relativerträge am Versuchsstandort 102 % bei Etela, 93 % bei Sulamit und 89 % bei Ilias. Dies spiegelt die höchste Trockentoleranz von Sulamit im Vergleich der drei Sorten wieder, die als einzige im Trockenjahr 2007, nach geringer Winterfeuchte und beinahe ausbleibenden Niederschlägen im April, im Ertragsmittel über dem mehrjährigen Durchschnitt lag.

Etela wies eine hohe Durchwurzelungsdichte vor allem in der oberen Bodenschicht auf, während Sulamit und Ilias eine stärkere Tendenz zum Tiefenwachstum des Wurzelsystems hatten. Die Feuchtebedingungen im Versuchsjahr mit weitgehender Abhängigkeit der Pflanzenwasserversorgung von den aktuellen Niederschlägen, ermöglichten der flacher wurzelnden Sorte Etela dennoch eine weitgehende Realisierung ihres Ertragspotentials. Auch die gemessene Wurzelkapazität war bei Etela am höchsten. Die Beziehungen von Wurzellänge und –durchmesser zur Kapazität entsprachen den Modellerwartungen, waren jedoch nicht sehr eng. Dies kann auf die geringe Bodenfeuchte (hoher Bodenwiderstand) zum Messzeitpunkt, den Einfluss der Wurzelfunktionalität, der bildanalytisch nicht bestimmbar ist, sowie auch auf die dielektrischen Eigenschaften des Wurzelrindengewebes (ϵ in Gl. 1) zurückzuführen sein.

Die Ergebnisse legen ein Vorgehen mit gemeinsamer Nutzung der beiden Messmethoden nahe, in dem eine erste Selektion auf Sortenunterschiede auf Basis der indirekten kapazitiven Methode erfolgt und darauf aufbauende gezielte Erhebungen detaillierter Wurzelparameter über ein bildanalytisches Verfahren durchgeführt werden, vor allem hinsichtlich Tiefenverteilung. Auf dieser Grundlage ist eine verbesserte Berücksichtigung von Wurzeleigenschaften in der Pflanzenzüchtung und Sortenprüfung im Hinblick auf Ertragsstabilität, Wasser- und Nährstoffnutzungseffizienz möglich.

Summary

The root system of three winter wheat cultivars was characterized using image analysis as well as by its electrical capacitance. Etela had the highest shoot:root ratio and roots were concentrated in the upper soil layer. Both Ilias and Sulamit showed a higher tendency towards deeper rooting. The highest root capacitance was found for Etela. Capacitance was negatively correlated to root diameter and positively to root length. The results suggest a combination of scanning large plant populations by capacitance measurements followed by a detailed root characterization of some pre-selected cultivars using image analysis.

Literatur

- Chloupek, O., 1977. Evaluation of the size of a plant's root system using its electrical capacitance. *Plant Soil* 48, 525-532.
- Dalton, F.N., 1995. In-situ root extent measurement by electrical capacitance methods. *Plant Soil* 173, 157-165.
- Himmelbauer, M.L., Loiskandl, W., Kastanek, F., 2004. Estimating length, average diameter and surface area of roots using two different image analysis systems. *Plant Soil* 260, 111-120.

Autoren

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur Wien

² Department für Pflanzenwissenschaften, Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz, Mendel Universität für Land- und Forstwirtschaft Brno

Danksagung

Die vorliegenden Untersuchungen fanden im Rahmen eines von der Österreichischen Forschungsgemeinschaft (ÖFG) geförderten MOEL Projektes an der Mendeluniversität Brno (MUAF) statt. Der Erstautor bedankt sich bei der ÖFG für die finanzielle Unterstützung und bei den Kollegen der MUAF für die exzellente Zusammenarbeit.

Einfluss der Kornqualität auf die Ethanolausbeute bei Weizen und Triticale

Influence of grain quality to the ethanol yield from wheat and triticale

MICHAEL OBERFORSTER

Einleitung

Derzeit werden 4,3 % des österreichischen Treibstoffbedarfes durch alternative Treibstoffe abgedeckt. Bis Oktober 2008 soll dieser Anteil auf 5,75 %, bis 2010 auf 10 % steigen. Im Bioethanolwerk Pischelsdorf bei Tulln, welches im Mai 2008 seinen Betrieb aufnimmt, werden neben Mais und Rübensaft hauptsächlich Weizen und Triticale zu Ethanol verarbeitet. Eine hohe Ethanolausbeute je Gewichtseinheit Rohstoff ist für die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens wesentlich. Diese wird durch Merkmale der Kornqualität in unterschiedlichem Maße beeinflusst.

Material und Methoden

Der Auswertung liegen einfaktorielle Weizen- und Triticaleversuche von 2005 bis 2007 aus dem Trockengebiet, dem Alpenvorland, dem Mühl- und Waldviertel und der Steiermark zugrunde. Die Parzellenfläche variierte von 8,1 bis 13,5 m², die Prüfglieder (Sorten, Zuchtlinien) waren drei- bis vierfach wiederholt. Als Parameter der Kornqualität wurden das Tausendkorngewicht (g TS.), das Hektolitergewicht (kg/hl), der Proteingehalt (% TS., nach Dumas) und der Stärkegehalt (% TS., polarimetrische Methode nach Ewers gemäß RL 72/199/EWG idgF.) bestimmt. In Laborgärversuchen der „Zuckerforschung Tulln Ges.m.b.H.“ wurde die Ethanolausbeute (l Ethanol/dt Korntrockenmasse) ermittelt.

Eine intervarietale Korrelation bezieht sich auf Ergebnisse unterschiedlicher Genotypen bei gleichen Bedingungen. Intervarietale Korrelationen sind insbesondere für züchterische Strategien relevant. Die intravarietale Korrelation stellt die Ergebnisse eines Genotyps aus unterschiedlichen Umwelten in einer Maßzahl dar. Sie gibt Hinweise zu Umweltwirkungen (Jahr, Standort) und produktionsbedingten Einflüssen.

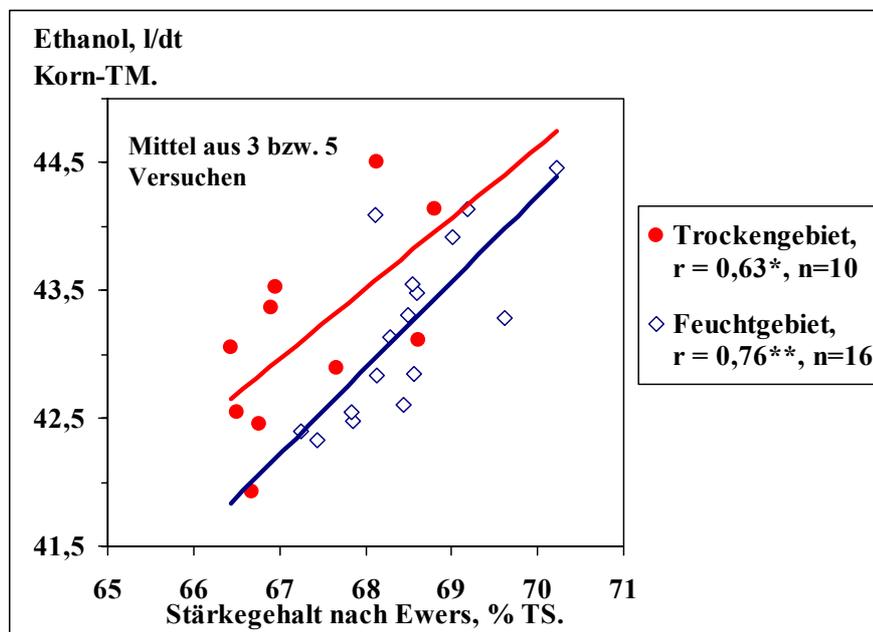


Abbildung 1: Winterweizen 2007 – Intervarietale Beziehung zwischen Stärkegehalt und Ethanolausbeute (Trockengebiet: Mittel aus 3 Versuchen, 10 Sorten; Feuchtgebiet: Mittel aus 5 Versuchen, 16 Sorten)

Ergebnisse und Diskussion

Nach ROSENBERGER et al. (2000) und KUČEROVÁ (2007) wird die Ethanolausbeute primär durch den Stärkegehalt, der mit dem Proteingehalt negativ korreliert ist, bestimmt. Weiters wirken die Stärkebeschaffenheit (Anteil vergärbare Stärke) sowie unbekannte Faktoren ein.

Winterweizen Trockengebiet 2007 (Intervarietale Beziehungen zur Ethanolausbeute): Großkörnige Genotypen lieferten tendenziell mehr Stärke ($r = 0,70^*$) und Ethanol ($r = 0,45$). Wegen der primär auf die Erzeugung von Backweizen ausgerichteten N-Düngestrategie lagen die Proteingehalte im Mittel zwischen 12,9 und 14,7 %. Diese für Ethanolweizen überhöhten Werte drückten erwartungsgemäß die Stärkegehalte auf 66,4 bis 68,8 %. Ein signifikant negativer Korrelationskoeffizient ($r = -0,61^*$) bestätigt dies. Die Ethanolausbeute differierte zwischen 41,9 l bei der Sorte SW Maxi und 44,5 l pro dt Korn trockenmasse bei Balaton.

Tabelle 1: Winterweizen 2007 – Intervarietale Einfachkorrelationen (r) von Parametern der Kornqualität zur Ethanolausbeute (Trockengebiet: Mittel aus 3 Versuchen, 10 Sorten; Feuchtgebiet: Mittel aus 5 Versuchen, 16 Sorten)

Merkmal / Region	Tausend- korn- gewicht, g TS.	Hekto- liter- gewicht, kg	Roh- protein, %	Stärke- gehalt, %	Ethanol- ausbeute l/dt TM.
Trockengebiet (n = 10)					
Mittelwert	36,7	80,6	13,8	67,3	43,1
Spannweite	32,9-39,3	75,7-83,6	12,9-14,7	66,4-68,8	41,9-44,5
Tausendkorngewicht	–	0,47	-0,13	0,70*	0,45
Hektolitergewicht	–	–	0,76**	0,00	-0,33
Rohprotein	–	–	–	-0,61*	-0,75**
Stärkegehalt	–	–	–	–	0,63*
Feuchtgebiet (n = 16)					
Mittelwert	39,9	81,0	12,8	68,5	43,2
Spannweite	35,5-43,8	78,5-84,5	11,9-14,0	67,3-70,2	42,3-44,5
Tausendkorngewicht	–	0,32	0,42	-0,28	-0,54*
Hektolitergewicht	–	–	0,76**	-0,35	-0,45*
Rohprotein	–	–	–	-0,49*	-0,55*
Stärkegehalt	–	–	–	–	0,76**

* : $P < 0,05$ (signifikant), Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 5 %

** : $P < 0,01$ (hoch signifikant), Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1 %

Winterweizen Feuchtgebiet 2007 (Intervarietale Beziehungen zur Ethanolausbeute): Die Versuche lieferten mehrheitlich ein proteinarmes Erntegut. Jedoch ist die Beziehung zwischen Protein- und Stärkegehalt undeutlich (im Mittel $r = -0,49^*$). Ein schwach negativer Einfluss der Kornausbildung auf die Ethanolausbeute ist erkennbar ($r = -0,54^*$ bzw. $-0,45^*$). Die Sorte Jenga zeigte trotz Kleinkörnigkeit und geringem Hektolitergewicht die höchsten Stärke- (70,2 %) und Ethanolwerte (44,5 l). Die Variation der Ethanolausbeute war zu 58 % ($r = 0,76^{**}$) von den Unterschieden im Stärkegehalt bestimmt. Weshalb die Ethanolausbeute im Feuchtgebiet bei vergleichbarem Stärkegehalt um 5 bis 7 l pro Tonne Korn trockenmasse unter jener des Pannonikums blieb, ist derzeit nicht eindeutig zu beantworten.

Winterweizen Feuchtgebiet 2005 bis 2007 (Intravarietale Beziehung zum Stärkegehalt): Der Stärkegehalt wird wesentlich von den Schwankungen des Proteingehalts geprägt ($r = -0,47^*$ bis $r = -$

0,83**). Partien mit höherem Eigengewicht lieferten tendenziell weniger Stärke. Insbesondere war dies bei Augustus, Capo und Ludwig zu sehen ($r = -0,48^*$ bis $r = -0,60^{**}$). Die Korngröße nimmt kaum Einfluss. Entgegen Literaturangaben (KRATSCH 2003, FARAK et al. 2007) war eine gute Kornausbildung der Ethanolausbeute somit kaum förderlich (OBERFORSTER und KÖHLDORFER 2007). Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass glasige und proteinreiche Partien häufig höhere Hektolitergewichte zeigen als mehlig.

Wintertriticale 2005 bis 2007 (Intravarietale Beziehung zum Stärkegehalt): Die Analyse von 10 Versuchen und 4 Sorten (Madilo, Mungis, Polego, Triamant) belegt, dass der Stärkegehalt überwiegend von der Variation des Rohproteins ($r = -0,67^*$ bis $r = -0,86^{**}$) und Tausendkorngewichtes ($r = 0,56^*$ bis $r = 0,89^{**}$) bestimmt wird. Zunehmende Eigengewichte wirken sich auf die Stärkegehalte teilweise günstig aus ($r = 0,00$ bis $r = 0,70^*$). Bei kleinkörnigem, geschrumpftem und proteinreichem Erntegut ist demnach mit verminderten Ausbeuten zu rechnen.

Tabelle 2: Wintertriticale – Intravarietale Einfachkorrelationen (r) von Parametern der Kornqualität zum Stärkegehalt (10 Versuche von 2005 bis 2007, 4 Sorten)

Sorte	Tausendkorngewicht	Hektolitergewicht	Rohprotein
Madilo	0,56*	0,40	-0,73**
Mungis	0,89**	0,70*	-0,86**
Polego	0,68*	0,25	-0,67*
Triamant	0,67*	0,00	-0,80**

Zusammenfassung

Winterweizen: Eine Züchtung auf niedrigen Proteingehalt ist für überdurchschnittliche Stärke- und Ethanolausbeuten am effizientesten. Mit jedem Prozent mehr Stärke steigt die Ausbeute an Ethanol um 5,5 bis 6,5 l pro Tonne Korntrockenmasse. Im Vergleich dazu ist ein genetisch hohes Tausendkorn- und Hektolitergewicht weniger relevant.

Wintertriticale: Sortentypisch niedrige Proteinwerte sind für überdurchschnittliche Stärke- und Ethanolgehalte bedeutsam. Einer entsprechenden Kornausbildung kommt im Vergleich zu Weizen jedoch mehr Gewicht zu. Intravarietal wird der Stärkegehalt überwiegend von der Variation der Merkmale Rohprotein und Tausendkorngewicht bestimmt.

Literatur

- FARACK, M., C. GUDDAT, E. SCHREIBER, G. BARTHELMES, M. BÖHME und M. SACHER, 2007: Sortenempfehlungen für die Produktion von Bioethanol. Getreidemagazin 4, 244-249.
- KRATSCH G., 2003: Rohstoff für Bioethanol. Vergleich von Wintergetreidearten, Sortenwahl und Anbaugestaltung. Neue Landwirtschaft 7, 42-44.
- KUČEROVÁ, J., 2007: The Effect of Year, Site and Variety on the Quality Characteristics and Bioethanol Yield of Winter Triticale. Journal of the Institute of Brewing (Brno) 113, 2, 142-146.
- ROSENBERGER, A., H.-P. KAUL, T. SENN und W. AUFHAMMER, 2000: Optimierung der Produktion von Wintergetreide zur Bioethanolherstellung durch unterschiedlich intensive Anbauverfahren. J. Agronomy & Crop Science 185, 55-65.
- OBERFORSTER, M. und R. KÖHLDORFER, 2007: Genetische und umweltbedingte Variation des Stärkegehaltes von Weizen und Triticale in Hinblick auf die Bioethanolherzeugung. Bericht über die 58. Tagung 2007 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 105-109.

Autor

DI Michael OBERFORSTER, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien; E-mail: michael.oberforster@ages.at

Einfluss verschiedener Parameter auf den Mykotoxingehalt von Winterweizen – Versuchsdurchführung mit Hilfe eines neuen statistischen Modells

Influence of various parameters on the mycotoxin of winter wheat - experimental implementation with the help of a new statistical model

MARTIN BÄCK, HUBERT KÖPPL, GUENTHER PILZ & GÜNTHER WENDT

Einleitung

Verschiedene Parameter beeinflussen den Mykotoxingehalt von Winterweizen, so z.B. die Vorfrucht, die Witterung zur Blüte, aber auch produktionstechnische Maßnahmen wie z.B. der Einsatz von Fungiziden. Die Landwirtschaftskammer Oberösterreich hat gemeinsam mit der Universität Linz in zwei Jahren drei Versuche dazu durchgeführt. Im folgenden wird der Versuch von 2007 vorgestellt. Aus Methoden der abstrakten Algebra kommt überraschenderweise eine Möglichkeit, Kombinationen von "Zutaten" zu einem Endprodukt mit einer geringeren Anzahl an Versuchspartikeln zu testen, ohne dass die Qualität der Ergebnisse darunter leidet. In der Landwirtschaft können diese Zutaten z.B. Düngemittel oder Pflanzenschutzmittel sein. Dieses statistische Verfahren wird derzeit v.a. außerhalb der Landwirtschaft, z.B. bei der Forschung & Entwicklung von Lacken angewendet. Dabei wird jede Zutat auf derselben Anzahl von Versuchsfeldern getestet ("Fairness gegenüber den Zutaten") und jedes Versuchsfeld bekommt dieselbe Zahl an Zutaten ("Fairness gegenüber den Versuchsfeldern"). Auch kann zugleich noch erhoben werden, ob die Zutaten unabhängig sind oder sich gegenseitig fördern oder behindern. Typischerweise kommt man bei 5 bis 10 Zutaten schon mit etwa der doppelten Anzahl von Versuchsfeldern aus.

Material und Methoden

Im folgenden wird der Versuchsplan von 2007 dargestellt:

	Blattbehandlung	Blütenspritzung	Bioaktiv	Kalk-Stickstoff	Schwefeldünger
Parzelle 1	Ja	Ja	nein	nein	ja
Parzelle 2	Ja	nein	ja	nein	ja
Parzelle 3	Ja	nein	nein	ja	ja
Parzelle 4	Nein	ja	ja	nein	ja
Parzelle 5	Nein	ja	nein	ja	ja
Parzelle 6	Nein	nein	ja	ja	ja
Parzelle 7	Ja	ja	ja	nein	nein
Parzelle 8	Ja	ja	nein	ja	nein
Parzelle 9	Ja	nein	ja	ja	nein
Parzelle 10	Nein	ja	ja	ja	nein

Am Betrieb Ing. Franz Kastenhuber in Bad Wimsbach-Neydharting wurde diese Versuchsanlage 2007 zweifach wiederholt durchgeführt. Es kamen folgende Produkte zum Einsatz:

- Blattbehandlung: 0,6+0,6 l/ha Champion+Diamant (ES 39)
- Blütenspritzung: 1,0 l/ha Input (ES 65)
- Bio Aktiv: 500 g/ha im Frühjahr mit der Unkrautbekämpfung
- Kalkstickstoff: 300 kg/ha als 2. N Gabe
- Schwefeldünger: Schwedokal 80 fl mit 3 l/ha zur Unkrautbekämpfung, mit 4 l/ha in ES 49 und mit 3 l/ha in ES 65

Der Versuch wurde auf Ertrag, DON Gehalt und sowie Tausendkorngewicht, Hektoliter-Gewicht und Proteingehalt ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2007 dargestellt:

Parameter	Grundertrag	95%-Konfidenzintervall	Einfluss verschiedener Maßnahmen				
			Blattbehandlung	Blütenspritzung	bio-aktiv	Kalkstickstoff	Schwedokal 80 fl
Ertrag in kg/ha	7650	386	474 ¹	440 ¹	409 ¹	-990 ¹	39
DON in µg/kg	480	195	110	-327 ¹	100	80	-167
TKG in g	49,1	1,0	0,367	0,833	-0,433	-0,280	0,657
hl-Gewicht in kg	70,6	1,44	-0,95	0,55	-0,92	-1,75 ¹	3,52 ¹
Protein in %	12,4	0,349	0,250	0,217	0,417 ¹	0,250	-0,517 ¹

¹ mit 95 %-iger Sicherheit

Es zeigte sich erwartungsgemäß, dass die Blattbehandlung den DON Gehalt tendenziell erhöhte, während die Blütenbehandlung den DON Gehalt signifikant reduziert hat. Dieses Ergebnis deckt sich sehr gut mit den bisherigen Versuchsergebnissen der Landwirtschaftskammer OÖ bzw. mit denen anderer Versuchsansteller. Mit Bio-aktiv und Kalkstickstoff konnte der DON Gehalt im Gegensatz zum Schwefeldünger (Schwedokal 80 fl) nicht gesenkt werden.

Der Ertrag konnte durch die Blatt- und die Blütenbehandlung im erwarteten Bereich gesteigert werden. Der Ertragsrückgang durch Kalkstickstoff ist schwer erklärbar, könnte aber vielleicht mit der trockenen Witterung im Versuchsjahr 2007 zusammenhängen und darf nicht überbewertet werden.

Zusammenfassung

Mit dem Versuchsdesign der Universität Linz konnte der Einfluss verschiedener Parameter auf den Mykotoxingehalt untersucht werden. Hauptziel war die Untersuchungen der Praxistauglichkeit des Modells. Es zeigte sich, dass mit weniger Versuchspartellen die erwarteten Ergebnisse erzielt werden konnten und diese Versuchsanlage für die landwirtschaftliche Forschung interessant sein kann. Dieses Modell ist jedoch nur für bestimmte Fragestellungen einsetzbar („Ja/nein“ Fragen).

Autor/en

DI Martin Bäck
Landwirtschaftskammer OÖ, 4021 Linz, Auf der Gugl 3, e-mail: martin.baeck@lk-ooe.at

DI Hubert Köppl
Landwirtschaftskammer OÖ, 4021 Linz, Auf der Gugl 3, e-mail: hubert.koeppel@lk-ooe.at

Prof.Dr. Dr.h.c. Guenter Pilz, Head of the Inst. of Algebra
Johannes Kepler Universitaet Linz, 4040 Linz, Austria, e-mail: Guenter.Pilz@jku.at

Dr. Gerhard Wendt
Johannes Kepler Universitaet Linz, 4040 Linz, Austria, e-mail: Gerhard.Wendt@algebra.uni-linz.ac.at

Sortenmischungen bei Winterweizen im Biolandbau: Auswirkungen auf Krankheitsauftreten, Ertrag und Qualität

Variety mixtures of winter wheat in ecologic farming: Effects on diseases, yield and quality parameters

CLEMENS FLAMM

Einleitung

Die Getreidezüchter schaffen fortwährend neue Sorten, die über teilweise bessere Anbaueigenschaften verfügen (AGES 2008). Eine Sorte mit sehr guten Resistenzen gegenüber allen Krankheiten, kombiniert mit höchsten Erträgen und guter Qualität wird es jedoch auch zukünftig kaum geben. Sortenmischungen versprechen eine Verbesserung dieser Lage. Laut Literatur (FINCKH 2002, HUSEMANN 2003) verhalten sich Sorten in Mischungen anders als in Reinbeständen. Der Befall von Pflanzenkrankheiten wird durch Mischungen reduziert (RAMGRABER 1990, BEER 1994). Weiters erhöht sich durch Mischungen die Ertragsstabilität, die Qualitätsparameter werden aber meist nur gering beeinflusst (FINCKH et al. 2005). Unter Biobedingungen wurden diese Untersuchungen in Österreich noch nicht ausreichend in Exaktversuchen erhoben. In der vorliegenden Versuchsreihe sollten daher die Auswirkungen auf Feld- und Qualitätsparameter von Winterweizen-Sortenmischungen im Vergleich zu den Reinbeständen erhoben werden.

Material und Methoden

In den Jahren 2006 bis 2007 wurden an 5 Winterweizen Bio-Wertprüfungs-Standorten im Trockengebiet (Loosdorf, Obersiebenbrunn und Sitzendorf) und Alpenvorland (Lambach und Oftring bzw. Thening) zusätzlich zu den Sorten noch 2 Mischungen (1:1) angebaut. Dazu wurden „Capo + Erla Kolben“ sowie „Capo + Exklusiv“ verwendet. Die Auswahl der Sorten erfolgte auf Grund der Unterschiede in der Krankheitsresistenz, im Wuchsverhalten und Ertrag. Bei der Reifezeit wurde auf möglichst hohe Ähnlichkeit geachtet (BEER 1994). In den einfaktorischen Versuchen variierten die Parzellengrößen von 8,5-10 m² in 3-4-facher Wiederholung. Krankheiten wurden nach dem Notenschema 1 bis 9 (1 = sehr geringe Lagerung, sehr geringer Krankheitsbefall, sehr geringe Blattabreife; 9 = sehr starke Lagerung, sehr hoher Krankheitsbefall, sehr starke Blattabreife) erhoben (BUNDESAMT 2002).

Für die Beurteilung der Ertragssicherheit nach dem dynamischen Konzept wurde die Methode der Standardabweichung der Relativerträge nach SCHWARZBACH (1989, Mittlere Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert) verwendet. Qualitativ wurden das Tausendkorngewicht (g, TS.), das Hektolitergewicht (kg), der Proteingehalt (%), nach Dumas, der Feuchtkleber gemäß ICC-Standard Nr. 137, die Quellzahl nach BERLINER und KOOPMANN (1929), der Sedimentationswert gemäß ICC-Standard Nr. 116/118 sowie die Fallzahl gemäß ICC-Standard Nr. 107 festgestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Bei den Feldparametern wurden (Abb. 1) keine statistisch absicherbaren Unterschiede (T-Test) zwischen dem Mittel der Einzelkomponenten und der Sortenmischung festgestellt. So korrelieren die Parameter Braunrost, Lagerung, Blattabreife und Blattseptoria sehr hoch ($r = 0,76^*$ bis $0,99^{**}$). Die Viröse Gelbverzwergung korrelierte wegen geringer Streuung nicht ($r = 0,09$ n.s.). Die festgestellten Unterschiede der Prüfglieder sind ausschließlich vom Genotyp abhängig. So liegen zum Beispiel die Braunrost- und Lagerungswerte von Capo und Erla Kolben höher als bei Capo und Exklusiv, da Erla Kolben dafür anfälliger ist.

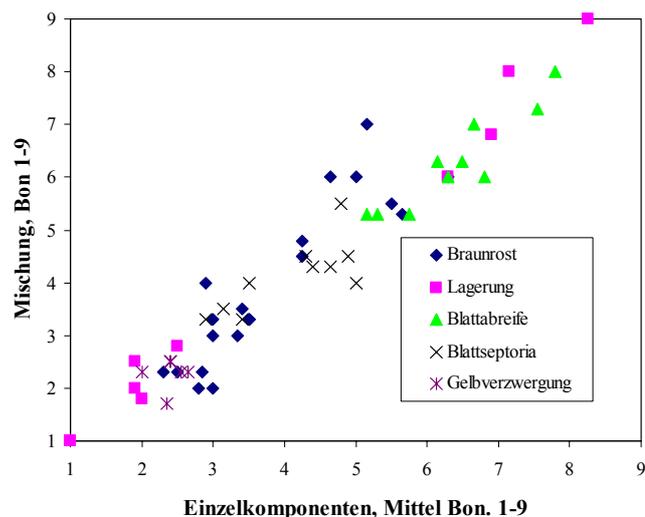


Abb. 1: Vergleich der Mittelwerte des Winterweizen Reinanbaues zu Sortenmischungen bei Lagerung, Krankheiten und Blattabreife

Der Kornertrag und die meisten Qualitätsmerkmale der Sortenmischungen liegen ebenfalls in der Nähe des errechneten Mittels (Tab.1, Tab.2). Eine Ausnahme stellen die Merkmale Klebergehalt und Sedimentationswert dar. Diese erhöhen sich bei Capo und Erla Kolben durch den Mischbau und liegen über dem jeweils höheren Wert der Einzelkomponente. Die Fallzahl hingegen verringerte sich bei diesen Sorten.

Tab.1: Vergleich der Winterweizen Sortenmischung Capo-Exklusiv zum Reinanbau in Ertrag und Qualität (10 Versuche 2006-2007)

Sorten	Kornertrag		1000-Korn-Gew.	HL-Ge-wicht	Pro-tein	Kle-ber*	Quell-zahl* Q0	Sedi-menta-tions-wert	Fall-zahl
	dt/ha	Rel.-%	g TS.	kg	%	%	ml	ml	sec.
Capo	58,9	107	38,0	84,0	12,3	30,0	17,9	43,6	363
Exklusiv	55,0	100	38,7	82,5	13,2	31,0	19,0	47,1	405
Mittel	57,0	104	38,4	83,3	12,8	30,5	18,5	45,4	384
Capo + Exklusiv	58,2	106	37,8	83,2	12,8	30,9	17,5	45,8	377

* Kleber und Quellzahl nur von 8 Versuchen

Tab. 2: Vergleich der Winterweizen Sortenmischung Capo-Erla Kolben zum Reinanbau in Ertrag und Qualität (10 Versuche 2006-2007)

Sorten	Kornertrag		1000-Korn-Gew.	HL-Ge-wicht	Pro-tein	Kle-ber*	Quell-zahl* Q0	Sedi-menta-tions-wert	Fall-zahl
	dt/ha	Rel.-%	g TS.	kg	%	%	ml	ml	sec.
Capo	58,9	107	38,0	84,0	12,3	30,0	17,9	43,6	363
Erla Kolben	49,9	90	36,6	82,4	13,1	29,6	20,0	45,1	369
Mittel	54,4	99	37,3	83,2	12,7	29,8	19,0	44,4	366
Capo + Erla Kolben	53,9	98	36,9	83,4	12,9	30,4	18,9	45,6	348

* Kleber und Quellzahl nur von 8 Versuchen

Ertragsstabil ist eine Sorte dann, wenn sie unter verschiedensten Umweltbedingungen einen der standörtlichen Güte entsprechenden Ertrag, das heißt bezogen auf das Versuchsmittel (Durchschnitt aller

Sortenleistungen) einen konstanten Relativertrag erbringt (AGES, 2008). Je geringer die Standardabweichung der Relativerträge ist, umso ertragsstabiler ist die Sorte. Es zeigte sich, dass durch eine Sortenmischung die Ertragsstabilität verbessert wurde. Die Mischungen lagen sogar an der Spitze aller verglichenen Sorten.

Tab. 3: Ertragsstabilität bei Winterweizen 2006-2007 (Standardabweichung der Relativerträge, Reihung nach steigender Ertragsstabilität, 10 Versuche)

Sorte	Standardabweichung	Sorte	Standardabweichung
Indigo	15,65	Blasius	5,79
Eriwan	12,47	Bitop	4,52
Pireneo	7,69	Antonius	4,48
Saturnus	6,68	Exklusiv	4,45
Erla Kolben	6,13	Capo + Erla Kolben	3,89
Capo	6,09	Capo + Exklusiv	3,08

Zusammenfassung

In den Jahren 2006 und 2007 wurden an 5 Standorten Sortenmischversuche mit Winterweizen durchgeführt. Es zeigte sich, dass die meisten Parameter der Mischung ähnlich dem errechneten Mittel der Einzelsorten waren. Tendenzen bei einigen Eigenschaften konnten festgestellt werden; diese waren jedoch nicht absicherbar. Nur bei der Ertragsstabilität zeigte sich, dass diese durch den Mischanbau deutlich erhöht wird. Landwirte können im Einzelfall Erfolg mit Mischungen haben, die positiven Effekte sollten aber nicht überbewertet werden. Falls die Entscheidung zu einer Mischung fällt, sollten nicht mehr als 2-3 Sorten angebaut werden und die Verwertung des Erntegutes gesichert sein. Damit kein Mischungspartner unter einem zu hohen Standortnachteil leidet, sind Grenzstandorte zu vermeiden.

Literatur

- AGES (Hrsg.): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2008. Wien, 2008.
- BEER, E.: Sortenmischungen bei Wintergerste, ein Element des Integrierten Pflanzenschutzes. Gesunde Pflanzen 7, 1994.
- BERLINER, E. und KOOPMANN, J.: Kolloidchemische Studien am Weizenkleber nebst Beschreibung einer Kleberprüfung. Z. f. d. ges. Mühlenwesen 6, 57-63, 1929.
- BUNDESAMT und Forschungszentrum für Landwirtschaft (Hrsg.): Methoden für Saatgut und Sorten. Richtlinien für die Sortenprüfung. Schriftenreihe 59/2002 des BFL, 2002.
- FINCKH, M.R.: Sortenmischungen bei Getreide: Eine Chance für die ökologische Qualitätsproduktion. SÖL Berater-Rundbrief 2/02, 2002.
- FINCKH, M.R., BUTZ, A., LÜTZKENDORF, K., GREINER, E. und SCHULZE-SCHILDDORF, G.: Ertragsstabilität und Qualität von Weizensortenmischungen im Ökologischen Anbau. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. In HESS, J. und RAHMANN, G., (Hrsg.): Ende der Nische, Kassel, 2005.
- HUSEMANN, M.: Gute Gemenge-Lage. DLZ 3, 2003
- RAMGRABER, L.: Krankheitsverlauf innerhalb von Sortenmischungen von Sommergerste und Winterweizen. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler innerhalb der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, Irdning, 265-273, 1990.
- SCHWARZBACH, E.: Ertrag und Ertragsstabilität von Sojabohnen in Österreich und angrenzenden Gebieten. Arbeitstagung 1989 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler, Gumpenstein, 223-230, 1989.

Autor

DI Clemens Flamm, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, 1226 Wien; E-mail: clemens.flamm@ages.at

Erfolgreicher Rapsanbau!

Ergebnisse eines dreijährigen Exaktversuches 2004-2007

Successful cultivation of rapseed

ROBIER JOHANN, HÖFLER WERNER & PFERSCHER JOSEF

Einleitung:

Raps ist zweifellos die bedeutendste Ackerkultur für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe. Der Preis für Rapsöl ist inzwischen höher als für Sonnenblumenöl. Die Kultur hat sich bewährt und der Anbau von der Saat bis zur Ernte birgt keine größeren Probleme.

Material und Methoden:

Der dreijährige Rapsversuch des landwirtschaftlichen Versuchsreferates am Betrieb Reiter-Haas in Weitendorf bei Wildon gibt interessante Tipps für einen erfolgreichen Rapsanbau. Die Fragestellungen des Versuches waren:

optimale Saatzeitpunkt,

die ideale Saatstärke

und die Sortenfrage.

Der Saatzeiten reichten von Ende August (am 30. 8 im Jahre 2004) bis Anfang Oktober (am 14. 10. im Jahre 2005).

Die Saatstärke von 35 bis 80 Körner je m², das ist, je nach Tausendkornmasse, 1,5 bis 4,5 kg Saatemenge/ha.

Eine weitere Frage war die Unterscheidung von Linien- und Hybridsorten. Im Versuch waren dies Californium als Liniensorte und die Sorte Extra als Hybrid.

Die Düngung entsprach der guten, sachgerechten Praxis mit einer Güllegabe im Herbst (15 m³), im Frühjahr (27 m³) und einer Spätdüngung mit 50 kg Reinstickstoff (185 kg Kalkammonsalpeter).

Ergebnisse und Diskussion

Der frühe Saattermin ließ immer deutlich höhere und stärkere Rapspflanzen heranwachsen.

Die Hybridsorte wuchs bei gleichem Saattermin der Liniensorte jeweils davon.

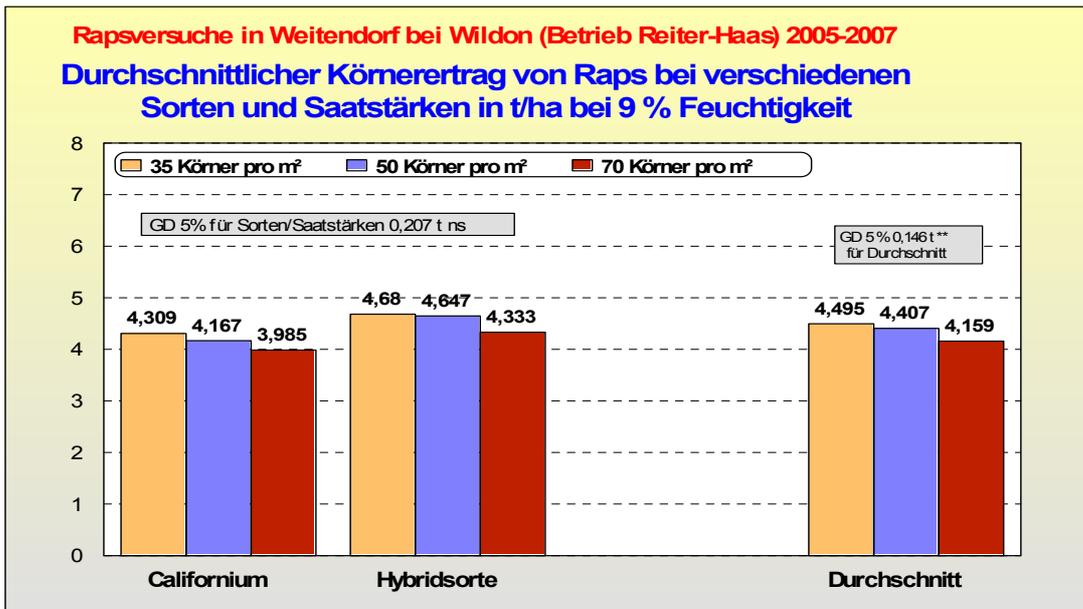
Der späte Saattermin im Oktober zeigte eine deutlich schlechtere Kultur, obwohl der Ertrag bei der Ernte mit 1.700 kg(Californium) bis 2.200 kg (Extra) im Jahr 2006 doch noch überraschte. Das Jahr 2007 stellte die Ernteergebnisse des Jahres 2006 auf den Kopf, der späte Saattermin am 4. Oktober warf den höchsten Ertrag ab. Der Drusch bei der späten Saat war im Jahr 2006 drei Wochen später als bei der frühen Saaten. Der späte Saattermin kann jedoch trotzdem nicht empfohlen werden.

Im Jahre 2006 zeitigte die Sorte Extra beim frühesten Saattermin und bei der niedrigsten Saatstärke mit 4,7 Tonnen /ha den höchsten Ertrag. Im Jahr 2007 warf der frühe und der späte Saattermin gleiche Erträge ab.

Der ideale Saattermin liegt zwischen 1. bis 20. September.

Je geringer die Saatemenge, desto höher der Ertrag, dies besonders bei der Hybridsorte. 70 Körner/m² oder 4,5 kg/ha bringen einen gesichert niedrigeren Ertrag als die Variante mit nur 2 kg/ha. Dies zeigte sich über alle Jahre.

Das Auszählen der Pflanzen im Herbst brachte ein interessantes Ergebnis zu Tage. Die Saat von 35 Körnern/m² ließ 33 Pflanzen heranwachsen, bei der Saat von 70 Körnern/m² könnten nur 45 Pflanzen gezählt werden. Ergebnis: Höhere Pflanzenzahlen verdrängen sich selbst.



Mit 2-3 kg/ha oder 35 -50 Körner/m² erreichen wir die besten Erträge.

Die Sorte Hybridsorte Extra ist 2006 und 2007 im Ertrag gesichert besser als die Liniensorte. Sie brachte um 600 kg/ha mehr als die Sorte Californium. Der relativ geringe Ertrag beider Sorten im Jahre 2007 lässt sich mit dem Witterungsverlauf dieses Jahres, dem trockenem April und dem heißen Juni, erklären.

Die Hybridsorten sind spätsaatverträglich und bringen bei den niedrigsten Saatstärken die besten Erträge.

	<u>Liniensorte:</u>	<u>Hybridsorte:</u>
2006 (14.10.2005)	1.873 kg	2.564 kg
2007 (02.10.2006)	3.253 kg	3.496 kg
	35 Körner /m ²	80 Körner /m ²
2005	5.360 kg	4.640 kg
2006	4.054 kg	3.894 kg
2007	3.549 kg	3.438 kg

Zusammenfassung

Frühe Saat x niedriger Saatstärke x Hybridsorte = hoher Ertrag!

Summary

Early sowing x low sowing intensity x hybridsort = high harvest

Mitarbeiter

Die Anlage des dreijährigen Versuches war auf den Feldern von Fam. Reiter-Haas, Obmann der SEEG, dankenswerter Weise möglich. Die Planung, Anlage, Betreuung und Auswertung erfolgte durch das Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen, mit Josef Pferscher, Werner Höfler, Manfred Drexler.

Autor

Dir. Dr. Robier Johann, Leiter des Versuchsreferates Stmk, Hatzendorf 181,
 johann.robier@stmk.gv.at
 Weitere Ergebnisse finden sie im Internet unter www.versuchsreferat.at.

Wasser- und Stoffflüsse eines Gebirgs- und eines Talstandortes anhand von Lysimeterversuchen im Grünland

Comparison of water- and nutrientsflows of an alpine site with those of an typically grassland site by lysimetric analysis

MONIKA SEEBACHER¹, ANDREAS BOHNER² & PETER LIEBHARD¹

Einleitung

Wasser ist eines der wichtigsten Güter des menschlichen Gebrauchs. Die Versorgung mit Trinkwasser ist ein Grundrecht jedes Menschen und muss sowohl in ausreichender Menge als auch in entsprechender Qualität gesichert sein. Der Boden in seinen vielfältigen Funktionen, im Besonderen in seiner Filter- und Speicherwirkung, ist hierfür entscheidend. Quell- und Grundwasser nehmen weltweit einen wesentlichen Anteil bei der Trinkwasserversorgung ein. In der Steiermark kommen ca. 65% des Trinkwassers aus dem Grundwasser. Das Klima, die Schnee- und die Infiltrationsmengen sind an der Höhe der Grundwasserneubildungsrate beteiligt. Die zunehmend intensivere Landnutzung und die klimatischen Veränderungen führen dazu, dass regional die Grundwasserversorgung nicht ausreichend gewährleistet ist. Mit Hilfe von Lysimeterwerten werden Bodenwasserhaushalt, Sickerwasser- und Grundwasserneubildungsmenge sowie Stoffaustragsmengen mit dem Sickerwasser von einem repräsentativen österreichischen Grünlandstandort mit einem nahe liegenden extensiv genutzten Almstandort verglichen.

Material und Methoden

Der Versuch wurde an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Lysimeterstandorte (Gumpenstein und Stoderzinken) liegen im „Steirischen Ennstal“. Der Standort Gumpenstein befindet sich in der Grauwackenzone und stellt einen regional-typischen Grünlandstandort dar (700 m Seehöhe, Jahresmitteltemperatur 6,9°C, Jahresniederschlagsmenge 1031 mm, Schneedeckenperiode 101 Tage). Der Standort Stoderzinken in den Nördlichen Kalkalpen repräsentiert einen Almstandort (1830 m Seehöhe, jährliche Durchschnittstemperatur 2006 2,7°C Jahresniederschlag 2006 1660 mm, Schneedeckenperiode 190 Tage).

Die Versuchsfläche am Standort Gumpenstein entspricht einer Frauenmantel- Glatthaferwiese und wird dreimal pro Jahr gemäht. Gedüngt wird mit Hyperphosphat (90 kg P₂O₅,ha⁻¹) und mit Patentkali (zwei mal 100 kg K₂O ha⁻¹). Der Boden ist eine tiefgründige Braunerde aus fluvioglazialen Sedimenten mit der Bodenart lehmiger Sand. Der Wasserhaushalt wird als frisch bewertet. Zur Quantifizierung der Nährstoffausträge mit dem Sickerwasser werden die Sickerwassermengen mit Hilfe eines monolithischen Feldlysimeters erfasst (kreisförmige Oberfläche von 1 m² und eine Tiefe von 1,5 m; BOHNER und EDER, 2006). Zusätzlich befinden sich im Lysimeter TRASE Sonden zur Messung des vol. Bodenwassergehalts in den Tiefenstufen 10, 15, 25, 45, 70, 100 und 130 cm Bodentiefe, sowie Th2 Bodentemperaturfühler in den Tiefenstufen 5, 10, 20, 40, 50 und 100 cm Bodentiefe. Witterungsdaten wurden in der nahebefindlichen Klimastation aufgezeichnet.

Die Lysimeteranlage am Stoderzinken wurde im Sommer 2005 errichtet. Das Umland ist eine Almfläche, die beweidet wird. Der unmittelbare Bereich um den Lysimeter ist mit einem Zaun geschützt und musste daher 2006 gemäht werden. Die Versuchsfläche wurde nicht gedüngt. Der Bodentyp ist ein Komplex aus einem krumenpseudovergleyten Kalkbraunlehm und einer Kalklehm-Rendzina. Der Wasserhaushalt ist ebenfalls als frisch bzw. nivigen- krumenwechselfeucht einzustufen. Die Nährstoffausträge werden mit einem monolithischen Feldlysimeter ermittelt. Es ist ein wägbaren Lysimeter mit einer Oberfläche von 1 m² und einer Tiefe von 1 m. Auch am Standort Stoderzinken wurde der Lysimeter mit TRIME EZ und TRIME IZ- Sonden ausgestattet, die nach dem TDR-Prinzip arbeiten, um den vol. Bodenwassergehalt in den Tiefenstufen 5, 30, 60 und 90 cm zu ermitteln. Der Lysimeter ist mit Tensiometern in den gleichen Tiefenstufen ausgestattet, mit denen neben der Wasserspannung auch die Bodentemperatur gemessen wird. Die Klimadaten stammen aus der eigens errichteten Klimastation am Versuchsstandort. Der Erfassungszeitraum für den Vergleich war Jänner 2006 bis 30. Juni 2007.

Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 und Abbildung 2 sind der Verlauf der **Bodenwassergehalte** in % in verschiedenen Tiefenstufen im Jahr 2006 angeführt. Die grundlegenden Unterschiede sind einerseits auf den unterschiedlichen Bodentyp, die Bodenart; der Mächtigkeit des Bodens und andererseits auf die Vegetationsdecke (Wirtschaftsgrünland – magere Almvegetation) zurückzuführen. Beiden Standorten gemeinsam ist, dass sich in einem speziellen Tiefenbereich des Bodens genau dem Witterungsverlauf und der Vegetation anpasst, relativ große Schwankungen ergaben. Am Standort Gumpenstein wies der Bereich zwischen 10 und 15 cm Bodentiefe (liegt im A- Horizont), während die höchste Schwankung am Standort Stoderzinken der Tiefenbereich von 30 cm Bodentiefe war, der im B-Horizont liegt. Alle übrigen Bodentiefen wiesen im Jahresverlauf nur geringe Schwankungen auf.

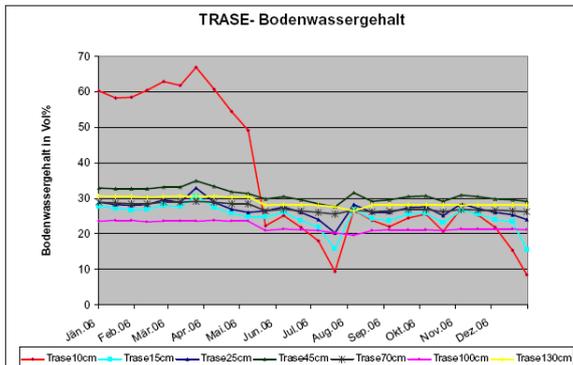


Abb.1: Bodenwassergehalt in Vol. % im Jahresverlauf; Standort Gumpenstein

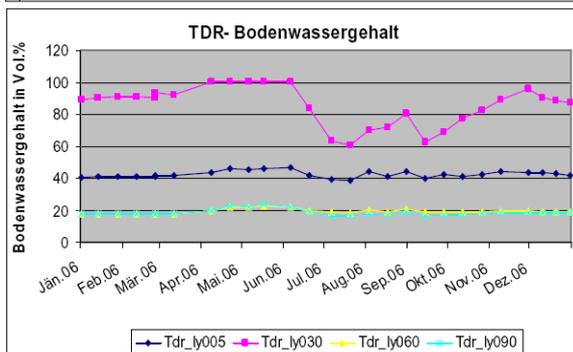


Abb.2: Bodenwassergehalt in Vol. % im Jahresverlauf; Standort Stoderzinken

Im Jahre 2006 wurde am Standort Gumpenstein eine Sickerwassermenge von 695 mm ermittelt, was 62% des Jahresniederschlags entsprach. Es zeigte sich, dass die höchsten Sickerwassermengen während der Schneeschmelze und in Perioden mit hohen Niederschlägen, in Perioden mit geringem Pflanzenwachstum im Frühjahr und nach der Mahd anfielen. Es wurde in dieser Arbeit auch der Anteil des Schmelzwassers an der Grundwasserneubildung im Jahr 2006 ermittelt, der am Standort Gumpenstein bei 218 mm Sickerwasser lag, was 31% der gesamten **Grundwasserneubildung** des untersuchten Jahres entsprach. Am Standort Stoderzinken wurde im Jahr 2006 eine Sickerwassermenge von 2925 mm gebildet. Beinahe das ganze Jahr über kam es zu beträchtlichen Mengen an Sickerwasser. Gründe dafür sind die hohe Niederschlagsmenge, die geringe Mächtigkeit des Bodens, sowie die spärlichere Vegetation, welche geringere Wassermengen benötigte als jene am Standort Gumpenstein. Der Anteil des Schmelzwassers an der Grundwasserneubildung lag im Jahr 2006 bei 2125 mm, was 72% der gesamten Sickerwassermenge entsprach.

Die **Stoffkonzentrationen** im Sickerwasser 2006 waren an beiden Standorten sehr gering, wie es Tabellen 1 und 2 zeigen.

Im Sickerwasser war die Menge an gelösten Stoffen am Standort Stoderzinken generell sehr niedrig und teilweise nahe an der Nachweisgrenze. Die höchste Konzentration wies im Jahresdurchschnitt Calcium mit $0,29 \text{ mg l}^{-1}$ auf. Am Standort Gumpenstein kam es im Jahresdurchschnitt zu etwas höheren Konzentrationen. Der mit Abstand höchste Wert wurde bei Sulfat, mit $76,12 \text{ mg l}^{-1}$, gemessen. Ursache waren die Düngung und der Eintrag über die Nasse und Trockene Deposition. Die Konzentrationsmesswerte lagen bei jeder Einzelmessung an beiden Standorten wesentlich unter den kritischen Grenzwerten.

Tab. 3: Konzentration in mg l⁻¹ ausgewählter Elemente im Sickerwasser am Standort Gumpenstein und Stoderzinken im Jahr 2006

Standort	Jahr	mg·l ⁻¹										
		PO ₄	NO ₂	NO ₃	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	DOC*
Gumpenstein	2006	0,00	0,01	4,31	0,02	0,11	1,29	34,60	5,45	0,64	76,12	4,95
Stoderzinken	2006	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,29	0,07	0,00	0,02	0,00

Anhand der Konzentrationen und der Sickerwassermenge wurden die ausgewaschenen Stoffmengen im Jahr 2006 errechnet (Tabelle 2). Im Jahr 2006 kam es am Standort Stoderzinken aufgrund der hohen Sickerwassermenge zu wesentlich höheren Austragsmengen als in Gumpenstein. Einen hohen Einfluss hatten die geringe Aufwuchsmenge, der Bodentyp und die höhere Jahresniederschlagsmenge, vor allem in Form von Schnee. Auf beiden Standorten wurden die Elemente Calcium, Magnesium und Sulfat in höchster Menge ausgewaschen. Die Quartalswerte unterscheiden sich auf beiden Standorte stark voneinander (Werte nicht angeführt).

Tab. 4: Nährstoffaustragsmengen in kg ha⁻¹ ausgewählter Elemente im Sickerwasser am Standort Gumpenstein und Stoderzinken im Jahr 2006

Standort	mm	kg ha ⁻¹									
	SW	N _{anorg.}	K	P	Mg	Cl	Na	Ca	S	doc	
Gumpenstein 2006	695,29	7,67	0,74	0,08	36,30	4,27	8,98	240,70	159,00	33,63	
Stoderzinken 2006	2925,5	7,69	3,72	0,37	157,91	3,33	5,38	1.188,26	43,06	34,72	

Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Die erwarteten Unterschiede bezüglich Bodenwassergehalts, Sickerwasseranfall und Grundwasserneubildungsmenge sowie der Austragsmengen ausgewählter Elemente wurden im Zeitraum Jänner 2006 bis Ende Juni 2007 aufgrund der Standort- und Klimaunterschiede bestätigt. Die Bodenwassergehaltswerte waren im Jahresverlauf und auch in den jeweiligen Tiefenstufen unterschiedlich. Ursache waren der unterschiedliche Bodentyp und die Bodenart sowie die Vegetationsdecke mit den unterschiedlichen Aufwuchsleistungen.

Die Grundwasserneubildungsmenge war am Standort Stoderzinken mehr als viermal höher als in Gumpenstein, obwohl an diesem Talstandort 695 mm gemessen wurden. Die höhere Schneemenge, die insgesamt höhere Jahresniederschlagsmenge, die niedrigere mittlere Temperatur und der geringere Wasserverbrauch durch den Pflanzenbestand waren die Ursache. Die Konzentration an gelösten Stoffen war am Stoderzinken aufgrund der extrem hohen Sickerwassermenge niedrig. Auch in Gumpenstein bleiben die Gehaltswerte unter den Grenzwerten der Grundwasser-schwellwertverordnung. Die Ergebnisse zeigen weiters die hohen Unterschiede im jahreszeitlichen Anfall des Sickerwassers. Große Schneemengen sind für eine hohe Grundwasserneubildungsmenge erforderlich.

Summary

In this study the soil water content, the groundwater recharge and the amount of seepage water as well as the amount of leaching losses of nutrients which are carried out with the seepage water of an typical Austrian grassland site has been compared with those of an alpin pasture, by lysimeter studies. The climate and the amounts of wet deposition were also taken into consideration.

Literatur

Seebacher, Monika., 2008. Vergleich der Wasser- und Stoffflüsse eines Gebirgs- und eines Talstandortes anhand von Lysimeterversuchsergebnissen im Grünland. Diplomarbeit; Universität für Bodenkultur Wien.

Autoren

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur Wien

² Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg Gumpenstein

Eine Feldstudie zum Auftreten von Virusinfektionen in Spargel (*Asparagus officinalis* L.) in norddeutschen Ertragsanlagen

Field study on the occurrence of virus infections in asparagus (*Asparagus officinalis* L.) in North Germany

MARTINA BANDTE, ELISE GRUBITS, SUSANNE VON BARGEN, FRANK RABENSTEIN, DIETER WEBER, FRANK UWIHS & CARMEN BÜTTNER

Einleitung

Aus Spargelertragsanlagen wird von einem Krankheitsbild berichtet, dass sich durch ein vorzeitiges Absterben von Pflanzen äußert und unter ökonomischen Erwägungen zu einer Verkürzung der Standzeit des Spargels in den Anlagen führt. Die Anlagen verlieren zumeist schon nach fünf bis zehn Jahren Standzeit ihre Wirtschaftlichkeit. Das Absterben, in der Literatur als „asparagus decline“ bezeichnet geht einher mit einer Reduktion in Anzahl und Größe der zu erntenden Spargelstangen bis hin zum Absterben der Krone (Yang, 1979). Als Ursache werden sowohl verschiedene Pathogene als auch abiotische Faktoren diskutiert, die einzeln oder interagierend zu diesem Krankheitsbild führen (Elmer, 2001, Knaflowski et al., 2008). Zu den bisher häufig in solchen Anlagen nachgewiesenen pflanzenpathogenen Viren gehören *Asparagus virus 1* (AV-1), *Asparagus virus 2* (AV-2), *Cucumber mosaic virus* (CMV) und *Tobacco streak virus* (TSV) (Fallon et al., 1986, Bertaccini, 1990), wodurch signifikante Ertragsverluste auftreten können (Evans et al., 1990). Mit der vorliegenden Studie soll die Häufigkeit und das Ausmaß von Virusinfektionen in norddeutschen Spargelertragsanlagen festgestellt werden. Ein besonderer Fokus liegt auf der Differenzierung von Einzel- und Mischinfektionen und in der Überprüfung des Einflusses von Standort, Pflanzenalter und Spargelsorte.

Material und Methoden

Spargelkraut von Einzelpflanzen ausgewählter Ertragsanlagen Norddeutschlands wurden mit Hilfe des enzyme-linked-immunosorbent assay (ELISA) auf eine Infektion mit AV-1, AV-2 und CMV geprüft. Dazu wurde das Probenmaterial aus den sich in Alter und erwartetem Ertragsniveau unterscheidenden Spargelanlagen entnommen. Darüber hinaus wurde Spargelkraut aus einer Berliner Spargelanlage mit sechsjährigen Pflanzen entnommen, um die Anfälligkeit der drei Sorten 'Eposs', 'Rambo' und 'Ramos' im Hinblick auf eine Infektion mit AV-1 und CMV zu bewerten.

Der Nachweis von AV-2 erfolgte mit Hilfe eines indirekten ELISA, wobei die Antikörper und das Testprotokoll von Agdia (Linaris GmbH, Wertheim, Germany, Prod. Nr. SRA71000) Verwendung fanden. Ein double-antibody sandwich (DAS) ELISA wurde zum Nachweis von AV-1 und CMV eingesetzt. Spezifische Antikörper gegen AV-1 (Rabenstein et al., 2006) und CMV (Proll & Richter, 1972) stammten aus der Serumbank des Institutes für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Quedlinburg. Alternativ kam ein CMV-Antiserum zum Einsatz, das von Dr. Joachim Hamacher (Agro-Horti-Testlabor, Bonn, Germany) zur Verfügung gestellt wurde. Die optische Dichte der Proben wurde photometrisch bei 405 nm ermittelt. Als virusinfiziert waren die Proben zu bewerten, wenn deren optische Dichte mindestens das zwei fache der gesunden Kontrollpflanzen betrug. Die ELISA-Ergebnisse wurden stichprobenmäßig überprüft, in dem eine mechanische Inokulation zur Übertragung der Erreger auf die krautigen Indikatorpflanzen *Chenopodium quinoa* Willd., *Cucumis sativus* L und *Nicotiana tabacum* L. var. "Samsun" vorgenommen wurde (Hein, 1969).

Ergebnisse und Diskussion

Im Allgemeinen zeigte das Spargelkraut der infizierten Pflanzen keine charakteristischen virusverdächtigen Symptome. Einige Phyllokladien ließen Chlorosen erkennen oder zeigten Deformationen; diese Symptome korrelierten nicht mit einer Virusinfektion.

Etwa ein Sechstel des getesteten Pflanzenmaterial war als virusfrei anzusprechen. Eine Einzelinfektion konnte an etwa der Hälfte des Spargelkrauts festgestellt werden, wobei am Häufigsten das AV-1 nachzuweisen war. Bemerkenswert ist, dass nach einer Kultivierung von vier Monaten schon 12% der ge-

testeten Pflanzen virusinfiziert waren und diese ausschließlich durch das AV-1 bedingt ist. Vermutlich spiegelt diese Infektionsrate den Grad der Kontamination des zur Pflanzung des jeweiligen Spargelfelds verwendeten Pflanzenmaterials. Die spätere Verbreitung in der Anlage – bis zu 98% innerhalb von sieben Jahren – kann durch die Übertragung der Viren durch Blattläuse oder mechanisch wie beispielsweise durch Spargelmesser bei der Ernte erfolgen. Kegler und Mitarbeiter (1991) konnten im Puffer, der zum Abspülen des Spargelstechers benutzt wurde, elektronenmikroskopisch die fadenförmigen Partikeln des AV-1 nachweisen. Ob neben dieser Art der Übertragung auch noch andere Mechanismen, wie beispielsweise durch Sporen des Spargelrostes (*Puccinia asparagi*), eine Rolle spielen (Knaflewski et al. 2008), müssen weitere Untersuchungen klären.

Mischinfektionen durch zwei virale Krankheitserreger waren bei einem Drittel der Spargelpflanzen zu zeigen. Dabei traten Mischinfektionen aus CMV und AV-1 am Häufigsten auf. Keine der untersuchten Spargelpflanzen wies eine Einzelinfektion mit dem AV-2 oder eine Mischinfektion aus AV-1, AV-2 und CMV auf.

Der Anteil virusinfizierter Pflanzen - insbesondere der Mischinfektionen - steigt mit dem Alter der Spargelanlage. Im Hinblick auf die drei Spargelsorten 'Eposs', 'Rambo' und 'Ramos' konnte kein signifikanter Unterschied im Anteil AV-1-infizierter Pflanzen ermittelt werden. Dagegen besteht vermutlich ein Zusammenhang in der Anfälligkeit gegenüber einer CMV Infektion und der Spargelsorte. So waren etwa 80% der Spargelkrautproben der Sorten 'Ramos' und 'Eposs' CMV-infiziert, während es bei der Sorte 'Rambo' nur 42% waren.

Erste Arbeiten zur serologischen und molekularen Charakterisierung von in Deutschland an Spargel vorkommenden Viren weisen darauf hin, dass weitere, bisher nicht identifizierte Poty- und Tobamoviren auftreten können (Rabenstein et al. 2007).

Die weite Verbreitung von Viren in den untersuchten Spargelbeständen erfordert die Entwicklung angepasster Diagnosemethoden, um eine differenziertes Monitoring der verschiedenen Viren zu ermöglichen. Hierauf aufbauend könnte für ausgewählte Spargelsorten zukünftig virusfreies bzw. virusgetestetes Pflanzenmaterial zur Verfügung stellen werden. Darüber hinaus ist für die gezielte Entwicklung von Resistenzprüfmethoden eine genaue Charakterisierung der Viren eine wesentliche Vorbedingung. Hierfür ist es erforderlich, neben den biologischen, morphologischen und serologischen Eigenschaften der in Deutschland an Spargel vorkommenden Viren, auch deren molekulare Genomorganisation zu ermitteln.

Zusammenfassung

Einzelproben von Spargelkraut ausgewählter norddeutscher Ertragsanlagen wurde auf eine Infektion mit dem *Asparagus virus 1* (AV-1), *Asparagus virus 2* (AV-2) und *Cucumber mosaic virus* (CMV) getestet mit Hilfe des enzyme-linked-immunosorbent assay (ELISA). Darüber hinaus wurde Spargelkraut sechsjähriger Pflanzen von drei weit verbreiteten Sorten aus einem Berliner Spargelfeld entnommen und untersucht, um daraus deren Anfälligkeit für eine Infektion mit AV-1 und CMV abzuleiten.

Ein Sechstel der getesteten Pflanzen waren als virusfrei anzusprechen. Etwa die Hälfte des untersuchten Spargelkrauts wies eine Virusinfektion mit einem Erreger auf, wobei AV-1-Infektionen dominierten. Mischinfektionen mit zwei Viren waren bei einem Drittel der Spargelproben nachweisbar. Am Häufigsten traten Mischinfektion durch AV-1 und CMV auf. Keine der Proben ließ eine Infektion mit allen drei untersuchten Viren erkennen, noch eine Einzelinfektion mit AV-2. Der Anteil der virusinfizierten Pflanzen - insbesondere der mischinfizierten - stieg mit dem Alter der Spargelanlage. Sortenunterschiede zeigten sich ausschließlich beim Anteil CMV-infizierter Pflanzen.

Summary

Fern samples from selected commercial asparagus stands throughout North Germany were tested individually for presence of *Asparagus virus 1* (AV-1), *Asparagus virus 2* (AV-2) and *Cucumber mosaic virus* (CMV) by enzyme-linked-immunosorbent assay (ELISA). Furthermore, fern samples of six year old asparagus plants from a stand located in Berlin were taken to evaluate the sensitivity of three common varieties to AV-1 and CMV.

Only a sixth part of the tested plants could be addressed as virus-free. An infection with a single virus was displayed by approximately half of the fern samples whereas infections with AV-1 dominate.

Mixed infection with two viruses were detectable in a third of the asparagus plants. An infection with CMV and AV-1 occurred most frequently. None of the investigated plants indicated a triple infection or a single infection with AV-2. The proportion of virus-infected plants, especially mixed infections increased with the age of the asparagus crop. Exclusively the proportion of CMV infected plants differs with the asparagus variety.

Literatur

- Bertaccini, A., Giunchedi, L., Poggi Pollini, C. 1990. Survey on asparagus virus diseases in Italy. *Acta Hort.* 271:279-284.
- Elmer, W. H. 2001. The economically important diseases of asparagus in the U.S.. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2001-0521-01-RV.
- Evans, T. A., DeVries, R. M., Wacker, T. L., Stephens, C. T. 1990. Epidemiology of asparagus viruses in Michigan asparagus. *Acta Hort.* 271: 285-290.
- Falloon, P. G., Falloon, L. M., Grogan, R. G. 1986. Survey of California asparagus for *asparagus virus I*, *asparagus virus II*, and *tobacco streak virus*. *Plant Dis.* 70:103-105.
- Hein. A. 1969. Über Viruskrankheiten des Spargels (*Asparagus officinalis* L.): Spargelvirus 1: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 76: 395-406.
- Kegler, H., Schmidt, H. B., Wolterstorff, B., Reinhardt, I., Weber, I., Proll, E. 1991. Zur Ausbreitung von Viren in Spargelanlagen. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* 27: 251-258.
- Knaflewski, M., Fiedorow, Z., Pawlowski, A. 2008. Viral diseases and their impact on asparagus performance and yield. *Acta Hort.* 776:191-198. http://www.actahort.org/books/776/776_23.htm
- Proll, E., Richter, J. 1972. Serologische Untersuchungen mit dem Gurkenmosaikvirus. I. Virusreinigung und Antiserumherstellung. *Archiv für Pflanzenschutz* 8: 347-359.
- Rabenstein, F., Schubert, J., Ehrig, F., Habekuss, A., Krauthausen, H.-J., Müller, J. 2006. Identifizierung und Differenzierung von Viren an Spargel. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft.* 400: 211.
- Rabenstein, F., Schubert, J., Habekuss, A. 2007. Identification and differentiation of viruses in asparagus plantings in Germany. 10th Int. Plant Virus Epidemiology Symposium, ICRISAT, 15.-19.10.2007, Hyderabad, India, p. 144.
- Yang, H. 1979. Early effects of viruses on the growth and productivity of asparagus plants. *HortSci.* 14:734-735.

Autoren

- Dr. Martina Bandte, Elise Grubits, Dr. Susanne von Bargaen und Prof. Dr. Carmen Büttner, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin, E-mail: martina.bandte@agrar.hu-berlin.de oder phytomedizin@agrar.hu-berlin.de
- Dr. Frank Rabenstein, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Institut für Epidemiologie und Pathogeniagnostik, Erwin-Baur-Str. 27, D-06484 Quedlinburg
- Dieter Weber und Frank Uwihs, Landwirtschaftskammer Hannover, Geschäftsbereich Gartenbau, Heisterbergallee 12, D-30453 Hannover

Wirksamkeitsprüfung von Sekundärmetaboliten aus *Bacillus amyloliquefaciens*-Stämmen gegen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* an Blumenkohl (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)

On testing the effectiveness of secondary metabolites of *Bacillus amyloliquefaciens*-strains to antagonize *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)

STEPHAN RIETSCHEL, MARTINA BANDTE, HELMUT JUNGE,
RAINER BORRISS & CARMEN BÜTTNER

Zusammenfassung

Die Vorgehensweise einer *in vivo* Testung zur Prüfung der Wirksamkeit ausgewählter Formulierungen wird am Beispiel von Sekundärmetaboliten aus *Bacillus amyloliquefaciens*-Stämmen gegen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* an Blumenkohl Jungpflanzen vorgestellt. Die Wirksamkeit der Behandlung wird durch eine Bonitur der visuell sichtbaren Symptome erfasst und das Frischgewicht/Trockengewicht der Jungpflanzen ermittelt. Der Nachweis von *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* erfolgt sowohl durch Reisolierung mittels selektiver Nährmedien als auch mit der Polymerasekettenreaktion. Die aus den Untersuchungen resultierenden Möglichkeiten zum Einsatz von antibiotisch wirksamen Sekundärmetaboliten aus *Bacillus* sp. zur Kontrolle von *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* an Blumenkohl werden diskutiert.

Summary

A procedure to verify the efficiency of selected formulations of secondary metabolites of *Bacillus amyloliquefaciens*-strains to control *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in cauliflower seedlings is presented. The properties of the applications are determined by rating visual symptom development and measurement of fresh and dry weight of the seedlings. The detection of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* is carried out by selective culture medium as well as polymerase chain reaction (PCR). Possibilities to control *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in cauliflower by biological measures based on antibiotic active secondary metabolites of *Bacillus* sp. are discussed.

Autoren

Stephan Rietschel, Dr. Martina Bandte und Prof. Dr. Carmen Büttner, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin, E-mail: phytomedizin@agrar.hu-berlin.de

Dr. Helmut Junge, ABiTEP GmbH, Glienicke Weg 185, D-12489 Berlin

Prof. Dr. Rainer Borriß, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Biologie, Arbeitsgruppe Bakteriengenetik, Chausseestraße 117, D-10115 Berlin

***Rhizoctonia solani*: ein Problem im Biolandbau? – Exaktversuch als Lösungsansatz**

HERMANN WASCHL & WALTRAUD HEIN

Einleitung

Die Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) ist eine Pilzkrankung an Kartoffeln, die in allen Kartoffelanbaugebieten auftreten kann. Das Kennzeichen dieser Krankheit sind am Feld ungleichmäßiger Aufwuchs, Fehlstellen, sowie ein lückiger Bestand. Die Kartoffelstauden selbst sind welk, weisen ein stumpfes Grün auf; typische Erscheinungen sind Wipfelrollen, Luftknollenbildung am Stängel, am Stängelgrund ein weißer Belag, der als sogenannte Weißhosigkeit bezeichnet wird. Nach der Ernte ist die Krankheit an den Knollen in Form von Sklerotien und rauer Schale zu finden, außerdem durch die Bildung vieler kleiner, deformierter Knollen; bei einem Befall der Lentizellen wird es als dry core bezeichnet. Der Pilz überwintert als Sklerotium im Boden und lebt auf Kartoffelknollen. Die Ertragsverluste können bis zu 20 % betragen, die Qualitätsverluste bis zu 60 %; bei Stärkekartoffeln ist mit einer Minderung des Stärkeertrages zu rechnen.

Verwechslungsmöglichkeiten von *Rhizoctonia solani* bestehen mit Pulverschorf, Schwarzbeinigkeit, Blattrollkrankheit, Rollmosaikkrankheit und dry core mit Drahtwurmbefall. Befallsfördernde Faktoren sind auf jeden Fall eine zu enge Fruchtfolge, ungünstige Witterungsbedingungen zur Aussaat, zu viel organische Masse im Boden, sowie starke Unkrautbildung. Naturgemäß ist die biologische Landwirtschaft von diesem Problem stärker betroffen als die konventionelle, weil als Dünger zu Kartoffeln entweder Stallmist eingesetzt wird oder Klee gras vor Kartoffeln in der Fruchtfolge steht oder beide Faktoren zusammentreffen. Bei einer Kartoffel-Saatgutproduktion in klimatisch ungünstigen Tal- und Beckenlagen, wo zwar für die Vermehrung der Kartoffel ideale Bedingungen herrschen, können alle diese Schwierigkeiten zu einer Aberkennung des Saatgutes führen.

Um die Probleme mit *Rhizoctonia solani* lösen und bekämpfen zu können, wurden im Rahmen eines österreichweiten Projektes im Biolandbau einige Feldversuche an unterschiedlichen Standorten angelegt.

Material und Methoden

Bei den Versuchen handelt es sich um einen Vergleich unterschiedlich befallener Knollen einer Sorte, und zwar DITTA, wobei die Variante „befallen“ nur einen schwachen Befall impliziert, die andere Variante weist keinen Befall auf. Die Idee, durch Belichtung grüne Knollen als Gegensatz zu den herkömmlichen hellen Knollen einzusetzen, scheiterte am späten Liefertermin für das Saatgut und einer zu schwachen Belichtungsquelle. Die derart behandelten Knollen waren nur schwach grün, was für eine Vergleichsvariante fast zu wenig war. Einen weiteren Faktor stellte der Erntetermin dar, von denen einer zur üblichen Erntezeit stattfand, einer rund 14 Tage später. An den Standorten Lambach, Lungau, Moarhof wurden in den Jahren 2006 und 2007 Exaktversuche durchgeführt. Ergänzend gab es im Jahr 2006 in Sitzendorf/Schmida sowie in Neustift/Mühlviertel noch Praxisversuche auf Betrieben, was 2007 nicht der Fall war.

Die ermittelten Daten umfassten Bonituren am Feld, wozu in erster Linie der Krankheitsbefall zählt, ebenso Ertrag und Qualität der geernteten Knollen. Die Qualität wird im Rahmen einer sogenannten Kellerbonitur erfasst, bei der alle Krankheiten und Schädlinge im Inneren der Knolle mit einem Bewertungsschema von 1-9-benotet werden. Anschließend werden die Proben einer organoleptischen Prüfung unterzogen, auf die grundsätzlich ein Befall mit *Rhizoctonia* keinen Einfluss hat.

Ergebnisse und Diskussion

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse konnten bisher noch nicht entscheidend zur Problemlösung beitragen. Der Befall mit *Rhizoctonia solani* war insgesamt nur sehr schwach, sodass auch die beiden unterschiedlichen Erntetermine keine wesentlichen Kriterien ausmachten.

Die Ergebnisse beinhalten die Knollenerträge, Boniturdaten, Stärkegehalte, Kellerbonituren, bei denen ein ganz besonderer Schwerpunkt auf alle möglichen Erscheinungsformen von *Rhizoctonia solani*

gelegt wurde, sowie die Verkostung. Faktoren, die nicht im direkten Zusammenhang mit dem Auftreten von *Rhizoctonia solani* stehen, werden hier nicht angeführt.

Knollen-, Stärkeerträge und Stärkegehalt

In *Tabelle 1* werden die Knollenerträge sowie Stärkegehalte und der daraus resultierende Stärkeertrag der Standorte Lambach, Lungau und Neustift aus dem Jahr 2006 dargestellt.

Tabelle 1: Knollen-, Stärkeerträge und Stärkegehalte der Versuche im Jahr 2006

Varianten	Lambach	Lungau	Neustift	Lambach	Lungau	Neustift	Lambach	Lungau	Neustift
	KNER (kg/ha)			STG%			STER (kg/ha)		
1. Ernte hell	25072	27762	14910	13,57	14,40	12,03	3402,3	3997,7	1793,7
1. Ernte dunkel	25889	24263	13731	13,48	14,40	11,98	3489,8	3493,9	1645,0
2. Ernte hell	24311	29511	15679	13,33	14,70	11,88	3240,7	4338,1	1862,7
2. Ernte dunkel	25022	27773	15269	13,34	14,60	11,63	3338,0	4054,9	1775,8
Mittelwert	25074	27327	14897	13,43	14,50	11,88	3367,7	3971,2	1769,3
GD 95%	2178,0	6329,0	4121,0						

Daraus geht hervor, dass die einzelnen Erntetermine relativ wenig Einfluss auf den Knollenertrag ausüben, wie hier zu sehen ist. Ein geringfügiger Anstieg ist durch die längere Verweildauer im Boden bedingt; aber weder ein höherer Stärkegehalt, noch gravierende Ertragsunterschiede kennzeichnen den 2. Erntetermin.

Tabelle 2 bringt die Knollenerträge, Stärkegehalte und Stärkeerträge der im Jahr 2007 an den Standorten Lambach, Moarhof und Lungau durchgeführten Versuche.

Tabelle 2: Knollen-, Stärkeerträge und Stärkegehalte der Versuche im Jahr 2007

Varianten	Lambach	Moarhof	Lungau	Lambach	Moarhof	Lungau	Lambach	Moarhof	Lungau
	KNER (kg/ha)			STG%			STER (kg/ha)		
1. Ernte nicht befallen	36741	23943	22816	13,80	11,40	13,30	5070,2	2729,5	3034,5
1. Ernte befallen	35330	22987	22601	13,60	11,20	13,30	4804,8	2574,5	3006,0
2. Ernte nicht befallen	40507	25131	20671	13,40	11,20	13,20	5428,0	2814,7	2728,6
2. Ernte befallen	37456	24946	20352	13,60	11,30	13,20	5094,0	2818,9	2686,4
Mittelwert	37508	24252	21610	13,60	11,30	13,30	5099,3	2734,4	2863,9
GD 95%	3985,0	3968,0	2471,0						

Auch hier sind keine großen Unterschiede zwischen 1. und 2. Erntetermin zu erkennen. Ein etwas höherer Knollenertrag beim 2. Erntetermin erscheint logisch; aber nicht einmal der Stärkegehalt zeigt beim 2. Erntetermin, der rund 14 Tage nach dem 1. liegt, einen Anstieg.

Kellerbonituren

Im Rahmen der sogenannten Kellerbonitur, die nach der Ernte dazu dient, Krankheiten und Schädlinge im Inneren der Knollen zu erkennen, wurde besonderes Augenmerk auf alle Erscheinungsformen von *Rhizoctonia solani* gelegt, siehe *Tabelle 3*.

Tabelle 3: Rhizoctonia-Befall nach Ernte bei Versuchen im Jahr 2006

Varianten	Lungau			Lambach			Neustift		
	Pocken	dry core	Deformation	Pocken	dry core	Deformation	Pocken	dry core	Deformation
Hell, 1. Ernte	2,38	1,75	2,63	2,0	2,25	3,88	3,5	1,0	2,25
Dunkel, 1. Ernte	2,25	1,50	2,88	2,05	2,25	3,23	3,75	1,25	2,0
Hell, 2. Ernte	2,88	1,50	3,00	2,00	2,25	3,88	4,75	1,75	2,5
Dunkel, 2. Ernte	2,88	1,38	2,88	2,25	2,75	5,25	3,75	1,75	2,5

Die Erscheinungen, die *Rhizoctonia solani* kennzeichnen, liegen beim 2. Erntetermin, wenn überhaupt, nur geringfügig über jenen des 1. Erntetermins. Das Saatgut war nicht befallen; die Variante „dunkel“ bezeichnet durch Lichteinfluss grün gewordene Knollen. Der Pockenbefall war generell sehr gering, wengleich dieser in Neustift insgesamt am stärksten war. Im Jahr darauf konnte schwach befallenes Saatgut verwendet werden, wobei die Varianten: „nicht befallen/befallen“ zur Verfügung standen. *Tabelle 4* gibt einen Überblick über den *Rhizoctonia*-Befall im Jahr 2007.

Tabelle 4: *Rhizoctonia*-Befall nach der Ernte bei Versuchen im Jahr 2007

Varianten	Moarhof			Lambach			Lungau		
	Pocken	dry core	Deformationen	Pocken	dry core	Deformationen	Pocken	dry core	Deformationen
1.Ernte, nicht befallen	2,0	2,0	2,0	2,0	3,75	3,5	2,67	2,0	2,0
1.Ernte, befallen	1,75	1,75	2,0	3,0	3,75	3,25	2,67	1,67	2,33
2.Ernte, nicht befallen	1,5	2,5	2,0	2,5	3,75	3,0	2,67	1,83	2,17
2.Ernte, befallen	2,25	2,0	2,0	2,75	4,0	3,5	3,33	2,0	2,0

Zusammenfassung

Weil *Rhizoctonia solani* ein großes Problem in der Kartoffelproduktion darstellt, besonders in der Kartoffel-Saatgutvermehrung, und hier vor allem in biologischer Wirtschaftsweise, wurden von der Abteilung Biologischer Ackerbau in den Jahren 2006 und 2007 Feldversuche zu diesem Thema durchgeführt. Dabei wurden an unterschiedlichen Standorten Versuche angelegt, wobei das Saatgut im Jahr 2006 nicht, im Jahr 2007 nur schwach mit *Rhizoctonia* befallen war. Die beiden Erntetermine im Abstand von rund 14 Tagen brachten nur geringfügige Ertragsunterschiede; sogar beim *Rhizoctonia*-Befall traten kaum Unterschiede auf. Im Jahr 2006 war der Herbst sehr trocken und warm, was keine Zunahme an Pocken erwarten lässt. Im Jahr 2007 gab es zwar kein trockenes Herbstwetter, trotzdem führte die 14 Tage längere Verweildauer im Boden zu keiner Zunahme an Pocken oder anderen *Rhizoctonia*-Symptomen. Während der Vegetationsperiode wurde eine Zählung der Triebe pro Pflanze vorgenommen, was zu keiner klaren Aussage führte und auch nicht direkt im Zusammenhang mit der Stärke des Auftretens der *Rhizoctonia*-Symptome steht.

Summary

Rhizoctonia solani is a bad disease on potatoes especially on seed-potatoes and in organic farming. To help the farmers with this problem we carried out several field trials on different locations. The seed-potatoes were not infected by *Rhizoctonia* in 2006, a little bit in 2007. In autumn we used two different harvesting dates which differed by about 14 days. The tuber-yields of both harvesting dates are almost the same; even all symptoms of *Rhizoctonia solani* do not differ much. During the vegetation period the sprouts per plant were counted, but there could not be found a direct connection to the symptoms of *Rhizoctonia solani*.

Autoren

Ing. Hermann WASCHL und DI Waltraud HEIN, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning, e-Mail: hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at

Einfluss von Folienüberdachung auf Fruchtqualität und Monilia-Spitzendürre-Infektionen bei biologisch produzierten Marillen

LOTHAR WURM & WALTER URSCHLER

Einen Markt für Bio-Marillen gibt es derzeit mangels Angebot nicht, obwohl eine Nachfrage gegeben wäre und in einigen Jahren der konventionelle Markt gesättigt sein könnte. Hauptproblem im Biologischen Marillenanbau stellt die Bekämpfung der Monilia-Spitzendürre und -fäule dar. Mittels einer Folienüberdachung soll getestet werden, ob dieses System als sinnvolle Alternative zu der im Bio-Anbau schwierigen chemischen Monilia-Bekämpfung empfohlen werden kann. Effekte der Überdachung auf die Reife, Fruchtqualität und auf das Spätfrostisrisiko wurden ebenfalls untersucht.

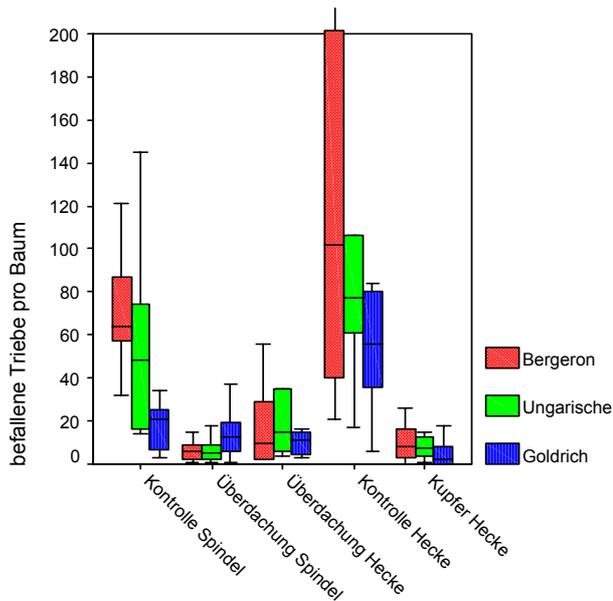
Material und Methode

Um zu klären ob eine wirtschaftliche Bio-Marillenproduktion möglich ist wurde 2005 eine bestehende Marillenanlage (Pflanzjahr 1998) des LFZ Klosterneuburg auf Bio-Bedingungen umgestellt. Als Sorten waren Ungarische Beste, Goldrich und Bergeron erzogen als Spindel (Pflanzsystem: 4 x 2m) und Schräge Hecke (Pflanzsystem: 4 x 4m) ausgewählt worden. Im Winter 2004/2005 wurde in dieser Versuchsanlage ein Gerüst als Basis einer Reihen-Folienüberdachung (System Brändlin) errichtet und in den darauffolgenden Jahren genutzt um einige Reihen ab Ballonstadium mit Folie abdecken zu können. 2005 und 2006 wurde die Folie in einigen Reihen bis zur Ernte belassen, in den restlichen Reihen Anfang Juni eingerollt. 2007 wurden alle folienüberdachten Reihen bereits Ende Mai wieder abgedeckt. Bei direkten Pflanzenschutzmaßnahmen diente die EU-Richtlinie 2092/91 für biologischen Landbau und die heimischen Zulassungsbestimmungen als Grundlage. Zum Blattfall und Austrieb wurde das ganze Quartier mit Kupfer behandelt. Ab Blühbeginn wurde nur mehr in einem Teil des Versuchsquartiers Kupfer ausgebracht. 2007 am 8.März umgerechnet 1000g Reinkupfer pro ha und am 16.März 250g Reinkupfer pro ha.

Im Sommer 2007 wurden weiters alle Bio-Varianten einer Sorte und eine IP-Variante aus einem anderen Quartier vierfach wiederholt vier Tage bei 10°C kühlgelagert und anschließend noch drei Tage bei 20°C nachgelagert. Vor der Einlagerung und nach der Auslagerung wurden die Fruchtfleischfestigkeit (Durofel-Gerät), der Gehalt an gelöster Trockensubstanz und der Säuregehalt bestimmt und zur Auslagerung jede Frucht auf Fruchtfäulebefall hin untersucht.

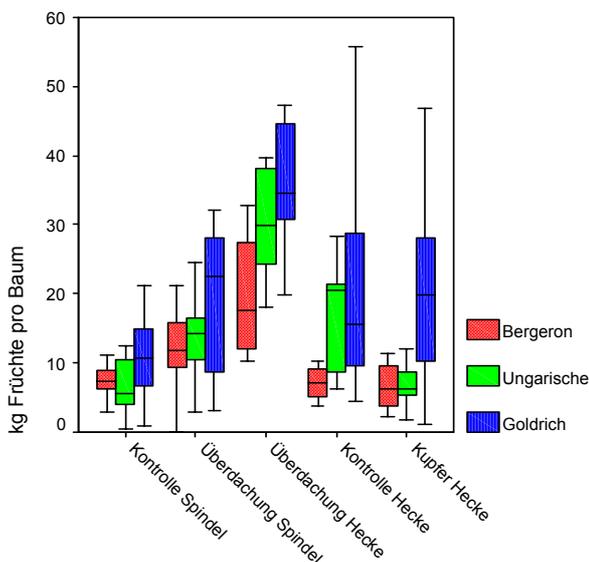
Ergebnisse

In den ersten zwei Versuchsjahren konnte kein Monilia-Spitzendürrebefall beobachtet werden. Auch andere Krankheiten oder Schädlinge verursachten nur geringfügige Schäden (etwas Raupenfraß an den Früchten). Der Fruchtansatz sämtlicher Varianten war hoch. Es konnte nur ein Sorteneinfluss auf Ertragshöhe und Fruchtgröße festgestellt werden. Die Temperaturmessungen während der Blüte zeigten, dass die Minimumtemperaturen unter der Folie bei Strahlungswetterlage um 0,5 bis 1°C höher bleiben und die Maximumtemperaturen im Sommer bei Windstille um etwa 5 bis 7°C über das Niveau im Freiland ansteigen. Bei Folienüberdachung bis zur Ernte bildeten die Früchte keine Deckfarbe aus, weshalb 2007 diese Variante nicht mehr weiterverfolgt wurde bzw. schon Ende Mai sämtliche Folienbahnen abgedeckt wurden. 2007 kam es erstmals zu massiven Monilia-Spitzendürreinfektionen. Durch die Kupferbehandlungen und die Folienüberdachung konnte der Befallsdruck im Vergleich zur Kontrolle signifikant niedriger gehalten werden (Graphik 1). Unterschiede zwischen Spindel und Hecke resultieren aus dem größeren Kronenvolumen der Hecke. Ein Sorteneinfluss war nicht gegeben.



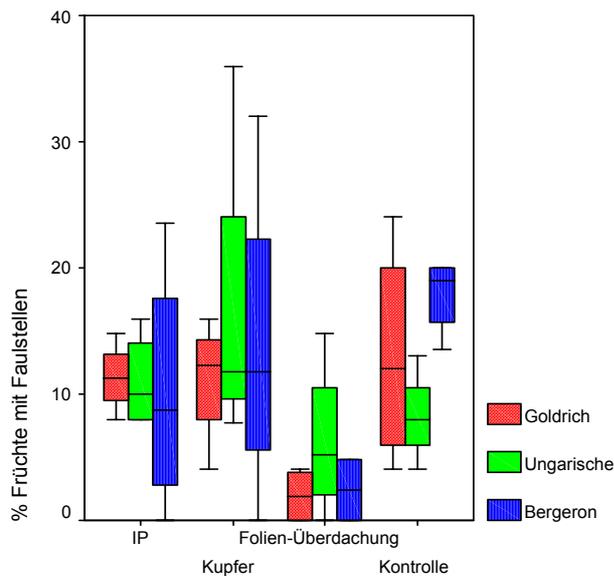
Graphik 1: befallene Triebe pro Baum 07

Ein etwas differenzierteres Bild ergibt die Auswertung des Fruchtertrages pro Baum (Graphik 2). Dabei ist wiederum das größere Kronenvolumen der Hecke zu beachten. Die Überdächung brachte eine signifikante Ertragssteigerung, während die Kontrolle und die Kupfer-Variante auf gleich niedrigem Niveau lagen. Offenbar hatte sich die Kupferanwendung negativ auf den Fruchtansatz ausgewirkt. Goldrich fruchtete signifikant stärker als Ungarische und Bergeron.



Graphik 2: kg Fruchtertrag pro Baum 07

Die im Rahmen des Lagerversuches erfolgte Auszählung der Früchte mit Faulstellen unterstrich ebenfalls eine signifikante, positive Wirkung der Überdächung (Graphik 3). Über alle Sorten betrachtet wiesen nur etwas mehr als 3% der Früchte aus Überdächung zur Auslagerung Fäulnisstellen auf. Die anderen Varianten, auch die IP-Variante, waren zu mehr als 10% befallen. Die normalerweise eher fäulnisempfindliche Sorte Ungarische Beste unterschied sich in diesem Versuch nicht von den beiden anderen Sorten. Ein Effekt der Überdächung oder der Kupferbehandlung auf die Fruchtfleischfestigkeit, den Gehalt an gelöster Trockensubstanz und den Säuregehalt war nicht gegeben, ein signifikanter Sorteneinfluss schon. Verkostungen mittels Dreieckstest bestätigten die Ergebnisse der Inhaltsstoffuntersuchungen. Auch in Bezug auf Schalenfehler wirkt sich die Folienüberdächung positiv aus, ein Effekt der schon in den zwei vorangegangenen Versuchsjahren beobachtet worden war.



Graphik 3: % Früchte mit Faulstellen

Fazit

Nach drei Versuchsjahren erscheint biologischer Marillenanbau prinzipiell machbar. Folienüberdachung bis etwa 6 Wochen vor Erntebeginn fördert den Fruchtansatz und die Ertragsleistung, erhöht den Anteil von schalenfehlerfreien Früchten der Klasse I und verbessert die Lagerfähigkeit der Früchte. Mangelnde Ausfärbung der Früchte wird nur dann zu einem Problem, wenn die Folie bis zur Ernte aufgezo-gen bleibt. Sicherem Schutz vor Spätfrösten gewährt die Folienüberdachung zwar nicht, ein leicht temperaturerhöhender Effekt konnte aber nachgewiesen werden. Eine Kombination von Folienüberdachung und Geländeheizung könnte interessant sein. Allerdings stehen diesen Vorteilen die hohen Kosten einer Folienüberdachung, der Arbeitsaufwand beim Aufziehen und Abdecken der Folie und die Windanfälligkeit des getesteten Systems gegenüber. Mittels Kupferbehandlungen in die Blüte konnte zwar 2007 der Spitzendürrebefall weitgehend eingedämmt werden, der Fruchtansatz blieb allerdings unterdurchschnittlich. Weitere Versuche zur Optimierung des Kupfereinsatzes und zur Testung von biotauglichen Kupferersatzprodukten gegen Monilia-Spitzendürre sind notwendig.

Autoren

Dr. Lothar WURM, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Institut für Obstbau und Obstverarbeitung, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg
e-mail: lothar.wurm@weinobst.at

Walter URSCHLER, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

Der Nachlaufabtrennzeitpunkt bei Obstdestillaten - Einflussfaktoren und Erkennung

MANFRED GÖSSINGER

Einleitung

Der Nachlauf stellt einen der häufigsten Fehler bei Destillatbewertungen dar. Auf Grund der Schwierigkeiten vieler Brenner den Nachlauf sensorisch während der Destillation zu erkennen, werden viele Destillate wegen „unsauberer, muffiger, ranziger, dumpfer“ Aromen als schlechter bzw als fehlerhaft bewertet.

Bis heute gibt es keinen „Nachlaufest“, der die Findung des N-Punktes (Nachlaufabtrennzeitpunkt) erleichtern würde. Weiters gibt es bis heute auch kaum Untersuchungen, die sich mit der Findung bzw Vorhersage des N-Punktes beschäftigen.

Ziel dieser Untersuchungen war es, chemische und physikalische Parameter während der Destillation auf ihr Potential der Findung und Vorhersage des N-Punktes zu prüfen. Weiters wurde der Einfluss einiger wichtiger Destillationsparameter auf den N-Punkt untersucht.

Material und Methoden

Für die Versuche wurde Obst (Apfel, Williams Christ Birnen, Marillen, Kornelkirsche, Quitte) vom Versuchsgut Haschhof der LFZ Klosterneuburg der Ernten 2005 bis 2007 verwendet.

Die Versuche wurden in der Abteilung Obstverarbeitung des LFZ Klosterneuburg mit Brennereigeräten der Firma CARL (Göppingen, BRD) durchgeführt. Die 50 l als auch die 150 l Anlage wurden mittels Brennereisteuerung von Firma CARL gesteuert.

Die Destillatfraktionen wurden in 250 ml Glasfläschchen (je 100 – 150 ml Destillat) aufgefangen. Die Bestimmung des N-Punktes erfolgte sensorisch durch mindestens 5 geschulte Koster. Von allen Fläschchen wurde der pH-Wert, die Leitfähigkeit sowie von den Fläschchen um den N-Punkt auch die Titrierbare Säure ber als Essigsäure und das Trübungspotential der Destillate bei 35 %vol bei 20 °C und 4 °C bestimmt.

Im Folgenden werden Ergebnisse aus mehreren Versuchsansätzen vorgestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass der N-Punkt von mehreren Faktoren abhängig ist. Neben der Obstart (Abbildung 1) hatten auch das Brenngerät (Größe), das Destillationsverfahren (Abbildung 1), die Dephlegmatortemperatur (Abbildung 2) und die Destillationsgeschwindigkeit einen Einfluss auf den N-Punkt. Der N-Punkt lag je nach gewählten Destillationsbedingungen und -verfahren in einem großen Bereich zwischen 85 %vol und 58 %vol.

Der pH-Wert fiel während der Destillation ab, die Titrierbare Säure nahm ebenso wie die Leitfähigkeit vor allem um den N-Punkt zu. Das Trübungspotential der Destillatfraktionen zeigte keinen eindeutigen Trend auf. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen N-Punkt und dem Trübungspotential festgestellt werden.

Zusammenfassung

Der Nachlaufabtrennzeitpunkt (N-Punkt) bei der Destillation von Obstmaischen ist von mehreren Parametern abhängig und liegt zwischen 85 %vol und 58 %vol. Einen großen Einfluss auf den N-Punkt haben das Destillationsverfahren (Gleich-, Gegenstromdestillation), Obstart, Destillationsgeschwindigkeit, Größe des Brenngerätes und Dephlegmatortemperatur. Der pH-Wert als auch die Leitfähigkeit und die Titrierbare Säure können als Anhaltspunkte zur Bestimmung des N-Punktes dienen. Eine absolute Vorhersage und Bestimmung des N-Punktes scheint nach heutiger Sicht jedoch nicht möglich. Das Trübungspotential der Destillatfraktionen zeigt keine signifikante Korrelation mit dem N-Punkt. Die genaue Bestimmung des N-Punktes kann derzeit nur sensorisch durchgeführt werden.

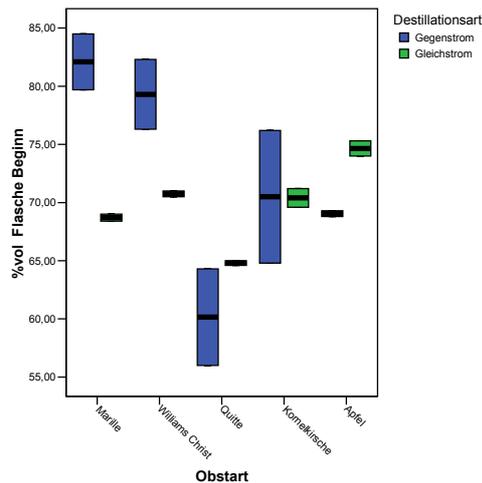


Abbildung 1: Einfluss der Obstart und des Destillationsverfahrens auf den N-Punkt bei der Destillation

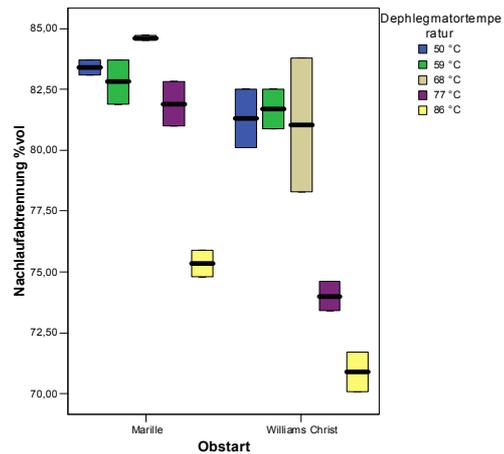


Abbildung 2: Einfluss der Dephlegmatortemperatur auf den N-Punkt bei Marille und Williams Christ Birnen

Summary

The point of tailings separation (N-point) during distillation of fruits is a function of several parameters. Results show, that the N-point ranges referring to the rate of amplification between 85 – 58 %vol. The effect of the distillation method (concurrent and countercurrent distillation), type of fruit, distilling speed, size of pot still and dephlegmator temperature were investigated. The pH-value as well as conductivity and titrable acidity may give a glue for definition of the N-point. Up to now, however, an exact fixing of the N-point by means of these parameters is not possible. The potential of turbidity of the distillate fractions at the tailings separation point showed no significant correlation to the N-point. Up to now the determination of the N-point is only possible by means of sensory methods.

Literatur

- GÖSSINGER, M. und LEHNER, F.: Einfluss des Destillationsverfahrens und der Dephlegmatortemperatur auf technologische und sensorische Kenngrößen bei Obstdestillaten. *Mitteilungen Klosterneuburg* 57(2): 83 – 93, 2007
- BONER, A.: Einfluss der Obstart auf den Zeitpunkt der Nachlaufabtrennung. Diplomarbeit LFZ für Wein und Obstbau Klosterneuburg, 2007
- ACHTER, M.: Vergleich verschiedener physikalisch/chemischer Messmethoden hinsichtlich ihrer Eignung zur Bestimmung des optimalen Nachlaufabtrennzeitpunktes. Diplomarbeit LFZ für Wein und Obstbau Klosterneuburg, 2007
- GÖSSINGER, M.: Die optimale Dephlegmatortemperatur. *Kleinbrennerei* 60(3): 4 – 6, 2008
- GUAN, S.: Untersuchungen zum Nachlaufcharakter von Destillatfraktionen aus Obstmaischen, Dissertation Universität Hohenheim, 1997

Autoren:

Prof DI Manfred Gössinger, LFZ für Wein und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg, E-mail: manfred.goessinger@weinobst.at

Ing. Franz Lehner, Christiane Donabaum-Heiderer, Anjan Boner, Markus Achter, LFZ für Wein und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg

Prof Mag Walter Brandes, LFZ für Wein und Obstbau Klosterneuburg, Abteilung Chemie Qualitätskontrolle, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg, E-mail: walter.brandes@weinobst.at

Ao.Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn.Emmerich Berghofer, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Lebensmittelwissenschaft und -technologie; Gregor Mendelstrasse 33, 1180 Wien, E-mail: emmerich.berghofer@boku.ac.at

Möglichkeiten und Grenzen der Korrelation von analytischen Kenndaten und sensorischen Beurteilungen bei Obstbränden

Opportunities and limits of correlation between analytical and tasting results of distilled beverages

WALTER BRANDES, MARIO KARNER & REINHARD EDER

Einleitung

Die Beurteilung der Qualität von Obstdestillaten erfolgt sowohl durch analytische als auch sensorische Überprüfung. Die Zielsetzung ist hierbei vor allem Unverfälschtheit, gesundheitliche Unbedenklichkeit und saubere Produktion. Die sensorische Beurteilung besteht hierbei vor allem auf Grund ihrer relativen Einfachheit und der breiten Anwendung. Auf der anderen Seite ist eine Quantifizierung von Kosturteilen problematisch und auch die Verbesserung dieser Situation durch entsprechend viele Wiederholungen bei der Prüfung verbessert diese Lage nicht vollständig. Aus diesem Grund existieren schon seit geraumer Zeit Bestrebungen sensorische Urteile durch entsprechend Analysendaten zu unterstützen. Grundvoraussetzung für den Erfolg solcher Versuche ist das Bestehen eines Zusammenhanges zwischen den Inhaltsstoffen eines Destillates und seiner sensorischen Bewertung. Korrelationen dieser Art können im Idealfall ausschließlich einen Inhaltsstoff betreffen, andererseits wie beim Kaffeearoma aber auch mehr als 800 chemische Verbindungen. Daher ist es in vielen Fällen nicht ausreichend sich bei solchen Untersuchungen auf eine oder wenige Verbindungen zu stützen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher versucht eine möglichst große Zahl an Substanzen einzubinden.

Material und Methoden

Bearbeitet wurden je 30 Destillate von Marille, Zwetschke, Apfel und Williams Christ. Die sensorische Prüfung umfasste die Parameter Geruch-Sauberkeit, Frucht-Typizität, Geschmack-Sauberkeit und Harmonie wobei für jede Kategorie bis maximal 5 Punkte zu vergeben waren. Verkostet wurde von 2 Kostkommissionen bestehend aus je 3 Kostern. Die analytische Prüfung erfolgte durch die quantitative Erfassung von ca. 120 Inhaltsstoffen. Zur Erfassung allfälliger Zusammenhänge wurden die analytischen Daten zuerst einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen und die entsprechenden Eigenwerte der extrahierten Faktoren in einem zweiten Schritt auf eine bivariate Korrelation mit den Ergebnissen der sensorischen Analyse untersucht. Für die Interpretation entsprechender Zusammenhänge wurden Komponenten mit hoher Ladung auf den entsprechenden Faktor herangezogen.

Ergebnisse und Diskussion

Gegliedert nach Obstsorten ergaben sich dabei folgende Ergebnisse:

Apfel

- Deutlich negativ C2-C12 Fettsäuren sowie iso-Butanol und iso-Pentanole
- Schwach negativ 2-Phenylethanol und 5-Hexenol
- Deutlich positiv Hexanal, trans-2-Hexenol trans-2-Hexenal sowie beta-Citronellol und Geraniol
- Keinen Zusammenhang mit Butanol-2, Acrolein und Diacetyl

Williams Christ

- Deutlich negativ Essig- und Propansäure sowie 2-Phenylethanol und Ethyllactat
- Schwach positiv trans-2-trans-4-Decadiensäureester, Acetale und Benzaldehyd
- Schwach negativ Acroleinacetal und Butanol-2
- Keinen Zusammenhang von trans-2-cis-4-Decadiensäureester

Marille

- Deutlich negativ Methyl-, Ethylacetat

- Schwach negativ höhere Fettsäureester sowie trans-2-Hexenol und cis-3-Hexenol
- Schwach positiv Essigsäure-2-Phenylethylester, einige Aldehyde und Acetale
- Schwach positiv Benzaldehyd
- Kein Einfluss Lactone und die meisten Terpene

Zwetschke

- Deutlich negativ C2-C12 Fettsäuren und Butanol-2
- Schwach negativ 2-Phenylethanol
- Positiv kurzkettige Fettsäureester
- Kein Einfluss Nonanal, Nonansäureethylester und Benzaldehyd

Mit Ausnahme des Apfels gelang kein Nachweis zwischen aus der Literatur bekannten positiv wirkenden Aromastoffen und den entsprechenden Kosturteilen. Aber auch das Verhalten einer Reihe von „off flavour“ Substanzen erwies sich bei dieser Untersuchung als sehr uneinheitlich. Für die Erklärung dieser teilweise überraschenden Ergebnisse lassen sich mehrere Faktoren anführen. So weisen beispielsweise die Ergebnisse des Benzaldehydgehaltes in den Zwetschkendestillaten auf einen offenbar nicht linearen Zusammenhang mit den Kostergebnissen hin, da die Proben mit den höchsten Gehalten eher schlechter bewertet wurden. Ein ähnliches Bild ergab sich bei den trans-2-cis-4-Decadiensäureestern der Williams Birnen Proben. Bei den Marillendestillaten steigt der Gehalt der freien Fettsäuren mit dem Gehalt an Terpenen und Lactonen da es sich bei all diesen Substanzen offensichtlich um Nachlaufkomponenten handelt. Die antagonistische Wirkung dieser Verbindungen verhindert offensichtlich den Korrelationsnachweis mit der sensorischen Beurteilung. Weiters ist die Probenmenge von 30 Destillaten je Obstart an der unteren Grenze für die Gewährleistung einer repräsentativen Stichprobe und entsprechende Inhomogenitäten können nicht ausgeschlossen werden. Außerdem stellen die hier untersuchten Substanzen trotz ihrer großen Zahl nur einen Bruchteil der vorkommenden Komponenten dar und der Einfluss nicht erfasster Verbindungen ist zumindest nicht auszuschließen.

Für weitere Untersuchungen dieser Art sollte daher einerseits eine Erhöhung der Probenzahl und andererseits eine auf kleinere Konzentrationsbereiche aufgeteilte Korrelationsanalyse erwogen werden.

Zusammenfassung

Zusammenhänge zwischen Sensorik und Analytik sind in vielen Fällen nur mit Einschränkungen durch lineare Modelle beschreibbar. Weiters werden solche Korrelationen häufig durch Antagonismen verdeckt. Für die erfolgreiche Beschreibung solcher Zusammenhänge ist daher eine feinere Unterteilung des entsprechenden Probenmaterials und eine Erhöhung der Probenzahl notwendig.

Summary

The correlation between sensory and analytical results is only in a few cases describable by linear equations. Furthermore in any cases these correlations are hidden by interactions between several substances of content. For further investigations it seems to be necessary to increase the number of samples on the one hand and to increase the classification of the samples on the other hand.

Literatur

- SCHOLTEN, G. : Inhaltsstoffe von Obstbränden, Destillata Magazin, 3: 26-28, 2002
 BATTAGLIA, R. : Analytik und Beurteilung von Williamsbirnenbranntweinen mit Hilfe chemometrischer Methoden, Mitt.Gebiete Lebensmittel Hyg. Band 77: 14-23, 1986
 FREITAG, D. : Buttersäure-eine Zumutung für die Nase, Kleinbrennerei 6: 8-9, 2006
 GUAN, S. und PIEPER, H. J.: Untersuchungen über charakteristische Inhaltsstoffe in Destillaten aus Obstmaischen, die als Leitsubstanzen zur sicheren Erkennung Nachläufen geeignet sind, Deutsche Lebensmittel-Rundschau 94.Jahrgang heft 11: 365-374, 1998
 PRELL, W., STEINER, R. FEGER, W. und ZIEGLER, M.: Herstellung von Apfelaromakonzentraten durch Hochdruckextraktion mit Kohlendioxid, Deutsche Lebensmittel-Rundschau 97.Jahrgang Heft 11: 421-427, 2001

ADAM, L., MEINL, J., CHRISTOPH, N. und VERSINI, G. 1995 : Beitrag zur Beurteilung von Williamsbirnenbränden und Zwetschgenwässern, Kleinbrennerei 9: 188-199, 1995

Autoren

Mag. Walter BRANDES, HBLA u BA für Wein und Obstbau, Institut für Chemie und Biologie, Wiener Str. 74, 3400 Klosterneuburg; E-mail: walter.brandes@hblawo.bmlfuw.gv.at

Mario KARNER, HBLA u BA für Wein und Obstbau, Institut für Chemie und Biologie, Wiener Str. 74, 3400 Klosterneuburg; E-mail: mario.karner@hblawo.bmlfuw.gv.at

Dr. Reinhard EDER, HBLA u BA für Wein und Obstbau, Institut für Chemie und Biologie, Wiener Str. 74, 3400 Klosterneuburg; E-mail: reinhard.eder@hblawo.bmlfuw.gv.at

Fünf Jahre Erfahrung mit automatisierten Destillatuntersuchungen mittels FTIR im Rahmen der Destillata

Five years experience with FTIR-analysis of spirits

VERONIKA SCHOBER

Begriffserklärung

Die Destillata (laut Eigendefinition eine Vereinigung zur Präsentation und Prämierung bester Spirituosen) hat sich in den Jahren ihres Bestehens zu einer bedeutenden Organisation im Bereich der Edelbrandprämierung entwickelt. Zur Förderung der Qualität werden Brände mit nachträglich zugesetztem Zucker im „Destillata–Classic-Bewerb“ nicht bewertet. Seit 2004 findet an der HBLA u. BA Klosterneuburg die Verkostung der Destillatproben statt.

Das FTIR (Fouriertransformierte Infrarotspektroskopie) Analyseverfahren ist eine bewährte Methode in der Milch- und Weinuntersuchung, die rasch und ohne aufwendige Probenvorbereitung die Möglichkeit bietet eine Vielzahl von Parametern zu quantifizieren. Sehr vereinfacht dargestellt, wird dabei das Infrarotspektrum der zu untersuchenden Probe mit den Spektren von (durch Referenzanalyse) bekannten Proben verglichen und nach diffiziler Umrechnung der entsprechende Gehalt ermittelt.

Der Clinitest® (Filtra Handels GmbH) war ursprünglich eine einfache Methode zum Nachweis von Zucker im Harn (Diabetesfrüherkennung). In der Weinwirtschaft ist er seit Jahren ein beliebtes Mittel zur Kontrolle des Gärendes und Beurteilung des Gärverlaufes (Zuckerabnahme). Nach Zugabe einer Testtablette und kurzer Reaktionszeit kann durch Vergleich mit einer entsprechenden Farbskala der ungefähre Zuckergehalt bestimmt werden. Bei diesem Verfahren werden allerdings nur reduzierende Substanzen wie Glucose und Fructose erfasst.

Warum FTIR?

Die Organisatoren der Destillata stellten an uns als Untersuchungsstelle zwei Forderungen, die gleichermaßen erfüllt werden mussten: Die **rasche** und **billige** Analyse der Proben! Vor allem der Faktor Zeit war ein wichtiges Kriterium, da der Großteil der eingereichten Destillate (mittlerweile ca. 1500!) erst unmittelbar vor (ca. eine Woche) der Verkostung eintrifft.

Die im Wein klassische jodometrische Zuckerbestimmung (nach Fehling) ist viel zu aufwändig und erfasst ohne vorherige Inversion nur Fructose und Glucose, jedoch keine Saccharose.

Eine in unserem Labor etablierte HPLC Methode könnte zwar problemlos die verschiedenen Zucker detektieren, kommt aber aufgrund der langen Gesamtlaufzeit (ca. 30 Minuten) und der hohen Tarifkosten nicht in Frage. Eine ähnlich schlechte Zeit/Kosten Bilanz gibt es bei der enzymatischen Zuckerbestimmung, sofern nicht ein Analysenautomat eingesetzt wird.

Es lag daher Nahe das vorhandene FTIR Gerät (WineScan FT 120, Fa. FOSS) entsprechend zu adaptieren.

Kalibrierung

Zunächst wurden zuckerfreie Destillate mit unterschiedlichen Mengen Glucose, Fructose und Saccharose versetzt und als Kalibrierproben gemessen. Bei der anschließenden PLS (Partial Least Square) Kalibrierung (= Ermittlung der kleinsten Abweichung zu den Referenzwerten) und Messung von „unbekannten“ Proben zeigten sich rasch erste Erfolge. Im nächsten Schritt wurde die Kalibrierung mit ca. 50 zuckerfreien (= mit modifizierten Clinitest* eindeutig negativen) Destillaten erweitert. Von allen mit Clinitest ermittelten, positiven Proben wurden die Gehalte mit Enzymatikmethoden bestimmt und ebenfalls in die Kalibrierung aufgenommen. Die Kalibrierung wurde und wird ständig erweitert. Sie besteht derzeit aus ungefähr 400 Kalibrierproben.

*Clinitest modifiziert: Zugabe von konzentrierter Salzsäure - saure Hydrolyse im Wasserbad (ca. 70°C)– Neutralisation mit Natronlauge - Testtablette – Auswertung

Eigene Erfahrungen

Im Jahr 2004 wurde bei allen Proben der Clinitest durchgeführt. Allerdings ist die Auswertung bei fassgelagerten Proben schwierig, einerseits durch die Eigenfärbung der Brände und andererseits durch aus dem Holz ausgelaugte reduzierend wirkende Substanzen. Alle nicht eindeutig negativen Proben wurden enzymatisch analysiert.

Unser Ziel war, den doch recht aufwändigen Test durch das FTIR zu ersetzen oder zumindest die Anzahl der mit Clinitest analysierten Proben zu verringern. Der absolute Zuckergehalt ist allerdings nur von untergeordneter Bedeutung, dagegen ist sehr wichtig, ob die Proben über oder unter dem Grenzbereich von 0,5 g/l Gesamtzucker liegen. Destillate denen sensorisch relevante Zuckermengen (ca. ab 3 g/l) zugesetzt wurden sind mittels FTIR eindeutig und problemlos detektierbar. In dieser Hinsicht hat sich der Einsatz des Gerätes als sehr zufriedenstellend und zuverlässig erwiesen. Bei Proben deren Zuckerwerte im Grenzbereich liegen (und diese treten seltsamerweise immer häufiger auf) werden nach wie vor der Clinitest und zusätzlich auch die genaue enzymatische Quantifizierung durchgeführt.

Zusammenfassung

Aufgrund unserer Erfahrungen lässt sich die Schlussfolgerung ableiten, dass zu einer umfassenden Qualitätsbeurteilung von Destillaten neben der sensorischen Prüfung auch eine rasche analytische Untersuchung notwendig ist. Die Sensorik allein ist in diesem Fall nicht in der Lage die analytischen Vorgabeparameter (keine Zuckerzugabe) zu beurteilen. Die analytische Ausrüstung muss daher sowohl in qualitativer (Nachweisgrenze, Messunsicherheit) als auch in quantitativer Hinsicht (Probandurchsatz, Ausfallssicherheit) den organisatorischen Erfordernissen entsprechen. Die automatisierte FTIR Analytik erwies sich daher für diesen Fall als bedingt geeignete und zukunftsorientierte Methode.

Literatur

PATZ, C., DAVID, A., THENTE, K., KURBEL, P. and DIETRICH, H.: Wine analysis with FT-IR Spectrometry., Wein Wissenschaft 54: 80-87, 1999

SCHOLTEN, G.: Zuckerbestimmung – Ist die FTIR - Methode auch für Spirituosen geeignet, Kleinbrennerei 3/2005

Autor/en

AR Ing. Veronika SCHOBER, HBLA u. BA Klnbg., Abteilung Chemie, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg; E-Mail: veronika.schober@hblawo.bmlfuw.gv.at

Erfahrungen mit der automatisierten SO₂-Analyse mittels Fließinjektionsmethode

Experience by automated SO₂-Analysis with the method of flow injection

MONIKA MAREK, MANFRED PASTLER & REINHARD EDER

Einleitung

Für die SO₂ Bestimmung im Wein stehen die unterschiedlichsten Methoden zur Verfügung. Neben den klassischen und etablierten Methoden (jodometrisch, acidimetrisch und colorimetrisch) wurde die Möglichkeit der Analyse mittels Fließinjektionsschema entwickelt. Die Firma FOSS hat das Analysengerät FIA-Star 5000 zur Bestimmung der freien und der gesamten Schwefeligen Säure hergestellt. Der Messbereich liegt bei roten und weißen Weinen bei freiem SO₂ bei 2-150 mg/l und bei gesamtem SO₂ bei 5-250 mg/l. Der Probendurchsatz beträgt 50 Proben pro Stunde.

Aufgrund der Automatisierung können zahlreiche Proben innerhalb kurzer Zeit mit wenig Personalaufwand untersucht werden

Material und Methoden

Reagentien

- Phosphat Pufferlösung pH 8.4
- DTNB Farbreagenz: 2,2'-Dinitro-5,5'-dithio-dibenzoessäure
- Salzsäure 1M
- Stammlösung (1000 mg/l)
- SCABA Reinigungslösung

Probenvorbereitung

Die Weine werden filtriert (Schleicher&Schuell Nr 595 ½) um eventuelle Luftblasen zu vermeiden. Für Sekt ist eine Filtration durch ein hartes Faltenfilter (Schleicher&Schuell Nr.602 H) notwendig.

Gerät: Foss FIA-Star™ 5000 (Fa. Foss Electric A/S Denmark)

Grundlagen des Verfahrens

Für die Analyse des **gesamten SO₂** wird die Probe in Phosphatpuffer (pH 8,4) injiziert. Das DTNB Farbreagenz wird hinzugefügt und die Mischung auf 50°C erwärmt. DTNB reagiert mit SO₂ unter Bildung einer starken gelben Farbe, die durch Dialyse verdünnt wird. Die Extinktion wird bei 420 nm gemessen.

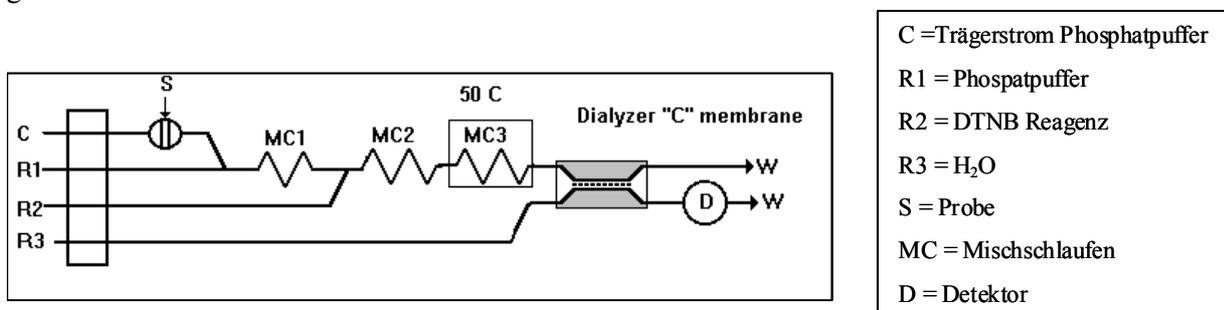


Abb.1: Fließschema gesamtes SO₂

Für die Analyse des **freien SO₂** wird die Probe in einen wässrigen Trägerstrom injiziert und danach mit Salzsäure angesäuert, um das gasförmige Schwefeldioxid freizusetzen. Das freigesetzte SO₂ diffundiert durch eine gasdurchlässige Membran in Phosphatpuffer (pH 8,4). DTNB wird hinzugefügt und reagiert mit SO₂ unter Bildung einer starken gelben Farbe, deren Extinktion bei 420 nm gemessen wird.

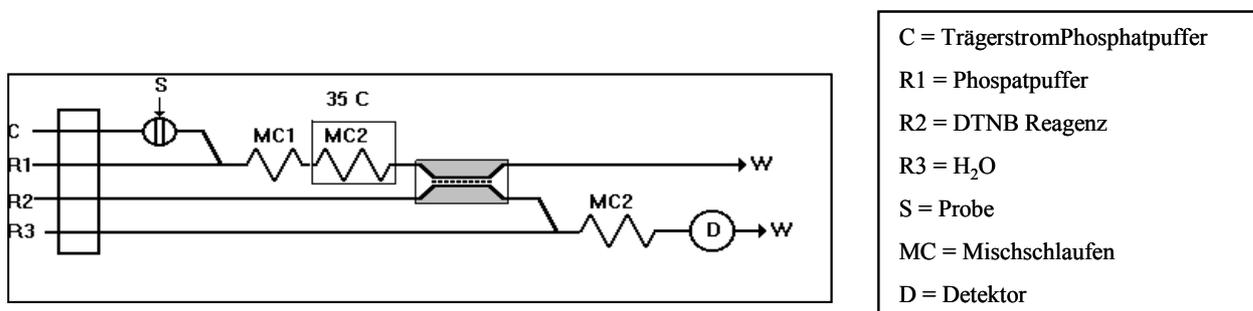


Abb.2: Fließschema freies SO₂

Kalibration und Validierung

Die Kalibrierung erfolgt mit Hilfe der Stammlösung. Es wird eine Verdünnungsreihe (0/10/20/50/100/150/200/250 mg SO₂/l) in wässriger Lösung angelegt und der Gehalt an freiem und gesamten SO₂ gemessen. Eine Kalibrierung mit allen Standards muss wöchentlich am besten am Wochenanfang durchgeführt werden. Eine Überprüfung und Anpassung der Kalibrierung ist täglich mit einem Standard (150 mg/l) notwendig.

Die Methode wurde mit Weißwein und mit Rotwein im Bereich von 0-250 mg/l validiert. Als Referenzmethode diente die acidimetrische Bestimmung nach Lieb-Zacherl.

Erfahrungen

Seit August 2007 wird am LFZ Klosterneuburg in der Abteilung Chemie und Qualitätskontrolle mit dem Fia-Star gearbeitet. Die tägliche Anlaufzeit des Gerätes beträgt 1-2 Stunden, je nachdem ob eine Kalibrierung mit allen Standards notwendig ist, oder nicht. Nach der Probenbearbeitung muss das Gerät am Ende des Tages gereinigt werden. Dazu muss zuerst mit 50°C warmen Wasser und dann mit ebenfalls 50°C warmer SCABA Reinigungslösung (Foss Nr.:1001 0068) gespült werden. Der Zeitaufwand hierfür beträgt ½ -1 Stunde. Der Probendurchsatz liegt bei 50 Proben pro Stunde. Aus diesem Grund ergibt sich nur dann eine Zeitersparnis, wenn Serien mit über 15 Proben pro Tag bearbeitet werden. Für umfangreiche Probenserien, die am LFZ Klosterneuburg oft aus mehr als 200 Proben bestehen, ist das Fia-Star Gerät sehr gut geeignet.

Das Analysengerät hat eine konstruktionsbedingte Anfälligkeit in Bezug auf Verstopfungen. Vorschläge zur Minderung dieser Problematik werden vorgestellt.

Längere Standzeiten des FIA-Star Geräts können Probleme verursachen. Trotz der Aufbewahrung in der SCABA-Reinigungslösung kann die Membran für das gesamte SO₂ an den Rändern austrocknen. Dadurch zieht sich die Membran zusammen und der Durchfluss wird verhindert.

Prinzipiell ist aber fest zu halten, dass die Analyse von Weinproben sehr gut funktioniert und die Analytik großer Serien gut möglich ist. Die Reproduzierbarkeit liegt bei einer relativen Standardabweichung von 2 %.

Literatur

FOSS: Application Note AN 5270, Revision 5. FOSS Analytical AB, Box 70, Höganäs, Schweden. 2005

Autoren

Monika MAREK Bundesamt für Wein und Obstbau, Institut für Chemie, Wienerster.74, 3400Klosterneuburg; E-Mail: monika.marek@hblawo.bmlfuw.gv.at

Ing. Manfred PASTLER Bundesamt für Wein und Obstbau, Institut für Chemie, Wienerster.74, 3400Klosterneuburg; E-Mail: manfred.pastler@hblawo.bmlfuw.gv.at

Dr. Reinhard EDER Bundesamt für Wein und Obstbau, Institut für Chemie, Wienerster.74, 3400Klosterneuburg; E-Mail: reinhard.eder@hblawo.bmlfuw.gv.at

Bestimmung der Enzymaktivität handelsüblicher Enzympräparate

Determination of enzymatic activity of commercial enzyme preparations

ELSA FISCHERLEITNER & REINHARD EDER

Einleitung

Schon seit sehr langer Zeit ist es in der Praxis üblich, während der Weinbereitung verschiedene Enzyme einzusetzen, um die Ausbeute beim Pressen zu erhöhen, Klär- und Filtrationsproblemen entgegenzuwirken oder um den Geschmack des Weines positiv zu beeinflussen.

Zugelassen sind in der EU-Weinmarktverordnung 1493/99 zur Behandlung von Traubenmost pektolytische Enzympräparate mit allfälligen Nebenaktivitäten (z. B.: β -Glukosidase), enzymatische Zubereitungen von Betaglukanasen und der Zusatz von Lysozym. Im nationalen Weinrecht werden mit der Weinverordnung die Reinheitsanforderungen an die Enzympräparate geregelt.

Zur Ausbeutesteigerung beim Pressen werden häufig pektolytische Enzympräparate wie Polygalakturonase, Pektinmethylesterase und Pektinlyase, entweder einzeln oder als Kombinationspräparate, verwendet. Pektine sind hochmolekulare Pflanzenstoffe, die aus glykosidisch verbundenen Galakturonsäureeinheiten bestehen. Diese sind zu 20 % bis 80 % mit Methanol verestert (Römpp, 1995). Trauben haben einen sehr hohen Pektingehalt, aber nur eine geringe Aktivität an eigenen pektolytischen Enzymen. Zum Problem wird das, wenn in der Maische zu hohe Pektingehalte vorliegen. Dies ist oft der Fall, wenn unreifes oder teilweise angefaultes Lesegut verwendet wird. Außerdem kommt es, hauptsächlich bei der Vinifikation von Weißwein, durch zu schnelles Abpressen der Maische zu einer geringen Saftausbeute, da den traubeneigenen Enzymen die Zeit zum Pektinabbau fehlt. In solchen Fällen kann durch den Zusatz handelsüblicher Enzympräparate der Abbau des Pektins unterstützt und beschleunigt werden (Troost, 1988).

Das Enzym Polygalakturonase spaltet Pektin in dessen Einzelbestandteil Galakturonsäure.

Die Pektinmethylesterase entfernt die Methylgruppen vom Pektin und ist daher verantwortlich für das Vorkommen von Methanol im Wein.

Die Pektinlyase baut hochmethyliertes Pektin durch β -Elimination methylierter Galacturonsäure ab.

Den Glucosidasen wird die Eigenschaft zugeschrieben, das Geschmacksbild des Weines positiv zu beeinflussen. In der Traube liegen die meisten sortencharakteristischen Aromastoffe (Terpenalkohole) als Glykoside gebunden vor. Durch die β -Glucosidaseaktivität der Hefe werden diese Aromastoffe während der Gärung vom Zuckerrest abgespalten. Erst in der ungebundenen Form kann das Aroma der Terpene wahrgenommen werden (Würdig und Woller, 1989).

Die β -Glucosidase ist manchmal in pektolytischen Enzympräparaten vorhanden und ihre Wirkungsweise wird von den Herstellern als positive Nebenwirkung beworben. In der EU-Weinmarktverordnung 1493/99 sind β -Glucosidasepräparate in reiner Form für die Weinbereitung nicht zugelassen, sondern nur als Nebenaktivität in pektolytischen Enzympräparaten.

Als negative Begleitenzyme der Pektinasen können in handelsüblichen Enzympräparaten Cinnamoyl-esterasen (früher auch als Depsidasen bezeichnet) vorkommen. Diese führen im Most zur Freisetzung von p-Cumarsäure und Ferulasäure, die wiederum durch Mikroorganismen decarboxyliert und zu flüchtigen Phenolen reduziert werden können, was zur Bildung von Fehlparfums im Wein beiträgt (medizinische Noten, rauchig, ...).

Die Wirksamkeit von Enzymen ist im Allgemeinen stark abhängig von Temperatur, pH-Wert des Weines, Einwirkzeit und Menge an eingesetztem Enzympräparat, wobei jedes Enzym auf Umwelteinflüsse individuell reagiert. Das Temperaturoptimum pektolytischer Enzympräparate liegt bei 35 °C bis 50 °C, 15 °C wird als Mindesttemperatur angegeben. Temperaturen die 55 °C übersteigen sollten vermieden werden, da die Enzyme bei zu hohen Temperaturen denaturiert werden und dann nicht mehr wirksam sind (Troost, 1988). Einen negativen Einfluss auf die Aktivität der pektolytischen Enzympräparate können auch hohe Gerbstoffgehalte und schweflige Säure haben (Troost, 1988). Das pH-Optimum der pektolytischen Enzympräparate, Glukanasen und Lysozym liegt zwischen 3 und 4, was mit den üblichen pH-Werten im Most gut übereinstimmt. Die Glucosidase hat ihre größte Aktivität bei pH-Werten von 5,0 bis 5,5, daher ist ihr Beitrag zur Aromafreisetzung umso geringer, je tiefer der pH-Wert des Mostes liegt (Meier, 2001).

Material und Methoden

Untersucht wurden 56 im Handel befindliche Enzympräparate auf ihre Aktivität der Polygalakturonase, der Pektinlyase, der Pektinmethylesterase, der Glucosidase und der Cinnamoylsterase. Auf den Verpackungen von vier Proben war eine Glucosidasenebenaktivität vermerkt. Zwei Drittel der Proben waren mit der Angabe „depsidasefrei“ versehen.

Die Analyse erfolgte anhand spektroskopischer Verfahren mittels Photometer, nach Vorschrift der teilweise noch in Vorbereitung befindlichen Analysemethoden der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (OIV).

Ergebnisse und Diskussion

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Mediane, die Maximal- und Minimalwerte und die als Ausreißer ermittelten Werte in Box und Whiskers Plots dargestellt.

In Bezug auf die Polygalakturonaseaktivität wurde ermittelt, dass 7,1 % der Enzympräparate keine Aktivität aufwiesen. Der Höchstwert lag bei 55215 nkat/g. Der Mittelwert der 56 Proben betrug 14869 nkat/g.

Die größte Aktivität der Pektinmethylesterase lag bei 42901 nkat/g und der Mittelwert bei 4745 nkat/g. 60,4 % der Proben wiesen keine Pektinmethylesteraseaktivität auf.

Die Durchschnittsaktivität der Pektinlyase betrug 1212 nkat/g. Die Ergebnisse vieler Präparate lagen unter 1000 nkat/g, bei 1,8 % konnte keine Aktivität festgestellt werden.

Der Mittelwert der Glucosidaseaktivität lag bei 51 nkat/g. Die Untersuchungen zeigten, dass die pektolytischen Enzympräparate, die mit der Zusatzbezeichnung „Glucosidaseaktivität“ gekennzeichnet waren, im Durchschnitt höhere Werte an β -Glucosidaseaktivität erzielt haben. Die höchste Aktivität wurde zwar bei einem Präparat ohne Zusatzbezeichnung festgestellt, da es sich bei der Glucosidase aber um eine teilweise gewünschte Nebenaktivität handelt, bleibt es dem Hersteller überlassen, ob er diese am pektolytischen Enzympräparat vermerkt oder nicht. Deshalb ist auch bei 62,5 % der untersuchten Proben eine zum Teil geringe Glucosidaseaktivität vorhanden, obwohl nur vier Präparate damit gekennzeichnet waren.

Die Untersuchung der Nebenaktivität der Cinnamoylsterase ergab einen Mittelwert von lediglich 23 nkat/g. Beim 85,7 % der analysierten Proben wurde zwar eine Aktivität der Cinnamoylsterase festgestellt, aber die meisten Werte waren vernachlässigbar gering (< 40 nkat/g). Nur acht der untersuchten Proben waren analytisch depsidasefrei. Aus diesem Grund muss der oft auf der Verpackung angegebene Begriff „depsidasefrei“ überdacht werden. Besser geeignet wären in diesem Fall Bezeichnungen wie „depsidasearm“ oder „gering an Cinnamoylsteraseaktivität oder unerwünschten Enzymaktivitäten“.

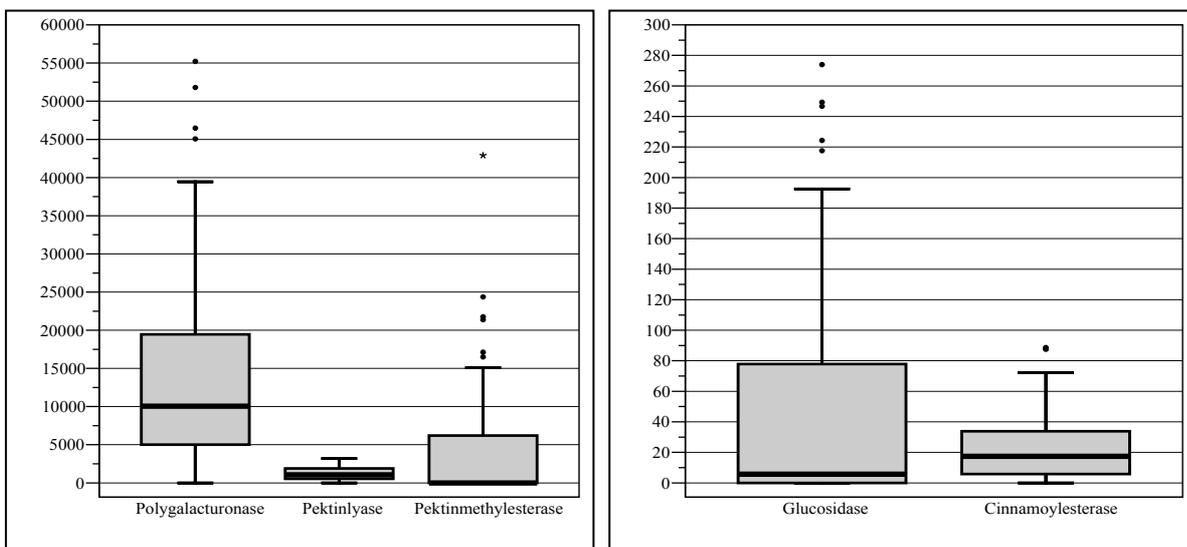


Abb.1 und Abb.2.: Box und Whiskers-Plots, Ergebnisse in nkat/g

Der Handlungsbedarf in Bezug auf die Aktivitätsanalytik der zugelassenen Weinbehandlungsmittel auf Enzymbasis ist groß, um in Zukunft die Qualität der am Markt befindlichen Enzympräparate zu überprüfen und zu garantieren.

Zusammenfassung

Seit einigen Jahren müssen alle im österreichischen Handel befindlichen Weinbehandlungsmittel bei den zuständigen Bundesämtern gemeldet und zugelassen werden. Im Rahmen der Qualitätssicherung wird durch die Organe der Weinkontrolle stichprobenartig analytisch überprüft, ob diese Produkte den vom österreichischen Weingesetz und von der internationalen Organisation für Rebe und Wein (OIV) vorgegebenen Spezifikationen entsprechen. Der Zweck dieser Arbeit war, die Enzymaktivität von Polygalacturonase, Pektinlyase, Pektinmethylesterase, Glukosidase und Cinnamoylsterase von einigen gemeldeten pektolytischen Enzympräparaten zu bestimmen. Die Analyse erfolgte anhand spektroskopischer Verfahren, nach Vorschrift der Analysenmethoden der OIV und einiger Vergleichsmethoden. Es konnten teilweise Aktivitätsunterschiede zwischen den Präparaten festgestellt werden. Darüber hinaus ist bei einigen Produkten auch die aromafreisetzende Glykosidase wirksam. Die Cinnamoylsterase ist in allen untersuchten Proben entweder nur äußerst gering oder gar nicht aktiv.

Summary

Since a few years the registration of all agents used for wine treatment, also enzyme preparations, is obligatory in Austria. Due to quality management, the specifications, required of the national legislation and the International Organisation of Vine and Wine, are kept in check. The purpose of this research was to determine the activity of Polygalacturonase, Pectinlyase, Pectinmethylesterase, Glucosidase and Cinnamoylsterase of several registered pectolytic enzyme preparations. Experiments were carried out by means of spectroscopic methods of the International Organisation of Vine and Wine (OIV) and some methods of comparison. Differences in enzymatic activity were found between the commercial enzyme preparations. Furthermore in some products the Glucosidase, which is known for releasing aromatic compounds, was effective. The results led to the interpretation, that Cinnamoylsterase is marginal or not active in all tested samples.

Literatur

- MEIER B., 2001: Enzyme bei der Weinbereitung. Lehrstuhl für allgemeine Lebensmitteltechnologie der Technischen Universität München, www.wzw.tum.de/blm/alt/bmeier.
RÖMPP, 1995. Chemielexikon. Thieme Verlag, Stuttgart, New York
TROOST, G., 1988: Technologie des Weines. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, Hohenheim, 78, 355.
WOLLER R. und WÜRDIG G., 1989. Chemie des Weines. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, Hohenheim, 94.

Autoren

Mag. Elsa FISCHERLEITNER, LFZ für Wein- und Obstbau, Abteilung Chemie und Qualitätskontrolle, Wienerstr. 74, 3400 Klosterneuburg.

e-mail: elsa.fischerleitner@weinobst.at

Dr. Reinhard EDER, LFZ für Wein- und Obstbau, Institut für Chemie und Biologie, Wienerstr. 74, 3400 Klosterneuburg.

e.mail: reinhard.eder@weinobst.at

PNA eine neu etablierte Methode in Klosterneuburg für Brettanomycesdiagnostik

PNA a new established technic for Brettanomyces diagnostic in Klosterneuburg

KARIN MANDL & EVA VOGL

Einleitung:

Durch die Klimaveränderung kommt es immer mehr zu Brettanomycesproblemen im Keller. Es handelt sich dabei um eine Hefe namens Brettanomyces bruxellensis. Diese bildet die charakteristischen Leitsubstanzen 4-Ethylphenol und 4-Ethylguajakol (Eder, 2000). Der resultierende Fehler wird Pferdeschweiß oder nasser Hund genannt. In manchen Gebieten gibt es den Spruch „Ein bisschen Brett ist nett“. Vor allem französische Weine weisen oft geschmacklich diesen Ton auf. In Österreich ist dieser Fehlton noch nicht akzeptiert und wird derzeit noch als Fehler angesehen und ist unerwünscht. Eine derartige Infektion des Kellers kann durch das frische Traubenmaterial, durch zugekaufte Fässer oder Verschnitt von infizierten Wein erfolgen. Leider ist es danach schwierig, die Hefen wieder aus den Fässern zu entfernen. Die Brettanomyceshefen bevorzugen vor allem Holzfässer, dort bauen sie mit Hilfe der Cellobiase die Cellobiose (Holzzucker) ab. Bei nicht ausreichender Nährstoffversorgung kann die Hefe in eine überlebensfähige Überdauerungsform übergehen. Dabei handelt es sich um eine Lebensform mit aufrechtem Stoffwechsel, aber mit stark reduziertem Wachstum. Die Vermehrung ist stark reduziert bis eingestellt. VBNC-Zellen lassen sich in traditionellen Verfahren nur mit sehr langer Inkubationszeit kultivieren und damit auch kaum nachweisen. Trotzdem sind sie häufig Kontaminanten von Kellereigeräten und können unter günstigeren Milieubedingungen wieder infektiös werden. Diese günstigen Bedingungen finden die Hefen meist später im mehr oder weniger fertig vergorenen Weinen vor, daher ist das Infektionsrisiko in den Fässern und dann später in den Flaschen sehr hoch.

Material und Methode:

Es wurden zwei verschiedene Brettanomycesstämme verwendet. Einer stammte aus der hauseigenen Stammkultursammlung und ein anderer wurde von DSMZ (DSMZ 70740) bezogen. Die verwendete Sonde BA01-Bre26S14 FITC-OO-CGGTCTCCAGCGATT-Lys (Panagene, Korea) stammt aus der Publikation Stender (2001). Die Weinproben wurden mit Brettanomyceshefen versetzt und danach eine Membranfiltration mit 0,45µm (Pall, Nr.60023, Durchmesser 47mm) Filter durchgeführt. Die Filter wurden auf einen geeigneten Brettmedium (Malzextrakt 2%, Glucose 2%, CaCO₃ 0,5%, Pepton 1%, Agar 1,5% und 2mg/l Cycloheximid) aufgelegt und für 20h, 40h und 65h bei 37°C bebrütet. Die Fixation der Zellen erfolgt auf den Membranen in kleinen Petrischalen mit dem Fixiermittel (95% Ethanol 96%, 0,35% Glutaraldehyd, 0,03% Ureahydrogen Peroxide (UHP) und 5mmol Natriumazid) für 5min auf durchtränkten Cellulosepads. Anschließend werden die fixierten Membranen in Petrischalen (Millipore) übertragen. Hierin befinden sich der 1,5ml Hybridisierungspuffer (Thomsen 2005) und 7,5pmol/ml PNA Sonden. Die Hybridisierung erfolgt für 30min bei 50°C. Die Waschung erfolgte in 50ml Zentrifugenröhrchen mit 20 ml Waschpuffer (10mmol/l CAPSO pH 10, 0,2% Tween 80). Der Waschvorgang wird für 7min bei 50°C durchgeführt und vier Mal wiederholt. Die Auswertung erfolgte mit einem Fluoreszenzmikroskop Olympus BX 51. Wichtig ist, dass die Membranen vor Auflage auf das Mikroskop mit Waschpuffer befeuchtet werden.

Ergebnisse und Diskussion:

Material	(1) Brettanomyces bruxellensis DSMZ 70740 (2) Dekkera anomala hauseigene Stammkultur (3) 0-Kontrolle
Inkubation	1 Impföse in 2,5 ml Brett+ (1), 1 ml filtriert Membranen auf Brett+, 37°C, 20h, 40h, 65h

Die Auswertung nach 65 Stunden musste abgebrochen werden, da das Wachstum schon weit über die Membrangrenzen fortgeschritten war und eine Hybridisierung wegen zu großer Biomasse zu schlechten Ergebnissen geführt hätte.

Nr.	20 Stunden	40 Stunden
(1)	kleine Kolonien und Einzelsignale bei 20facher Vergrößerung bester Überblick, deutliches leuchtendes Signal	tw. sehr große Kolonien, stark überwuchernd, fast keine Einzelzellen mehr, ein Auszählen der Kolonien nicht mehr möglich, gesamt starkes Hintergrundsignal
(2)	nur schwache Fluoreszenz, tw. Zellen und Kolonien zu erahnen, stark wachsend	Wachstum so stark, dass Hybridisierung sehr schwierig, alle Lösungen wurden trüb, starkes Gesamtsignal weil kaum mehr nicht bewachsenen Flächen auf der Membran
(3)	dunkel	dunkel

Es zeigte sich, dass bei hoher Keimzahl eine Bebrütung von 15-20h ausreicht. Längere Bebrütungen führten zu einem Überwachsen der Einzelkolonien, wodurch eine Auszählung erschwert wird. Die Methode ist sehr einfach durchzuführen und führt zu einer eindeutigen Bestimmung von Brettanomyceshefen. Das Mikroskopieren erfordert ein wenig Übung, da das Filtermaterial oft Eigenfluoreszenz aufweist. Die Zellen sind eindeutig abzugrenzen und zu erkennen. Die Filter wurden später auf dunklere Farbe umgestellt, da es sich zeigte, dass die Fluoreszenz auf dunklen Untergrund leichter auszuwerten ist.

Zusammenfassung:

Einer in dieser Zeit sehr wichtiger Organismus in der Kellerwirtschaft ist *Brettanomyces bruxellensis*. Diese weltweit nachgewiesene Wildhefe kann in geringer Konzentration eine positive Wirkung haben während höhere Konzentrationen zu Fehltonen im Wein führen. International wird der Fehlton oft als Brett-Aroma bezeichnet und im deutschsprachigen Raum als „Pferdeschweiß“ oder „mäuseln“. Gemeint sind damit bestimmte Stoffwechselprodukte, die in der Sensorik als medizinisch, phenolisch, nach Gewürznelken, medizinal, rauchig bis hin zu animalisch oder frisch gedüngten Feldern beschrieben werden. Neu ist der Nachweis mit Hilfe von PNA - FISH, der Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung für *Brettanomyces* in Österreich. Es kann eine Aussage über generelle Anwesenheit und gleichzeitig über die Keimzahl und auch deren Status getroffen werden. Die In Situ Hybridisierung ist eine aussagekräftige Methode, die die Möglichkeit eröffnet, DNA- als auch RNA-Sequenzen in Geweben, Zellen, Zellkernen und Chromosomen zu lokalisieren. Hierbei werden die Sequenzen direkt im biologischen Präparat (in situ), in diesem Fall also direkt in der Einzelzelle, sichtbar gemacht. Schon geringste Mengen von Mikroorganismen können in filtrierbaren Proben mit Hilfe von Membran-Filtern konzentriert und anschließend auf entsprechenden Medien kurzfristig kultiviert werden. Die Anzahl der Kolonien auf der Membran ermöglichen die Quantifizierung, da die Kolonien auch in entsprechender Relation zur filtrierten Menge sind. Voraussetzung ist allerdings eine spezies-spezifische Sonde, um die Detektion und in Folge auch Quantifizierung zu ermöglichen. Die Arbeiten von Heather Perry-O'Keefe und Henrik Stender et al. (2001) ermöglichten nun die rasche Etablierung dieser Methode auch in Österreich, um dem Winzer einen raschen Nachweis anbieten zu können.

Summary:

Nowadays one very important organism in the wine cellar is *Brettanomyces bruxellensis*. This worldwide known yeast makes in low concentration a good flavour but in high concentration it comes to an accumulation of blemish aromas in wine. International it is called Brett aroma and in Austria we called it "Pferdeschweiß" or "Mäuseln". New is the detection of *Brettanomyces bruxellensis* with PNA – FISH technique (peptide nucleic acid) in Austria. It could be made a statement about the present, the amount of cells and the status of VBNC (Viable but not culturable) of *Brettanomyces bruxellensis*. The in situ hybridization is one significant method which gives us the possibility to locate DNA and RNA sequences in tissue, cells, cell nucleus, and chromosomes. With this technique single cells could

be made visible in a biological tissue. The wine will be filtered and then the membrane will be cultivated on an adequate medium. One postulate is to have the species-specific probe which is the basis for quantification of cells. The work of Heather Perry-O'Keefe und Henrik Stender et al. (2001) makes it possible to establish the quick method in Austria.

Literatur:

- Eder R., AV Ratgeber Weinfehler, 2.Auflage, Agrarverlag 2000
- Perry-O'Keefe H., S. Rigby, K. Oliveira, D. Sørensen, H. Stender, J. Coull, J.J. Hyldig-Nielsen. 2001. Identification of indicator microorganisms using standardized PNA FISH method. Journal of Microbiological Methods. 47.281-
- Röder Ch., H. König, J. Fröhlich. 2007. Species-specific identification of Dekkera/Brettanomyces yeast by fluorescently labeled DNA probes targeting the 26S rRNA. FEMS Yeast Res. 1-14
- Stender H., C. Kurtzman, J. Hyldig-Nielsen, D. Sørensen, A. Broomer, K. Oliveira, H. Perry-O'Keefe, A. Sage, B. Young, J. Coull. 2001. Identifikation of Dekkera bruxellensis (Brettanomyces) from wine by Fluorescence In Situ Hybridisation using peptide nucleic acid probes. AEM. 67.2.938-941
- Thomsen R., P.S. Nielsen, T.H. Jensen. 2005. Dramatically improved RNA in situ hybridization signals using LNA-modified probes. RNA 11:1745-1748
- Vogl E., Mandl K. Der Wildhefe auf der Spur, PNA-Nachweis von Brettanomyces etabliert Winzer 12/2007,8-9

Autoren und Autorenadressen:

- Dr. Karin Mandl, HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Abteilung Biologie, Wienerstraße 74, A-3400 Klosterneuburg, Karin.Mandl@hblawo.bmlfuw.gv.at
- Eva Vogl, HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Abteilung Biologie, Wienerstraße 74, A-3400 Klosterneuburg

Zukünftige Kennzeichnungspflicht bestimmter eiweißhaltiger Weinbehandlungsmittel – Auswirkungen auf die Weinbehandlung und mögliche Alternativen für den Winzer

Future duty of labelling of certain protein-containing wine treatment agents - impact on winemaking and possible alternatives

HANNES WENINGER & SIEGMAR GÖRTGES

Einleitung

Die EU-Richtlinie zur Etikettierung und Aufmachung von Lebensmitteln wurde in mehreren Stufen um die Kennzeichnung von allergenen Zutaten erweitert. Sulfite müssen bereits seit dem 25.11.2005 auf dem Weinetikett gekennzeichnet werden. Künftig ist auch ein Hinweis auf dem Weinetikett erforderlich, sofern dieser Wein mit Erzeugnissen aus Eiern und aus Milch behandelt wurde.

Bei Erbslöh haben wir in einer sehr umfangreichen Aktion - gemeinsam mit dem Deutschen Weinbauverband, der Deutschen Weinakademie, der DLR-Mosel und der Universität Hamburg – alles unternommen, um eine weitere Kennzeichnung von Behandlungsmitteln auf dem Weinetikett zu verhindern. Für Produkte aus Fisch – also Fischgelatine und Hausenblaseprodukte – konnte eine Kennzeichnungspflicht verhindert werden. Bei Verwendung von Erzeugnissen aus Eiern – also Lysozym und Albumin – und Erzeugnissen aus Milch – also Magermilch, Kasein und Molkeprotein – ist jedoch, nach dem derzeitigen Stand der EU-Vorschriften, ab dem 31.05.2009 eine Deklaration erforderlich.

Was bedeutet dies nun für die Weinerzeuger in Österreich und der gesamten EU:

Die Verwendung von Gelatineprodukten ist ohne Kennzeichnung weiterhin möglich.

Die Verwendung von Lysozym ist erlaubt, ist jedoch kennzeichnungspflichtig.

Die Verwendung von Hühnereieiweiß, in Form von frischen Eiern, getrocknet oder pasteurisiert, ist möglich, aber kennzeichnungspflichtig.

Auch die Verwendung von Milcheiweiß, als Magermilch, Kasein, Kaliumkaseinat oder Molkeprotein ist weiterhin möglich, ist jedoch nach dem derzeitigen Stand der Richtlinie kennzeichnungspflichtig.

Stichtag für die zu erfolgende Kennzeichnung der betroffenen Weine auf dem Etikett ist der 31.05.2009.

Wurden Weine vorher behandelt und vorher etikettiert, so sind diese nicht kennzeichnungspflichtig.

Wurden Weine vorher behandelt und nach dem Stichtag etikettiert, so sind sie kennzeichnungspflichtig.

Eine Umsetzung der EU-Richtlinie in nationales Recht muß bis Mai 2008 erfolgt sein.

Nach der derzeitigen Rechtslage gibt es für die Kennzeichnung folgende Vorgaben:

Enthält Eierzeugnisse oder enthält Eier
enthält Milcherzeugnisse oder enthält Milch oder
enthält Sulfite, Eierzeugnisse und Milcherzeugnisse

Nähere Einzelheiten werden in der nationalen Regelung zu finden sein.

Auswirkungen einer Kennzeichnungspflicht:

Die Kennzeichnung möglicher allergener Stoffe, ob nun nachweisbar oder nicht, dient dem vorsorgenden Verbraucherschutz, in diesem Fall dem auf Allergene reagierenden Weintrinker. Die Kennzeichnung „Enthält Sulfite“ auf dem Weinetikett wurde von den Konsumenten weitgehend kommentarlos hingenommen. Auch die zum Teil recht umfangreiche Kennzeichnung auf Lebensmitteln, einschließlich Süßwaren, ist heute eine Selbstverständlichkeit. Bei Wein ist eine solche Kennzeichnung Neuland; die Reaktionen der Konsumenten können wir derzeit nicht vorhersehen. Die Kennzeichnung möglicher allergener Stoffe betrifft nur einen sehr kleinen Teil der Weinkonsumenten und ist als Vorsorgemaßnahme anzusehen und zu akzeptieren.

Falls der Weinerzeuger auf eine Kennzeichnung verzichten möchte, so stehen ihm nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Verfügung:

Entrahmte Milch und Eiereiweiß sind sehr schonende Behandlungsmittel, die überwiegend zur Behandlung von Rotweinen eingesetzt werden. Eine wirksame Alternative hierzu ist IsingClair-Hausenpaste und Hausengranulat Drifine.

Kasein (Kaliumkaseinat) und kaseinhaltige Produkte dienen der Entfernung von traubeneigenen Polyphenolen aus dem Wein. Diese schonende Most- und Weinbehandlung, zur Klärung, zur Vermeidung von Bräunungsreaktionen und zur geschmacklichen Abrundung, ist nur bedingt durch den Einsatz von Gelatine, wie ErbiGel®, Gelita-Klar®, ErbiGel® Flot, LiquiGel Flot, GelaFish und/oder Polyclar® V zu ersetzen.

Lysozym, zur Vermeidung eines biologischen Säureabbaus, kann nur durch Kühlung, SO₂-Einsatz und durch vorzeitige Filtration ersetzt werden.

Die neu zugelassenen Pflanzenproteine zur Weinbehandlung zeigen noch einige Probleme bei der Anwendung. Es ist eine sehr hohe Reinheit der Proteine erforderlich, da geringe Rückstände von Pflanzenfasern und Pflanzenfetten zu einer negativen Geruchs- und Geschmacksveränderung führen können. Die meisten proteinreichen Pflanzen sind selbst als allergene Stoffe eingestuft (z. B. alle Getreidearten, Soja und Lupinen) oder können aus gentechnisch veränderten Pflanzen stammen.

Weitere Hinweise finden Sie auf unserer Website unter www.erbsloeh.com.

Autoren

Hannes WENINGER
Erbslöh - Geisenheim AG, Geisenheim

Einfluss langjähriger Nutzung von *Miscanthus Giganteus* auf ausgewählte bodenchemische und bodenphysikalische Kennzahlen

Effects of long term cultivation of *Miscanthus Giganteus* on selected chemical and physical parameters

PETER LIEBHARD¹ & HEIDE SPIEGEL²

Einleitung

Miscanthus Giganteus, eine horstbildende, ausdauernde, in den gemäßigten Klimagebieten leistungsfähige „Low Input C₄-Pflanze“ mit hohem energetischen Nettoenergiegewinn durch beinahe ganzjährige Nutzung der eingestrahlten Sonnenenergie, weist in der Ertragsleistung durch die speziellen Standortbedingungen, eine große Streubreite auf. Nach einer ein- bis zweijährigen Etablierungsphase werden in der Hauptnutzungsphase (2. bis 20. Aufwuchsjahr) zwischen 15,0 und 25,0 t oberirdische Biomasse TM, während der Nachnutzungsphase (21. bis 30. Vegetationsjahr) immer noch zwischen 13,0 und 22,0 t Biomasse TM gebildet. Der Anbau der ausdauernden, aber jährlich erntbaren Kulturart *Miscanthus Giganteus* stellt mittel- und langfristig im Vergleich zu anderen Fruchtarten in der Produktion von nachwachsender Biomasse eine bedeutende Alternative dar. Das Erntegut kann sowohl als hochwertiger Brennstoff und auch als vielfach verwertbarer Industrierohstoff eingesetzt werden. Ein Großteil der vorliegenden Arbeiten bei *Miscanthus Giganteus* befasst sich mit der Bestandsetablierung, der Kulturführung, mit Ertragssicherungsmaßnahmen, dem Ertragsverhalten, der Ernte- und Lagerungsmöglichkeiten sowie den Nutzungs- bzw. Verwertungsarten.

Bei Kulturarten mit langer Nutzungsdauer sind aber die Auswirkungen auf den Boden von hoher Bedeutung, da jederzeit eine Rückführung der *Miscanthus*-Fläche in Acker- oder Grünland möglich sein muss. Die extreme Besonderheit von *Miscanthus Giganteus*, dass mindestens ein Drittel der jährlich produzierten Biomasse TM als Wurzel- und Rhizombiomasse anfällt und diese im Boden verbleibt, lässt bezüglich Nachhaltigkeitsbewertung ein abweichendes Verhalten erwarten. Ziel der ausgewählten Ergebnisse ist eine Beurteilung von Bodenkennzahlen bei einer unterschiedlich alten (zwei- bis zwölfjährigen) *Miscanthus*-Bestandsfläche im Vergleich zu einer standortüblichen Ackernutzung.

Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen eines aktuellen Langzeit-Feldversuches an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf (153 nn). Der Standort repräsentiert das pannonische Klimagebiet mit heißen, trockenen Sommern und kalten schneearmen Wintern. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,7 °C; die mittlere Jahressumme der Niederschläge beträgt 551 mm. Der Boden des Versuchsfeldes ist ein aus Auland hervorgegangener Schwemmlandboden im Bereich der Donauniederung. Auf der Bodenoberfläche des „Grauen Aubodens“ befindet sich ein mehrere Zentimeter mächtiger Auflagehorizont (OL), welcher sich aus den Bestandesabfällen von *Miscanthus Giganteus* zusammensetzt. An der Grenzfläche zum Mineralboden zeigt diese Auflage Anzeichen von einer Durchwurzelung.

Die Auspflanzung der aus Rhizomen vorgezogenen Jungpflanzen (Klon „Olsen“) erfolgte Ende April 1994 im Pflanzverband 1 m x 1 m. Das Unkraut wurde im Auspflanzjahr chemisch und mechanisch bekämpft. Bei den angeführten Parzellen wurde im Pflanzjahr kein Dünger ausgebracht. Ab dem zweiten Aufwuchsjahr werden jährlich nach der Ernte, Anfang April, 50 kg N/ha, 36,0 kg P₂O₅/ha, 120 kg K₂O/ha und 22,5 kg MgO/ha gedüngt

Der Bodenwassergehalt wurde nach ÖNORM L 1062 (1988), die Lagerungsdichte nach ÖNORM L 1068 (1988), die Druckpotential-Wasseranteilsbeziehung (pF-Kurve) und die Porengrößenverteilung nach ÖNORM L 1063 (1988), die chemischen Analysen nach ÖNORM L 1084, L 1087, L 1089 sowie der Humusgehalt nach ÖNORM L 1081 am Institut für Bodenkunde der Universität für Bodenkultur Wien ermittelt. Die Bewirtschaftung der Ackerfläche (Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Beregnung) im Vergleich zur Dauerkultur *Miscanthus Giganteus* erfolgt nach standortüblicher Intensität (Richtlinien für die gute fachliche Praxis). Auch die Fruchtfolge mit Zuckerrübe – WWeizen_{Zwfr} –

Erbse – WWeizen_{Zwfr} – Sonnenblume - WGerste_{Zwfr} entspricht der Region mit einem hohen Begrünungsanteil. Der Standort ist ausgewiesenes Grundwassersanierungsgebiet.

Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund von bodenbedingten Unterschieden zwischen den Wiederholungen und der Ausgangsversorgung bei den Makronährstoffen Phosphat und Kalium und der jährlichen Düngung auf geschätztem Nettonährstoffentzug kam es, wie erwartet, in den ersten 6 Jahren noch zu keiner messbaren Veränderung in den Gehaltswerten (Tab. 1). Hervorzuheben sind die deutlich unterschiedlichen Gehaltswerte bei P₂O₅, K₂O und Humus im Ober- und Unterboden. Im Phosphorgehalt ergaben sich messbare Erhöhungen. Bei Kalium kam es bei Miscanthus mit zunehmender Nutzungsdauer durch die hohen Entzüge zu einer gesicherten Abnahme der Gehaltswerte. Der Humusgehalt ging unter Miscanthus mit zunehmender Nutzungsdauer entgegen den Erwartungen leicht zurück und das gleiche zeigte sich auch im Wasserhaushalt des Bodens. Der pflanzenverfügbare Bodenwasservorrat wird jährlich völlig ausgeschöpft (Werte nicht angeführt).

Tab.1: Ausgewählte bodenchemische Ergebnisse bei Ackerbewirtschaftung (Vergleichsfrucht WGerste) bzw. Miscanthus Giganteus im Verlauf von 1994 bis zum Jahr 2006

Kulturart	Bodentiefe (cm)	pH in CaCl ₂	CaCO ₃ (%)	Humus aus TOC	Nges (%)	P ₂ O ₅ in CAL/DL mg/100g	K ₂ O in CAL mg/100g
Wintergerste 1994	0-25	7,5	25,7	2,4	0,12	19	14
	25-50	7,6	27,7	1,9	0,09	13	8
Wintergerste 2000	0-25	7,5	25,6	2,5	0,13	20	16
	25-50	7,6	25,7	1,9	0,09	13	8
Wintergerste 2006	0-25	7,4	25,6	2,5	0,13	22	17
	25-50	7,5	25,7	1,9	0,10	14	9
Miscanthus 0-j 1994	0-25	7,6	27,4	2,3	0,11	16	14
	25-50	7,7	28,6	1,9	0,07	10	9
Miscanthus 2-j	0-25	7,6	27,4	2,3	0,11	16	14
	25-50	7,7	28,6	1,8	0,07	10	8
Miscanthus 4-j	0-25	7,6	26,9	2,2	0,10	19	12
	25-50	7,7	27,6	1,9	0,08	12	9
Miscanthus 6-j 2000	0-25	7,5	26,5	2,2	0,10	20	11
Miscanthus 9-j	25-50	7,7	26,7	1,8	0,06	13	7
	0-25	7,6	26,5	2,1	0,10	20	11
	25-50	7,7	26,8	1,9	0,06	14	7
Miscanthus 12-j 2006	0-25	7,5	26,5	2,2	0,10	22	11
	25-50	7,6	26,7	1,9	0,06	14	6

Störungen im Gefüge bzw. in der Struktur sind im hohen Ausmaß von der Art der Bewirtschaftung abhängig und führen zu unterschiedlicher Durchwurzelung, Nährstoffbereitstellung und zu wesentlichen Veränderungen im Bodenwasser- und Bodenlufthaushalt. Die Lagerungsdichte in verschiedenen Tiefen ist einerseits von der natürlichen Bodenentwicklung und andererseits von der Bearbeitung abhängig. Mit der Grundbodenbearbeitung werden meist eine Lockerung der Krume und damit eine Erhöhung des Porenvolumens erreicht. Dabei entstehen Sekundärporen größer 50 – 60 µm, die leicht durch Platzregen oder durch die Infiltration sowie durch die natürliche Setzung und vor allem durch das Befahren wieder zerstört werden. Entgegen der Erwartung weist im Oberboden nach sechs- bzw. 12-jähriger unterschiedlicher Bewirtschaftung Miscanthus eine höhere bzw. ansteigende Lagerungsdichte, von 1,50 bis 1,69 auf (Abb. 2). Nach einer sechsjährigen Nutzung bleiben die Werte bis 30 cm Bodentiefe beinahe konstant. Bei der Ackerbewirtschaftung hingegen kam es in allen drei

Tiefenstufen zu keiner Veränderung (Abb. 1). Gleichzeitig kam es bei Miscanthus in der Oberkrume (5 bis 10 cm Bodentiefe) zu einer deutlichen Abnahme des Porenvolumens (Abb. 2).

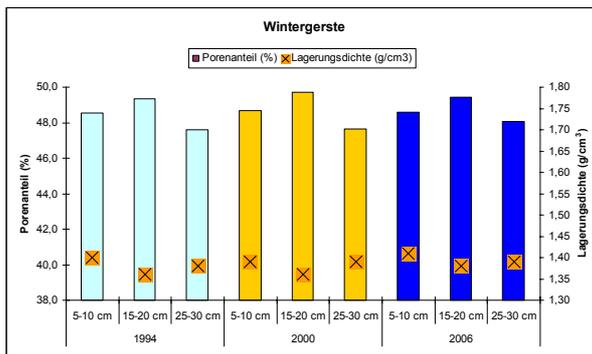
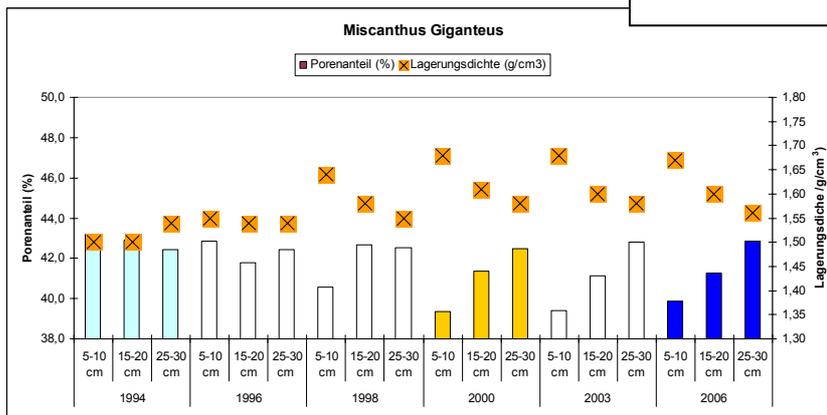


Abb. 1: Lagerungsdichte in g/cm³ und Porenanteil in % in den Bodentiefen von 5 bis 10 cm, 15 bis 20 cm und 25 bis 30 cm bei W-Gerste von 1994 bis zum Jahr 2006; Bodenprobennahme jeweils Juni (Mittelwert aus 4 Wiederholungen)

Abb. 2: Lagerungsdichte in g/cm³ und Porenanteil in % in den Bodentiefen von 5 bis 10 cm, 15 bis 20 cm und 25 bis 30 cm bei Miscanthus Giganteus von 1994 bis zum Jahr 2006; Bodenprobennahme jeweils Juni (Mittelwert aus 4 Wiederholungen)



Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Bei der Produktion „Nachwachsender Biomasse“ mit Einsatz florenfremder Kulturarten sind regional standortbezogene Ergebnisse zur Ertragssicherung und für die ökologische Beurteilung von besonderer Bedeutung. Mit den hohen Erträgen werden in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf im Herbst und Winter teilweise sehr hohe Kaliummengen abgeführt, die bei der Düngerbemessung zu berücksichtigen sind. Aufgrund der fehlenden Bodenbearbeitung ist bei Dauerkulturen die Frostgare für die Aggregatteilung und die Erhaltung eines ausreichenden Porenanteils entscheidend. Bei Miscanthus Giganteus kommt es durch die hohe Mulchauflage nur zu einer verminderten oder gar keiner Frostgare im Winter. Nach mehrjähriger Nutzung kann daher bei Miscanthus im Oberboden eine Zunahme der Lagerungsdichte und Abnahmen des Mittel- und Grobporenanteils beobachtet werden, die bei der Rückführung der Fläche in Acker- oder Grünland zu berücksichtigen sind.

Summary

The output of considerable amounts of potassium via harvest of Miscanthus Giganteus should be considered by fertilisation. Caused by high amounts of litter (plant residues) impacts of mellowness due to frost are small. This could be the reason for an increase of bulk density and a decrease of the proportion of large- and medium pores after several years of cultivation

Literatur

Kramberger, I., 2001. Vergleich ausgewählter bodenphysikalischer Parameter an unterschiedlich alten Beständen der Dauerkultur Miscanthus Giganteus im Vergleich zu einer standortlichen Ackernutzung im semiariden Produktionsgebiet. Diplomarbeit; Universität für Bodenkultur Wien.

Autoren

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur Wien

² AGES, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien

Einfluss von Kalkmenge und -art auf die pH-Wertentwicklung eines vierjährigen Kalkdüngungsversuches

KARL MAYER & GEORG DERSCH

Einleitung:

In der Steiermark haben ca. 30 % der Ackerflächen einen pH-Wert von unter 5,6. Die Aufrufe zur Erhaltungskalkung sind in den vergangenen Jahren aufgrund der niedrigen Agrarpreise nur vereinzelt umgesetzt worden. Dies hat sich heuer durch den bedeutenden Preisanstieg bei Getreide und Mais schlagartig geändert. Trotz dieser letztgenannten Tatsache hat sich zu Versuchsbeginn im Jahr 2004 die Frage gestellt, welche Kalkmenge und welche Kalkart für die pH-Wertsteigerung am effektivsten wären. Bis dato hat auch immer gegolten, dass carbonatische Kalke in der Wirksamkeit, besonders auf schweren Böden, dem Branntkalk unterlegen seien. Vor dem Hintergrund, dass besonders billigere Carbonatkalke von den Landwirten gerne angenommen wurden, waren auch die Kosten eine zentrale Versuchsfrage.

Material und Methode:

Die Landeskammer für Land- und Fortwirtschaft Steiermark hat gemeinsam mit der AGES Wien seit 2004 einen Kalkdüngungsversuch in Betreuung. Hintergrund dieses zweifaktoriell und in dreifacher Wiederholung als Split-Plot angelegten Versuches ist es, verschiedene Kalkarten und -mengen auf ihre Wirksamkeit in der pH-Wertsteigerung abzuprüfen. Die verwendeten Kalkarten waren Brannt-, Misch-, Carbokalk und kohlenaurer Kalk. Jedes Produkt wurde vor dem Maisanbau mit 600 kg und 1.200 kg je Hektar auf die Parzellen mit einer Größe von 28 m² ausgebracht. Der Versuchsstandort ist eine pseudovergleyte Braunerde im Feistritztal in der Oststeiermark mit jährlichem Maisanbau seit Versuchsbeginn 2004. Die Korngrößenverteilung wies 24 % Sand, 55 % Schluff und 21 % Ton aus. Der Ausgangs-pH-Wert lag bei 4,8 bis 5,2 je nach Parzellenlage.

Die Untersuchungen wurden von Dr. Georg Dersch, AGES Wien, jedes Jahr vor der Kalkausbringung und nach der Ernte durchgeführt. Untersucht wurde der pH-Wert, die Nährstoffe Phosphor und Kali, die Kationenaustauschkapazität, das austauschbare Calcium, der nachlieferbare Stickstoff, der Gesamtstickstoff und der Humusgehalt (trockene Verbrennung).

Ergebnisse:

Die pH-Wertentwicklung hängt bei diesem Versuchsstandort nicht von der Kalkart, sondern nur von der ausgebrachten Kalkmenge, ab. Es wurde gezeigt, dass mit 1.200 kg CaO im Vergleich zu 600 kg CaO der pH-Wert um 0,3 bis 0,9 Einheiten höher gesteigert werden konnte. In Summe wurde über vier Jahre durch jährliche Kalkung mit 1.200 kg CaO/ha der pH-Wert um maximal 1,6 Einheiten erhöht. Es wurde festgestellt, dass bei einer Kalkung im Frühjahr zwar ein pH-Wertanstieg bis in den Herbst nachgewiesen werden konnte, dieser Effekt allerdings durch die Pflugfurche im Frühjahr des folgenden Jahres wieder egalisiert wurde. Das bedeutet für die Praxis, dass einerseits der Termin der Bodenprobennahme und auch die Bodenbearbeitung zu berücksichtigen ist.

Durch die Untersuchungen der AGES Wien wurde auch festgestellt, dass die Kalkung einen bedeutenden Einfluss auf die Stickstoffnachlieferung hat. Besonders der stickstoffhaltige Carbokalk erhöhte die N-Nachlieferung im Vergleich zur Nullparzelle von 20 auf 70 mg N/kg und 7 Tagen. Branntkalk erhöhte diesen Wert im Vergleich zur Nullparzelle von 41 auf 48 mg N/kg und 7 Tagen (Abbildung 2).

Die Kosten der pH-Wertsteigerung waren bei Carbokalk am geringsten, gefolgt von kohlensaurem Kalk, Mischkalk, und bei Branntkalk am höchsten.

Abbildung 1: pH-Werte nach vierjähriger Kalkung mit verschiedenen Kalkarten- und -mengen

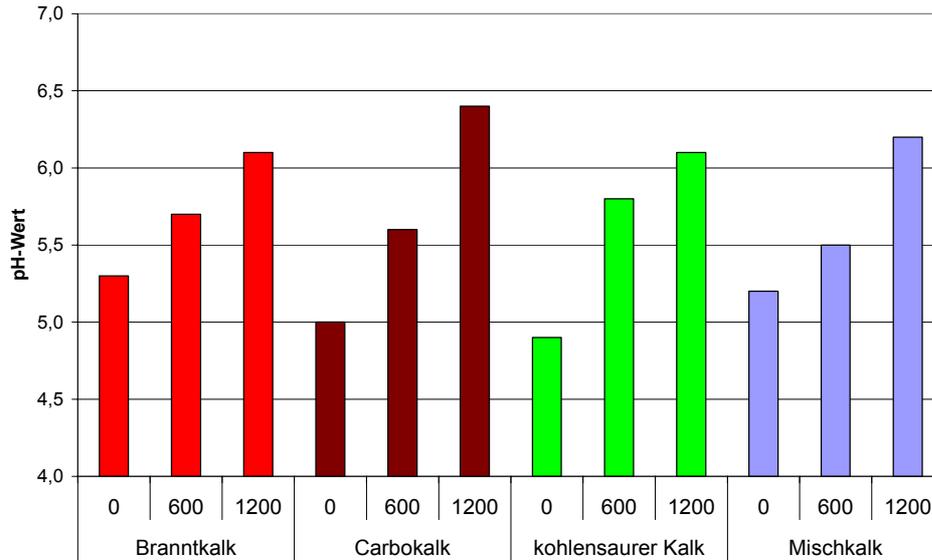
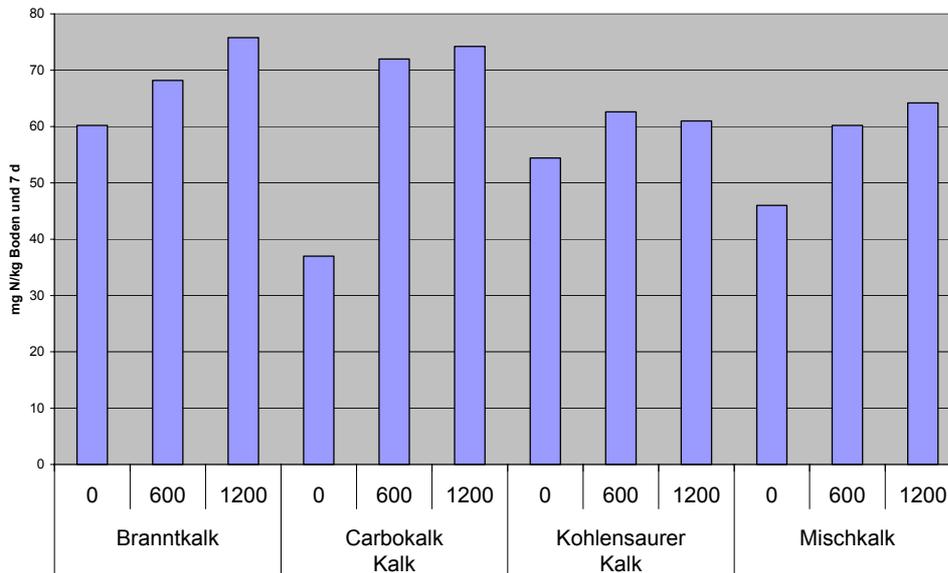


Abbildung 2: Einfluss der Kalkart und -menge auf die Stickstoffverfügbarkeit, Dersch AGES



Zusammenfassung

In den vier Jahren jährlicher Kalkung konnte festgestellt werden, dass der Einfluss der Kalkart geringer war als angenommen. Entscheidend war die Höhe der gedüngten Kalkmenge. Wesentlich war auch der Einfluss der Kalkart und -menge auf die Stickstoffnachlieferung. Dabei wurde festgestellt, dass Carbokalk und Brantkalk die N-Verfügbarkeit deutlich erhöhten.

Autor/en:

Dr. Karl Mayer, Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark
 Dr. Georg Dersch, AGES, Institut für Bodengesundheit & Pflanzenernährung, Wien

Nährstoff- und Humuswirkung von Gärresten aus Biogasanlagen

Nutrition and humus value of digestates from biogas plants

ERWIN PFUNDTNER

Einleitung

Biogasgülle und Gärückstände sind nährstoff- und kohlenstoffreiche organische Rückstände aus der anaeroben Vergärung von tierischen und pflanzlichen Materialien aus Biogasanlagen. Der nachhaltige und umweltgerechte Einsatz dieser Rückstände in der Landwirtschaft setzt neben einer guten landwirtschaftlichen Praxis die Kenntnis der Stoffeigenschaften dieser erst in letzter Zeit etwas weiter verbreiteten organischen Dünger voraus. Diese Gärreste sind organische Mehrnährstoffdünger mit einem breiten Einsatzspektrum hinsichtlich der Kulturen und verschiedenen Anwendungszeiträumen.

Material und Methoden:

Im Rahmen des Beratungsprojekt „Niederösterreichische Biogasoffensive“ der Arge Kompost und Biogas NÖ wurden im Jahr 2007 separierte feste und flüssige Gärreste von 80 Biogasanlagen (70 Na-
waro und 10 Abfallanlagen) auf Stickstoff gesamt, Ammonium Stickstoff, Phosphat gesamt, Kalium
gesamt, organische Substanz und Kohlenstoff untersucht. Die Analysen wurden in der Agentur für
Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion:

Neben den Gehalt an Phosphat und Kalium (siehe Tabelle 1), die bei der Düngung zu 100% angerechnet werden können, ist für einen zufrieden stellenden Pflanzenertrag unter anderem der Stickstoffgehalt wichtig, insbesondere der Anteil an Ammonium-Stickstoff (NH₄-N), der für die Pflanzen leicht verfügbar ist. Die Untersuchungen aus NÖ zeigten, dass der pflanzenverfügbare Anteil im Mittel bei der Biogasgülle mit einem Anteil von 38 % deutlich niedriger ist als bei den Gärückständen aus den „Abfall Anlagen“ mit 55 % (siehe Tabelle 1). Der niedrigere NH₄-N - Anteil der Biogasgülle aus Energiepflanzen erklärt sich zum Teil durch die geringeren Abbauraten der ligninreicheren Strukturen der Ausgangsmaterialien im Zuge der Fermentation.

Tabelle 1: Gehalte an Trockensubstanz, organischer Trockensubstanz, Kohlenstoff gesamt, stabiler Kohlenstoff, Stickstoff gesamt (N ges.), Anteil NH₄-N vom N ges in Prozent, Phosphat ges., Kalium ges.
Angaben in kg / m³ Frischmasse

	Biogasgülle (n=70)	Biogasgülle separiert (n=9)	Gärückstände (n=10)
Trockensubstanz	65,0	235,4	40,0
Organische Trockensubstanz (Glühverlust)	49,6	213,2	23,9
Kohlenstoff gesamt	27,3	117,3	13,1
stabiler Humus Kohlenstoff (berechnet nach VDLUFA 2004)	8,2	46,9	3,9
Stickstoff gesamt (Nges)	4,2	3,0	4,2
davon Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N in % vom N ges)	38,0	12,0	55,0
Phosphat gesamt (P ₂ O ₅)	1,4	1,8	1,1
Kalium gesamt (K ₂ O)	4,9	3,1	3,7
n=Anzahl der Untersuchungen			

Der feste Bestandteil der Biogasgülle nach Separation liegt mit einem Anteil von 12% Ammonium-Stickstoff im Bereich von Komposten.

Humusbilanz

Neben der Versorgung der Böden mit Nährstoffen trägt die Düngung mit Gärresten zur Zufuhr von organischer Substanz und somit zum Humusersatz bei. Humus ist Träger und Förderer der Bodengesundheit. Er ist die Lebensgrundlage der Bodenlebewesen und bestimmt wichtige Eigenschaften des Bodens. In intensiv bewirtschafteten Ackerbaubetrieben führt ein hoher Hackfruchtanteil, steigender Export von Ernterückständen und der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zu einem hohen Humusverbrauch. Wenn der Humusverbrauch höher ist als die Humuszufuhr verlieren die Böden mehr und mehr an Ertragssicherheit und Ertragsfähigkeit. Dieser Prozess des Humusverlustes vollzieht sich langfristig und wird erst nach vielen Jahren sichtbar. Ist das Stadium eines akuten Humusmangels erst einmal erreicht, ist eine schnelle Korrektur nicht möglich. Humusaufbau vollzieht sich in ähnlich langen Zeiträumen wie Humusverlust. Für die durchschnittliche humuszehrende oder humusmehrende Wirkung von Feldfrüchten gibt es Maßzahlen, die auf Grundlage langjähriger Feldversuche erarbeitet wurden (VDLUFA 2004). Mit deren Hilfe kann man die notwendige Menge an organischer Substanz bestimmen, die zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Humusgehaltes notwendig ist. Eine solche Humusbilanzierung ist sinnvoll, um die Entwicklung des Humusgehaltes des Bodens zu beobachten. Der für den Humusaufbau verantwortliche Teil der Gärreste ist der „stabile Humus-Kohlenstoffanteil“ der organischen Substanz, der im Zuge der Nährstoffmineralisierung nicht von den Mikroorganismen des Bodens abgebaut werden kann, und somit mehr oder weniger dauerhaft im Boden verbleibt. Laut Literaturangaben (Bundesgütegemeinschaft Kompost, 2006) beträgt der stabile Kohlenstoffanteil von flüssiger Biogasgülle und Gärresten 30 % vom Gesamtkohlenstoff. Der Anteil an stabilen Kohlenstoffverbindungen vom festen Rückstand separierter Biogasgülle ist mit 40 % deutlich höher (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Anteil humusreproduktionswirksamer Kohlenstoff am organisch gebundenen Kohlenstoff

Gründüngung, Rübenblatt, Grünschnitt									< 15%
Gülle, Stroh, Fermentationsrückstände flüssig									20 - 30 %
Frischkomposte, Festmist, Fermentationsrückstände fest									35 - 40 %
Fertigkompost									> 50%

Stellt man in einer Humusbilanzrechnung (Tabelle 3) den Humusverbrauch einer dreigliedrigen Fruchtfolge mit Silomais, Winterweizen und Wintergerste (-1300 kg Humus C/ha) der Humuszufuhr aus einem Zwischenfruchtanbau und einer einmaligen Stroheinarbeitung (+300 kg Humus C/ha) sowie einer Düngung mit flüssiger Biogasgülle mit 40 m³/ha jedes Jahr (+984 kg Humus C/ha) gegenüber, ergibt sich eine fast ausgeglichene Humusbilanz. Eine Düngung mit Gärresten aus Abfallanlagen ergibt aufgrund des geringeren Kohlenstoffgehaltes (siehe Tabelle 1) bei der gleichen Bilanzrechnung einen negativen „Humus-Saldo“ von -532 kg Humus C/ha. Zum Ausgleich dieser negativen Humusbilanz sollten in diesem Fall verstärkt Humusmehrende Kulturen (Zwischenfrüchte, Klee, etc.) in die Fruchtfolge aufgenommen werden. Düngungsmaßnahmen mit den sehr kohlenstoffreichen festen Rückständen aus der Separation von Biogasgülle führen zu einem deutlich positiven Einfluss auf den Humushaushalt des Bodens.

Tabelle 3: Humusbilanz in einer dreigliedrigen Fruchtfolge mit 40 m³ Biogasgülle flüssig/Jahr/ha

	kg stabiler Humus-Kohlenstoff/ha
Silomais	-700
Winterweizen	-300
Wintergerste	-300
Σ Humusverbrauch	-1300
Zwischenfrucht + Stroh	300
120 m ³ Biogasgülle	984
Σ Humuszufuhr	1184
Humusbilanz	-16

Zusammenfassung:

Die aktuellen Untersuchungen zeigen, dass Gärrückstände aus „Abfallanlagen“ höhere Anteile leicht pflanzenverfügbaren Stickstoff (NH₄-N) haben als Biogasgülle aus „Nawaro Biogasanlagen“. In den separierten Biogasgülle ist der Stickstoff fast zur Gänze organisch gebunden. Die Düngewirkung des organisch gebundenen Stickstoffes ist aufgrund der komplexen Mineralisierungsvorgänge schwer abschätzbar. Der hohe Anteil organischer Substanz von fester und flüssiger Biogasgülle wirkt sich positiv auf den Humushaushalt des Bodens aus.

Literatur

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. 2006: Organische Düngung. Köln, 2006

VDLUFA 2004: Humusbilanzierung; Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Bonn 2004

Autor/en

Erwin Pfundtner, AGES, Institut für Bodengesundheit & Pflanzenernährung, Wien

Auswirkung von Biogasgülle auf Bodenparameter unter besonderer Berücksichtigung des Kaliums (K)

Effect of digested residues on soil parameters with special consideration of the potassium (K)

HANS UNTERFRAUNER

Einleitung

Die Anzahl der Biogasanlagen ist in Österreich von 80 im Jahr 2001 auf über 300 Anfang 2006 gestiegen (Pfundtner 2006). Derzeit befinden sich knapp 400 Anlagen in Betrieb oder kurz vor der Fertigstellung. Die bei der Biogasproduktion anfallende Biogasgülle wird vorwiegend vom Standpunkt der Düngewirkung und der Gefährdung durch organische und mineralische Schadstoffe aus betrachtet (Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit 2001, BMLFUW 2006, BGBL 2007). Zu den Auswirkungen auf Bodenparameter gibt es wenige Studien (Landesanstalt Sachsen 1999, Petz 2000, Unterfrauner 2005, Unterfrauner 2008).

In den vergangenen Jahren wurde vermehrt festgestellt, dass auf mit Biogasgülle gedüngten Flächen die Bodenfruchtbarkeit und die Erträge sinken. Die Firma BOWASAN hat versucht die Ursachen dafür zu finden.

Als problematisch hat sich vor allem der in der Gülle gelöste Anteil an Kalium erwiesen. Mehr als 95% des gesamten Kaliums sind in gelöster Form vorhanden, womit die Wirksamkeit mit einem Flüssigdünger verglichen werden muss!

Dies kann zu folgenden negativen Auswirkungen auf Bodenparameter führen:

- Zerstörung der Aggregate (Strukturzerfall, Verschlammungsneigung),
- Überfrachtung des Sorptionskomplexes mit K,
- Disharmonien zwischen Ca:Mg:K,
- Förderung der Versauerung.

In einem Feldversuch im Herbst 2007 wurde abgeklärt, ob durch eine Vorlage von Ca- Lieferanten, die negativen Auswirkungen von K gepuffert werden können.

Material und Methoden

Ein ca. 3ha großes gedroschenes Maisfeld (Bezirk Deutschlandsberg) wurde feldbodenkundlich beschrieben und beprobt.

Der Bodentyp war eine kalkfreie Lockersedimentbraunerde, die Bodenart lehmiger Sand. Ein Teil der Fläche blieb unbehandelt, ein Teil wurde mit Mischkalk (MiKa 2t/ha), ein Teil mit einer Mischung aus Mischkalk (1,5t/ha) und Gips (Gi 0,75t/ha) und ein Teil mit Gips (2t/ha) behandelt. Die gesamte Fläche wurde gegrubbert (10 bis 15cm Tiefe). 2 Tage später wurde auf der Fläche die Biogasgülle nach der üblichen Methode (Schleppschlauch) ausgebracht (50m³/ha).

Vor der Applikation, nach 2 Wochen und nach 4 Wochen wurden Bodenproben [0 bis 10cm] gezogen und nach der Methode der „Fraktionierten Analyse“ analysiert. Die Stabilität der Aggregate und der organischen Verbindungen wurde visuell anhand der Trübung und Färbung der überstehenden Flüssigkeit der mit Aqua dest. aufgeschüttelten Proben abgeschätzt.

Die Biogasgülle stammt aus einer Anlage die vorwiegend mit Maissilage (~ 75%) und Schweinegülle (~ 25%) gespeist wird. Die Vergärung erfolgt 2 stufig.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 5: Einige Inhaltsstoffe und Parameter der ausgebrachten Biogasgülle

Inhaltsstoffe	gelöste Menge [kg/50m ³]	Gesamtgehalt [kg/50m ³]	Parameter
N	(NH ₄ -N) 203	(Nt) 320	pH: 8,1
Ca	1,91	50,9	eL _{unverdünnt} : 37,7 mS/cm
K	142,8	150,4	Wassergehalt: 93%
Mg	0,09	28,4	
PO ₄	12	169	

Beprobung	Fläche	pH H ₂ O	pH KCl	el [mS/cm]	BS [%CECp]	Ca [%CECa]	Mg [%CECa]	K [%CECa]	H [%CECp]	pot S [%CECp]
vor Applik.	unbehandelt	6,04	5,35	1,11	39,00	77,0	9,0	5,9	2,82	57,62
2 Wochen nach Applik.	ohne Ca	5,62	4,81	2,67	30,24	60,8	10,6	16,1	2,47	66,06
	Mika	7,18	5,99	1,98	42,14	76,8	6,4	11,5	0,13	55,89
	Mika+Gi	7,12	5,99	2,01	47,43	78,4	7,2	10,3	0,00	50,94
	Gi	6,48	5,21	2,79	27,65	74,0	6,1	11,0	1,59	69,56
4 Wochen nach Applik.	ohne Ca	6,07	4,60	0,58	31,30	34,9	6,8	8,3	29,87	38,42
	Mika	6,77	5,30	0,97	37,90	50,8	4,6	8,4	20,04	41,51
	Mika+Gi	7,32	6,03	1,55	55,96	59,2	5,5	8,5	18,80	24,30
	Gi	6,26	4,90	1,84	30,87	34,4	2,8	5,3	40,34	28,32

Tabelle 6: Veränderungen von Bodenkennwerten 2 und 4 Wochen nach der Applikation

eL...elekt. Leitfähigkeit CEC...Cationexchange Capacity [Index_a: aktueller CEC, Index_p: potentieller CEC]
 BS...Basensättigung pot S...potentielle Säure

Die Applikation von Biogasgülle hatte große Auswirkungen auf die Säureparameter des Bodens. Das pH_{KCl} auf der Fläche ohne Ca Vorlage sank innerhalb von 4 Wochen von 5,4 auf 4,6 ab! Das pH_{H₂O} reagierte ebenfalls sofort auf die Applikation. Die Varianten Mika und Mika+Gi konnten den Säureschub sehr gut abpuffern, neutralisierten zugeführte und gebildete Säure. Die Variante Gi zeigte ebenfalls eine Verbesserung, die Auswirkung war etwas gedämpfter, da die Neutralisationsreaktionen nur durch das gelöste Ca erfolgte.

Die potentielle Säure und die Konzentration der austauschbaren H⁺ Ionen am Sorptionskomplex (CEC) stiegen nach Ausbringen der Biogasgülle auf der Fläche ohne Ca Vorlage stark an. Nach 4 Wochen waren ~ 70% des Sorptionskomplexes mit Säure belegt, die Basensättigung sankt auf ~ 30%. Dadurch sind weitere negative Auswirkungen zu erwarten (zB. Säuredegradation, Zerfall von Tonmineralen, Einschränkung der Mikroorganismenvielfalt). Die Variante Mika+Gi hingegen zeigte 4 Wochen nach Ausbringen der Biogasgülle mehr als eine Halbierung der potentiellen Säure (von 57 auf 24%), die Basensättigung ist von 39 auf 55% gestiegen. Die Konzentration der austauschbaren H⁺ Ionen am Sorptionskomplex lag mit 18% im optimalen Bereich. Die Variante Mika zeigte ebenfalls positive Wirkungen, die Effekte blieben aber hinter der Variante Mika+Gi zurück. Bei der Gi Variante stieg die potentielle Säure kurzfristig stark an, wurde mobilisiert und steigerte die Konzentration der austauschbaren H⁺ Ionen am Sorptionskomplex, die langsam neutralisiert wurde.

Der Sorptionskomplex auf der Fläche ohne Ca Vorlage wurde vom gelösten K überschwemmt. Der Anteil von K stieg von 5,9% auf > 16% des CECa. Gleichzeitig wurde Ca verdrängt (von 77 auf 60%). Der Anteil des Mg trat hinter jenem des K zurück. Beides führte zu einer adhoc Verschlechterung der Strukturstabilität. Alle anderen Varianten (Mika, Mika+Gi, Gi) haben zumindest anfangs den Ca Anteil auf dem ursprünglichen Niveau halten können, der K Anteil ist kurzfristig auf ~ 11% angestiegen.

Die Strukturstabilität der Fläche ohne Ca Vorlage wurde deutlich verringert, Bodenkolloide gingen in Suspension und niedermolekulare organische Substanzen wurden freigesetzt. Die Varianten Mika, Mika+Gi und Gi konnten die Einflüsse ausreichend abpuffern und haben sogar zu einer Gesamtverbesserung der Strukturstabilität beigetragen.

Zusammenfassung

Das in der Biogasgülle enthaltene Kalium ist zu > 95 in gelöster Form vorhanden. Wie durch den Kurzzeit Feldversuch gezeigt wurde, werden Bodenparameter dadurch negativ beeinflusst. Die Auswirkungen zeigten sich bereits nach kurzer Zeit (2-4 Wochen). Die Versauerung wurde gefördert, der Sorptionskomplex mit K überfrachtet und die Aggregatstabilität vermindert. Durch Vorbehandlung der Böden mit diversen Kalk- und Gipsprodukten konnten die Auswirkungen teilweise vermindert werden. Am besten hat die Variante von Mischkalk mit Gips gewirkt. Säure wurde erfolgreich neutralisiert, der Ca- Anteil am Sorptionskomplex gesichert und die Strukturstabilität gestärkt.

Summary

In dissolved form the potassium contained in the digested residues is present to over 95%. As demonstrated in the short-time field test, soil parameters are negatively affected by it. Already after a short period of time (2-4 weeks) the effects became visible. The acidification was intensified, the sorption complex was overloaded with K and the aggregate stability was decreased. By pre-treatment of the soils with various lime- and gypsum products the effects could be partly decreased. Of all the versions a combination of milled limestone with quicklime and gypsum worked best because the acid was successfully neutralized, the Ca- proportion of the sorption complex was ensured and the structure stability was strengthened.

Literatur

- BGBI 53 (2007): Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 53. Verordnung 2007, Änderung der Düngemittelverordnung 2004.
- BMLFUW (2006): Richtlinien zur sachgerechten Düngung, Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft, 6. Auflage.
- FACHBEIRAT FÜR BODENFRUCHTBARKEIT UND BODENSCHUTZ (2001): Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker – und Grünland. BFL-BMLFUW.
- PFUNDTER, E. (2006): Neufassung der Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker und Grünland. 12. Alpenländisches Expertenforum, am 30. März 2006, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, A-8952 Irnding.
- PETZ, W. (2000): Auswirkungen von Biogasgülledüngung auf Bodenfauna und einige Bodeneigenschaften. Eine Freilandstudie an vier Standorten in Oberösterreich. Im Auftrag von: Amt der Oberösterreichischen Landesregierung Landesrat für Wasserwirtschaft Dr. Achatz.
- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (1999): Umweltwirkung von Biogasgülle, Forschungsbericht des Freistaates Sachsen.
- UNTERFRAUNER, H. (2005): Auswirkungen von Biogasgülle auf die oberste Bodenschicht. Forschungsprojekt der Firma Bodenkalk (Graz).
- UNTERFRAUNER, H. (2008): Können durch eine entsprechende Vorbereitung des Rezeptorbodens negative Einflüsse der Biogasgülle auf Bodenparameter vermindert werden? Forschungsprojekt der Firma BoWaSan (Graz).

Autor/en

DI Hans Unterfrauner, BoWaSan, Liebenauer Hauptstrasse 34/2/3, 8041 Graz; E-mail: h.unterfrauner@bowasan.at

Nährstoffrückführung am Beispiel von Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat

Recycling of nutrientson the example of Residual Potato Fruit Water Content

HERBERT EIGNER

Einleitung

Die Preise für Düngemittel steigen aufgrund explodierender Energiekosten, begrenzter Rohstoffreserven oder Engpässen in Transportsystemen rapid. In der Verarbeitung landwirtschaftlicher Rohstoffe entstehen Produkte, deren Rückführung als Düngemittel in die pflanzliche Produktion an Bedeutung gewinnt.

Kartoffelrestfruchtwasser fällt im Zuge der Stärkegewinnung an. Im Gehalt an Rohprotein reduziert und folgend eingedickt verbleibt ein Konzentrat mit einem Gehalt von etwa 30 kg N, 15 kg P₂O₅ und 100 kg K₂O je Tonne. Der Anteil an organischer Substanz beträgt zumindest 60 % i.d.TS., Stickstoff liegt zu etwa 80 % in organisch gebundener Form vor. Gemäß Düngemittel-Verordnung 2004 ist das Produkt als Organischer Volldünger einzustufen.

Die technisch nunmehr mögliche Limitierung der Applikationsmenge auf 3 m³ Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat je Hektar erlaubt eine Ausbringung ohne Zwischenlagerung und Verdünnung in Güllegruben. Hierdurch werden für dieses Produkt neue Regionen für den Einsatz erschlossen.

Um hohe Effizienz in der Anwendung des Düngemittels sicherzustellen, sollten Exaktversuche zu Kartoffel in den Jahren 2006 und 2007 weitere Information zur Wirksamkeit des mit Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat ausgebrachten Stickstoffs bringen.

Material und Methoden

Tabelle 1:

Versuche mit Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat 2006, 2007
Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsmaßnahmen

Standort	Nonndorf 2006	Nonndorf 2007	Hausheim 2007
Bodentyp	Felsbraunerde	Feldbraunerde	Parabraunerde
Gründigkeit	mittel	mittel	tief
Ertragslage	hoch - 2	hoch - 2	hoch - 2
Vorfrucht	Dinkel	Lupine	Sonnenblume
Ernterückstände	abgefahren	eingearbeitet	eingearbeitet
Zwischenfrucht	Fertigmischung abgefrostet		Senf abgefrostet
Gehaltsklasse P	C	D	C
Gehaltsklasse K	C	C	C
Aufdüngungsbedarf nach EUF	170 kg N/ha	120 kg N/ha	120 kg N/ha
Sorte	Pluto	Kuras	Kuras
Datum des Legens	05.05.06	26.04.07	20.04.07
Datum der Ernte	27.09.06	01.10.07	05.11.07

Die Versuche kamen an zwei Standorte in der Gemeinde Nonndorf, Bezirk Waidhofen/Thaya, sowie an einem Standort in der Gemeinde Hausheim, Bezirk St. Pölten - Land, zur Anlage. Grundsätzliche Informationen zu den ausgewählten Standorten sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die Pflegemaßnahmen erfolgten entsprechend dem betriebsüblichen Standard.

Die Anlage erfolgte in gerechter Verteilung mit zwei Faktoren und drei Wiederholungen. Faktor 1 differenziert nach „ohne“ und „mit“ Einsatz von Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat. Parzellen

„mit“ wurden mit 3 m³ /ha Konzentrat beaufschlagt. Die Aufbringung erfolgte bodennah mit Schleppschlauch-Technik. Bezogen auf ein Hektar wurden hiermit 130 kg N, etwa 60 kg P₂O₅ sowie 390 K₂O zugeführt. Die Jahreswirksamkeit der angebotenen Stickstoffmenge ist mit 70 kg N/ha zu bewerten (BMLFWU, 2007). Faktor 2 unterscheidet nach dem Angebot an mineralischem Stickstoff in den Stufen 0, 50, 100, 150 und 200 kg N/ha aus Nitramoncal. Die Ausbringung erfolgte per Hand.

Die Beerntung wurde aus Nettoparzellen von 11,0 m² (Nonndorf) bzw. 14,25 m² (Hausheim) vorgenommen. Beerntet wurden ausschließlich von Spuren unbeeinflusste Reihen. Die Gewichtsfeststellung erfolgte vor Ort. Der Stärkegehalte wurde standardmäßig aus der Differenz zwischen Ober- und Unterwassergewicht ermittelt. Zur Bestimmung des Stärkegehalts wurden jeweils drei (2006) bzw. jeweils zwei Muster (2007) herangezogen. Die statistische Verrechnung erfolgte mit Statgraphics plus 5.0.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 2 gibt die erzielten Erträge an Stärke in Abhängigkeit des Angebots an Stickstoff wieder.

Tabelle 2

Versuche mit Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat 2006, 2007

Ertrag an Stärke in t/ha in Abhängigkeit des Angebots an Stickstoff aus Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat und mineralischer Düngung

Standort	Org. N-Düngung	Min. N-Düngung									
		0 kg N /ha		50 kg N /ha		100 kg N /ha		150 kg N /ha		200 kg N /ha	
Nonndorf 2006	ohne KRWK-Konz.	7,2	a	8,5	b	9,4	bc	10,6	de	11,3	e
	mit KRWK-Konz.	9,1	bc	10,2	cde	10,1	cd	10,4	de	9,8	cd
Nonndorf 2007	ohne KRWK-Konz.	6,6	a	7,5	ab	7,9	ab	7,2	a	7,7	ab
	mit KRWK-Konz.	7,8	ab	7,6	ab	8,2	b	7,3	ab	6,8	a
Hausheim 2007	ohne KRWK-Konz.	7,7	a	8,4	ab	9,3	b	9,1	ab	8,5	ab
	mit KRWK-Konz.	8,8	ab	8,8	ab	9,1	ab	8,9	ab	8,7	ab

Die Ertragszunahmen fallen am Standort Nonndorf 2006 mit bis zu 50 % sehr hoch und statistisch signifikant aus. An den beiden weiteren Standorten nimmt der Ertrag an Stärke um bis zu 15% (Nonndorf 2007) bzw. 20% (Hausheim 2007) zu. Die Ertragsunterschiede können nur zwischen einzelnen Varianten statisch abgesichert werden. Überschreitet das Angebot an Stickstoff den Bedarf, nehmen die Erträge ab.

Durch die Zufuhr von Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat wird - im Vergleich der Parzellen ohne Gaben an mineralischem Stickstoff - ein Mehrertrag von etwa 25 % (Nonndorf 2006) bzw. von etwa 15% an den Standorten Nonndorf und Hausheim im Jahr 2007 erzielt. Mit steigendem Angebot an mineralischem Stickstoff gehen die durch Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat erzielten Mehrerträge zurück. Überschreitet das Angebot an Stickstoff den Bedarf, sind auch hier negative Ertragsreaktionen festzustellen.

Wird für die aus Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat resultierende Stickstoffmenge eine Jahreswirksamkeit 70 kg N/ha unterstellt, so fügen sich die in den Varianten „mit“ Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat erzielten Erträge in die - durch die Erträge der rein mineralisch gedüngten Varianten beschriebenen - Ertragskurven der jeweiligen Einzelstandorte ein.

Die Entwicklung der Erträge in Abhängigkeit der zugeführten Menge an Stickstoff lässt für jeden Standort zwischen einem aufsteigenden Ast und einem horizontal verlaufenden bzw. abfallenden Ast trennen. Der Schnittpunkt der beiden Äste findet sich jeweils im Bereich des - Basis der EUF-Methode (BMLFWU, 2006) - ermittelten Aufdüngungsbedarfs.

Zusammenfassung

In den Jahren 2006 und 2007 wurde in drei Versuche zu Kartoffel die Wirksamkeit des mit Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat ausgebrachten Stickstoffs im Vergleich zu rein mineralischen Varianten

der Stickstoffdüngung geprüft. Die Wirksamkeit dokumentiert sich bei niedrigem Gesamtangebot an Stickstoff in Mehrerträgen. Überschreitet das Angebot an Stickstoff den Bedarf der Kartoffel sind negative Reaktionen im Ertrag an Stärke zu beobachten. Die Richtigkeit der entsprechend ÖPUL 2007 berechneten Wirksamkeit des Stickstoffs aus Kartoffelrestfruchtwasser-Konzentrat wird durch die Versuche bestätigt. Die Bemessung des Aufdüngungsbedarfs an Stickstoff Basis der EUF-Methode trifft den tatsächlichen Bedarf der Kultur.

Summary

2006 and 2007 in three field trials with potato, the efficiency of nitrogen out of Residual Potato Fruit Water Concentrate was proofed in comparison to mineral nitrogen fertilization. In case of low total nitrogen supply, the efficiency is documented in higher yields. Exceeds the available amount of nitrogen the demand of the crop, yields of starch are decreasing. The efficiency of nitrogen out of Residual Potato Fruit Water Concentrate, calculated according to the regulations of the Austrian Environmental Programm (BMLFWU, 2007), is confirmed as correct by the trials. The fertilizer recommendation given by the EUF-method meets the real demand of the crop.

Literatur

BMLFWU.: Die Bemessung der Stickstoffdüngung auf Basis der EUF-Methode, Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 32 – 33, 2006
BMLFWU. Anhang E, Sonderrichtlinie des Bundesministeriums für Land-, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, ÖPUL 2007 Anhänge, 7 -24, 2007

Autor/en

Dipl.-Ing. Herbert EIGNER, AGRANA Zucker GmbH, Josef-Reither-Straße 21 – 23, 3430 Tulln;
E-mail: herbert.eigner@agrana.com

Einfluss einer Carbokalkausbringung auf kalkhaltigen Böden auf das Ertragsverhalten und ausgewählte bodenchemische und –physikalische Parameter

Influence of an application of Carbonation lime on calcereous soils on the yield and selected chemical and –physical soil parameters

JOSEF WASNER

Einleitung

Kalk ist nicht nur ein wichtiger Pflanzendünger, von weitaus größerer Bedeutung ist die Wirkung als Bodendünger (MENGEL 1991). Der Mengenbedarf als Makronährstoff ist im Vergleich zu Stickstoff oder Kalium relativ gering. Entscheidend ist vielmehr der Einfluss auf die Fruchtbarkeit des Bodens, die sich u. a. in den physikalischen Eigenschaften wie der Strukturstabilität, der Porengrößenverteilung oder dem Infiltrationsvermögen äußert (HAFNER und GUTSER 1998).

Carbokalk, ein in der Zuckergewinnung im Zuge der Saftreinigung entstehendes Düngemittel, zählt mit einem CaCO_3 -Gehalt von etwa 45 bis 55 % (i.d. Frischsubstanz) zur Gruppe der kohlen-sauren Kalke. Der Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen, berechnet als CaO, beträgt zwischen 26 bis 32 % (i.d. Frischsubstanz). Neben Spurenelementen sind weiters ca. 0,3 % Stickstoff, bis zu 1,1 % - zumindest jedoch 0,7 % - Phosphor enthalten. Wichtige Pflanzennährstoffe, die mit Zuckerrüben dem Boden entzogen werden, sollen mit der Ausbringung von Carbokalk wieder in den Nährstoffkreislauf integriert werden. Im Hinblick auf immer knapper werdenden Rohstoffe und steigende Düngemittelpreise erlangt dieses Ziel eine besondere Bedeutung. Die Böden in den Zuckerrübenanbaugebieten im Osten Österreichs weisen oftmals hohe pH-Werte und unterschiedliche Kalkgehalte auf. Daher stellt sich die Frage, wie sich unter diesen Bedingungen eine Zufuhr von Carbokalk auf die Ertragsleistung verschiedener Kulturpflanzen, die Nährstoffverfügbarkeit und die Bodenstruktur auswirkt.

Material und Methoden

In einem Langzeitversuch im pannonischen Anbauggebiet im Osten Österreichs wurden auf vier Standorten mit unterschiedlichem Kalkgehalt ($< 0,5$ bis $14,6$ % CaCO_3) und pH-Werten zwischen $7,4$ und $7,7$ über einen Zeitraum von fünf Jahren zum Teil stark überhöhte Carbokalkmengen ausgebracht (Tabelle 1).

Tabelle 1: Im Feldversuch ausgebrachte Carbokalkmengen in t/ha

	jährlich ausgebrachte Carbokalkmenge t/ha	in Summe ausgebrachte Carbokalkmenge t/ha
Variante 1 (V1)	0	0
Variante 2 (V2)	15	75
Variante 3 (V3)	30	150
Variante 4 (V4)	60	300

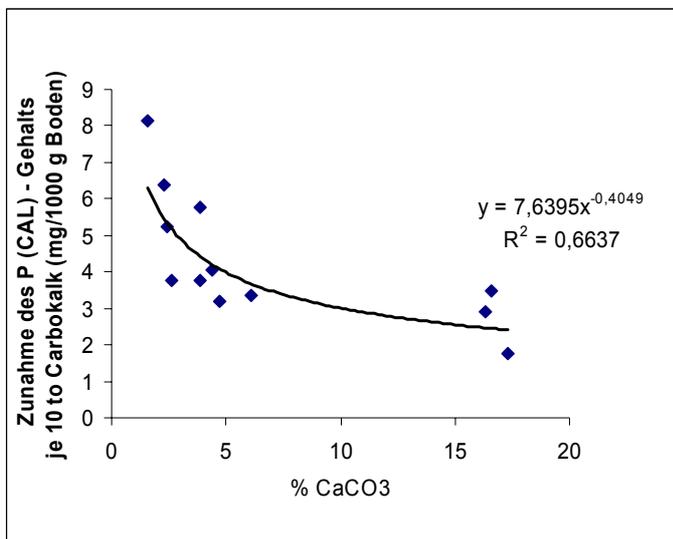
Die Bodenprobenahme aus dem Oberboden (0 bis 30 cm) erfolgte auf den Versuchspartellen jeweils im Frühjahr vor Vegetationsbeginn. Der Phosphorgehalt wurde nach der CAL-Methode ermittelt. Zur Bestimmung eines relativen Maßes der Durchwurzelung wurden Bohrkern mit einer Höhe von 15 cm und einem Durchmesser von 10 cm entnommen. Die Bohrkern wurden in der Mitte gebrochen und die an den entstandenen Bruchflächen herausragenden Wurzeln gezählt. Die Anzahl der Wurzeln wurde in den Tiefen 7 und 22 cm erfasst. Die Untersuchungen wurden je Parzelle achtfach wiederholt.

Die Erträge der im Rahmen der betriebsüblichen Fruchtfolge angebauten Kulturen wurden in Hand-ernte auf Kleinparzellen (8 bis 10 m²) zum üblichen Erntetermin oder knapp davor festgestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Auf allen Standorten lag in der Nullvariante bei **Phosphor** Versorgungsstufe „C“ vor, die durch Anwendung von Carbokalk auf allen Standorten bis auf „D“ und in der Maximalvariante auf „E“ erhöht wurde. In Abhängigkeit des Kalkgehaltes war jedoch der Anstieg der Phosphorgehaltswerte unterschiedlich. Bei niedrigem Kalkgehalt waren die Zunahmen je Einheit Carbokalk deutlich höher als bei hohem Kalkgehalt (Abb. 1). DELGADO et al. (2002) als auch bereits DELGADO und TORRENT (2000) bestätigen, dass auf kalkhaltigen Böden durch die Bildung von Ca-Phosphaten die Verfügbarkeit von gedüngtem Phosphor negativ beeinflusst wird. Nach WANDRUSZKA (2006) sind die Oberflächenadsorption und die Fällung die beiden wichtigsten Mechanismen der Phosphor-Rückhaltung in kalkhaltigen Böden, die eine verringerte Verfügbarkeit nach einer Düngerausbringung bewirken.

Abbildung 1: Zunahme der Phosphorwerte (in mg/1000 g Boden) je 10 Tonnen Carbokalk im Frühjahr 1999 in Abhängigkeit des Kalkgehaltes



Ein Vergleich der Mittelwerte der **Wurzelaanzahl** über alle Standorte zeigt eine kontinuierliche Steigerung. Die Durchwurzelung bei einer insgesamt ausgebrachten Menge von 75 t/ha unterschied sich nicht von der Null-Variante. Erst die Menge von 150 t/ha ergab eine signifikante Steigerung der Wurzelanzahl. Bei 300 t/ha Carbokalk waren geringe, nicht signifikante Anstiege in der Wurzelanzahl feststellbar (**Tabelle 2**).

Tabelle 2: Anzahl der Wurzeln in Summe aus 7 und 22 cm als Mittel über alle vier Standorte, relativ, Variante 1 = 100 (unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %)

	Anzahl Wurzeln (Relativ, V1 = 100 %)	
V1	100	a
V2	103	a b
V3	111	b
V4	114	b

Ein entscheidender Faktor zur Beurteilung des Pflanzenwachstums ist die Fähigkeit der Wurzel, den Boden zu durchdringen und dadurch Wasser- und Nährstoffvorräte zu erschließen (CLARK et al. 2003). Die Durchwurzelung des Bodens ist zwar kein direkter bodenphysikalischer Parameter. Die gesteigerte Wurzelanzahl durch die Ausbringung von Carbokalk weist jedoch darauf hin, dass die

Wurzeln bessere physikalische Bedingungen (z.B. Bodenstruktur) im Boden vorfinden. Nach DANNOWSKI und WERNER (1997) ermöglicht die Wurzelanzahl wichtige Aussagen zu den Wachstumsbedingungen am Standort.

Aus den Jahren der Zufuhr von Carbokalk und den Jahren danach konnten 26 **Ertragsergebnisse** der unterschiedlichen betriebsüblichen Ackerbaukulturen ermittelt werden. In sieben Fällen waren signifikante Ertragsreaktionen auf die Ausbringung von Carbokalk festzustellen, wobei sechs davon deutlich positiv waren. Nur in einem einzigen Fall kam es zu einer negativen Ertragsentwicklung. Diese Reaktion trat im ersten Jahr der Ausbringung von Carbokalk bei Zuckerrübe ein. Die Ursache hierfür liegt in einem, durch die hohen Mengen an Carbokalk bedingtem Überangebot an Stickstoff zu Zuckerrübe. In den übrigen Ertragsermittlungen unterschieden sich die mit Carbokalk gedüngten Varianten nur tendenziell von den Nullvarianten, wobei auch in diesen Fällen der bei weitem überwiegende Teil eine positive Tendenz verzeichnete.

Untersuchungen auf den Gehalt an Spurenelementen zeigten, dass weder im Boden noch in der Pflanze ein Mangel vorlag (WASNER et al. 2001)

Zusammenfassung

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse war bei einer praxisüblichen Carbokalkdüngung von etwa 8 bis 10 t/ha je Fruchtfolge auch auf Böden mit hohem Kalkgehalt keine Beeinträchtigung der Verfügbarkeit von Phosphor gegeben, die Gehaltswerte stiegen infolge der Carbokalkzufuhr an. Eine Verbesserung bodenphysikalischer Kennwerte wurde im relativ kurzen Beobachtungszeitraum anhand der Wurzelanzahl festgestellt. Die Erträge reagierten neutral bis steigend. Im praktischen Einsatz ist der Wert von Carbokalk nicht nur am Gehalt an Calcium und Magnesium, sondern auch an jenem von Phosphor und Stickstoff zu bemessen.

Summary

At a conventional level of carbonation lime application of about 8 to 10 t/ha per crop rotation, on soils with high lime content no impairment of phosphorus availability was granted. The content of phosphorus rose as a result of the carbonation lime supply. An improvement of physical soil parameters, as specified by the number of roots, was detected in the relatively short observation period. The yields responded stable or increased. In practical use, the value of carbonation lime has to be determined not only by the content of calcium and magnesium but also by the phosphorus and nitrogen content.

Literatur

CLARK, L.J., WHALLEY, W.R. and BARRACLOUGH, P.B.: How do roots penetrate strong soils? *Plant and Soil*, 255, 93 – 104, 2003.

DANNOWSKI, M. und WERNER, A.: Die Bedeutung der Pflanzenwurzeln bei der ökologischen Beurteilung des Bodengefüges im Labor und in der Landschaft. *Die Bodenkultur* 48(2), 73 – 88, 1997.

DELGADO, A. and TORRENT, J.: Phosphorus Forms and Desorption Patterns in Heavily Fertilized Calcareous and Limed Acid Soils. *Soil Science Society of America Journal* 64, 2031-2037, 2000.

DELGADO, A., MADRID, A., KASSEM, S., ANDREU, L., and M. del CARMEN del CAMPILLO: Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. *Plant and Soil* 245, 277-286, 2002.

HAFNER, C. und GUTSER, R.: Kalkdüngung unter besonderer Berücksichtigung von Carbokalk. *Zuckerrübe* 47 (4), 196-198, 1998.

MENGEL, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Jena, 7. Auflage, 1991.

WANDRUSZKA v., R.: Phosphorus retention in calcareous soils and the effect of organic matter on its mobility. *Geochemical Transactions* 2006, 7-6, 2006. <http://www.geochemicaltransactions.com/content/7/1/6> [zitiert am 31.7.2007]

WASNER, J., LIEBHARD, P. und EIGNER, H.: Ausbringung von Carbokalk auf Ackerböden mit hohem pH-Wert im pannonischen Anbaubereich Österreichs. *Zuckerindustrie* 126 (2001) Nr. 3, 194–201, 2001.

Autor/en

Dipl.-Ing. Josef WASNER, 2013 Göllersdorf, Eitzerstal 7.

Stand der Erhebungen des europäischen Waldboden-Monitorings „BioSoil“

Status of investigation of the European forest soil monitoring ‘BioSoil’

FRANZ MUTSCH

Einleitung

Im Jahr 2005 hat die EU im Rahmen von Forest Focus eine erste Wiederholungsaufnahme des europäischen Waldboden-Monitorings beauftragt – das Projekt BioSoil, welches sie auch kofinanziert. Grundlage dieser Wiederholungsaufnahme ist die Österreichische Waldboden-Zustandsinventur (WBZI), die vor rund 20 Jahren (1987-89) durchgeführt wurde (FBVA, 1992). Damals wurden über 500 Probestellen auf dem Netz der Österreichischen Waldinventur erhoben. Die Daten von knapp 140 Flächen fanden später Eingang in das Europäische Waldboden-Monitoring-Projekt (insgesamt rund 5000 Flächen auf einem europaweiten Netz). Im Zuge des europäischen Waldboden-Monitorings „BioSoil“ beprobte Österreich in den Jahren 2006-2007 diese knapp 140 Flächen neuerlich.

Ziele

Vorrangiges umweltpolitisches Ziel dieser europaweiten Erhebung ist, den aktuellen Zustand der Waldböden zu erfassen und ihre nur langsam ablaufenden Veränderungen zu verfolgen wie beispielsweise:

- die Wirkung bereits erfolgter Maßnahmen zum Schutz und zur Stabilisierung von Waldökosystemen (Luftreinhaltung, Waldbodenmelioration, naturnaher Waldbau) zu überprüfen,
- den Stickstoffstatus von Waldböden und deren Empfindlichkeit gegenüber Stickstoffeinträgen zu untersuchen,
- die Kohlenstoffspeicherung und die Änderung des Kohlenstoffvorrates von Waldböden (Klimawandel, Kyoto-Protokoll) abzuschätzen und
- die Belastung von Böden mit Schadstoffen (z. B. Schwermetallen) zu bewerten.

Material und Methoden

Die Geländeerhebung erfolgte nach europaweit einheitlichen Methoden (FSCC, 2006), welche in Schulungskursen vermittelt wurden. Auch die Analysen werden nach einheitlichen Methoden durchgeführt (FSCC, 2006) und ihre Qualität durch Ringversuche, Kontrollböden sowie Vergleichsanalysen in einem europäischen Zentrallabor sichergestellt. Die Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse mit denen der Ersterhebung wird durch die Nachanalysen der „alten“ Proben aus der Ersterhebung gewährleistet.

Gelände

Die Geländearbeit umfasste eine Standort- und Bodenbeschreibung plus Fotodokumentation von Standort und Boden, das Öffnen von 3 Profilgruben und die Beprobung des Mineralbodens bis 80 cm Tiefe (0-5, 5-10, 10-20, 20-40 und 40-80 cm). Zusätzlich wurde der Auflagehumus mit einem Humusrahmen (L und FH getrennt) beprobt. Je Tiefenstufe wurden von jeder der 3 Profilgruben aus den 4 Wänden Proben entnommen. Diese Proben wurden getrennt nach Profilgruben aufgearbeitet und analysiert, wodurch eine Abschätzung der lokalen Variabilität von Böden möglich wird. Somit lassen sich räumliche Unterschiede von zeitlichen Veränderungen besser differenzieren. Diese vor allem analytisch sehr aufwendige Variante wird europaweit nur von Österreich durchgeführt.

Labor

Folgender Parameterumfang wird analysiert:

- Allgemeine Parameter: pH-CaCl₂, pH-H₂O, Carbonat, Corg, N_{tot}
- Nährelemente und Schwermetalle im Säureauszug: S, P, K, Ca, Mg, Fe; Al; Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Pb, Cd, As, Mo, V; Hg (Elementaranalyse)
- Austauschbare Kationen: Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Mn⁺⁺, Al⁺⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, H⁺
- Physikalische Parameter: Korngrößen, Trockenrohddichte (Bulk density)

Die Analysenergebnisse werden auf ofentrockenen Boden (otro – 105 °C) bezogen.

Stand der Erhebungen

Im Juni 2007 wurde die Geländeerhebung abgeschlossen. Neben der Beprobung nach Tiefenstufen wurde auf jeder Fläche auch eine Beprobung nach diagnostischen Horizonten durchgeführt. Sämtliche Proben sind bereits luftgetrocknet und auf 2 mm gesiebt. Mit der Nachanalyse der vor rund 20 Jahren entnommenen Proben beträgt der zu analysierende Probenumfang knapp 4000.

Von allen Flächen wurde bereits die Trockenrohichte bestimmt. Die komplette Analyse aller anderen Parameter konnte bis Jahresende 2007 aber erst für 62 Flächen (etwa 45 %) durchgeführt werden. Von diesen Proben werden zurzeit die ersten Auswertungen durchgeführt. Dabei stehen folgende Themen im Vordergrund:

- Zeitvergleich der neuen mit der alten Erhebung (aus den nachanalysierten Proben!): Sind Änderungen im Boden innerhalb von 20 Jahren erkennbar und wenn ja, bei welchen Parametern?
- Durch die getrennte Analyse der Mischproben aus den drei Gruben je Fläche ist es möglich, die kleinräumige Heterogenität eines Standortes abzuschätzen.
- Eine rein analytische Frage ist: Wie gut sind die alten Analysen mit Nachanalysen aus den rund 20 Jahre alten Proben vergleichbar? Was können wir daraus für Zeitvergleiche in der Bodenanalytik lernen?

Gleichzeitig läuft die Analyse der Proben der restlichen Flächen weiter. Wegen des umfangreichen analytischen Programms und der knappen Zeit (die Analysedaten müssen vor Jahresende 2008 an das Zentrallabor übermittelt werden), waren wir gezwungen mit Jahresbeginn 2007 das ehrgeizige Vorhaben der getrennten Analysen der drei Gruben je Fläche aufzugeben und für die Parametergruppe „Säureauszug“ und „Kationenaustausch“ die Proben einer Fläche nach Tiefenstufen getrennt zu einer Mischprobe zu vereinen.

Das erste auffällige Ergebnis ist die auf allen bisher untersuchten Flächen deutliche Abnahme von Blei im Auflagehumus (FH-Horizont) im zeitlichen Vergleich mit der Erstaufnahme.

Zum besseren Vergleich der Ergebnisse innerhalb Europas wurden von 19 Flächen (rund 14 %) Proben zur Parallelanalyse an das Zentrallabor verschickt.

Zusammenfassung

Über Auftrag der EU wird im Rahmen von Forest Focus die erste Wiederholungsaufnahme des europäischen Waldboden-Monitorings, das Projekt „BioSoil“, durchgeführt, welches von der EU kofinanziert wird. Insgesamt werden rund 5000 „Level-I“ Flächen in beinahe allen europäischen Ländern erfasst. In Österreich liegen rund 140 Flächen, die Teil der österreichischen Waldboden-Zustandsinventur (WBZI) sind, die in den Jahren 1987-89 auf rund 500 Flächen erstmals stattfand. Die Geländearbeit des österreichischen Teils des „BioSoil“-Projekts wurde 2007 abgeschlossen, die analytischen Arbeiten müssen Ende 2008 abgeschlossen sein. Unter anderem soll im Rahmen dieses Projekt der aktuelle Waldbodenzustand erfasst werden aber auch seine Veränderungen seit der Erstaufnahme. Weiters wird auch die Rolle des Waldbodens als Kohlenstoffspeicher europaweit untersucht. Das erste besonders auffallende Ergebnis auf allen bisher analysierten Flächen ist die deutliche Abnahme von Blei im Auflagehumus

Summary

Within the frame of Forest Focus the first repetition of forest soil monitoring is carried out at European scale: the “BioSoil Project”, co-financed by the EU. It comprises more than 5000 “Level-I” plots of nearly all European countries – about 140 of these plots are situated in Austria. The Austrian Level I plots are part of the Austrian Forest Soil Monitoring System, with altogether more than 500 national

plots. The first survey in Austria was carried out between 1987 and 1989. Among others the main objectives are the investigation of the actual forest soil condition, the detection of changes of selected soil parameters since the first survey and the carbon sequestration in forest soils and its changes in time. One of the most striking first results is the obvious decrease of lead in the surface layer.

Literatur

FBVA, (HRG.): Österreichische Waldboden-Zustandsinventur, Ergebnisse Band I und Band II, Waldbodenbericht. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, 1992

FSCC, PCC (EDT.): ICP Forests, Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests; Part IIIa Sampling and Analysis of Soil, 2006

Link WBZI: <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=3945>

Link FSCC: http://www.inbo.be/content/page.asp?pid=EN_MON_FSCC_expert_panel_meeting

Autor

Dr. Franz MUTSCH, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft; Institut für Waldökologie und Boden, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien; E-mail: franz.mutsch@bfw.gv.at

Referenzdaten für Wiesengras und standardisierte Graskultur zum Nachweis von Immissionen

Reference values of grass and standardised grass exposure for air pollutant detection

RICHARD ÖHLINGER

Einleitung

Immissionsbedingte Schadstoffanreicherungen in Pflanzen sind von einer Vielzahl von Faktoren (z.B. Pflanzenart, Pflanzensorte, Bodenbeschaffenheit, Klima) beeinflusst. Für einen gesicherten Nachweis von Luftverunreinigungen sind demnach robuste Verfahren anzuwenden, die jene endo- und exogenen Einflussfaktoren berücksichtigen. Auf Basis von Daten aus ländlichen, industrie- und verkehrsfernen Gebieten Oberösterreichs werden nachfolgend Referenzdaten für Wiesengras (passives Biomonitoring) und der standardisierten Graskultur (aktives Biomonitoring) zum Nachweis von Schadstoffimmissionen errechnet.

Material und Methoden

Wiesengras (passives Biomonitoring)

Probenahmen aus verschiedenen Landschaftsräumen Oberösterreichs (Kristallin der Böhmisches Masse, eiszeitliche Terrassen, Aubereich, Schlierhügelland, Flyschbereich, Schwemmfächer) vor dem Schnitt.

Probenzahlen (seit 1996): 110 – 316

Standorte im ländlichen, industrie- und verkehrsfernen Raum Oberösterreichs: 4 - 18

Standardisierte Graskultur (aktives Biomonitoring)

Methode nach VDI Richtlinie 3957, Blatt 2 (2003) mod.

Probenzahlen (seit 1997): 99 – 161

Standorte im ländlichen, industrie- und verkehrsfernen Raum Oberösterreichs: 3 - 7

Probenvorbereitung und Analytik

Probenvorbereitung:

Analyse einer homogenisierten Probe aus dem	Parameter
getrockneteten Material (80 °C)	Elemente, Ionen
getrockneteten Material (<35 °C)	Hg
naturfeuchten Material	PAKs

Elementanalytik:

Pb, Cd, Ni, Cr, Be, Co, Tl: Salpetersäureaufschluss und Graphitrohr-AAS.

Hg: Perchlorsäureaufschluss und Kaltdampf-AAS

As, Sb, Se: Perchlorsäure-/Salpetersäureaufschluss und Hydrid-AAS

Cu, Zn, V, S, Sr, Mo, Co: Perchlorsäure-/Salpetersäureaufschluss und ICP-AES

F: NaOH-Aufschluss und ionenselektive Elektrode

PAKs (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe):

Aufschluss mit methanolischer KOH, LLE mit Cyclohexan, SPE clean up und HPLC mit FLD

PAK-Parameter:

Benzo(a)pyren (BaP), Dibenz(a,h)anthracen, Benzo(b)fluoranthren (BbF), Phenanthren, Benzo(k)fluoranthren (BkF), Anthracen, Benzo(g,h,i)perylen (BPe), Pyren, Fluoranthren (Flu), Benz(a)anthracen, Indeno-(1,2,3-c,d)pyren (IPy), Chrysen, Naphthalin, Acenaphthen, Fluoren

PAK 6 = Summe von BaP, Flu, BbF, BkF, BPe und Ipy

PAK 12 = Summe aus allen angeführten PAKs exklusive Naphthalin, Fluoren und Acenaphthen

Ergebnisse und Diskussion

In der folgenden Tabelle werden zu den einzelnen Parametern folgende Daten angegeben:

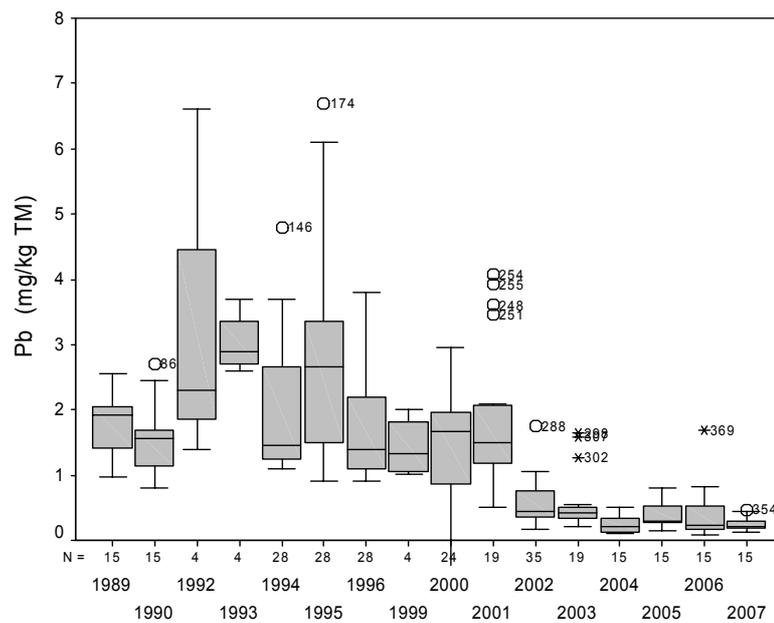
95% Perzentil (95%Pzt.): Dieses entspricht jeweils dem gerundeten 95% Perzentil der Daten der letzten 10 Jahre (Elementangaben in mg/kg TM; Benzo(a)pyren und PAKs in µg/kg FM).

EU-Höchstwert: soweit verfügbar werden EU Höchstwerte nach Richtlinie 2002/32/EG bzw. 2003/100/EG (As, Cd, F, Hg, Pb) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM (Angaben in mg/kg) angeführt

MID: Maximale Immissionsdosis nach VDI 2310 bezogen auf Futter mit 88% TM (Angaben in mg/kg); da die MIDs tierspezifisch verschieden sind, wird jeweils der niedrigste MID Wert aus den Tierkategorien Rind, Schwein, Pferd, Schaf, Ziege angegeben. Das „>“ Zeichen weist darauf hin, dass für andere Tierarten höhere MID Werte als der angegebene ermittelt wurden.

Parameter	95% Pzt: Standardisierte Graskultur	95% Pzt: Wiesengras	EU Höchstwert	MID
Arsen	0,25	0,1	2	
Antimon	0,1	0,07		
Beryllium	0,01	0,01		
Blei	2,2	0,8	40	>10
Cadmium	0,2	0,4	1	>0,4
Chlorid	20000	14000		
Chrom	0,6	0,8		
Fluorid	4,6	3,9	30	>30
Kobalt	0,2	0,2		
Kupfer	13	14		
Molybdän	3,9	4,8		>3
Nickel	2,9	4,3		50
Quecksilber	0,025	0,02	0,1	>0,05
Schwefel	4000	4000		
Selen	0,3	0,1		
Thallium	0,1	0,05		>0,5
Vanadium	0,2	0,3		10 (Schaf)
Zink	80	60		>300
Benzo(a)pyren	0,5	0,4		
PAK 6	10	7		
PAK 12	20	20		

Das 95% Pzt. kann als Richtwert für einen natürlichen Referenzbereich herangezogen werden. Die angeführten Perzentile entsprechen in etwa den vorgeschlagenen Richtwerten von 2006 (Öhlinger, 2006). Bei der Richtwerterstellung ist neben der Verteilung der Daten auch die jährliche Entwicklung zu berücksichtigen. Für letztere ist Blei vor allem für die standardisierte Graskultur ein „extremes“ Beispiel (siehe Abbildung). Bei Auswertung sämtlicher Daten (1989-2007) würde als Richtwert (95% Pzt.) 3,6 mg/kg TM angegeben werden. Die o.a. Auswertung für 1997-2007 ergibt jedoch 2,2 mg/kg TM, während das 95% Pzt. der letzten 6 Jahre (2002-2007) bereits 1,1 mg/kg TM betragen würde.



Zusammenfassung

Zur Angabe von Referenzdaten für ländliche, industrie- und verkehrsfere Gebiete wurden aus verschiedenen Landschaftsräumen Oberösterreichs und über einen Zeitraum von 10 Jahren Wiesengrasproben sowie standardisierte Grasproben (Methode der standardisierten Weidelgraskultur) auf eine Reihe von Elementen und PAKs untersucht. Ein robuster Richtwert für einen natürlichen Referenzbereich kann mit Hilfe des 95% Perzentiles ermittelt werden, um Immissionseinflüsse auf Pflanzen sicher nachweisen und bewerten zu können.

Summary

Grass and standardised grass samples (method of the standardised grass exposure) derived from rural areas of Upper Austria, which are far off traffic and industry, were analysed on different elements and PAH for a period of the last 10 years. A robust guidance value for a natural range of reference can be established by calculating the 95% percentile in order to detect and evaluate effects of air pollutants on plants.

Literatur

ÖHLINGER, R.: Aktives und passives Biomonitoring: Richtwerte für einen natürlichen Referenzbereich. Stand 1.3.2006. www.ages.at

Autor

Dr. Richard ÖHLINGER, AGES, CC Cluster Chemie Linz, Wieningerstraße 8, 4020 Linz; E-mail: richard.oehlinger@ages.at

Alte Seuchen neu entdeckt

GABRIELE ROMANEK

Viele gefährliche und verlustreiche Tierkrankheiten sind durch moderne Managementmaßnahmen, verbesserte Hygiene und nicht zuletzt durch Impfungen und wirksame Medikamente zusehends in Vergessenheit geraten.

Auch staatlich gelenkte Überwachungsprogramme mit nachfolgender Ausmerzungen erkrankter Tiere haben viel dazu beigetragen, dass Österreich frei von bestimmten Tierseuchen anzusehen ist.

Tuberkulose und Brucellose der Rinder sind seit vielen Jahren nicht mehr aufgetreten, Rotlauf beim Schwein war lange Zeit ebenfalls kein Thema. Tularämie hat es zwar immer gegeben, wurde aber mehr oder weniger ignoriert.

Mycobacterium bovis, der Erreger der echten Tuberkulose der Rinder tritt nicht mehr in Erscheinung. In den letzten Jahren ist jedoch *Mycobacterium caprae*, der Erreger der Tuberkulose der Hirsche vermehrt bei Rindern nachgewiesen worden. In Bayern gehen auch viele Erkrankungen beim Menschen auf Infektionen mit *Mycobacterium caprae* zurück.

Brucella abortus, der Erreger der enzootischen Brucellose der Rinder kommt in Österreich ebenfalls nicht mehr vor. Als „Ersatz“ wird in letzter Zeit gehäuft *Brucella suis* bei Haus- und Wildschweinen und bei Feldhasen isoliert. Das Infektionsrisiko für den Menschen ist bei der derzeit in Österreich vorkommenden Biovar 2 eher als gering einzustufen.

Tularämie ist im Osten Österreichs relativ weit verbreitet und zählt zu den so genannten Naturherderkrankungen. Der Träger des Erregers *Francisella tularensis* ist die Maus, als Vektor fungieren Zecken. Sobald der Infektionsdruck durch Ansteigen der Population zu hoch wird, betrifft die Erkrankung auch Feldhasen. Ein Massensterben der Mäuse wird selten beobachtet, vermehrt tot aufgefundene oder kranke Hasen fallen jedoch auf. Menschliches Infektionsrisiko besteht für Jäger, Landarbeiter, aber auch für „tierschützerisch veranlagte“ Spaziergänger.

Erysipelothrix rhusiopathiae hat noch vor 30 Jahren zu erheblichen Verlusten in Schweinebeständen geführt und ist ziemlich regelmäßig isoliert worden. Die Erkrankung zählte daher zu den anzeigepflichtigen Tierseuchen. Später, durch den Einsatz von Antibiotika und Impfprogrammen, war ein „Fund“ beim Schwein für einen Bakteriologen eine kleine Sensation. In den letzten Jahren machen Rotlaufkrankungen bei Hühnern und Puten schwere Probleme.

Molekulare Analytik der mikrobiellen Biodiversität im Intestinaltrakt

Molecular analysis of the microbial diversity in the intestinal tract

KONRAD J., DOMIG & AGNES PETERSSON

Einleitung

Die intestinale Mikrobiota und ihr Einfluss auf Leistung und Gesundheit von Nutztieren werden vermehrt diskutiert. Die methodische Weiterentwicklung erlaubt nun auch das Monitoring von jenen Mikroorganismengruppen, die bis dato noch nicht im Labor angezüchtet werden konnten. Dadurch kann eine Veränderung der Biodiversität wesentlich genauer und empfindlicher erfasst werden. Das im Zuge von Fütterungsstudien angewendete Methodenspektrum soll im Rahmen dieses Vortrags vorgestellt und die Möglichkeiten kurz erläutert werden. Im Speziellen wird die Denaturierende Gradienten-Gelelektrophorese (DGGE), die Real-Time PCR, sowie die Fluoreszenz *in-situ* Hybridisierung (FISH) vorgestellt.

Die Prokaryonten werden bei allen drei erwähnten Methoden auf Basis ihrer genetischen Information detektiert, wobei jeweils die 16S rRNA bzw. das für sie kodierende Gen eine besondere Rolle spielt. Die 16S rRNA ist Bestandteil der prokaryontischen Ribosomen, dem Ort der Proteinsynthese. Sie stellt einen Teil der kleinen Untereinheit (30S) des bakteriellen Ribosoms dar. Dieses aus Sicht der Evolution sehr alte lebensnotwendige Molekül ist in allen Prokaryonten zu finden und weist eine geringe Mutationsrate auf. Es ist auch groß genug (ca. 1500 bp, ca. 50 funktionellen Domänen) um statistisch relevante Sequenzinformationen zu ergeben. Die 16S rRNA eignet sich daher besonders als molekulare Uhr, an der der Grad der phylogentischen (evolutionären) Verwandtschaft abgelesen werden kann. So baut die aktuelle Taxonomie der Prokaryonten (Bacteriae, Archae) vor allem auf den Sequenzen der 16S rRNA bzw. und die der Eukaryonten auf jenen der 18S rRNA auf (PATEL, 2001).

Material und Methoden

Um PCR-basierende Methoden bzw. die Fluoreszenz *in-situ* Hybridisierung (FISH) zum direkten Nachweis bzw. zur Quantifizierung von definierten Mikroorganismen (-gruppen) einsetzen zu können, ist die Kenntnis der DNA Sequenz notwendig. Für die PCR sind spezifische Primer (ca. 20 bp Länge) notwendig. Auch die markierten Sonden der FISH können nur auf Basis bekannter Sequenzen synthetisiert werden. Hingegen ist für die Biodiversitätsanalyse mittels DGGE auf Basis der 16S rRNA Gene keine exakte Sequenzkenntnis notwendig. Mittels allgemeinen Primern werden die 16S rRNA Gene aller Bakterien erfasst und somit aus einer mikrobiellen Gemeinschaft (z.B. Darmmikrobiota) amplifiziert. Nach entsprechender DGGE Elektrophorese und Auswertung der Daten erhält man ein phylogenetisches Bild der untersuchten Mikrobiota.

FISH: Diese Technik kann zur direkten Detektion aus Intestinal- bzw. Faecesproben angewandt werden. Die Bakterienzellen werden aus den Proben aufgeschwemmt und feste Fremdstoffe möglichst entfernt. Durch schonende Fixierung der Bakterienzellen wird die Lyse verhindert und im Hybridisierungsschritt die mit Fluoreszenzfarbstoffen markierte Sonde mit dem komplementären Strang am prokaryontischen Ribosom hybridisiert. Beim Auswerten im Fluoreszenzmikroskop werden alle entsprechend markierten Bakterienzellen ausgezählt und die Konzentration in der ursprünglichen Probe berechnet. Eingeschränkt wird die Anwendung der FISH durch die ausgeprägte Sekundärstruktur der ribosomalen RNA, wodurch nur relativ wenige Abschnitte der Hybridisierung zur Verfügung stehen. Daher ist auch die Anzahl der verfügbaren spezifischen Sonden relativ gering bzw. zeigen diese oft eine Gruppenspezifität (z.B. Lactobacillen und Enterokokken).

PCR, DGGE: Bei beiden Methoden wird die prokaryontische DNA ausgehend von Kotproben bzw. Proben des Darminhalts isoliert und die enthaltenen PCR-Inhibitoren möglichst entfernt (FURET et al., 2004; LI et al., 2003; WOLK et al., 2002). Anschließend wird die PCR durchgeführt, welche aufgrund der Primerwahl sehr spezifische Abschnitte berücksichtigen kann (quantitativer und qualitativer Nachweis von Gattungen, Arten und auch Stämmen) bzw. welche durch den Einsatz universeller Pri-

mer (z.B. bei der DGGE Analyse) möglichst alle Bakterien erfasst. So werden bei der DGGE die 16S rRNA-Gene so stark vervielfältigt, dass diese vielen, typischer Weise hochgradig verwandten, aber nicht identischen Gene im Zuge der DGGE aufgetrennt werden. Die DGGE ermöglicht die Trennung von Genen gleicher Größe, die sich in ihren Schmelzpunkten (Denaturierungstemperaturen) aufgrund ihrer differierenden Basensequenzen unterscheiden. Mit Hilfe eines geeigneten Detektionssystems (z. B. Ethidiumbromidfärbung) kann ein Muster der DNA-Fragmente, das auf der genetischen Diversität der mikrobiologischen Gemeinschaft basiert und charakteristisch für den bakteriellen Inhalt der Probe ist, visualisiert werden. 16S rDNA-Fragmente können aus dem Gel für weitere Amplifizierung durch PCR eluiert und dann sequenziert werden, um die Identifizierung oder Charakterisierung des Mikroorganismus zu gewährleisten (SIMPSON et al., 1999; TANNOCK, 2001).

Die DGGE liefert eine detaillierte Beschreibung der Zahl von Phylotypen (unterschiedliche 16S rRNA-Gene), die in einem Habitat vorhanden sind. Durch Sequenzierung, der durch die DGGE in unterschiedliche Banden aufgetrennten PCR Produkte, können die Mikroorganismen der Darmmikrobiota mittels Sequenzvergleich mit geeigneten öffentlichen Sequenzdatenbanken identifiziert werden. Einen alternativen Weg bieten die Klonierung der Fragmente und die anschließende Analyse der Klone. Mit dieser Methodik ist noch eine weitere Verbesserung der Differenzierungstiefe möglich.

Durch elektronische Datenanalyse der erhaltenen Sequenzdaten bzw. ihr Vergleich mit Daten aus anderen Behandlungsgruppen können dann Unterschiede in der mikrobiellen Diversität an einzelnen Vertretern nachgewiesen werden. Der Vergleich mit Daten in öffentlich zugänglichen Datenbanken erlaubt auch die Identifizierung der Mikroorganismen und deren Stoffwechselphysiologie, wodurch der Einfluss auf das Darmmilieu abgeleitet und damit ein Rückschluss auf den Einfluss unterschiedlicher Behandlungsmethoden gezogen werden kann.

Ergebnisse und Diskussion

Die Biodiversität der intestinalen Mikrobiota kann bis dato nur geschätzt werden, da sich viele der beteiligten Mikroorganismen der herkömmlichen Kultivierung entziehen. Während man über einen längeren Zeitraum von ca. 400 Arten ausgegangen ist, weisen neuere Publikationen auf eine Anzahl von mehr als 1000 Arten hin. Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich vor allem mit dem Einfluss von Futterkomponenten, dem Einsatz von probiotischen Stämmen (SIMPSON et al., 2000) und mit unterschiedlichen Haltungformen (PLUSKE et al., 2007) und deren Einfluss auf die intestinale Mikrobiota. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen Schweine (TAKAHASHI et al., 2005; WANG et al., 2005), Hühner (VAN DER WIELEN et al., 2002; ZHOU et al., 2007) und Hunde (SUCHODOLSKI et al., 2004; VANHOUTTE et al., 2005). Der Einblick in die Struktur und Funktion der sich im Gastrointestinaltrakt befindlichen Mikroorganismen und deren spezifische Aktivität im Ökosystem Darm ist für die Entwicklung rationeller Alternativen zu Fütterungsantibiotika notwendig und eine Voraussetzung für die Lebensmittelsicherheit (KONSTANTINOV et al., 2004).

Zusammenfassung

Für ein umfassenderes Verständnis der intestinalen Mikrobiota sind Methoden notwendig, die auch bislang im Labor nicht kultivierbare Mikroorganismen, erfassen können. Die mikrobiellen Analysen im Zuge von Fütterungsstudien werden zunehmend auf Basis von molekularbiologischen Methoden (z.B. Polymerase-Kettenreaktion – PCR; Fluoreszenz *in-situ* Hybridisierung - FISH; Denaturierende Gradienten-Gelelektrophorese - DGGE) durchgeführt. Diese bieten in unterschiedlicher individueller Konzeption die Möglichkeit der Beantwortung allgemeiner mikrobiologischer Fragestellungen (Gesamtkeimzahl, Unterscheidung lebend/tot), bis hin zum Nachweis einzelner Arten bzw. Stämmen von Mikroorganismen ohne die Notwendigkeit der Kultivierung.

Summary

For a broad understanding of the intestinal microbiota there is the need for methods that can also detect non-culturable microorganisms. The microbiological analysis of intestinal and faecal samples from feeding trials is more and more based on molecular methods (e.g. Polymerase Chain Reaction – PCR; Fluorescence *in-situ* Hybridisation – FISH; Denaturing Gradient Gel-Electrophoresis – DGGE). They are used in different, tailor-made designs and can answer very different analytical questions: The analytical spectrum ranges from total number of microorganisms, live/dead differentiation

to the detection of members of a certain species or even for the tracking of clear defined single strains without the need for cultivation.

Literatur

- FURET, J. et al.: Molecular quantification of lactic acid bacteria in fermented milk products using Real-Time quantitative PCR. *International Journal of Food Microbiology* 97: 197-207; 2004
- KONSTANTINOV, S. et al. Microbial diversity studies of the porcine gastrointestinal ecosystem during weaning transition. *Animal Research* 53: 317-324; 2004
- LI, M. et al.: Evaluation of QIAamp® DNA Stool Mini Kit for ecological studies of gut microbiota. *Journal of Microbiological Methods* 54: 13 -20; 2003
- PATEL, J.: 16S rRNA gene sequencing for bacterial pathogen identification in the clinical laboratory. *Molecular Diagnosis* 6(4): 313-321; 2001
- PLUSKE, J.R. et al.: Microbial diversity in the large intestine of pigs born and reared in different environments. *Livestock Sciences* 108: 113-116; 2007
- SIMPSON, J. et al.: Application of denaturant gradient gel electrophoresis for the analysis of the porcine gastrointestinal microbiota. *Journal of Microbiological Methods* 36: 167-179; 1999
- SIMPSON, J. et al.: Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of 16S ribosomal DNA amplicons to monitor changes in faecal bacterial populations of weaning pigs after introduction of *Lactobacillus reuteri* strain MM53. *Applied and Environmental Microbiology* 66 (11): 4705-4714; 2000.
- SUCHODOLSKI, J.S. et al.: Application of molecular fingerprinting for qualitative assessment of small-intestinal bacterial diversity in dogs. *Journal of Clinical Microbiology* 42(10): 4702-4708; 2004
- TAKAHASHI, T. et al.: Radial und axial variations of bacteria within the caecum and proximal colon of Guinea pigs revealed by PCR-DGGE. *Bioscience – Biotechnology – Biochemistry* 69(9): 1790-1792; 2005
- TANNOCK, G.: Molecular assessment of intestinal microflora. *The American Journal of Clinical Nutrition* 73: 410-414; 2001
- VAN DER WIELEN, P.W.J.J. et al.: Spatial und temporal variation of the intestinal bacterial community in commercially raised broiler chickens during growth. *Microbial Ecology* 44: 286-293; 2002.
- VANHOUTTE, T. et al.: Molecular monitoring and characterisation of the faecal microbiota of healthy dogs during fructan supplementation. *FEMS Microbiology Letters* 249: 65-71; 2005
- WANG, H.-F. et al.: DGGE and 16S rRNA sequencing analysis of bacterial communities in colon content and feces of pigs fed whole crop rice. *Anaerobe* 13: 127-133; 2007
- WOLK, D. et al.: Real-Time PCR method for detection of *Encephalitozoon intestinalis* from stool specimens. *Journal of Clinical Microbiology* 40 (11): 3922-3928; 2002
- ZHOU, H. et al.: Appropriate chicken sample size for identifying the composition of broiler intestinal microbiota affected by dietary antibiotics, using the polymerase chain reaction-denaturing gradient gel electrophoresis technique. *Poultry Science* 86: 2541-2549; 2007

Autor/en

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Konrad J. Domig, Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Lebensmittelmikrobiologie und –hygiene, Gregor Mendelstr. 33, 1180 Wien, E-mail: konrad.domig@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Agnes Petersson, Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Lebensmittelmikrobiologie und –hygiene, Gregor Mendelstr. 33, 1180 Wien, E-mail: agnes.petersson@boku.ac.at

Zur Analytik von Probiotika in Futtermittel

PETER KIROJE, FRANZ GLÖSMANN & ADLER ANDREAS

Einleitung

Probiotika sind eine Alternative zu antibiotischen Leistungsförderern in Futtermitteln. Es handelt sich dabei um Präparate aus lebenden Mikroorganismen, die primär der Stabilisierung der Darmflora von Nutztieren dienen. Bei den im Futtermittelbereich eingesetzten Probiotika handelt es sich um verschiedene Bakterienarten (Milchsäurebakterien, *Bazillus*-Sporen) sowie ausgewählte Stämme der Hefe *Saccharomyces cerevisiae*.

- Milchsäurebakterien

Milchsäurebakterien bilden keine Sporen und sind den im Laufe von Produktion, Transport und Lagerung eines Futtermittels auftretenden chemischen und physikalischen Belastungen weitgehend schutzlos ausgeliefert. Um sicherzustellen, dass die Bakterien selbst nach einer Pelletierung des Futters lebend an den Ort ihrer Wirksamkeit gelangen und dort ihre Aktivität entfalten, können Milchsäurebakterien mittels technischer Verfahren gegebenenfalls mit einem speziellen Mantel versehen („mikroverkapselt“) werden.

- Hefepräparate

Bei Hefen handelt es sich um lebende, durch Trocknen in einen Ruhezustand versetzte Pilze. In diesem Zustand überstehen Hefen weitgehend unbeschadet Herstellungsprozess und Lagerung von Futtermitteln. Durch ausreichende Zufuhr von Feuchtigkeit und Wärme im Verdauungstrakt des Wirtstieres werden die Hefen wieder stoffwechselaktiv.

- Sporenbildner

Bei den Präparaten dieser Gruppe handelt es sich um vollständig versporete, lebensfähige Bakterien der Gattung *Bazillus*. In dieser Dauerform sind die Keime gänzlich unempfindlich gegenüber allen widrigen produktions- und lagerbedingten Einflussfaktoren, wie etwa Kälte, Trockenheit oder Hitze. Über den Herstellungsprozess kann auch Einfluss auf die Sporenqualität und damit die Stabilität und Auskeimung der Präparate genommen werden.

In der Praxis werden auch Kombinationen verschiedener Mikroorganismen eingesetzt. Derzeit durchläuft eine Vielzahl von weiteren Produkten das Zulassungsverfahren. Die Formulierung eines probiotischen Präparates muss mit dem jeweiligen Futtermitteltyp je nach Produktionsverfahren und Einbringungsart abgestimmt werden. Präparate auf Basis von Milchsäurebakterien können in verschiedene Darreichungsformen zum Einsatz kommen: Pulverförmige und granuliert Präparate für mehlartige Mischfuttermittel, Milchaustauscher und Mineralfutter; mikroverkapselte Produkte für pelletierte Futtermittel und Milchaustauscher; flüssige Zubereitungen, welche im Aufsprühverfahren über die schon fertigen Pellets verteilt werden.

Positive Auswirkungen von Probiotika auf die Magen-Darmflora lassen sich vor allem dann erreichen, wenn sie dem Tier in ausreichender Zahl und kontinuierlich über das Futtermittel zugeführt werden. Als Wirkungsmechanismen für Probiotika kommen vorwiegend etwa folgende Faktoren zum Tragen: Nahrungskonkurrenz zu Gunsten der erwünschten Keime, Blockierung der Darmrezeptoren zum Ausschluss pathogener Erreger, Stimulierung des darmassoziierten Immunsystems sowie Wachstumsinhibierung pathogener Keime durch Stoffwechselprodukte der Probiotika.

Mikroorganismen mit dem beabsichtigten Einsatz als Probiotikum in der Tierernährung durchlaufen ein europaweit einheitliches Zulassungsverfahren, die Verwendung von Zusatzstoffen in der Tierernährung wird durch die Verordnung (VO) 1831/2003 der Europäischen Gemeinschaft (EG) geregelt. Neben der Produktsicherheit müssen auch Stabilität und Wirksamkeit nachgewiesen werden. Nach Abschluss des Zulassungsverfahrens werden die betreffenden Präparate in die Liste gemäß Zusatzstoff-Richtlinie 70/524/EWG aufgenommen, die exakte Bezeichnung der eingesetzten Mikroorganismen sowie der vorgesehene Einsatzbereichs des Probiotikums hinsichtlich Tierart bzw. Tierkategorie und Dosierung werden erfasst.

Der bestimmungsgemäße Einsatz von Probiotika wird in Österreich im Rahmen der amtlichen Futtermittelkontrolle überprüft. Das Kontrollprogramm für den Zusatz von Probiotika kann dabei sowohl die Art der im Futter eingesetzten Mikroorganismen als auch die Einhaltung des vom Hersteller deklarierten Sollgehaltes betreffen, die notwendige Analytik wird in der AGES im Zentrum für Analytik und Mikrobiologie in Linz durchgeführt.

Analytik von Probiotika in Futtermitteln

Die quantitative Bestimmung von Probiotika in Futtermitteln beruht auf Anzucht und Nachweis von lebenden Keimen. Probiotika dürfen daher im Zuge der Analytik nicht durch unsachgemäße Probenbehandlung, etwa im Zuge der Homogenisierung und der Extraktion in ihrer Lebensfähigkeit beeinträchtigt werden.

Grundprinzip der Analytik

Ein Aliquot der Probe wird mit Suspendierungslösung homogenisiert. Von dieser Ausgangssuspension wird eine dezimale Verdünnungsreihe hergestellt, aus der nachfolgend Keimzählplatten beimpft werden. Die Keimzählplatten werden nach entsprechender Inkubation ausgewertet. Suspendierungs- und Verdünnungslösung, Nährmedium und Inkubationsbedingungen sind keimspezifisch festgelegt. Zur Auszählung werden nur Kolonien, die dem morphologischen Bild des Zielkeimes entsprechen, herangezogen. Der Keimgehalt im Futtermittel wird aus der ermittelten Koloniezahl auf den Keimzählplatten unter Berücksichtigung analysenrelevanter Verdünnungsfaktoren errechnet. Das Analysenverfahren kann durch verschiedene Einflussfaktoren gestört werden.

Analysenrelevante störende Einflussfaktoren

- Homogenitätsprobleme bei Futtermitteln mit mikroverkapselten Zusatzstoffen

In der Probe muss aus Homogenitätsgründen eine ausreichende Anzahl an Kapseln vorhanden sein. Bei einer zu geringen Einwaagemenge des Futtermittels gelangen zu wenige Kapseln in die Probe, was zu erhöhten Analysenstreuungen führen kann. Mechanisches Aufbrechen der Mikrokapseln zur Homogenisierung der Probe durch Mahlen ist nicht möglich, da die dabei auftretenden Schlag- und Scherkräfte die Keime zu sehr schädigen.

Aufgrund der Empfindlichkeit der Keime können daher die in der Probe vorliegenden Kapseln erst im Zuge der Suspendierung der Futtermittelprobe aufgelöst werden. Dazu wird etwa im Falle fettverkapselter Zusatzstoffe ein Emulgator eingesetzt. Kapseln mit sehr hohen Keimgehalten werden einem Futtermittel in der Praxis natürlich auch nur in relativ geringer Zahl eingemischt. Daraus resultierende Homogenitätsprobleme können letztlich nur über deutlich erhöhte Einwaagemenge gelöst werden.

- Toxizität von Spurenelementen (z.B. Kupfer)

Einige in Misch- und Mineralfutter enthaltenen Spurenelemente, allen voran Kupfer, sind in ihrer ionischen Form toxisch für Mikroorganismen. Der schädigende Einfluss wasserlöslicher Kupfersalze erfolgt im Zuge der Suspendierung einer Futtermittelprobe. Als Konsequenz für die Analytik ist ein möglichst hoher pH-Wert in der Ausgangssuspension anzustreben (pH 7,5 – 7,8), um den größten Teil der Cu^{++} Ionen auszufällen. Ein allenfalls danach noch vorhandener Rest an Cu^{++} Ionen ist mittels Komplexbildner in einen wasserunlöslichen und nicht mehr bioverfügbaren Komplex überzuführen.

In diesen kolloidalen Ausfällungen und den gebildeten Komplexen werden unterschiedliche Mengen an Bakterien eingeschlossen bzw. durch Absorption gebunden. Das Sediment sinkt relativ rasch zu Boden, sodass sich eine keimreichere Bodenschicht und ein keimarmer Überstand bilden können. Um dieser Schichtung entgegen zu wirken muss die Ausgangssuspension während des Pipettierens homogen gehalten werden.

- Gezielte Überdosierungen in Futtermitteln

Hersteller müssen auch für Probiotika die Einhaltung des deklarierten Sollgehaltes bis zum Ablauf der Aufbrauchfrist eines Futtermittels gewährleisten. Um einer begrenzten Haltbarkeit von verschiedenen Präparaten zu begegnen, werden Futtermitteln im Zuge der Herstellung gegebenenfalls auch deutliche Übergehalte an Probiotika zugesetzt. Gerade diese Überdosierung an Zielkeimen führt aber in der Analytik zur Wiederholung von Ansätzen und somit letztlich auch zu einer Verteuerung der Untersuchung.

Analysenmethoden

VDLUFA-Verbandsmethode 28.1.1: Allgemeine Verfahrensanweisung zur Bestimmung von Keimzahlen mittels fester Nährmedien. Methodenbuch des VDLUFA III, Bonn, Stand 20.09.2001.

VDLUFA-Verbandsmethode 28.2.2 „Futtermitteluntersuchung - Bestimmung von *Bacillus licheniformis* und *Bacillus subtilis*“. Stand: 17.04.2004. VDLUFA Verlag Bonn.

VDLUFA-Verbandsmethode 28.2.3 „Futtermitteluntersuchung - Bestimmung von *Enterococcus faecium*“. Stand: 20.09.2001. VDLUFA Verlag Bonn.

VDLUFA-Verbandsmethode 28.2.6 „Futtermitteluntersuchung - Bestimmung vom *Saccharomyces cerevisiae*“. Vorlage zur 2. Lesung, 2006. VDLUFA Verlag Bonn.

Literatur

BUCHER, E.: Bestimmung von *Enterococcus faecium* in Zusatzstoffen, Vormischungen und Mineralfuttermitteln. Unveröffentlichte Hausmethode der Bayrischen Landesanstalten für Ernährung, München, 1994.

LEITENBACHER, A.: In Vitro-Versuche über die Auswirkung von Schwermetallionen und Konservierungsstoffen auf das Wachstum von *Enterococcus (Streptococcus) faecium*, ein häufig in Futtermitteln eingesetztes Probiotikum. Diplomarbeit vorgelegt am 31.07.1992 an der TU München.

STRNAD, I.: Alternativen zu antibiotischen Leistungsförderern. ALVA-Tagung St. Pölten, 2006.

SÜPHKE, E.: Probiotika in der Tierernährung. Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung, Buchedition Agrimedia, Bonn, 1999. www.awt-feedadditives.de

Autor/en

Ing. Peter KIROJE, Franz GLÖSMANN und Dr. Andreas ADLER, Zentrum für Analytik und Mikrobiologie, Wieningerstrasse 8, A-4020 Linz; E-mail: peter.kiroje@ages.at

Einfluss von Probiotika auf die Darmflora und die mikrobiellen Stoffwechselprodukte im Gastrointestinaltrakt von Absetzferkel

Effect of probiotics on gut microbiota and the concentration of microbial metabolites in weaned piglets

CHRISTIANE MAIR, WILHELM WINDISCH, MICHAEL HECKER
& CHRISTIAN PLITZNER

Einleitung

Vor allem in der Absetzphase sind Ferkel besonders empfindlich gegenüber Darmerkrankungen. Dies wird, neben anderen Faktoren (unreifes Immunsystem, etc.), auch auf das veränderte Gleichgewicht zwischen der sich noch entwickelnden Darmflora und den pathogenen Darmbakterien zurückgeführt (Lallès et al., 2007). Aus diesem Grund wird unter anderem mit Zusatzstoffen (Probiotika, Prebiotika, organischen Säuren, etc.) versucht über das Futter Einfluss auf die Darmentwicklung zu nehmen. Probiotika sind lebende Mikroorganismen, die über das Futter verabreicht werden und sich positiv auf die Mikroflora des Darmes auswirken sollen.

In einem Fütterungsversuch mit Absetzferkeln wurde die Wirkung von Probiotika als Futterzusatzstoff in der Ferkelaufzucht überprüft. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung von Chymusproben sollen dabei den möglichen Einfluss der Intervention auf die Mikroorganismenpopulation ausgewählter Segmente des Gastrointestinaltrakts zeigen. Der Gehalt an flüchtigen Fettsäuren, Ammoniak und Laktat sowie pH-Wert des Chymus gibt weiters Einblick in die mikrobiellen Stoffwechselfvorgänge im Darm.

Material und Methoden

Rationen, Versuchstiere und Haltung

Im vorliegenden Fütterungsversuch wurden die Versuchstiere einer Kontrollgruppe (Ferkelaufzuchtfutter ohne Zusätze, 183 g XP/kg T, 15,6 MJ ME/kg T (GfE, 2008)) sowie den Versuchsgruppen Trägerstoff (0,4 % Inulin), Probiotikum (probiotisches Mehrstammprodukt in Reinform ohne Trägerstoff; Mischung aus Enterococccen, Lactobacillen und Bifidobakterien; 1×10^9 KBE/kg Futter; Firma BIOMIN GmbH, Herzogenburg, Austria) sowie Präparat (Zusatz von Trägerstoff und Probiotikum) zugeordnet.

Informationen zum Versuchsdesign sind in Tabelle 7 aufgelistet. Eine detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus sowie die zootechnischen Leistungsdaten sind im Tagungsbeitrag „Wirkungsweise eines probiotischen Mehrstammproduktes auf die Aufzuchtleistung von Absetzferkeln“ aus der Fachgruppe <i>Futtermittel & Pflanzenanalytik</i> im vorliegenden Tagungsband zu finden.	Tabelle 7: Versuchsdesign	
	Anzahl der Tiere	48
	Tierart/Kategorie	Absetzferkel
	Rasse	Edelschwein x Pietrain
	Geschlechterverteilung	28 weibliche Tiere u. 20 Kastraten
	Versuchsgruppen	4 (zu je 12 Ferkel)
	Dauer	28 Tage (5. bis 8. Lebendwoche)
	Gewicht Versuchsbeginn	9,2 ± 0,2 kg
	Gewicht Versuchsende	17,7 ± 0,4 kg

Probennahme und Analytik

Alle 48 Absetzferkel wurden zu Versuchsende ohne vorangegangene Nüchterung fachgerecht geschlachtet, Chymusproben aus Ileum und Colon gezogen, nach der Ermittlung des pH-Wertes aliquotiert und bis zur Analyse tiefgekühlt (für mikrobiologische Analysen -80°C, Stoffwechselprodukte -20°C) gelagert. Zur Bestimmung der Keimzahlen wurden die entsprechenden Verdünnungsstufen der Chymusproben auf Nährmedien für aerobe und anaerobe Gesamtkeimzahl

(GKZ) sowie ausgewählte Selektivnährmedien im Spatelverfahren beimpft und nach erfolgter Bebrütung ausgezählt.

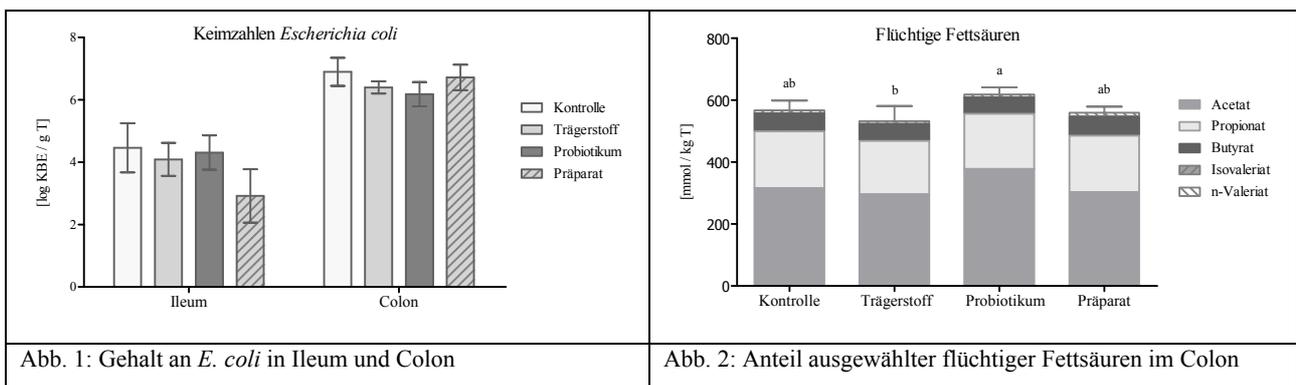
Gaschromatographische Analysemethoden (Kapillarsäule, Flammenionisationsdetektor) wurden zur Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren in den aufgeschlossenen Darminhaltsproben verwendet. Die Konzentration an Ammoniak und Laktat wurde unter Verwendung enzymatischer Testkits (Boehringer Mannheim) laut Herstellerprotokoll untersucht.

Auswertung

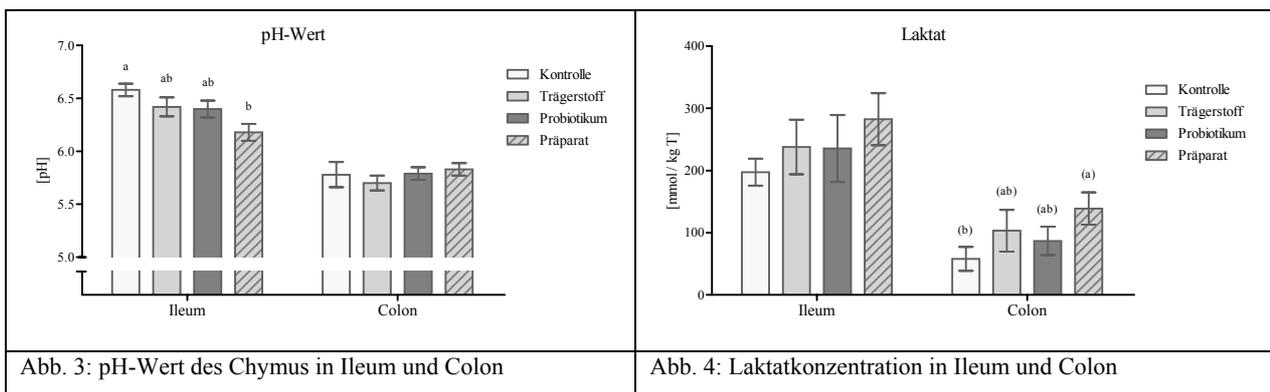
Die statistische Auswertung der Analysenergebnisse erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.1.3 (Statistical Analysis Software, SAS Institute Inc., NC, USA, 2002-2003) unter der Verwendung der Prozedur GLM (2-faktorieller Ansatz mit Wechselwirkung) und einem multiplen Vergleich der LS-Mittelwerte nach Tukey-Kramer sowie der Prozedur Multivariate (Korrelation).

Ergebnisse und Diskussion

Die Bestimmung der anaeroben GKZ im Chymus beider Darmabschnitte zeigte keine signifikanten Unterschiede. Im Ileum war die aerobe GKZ der Probiotikumgruppe bezogen auf die Kontrolle jedoch signifikant erhöht. ($p < 0,05$, Daten nicht dargestellt). Betrachtet man den Gehalt an potentiell pathogenen Keimen, wie *Escherichia coli*, so konnte eine numerische Reduktion (-34,5 %) der Keimzahl im Ileum der Präparatgruppe verglichen mit der Kontrollgruppe festgestellt werden (Abb. 1).



Den höchsten Anteil an analysierten flüchtigen Fettsäuren im Colon wies die Probiotikumgruppe auf und unterschied sich damit signifikant von der Trägerstoffgruppe (Abb. 2). Im Ileum konnte dieser Effekt nicht beobachtet werden (Daten nicht dargestellt).



Weiters konnte ein signifikant verringerter pH-Wert der Präparatgruppe im Ileum auf die numerisch erhöhte Laktatkonzentration (+43,1 %) im Vergleich zur Kontrollgruppe zurückgeführt werden (Korrelationskoeffizient: -0,68; $p < 0,0001$, Abb. 3+4). Im Colon zeigte der pH-Wert aller Gruppen nur geringe Variation, die Laktatkonzentration war jedoch auch hier in der Präparatgruppe tendenziell erhöht ($p < 0,10$, Abb. 4). Die höchsten Ammoniakgehalte wies in beiden Darmabschnitten die Präparatgruppe auf (Ileum +8,1 %, Colon +21,3 %), statistisch signifikante Unterschiede wurden jedoch nicht erzielt (Daten nicht dargestellt).

In Summe kann vor allem im Ileum eine deutliche Wirkung der Fütterungsintervention bei zahlreichen Parametern (aerobe Gesamtkeimzahl, *E. coli*, pH-Wert, Laktat) beobachtet werden. Im Colon hingegen waren lediglich Änderungen bei den Gehalten an flüchtigen Fettsäuren und Laktat zu verzeichnen.

Mikrobielle Fermentationsprodukte, vor allem flüchtige Fettsäuren, spielen bei Wasser- (und Na⁺-) Absorption, pH-Wert und der Hemmung von pathogenen Mikroorganismen eine wichtige Rolle. Weiters beeinflusst mikrobielle Fermentation die Darmperistaltik, produziert Vitamine, stimuliert das Immunsystem und verbessert die Energieausbeute durch Verwertung unverdaulicher Nahrungsbestandteile (Williams et al., 2001).

Zusammenfassung

Der Einfluss eines Mehrstammprobiotikums auf die Darmflora sowie die mikrobiellen Stoffwechselprodukte in ausgewählten Segmenten des Intestinaltrakts wurde in einem Fütterungsversuch mit 48 Absetzferkeln untersucht. Dabei zeigten die Versuchsgruppen im Vergleich zur Kontrolle verminderte *E. coli*-Keimzahlen, gesenkte pH-Werte und gesteigerte aerobe Gesamtkeimzahlen und Laktatkonzentrationen im Ileum. Im Colon waren die flüchtigen Fettsäuren, sowie die Laktatkonzentrationen der Versuchsgruppen verändert. In Summe zeigten die Ergebnisse der einzelnen Parameter im Ileum deutlichere Wirkung der Fütterungsintervention verglichen mit den Ergebnissen des Colons. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit die Untersuchungen auch auf die proximalen Abschnitte des Gastrointestinaltrakts (Magen, Duodenum, Jejunum) auszuweiten.

Summary

In a feeding trial applying 48 weaned piglets the impact of a multispecies probiotic product on gut flora and the concentration of microbial metabolites in selected sections of the gastrointestinal tract (GIT) was assessed. Compared to the control the treatment groups showed lower *E. coli* counts and pH-values in the ileal digesta whereas total aerobes and lactate concentrations were increased. Additionally, in colon, volatile fatty acids and lactate concentrations were altered in the treatment groups. To summarise we can say that the effect of the probiotic treatment was more distinct in the ileum than the colon, clarifying the need for further investigations in proximal parts of the GIT (stomach, duodenum, jejunum).

Literatur

GfE: Communications of the Committee for Requirement Standards of the Society of Nutrition Physiology - Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pigs, Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17: 199-204, 2008

LALLÈS, J.P., BOSI, P., SMIDT, H. and STOKES, C.R.: Nutritional management of gut health in pigs around weaning, Proc Nutr Soc 66(2): 260-268, 2007

WILLIAMS, B.A., VERSTEGEN, M.W.A. and TAMMINGA, S.: Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health, Nutrition Research Reviews 14: 207-227, 2001

Autoren

Mag. Christiane MAIR, Univ.Prof. Dr. Wilhelm WINDISCH und Dr. Christian PLITZNER
Universität für Bodenkultur Wien, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie,
Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Gregor Mendel Straße
33, A-1180 Wien; E-Mail: christiane.mair@boku.ac.at

Michael HECKER, Technische Universität München, Zentralinstitut für Ernährungs- und
Lebensmittelforschung, Abteilung Physiologie, Weihenstephaner Berg 3, D-85354 Freising-
Weihenstephan

Stammauswahl für probiotische Mehrstammprodukte und deren praktische Anwendung in der Tierernährung

Strain selection and application of probiotic multistrain feed additives

VIVIANA KLOSE

Einleitung

Nach dem europäischen Verbot der Fütterung von antibiotischen Leistungsförderern werden vermehrt mikrobielle Futtermittelzusätze zur Aufrechterhaltung und Kontrolle der gastrointestinalen Mikroflora von Geflügel und Schwein eingesetzt, um die Tiergesundheit und Produktivität sicherzustellen. Insbesondere bei Schweinen in intensiven Produktionssystemen ist zum Zeitpunkt des Absetzens eine verstärkte Abnahme der Gesundheit zu erwarten. Vor diesem Hintergrund wurde ein nationales Forschungsprojekt (FFG 810657) initiiert, das auf die Entwicklung eines gut definierten, sicheren Mehrstammadditivs für Ferkel abzielt. Der Futtermittelzusatz soll aus einer Kombination von physiologischen Stämmen bestehen, die hinsichtlich Identität, Effizienz und Sicherheit den Registrierungsanforderungen der Europäischen Union entspricht.

Material und Methoden

Isolierung

Durch Anwendung nicht-selektiver und semi-selektiver Medien (s.Abb.1) und spezieller Selektionsschritte (Hitzebehandlung zur Anreicherung von Sporenbildnern) wurden Bakterien aus Ileum, Colon und Caecum von zwei adulten, gesunden Bio-Schweinen („Lucky Pigs“, Fam. Rutschka, Niederösterreich) unter aeroben, fakultativ anaeroben und strikt anaeroben Bedingungen bei 37°C angereichert und durch Ausplattieren bzw. Plattengussverfahren isoliert und kultiviert, bis Reinkulturen erhalten wurden. Eine weitere Isolierung erfolgte aus Dünndarmsegmenten von Wildschwein-Frischlingen.

Charakterisierung

Im Zuge der Klassifizierung wurden alle Bakterienisolate auf Basis kulturell-morphologischer Merkmale (Kolonie-, Zellmorphologie, Sporenbildung, Gramverhalten) untersucht und durch Vergleich ihrer Gesamtzellproteinmuster nach SDS-PAGE (Klose *et al.* 2006) in Ähnlichkeitscluster gruppiert. Mittels Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)-PCR wurden die Stämme mit Hilfe von Ready to go beads nach Angaben des Herstellers (GE Healthcare, Österreich) unter Verwendung der Primer 2 und 6 typisiert, wodurch idente Genotypen ausgeschlossen wurden. Ausgewählte Bakterienstämme wurden basierend auf ihrer 16S rRNA Gensequenz phylogenetisch zugeordnet.

Screening

Für eine Beurteilung der Stämme hinsichtlich technologischer Eigenschaften (Wachstumsaktivität, Fermentationskapazität, *Down stream* Stabilität) wurden Produktionssimulationsversuche durchgeführt, wobei die Fermentation aerober, fakultativ anaerober und obligat anaerober im kleinen Maßstab (250 ml) simuliert und hinsichtlich Ausbeute und Stabilität bewertet wurde. Die Fähigkeiten der ausgewählten Bakterienstämme, wichtige Krankheitserreger des Schweins im Wachstum zu hemmen, wurden mit einem Agar Spot Test semiquantitativ bestimmt. Das Spektrum an pathogenen Indikatorkeimen umfasste eine Vielzahl der wichtigsten *E. coli* Serotypen (*E. coli* O8 K87 F4, O138 K81, O139 K82, O147:H19, O157:H7, O6) sowie Salmonellen (*S. typhimurium*, *S. choleraesuis* ssp. *choleraesuis*, *S. enteritidis*), *Clostridium perfringens* (CCUG 47895) und Stämme des Schweinedysenterie-Erregers, *Brachyspira hyodysenteriae*. Ausgewählte Stämme wurden hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber klinisch relevanten Antibiotika (FEEDAP, 2005) nach standardisierter Methode mittels Reihenverdünnung (Mikrodilution) in LSM-Medium (Klare *et al.* 2005) untersucht und auf Basis der minimalen Hemmkonzentration (MHK) anhand von aktuellen Grenzwerten (FEEDAP, 2005) bewertet und kategorisiert. Das Vorhandensein von erworbenen Resistenzgenen (*van*, *tet*, *erm*) wurde mittels PCR-basierenden Methoden unter Einsatz spezifischer Primersysteme aus der Literatur (Klein *et al.* 2004, Aarestrup *et al.* 2000) untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Durch Anwendung selektiver Medien und spezieller Selektionsschritte (Abb.1) konnten im Zuge der Isolierung insgesamt neun aerobe, endosporenbildende Bakterienstämme aus dem Dickdarm (Colon), 63 fakultativ anaerobe Milchsäurebakterien aus Segmenten des Dün-, Dick- und Blinddarmes sowie fünf strikt anaerobe Bakterien der Gattung *Bifidobacterium* aus dem Blinddarm (Caecum) der „Lucky Pigs“ isoliert und als Reinkulturen in die Stammsammlung aufgenommen werden. Anhand der Ähnlichkeit der Proteinmuster waren die Bacillus-Stämme drei, die Milchsäurebakterien sechs und die Bifidobakterien einer Spezies zugehörig. Aufgrund der Ähnlichkeiten im RAPD-Bandenmuster wurden die Milchsäurebakterien 13 Cluster (Genotypen) zugeordnet, aus denen jeweils ein Mitglied als Vertreter für die weiteren Analysen ausgewählt wurde. Anhand von technologischen Kriterien, die im Produktionssimulationsversuch ermittelt wurden, konnten 10 Stämme als potentielle Produktstämme angesehen werden. Im Agarspot-Test zeigten die ausgewählten Stämme unterschiedliche Fähigkeit in der Hemmung diverser pathogener Organismen. Unter den homofermentativen Stämmen zeigte ein *Lactobacillus*-Stamm außergewöhnlich gute Hemmaktivität gegenüber den untersuchten Pathogenen, insbesondere gegenüber den Serotypen *E. coli* O6, O8 K87, O138, O139, O157, O147 sowie gegenüber *Brachyspira hyodysenteriae*. Unter den heterofermentativen Laktobazillen zeigte ein Stamm eine gute Wachstumshemmung gegenüber *Clostridium perfringens*, *Salmonella choleraesuis* ssp. *choleraesuis* und dem *E. coli* serovar O157:H7. Der ausgewählte Enterokokkenstamm zeigte gute Hemmeigenschaften gegenüber den *E. coli* Stämmen serovar O157:H7 sowie gegenüber *C. perfringens*. Der *Bacillus*-Stamm zeigte „nur“ Hemmaktivität gegenüber den *Brachyspira*stämmen.

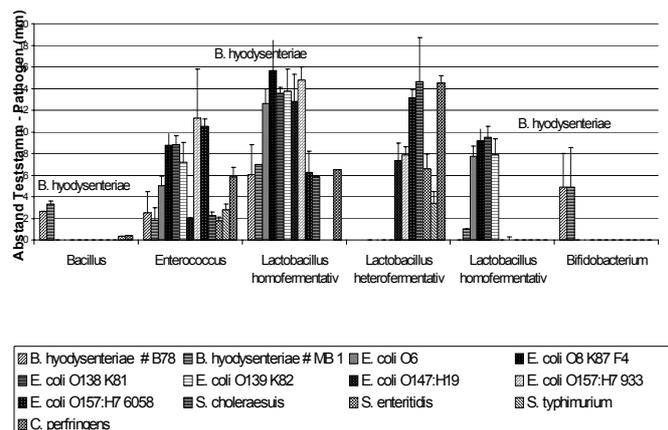
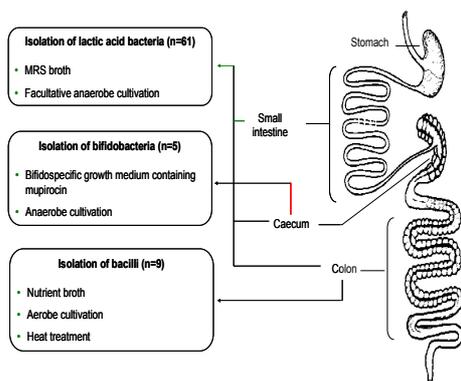


Abb.1: Isolierung

Abb.2: *In vitro*-Hemmfähigkeit von ausgewählten Stämmen gegenüber verschiedenen Pathogenen nach Co-Kultivierung im Agar-Spot Test

Die Resultate der MHK-Bestimmungen zeigten, dass die Bakterienstämme gegenüber einem breiten Spektrum klinisch wichtiger Antibiotika empfindlich sind, jedoch bei einigen Laktobazillen und Bifidobakterien vereinzelt Resistenzen vorliegen (z.B. Aminoglykoside), deren genetischer Hintergrund noch unzureichend geklärt ist. Der Nachweis von „kritischen“ Resistenzgenen (z.B. *erm*, *tet*) führte zum Ausschluß von drei Laktobazillenstämmen.

Zusammenfassung

Da grundsätzlich davon ausgegangen werden kann, dass unterschiedliche Darmbakterien auch unterschiedliche Wirkungsmechanismen nutzen, die sich ergänzen können (Timmerman *et al.* 2004), wurden gezielt bestimmte bakterielle „Schlüsselorganismen“ aus definierten Darmabschnitten von gesunden Bio-Schweinen isoliert, charakterisiert und eingehend hinsichtlich ihrer „probiotischen“ Fähigkeiten untersucht. Aufgrund eines umfassenden *in vitro* Screenings ist eine erste Einschätzung des Potentials der Stämme möglich. Ausgewählte Stämme der Gattungen *Bacillus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* und *Bifidobacterium* werden in weiterer Folge *in vivo* im Wirtstier untersucht, wobei verschiedene 4-Stamm-Kombinationen in ihrer Wirksamkeit in Fütterungsversuchen mit Absetzferkel vergleichend getestet werden.

Summary

In order to obtain a mixture of physiological strains acting in various niches of the porcine gut, the isolation focused on 'key bacteria' of aerobes, facultative anaerobes and strict anaerobes. After a critical evaluation, strains belonging to the genera *Bacillus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* were pre-selected for their combined use as feed additive, because of their well documented properties with regard to phylogenetic affiliation, efficacy and safety. In the following their combined efficiency will be examined in feeding trials. Various 4-strain combinations will be tested with regard to their *in vivo* efficiency and applicability.

Literatur

AARESTRUP, F.M., AGERSO, Y., GERNER-SMIDT, P., MADSEN, M., JENSEN, L.B.: Comparison of antimicrobial resistance phenotypes and resistance genes in *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* from humans in the community, broilers, and pigs in Denmark. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 37 (2): 127-137, 2000

FEEDAP Panel, Question N° EFSA-Qu-2004-079: Opinion of the Scientific Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed on the updating of the criteria used in the assessment of bacteria for resistance to antibiotics of human or veterinary importance, *The EFSA Journal* 223: 1 -12, 2005

KLOSE, V., MOHNL, M., PLAIL, R., SCHATZMAYR, G, LOIBNER, A.P.: Development of a competitive exclusion product for poultry meeting the regulatory requirements for registration in the European Union, *Mol Nutr Food Res.* 50: 563 – 571, 2006

KLARE, I., KONSTABEL, C., MUELLER-BERTLING, S., REISSBRODT, R.: Evaluation of New Broth Media for Microdilution Antibiotic Susceptibility Testing of Lactobacilli, Pediococci, Lactococci, and Bifidobacteria, *Appl. Environm. Microbiol.* 71(12): 8982 – 86, 2005

KLEIN, G., HALLMANN, C, CASAS, IA., ABAD, J., LOUWERS, J., REUTER, G.: Exclusion of *vanA*, *vanB* and *vanC* type glycopeptide resistance in strains of *Lactobacillus reuteri* and *Lactobacillus rhamnosus* used as probiotics by polymerase chain reaction and hybridization methods, *J Appl Microbiol.* 89(5): 815 – 24, 2000

TIMMERMAN, H.M., KONING, C.J., MULDER, L., ROMBOUTS, F.M., BEYNEN, A.C.: Monostrain, multistrain and multispecies probiotics-A comparison of functionality and efficacy, *Int J Food Microbiol.* 96(3):219 - 33, 2004

Autor/en

¹Viviana KLOSE, ¹Katharina BAYER, ¹Romy BRUCKBECK, ¹Sabine HENIKL, ²Gerd SCHATZMAYR, ¹Andreas Paul LOIBNER, ¹UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR, Institut für Agrarbiotechnologie, Tulln Konrad Lorenz Straße 20, A-3430 Tulln; ²BIOMIN Research Center, Technopark 1, A-3430 Tulln; E-mail: viviana.klose@boku.ac.at

Probiotika in der Tierernährung - ein Einblick in Mikrobiologie und Technik

ELISABETH MAYRHUBER & HANS-PETER LETTNER

Einleitung:

Die Hauptaktivitäten der Fa. Lactosan liegen im Bereich der Entwicklung und Produktion von mikrobiologischen Zusatzstoffen für die Tierernährung. Hergestellt werden zum einen biologische Siliermittel für verschiedenste Einsatzbereiche und zum anderen probiotische Bakterien zur Förderung der Gesundheit und Leistung von Nutztieren. Die in den letzten Jahren deutlich gesteigerte Akzeptanz bei Landwirten, Tierärzten und Behörden sowie das seit 2006 EU weite Verbot der antibiotischen Leistungsförderer zeigen die wachsende Bedeutung der Probiotika für die Tierernährung. Um Produkte mit der geforderten Stabilität und der gewünschten Wirkung im Tier her zu stellen, ist eine entsprechende Produktionstechnik notwendig. Der hier angeführte Beitrag soll einen kurzen Einblick in die Einsatzmöglichkeiten und Vorteile von probiotischen Milchsäurebakterien bieten. Zusätzlich sollen die wichtigsten Schritte der Herstellung und des Qualitätsmanagements aufgezeigt werden.

Probiotika in der Tierernährung:

Probiotika sind lebende, mikrobielle Zusatzstoffe, welche die Darmflora in einem für das Wirtstier positiven Sinne beeinflussen (Fuller, 1992). Speziell in der Tierernährung wird oft das Synonym DFM (direct fed microbials) verwendet.

Im Darmtrakt ist das Zusammenleben von verschiedenen Bakterienarten im Idealfall gut aufeinander abgestimmt. Das gewünschte Fließgleichgewicht steht in Abhängigkeit zu den jeweiligen Bedingungen im Verdauungstrakt. Eine Störung des Fließgleichgewichtes der Mikroflora kann durch unterschiedliche äußere Einflussfaktoren verursacht werden. Fehler in der Fütterung, wie zum Beispiel abrupter Futterwechsel, schlechte Futterqualität, nicht ausreichende Futterhygiene können eine Störung hervorrufen. Auch Einflüsse, welche vom Wirtstier selbst ausgehen, sind mögliche Ursachen für ein Ungleichgewicht. Dazu gehören die vom Wirtstier gebildeten Verdauungssekrete, die Darmperistaltik, oder unterschiedliche Auslöser für Stress (Trächtigkeit, Geburt, Absetzen der Ferkel, Transport, Besatzdichte, Stallklima). Ziel des Einsatzes von Probiotika ist die Unterstützung und Stärkung des dynamischen Gleichgewichtes der Darmflora. Nicht alle Wirkungen von Probiotika können bis heute ausreichend wissenschaftlich begründet werden. Im Allgemeinen werden als Wirkungsmechanismen für Probiotika angenommen (Busch et al., 1999):

- Erzeugung von Hemmstoffen (z.B. kurzkettige Fettsäuren)
- Verdrängung bzw. Verhinderung der Anheftung potentiell pathogener Keime an der Darmschleimhaut
- Unterdrückung der Bildung mikrobieller Toxine
- Stimulierung des lokalen Immunsystems im Darm
- Beeinflussung der physiko-chemischen Verhältnisse im Darm (pH-Wert, Redoxpotential) wodurch die Wachstumsbedingungen nicht erwünschter Keime begrenzt werden
- Beeinflussung des Gallensäureabbaus und so Unterstützung der Fettabsorption
- Beeinflussung des Darmepithels
- Verbesserung der Absorptionskapazität

Im Wesentlichen werden drei unterschiedliche Gruppen an Mikroorganismen als Probiotika in Tierfutter eingesetzt. Unterschieden wird dabei zwischen Milchsäurebakterien, Bacillussporen und Hefen. Der Schwerpunkt der folgenden Ausführungen und Daten wird die Gruppe der Milchsäurebakterien sein. Der wesentliche Vorteil der Milchsäurebakterien ist vor allem ihre Herkunft. Es handelt sich dabei um Bakterienarten, die natürlicherweise im Verdauungstrakt vorkommen, und sie alle besitzen die Fähigkeit zur Säurebildung.

Einsatzmöglichkeiten von Probiotika in der Fütterung:

Entsprechend der Richtlinie der EU ist vor der Zulassung durch die europäische Kommission für Gesundheit und Verbraucherschutz ein Nachweis zu erbringen, dass der Zusatzstoff sich günstig auf die Leistung im Rahmen der tierischen Erzeugung auswirkt. Grundlage für die Zulassung eines Probiotikums sind unter anderem die Ergebnisse aus Exaktversuchen zur Wirksamkeit für die jeweilige Tierkategorie. Gegenwärtig (Stand Nov. 2007) sind 26 Mikroorganismen - Präparate in der EU zugelassen, davon 12 für Ferkel

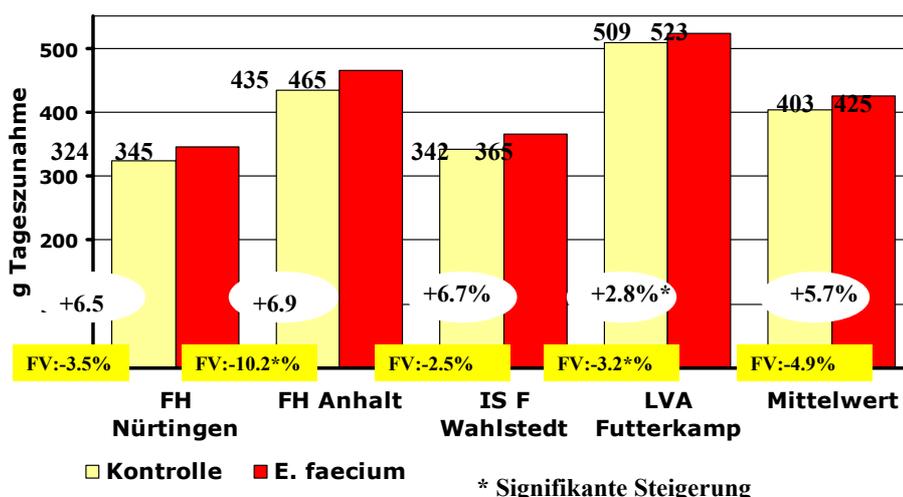
- 7 für Sauen
- 5 für Mastschweine
- 6 für Kälber
- 12 für Masthühner
- 2 für Legehühner

Der Schwerpunkt des Einsatzes liegt in der Jungtieraufzucht und bei den unterschiedlichen Tierkategorien im Bereich Schwein. Die Wirkung der Probiotika wird unter definierten Haltungs- und Managementbedingungen untersucht. Grundlage der dargestellten Wirkung in den Exaktversuchen ist der geforderte Vergleich zur negativ Kontrolle, das heißt zur Versuchsgruppe ohne Probiotium.

Das angestrebte Ziel in der Ferkelaufzucht ist vor allem während der Säugezeit und besonders nach dem Absetzen möglichen Darmstörungen vorzubeugen. Weiters werden gesteigerte Futteraufnahmen, höhere Tageszunahmen und eine verbesserte Futtermittelverwertung gemessen. Für den Schweinemäster steht die Verbesserung der Mastkennzahlen (Tageszunahmen, Futtermittelverzehr, Futtermittelverwertung) im Vordergrund. In der Sauenfütterung sind die Ziel die Reproduktions- und Aufzuchtleistung der Sauen zu verbessern. Gemessen wird dies mit Hilfe der Parameter Anzahl der abgesetzten Ferkel pro Wurf, Wurfgewicht beim Absetzen und der Minimierung der Körpermasseverluste der Sau während der Laktation.

Für weitere Tierkategorien wie z.B. Kälber, Broiler und Legehennen werden zum Nachweis der Wirksamkeit ebenfalls Leistungsparameter wie eine verbesserte Zunahme, Höheres Wurfgewicht, höhere Eimasse, usw. untersucht. Je nach Tierkategorie werden die optimalen Effekte bei unterschiedlichen Dosierungsraten erreicht. Dargestellt ist ein Beispiel aus der Ferkelaufzucht (siehe Darst. 1). Die empfohlene Dosis liegt bei $0,5$ bis 1×10^9 KBE/kg Futter.

Darst. 1: Einfluss von *Enterococcus faecium* DSM 7134 auf verschiedene Leistungsparameter beim Aufzuchtferkel (Gewichtsbereich 8 – 28 kg)



FV (kg Futter/ kg Lebendmassezunachs) : Futtermittelverwertung
negative Werte sind als Verbesserung zu werten.

Die Produktion der Milchsäurebakterien erfolgt mittels Fermentation und Gefriertrocknung bzw. Wirbelschichttrocknung. Unter kontrollierten Bedingungen und nach standardisierten Rezepten werden die Milchsäurebakterien fermentiert (scale up: 2 ml →500 ml →1000 l →15.000 l). Die Stammhaltung der Milchsäurebakterien ist über eine master cell bank und working cell bank organisiert. Zur Beimpfung wird ausschließlich den Qualitätskriterien entsprechend überprüfetes Impfgut verwendet. Nach Beendigung der Fermentation wird die Bakteriensuspension über eine Zentrifuge aufkonzentriert und durch ausgewählte Zusätze für den Trocknungsprozess konditioniert (Bild 1).

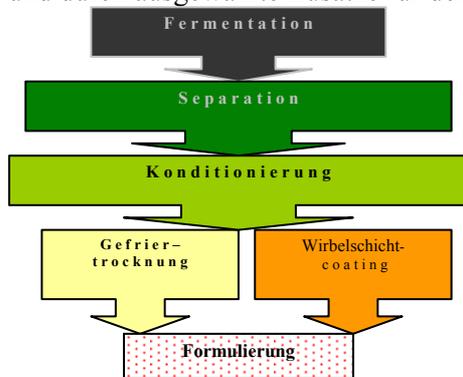


Bild 1: Prozess zur Produktion von Probiotika.

Das Wirbelschicht Trocknungsverfahren hat sich als eine ideale Methode für die Formulierung eines geschützten Produktes bewährt. Im ersten Schritt wird die Bakteriensuspension auf ein Trägermaterial aufgebracht. In einem zweiten Schritt wird ein Coatingmaterial aufgesprüht (Bild 2). Dieses Coating dient als Schutz der Bakterien vor den Einflüssen im Mineralfutter. Eine zu hohe Salzkonzentration und Wasseraktivität würden die Überlebensrate der Milchsäurebakterien stark reduzieren. Durch die Schutzhülle wird eine entsprechende Haltbarkeit von 24 Monaten bei gleich bleibender Keimungsrate gewährleistet (trockene Lagerung bei Raumtemperatur von 20°C). Beim Einbringen der Probiotika in z.B. Milchaustauscher oder Mineralfutter ist auch die Stabilität der Keimzahl über den geforderten Zeitraum von 6 Monaten mit diesem Verfahren gesichert.

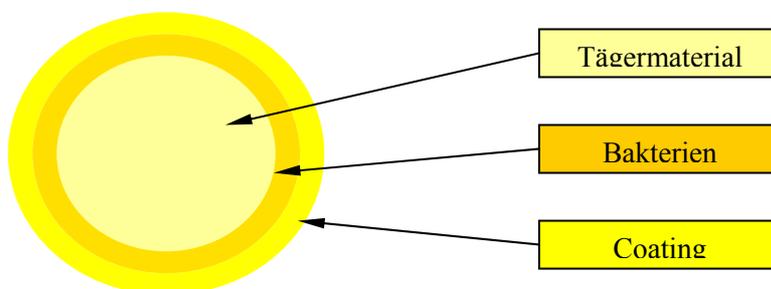


Bild 2: Aufbau eines Probiotika-Pellet nach der Wirbelschicht-Trocknung.

Zusammenfassung:

Mit Hilfe von probiotischen Zusätzen kann durch die natürliche Wirkung der Mikroorganismen die Gesundheit und Produktivität der Tiere verbessert werden. Dazu ist es notwendig die selektierten und geprüften Stämme als hochwertiges Produkt herzustellen. Vor allem der Schritt der Trocknung hat hohen Einfluss auf die Viabilität der Mikroorganismen. Entsprechende Sorgfalt und Know How sind notwendig, um ein Produkt mit geforderter Qualität zu erzeugen.

Literatur:

Busch, A. et al., Probiotika in der Tierernährung, AgriMedia, Bergen, 1999

Autoren:

Dr. Elisabeth Mayrhuber, Dr. Hans-Peter Lettner, LACTOSAN GmbH & Co KG, Industriestraße West 5, 8605 Kapfenberg, E-mail: mayrhuber@lactosan.at

Abbau der Trockenmasse von Wiesenfutter *in situ* in Abhängigkeit von Vegetationsstadium und Aufwuchs

Dry matter degradation of fresh grass in situ depending on vegetative stage and growth number

L. GRUBER, F. WIELSCHER, A. SCHAUER & M. URDL

Einleitung

Während der Vegetation finden grundlegende morphologische und chemische Veränderungen des Wiesenfutters statt. Das Vegetationsstadium ist somit die entscheidende Einflussgröße auf den Futterwert des Wiesenfutters. Es bestimmt den Anteil und die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen und auch die Art der Zellinhaltsstoffe. Der Stängelanteil erhöht sich auf Kosten des Blattanteils, außerdem erfährt der Stängel durch zunehmende Bildung von Gerüstsubstanzen und deren Lignifizierung einen starken Rückgang der Verdaulichkeit (Minson 1990, Van Soest 1994, Südekum et al. 1995, Gruber et al. 1997). Dies wirkt sich in einer starken Verminderung des Futterwertes aus, indem sowohl Futteraufnahme als auch Energiekonzentration zurückgehen.

Aus einem umfangreichen Forschungsprojekt, in dem der Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milchleistung im Verlauf von drei vollständigen Vegetationsperioden untersucht wurde, wird in der vorliegenden Arbeit der Abbau der Trockenmasse im Pansen – ermittelt mit der nylon bag-Methode *in situ* – dargestellt.

Versuchsdurchführung

Versuchsplan

Eine Dauerwiese mit einem homogenen Pflanzenbestand wurde in drei Abschnitte geteilt, um den Vegetationsverlauf des Wiesenfutters in den drei Aufwüchsen verfolgen zu können. Der zeitliche Ablauf der Erntevorgänge ist in Tab. 1 angeführt. Jeder Aufwuchs wurde von „Beginn der Weidereife“ (etwa 4 Wochen Aufwuchsdauer) bis zum „Stadium überständig“ für die Dauer von sieben Wochen geerntet und in frischem Zustand für die Versuche herangezogen. Der erste Aufwuchs wurde somit von der 2. Maiwoche bis Ende Juni verfolgt. Auf der Versuchsparzelle für den zweiten Aufwuchs wurde der erste Aufwuchs – der landesüblichen Nutzung entsprechend – Ende Mai geerntet und auch der zweite Aufwuchs sieben Wochen hindurch geprüft. Ebenso wurden auf der Versuchsfäche für den 3. Aufwuchs der 1. und 2. Aufwuchs landesüblich Ende Mai bzw. Ende Juli gemäht und der 3. Aufwuchs von Ende August bis Mitte Oktober untersucht. Um klimatisch bedingte Unterschiede im Vegetationsverlauf zwischen den Jahren zu berücksichtigen, wurde der Versuch für eine Dauer von drei Jahren (2000, 2001, 2002) anberaumt. Eine möglichst homogene Zusammensetzung des Pflanzenbestandes wurde durch Nachsaat einer Dauerwiesensaatgutmischung im Frühjahr erreicht.

Tabelle 1: Versuchsplan für die Erntetermine¹⁾

1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs
Versuchsfütterung 1. Aufwuchs	1. Schnitt: 4. Maiwoche	1. Schnitt: 4. Maiwoche
	Versuchsfütterung 2. Aufwuchs	2. Schnitt: 4. Juliwoche

												Versuchs- fütterung 3. Aufwuchs								
Mai			Juni																	
2	3	4	1	2	3	4	Juli				August									
							1	2	3	4	1	2	3	A.	September				Okt.	
													4	1	2	3	4	1	2	

¹⁾ Die Zahlen in der Tabelle geben die Woche des jeweiligen Monats an.

***in situ*-Untersuchungen**

Die *in situ*-Untersuchungen wurden nach den Vorgaben von Orskov et al. (1980), Michalet-Doreau et al. (1987), Madsen & Hvelplund (1994), Huntington & Givens (1995) und NRC (2001) durchgeführt. Die nylon bags wurden von der Firma Ankom (Maschenweite 53 µm; Fairport, New York, USA) gekauft. Das Verhältnis Einwaage zu Beutel-Oberfläche betrug etwa 15 mg pro cm², d.h. 6 g Probe pro Beutel (20 × 10 cm). Die Proben wurden schonend (50°C) getrocknet und durch ein 2 mm-Sieb gemahlen. Für die Inkubationen wurden 4 pansenfistulierte Ochsen (im Mittel 1.130 kg Lebendmasse) herangezogen, die in 4 Mahlzeiten pro Tag eine Ration auf Erhaltungsniveau erhielten (75 % Grundfutter, 25 % Kraftfutter). Die Ration war vielseitig zusammengesetzt (Grundfutter: 1/3 Heu, 1/3 Grassilage, 1/3 Maissilage; Kraftfutter: 35 % Gerste, 25 % Weizen, 15 % Trockenschnitzel, 15 % Sojaextraktionsschrot, 7 % Weizenkleie, 3 % Mineralstoffmischung). Die Inkubationszeiten waren mit 0, 3, 6, 10, 14, 24, 42, 65, 92 und 120 h festgesetzt (Mertens 1993). Der Waschvorgang zur Bestimmung der Wasserlöslichkeit wurde mit einer Haushaltswaschmaschine mit kaltem Wasser 45 min lang schonend durchgeführt (Programm Wolle). Die Daten wurden nach dem Modell von Orskov & McDonald (1979) ausgewertet:

$$\text{deg} = a + b \times (1 - \exp(-c \times (t - \text{lag}))) \text{ für } t > \text{lag}$$

deg = Abbau eines Futtermittels (Nährstoffs) zur Zeit t (%)

a = rasch und vollständig lösliche Fraktion (%)

b = unlösliche, potenziell abbaubare Fraktion (%)

c = Abbaurrate (pro h)

lag = lag-Phase (h), verzögerter Beginn der mikrobiellen Aktivität

Da die Abbaubarkeit wesentlich von der Passagerate im Verdauungstrakt beeinflusst wird, wurde auch die effektive Abbaubarkeit (ED₂, ED₅, ED₈, in %) bei einer unterstellten Passagerate von k = 0.02, 0.05 bzw. 0.08 (pro h) nach den Angaben von McDonald (1981), modifiziert nach Südekum (2005), errechnet:

$$\text{ED} = a + [(b \times c) / (k + c)] \times \exp(-k \times \text{lag})$$

Der Datencheck, die deskriptive Statistik und die Auswertung der *in situ*-Daten nach dem Modell von Orskov & McDonald (1979) sowie McDonald (1981) erfolgte mit dem Programm Statgraphics Plus 5 (2000).

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen sind in Tab. 2 sowie in Abb. 1 und 2 dargestellt. Wie zu erwarten, übte das Vegetationsstadium einen signifikanten Einfluss auf die Abbaubarkeit der Trockenmasse des Wiesenfutters aus. Aber auch der Aufwuchs beeinflusste die Abbaubarkeit deutlich. Darüber hinaus bestand zwischen Aufwuchs und Vegetationsstadium in vielen Parametern der Abbaukinetik nach Orskov & McDonald (1979) eine signifikante Wechselwirkung, d.h. das Vegetationsstadium wirkte sich in den drei Aufwüchsen unterschiedlich aus.

Über alle Vegetationsstadien gerechnet, wies der 1. Aufwuchs eine höhere potenzielle Abbaubarkeit (Summe von Fraktion a und b, Asymptote der Kurve) auf als die Aufwüchse 2 und 3 (79.2, 76.7 und 76.7 %). Während sich z.B. die potenzielle Abbaubarkeit der Vegetationsstadien 7 zwischen den drei

Aufwüchsen kaum unterschied (71.4, 70.9 und 71.4 %), war im Vegetationsstadium 1 die Abbaubarkeit des 1. Aufwuchses höher als des 2. bzw. 3. Aufwuchses (85.7, 80.2 und 75.8 %). Dies bedeutet, dass der höhere Futterwert des Wiesenfutters im 1. Aufwuchs, wie er sich in der vorliegenden Untersuchung darstellt, vor allem von den Werten der frühen Vegetationsstadien herrührt. Daraus ist der Schluss zu ziehen, dass es – aus Sicht des Futterwertes – besonders lohnend ist, den ersten Aufwuchs früh zu ernten. Allerdings geht diese Maßnahme auf Kosten des Mengenertrages, wie systematische Untersuchungen an unserem Institut gezeigt haben (Gruber et al. 2000, Gruber et al. 2006). Im Durchschnitt aller Aufwüchse reduzierte sich die potenzielle Abbaubarkeit während der Vegetation von 80,6 auf 71,2 %.

Im Mittel aller Vegetationsstadien geht der Anteil der Fraktion a (rasch und vollständig lösliche Fraktion) mit der Nummer des Aufwuchses leicht zurück (22.0, 19.3 und 18.4 %), während zwischen den Anteilen der Fraktion b (unlösliche, potenziell abbaubare Fraktion) kaum Unterschiede bestehen (57.1, 57.4 und 58.3 %). Wie bei der potenziellen Abbaubarkeit, besteht auch bei den Parametern

Abb. 1: Ruminale *in situ*-Abbau der Trockenmasse von frischem Wiesenfutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vegetationsstadium

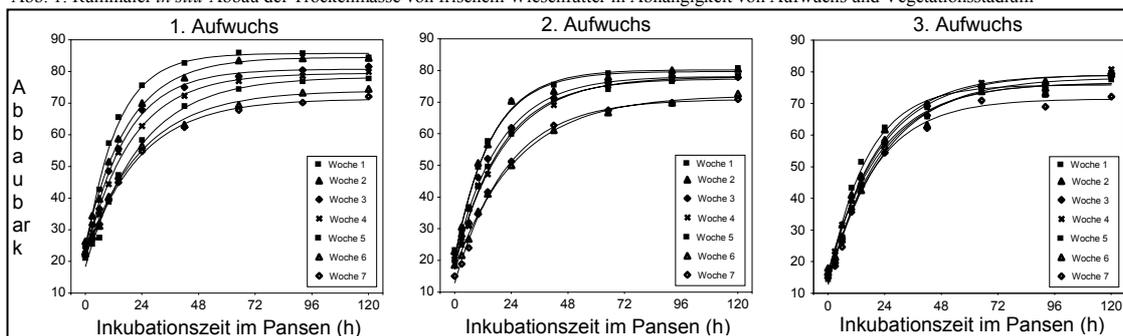


Abb. 2: Kennzahlen der Abbaukinetik von frischem Wiesenfutter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vegetationsstadium (nach Orskov 1979)

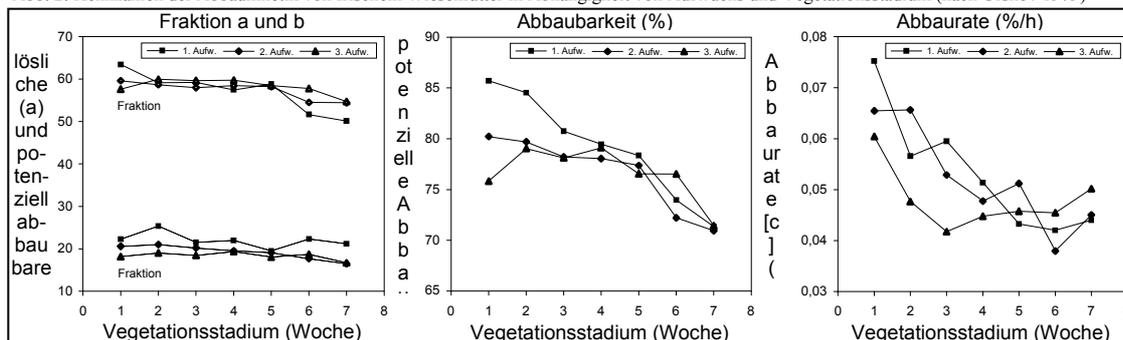


Tabelle 2: Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen (Kennzahlen der Abbaukinetik nach Orskov 1979)

	a	b	c	lag	a + b	ED2	ED5	ED8
1. Aufwuchs								
Woche 1	22,3	63,4	0,075	0,00	85,7	72,4	60,4	53,0
Woche 2	25,4	59,2	0,057	0,00	84,5	69,1	56,8	49,9
Woche 3	21,5	59,2	0,060	0,00	80,7	65,8	53,7	46,8
Woche 4	22,0	57,5	0,051	0,00	79,5	63,4	51,1	44,5
Woche 5	19,5	58,8	0,043	0,43	78,3	59,4	46,2	39,5
Woche 6	22,3	51,6	0,042	0,00	74,0	57,3	45,9	40,1
Woche 7	21,2	50,2	0,044	0,00	71,4	55,7	44,7	39,0
2. Aufwuchs								
Woche 1	20,6	59,6	0,065	0,00	80,2	66,3	54,4	47,4
Woche 2	21,0	58,7	0,066	0,00	79,7	66,0	54,3	47,5
Woche 3	20,2	58,0	0,053	0,00	78,2	62,3	50,0	43,3
Woche 4	19,6	58,5	0,048	0,21	78,0	60,6	47,8	41,1
Woche 5	19,1	58,2	0,051	0,33	77,4	60,7	48,1	41,3
Woche 6	17,7	54,5	0,038	0,23	72,2	53,3	41,0	34,9
Woche 7	16,5	54,4	0,045	1,39	70,9	53,2	40,6	34,0

3. Aufwuchs								
Woche 1	18,2	57,7	0,060	1,29	75,8	60,4	47,8	40,6
Woche 2	19,1	60,0	0,048	1,46	79,0	60,1	46,3	39,0
Woche 3	18,5	59,7	0,042	1,93	78,1	57,3	43,1	36,0
Woche 4	19,4	59,8	0,045	1,05	79,1	59,8	46,2	39,1
Woche 5	18,1	58,5	0,046	1,76	76,6	57,4	43,7	36,6
Woche 6	18,7	57,8	0,045	0,75	76,5	58,3	45,2	38,5
Woche 7	16,7	54,7	0,050	1,36	71,4	54,8	42,3	35,7

a und b eine Wechselwirkung in dem Sinn, dass im ersten Aufwuchs ein stärkerer Rückgang im Laufe der Vegetation erfolgt als in den Aufwüchsen 2 und 3. Im Durchschnitt aller 3 Aufwüchse verminderte sich die Fraktion a während der 7 Vegetationswochen von 20,4 auf 18,1 % und die Fraktion b von 60,2 auf 53,1 %. Der augenfälligste Einfluss der Vegetation zeigt sich im Parameter c (Abbaurrate, pro h). Diese verminderte sich von Vegetationsstadium 1 bis 7 von 6,7 auf 4,6 % pro Stunde. Während dieser Rückgang in den Aufwüchsen 1 und 2 relativ linear verlief, war dies beim 3. Aufwuchs nur zu Beginn der Vegetation der Fall und die Abbaurrate blieb danach auf einem Niveau von 4,5 % annähernd konstant.

Die sog. effektive Abbaubarkeit (ED) ist eine Funktion der Parameter a, b und c und berücksichtigt zusätzlich die Tatsache, dass die Passage des Futters durch den Pansen in Konkurrenz zur Fermentation des Futters durch die Mikroben steht, also niedriger ist als die sog. potenzielle Abbaubarkeit. Am Beispiel von ED5 (für mittleres Futterniveau) ergibt sich ein Rückgang im Laufe der Vegetation von 54,2 auf 42,5 %, dieser ist im ersten Aufwuchs deutlich stärker ausgeprägt als im zweiten bzw. dritten Aufwuchs. Im Mittel aller Vegetationsstadien betrug die ED5 in den drei Aufwüchsen 51.3, 48.0 bzw. 44.9 %.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass im Laufe der Vegetation besonders der 1. Aufwuchs einen starken Rückgang der Abbaubarkeit der TM erfährt und somit eine signifikante Wechselwirkung zwischen Aufwuchs und Vegetationsstadium besteht. Die Abbaubarkeit der späteren Aufwüchse ist geringer.

Literatur

Die Literaturliste kann beim Erstautor angefordert werden

Autoren

Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, Ing. Anton SCHAUER, DI Marcus URDL
 LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Gumpenstein, 8952 Irdning
 e-mail: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

cand. ing. Franz WIELSCHER, Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften,
 Gregor Mendel-Straße 33, 1180 Wien

Fütterung von Trockenschlempe in der Milchproduktion

Feeding of distiller's dried grains in milk production

M. URDL, J. HUBER, A. SCHAUER & L. GRUBER

Einleitung

Der Einsatz von Trockenschlempe aus der Alkoholerzeugung in der Fütterung von Nutztieren wird seit geraumer Zeit in einigen Ländern praktiziert, wobei hauptsächlich Versuchsergebnisse und Studien aus den USA vorliegen, wo fast ausschließlich Mais als Rohstoff verwendet wird. In Österreich wurden bisher zwei Projekte mit getrockneter Getreideschlempe (DDGS – distillers dried grains with solubles) durchgeführt (URDL et al. 2006a, ETTLE 2007). Die bei diesen Versuchen eingesetzte Trockenschlempe aus der Brennerei Starrein (Starprot[®]) wird in relativ geringen Mengen am Markt angeboten. Zusätzlich können Schlemphen erhebliche Variationen in der Konsistenz, den Eigenschaften und dem Nährstoffgehalt aufweisen. Ursachen für die Schwankungen können durch den in der Etaholerzeugung eingesetzten Rohstoff (Weizen, Roggen, Mais, Weizen/Gerste-Gemische), den Anteil der den Futtermitteln rückgeführten Dünnschlempe (dried solubles), die Dauer bzw. Vollständigkeit des Fermentationsprozesses und den Trocknungsvorgang verursacht werden. Des Weiteren ist bekannt, dass die Feinbestandteile (solubles) als ein Hauptbestandteil der DDGS bedeutende Variationen in der Zusammensetzung aufweisen können (Van HORN et al. 1985, BELYEA et al. 1989, BELYEA et al. 1998, SPIEHS et al. 2002, BELYEA et al. 2004). Im Hochleistungsbereich kann das eher ungünstige Aminosäuremuster von Trockenschlempe zu Begrenzungen der Einsatzmenge in den Rationen führen (OWEN und LARSON 1991, SPIEKERS et al. 2006). Die unterschiedlichen Gehalte des Ausgangsrohstoffs bedingen für Maisschlempe höhere Rohfett- und niedrigere Rohproteingehalte gegenüber Weizenschlempe. Deshalb sollte im Sprachgebrauch und im Handel nie die Bezeichnung Getreideschlempe alleine Verwendung finden, sondern immer von Mais- oder Weizenschlempe (in Deutschland zusätzlich Roggenpressschlempe) gesprochen werden.

Hier wird von einem Fütterungsversuch im Rahmen eines Kooperationsprojektes der LK Niederösterreich und der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH berichtet.

Versuchsdurchführung

Die Versuchsdauer des Fütterungsversuches betrug 13 Wochen, wobei die erste Woche der Anpassung der Tiere an die neue Ration dienen sollte und die Erhebungen in den restlichen 12 Wochen stattfanden. 36 Kühe der Milchviehherde (17 Fleckvieh, 13 Braunvieh, 6 Holstein) der BVW Wieselburg wurden anhand ihrer Milchleistungen (ECM-Menge und Inhaltsstoffe) und ihres Laktationsstandes in drei weitgehend äquivalente Gruppen eingeteilt.

Das Grundfutter wurde als Mischration verfüttert. Diese bestand aus (Trockenmasse-Basis) 50 % Grassilage, 35 % Maissilage, 10 % Heu und 5 % Stroh. Die tierindividuelle Grundfuttermittelvorgabe erfolgte mittels Futtermischwagen (Einwaage, inklusive einer erwarteten Rückwaage von ca. 10 %). Die Rückwaage der Futterreste erfolgte mittels DataRanger. Ausgehend von einer möglichen Milchleistung aus dem Grundfutter von 10,5 kg (Rationskalkulation mit Futteranalysen der Komponenten) wurde pro darüber hinausgehendem kg Milch mittels Transponderfütterung 0,5 kg Kraftfutter (Frischmasse-Basis) verabreicht. Das Kraftfutter setzte sich aus Energieträgern (50 % Gerste, 15 % Mais, 15 % Weizen, 10 % Trockenschrot, 10 % Weizenkleie) und Proteinträgern zusammen. Die Proteinfuttermittel stellten die Versuchsfrage dar:

- Kontrollgruppe KG: 55 % Rapsextraktionsschrot, 30 % Sojaextraktionsschrot HP, 15 % Erbse
- Versuchsgruppe V50: 50 % Kontroll-Kraftfutter und 50 % Versuchs-Kraftfutter der Gruppe V100
- Versuchsgruppe V100: 98 % getrocknete Getreideschlempe (deutscher Herkunft), 2 % Harnstoff

Ergebnisse und Diskussion

Die Mischration aus Gras- und Maissilage, Heu und Stroh wies im Mittel 14 % Rohprotein und 25 % Rohfaser auf. Der Energiegehalt lag knapp über 6,0 MJ NEL pro kg Trockenmasse. In der Kraft-

futtermischung der Kontrollgruppe wurde ein Eiweißgehalt von 171 g XP/kg TM festgestellt. Dieser lag um 5 % niedriger als kalkuliert. Das Versuchskraftfutter entsprach mit 181 g Rohprotein je kg Trockenmasse genau den Planungen. Im Kraftfutter der Kontrollgruppe wurde ein Gehalt von 182 g nutzbarem Rohprotein je kg TM festgestellt, im V100-Kraftfutter waren es 190 g nXP. Die Energiekonzentration der beiden Kraftfutter war mit 8,3 MJ NEL (Kontroll-KF) und etwas unter 8,5 MJ NEL/kg Trockenmasse (Versuchs-KF) auf gleichem Niveau.

In der Tabelle sind die Ergebnisse des Fütterungsversuches angeführt. Die Nährstoffaufnahme wurde anhand der Analysenwerte der Futtermittel berechnet.

		KG	V50	V100	s _e	P-Wert
Futterraufnahme						
Mischration	kg TM	12,48	13,90	14,10	1,77	0,107
Kraftfutter	kg TM	7,28	7,01	7,16	1,25	0,897
Gesamtfutter ¹⁾	kg TM	19,80	20,95	21,27	1,95	0,233
Nährstoffaufnahme						
XP	g	2934	3121	3201	287	0,200
nXP	g	2993	3163	3237	295	0,180
RNB	g	-9,46 ^a	-6,58 ^{ab}	-5,40 ^b	2,59	0,005
NEL	MJ	136,5	143,5	146,2	13,4	0,261
Milchleistung						
Milchmenge	kg	26,91	26,16	27,17	3,41	0,782
Fettgehalt	%	3,87	4,17	4,08	0,36	0,196
Fett	kg	1,01	1,08	1,10	0,14	0,313
Eiweißgehalt	%	3,47	3,63	3,55	0,19	0,199
Eiweiß	kg	0,92	0,95	0,95	0,11	0,732
Laktosegehalt	%	4,83	4,77	4,85	0,12	0,310
ECM	kg	26,84	27,64	28,21	3,22	0,627

Die Grund- und Gesamtfutterraufnahme der Weizenschlempe-Gruppen lag tendenziell (jedoch nicht signifikant, P = 0,107 bzw. P = 0,233) über der Kontrollgruppe (12,5, 13,9 und 14,1 kg TM Grundfutter bzw. 19,8, 21,0 und 21,3 kg TM Gesamtfutter). Wie beabsichtigt, traten in der Kraftfuturaufnahme keine Unterschiede auf (7,3, 7,0 und 7,2 kg TM in den Gruppen KG, V50 bzw. V100). Die höhere Aufnahme an Energie (NEL) und Protein (XP, nXP) sind somit im Wesentlichen auf die höhere Aufnahme der GF-Mischration zurückzuführen. Die ruminale Stickstoffbilanz war bei der KG-Gruppe signifikant niedriger im Vergleich zur V100-Gruppe (-9,46 zu -5,40 g/Tier und Tag, P = 0,005). Wie zu erwarten war, wurden signifikante Unterschiede in den UDP-Werten festgestellt. In der Gesamtration lag der Anteil unabgebauten Rohproteins bei der Kontrollgruppe bei 21,6 %, während die Versuchsgruppe mit Schlempe als einzigem Eiweißträger im Kraftfutter 22,6 % aufwies.

Bei den Milchleistungsparametern zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen. Die durchschnittliche Milchmengenleistung über die gesamte Versuchsdauer lag bei 26,8 kg. Der numerisch um 1,4 kg deutlich höhere Wert energiekorrigierter Milch der Schlempegruppe V100 (28,2 kg ECM) gegenüber der Raps/Soja/Erbse-Kontrollgruppe (26,8 kg ECM) ergibt sich aus dem Unterschied im Eiweiß- und Fettgehalt der Gruppen (Abbildungen 1 und 2). Die höchsten Milchinhaltsstoffe wurden in der V50-Gruppe mit 3,63 % Eiweiß und 4,17 % Fett erzielt (P = 0,20). Bei der täglichen MilCHFett- und Milcheiweißproduktion traten ebenfalls keine statistisch abzusichernden Differenzen zwischen den Gruppen auf. Im Versuchsdurchschnitt wurden pro Tier und Tag 1,06 kg MilCHFett und 0,94 kg Milcheiweiß gebildet.

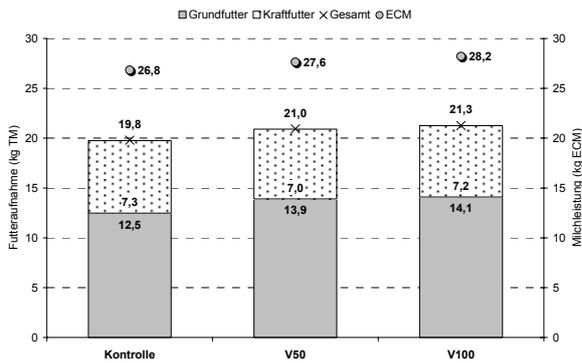


Abbildung 1: Futteraufnahme und Milchleistung

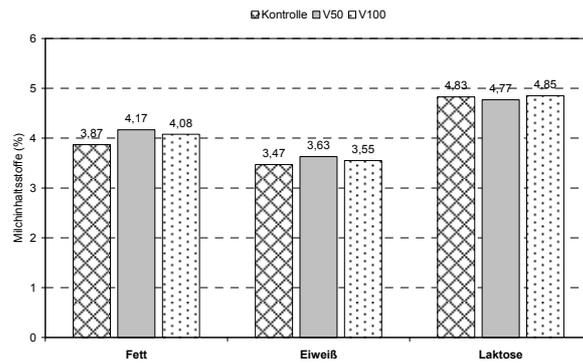


Abbildung 2: Milchinhaltsstoffe

Im Versuch von ETTLE (2007) lag die durchschnittliche Gesamtfutteraufnahme (aufgewertete Grundration plus Leistungskraftfutter) bei knappen 21 kg Trockenmasse je Tier und Tag. Dies ist im Einklang mit den 20,7 kg TM (über alle Gruppen) in der vorliegenden Untersuchung, die mit der gleichen Milchviehherde am selben Versuchsstandort durchgeführt wurde. Auch in der Milchleistung waren die Niveaus bei beiden Experimenten annähernd gleich. Während bei ETTLE (2007) die Gruppe mit Sojaextraktionsschrot als Eiweißkomponente des Leistungskraftfutters numerisch (jedoch nicht signifikant) der Weizenschlempe-Gruppe leicht überlegen war (26,9 zu 26,2 kg Milch), zeigte sich in beim aktuellen Versuch das umgekehrte Bild (26,9 kg Milch in der Kontrollgruppe und 27,2 kg in der Versuchsgruppe V100, $P = 0,782$). Ebenso ist die Milcheiweißproduktion in den zwei Untersuchungen vergleichbar (0,96 kg bei ETTLE (2007) und 0,94 kg je Tier und Tag in diesem Fütterungsversuch). In einem früheren Versuch mit Starprot® Weizen (URDL et al. 2006a) zeigten sich bei ähnlichen Zusammensetzungen der Kraftfutter ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Futteraufnahme und Milchleistung zwischen der Gruppe mit Sojaextraktionsschrot (Kontrolle) und der Versuchsgruppe mit der Trockenschlempe (20,9 kg TM Gesamtfutter je Tier und Tag in beiden Gruppen; 26,2 kg bzw. 26,0 kg Milch). Weitere Versuche zum Einsatz von Schlempe aus Weizen und Roggenpressschlempe bei Milchkühen wurden von DUNKEL (2005) bzw. ENGELHARD (2005) durchgeführt. In beiden Experimenten zeigten sich vergleichbare Leistungsniveaus in den Gruppen mit Schlempe zu den Kontrollgruppen.

Die gleich bleibende Gesamtfutteraufnahme beim Einsatz von Trockenschlempe im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot deckt sich mit Ergebnissen amerikanischer Studien (bspw. POWERS et al. 1995, KLEINSCHMIT et al. 2005 und ANDERSON et al. 2006). Bezüglich der Milchleistung existieren in der Literatur widersprüchliche Aussagen. Beispielsweise wird bei NICHOLS et al. (1998) und LIU et al. (2000) von keinen statistisch gesicherten Differenzen berichtet, während OWEN und LARSON (1991), KLEINSCHMIT et al. (2005) und ANDERSON et al. (2006) höhere Milchleistungen der Schlempe-Gruppen verzeichnet haben. Die Versuche in den USA wurden mit Mais-trockenschlempe durchgeführt. Eine umfassende Literaturübersicht findet sich bei URDL et al. (2006b).

Schlussfolgerungen

Aus den Versuchsergebnissen ist abzuleiten, dass getrocknete Getreideschlempe als alternatives Eiweißfuttermittel für Milchkühe zu bewerten ist.

Schlussfolgerungen

Die Literaturliste kann beim Erstautor angefordert werden

Autoren

DI Marcus URDL, Ing. Anton SCHAUER und Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER,
 LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, 8952 IRDNING;
 E-mail: marcus.urdl@raumberg-gumpenstein.at
 Ing. Josef HUBER, Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, Rottenhauserstraße 32,
 A-3250 WIESELBURG

Verbesserung der Lammfleischqualität durch den Einsatz von leistungsgeprüften Böcken

Improving lamb meat quality by using performance tested rams

FERDINAND RINGDORFER

Einleitung

Der Schwerpunkt der Schafhaltung in Österreich ist sicherlich die Erzeugung von qualitativ hochwertigem Lammfleisch. Lammfleisch ist ein hochwertiges Nahrungsmittel und erfreut sich auch zunehmender Beliebtheit. Die Nachfrage ist derzeit größer als das Angebot.

Grundsätzlich kann man sagen, dass ein Qualitätslamm jung sein soll, einen hohen Fleischanteil bei geringer Fettabdeckung aufweisen soll und womöglich naturnah und tiergerecht aufgezogen werden soll. Da die Nachfrage nach Lammfleisch derzeit sehr gut ist, kann angenommen werden, dass auch die Qualität sehr gut ist. Dass dies so ist, das ist sicherlich zu einem Großteil der Zuchtarbeit zu verdanken. Natürlich haben sich auch die Haltungsbedingungen verbessert.

Eine Verbesserung der Fleischfülle und eine Reduktion des Verfettungsgrades ist durch eine konsequente Zuchtarbeit möglich. Dafür ist jedoch die Kenntnis über die Leistung eine wichtige Voraussetzung. In der Zucht sollen nur Tiere mit überdurchschnittlichen Leistungen in den gewünschten Merkmalen eingesetzt werden.

Material und Methoden:

Die Beurteilung der Leistungen kann nur durch eine Prüfung erfolgen. In Österreich gibt es keine Stationsprüfung für Schafe, wie etwa in Deutschland. Aufgrund der kleinen Struktur und somit der geringen Anzahl von Nachkommen pro Jahr von einem Widder wäre eine Stationsprüfung auch praktisch nicht durchführbar. Daher wird eine Eigenleistungsprüfung im Feld durchgeführt.

Für die Rassen Suffolk, Schwarzköpfiges Fleischschaf, Texel, Merino und Jura ist die Prüfung Voraussetzung für die Herdebuchtauglichkeit. Für die Prüfung stehen ein stationärer Computertomograph in Wels (Oberösterreich) und 3 mobile Ultraschallgeräte (Niederösterreich, Steiermark, Tirol) zur Verfügung.

Die Schafe sollten bei der Prüfung ein Lebengewicht im Bereich von 35 bis 45 kg haben. Das Prüfalter darf nicht mehr als 120 Tage sein. Am Prüftag werden die Tiere zuerst gewogen und danach das Ultraschallbild aufgenommen. Das Ultraschallbild wird im Bereich des 3.-4. Lendenwirbels aufgenommen. Die Tiere stehen bei der Prüfung, die Wolle wird gescheitelt und das Bild wird am Ultraschallgerät (SA 600 V, 7,5 MHz Schallkopf, linear) gespeichert. Nach der Erstellung des Ultraschallbildes erfolgt noch eine subjektive Beurteilung des Tieres in der Form, dass Schulter, Rücken und Keulen getrennt nach einem 9-Punkteschema beurteilt werden, wobei 1 sehr schlecht ausgeprägt ist und 9 die höchste Note ist.

Bei der Prüfung mit Computertomograph wird zunächst auch das Lebendgewicht der Tiere festgestellt. Danach werden die Prüftiere in einer ausgeschäumten Holzkiste am Bauch liegend mit Plastikstäben fixiert. Dadurch ist eine Sedierung der Tiere nicht notwendig. Mit dieser Kiste werden die Tiere in den Tomograph gefahren und zuerst 1 Längsaufnahme und anschließend 2 Schnittbilder im Bereich 5.-6. und 10.-11. Brustwirbel gemacht. Die Bilder werden am Tomograph gespeichert.

Auswertung der Bilder

Am Ultraschallbild wird an der dicksten Stelle des m. l. dorsi die Muskeldicke und die darüber liegende Fettauflage einschließlich der Haut gemessen. Anschließend wird 2 cm lateral noch einmal die Muskeldicke und die darüber liegende Fettauflage inklusive Haut gemessen. Aus diesen Messwerten wird ein arithmetischer Mittelwert für die Indexberechnung ermittelt.

Bei den CT-Bildern wird zunächst am Längsbild die Rückenlänge und die Schulterbreite gemessen. Am Schnittbild 5.-6. Brustwirbel wird zuerst vom Wirbelkörper bis zum Brustbein die Brusttiefe gemessen. Brusttiefe, Schulterbreite und Rückenlänge werden für den Index Körper herangezogen. Anschließend wird von einer genau definierten Fläche die Muskelfläche und die Fettfläche gemessen. Nach dem gleichen Schema wird auch am Bild 10.-11. Brustwirbel die Muskel- und Fettfläche gemessen.

Indexberechnung

Als Maßstab für die Selektion wird ein Punkteindex berechnet. Für die Merkmale tägliche Zunahmen, Muskeldicke bzw. Muskelfläche, Fettdicke bzw. Fettanteil und Körperbeurteilung bzw. Körpermaße wird ein Teilindex berechnet und anschließend ein Gesamtindex.

Vor der Indexberechnung erfolgt noch eine Korrektur der Parameter auf ein durchschnittliches Lebendgewicht mittels einfacher linearer Regression sowie auf den Einfluss von Geburtstyp und Jahreszeit. Beim Geburtstyp wird zwischen Einling- und Mehrlingsgeburten unterschieden, bei der Jahreszeit zwischen im Winter (Oktober bis Februar) und Sommer (März bis September) geborenen. Die Indexberechnung ist sowohl für die US-Prüfung wie für die CT-Prüfung gleich.

Ergebnisse und Diskussion:

Die Computertomographie wird in der Wissenschaft schon lange zur Einschätzung der Körperzusammensetzung bei verschiedenen Tierarten eingesetzt (Vangen et al. 1996). Auch die Ultraschallmethode zur Abschätzung von Schlachtkörpermerkmalen ist verbreitet (Stanford et al. 1995). Das Ziel der Prüfung ist es, ein objektives Selektionskriterium zu erhalten, um die Schlachtkörperqualität zu verbessern. Ein weiterer Vorteil dieser Methoden ist, dass die Tiere nicht geschlachtet werden müssen. Dies ist für Zuchtbetriebe mit kleinen Herden von besonderer Bedeutung. Mit dem Index ist es möglich, die Tiere innerhalb der Rasse untereinander zu vergleichen und die besten für die Zucht einzusetzen. Bei den angeführten Ergebnissen handelt es sich um Daten aus einer Feldprüfung. Vergleicht man die Ergebnisse der täglichen Zunahmen mit den Ergebnissen der Stationsprüfung in Grub (Mendel, et al. 2007) so sind die Werte für Merino, Suffolk und Texel nahezu gleich, nur die Schwarzköpfigen Fleischschafe haben auf der Station bessere Zunahmen. Auch die ermittelten Ultraschallmaße für die Muskeldicke und die Fettauflage sind mit Ergebnissen von Martin et al. (2007) vergleichbar.

Im folgenden werden die Prüfergebnisse aus den Jahren 2000 bis 2006 dargestellt. Insgesamt standen die Daten von 6886 Ultraschall geprüften Lämmern und 6406 mit Computertomograph geprüften Lämmern zur Verfügung. In den Tabellen 1 und 2 sind die Durchschnittswerte sowie die Standardabweichung der einzelnen Parameter, die für die Indexberechnung herangezogen werden, getrennt nach Rasse und Prüfmethode zusammengestellt. Weiters ist das durchschnittliche Lebendgewicht, auf welches die Merkmale korrigiert werden, angegeben.

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichung der Merkmale für die Indexberechnung bei der US-Prüfung getrennt nach Rasse und Geschlecht

Rasse ¹	G ²	Anzahl	LG, kg	Zm, g	Sz	Fm, cm	S _F	Mm, cm	S _M	Km, Pkt	S _K	S _{DI}
Me	1	667	42,29	435,48	63,01	0,66	0,15	2,07	0,23	6,33	0,65	6,03
Me	2	3125	39,28	362,87	52,88	0,74	0,17	2,08	0,23	6,17	0,62	6,27
Sk	1	321	41,83	456,84	92,36	0,65	0,19	2,10	0,25	6,49	0,82	6,12
Sk	2	367	38,34	408,27	79,25	0,68	0,17	2,10	0,26	6,30	0,74	8,12
Su	1	710	42,27	450,66	89,63	0,58	0,15	2,18	0,26	6,34	0,81	7,56
Su	2	667	40,07	405,15	77,82	0,66	0,18	2,18	0,25	6,39	0,74	7,26
Te	1	348	41,01	408,67	66,90	0,54	0,11	2,28	0,27	6,50	0,71	7,22
Te	2	319	37,18	354,96	57,71	0,56	0,13	2,21	0,28	6,22	0,77	6,13
Ju	1	87	42,82	396,65	65,95	0,61	0,13	2,04	0,24	6,50	0,80	5,40
Ju	2	275	39,90	352,50	53,68	0,70	0,18	2,03	0,22	6,40	0,63	8,46

¹ Me=Merino, Sk=Schwarzköpfiges Fleischschaf, Su=Suffolk, Te=Texel, Ju=Jura

² G=Geschlecht, 1=männlich, 2=weiblich

Für die Herdebuchtauglichkeit müssen für die Teilindices Muskel und Fett sowie für den Gesamtindex mindestens 90 Punkte erreicht werden. Ist der Gesamtindex über 90 Punkte und der Muskel- oder Fettindex unter 90 Punkte, ist das Tier nicht für die Zucht geeignet.

Bei der Ultraschallprüfung wurden im Jahr 2000 knapp 34 % der geprüften Tiere ausgeschieden, im Jahr 2006 waren es nur mehr 5,6%. Daraus ist eine deutliche Verbesserung in der Qualität der Tiere zu erkennen. Auch bei der CT-Prüfung zeigt sich ein ähnliches Bild, nur der Rückgang der ausgeschiedenen Tiere ist nicht so stark.

Tabelle 2: Mittelwerte und Standardabweichung der Merkmale für die Indexberechnung bei der CT-Prüfung getrennt nach Rasse und Geschlecht

Rasse ¹	G ²	Anzahl	LG, kg	Zm, g	s _Z	Fm, %	s _F	Mm, cm ²	s _M	Km, cm	s _K	s _{DI}
Me	1	862	40,46	425,41	66,10	25,32	4,46	42,50	4,57	39,26	0,97	7,09
Me	2	4397	37,91	362,60	51,22	32,47	4,11	42,67	4,65	39,05	0,79	5,61
Sk	1	52	41,28	392,47	42,86	29,05	5,23	45,01	6,92	39,34	0,72	8,41
Sk	2	43	37,41	347,01	58,67	32,47	8,11	41,86	6,24	37,54	0,95	8,08
Su	1	275	40,08	479,15	98,61	24,90	5,23	47,58	5,42	39,26	0,91	7,21
Su	2	280	37,81	424,08	85,45	31,10	6,03	43,65	4,99	37,65	0,86	7,33
Te	1	115	40,57	376,59	62,14	20,42	5,22	54,66	6,80	36,99	0,95	6,72
Te	2	81	39,12	333,40	46,97	25,77	5,76	48,94	6,48	35,95	1,23	6,21
Ju	1	143	40,91	423,40	69,60	25,00	4,81	40,26	4,72	39,10	1,00	7,10
Ju	2	158	37,47	363,33	50,15	31,54	4,68	38,17	4,51	38,30	0,79	7,08

¹ Me=Merino, Sk=Schwarzköpfiges Fleischschaf, Su=Suffolk, Te=Texel, Ju=Jura

² G=Geschlecht, 1=männlich, 2=weiblich

Zusammenfassung:

Die Fleischleistungsprüfung ist eine wichtige Voraussetzung, um die vom Markt verlangten Schlachtkörper (jung, vollfleischig und fettarm) zu erzeugen. In Österreich wird diese Prüfung mit den Methoden der Ultraschallmessung bzw. der Computertomographie durchgeführt. Die Prüfung wird bei einem Lebendgewicht zwischen 35 und 45 kg durchgeführt. Mit dem Ultraschallgerät wird die Muskel- und Fettdicke im Bereich 3.-4. Lendenwirbel gemessen, mit dem Computertomograph die Muskelfläche im Bereich des 10.-11. Brustwirbel und der Fettanteil am 5.-6. und 10.-11. Brustwirbel. Aus den Merkmalen tägliche Zunahmen, Muskeldicke bzw. -fläche, Fettdicke bzw. -anteil sowie Körperbeurteilung bzw. Körpermaße wird ein Punkteindex gebildet. Alle Tiere, die mehr als 90 Punkte erreichen, sind für die Zucht tauglich.

Summary:

For producing lamb meat with high quality meat performance test is an important precondition. In Austria the performance test is carried out either with ultrasonic measurements or by computer tomography. The test is done by a body weight between 35 to 45 kg. With ultrasound muscle depth and fat thickness at 3rd-4th lumbar vertebra is measured, with computer tomography muscle area at 10th-11th dorsal vertebra and fat portion at 5th-6th and 10th-11th dorsal vertebra is measured. With the parameters of daily gain, muscle depth resp. muscle area, fat thickness resp. fat portion and body judgement resp. body measure an index is created. Animals which have more than 90 index points are suitable for breeding.

Literatur:

MARTIN, J. und Sabine SCHWARZ: Bei der Leistungsprüfung ist die Fütterung entscheidend. Deutsche Schafzucht, 13, S 31, 2007

MENDEL, Ch., M. WAGENPFEIL und A. STEINER: Mast- und Schlachtleistungsprüfung 2005/2006. Der Bayerische Schafhalter, 31. Jg. Heft 1, S 6, 2007

STANFORD, K., I. CLARK und S.D.M. JONES: Use of ultrasound in prediction of carcass characteristics in lambs. Can. J. anim. Sci. 75: S 185-189, 1995

VANGEN, O. und N. B. JOPSON: Research application of non-invasive techniques for body composition. 47th Annual meeting of EAAP, Lillehammer, Norway, August 25 – 29, 1996.

Autor:

Dr. Ferdinand Ringdorfer, Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning, e-mail: ferdinand.ringdorfer@raumberg-gumpenstein.at

Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Schlachtleistung und Fleischqualität von Mastrindern aus Mutterkuhhaltung

Effect of ration, category and breed on carcass performance and meat quality of cattle from suckler cow systems

MARGIT VELIK, ANDREAS STEINWIDDER & JOHANNES FRICKH

Einleitung und Fragestellung

Nach AUGUSTINI (1987) werden die Schlachtkörper- und Fleischqualität maßgeblich von der Genetik (Rasse, Kreuzung, Geschlecht), produktionstechnischen Faktoren (Mastendmasse, Schlachalter, Mastintensität) und der perimortalen Behandlung (Transport, Aufenthalt am Schlachthof, Kühlung, Reifung) beeinflusst. Seit den letzten Jahren wird die Qualität von Lebensmitteln für den Konsumenten ein immer bedeutenderer Faktor. Trotzdem hat nach wie vor die Handelsklasse (Schlachtkörperbemuskelung) mehr Bedeutung als die Fleischqualität. Die Fleischqualität wird vorwiegend in Qualitätsfleischprogrammen oder in der Direktvermarktung monetär höher bewertet.

In einem Kooperationsprojekt der BVW GmbH Wieselburg und des LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde ein Versuch zum Einfluss von Geschlecht, Genetik, Kraftfutterintensität und Schlachtermin auf die Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität von Rindern aus der Mutterkuhhaltung durchgeführt. Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Schlachtleistung und Fleischqualität, die Ergebnisse der Mastleistung können in STEINWIDDER et al. (2007) nachgelesen werden.

Tiere, Material und Methoden

Der Versuch wurde in zweifacher Wiederholung mit jeweils 60 Tieren durchgeführt und sah den Vergleich von zwei Kraftfutterniveaus (I), zwei Geschlechtern (K) (Kalbinnen und Stiere) und drei genetischen Herkünften (G) (Fleckvieh x Fleckvieh (FF), Fleckvieh x Limousin (FL) und Fleckvieh x Charolais (FC)) vor. Beim Kraftfutterniveau 1 erhielt jedes Tier bis 380 kg LM 2,6 kg Kraftfutter TM pro Tag und danach 3,5 kg TM. Im Kraftfutterniveau 2 wurden den Tieren bis 380 kg LM 4,0 kg Kraftfutter TM pro Tag gefüttert, danach bis 420 kg LM 4,8 kg TM und ab 420 kg LM 5,3 kg TM. Als Grundfutter wurde Grassilage ad libitum angeboten. Der Schlachtermin (S) der weiblichen Tiere lag bei 480 bzw. 550 kg, jener der männlichen Tiere bei 550 bzw. 620 kg Mastendmasse.

Der Anteil an Muskelfleisch und Fettgewebe wurde anhand der Formel von KÖGEL (1999) geschätzt. Zur Untersuchung der Fleischqualität wurden 10 Tage nach der Schlachtung zwischen der 9. und 11. Rippe Proben vom Rückenmuskels (M. longissimus dorsi) entnommen. Eine genaue Beschreibung der angewendeten Methodik findet sich in VELIK et al. (2008). Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels des Statistikpaketes SAS, Version 9.1 (2004) und der Prozedur GLM. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden bei einem P-Wert <0.05 als signifikant angenommen.

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind die Least square means und die Residualstandardabweichungen (s_e) der Schlachtleistungs- und Fleischqualitäts-Daten dargestellt. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Im vorliegenden Versuch zeigte sich ein deutlicher Einfluss des Geschlechtes auf die Schlachtleistung und Fleischqualität. Das Geschlecht hatte auf alle Merkmale der Schlachtleistung und Fleischqualität - mit Ausnahme der Fleischigkeitsklasse, des Anteils wertvoller Teilstücke und des Rohproteingehalt des Fleisches einen signifikanten Einfluss. Die Stiere erzielten bei den Nettotageszunahmen, der Ausschachtung und dem Muskelgewebeanteil signifikant höhere Werte als die Kalbinnen. Die Schlachtkörper der Kalbinnen hatten höhere Fettgewebeklassen und Fettgewebeanteile. Wie im vorliegenden Versuch fanden auch FRICKH et al. (2002) bei den Stieren signifikant höhere Nettotageszunahmen und Muskelgewebeanteile als bei den Kalbinnen. In Übereinstimmung mit FRICKH et al. (2002) ent-

hielten die Schlachtkörper der Kalbinnen signifikant mehr Fett, was im unterschiedlichen Wachstumsverlauf und Nährstoffansatz der Geschlechter begründet ist. Die höhere Fetteinlagerung bei den Kalbinnen führt zu einer besseren Bewertung der Zartheit (Scherkraftmessung). Weiters hatte die Kategorie einen signifikanten Einfluss auf das Wasserbindungsvermögen des Fleisches und die Fleischfarbe. Die genetische Herkunft hatte auf fast alle Merkmale der Schlachtkörperleistung einen signifikanten Einfluss sowie hinsichtlich Fleischqualität auf die Rückenmuskelgröße und das Wasserbindungsvermögen. Die Herkunft FF erzielte gegenüber den Herkünften FL und FC die schlechtesten Ergebnisse bei der Ausschachtung, den Fleischigkeitspunkten, dem Anteil wertvoller Teilstücke und dem Muskelgeweanteil. Diese Ergebnisse werden zumindest in der Tendenz von KÖGEL et al. (2000) und FRICKH et al. (2003) bestätigt.

Der Schlachttermin hatte auf die Merkmale Ausschachtung (beim Schlachttermin I höher als beim Schlachttermin 2), Fleischigkeitsklasse und Fettgewebeklasse einen signifikanten Einfluss. Hinsichtlich Fleischqualität hatte der Schlachttermin einen signifikanten Einfluss auf die Rückenmuskelfläche und den Trockenmassegehalt des Fleisches, welche beim Schlachttermin II jeweils signifikant größer bzw. höher waren. Die Zartheit des Fleisches war beim Schlachttermin I signifikant besser als beim Termin II. Dieses Ergebnis geht mit der in der Literatur zu findenden Meinung einher, dass Fleisch von älteren Tieren zäher ist als jenes von jüngeren, da mit dem Alter die Bindegewebs-Quervernetzungen und die Größe der Muskelfasern zunehmen (AUGUSTINI und TEMISAN, 1986). Die Kraftfutterintensität, die sich in beiden Gruppen auf hohem Niveau und zum Teil deutlich über den praxisüblichen Einsatzmengen bewegte, hatte keinen Effekt auf die vorgestellten Parameter der Schlachtleistung und Fleischqualität.

Tab. 1. Schlachtleistung und Fleischqualität in den Hauptgruppen

Merkmal		Kategorie (K)		Genetik (G)			KF-Intensität (I)		Schlachtung (S)		s _e
		m	w	FF	FL	FC	1	2	1	2	
Tiere	Anzahl	60	60	40	40	40	60	60	40	40	
Lebendmasse	kg	586 ^a	530 ^b	567	556	552	561	555	532 ^b	584 ^a	29,6
Schlachtkörpermasse	kg	353 ^a	306 ^b	324 ^b	340 ^a	325 ^b	332	327	311 ^b	349 ^a	15,5
Nettotageszunahmen	g	638 ^a	587 ^b	599 ^b	592 ^b	647 ^a	603	622	609	615	57,0
Ausschachtung	%	60,3 ^a	57,8 ^b	57,1 ^c	61,1 ^a	58,9 ^b	59,2	58,9	58,3 ^a	59,8 ^b	2,24
Wertvolle Teilstücke	% v. SK	39,0	38,6	37,8 ^b	39,3 ^a	39,2 ^a	39,0	38,6	38,9	38,6	1,71
Fettgewebeklasse	Pkte 1-5 (1= gering)	1,9 ^b	2,6 ^a	2,3	2,3	2,2	2,2	2,3	2,2	2,3	0,43
Fleischigkeitsklasse	Pkte (5=E)	3,6	3,6	3,4 ^b	3,9 ^a	3,7 ^a	3,6	3,6	3,5 ^b	3,8 ^a	0,50
Muskelgewebe	%	75,2 ^a	71,1 ^b	72,3 ^b	73,9 ^a	73,4 ^a	73,2	73,2	73,2	73,2	1,70
Fettgewebe	%	9,4 ^b	14,1 ^a	12,4 ^a	11,5 ^{ab}	11,3 ^b	11,5	12,0	11,4 ^b	12,1 ^a	1,70
pH Wert 96 h p.m.		5,6 ^a	5,5 ^b	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	0,08
Rückenmuskelfläche	cm ²	58,4 ^a	53,3 ^b	54,2 ^b	58,7 ^a	54,6 ^{ab}	56,1	55,5	53,3 ^b	58,4 ^a	7,96
Fettfläche	%	2,3 ^b	3,7 ^a	2,9	2,9	3,3	3,0	3,1	3,0	3,1	1,38
Fettgehalt	%	1,6 ^b	4,2 ^a	2,9	2,8	2,9	2,8	3,0	2,7 ^b	3,1 ^a	1,13
Rohproteingehalt	%	23,9	23,8	23,8	24,0	23,8	23,8	23,8	23,8	23,9	0,58
Tropfsaftverlust	%	3,7 ^b	4,4 ^a	3,5 ^b	4,2 ^{ab}	4,5 ^a	4,1	4,0	4,1	4,1	1,44
Kochsaftverlust	%	27,3 ^b	25,5 ^a	26,9 ^a	25,6 ^b	26,6 ^{ab}	26,6	26,2	26,2	26,6	1,68
Grillsaftverlust	%	27,7 ^a	25,6 ^b	27,6 ^a	25,5 ^b	26,9 ^a	26,9	26,4	26,4	26,9	2,44
Scherkraft _{gegrillt}	N	41,2 ^a	31,1 ^b	38,9	34,4	35,1	35,1	37,2	36,6	35,7	9,26
Helligkeit (Fleisch)		35,3	36,0	35,7	35,0	36,2	36,0	35,3	36,0	35,3	2,25
Rotton (Fleisch)		7,9 ^b	8,5 ^a	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,3	1,10
Gelbton (Fleisch)		3,9 ^b	4,6 ^a	4,0	4,4	4,3	4,3	4,2	4,5	4,0	1,61

^{a, b}... Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede ($P < 0,05$) innerhalb einer Hauptgruppe hin.

Zusammenfassung

Im Versuch wurden Stiere und Kalbinnen dreier genetischer Herkünfte mit Grassilage und zwei Kraftfutterniveaus bis zu zwei Mastendmassen gemästet. Das Geschlecht hatte auf alle Merkmale der Schlachtleistung und Fleischqualität mit Ausnahme der Fleischigkeit, dem Anteil wertvoller Teilstü-

cke, dem Rohproteingehalt und der Fleischhelligkeit einen signifikanten Einfluss. Die Stiere waren den Kalbinnen in der Schlachtleistung überlegen; in der Fleischqualität waren die Kalbinnen den Stieren überlegen. Die Fleckvieh-Tiere erzielten bei den Schlachtkörper-Merkmalen die schlechtesten Ergebnisse. Die Herkunft hatte auch einen signifikanten Einfluss auf das Wasserbindungsvermögen und die Rückenmuskelfläche. Der Schlachtermin II führte zu einer signifikant höheren Ausschachtung und Fleischigkeit, jedoch insbesondere bei den Kalbinnen auch zu signifikant höheren Körperfettanteilen. Der spätere Schlachtermin beeinflusst auch die Rückenmuskelfläche, den Fleischtrockenmassegehalt und die Fleischzartheit signifikant. Die Kraftfutterintensität hatte keinen Einfluss auf die Schlachtleistung und Fleischqualität.

Summary

In the study, bulls and heifers of three different genotypes were fattened with grass silage and two concentrate levels and slaughtered at two different live weights. The category had a significant effect on all carcass and meat quality traits, with the exception of conformation score, percentage of valuable sections, meat protein content and meat lightness. Bulls showed significantly higher slaughtering performances; meat of heifers showed significantly better meat quality parameters. The genotype Fleckvieh showed the worst carcass quality. Genotype had a significant effect on water holding capacity and longissimus muscle area. With increasing slaughter weight, killing-out percentage, conformation score, but - especially in heifers - also carcass fat increased significantly. Moreover, slaughter weights affected longissimus muscle area, drip losses and shear force significantly. Concentrate level had no marked effect on carcass and meat performance.

Literatur

- AUGUSTINI, C. (1987): Einfluß produktionstechnischer Faktoren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität. In: Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität, Kulmbacher Reihe 7: 152-179.
- AUGUSTINI, C. und TEMISAN, V. (1986): Einfluß verschiedener Faktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität bei Jungbullen. Fleischwirtschaft 66: 1273-1280.
- FRICKH, J., STEINWIDDER, A. und BAUMUNG, R. (2002): Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Schlachtleistung von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde 74: 362-375.
- FRICKH, J., ZOLLITSCH, W. und SMULDERS, F. (2003): Kennzahlen der Fleischqualität und Überprüfung der Wirtschaftlichkeit von jungen, intensiv gemästeten Fleckviehstieren und verschiedenen Gebrauchs Kreuzungen in Hinblick auf eine Weiterentwicklung von Qualitätsprogrammen. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1238 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- KÖGEL, J. (1999): Schätzgleichung zur Bestimmung des Muskelfleischanteils beim Rind. Unveröffentlichtes Manuskript.
- KÖGEL, J., PICKL, M., ROTT, J., HOLLICH, W., SARREITER, R. und MEHLER, N. (2000): Kreuzungsversuch mit Charolais, Blond d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. Züchtungskunde 72: 201-216.
- SAS (2004): Software, Release 9.1.3., SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- STEINWIDDER, A., GUGGENBERGER, T., SCHAUER, A., RÖMER, A., IBI, G. und FRICKH, J. (2007): Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. Züchtungskunde 79: 128-141.
- VELIK, M., STEINWIDDER, A. und FRICKH, J. (2008): Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. Züchtungskunde (eingereicht).

Autor/en

Dr. Margit VELIK, Dr. Andreas STEINWIDDER, LFZ Raumberg Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning; Email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at
Dr. Johannes FRICKH, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1012 Wien.

Ungesättigte Fettsäuren - Chance für Gesundheit, Umwelt und Landwirtschaft?

Unsaturated Fatty acids – A Chance for Health, environment and Agriculture?

ATOUSA MOTIE

Einleitung

Die Ernährungssituation in den westlichen Industrieländern ist derzeit weitgehend durch ein Überangebot an Nahrungsmitteln und somit auch durch die Tendenz zu erhöhter Fett und Energieaufnahme gekennzeichnet. Insbesondere besteht ein Überangebot an Fetten mit großteils gesättigten Fettsäuren. Die Folgen sind, Adipositas, erhöhte LDL – Cholesterin und Triglycerid - Werte, Herz-Kreislaufkrankungen, Diabetes u.s.w. (Mozaffarian et al. 2008).

Die Verwendung von Pflanzenölen (Sonnenblumenöl, Kürbiskernöl) stellt durch die vermehrte Zufuhr von ungesättigten Fettsäuren grundsätzlich eine Verbesserung der Ernährungssituation dar, da dadurch insbesondere eine Senkung der LDL-Cholesterinwerte erreicht wird. Jedoch steigt bei ungünstiger Auswahl der Rohstoffe das Angebot an Omega-9 und Omega-6-Fettsäuren und das empfohlene Verhältnis von omega-6 zu omega-3 von etwa 5 : 1 wird bei weitem überschritten.

Omega-6 und omega-3-Fettsäuren sind auch Vorstufen von physiologisch aktiven Stoffwechselprodukten. Sie nehmen als Bestandteil von biologischen Membranen, deren Mikroviskosität durch sie geregelt wird, einen wichtigen Platz in pflanzlichen und tierischen Zellen ein. Linolsäure stellt auch einen Precursor für Prostaglandine und Leucotriene dar, die eine wesentliche Rolle im Entzündungsgeschehen und bei der Schmerzempfindung spielen. Bei der dafür notwendigen Kettenverlängerung konkurrieren omega-6- und omega-3-Fettsäuren um das dazu notwendige Enzymsystem. Daher wird die körpereigene Synthese von Eicosapentaen- und Docosahexaensäure – wesentlichen Substanzen des Nervensystems - aus α -Linolensäure von omega-6-Fettsäuren blockiert.

Derzeit sind Fischöl und Meeresfische die Hauptquellen von Omega-3- und höher ungesättigten Fettsäuren. In Anbetracht der gravierenden Überfischung der Weltmeere sind jedoch viele Fischarten, darunter auch verbreitete Speisefische wie etwa Roter Tunfisch und Kabeljau vom Aussterben bedroht (WWF). 75 Prozent der kommerziell genutzten Fischarten sind überfischt (FAO). Im nord-östlichen Atlantik sind zwei Drittel der wichtigsten Speisefischartbestände akut bedroht (FAO). Trotz immer effizienterer Fangtechniken, landen immer weniger Fische in den Netzen der Fischer. 1% der weltweiten Fangflotten sind hochgerüstet und schöpfen 50 bis 60% der Bestände ab. Verschärft wird die Krise durch den enormen Beifang (Greenpeace). Das allgemein steigende Gesundheitsbewusstsein und der zunehmende Wohlstand in vielen Ländern Südost-Asiens fördern darüber hinaus die Nachfrage nach Fisch über das derzeit bestehende Maß.

Der Landwirtschaft bietet sich nun die Möglichkeit, die entstehende Versorgungslücke durch Anbau hochwertiger Ölpflanzen zu schließen – sofern nicht auf die Zufuhr höherer ungesättigter Fettsäuren, wie Eicosapentaen- und Docosahexaensäure Wert gelegt wird - wobei einerseits die Fettsäurezusammensetzung der Öle von Bedeutung ist, andererseits aber auch Begleitstoffe, wie Proteine, Antioxidantien, Vitamine u.s.w. zu berücksichtigen sind.

Pflanzensamen bzw. Öle können als Zutaten zu Spezialgebäck oder als Speiseöl verwendet werden. Heimische Kulturpflanzen sind Quellen von ungesättigten Fettsäuren. Durch geeignete Auswahl der Arten kann ein entscheidender Einfluss auf das Verhältnis von omega-6- zu omega-3-Fettsäuren in der Nahrung ausgeübt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Studien ist die Verfügbarkeit der verschiedenen Fettsäuren durch die heimischen Kulturpflanzen und der Temperatur Einfluss auf die Qualität der Fette untersucht worden.

Material und Methoden

Winterkörnerraps, Sojabohnen und Sonnenblumenkerne wurden aus den Sortenversuchen des Erntejahres 2006, Ölkürbis und Öllein wurden an Proben aus der Saatgutzertifizierung der Erntejahre 2005 und 2006, untersucht. Die Anbauorte können grundsätzlich in 3 verschiedene Regionen unterteilt wer-

den. Standorte mit eher niedrigen Temperaturen sind im Wald- und Mühlviertel zu finden. Aus den verbleibenden Gebieten können wieder die Standorte im Pannonischen Raum als solche mit durchschnittlich besonders hohen Temperaturen während der Reifezeit als eigene Gruppe herausgenommen werden.

Die Fettsäurebestimmungen wurden mittels Gaschromatographie durchgeführt (Rückemann 1978). Die Methode beruht auf der direkten Veresterung der Fettsäuren in der vermahlenden Probe mit methanolischer Natronlauge und Bor-Trifluorid. Die Trennungen der Fettsäuren wurden auf einem Gaschromatographen HP6890 durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Raps und Sojabohnen enthalten Ölsäure, Linolsäure und Mengen bis 10% an Linolensäure. Leinsamen enthält Ölsäure, Linolsäure und etwa 50% Linolensäure. Sonnenblumen- und Kürbiskernöl enthalten Öl- und Linolsäure. Allen genannten Pflanzen ist ein niedriger Gehalt an gesättigten Fettsäuren von etwa 10 bis 15 % (bezogen auf die Gesamtmenge der Fettsäuren) gemeinsam.

Raps könnte auf Grund seiner hohen Anbaufläche (fast 50000 ha, 2007 mit ca. 30 dt Ertrag pro ha) fast 2/3 des Bedarfes an Linolensäure decken, wäre aber wegen seines hohen Gehaltes an Linolsäure nicht geeignet, das Verhältnis von omega-6- zu omega-3-Fettsäuren zu reduzieren. Ähnliches gilt für Sojabohnen, die mit 20000 ha Anbaufläche (ca. 26 dt pro ha Ertrag) ca. 1/3 des Bedarfes an Linolensäure abdecken könnten.

Leinsamen sind reich an Linolensäure, können aber wegen der geringen Anbauflächen (ca. 2000 ha, mit ca. 10-15 dt pro ha Ertrag) derzeit nur wenig zur Bedarfesdeckung von Linolensäure beitragen

Insgesamt kann der Bedarf an Linol- und Linolensäure auf Grund der derzeitigen landwirtschaftlichen Produktion gedeckt werden, es gibt sogar einen Überschuss. Aber das wünschenswerte Verhältnis von ω -6: ω -3 von 5/1 ist nicht gewährleistet.

Es wäre daher günstig den Anteil an ω -3-Fettsäuren in der Nahrungsmittelversorgung durch verstärkten Anbau von Öllein zu erhöhen. (Die Ölleinanbaufläche ist von ca. 4000ha im Jahr 2006 auf ca. 2000ha im Jahr 2007 gesunken).

Es gibt zahlreiche Literaturangaben (Marr und Ingraham 1962, Olson und Ingram 1975, Saito et al. 2005, Trémolières et al . 1982). über die Wechselwirkungen zwischen Fettsäurespektren und Umweltfaktoren, vor allem zu den Einflüssen von Temperaturen aus Versuchen unter kontrollierten Umweltbedingungen. Die Ergebnisse einer am Institut für Sortenwesen durchgeführten Untersuchung stehen in mehrfacher Hinsicht in gutem Einklang mit diesen Studien. So konnte bei Raps und Sojabohnen auch unter Wachstumsbedingungen, welche der landwirtschaftlichen Praxis entsprechen, an Standorten im Wald- und Mühlviertel bzw. in Oberösterreich höhere Linolensäureanteile gefunden werden als im nordöstlichen Flach- und Hügelland Österreichs, welches durch höhere Temperaturen während der Vegetationsphase gekennzeichnet ist. Sonnenblumen reagierten auf niedrigere Temperaturen während der Reifeperiode mit höheren Linolsäuregehalten.

Bei Öllein und Kürbis waren nur Proben aus der Saatgutzertifizierung verfügbar. Es konnte daher nicht auf ein repräsentatives Sortenspektrum zurückgegriffen werden. Auch die Auswahl der Standorte war keinesfalls ausgeglichen und optimal. Dennoch waren insbesondere beim Öllein deutliche Hinweise zu finden, dass niedrigere Temperaturen während der letzten 30 Tage vor der Ernte auch bei diesen Arten zu stärkerer Entsättigung der Fettsäuren führt.

Die standortbedingten Beeinflussungen der Fettsäurespektren erreichen ein Ausmaß, welches in den meisten Fällen etwa gleich groß oder nur geringfügig kleiner als die durch Sortenunterschiede bedingte genetische Variabilität ist. Lediglich bei Sonnenblumen ist der Sorteneinfluss deutlich größer als der Standorteinfluss. Daraus resultiert die Empfehlung des Anbaues von Ölfrüchten –insbesondere Öllein – in klimatisch eher benachteiligten Gebieten.

Die effizienteste Möglichkeit, das Fettsäureangebot in der Nahrung zu beeinflussen besteht in erster Linie in der Wahl der zu verarbeitenden Kulturart. Bei den einzelnen Kulturarten ist es natürlich wichtig, Sorten zu wählen, bei welchen das Fettsäurespektrum am besten den für die jeweilige Art gewählten Spezifikationen entspricht und diese in den am meisten geeigneten Gebieten anzubauen.

Zusammenfassung

Die Wahl der richtigen Kulturart ist die effizienteste Möglichkeit das Fettsäureangebot in der Nahrung zu beeinflussen. Um das wünschenswerte Verhältnis von ω -6: ω -3 von 5/1 zu gewährleisten, wäre es vorteilhaft den Anteil an ω -3-Fettsäuren in der Nahrungsmittelversorgung durch verstärkten Anbau von Öllein, welche reich an Linolensäure ist, zu erhöhen. Diese Kulturart sollte man in den am meisten geeigneten Gebieten anbauen. Daraus resultiert die Empfehlung des Anbaues von Ölfrüchten – insbesondere Öllein – in klimatisch eher benachteiligten (d.h. kalten) Gebieten.

Summary

The selection of the appropriate cultivar is the most efficient way to influence the fatty acids offered in food to assure the optimal ratio of 5/1 for ω -6: ω -3. In order to optimize the proportion of ω -3 fatty acids in food intake, the cultivation of linseeds which contain high amounts of linolenic acid would be advantageous. This variety should be cultivated in an appropriate region. As a result, we recommend cultivating oilseeds such as linseed in colder climates.

Literatur

- Marr AG, Ingraham JL.: Effect of Temperature on the composition of fatty acids in *Escherichia coli*. *Journal of Bacteriology*, 1962 December; 84(6): 1260 – 1267.
- [Mozaffarian D](#), [Stein PK](#), [Prineas RJ](#), [Siscovick DS](#).: Dietary fish and omega-3 fatty acid consumption and heart rate variability in US adults. *Circulation*. 2008 Mar 4;117(9):1130-7.
- Olson GJ, Ingram LO.: Effects of temperature and nutritional changes on the fatty acids of *Agmenellum quadruplicatum*. *Journal of Bacteriology* 1975 October; 124(1): 373 – 379
- Saito T, Kato A, Ochiai H, Morita N.: Temperature adaptation in *Dictyostelium*: role of 5 fatty acid desaturase. *Microbiology* 2005; 151, 113 – 119.
- Trémolières, A.; Dubacq, J.P.; Drapier, D.: Unsaturated fatty acids in maturing seeds of sunflower and rape : Regulation by temperature and light intensity. *Phytochemistry*. 1982; 21(1): 41-45.

Autor/en

Mag^a Dr. Atousa MOTIE, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, 1226 Wien; E-mail: atousa.motie@ages.at

Untersuchungen zur Magnesiumversorgung der österreichischen Bevölkerung und Vergleich mit anderen Ländern

Studies to magnesium supply the Austrians population and contrast with other countries

ALENA SIMONOVÁ & WERNER PFANNHAUSER

Einleitung

Seit der Evolution des Lebens auf der Erde spielt Magnesium (Mg) bzw. das Magnesiumion (Mg²⁺) im Energie-ATP-, Eiweiß-, Nukleinsäure-, Fett- und Kohlenhydrat-Stoffwechsel von Pflanzen, Tier und Mensch eine wesentliche Rolle.

Magnesium erlangt zunehmend an Bedeutung in der Humanernährung und -medizin. Dieses Interesse beruht auf Erkenntnissen, wonach eine ausreichende Magnesiumversorgung in weiten Bevölkerungskreisen nicht gegeben oder grenzwertig ist. Eine unzureichende Magnesiumversorgung der Menschen wird mit Mängel in der Ernährung, Defizite in Lebensmitteln und mit stressbedingten Belastungen, sowie einem gestörten Magnesiumstoffwechsel in Zusammenhang gebracht.

Magnesiummangel

Magnesiummangel ist weit verbreitet, aber schwierig nachweisbar. Viele Krankheiten entstehen durch Magnesiummangel, können aber ebenso einen Magnesiummangel hervorrufen. Ein generell auftretendes Symptom ist die Neigung zu Krämpfen. Sehr häufig finden sich folgende Symptome: nervöse Störungen, Schwindelzustände, Unruhe, Zittern, Herzkrämpfe, Durchfälle und Wadenkrämpfe. Die unterschiedliche Beeinträchtigung der Organe erklärt sich dadurch, dass unterschiedliche nervöse vegetative Zentren des Menschen beeinflusst werden und zeitlich in unterschiedlicher Weise Störungen in Organen auftreten. Die Symptome einer Unterversorgung bzw. eines Mangels an Magnesium treten im ganzen Körper auf. Es können migräneartige Kopfschmerzen entstehen, Stresstoleranz und Belastungsfähigkeit können sinken, oder es stellt sich erhöhte Müdigkeit ein. Weiters besteht häufig ein verborgener Mangel an Magnesium bei Durchblutungsstörungen, Arteriosklerose, Muskelschwächen, Leistungsschwächen, Nervosität und Depressionen. (1)

Magnesiumbedarf

Die empfohlene tägliche Zufuhr an Magnesium für einen Erwachsenen beträgt ca. 300 bis 400 mg Magnesium.

Alter	männlich Mg [mg]	weiblich Mg [mg]
Säuglinge ¹ 0 bis unter 4 Monate	24	24
4 bis unter 12 Monate	60	60
Kinder 1 bis unter 4 Jahre	80	80
4 bis unter 7 Jahre	120	120
7 bis unter 10 Jahre	170	170
10 bis unter 13 Jahre	230	250
Jugendliche und Erwachsene 15 bis unter 19 Jahre	310	310
19 bis unter 25 Jahre	400	350
25 bis unter 51 Jahre	400	310
51 bis unter 65 Jahre	350	300
65 Jahre und älter	350	300
Schwangere		310 ²
Stillende		390

¹ Schätzwert

² Schwangere <19 Jahre 350 mg

Tab.1: Magnesiumbedarf unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen nach D-A-CH (2)

Magnesiumversorgung der Bevölkerung

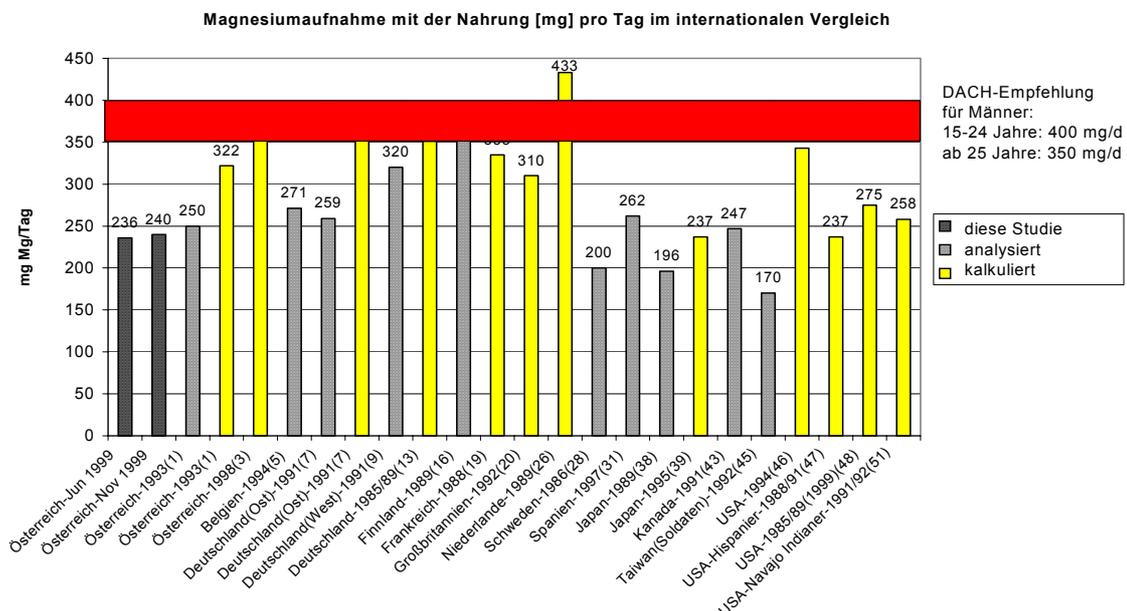
Tab.2 zeigt die bisher veröffentlichten Ernährungsstudien in Österreich betreffend Magnesiumversorgung der Bevölkerung. Es ist ersichtlich, dass in bestimmten Gruppen die Versorgung unter den Empfehlungen liegt (fett hervorgehoben).

Jahr	Probentechnik	Bemerkungen	Tägl. Aufnahme (mg/Tag) MW±SD (DACH mg/Tag)
1993 (18)	analysiert berechnet	Tagesverpflegung (Kur)	250±35 (300-350) 322±48 (300-350)
1998 (19)	7-Tage Wiegeprotokoll	6 Jahre (w) 6 Jahre (m) 7-9 Jahre (w) 7-9 Jahre (m) 10-12 Jahre (w) 10-12 Jahre (m) 13-14 Jahre (w) 13-14 Jahre (m) 15-18 Jahre (w) 15-18 Jahre (m)	191±42 (120) 190±41 (120) 219±46 (170) 243±49 (170) 233±50 (250) 271±60 (230) 267±62 (310) 304±78 (310) 298±70 (350) 388±140 (400)
1998 (19)	Fragebogen 24 Stunden Erwachsene (n=3059)	19-25 Jahre (w) 19-25 Jahre (m) 26-35 Jahre (w) 26-35 Jahre (m) 36-45 Jahre (w) 36-45 Jahre (m) 46-55 Jahre (w) 46-55 Jahre (m) 56-65 Jahre (w) 56-65 Jahre (m)	275±99 (310) 367±183 (400) 307±191 (300) 352±139 (350) 293±108 (300) 341±124 (350) 283±111 (300) 342±177 (350) 289±126 (300) 306±17 (350)
1998 (19)	Fragebogen 24 Stunden	66-74 Jahre 75-84 Jahre > 85 Jahre	213-298 231-315 (je 300-350) 222-298
2001 (11)	Duplikatmethode Soldaten	17-35 Jahre Durchschnitt: 20 Jahre	236 bzw. 240 (350-400)
2004 (21)	Convenience- Produkte 7-Tage Speiseplan	> 18 Jahre (w) > 18 Jahre (m)	265-479,5 (300) 314-559,8 (350)

Tab.2: Bisherige Ernährungsstudien in Österreich betreffend Magnesiumversorgung der Bevölkerung (3)

Weitere österreichische Studien stammen aus den Österreichischen Ernährungsberichten und sind rein rechnerische Erfassungen, die allerdings auch nicht ganz den DACH-Wert erreichen.

Wie aus diesen Studien hervorgeht liegen die Werte verglichen mit Daten anderer Länder (Tab.3) im unteren Mittelfeld. Somit geben diese Befunde erstmals klare Hinweise darauf, dass die Versorgung der Bevölkerung unangemessen ist. (4)



Tab.3 : Internationaler Vergleich der Magnesiumaufnahme durch Nahrung (4)

Wie aus den vorliegenden Daten hervorgeht, besteht bei der österreichischen Bevölkerung tendenziell eine zu geringe Aufnahme an Magnesium. Um die Zufuhrmenge zu verbessern, müsste die Bevölkerung verstärkt informiert werden, wie die Magnesiumaufnahme verbessert werden kann.

Zusammenfassung

Magnesium ist ein wichtiges Spurenelement, das zunehmendes Interesse erlangt, da nach vorliegenden Erkenntnissen eine ausreichende Versorgung in bestimmten Bevölkerungskreisen nicht gegeben ist. Angesichts der Daten sind zielgruppengerechte Informationen über Empfehlungen, diätetische Maßnahmen und gegebenenfalls Supplementierungen zur Verbesserung der Magnesiumaufnahme wünschenswert.

Summary

Magnesium is a very important essential trace element, of increasing importance. It was found that specific parts of the population are improperly supplied with Magnesium. In view of facts are desirable information to different target groups about references, dietary measures and any supplements for improvement to magnesium intake.

Literatur

1. Holtmeier, H.J.: Das Magnesiummangelsyndrom: Bedeutung für Mensch, Tier und Pflanze. Hippokrates Verlag, Stuttgart (1988)
2. DACH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Herausgeber: DGE, ÖGE und SVE, 1. Auflage, 2000.
3. Breitschädel, R.: Magnesiumversorgung durch Convenience-Produkte, Diplomarbeit, TU Graz, Institut für Lebensmittelchemie und –technologie, 2004.
4. Riediger, K.: Mineralstoffversorgung bei Jugendlichen – Besteht die Gefahr einer Unterversorgung? Diplomarbeit, TU Graz, Institut für Lebensmittelchemie und –technologie, 2001

Autoren

1. Dr. techn. Ing. Alena Simonová, TU Graz, Institut für Lebensmittelchemie und –technologie, Petersgasse 12/II, 8010 Graz; E-Mail: alena.simonova@tugraz.at
2. o.Univ.-Prof. Dr. Werner Pfannhauser, Graz, Institut für Lebensmittelchemie und –technologie, Petersgasse 12/II, 8010 Graz; E-Mail: werner.pfannhauser@tugraz.at

Effekte unterschiedlicher Jodkonzentrationen und Jodquellen im Futter auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Jodkonzentrationen in verschiedenen Geweben beim Mastschwein

Effects of varying dietary iodine supplementation on growth performance, carcass quality and iodine concentrations in tissues of fattening pigs

VIKTORIA WAGNER, WILHELM WINDISCH,
SIEGFRIED SWOBODA & THOMAS ETTLE

Einleitung

Jod [I] ist ein essentielles Spurenelement, das bei unzureichender Aufnahme zu zahlreichen Mangelerscheinungen wie Kropfbildung, geistiger Behinderung, verminderter Fruchtbarkeit, etc. führen kann. Diese sind nach wie vor weltweit stark verbreitet. Daher gibt es seit Jahren zahlreiche Bemühungen zur Jodanreicherung von Futtermitteln, einerseits zur Sicherstellung der Tiergesundheit, andererseits zur Erhöhung des Jodgehaltes in Lebensmitteln aus tierischer Herkunft.

Um jedoch auf der anderen Seite einer möglichen Jodbelastung durch eine zu hohe alimentäre Zufuhr vorzubeugen (2006), folgte auf Grund der hohen Jod-Anreicherung in Eiern und Milch eine Senkung der maximal zulässigen Höchstgehalte für Legehennen- und Milchkuhfutter von 10 auf 5 mg Jod/kg.

Bei Mastschweinen zeigen verschiedene Studien aus der Literatur (He et al., 2002, Schoene et al., 2006) deutliche Unterschiede bezüglich der Anreicherung von Jod in Geweben. Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie der Effekt von Jod in verschiedenen Konzentrationen (400 oder 4000 µg Jod/kg) unter Variation der Jodquelle (Kaliumjodat und Kaliumjodid) auf die Mast- und Schlachtleistungsparameter, sowie die Jodkonzentrationen in verschiedenen Geweben untersucht.

Material und Methoden

Die Studie wurde an der Österreichischen Schweineprüfanstalt in Streitdorf mit 60 weiblichen Mastschweinen durchgeführt, die in 12 Gruppenboxen gehalten wurden (n=5). Die Schweine (Dreirassenkreuzung, OEHYB) wurden unter Berücksichtigung von Anfangsgewicht (35 kg) und Wurf einer der 4 folgenden Futtergruppen (Behandlungen) zugeteilt, die sich in der Höhe und der Art an zugesetztem Jod unterschieden: (1) KI, 400 µg I/kg (2) KIO₃, 400 µg I/kg (3) KI, 4000 µg I/kg (4) KIO₃, 4000 µg I/kg. Die Tiere wurden zweiphasig gefüttert und erhielten bis zu einem Gewicht von 70 kg Lebendmasse ein Anfangsmastfutter und ein Endmastfutter bis zu einem Gewicht von 112 kg Lebendmasse, mit einer Basisration aus den Hauptkomponenten Weizen, Gerste und Futtererbsen. Die analysierten Jodgehalte im Futter für die Anfangsmast lagen vermutlich auf Grund eines Mischfehlers 2000 µg/kg über den geplanten Jodzulagen. In der Endmast konnten die geplanten Jodgehalte analytisch bestätigt werden. Das pelletierte Futter und das Wasser wurden den Tieren *ad libitum* verabreicht. Die Futteraufnahme wurde über ein Transpondersystem täglich ermittelt, während die individuelle Lebendmasse einmal wöchentlich erfasst wurde.

Bei Erreichen eines individuellen Lebendgewichtes von 112 kg wurden die Tiere am betriebseigenen Schlachthof unter standardisierten Bedingungen geschlachtet und die Schlachtleistungsparameter nach den Methoden der Österreichischen Schweineprüfanstalt erhoben.

Im Zuge der Schlachtung wurden zudem Gewebeproben entnommen und nach der Entnahme gefriergetrocknet und homogenisiert. Danach wurde ein alkalischer Aufschluss mit TMAH (Tetramethylammoniumhydroxid) vorgenommen und mittels ICP-MS die Jodkonzentration in den Geweben bestimmt.

Die Daten wurden einer Varianzanalyse (GLM-procedure of SAS, SAS Inst., Inc., Cary, NC) unterzogen. Signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten ($p \leq 0,05$; Student-Newman-Keuls-Test) sind mit Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse

Die täglichen Zunahmen und die Futtermittelaufnahme zeigten keine statistisch absicherbaren behandlungsbedingten Variationen. Der Futteraufwand wurde durch Zulage von 4000 µg I/kg im Vergleich zur Zulage von 400 µg I/kg jedoch signifikant ($p < 0,01$) gesteigert.

Bei den Schlachtleistungsparametern konnten mit Ausnahme des intramuskulären Fettgehalts (IMF) keine Unterschiede in Abhängigkeit der Höhe der Jodzulage festgestellt werden. Der IMF stieg mit der Höhe der Jodzulage signifikant ($p < 0,05$) an. Bei den anderen Mastleistungsparametern sowie Schlachtleistungsparametern konnten keine quellen- bzw. dosisbedingten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Einfluss der Jodsupplementation auf die Mast- und Schlachtleistungsparameter

Behandlungen	1	2	3	4	SEM	p-Werte	
						Beh.	Dosis
Jodquellen & Joddosis (µg I/kg)	KI 400	KIO ₃ 400	KI 4000	KIO ₃ 4000			
Tierzahln (n)	13	14	13	15			
Futteraufnahme (kg T/d)	2,34	2,25	2,37	2,32	0,03	0,57	0,40
Tageszunahmen (g/d)	886	869	862	838	13	0,66	0,33
Futteraufwand (g/g)	2,65	2,60	2,77	2,78	0,03	0,05	0,01
Fettfleischverhältnis (1:...)	5,9	5,8	5,5	6,0	0,17	0,81	0,76
Ausschlachtung (%)	78,81	79,01	78,73	79,21	0,19	0,81	0,88
Rückenspeckdicke (mm)	21,3	22,6	22,9	21,3	0,34	0,21	0,78
Magerfleischanteil (%)	59,2	58,1	58,1	58,5	0,30	0,54	0,53
Intramuskuläres Fett (%)	1,12	1,26	1,44	1,33	0,04	0,07	0,02
Drip Verluste (%)	6,61	6,71	5,58	5,91	0,34	0,62	0,20

Tabelle 2: Einfluss der Jodsupplementation auf die Jodkonzentrationen in den Geweben sowie den Gehalt an Schilddrüsenhormonen (Triiodothyronin (T3) und Thyroxin (T4) im Serum

Behandlungen	1	2	3	4	SEM	p-Wert	
						Beh.	Dosis
Jodquelle und -dosis (µg I/kg)	KI 400	KIO ₃ 400	KI 4000	KIO ₃ 4000			
Muskel (ng I/g)	27,0 ^b	22,5 ^b	51,6 ^a	42,0 ^a	2,3	<0,001	<0,001
Leber (ng I/g)	129 ^b	107 ^b	327 ^a	334 ^a	16	<0,001	<0,001
Niere (ng I/g)	227 ^b	188 ^b	524 ^a	460 ^a	23	<0,001	<0,001
Blutserum (ng I/g)	54,7 ^b	427 ^b	122 ^a	115 ^a	5	<0,001	<0,001
Schilddrüse (µg I/g)	2489 ^b	2450 ^b	3880 ^a	3907 ^a	148	<0,001	<0,001
Bauchfett (ng I/g)	24 ^{ab}	13,3 ^b	28,3 ^a	25,6 ^a	2,0	<0,05	<0,05
Filz (ng I/g)	24	22,9	30,0	29,1	1,3	0,19	<0,05
T3 (nmol/l)	0,92	0,85	0,82	0,86	0,03	0,73	0,43
T4 (nmol/l)	67,4	64,7	67,3	70,1	1,4	0,49	0,29

Beim Vergleich der einzelnen Behandlungskombinationen ließen sich in allen der untersuchten Gewebe, mit Ausnahme des Filzes, statistisch absicherbare Unterschiede in der Jodkonzentration nachweisen. Im Mittel über die beiden Jodquellen war der, in allen untersuchten Geweben, erkennbare Anstieg der Jodkonzentration infolge der hohen alimentären Jodzulage (4000 µg/kg) jedoch signifikant nachweisbar. Die Jodquelle zeigte hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die Konzentration an Jod in den Geweben.

Die Schilddrüsenhormone im Serum (Triiodothyronin und Thyroxin) zeigten keine behandlungsbedingte Variation (Tabelle 2).

Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass schon Jodzulagen von 4000 µg I/kg im Vergleich zu 400 µg I/kg einen negativen Effekt auf den Futteraufwand haben. Auch in älteren

Studien führten Jodzulagen, jedoch in einem wesentlich höherem Bereich (800-1600 mg I/kg) zu einer negativen Beeinflussung des Futteraufwandes (Newton & Clawson, 1974). Bei Studien aus der Literatur, mit im Vergleich zur vorliegenden Studie höheren (He et al., 2002) und niedrigeren Jodzulagen (Schoene et al., 1997), wurde der Futteraufwand nicht negativ beeinflusst, jedoch führten die Jodzulagen zu einer signifikanten Veränderung der Konzentrationen an Schilddrüsenhormonen im Blut. In der vorliegenden Studie konnten keine behandlungs- bzw. dosisbedingten Veränderungen der Schilddrüsenhormonkonzentrationen im Blutserum detektiert werden. Der signifikante Anstieg ($p < 0,05$) des intramuskulären Fettgehalts bei hohen Jodgehalten des Futters dürfte mit der beeinträchtigten Futtermittelverwertung in Zusammenhang stehen und einen allgemein erhöhten Fettansatz und/oder eine verminderte Proteinretention der Tiere widerspiegeln.

Zusammenfassung

Beim Vergleich der beiden Zulagehöhen (400 und 4000 μg Jod/kg) lassen sich dosisabhängige Steigerungen der Jod-Konzentration in allen Geweben beobachten. Die Jodgehalte im Muskel in vorliegender Untersuchung liegen dabei im Vergleich zu einer Studie von Schoene et al. (1997) höher, sind jedoch vergleichbar mit den analysierten Werten von He et al. (2002). Daher bestätigen die vorliegende Ergebnisse die Angaben der EFSA (2005) welche besagen, dass Schweinefleisch im Vergleich zu anderen Nahrungsmitteln, wie z.B. Algen und Meeresfischen bzw. Milch und Eiern, aufgrund des relativ niedrigen Jodgehalts nur einen geringfügigen Beitrag zur Gesamtjodversorgung beim Menschen leistet.

Summary

Addition of 4000 μg iodine/kg increased the feed conversion ratio significantly ($p < 0.01$), indicating that iodine supplementation within the statutory limits may have negative impact on performance. No significant differences were detected between the treatments regarding carcass characteristics (fat-meat relation, backfat depth, and dressing). A dose-dependent increase of iodine in tissues was observed in all tissues, comparing the iodine addition to the feed (400 und 4000 μg I/kg). Even though the iodine content in muscle tissue was higher than from Schoene et al. (1997), but comparable with the contents analysed in the study from He et al. (2002). Therefore, this study confirms the conclusions of the EFSA (2005), indicating that meat, in contrast to milk, egg or algae and salt water fishes, has a minimal contribution to the overall iodine intake in humans.

Literatur

- EFSA - EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (2005). Opinion of the scientific panel on additives and products or substances used in animal feed on the request from the commission on the use of iodine in feeding stuffs. *EFSA Journal*, 168, 1-42.
- FLACHOWSKY, G., SCHOENE, F. & JAHREIS, G. (2006). Zur Jodanreicherung in Lebensmitteln tierischer Herkunft. *Ernährungs-Umschau*, 53, 17-21.
- HE, M. L., HOLLWICH, W. & RAMBECK, W. A. (2002). Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 86, 97-104.
- NEWTON, G. L. & CLAWSON, A. J. (1974). Iodine toxicity: physiological effects of elevated dietary iodine on pigs. *Journal of Animal Science*, 39, 879-884.
- SCHOENE, F., GROPPPEL, B., HENNIG, A., JAHREIS, G. & LANGE, R. (1997). Rapeseed meals, methimazole, thiocyanate and iodine affect growth and thyroid. Investigations into glucosinolate tolerance in the pig. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74, 69-80.
- SCHOENE, F., ZIMMERMANN, C., QUANZ, G., RICHTER, G. & LEITERER, M. (2006). A high dietary iodine increases thyroid iodine stores and iodine concentration in blood serum but has little effect on muscle iodine content in pigs. *Meat Science*, 72, 365-372.

Autor/en

Mag. Viktoria WAGNER, Prof. Wilhelm WINDISCH und Dr. Thomas ETTLE, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien, E-Mail: viktoria.wagner@boku.ac.at

Mag. Siegfried SWOBODA, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien

Elementzusammensetzung von Wurst, Fleisch und Innereien

MANFRED SAGER

Einleitung

Fleisch, Leber- Nieren und Wurstproben standen aus der laufenden amtlichen Kontrolle sowie im Rahmen eines EU- Monitorings von Wild und Innereien zur Verfügung. Alle Daten stammen aus in Österreich in den Verkehr gebrachten Waren, und die Probenahme wurden von Tierärzten oder amtlichen Probenehmern durchgeführt. Die Erhebung von Hintergrundwerten augenscheinlich gesunder tierischer Lebensmittel soll auf den Versorgungszustand der Bevölkerung mit essentiellen Elementen bzw. die Belastung mit Schadelementen rückschlüsse erlauben, und eine Vergleichsdatenbasis für die Beurteilung künftiger Anomalien, Vergiftungen, oder Kontaminationen liefern.

Aus veterinärmedizinischer Sicht interessant sind mögliche Unterschiede zwischen Haus- und Wildformen, Pflanzenfresser und Allesfresser, bzw. aktiveren und weniger aktiven Tieren interessant.

Multi-Elementmethoden erlauben die Bestimmung vieler Elemente simultan in einem Arbeitsgang. Begrenzend sind Verflüchtigungen beim Aufschluss, die Stabilität der Aufschlusslösung, sowie Blindwerte und Inhomogenitäten. Die Homogenität der angelieferten Proben konnte durch Mehrfachbestimmungen aus verschiedenen Einwaagen mit verschiedenen Methoden bewiesen werden.

Material und Methoden

Die Proben wurden großteils im Kompetenzzentrum "Tierarzneimittel und Hormone" homogenisiert, tiefgefroren, und Subproben für die Elementanalyse abgefüllt. Im Gegensatz zu einer früheren Studie über Innereien wurden die Proben diesmal auf Frischgewicht bezogen und nicht gefriergetrocknet, wie es in der Lebensmittelanalytik üblich ist. Bis zu 4g feuchte Probe wurde zumeist in offenen 100 ml Erlenmeyerkolben auf einer Heizbank mit Salpetersäure - Wasserstoffperoxid- Perchlorsäure aufgeschlossen. Bei höherem Fettgehalt (über 30%) muss die Einwaage vermindert werden, was insbesondere Wurstwaren betrifft, da sonst die Reaktion mit Perchlorsäure zu exotherm wird. Nach dem Abrauchen wurde in 25 ml Wasser aufgenommen, filtriert, und die Lösung einer Multielementbestimmung mit ICP-OES, und dazu ergänzend mit ICP-MS, unterworfen, und so viele Gesamtelementgehalte als leicht möglich bestimmt. Alternativ wurden Fleisch- und Innereien auch mit Salpetersäure / Wasserstoffperoxid in mikrowellenbeheizten Druckbomben aufgeschlossen, wobei aus 0,5 g feuchter Einwaage 10g Aufschlusslösung = 8,56 ml erhalten wurden. Fleischhaltige Fertiggerichte wurden zusätzlich zu den beiden erwähnte Methoden noch einem Aufschluss mit Magnesiumnitrat zur Bestimmung von Selen, und einem Aufschluss mit Kaliumchlorat- verdünnter Salpetersäure in der mikrowellenbeheizten Druckbombe unterzogen. Aus letzteren sind neben den meisten Spurenelementen auch die Elemente Jod, Bor, Silizium und Schwefel zugänglich.

Resultate und Diskussion

Hauptelemente

Die Versorgung des Menschen mit den Hauptelementen Phosphor, Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium kann aus dem bestehenden Datensatz gut dargestellt werden. Schwefel würde aus dem für Selen oder für Jod durchgeführten Aufschlüssen möglich zu bestimmen sein, wurde aber hier nicht erfasst. Für Kohlenstoff und Stickstoff müssen vollständig andere Verfahren herangezogen werden.

Obwohl Pflanzenfresser mehr **Kalium** aufnehmen als Fleischfresser, schlägt dieser Effekt beim Fleisch selbst nicht durch, sondern eher das Alter des Tieres. Junges Fleisch hatte offensichtlich mehr Kalium als das von älteren Tieren, Wildformen und Haustiere lagen etwa auf gleichem Niveau. Muskelfleisch hatte mehr Kalium als Leber, und diese mehr als Nieren.

Natrium war in den Nieren deutlich höher als in Muskelfleisch und Lebern. Es war generell tiefer als Kalium, wird aber in Wurstwaren und Fertiggerichten durch die Salzzugabe bestimmt.

Calcium lag in Muskelfleisch und Lebern im Bereich 50 mg/kg und kann in den Nieren auch etwas höher sein, insbesondere bei Schafen; der Tagesbedarf des Menschen von 800 mg pro Tag kann aber keineswegs gedeckt werden. Wurst und auch Nieren hatten mehr Ca und weniger Mg als Fleisch.

Magnesium war im Muskelfleisch höher als in Leber und diese wieder höher als in Nieren. Unter den Fleischsorten lag Rindfleisch etwas tiefer, sonst waren die Proben etwa auf gleichem Niveau. Die Hypothese, dass sportlichere Tiere, d.h. die sich mehr bewegen, auch mehr Magnesium im Fleisch haben, stimmt nicht.

Die Mg/Ca und Na/K Verhältnisse waren in Fleisch und Wurst deutlich unterschiedlich. Bei Wurst war Mg/Ca geringfügig kleiner als Na/K, aber Na/K bei Wurst maximal.

Wurst hatte etwa so viel **Phosphor** wie Pferdefleisch und Rehfleisch, was den aktiveren Tieren entspricht, während die übrigen Proben tiefer lagen.

Essentielle Spurenelemente

Spurenelemente, die wichtige Bestandteile von Enzymen sind, sind in geringen Massen essentiell und müssen in einer Mindestmenge regelmäßig eingenommen werden.

Eisen muss in komplexierter Form über die Nahrung zugeführt werden, da sonst das Hydroxid im Darm ausfällt, und das Eisen die Darmwand nicht passiert. Aktiverer Tiere hatten generell mehr Eisen, wohl bedingt durch höhere Hämoglobingehalte im Blut, oder bessere Durchblutung der Muskel.

Fleisch hatte mehr **Zink** als Eisen, ausgenommen bei Rehen, die viel Eisen im Muskel haben. Zink war im Pferdefleisch deutlich am höchsten. Innereien hatten hingegen mehr Eisen als Zink. Es gab starke Unterschiede zwischen Rind- Schwein – Huhn bei Fleisch und Leber.

Zink ist das einzige essentielle Spurenelemente, dessen Bedarf durch Fleischspeisen besser gedeckt wird als durch Gemüse!

Auch **Kupfer** war bei den aktiveren Tieren höher, und zwischen den einzelnen Tierarten stark unterschiedlich. Kupfer und Mangan waren in den Lebern relativ angereichert. Auffallend hoch kann Kupfer in Schafsleber sein, was die hohe Empfindlichkeit von Schafen gegenüber Kupfer erklären könnte.

Wurst hatte deutlich mehr **Mangan** als Fleisch, aber immer noch viel weniger als Pflanzen.

Selen war in Innereien gegenüber dem Fleisch angereichert, die gefundenen Konzentrationen sanken in der Reihenfolge Schwein - Pferd - Reh - Rind. Ähnlich hohes Selen wie im Fischmehl wurde nur in Schweinenieren und Rinderlebern gefunden.

Molybdän im Fleisch lag im Bereich 0,01 - 0,02 mg/kg und somit 100 mal tiefer, als in grünen Pflanzen zu erwarten wäre. Bei Rindern und Schweinen war Molybdän deutlich höher in der Leber als in der Niere, bei Hühnern jedoch etwa gleich. Auch **Cobalt** und **Chrom** waren geringer als in Pflanzen. Wurst hatte deutlich mehr Chrom als Fleisch, was aus der Verarbeitung stammen könnte.

Unerwünschte Spurenelemente

Entweder es wurde eine Essentialität noch nicht bewiesen, oder das Allgegenwartsniveau reicht im allgemeinen aus, sodass keine Mangelsymptome zu erwarten sind. Es ist vielmehr wichtig, dass ihre Gehalte die Toxizitätsgrenze nicht überschreiten. Für Blei, Cadmium, Quecksilber und Arsen sind gesetzliche Grenzwerte zu beachten.

Arsen, Beryllium und Cadmium lagen immer unter der Nachweisgrenze der ICP-OES, auch Blei und Nickel waren tief. Insbesondere Blei und Cadmium, später auch Chrom, Nickel, Cobalt, Molybdän und Thallium wurden mit ICP-MS nachgemessen.

Die auffallend starken Anreicherungen von **Cadmium** in Rindernieren und Hühnernieren wurden wieder gefunden, während nun die Schweinenieren deutlich niedriger lagen. Cadmium in den Nieren steigt bekanntlich mit dem Lebensalter (und mit dem Tabakkonsum), die Hühnernieren sind da eine echte Ausnahme.

In Pferdefleisch war Cadmium etwas höher als in anderen Fleischsorten, so wie auch das Zink (siehe oben). **Blei** in Rehfleisch kann über weite Bereiche schwanken, war aber viel weniger als in Blattgemüse zu erwarten wäre. Blei wird so wie Cadmium vor allem in den Nieren angereichert.

Aluminium war in Rinder- und Schafsnieren variabel, sonst generell tief. **Barium** wurde nur in Schafsnieren gefunden.

Vergleich mit Daten aus anderen Ländern

Einzelne Spitzenwerte aus Fütterung mit Cd- hältigen Phosphaten oder Belastung der Weideflächen können durchaus auftreten, was auch in ähnlichen Studien in Kanada und Polen gefunden wurde. Blei nimmt tendenziell ab, wie auch in Kanada und Polen. Bei Kupfer gibt es starke regionale Unterschiede aus Fütterung und Vegetation.

Die Werte für Arsen und Zink liegen so wie jene aus Schweden, Polen, Spanien und Saudi Arabien, während Proben aus den USA mehr haben. Werte für Aluminium, Cobalt und Chrom sind seltener, sie liegen wie jene in Schweden; arabische und australische Schafe haben mehr davon.

Die Nickelwerte sind höher als Vergleichsdaten aus Schweden, jedoch tiefer als jene aus der Slowakei. Für Lithium, Strontium und Barium wurden keine Vergleichsdaten gefunden.

Faktorenanalyse

Um Interelementeffekte besser darstellen zu können, wurde Faktorenanalyse, nach den Matrices Fleisch - Leber - Niere getrennt, durchgeführt. Die unterschiedlichen Ergebnisse rechtfertigen diese Vortrennung. Die essentiellen Elemente Cu-Zn-Mn, die in kommerziellen Futtermitteln in Kombination verabreicht werden, finden sich nur in den Nieren in einem gemeinsamen Faktor. Die unerwünschten Elemente Blei und Cadmium traten nie im selben Faktor auf und sind somit generell voneinander unabhängig, was die gezielte Untersuchung beider rechtfertigt.

Nimmt man die Wurstproben gesondert, so ergeben sich die 4 deutliche Faktoren Eisen-Zink, Na/K - Verhältnis - Molybdän, Fett- Mangan, und Phosphat.

Fertige Fleischspeisen

Die Zubereitung verändert das Fleisch z.B. durch Salzen, Ausbraten, oder Verflüchtigungen. Bei den fertigen Fleischspeisen zeigten sich bei den Hauptelementen Na, K, P, S bei Zusatz von Teigwaren oder Gemüse keine deutlichen Unterschiede. Der Zusatz von Käse erhöht Ca, Mn, Sr und Se. Fisch hat gegenüber dem Fleisch weniger Eisen und Zink, aber mehr Jod als Selen, und Gemüse mehr Bor. Wurst hatte mehr Na, Ca, Mn, Cr als rohes Fleisch.

Zusammenfassung

Multi-Elementmethoden erlauben die Bestimmung sämtlicher ernährungsphysiologisch relevanter, lebensmittelrechtlich relevanter und sonstiger Elemente aus derselben Aufschlusslösung. Aus einer Datenmatrix augenscheinlich einwandfreier Proben lassen sich Rückschlüsse auf die Versorgung des Konsumenten mit Haupt-, Nähr- und Spurenelementen, sowie Beziehungen der Elementgehalte zueinander herstellen. Die meisten Spurenelementgehalte lagen tiefer als in Blattgemüse, nur Zink kann höher liegen. Höheres Cadmium in Nieren wurde bestätigt. Cadmium und Blei waren voneinander unabhängig, was die Untersuchung auf immer beide Elemente rechtfertigt. Im Gegensatz zu den meisten anderen Elementen sind Natriumgehalte in rohem Fleisch und Innereien für den Menschen nicht relevant, da der Eintrag in die Nahrung über die Zubereitung erfolgt.

Summary

Multi-element methods enable the determination a lot of elements from the same sample digest, either relevant for human nutrition, for legislative purposes, or others. The resultant data matrix permits to draw conclusions for the supply of consumers with main, nutritional and essential trace elements, as well as interelement correlations. The levels of most of the trace elements was lower than for leavy vegetables, except for zink. Cadmium enrichment in kidneys was confirmed. Cadmium and lead contents are independendet from one another, thus indicating the need to investigate both of them. Contrary to most other elements, sodium contents in meat and inner organs are not relevant for human nutrition, because they are overturned by cooking.

Autor: Univ. Doz. Dr. Manfred SAGER, AGES, Kompetenzzentrum Elemente, Spargelfeldstrasse 191, 1226 Wien; E-mail: manfred.sager@ages.at

POSTER

Wirkung von Oregano auf die Entwicklung von Saug- und Aufzuchtferkel

Effect of Oregano on the development of suckling and weaning piglets

JOHANN OSWALD, KARIN ZITTERL- EGLSEER & WOLFGANG WETSCHEREK

Einleitung

Die Absetz- und Aufzuchtphase stellt für Ferkeln eine Zeit mit großen Stressbelastungen durch Futterumstellungen, Trennung vom Muttertier sowie Umstellungen dar. Um dennoch ein hohes Leistungs-niveau zu sichern, wurden zur Aufrechterhaltung der Darmgesundheit über viele Jahre hindurch antimikrobielle Leistungsförderer eingesetzt. Seit dem Verbot des Einsatzes dieser Stoffe durch die europäische Kommission (1.1.2006) konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten auf die Suche nach alternativen Substanzen und Strategien. Eine davon ist der Einsatz von „phytogenen“ Zusatzstoffen, welche aus Kräutern, Gewürzen und anderen Pflanzen oder deren Pflanzenteilen bestehen oder aus ihnen durch Extraktion gewonnen wurden (z.B.: ätherische Öle). Es ist bekannt, dass einige die Tiergesundheit verbessern und stabilisieren, eine antimikrobielle Aktivität besitzen, über eine Appetitanregung zur Steigerung der Futtermittelaufnahme beitragen, die Verdauung durch Anregung der Speichel-, Magen- und Darmsekretion fördern.

Material und Methoden

In drei Durchgängen mit jeweils 4 Sauen pro Gruppe wurde der Einsatz von 2 g/kg gemahlene Oregano im Alleinfutter für laktierende Sauen gegen eine negative Kontrolle geprüft, sowie die Leistungsdaten der Saugferkel erhoben.

Von 2 Durchgängen wurde auch die darauffolgende Aufzuchtleistung erhoben. Nach dem Absetzen wurden die Ferkel, wie in Tabelle 1 dargestellt, auf vier Gruppen gleichmäßig bezogen auf Geschlecht, Wurf und Sauenfütterung aufgeteilt.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmal	Sau KG – Ferkel KG	Sau KG – Ferkel VG	Sau VG – Ferkel KG	Sau VG – Ferkel VG
Oregano im Sauenfutter	nein	nein	ja	ja
Oregano im Ferkelfutter	nein	ja	nein	Ja

Ergebnisse und Diskussion

In den Milchproben konnten mit 3,4 ng/ml Thymol bzw. 13,5 ng/ml Carvacrol im Durchschnitt nur extrem geringe Konzentrationen analysiert werden. Das bedeutet auch unter der Berücksichtigung der Tagesmilchleistung der Sauen werden von den Ferkeln nur sehr geringe Mengen dieser ätherischen Öle aufgenommen. Für Thymol lässt sich eine Wiederfindung von etwa 2% und für Carvacrol von 0,1 % berechnen.

Wie in der Tabelle 2 dargestellt, entwickelten sich die beiden Gruppen bei gleichen Ausgangsgewichten unterschiedlich. Die Tageszuwächse der Versuchsgruppe waren in den Versuchswochen 1, 3 und 4 signifikant geringer. Zu Versuchsende hatte die Versuchsgruppe ein um etwa 9 % signifikant geringeres Absetzgewicht.

Wie in der Tabelle 3 dargestellt hatte der Einsatz von Oregano in der Absetzphase geringe negative Einflüsse auf die Gewichtsentwicklung der Ferkel. In den folgenden 3 Versuchswochen entwickelten sich die Ferkel der Versuchsgruppe aber um 9% signifikant schlechter als die Ferkel der Kontrollgruppe.

Die Ferkel, welche von Sauen stammten, die Oregano über das Futter aufgenommen hatten, starteten mit einem 7% signifikant geringeren Anfangsgewicht. Sie entwickelten sich danach in ähnlicher Weise wie die Ferkel der Kontrollgruppe. Der Oregano-Einsatz in der Säugeperiode hatte also keinen Einfluss auf die weitere Gewichtsentwicklung in der Ferkelaufzucht nach dem Absetzen.

Tabelle 2: Einfluss des Oreganoeinsatzes im Futter für laktierende Sauen auf das Wachstum der Saugferkeln

Merkmal	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	s	P-Wert
Lebendgewicht, kg				
Versuchsbeginn	1,56	1,55	0,31	0,8029
14. Versuchstag	4,56	4,32	0,91	0,0504
28. Versuchstag	8,24	7,53	1,58	0,0011
Tageszuwachs, g				
1. und 2. Versuchswoche	215	198	53	0,0231
3. und 4. Versuchswoche	263	229	58	<0,0001
1. bis 4. Versuchswoche	239	214	51	0,0004

Tabelle 3: Einfluss des Oreganoeinsatzes im Ferkelfutter auf die Aufzuchtleistung

Merkmal	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	s	P-Wert
Lebendmasse, kg				
Versuchsbeginn	7,86	7,94	1,20	0,9515
14. Versuchstag	11,66	11,44	1,57	0,4878
35. Versuchstag	23,14	21,92	2,61	0,0269
Tageszuwachs, g				
1.+2. Versuchswoche	265	250	57	0,2045
3. bis 5. Versuchswoche	546	499	70	0,0016
1. bis 5. Versuchswoche	434	400	55	0,0033

Die Abbildungen 1 und 2 stellen den Einfluss des Oreganoeinsatzes in der Fütterung der Zuchtsauen und/bzw. der Ferkel auf die Lebendmasseentwicklung der Aufzuchtferkel dar.

Abbildung 1

Entwicklung der Lebendmasse, kg 1. Versuchsdurchgang

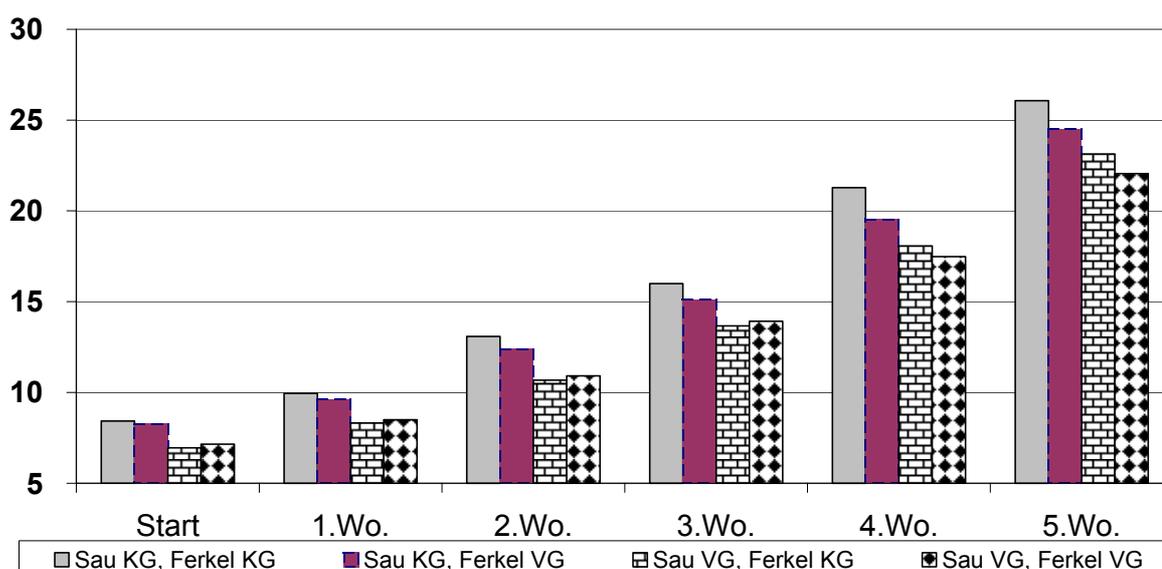
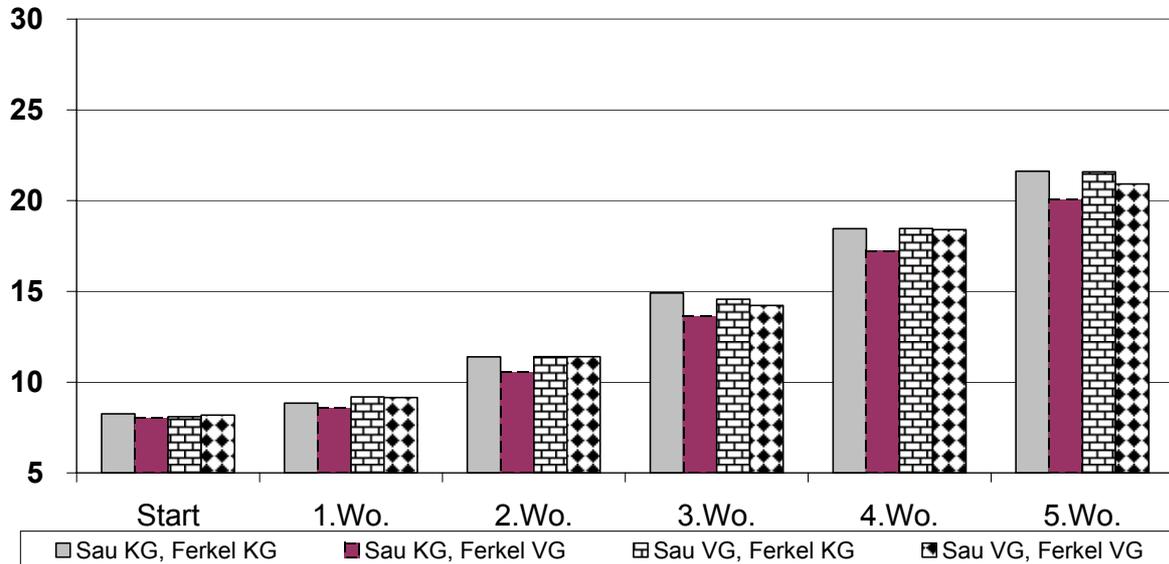


Abbildung 2

Entwicklung der Lebendmasse, kg 2. Versuchsdurchgang



Die Futteraufnahme in der Ferkelaufzucht wurde um etwa 3 % durch den Einsatz von Oregano reduziert. In Kombination mit der verringerten Wachstumsleistung der Versuchsgruppe resultierte dies in einer Verschlechterung des Futteraufwandes um etwa 4 % bei der Betrachtung beider Versuchsdurchgänge. Wobei der Futteraufwand im 1. Versuchsdurchgang über die gesamte Aufzuchtperiode gleich war. Im 2. Versuchsdurchgang trat aber eine Verschlechterung um etwa 8 % auf.

Autoren

Dipl.- Ing. Johann Oswald, LFS-Hatzendorf, Hatzendorf 110, 8361 Hatzendorf,
E-mail: lfshatzen@stmk.gv.at

Ao. Prof. Dr. Karin Zitterl-Eglseer, Institut für Angewandte Botanik und Pharmakognosie,
Department für öffentliches Gesundheitswesen und Lebensmittelwissenschaften, Veterinärmedizinische Universität, Veterinärplatz 1, 1210 Wien, E-mail: karin.zitterl@vu-wien.ac.at

Ao. Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek, Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie,
Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie,
Gregor Mendel-Strasse 33, 1180 Wien, E-mail: wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

Wirkungsweise eines probiotischen Mehrstammproduktes auf die Aufzuchtleistung von Absetzferkeln

Effect of a multispecies probiotic product on the performance of weaned piglets

CHRISTIANE MAIR, WILHELM WINDISCH & CHRISTIAN PLITZNER

Einleitung

Eine balancierte Darmflora ist für die Gesundheit und Leistungsbereitschaft landwirtschaftlicher Nutztiere von maßgeblicher Bedeutung, insbesondere bei den empfindlichen Jungtieren. Neben einem hohen Hygienestandard kann die Stabilität der Darmflora vor allem durch die Fütterung beeinflusst werden. Dazu zählt unter anderem auch der Einsatz von Probiotika als Futterzusatzstoff. In diesem Zusammenhang wurde an der BOKU Wien in einem Fütterungsversuch mit Absetzferkel die Wirkung von Probiotika auf die Aufzuchtleistung überprüft. Im vorliegenden Beitrag sollen die Ergebnisse der Studie im Literaturvergleich präsentiert werden.

Material und Methoden

Rationen

Im Versuch kamen folgende vier Fütterungsgruppen zum Einsatz: Kontrolle, Trägerstoff, Probiotikum sowie eine Kombination aus Probiotikum und Trägerstoff (Präparat). Die Kontrollgruppe erhielt ein handelsübliches Ferkelaufzuchtfutter mit einem durchschnittlichen Rohproteingehalt von 183 g/kg Trockenmasse (T) und einer errechneten umsetzbaren Energie (GfE, 2008) von 15,6 MJ/kg T. Die Versuchsgruppen unterschieden sich von der Kontrollgruppe durch den Zusatz eines Trägerstoffes (0,4 % Inulin), eines probiotischen Mehrstammproduktes in Reinform ohne Trägerstoff (Mischung aus Enterococccen, Lactobacillen und Bifidobakterien; 1×10^9 KBE/kg Futter; Firma BIOMIN GmbH, Herzogenburg, Austria) beziehungsweise Trägerstoff und Mehrstammprobiotikum in Kombination (Präparat). Die Futtermittel der einzelnen Versuchsgruppen wurden isoenergetisch und isonitrogen eingestellt und standen den Tieren gemeinsam mit Wasser *ad libitum* zur Verfügung.

Versuchstiere und Haltung

Der Fütterungsversuch wurde an der Land- und Forstwirtschaftlichen Fachschule Hatzendorf mit 48 Absetzferkeln (28 weibliche Tiere und 20 Kastraten) der Gebrauchskreuzung Edelschwein x Pietrain durchgeführt und dauerte 28 Tage (5. bis 8. Lebenswoche). Die Ferkel wurden nach Wurf, Geschlecht und Lebendmasse den vier Versuchsgruppen zugeordnet. Unter Vermeidung von Positionseffekten wurden die Versuchsgruppen in acht Boxen zu je sechs Tieren gemischtgeschlechtlich eingestallt, wodurch jede Versuchsgruppe mit zwei Boxen vertreten war.

Es stand ein vollklimatisierter, strohloser Ferkelaufzuchtstall mit Teilspaltenboden und beheizter Liegefläche zur Verfügung, wobei jede Box mit einem runden Futterautomaten, einer Schalentränke sowie einer höhenverstellbaren Nippeltränke ausgestattet war.

Erfassung der zootechnischen Daten und Auswertung

Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn, sowie wöchentlich bis zum Ende des Versuches individuell gewogen. Die Erfassung der Futteraufnahme pro Box erfolgte durch Einwaage des vorgelegten Futters und wöchentlichen Rückwaage der Futterreste.

Die statistische Auswertung der zootechnischen Parameter erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.1.3 (Statistical Analysis Software, SAS Institute Inc., NC, USA, 2002-2003) unter Verwendung der Prozedur GLM (2-faktorieller Ansatz mit Wechselwirkung) und einem multiplen Vergleich der LS-Mittelwerte nach Tukey-Kramer.

Ergebnisse und Diskussion

Die Studie wurde in einem Gewichtsbereich von 9,2 kg bis 17,7 kg Lebendmasse geführt, wobei zu Versuchsende zwischen den Fütterungsgruppen keine statistischen Unterschiede festzustellen waren. Betrachtet man die Tageszunahmen im Detail für die einzelnen Versuchswochen (Abb. 1), so zeigt sich auch hier, dass sich alle Versuchstiere sehr ähnlich entwickelten. Die Tageszunahmen der weiblichen Tiere lagen bei allen Gruppen unterhalb der Kastraten (Abb. 2), statistisch signifikante Unterschiede wurden jedoch nicht beobachtet. Lediglich bei der Kontrollgruppe wiesen die weiblichen Tiere tendenziell geringere Tageszunahmen auf ($p=0,086$).

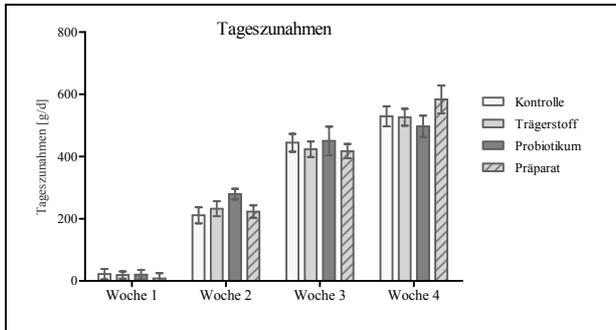


Abb. 1: Tageszunahmen im Versuchsverlauf (5.-8. Lebenswoche)

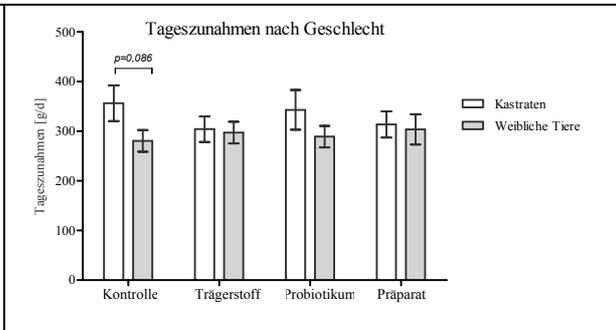


Abb. 2: Getrenntgeschlechtliche Darstellung der Tageszunahmen über die gesamte Versuchsdauer

Beim Parameter Futteraufnahme lagen die Gruppen Trägerstoff und Probiotikum leicht oberhalb der Kontrollgruppe, die Kombination der beiden Zusätze (Präparatgruppe) jedoch 5 % unterhalb, was sich in einem numerisch um 9 % verbesserten Futteraufwand der Präparatgruppe im Vergleich zur Kontrolle widerspiegelt (Abb. 3 und 4). Diese Differenz war statistisch allerdings nicht absicherbar ($p>0,05$).

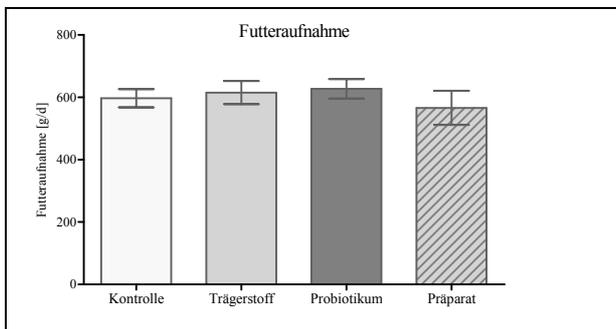


Abb. 3: Futteraufnahme (5.-8. Lebenswoche)

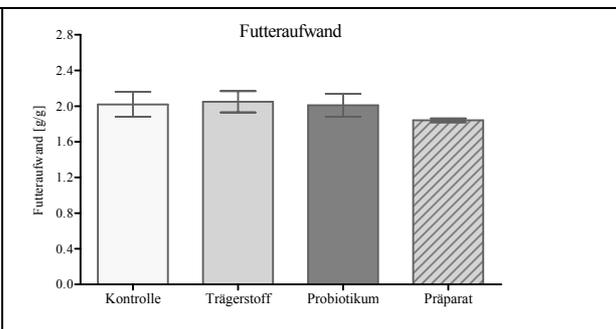


Abb. 4: Futteraufwand (5.-8. Lebenswoche)

Zahlreiche wissenschaftliche Publikationen belegen, dass der Einsatz von Probiotika bei Absetzferkeln eine Verbesserung der Aufzuchtleistungen bewirken kann (Abb. 5). Am deutlichsten wird der positive Effekt bei Jungtieren (Absetzphase, Futterumstellung, etc.) oder bei Tieren, welche unter schlechten hygienischen Bedingungen gehalten werden (Vanbelle et al., 1990). Häufig können diese Unterschiede bei experimentellen Studien statistisch jedoch nicht abgesichert werden, weil diese Untersuchungen meist auf sehr hohem hygienischen Niveau durchgeführt werden und eine bereits balancierte Darmflora darüber hinaus nicht verbessert werden kann (Taras et al., 2006).

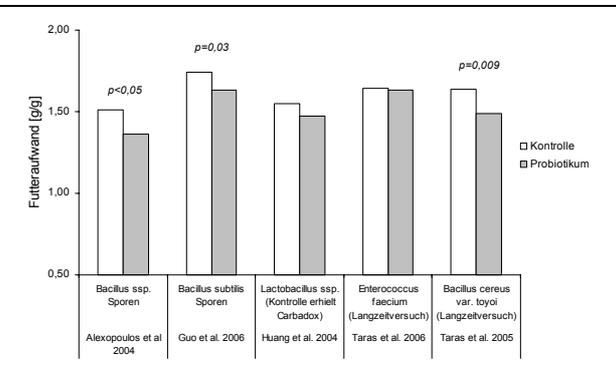


Abb. 5: Einfluss unterschiedlicher probiotischer Stämme auf den Futteraufwand von Absetzferkeln (Ø 5.-8. Lebenswoche)

Zusätzlich können Art, Menge und Qualität (Lebensfähigkeit, Säuretoleranz, etc.) der eingesetzten Probiotika und die Futterzusammensetzung und -bearbeitung auf das Ergebnis Einfluss nehmen (Yu et al., 2008). Weiters kommt hinzu, dass die Darmflora von Individuen innerhalb einer Fütterungsgruppe großer Variation unterliegt (Simon et al., 2001). Allgemein bedeutet dies, dass die Wirkung der Probiotika von Haltungs- und Fütterungsbedingungen sowie vom Zustand der Darmflora beeinflusst wird.

Zusammenfassung

Die Wirkung eines probiotischen Mehrstammproduktes auf zootechnische Leistungsdaten wurde in einer Studie mit 48 Absetzferkeln untersucht. Dabei konnten zwischen den Fütterungsgruppen keine signifikanten Unterschiede bei den Parametern Tageszunahmen und Futteraufwand beobachtet werden. Allerdings wurde beim kombinierten Zusatz von Probiotikum und Inulin der Futteraufwand im Vergleich zur Kontrolle um 9 % verbessert. Das bei diesen Fragestellungen häufig beobachtete Fehlen von signifikanten Unterschieden in wissenschaftlichen Studien wird auf die ausreichend stabile Darmflora der Kontrollgruppe durch gute hygienische Bedingungen zurückgeführt.

Summary

The effect of a multispecies probiotic product on the performance of 48 weaned piglets was investigated in the present study. No statistically significant differences between the feeding groups could be detected regarding daily weight gain or feed conversion ratio (FCR). However, the FCR of the group with combined application of probiotics and inulin was enhanced by 9 % compared to the control. The absence of significant changes in performance parameters, which is commonly observed in similar studies, may be traced back to the sufficiently stable gut microflora of the control group due to the good hygienic conditions in the study.

Literatur

- ALEXOPOULOS, C., GEORGOULAKIS, I.E., TZIVARA, A., KYRIAKIS, C.S., GOVARIS, A. and KYRIAKIS, S.C.: Field evaluation of the effect of a probiotic-containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores on the health status, performance, and carcass quality of grower and finisher pigs, *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 51(6): 306-312, 2004
- GFE: Communications of the Committee for Requirement Standards of the Society of Nutrition Physiology - Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pigs, *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17: 199-204, 2008
- GUO, X., LI, D., LU, W., PIAO, X. and CHEN, X.: Screening of *Bacillus* strains as potential probiotics and subsequent confirmation of the in vivo effectiveness of *Bacillus subtilis* MA139 in pigs, *Antonie Van Leeuwenhoek* 90(2): 139-146, 2006
- HUANG, C.H., QIAO, S.Y., LI, D.F., PIAO, X.S. and REN, J.P.: Effects of Lactobacilli on the performance, diarrhea incidence, VFA concentration and gastrointestinal microbial flora of weaning pigs, *Asian Austral J Anim* 17(3): 401-409, 2004
- SIMON, O., TARAS, D. and VAHJEN, W.: Probiotic feed additives - effectiveness and expected modes of action, *J Anim Feed Sci* 10: 51-67, 2001
- TARAS, D., VAHJEN, W., MACHA, M. and SIMON, O.: Performance, diarrhea incidence, and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets, *J Anim Sci* 84(3): 608-617, 2006
- TARAS, D., VAHJEN, W., MACHA, M. and SIMON, O.: Response of performance characteristics and fecal consistency to long-lasting dietary supplementation with the probiotic strain *Bacillus cereus* var. *toyoi* to sows and piglets, *Arch Anim Nutr* 59(6): 405-417, 2005
- VANBELLE, M., TELLER, E. and FOCANT, M.: Probiotics in animal nutrition: a review, *Arch Tierernähr* 40(7): 543-567, 1990
- YU, H.F., WANG, A.N., LI, X.J. and QIAO, S.Y.: Effect of viable *Lactobacillus fermentum* on the growth performance, nutrient digestibility and immunity of weaned pigs, *J Anim Feed Sci* 17: 61-69, 2008

Autoren

Mag. Christiane MAIR, Univ.Prof. Dr. Wilhelm WINDISCH und Dr. Christian PLITZNER, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien; E-Mail: christiane.mair@boku.ac.at

Influence of organic fertilization and intensity of utilization on productivity and quality of permanent grassland

MARIE ŠTÝBNAROVÁ & JAN POZDÍŠEK

Introduction

Organic fertilizers are uncoverable base for rational agriculture. The valuable natural fertilizers support a soil fertility. By their correct systematic utilization, the important nutrients are supplied back to the soil and additional fertilization in mineral form is seldom needful. However, systematic utilization of natural fertilizers in permanent grasslands is not common, because of their preferred application in intensive arable crops. Existing methodological recommendations for natural fertilizers application regrettably do not take into account a lot of important criteria, i.e. type of natural fertilizer and its recommended dose in relation to type of the sward, altitude or time of application. Hence, long-term experiences from foreign countries (especially from Austria) are rather used in this issue of natural fertilizers' utilization in permanent grasslands.

Materials and methods

A long-term small plot trial was established in 2004 on permanent grassland sites in the locality Rapotín (northwest Moravia). The trial is situated in 390-402 m a.s.l. The basic agrochemical soil properties mention Ržonca *et al.* (2007). The dominant species in the permanent sward at the beginning of the trial were *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Elytrigia repens*, *Taraxacum sect. Ruderalia* and *Trifolium repens*. Average values for temperature during the vegetation (March-October) were 11.1 °C in 2005 and 12.2 °C in 2006 and the rainfall during the vegetation was 399.0 mm in 2005 and 460.2 mm in 2006. Experimental treatments simulating cattle grazing were as follows: **Variant M-2**: cow manure + dung water (model stocking rate 0.9 LU.ha⁻¹), 2 cuts per year; **Variant M-3**: cow manure + dung water (model stocking rate 1.4 LU.ha⁻¹), 3 cuts per year; **Variant M-4**: cow manure + dung water (model stocking rate 2.0 LU.ha⁻¹), 4 cuts per year; **Variant S-2**: slurry (model stocking rate 0.9 LU.ha⁻¹), 2 cuts per year; **Variant S-3**: slurry (model stocking rate 1.4 LU.ha⁻¹), 3 cuts per year; **Variant S-4**: slurry (model stocking rate 2.0 LU.ha⁻¹), 4 cuts per year. There were also observed unfertilised plots with three types of utilization – two (**NF-2**), three (**NF-3**) and four (**NF-4**) cuts per year as the control variants.

Nutrients in samples obtained during 2005 and 2006 were analysed by the Weende analysis according to the Czech State Standard 46 7092 “Methods for feed testing”. The laboratory analyses were carried out at the Research Institute for Cattle Breeding, Ltd. The Fibertec System 2023 FiberCap (FOSS TECATOR) was used to analyse crude fibre (CF). The *in vitro* organic matter digestibility (OMD) was determined by the Tilley and Terry method (1968) modified according Resch (1991). The special software, that operates in programme Microsoft Office Access, was used for elimination of the outliers of OMD and for the calculation of mean values of OMD. This software was evolved by Ing. Reinhard Resch from LFZ Raumberg-Gumpenstein. Forage quality in terms of ME (metabolisable energy) was predicted by the equations of Petrikovič *et al.* (2000). Data were evaluated using descriptive statistics, LSD test ($P < 0.05$) and ANOVA statistical methods (STATISTICA for Windows [Version 8]. StatSoftInc).

Results and Discussion

The average values for crude protein, ether extract, crude fibre, ash, organic matter digestibility (OMD) and metabolisable energy (ME) are given in Table 1 (part A - harvest year 2005; part B - harvest year 2006).

The average dry matter production was highest in variant fertilised with slurry and utilised three-times per year concerning both years of our monitoring (8.64 t.ha⁻¹ and 8.69 t.ha⁻¹). By unfertilised variants was proved that increased cutting frequency decreased yield (see Fig. 1), confirming the results of Gruber *et al.* (2000).

The highest amount of crude protein (CP) was found in variant M-4 for the first harvest year (164.20 g.kg⁻¹ DM) and in variant S-4 for the second harvest year (178.81 g.kg⁻¹ DM), so in intensively utilised

variants with the highest dose of natural fertilizers. On the contrary, variants utilised with two cuts per year showed the lowest amount of CP for both years. The reduced intensity of utilization caused decrease of the content of CP, confirming the results of Gaisler & Fiala (2003). Effect of fertilization with natural fertilisers on the quality of the fodder was also studied by other authors. E.g. Samuil *et al.* (2007) mention that the fertilization with 10 t.ha⁻¹ manure + N₁₀₀P₅₀K₁₀₀ induced a slightly increase of CP from 6.6 % to 7.5 % compared with unfertilised control.

The average content of crude fibre (CF) varied from 225.89 g.kg⁻¹ DM to 292.85 g.kg⁻¹ DM in 2005 and from 219.76 g.kg⁻¹ DM to 286.06 g.kg⁻¹ DM in 2006 according to the intensity of utilisation and level of fertilization, with some differences being significant. As Pozdíšek *et al.* (2003) and other authors mentioned, the higher intensity of utilization results in decrease of the amount of CF in the forage. This statement was proved also by our results.

The organic matter digestibility (OMD) changed in connection with the amount of CF in the forage, depending on the maturing of the stand and the continuing lignification of the plants. Extensively utilised variants (fertilised with the lowest dose of natural fertilizers) showed the lowest values of OMD for both years (63.75 % in 2005 and 62.89 % in 2006). Concerning averages of two years, we have found only tendency to the decrease of OMD with decreasing intensity of utilisation (see Fig. 2).

Our results are in agreement with findings of Gruber *et al.* (2000). They state, on the basis of the evaluation of the long-term trials at LFZ Raumberg-Gumpenstein, that increased cutting frequency decreased content of crude fibre. Furthermore, they mention that the organic matter digestibility was significantly lower in extensively utilised variants than in variants utilised more intensively.

Komárek *et al.* (2005) were engaged at the determination of the influence of the stocking rate on the dry matter yield and the quality of the forage from the grasslands. They found, from the evaluation of the small-plot trials at two sites in the Czech Republic (Jevíčko, Vysoké nad Jizerou), that the higher stocking rate combined with the higher cutting frequency increases amount of CP and decreases content of CF in the forage. These findings were confirmed also by our results.

Type of the grassland management has also effect on the content of energy (ME) in the forage. Decreasing intensity of utilisation and the lower level of fertilization reduced the content of energy in the forage up to 8.52 MJ.kg⁻¹ DM in 2006.

Furthermore, we have studied influence of different types of natural fertilizers (mixture of cow manure and dung-water; slurry) on particular parameters of the forage quality. Differences between two types of natural fertilizers were not significant (P<0.05), concerning their effects on the forage quality, neither in 2005 nor in 2006.

Table 1: Production and quality of grassland at different levels of intensity of utilization and fertilization with natural fertilizers in 2005 (part A) and in 2006 (part B) (averages of four replicates)

<i>Part A</i>							<i>Part B</i>						
Variant	CP g.kg ⁻¹ DM	CF g.kg ⁻¹ DM	EE g.kg ⁻¹ DM	A g.kg ⁻¹ DM	OMD % DM	ME MJ.kg ⁻¹ DM	Variant	CP g.kg ⁻¹ DM	CF g.kg ⁻¹ DM	EE g.kg ⁻¹ DM	A g.kg ⁻¹ DM	OMD % DM	ME MJ.kg ⁻¹ DM
M-2	133.16	260.78	26.10	85.03	63.75	8.74	M-2	117.00	272.31	29.30	95.70	62.95	8.52
M-3	135.87	241.41	29.67	97.43	68.29	9.40	M-3	131.81	251.86	35.07	104.92	66.48	9.00
M-4	164.20	225.89	30.68	111.51	67.89	9.16	M-4	173.71	221.71	37.73	113.66	68.57	9.25
S-2	131.66	249.33	27.40	90.19	65.60	9.01	S-2	124.85	286.06	30.10	94.58	62.89	8.53
S-3	137.90	261.55	28.47	95.31	65.38	8.93	S-3	138.06	265.93	33.07	94.88	65.30	8.94
S-4	160.89	245.01	27.25	108.34	66.21	8.91	S-4	178.81	219.76	39.25	114.82	69.14	9.34
NF-2	87.10	292.85	24.10	91.05	64.55	8.84	NF-2	115.10	261.05	26.40	96.40	64.85	8.85
NF-3	116.90	266.47	29.27	104.03	66.50	8.98	NF-3	116.47	253.80	32.87	103.90	65.23	8.81
NF-4	138.75	234.95	29.65	109.20	67.15	9.04	NF-4	149.68	231.70	32.93	102.55	67.60	9.22
AVG	134.05	253.14	28.06	99.12	66.15	9.00	AVG	138.39	251.58	32.97	102.38	65.89	8.94
DT _{0.05}	14.07	12.27	1.27	5.86	0.92	0.12	DT _{0.05}	14.96	14.15	2.50	4.81	1.39	0.18

Summary

From the obtained data during 2005 and 2006 we observed that the cutting frequency combined with the higher model stocking rate influenced the nutritive value of the forage from permanent grassland.

Our findings are important for the cattle nutrition and for efficient grassland management. Further research in this issue is still necessary.

Fig. 1: Differences between variants in dry matter production during 2005-2006

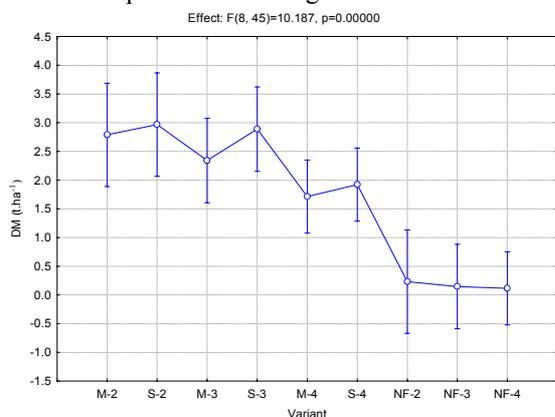
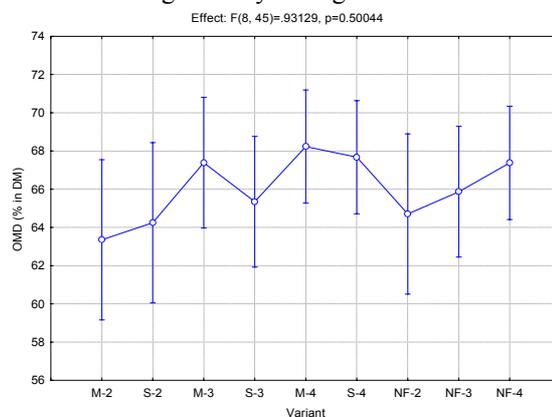


Fig. 2: Differences between variants in organic matter digestibility during 2005-2006



References

- GAISLER, J. & J. FIALA (2003): Vliv hnojení a počtu sečí na botanické složení, výnos a kvalitu píce trvalého travního porostu. In: Kohoutek, A., Pozdíšek, J. (eds) „Ekologicky šetrné a ekonomicky přijatelné obhospodařování travních porostů“. Prague, 99-105.
- GRUBER, L., STEINWIDDER, A., GUGGENBERGER, T., SCHAUER, A., HÄUSLER, J., STEINWEDER, R., STEINER, B. (2000): Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. In: Bericht 27. Viewirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein 6.-8. 6. 2000, 41-88.
- KOMÁREK, P., KOHOUTEK, A., FIALA, J., ODSTRČILOVÁ, V., NERUŠIL, P. (2005): Produkce a kvalita píce travních porostů v závislosti na zatížení skotem a frekvenci sečení. In: Kohoutek, A., Pozdíšek, J. (eds) „Kvalita píce z travních porostů“, Prague, 175-182.
- POZDÍŠEK, J., KOHOUTEK, A., JAKEŠOVÁ, H., DIVIŠOVÁ, P. (2003): Kvalita píce jako významný faktor exploatace travních porostů. In: Kohoutek, A., Pozdíšek, J. (eds) „Ekologicky šetrné a ekonomicky přijatelné obhospodařování travních porostů“. Prague, 224-237.
- RESCH, R. (1991): *in vitro* – Verdaulichkeitsuntersuchung nach Tilley und Terry, 1963. Bericht über die Tagung der ALVA Fachgruppe Versuchswesen. Innsbruck 22-23. Mai 1991.
- RŽONCA, J., SVOZILOVÁ, M., GENČUROVÁ, V., VAŘEKOVÁ, P., ŠTÝBNAROVÁ, M. (2007): Influence of different intensity grassland utilization on lysimetric water quality in North Moravia Region. In: Sonnleitner, A. (ed) „12. Lysimetertagung“, 17.-18. April 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 189-192.
- SAMUIL, C., VINTU, V., IACOB, T. (2007): Influence of mineral and organic fertilization on the productivity of permanent grassland from forest steppe in the north-eastern part of Romania. In: De Vliegheer, A., Carlier L. (eds): „Permanent and temporary grassland“, Belgian Society for Grassland and Forage Crops, Merelbeke, Belgium, 146-149.
- SOMMER, A., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., FRYDRYCH, Z., KRÁLÍK, O., KRÁLÍKOVÁ, Z., KRÁSA, A., PAJTÁŠ, M., PETRIKOVIČ, P., POZDÍŠEK, J., ŠIMEK, M., TRINÁCTÝ, J., VENCL, B., ZEMAN, L. (1994): Potřeby živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. ČAZV, komise výživy hospodářských zvířat, Pohořelice. 198 pp.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. (1968): Procedure for *in vitro* digestion of herbage samples. The Grassland Research Institute, Harley, Nr. Maidenhead, Berkshire. 29th April 1968.

Authors

Mgr. Marie ŠTÝBNAROVÁ and Ing. Jan POZDÍŠEK, CSc., Research Institute for Cattle Breeding, Ltd., Výzkumníků 267, Rapotín, CZ-78813 VIKÝŘOVICE, e-mail: marie.stybnarova@vuchs.cz

Acknowledgements

This paper was supported by the projects INGO LA 08041 and NAZV QH 81280.

Quecksilber als Immissionsmarker

Mercury as a Marker of Air Pollution Stress

ALFRED FÜRST

Einleitung

Neben natürlichen Quellen spielt der Einfluss des Menschen eine wesentliche Rolle beim Eintrag von Quecksilber in das Ökosystem Wald. So kann elementares Quecksilber bei einer Reihe von industriellen Prozessen (Erzaufarbeitung, Metallgewinnung, Chor/Alkalielektrolyse, Zementerzeugung, Müll- und Kohleverbrennung) entstehen und ist aus der Abluft – weil gasförmig - nur schwer mit Filtern zu entfernen.

Quecksilber wird von der Pflanze nicht benötigt, es reichert sich aber in den Blättern/Nadeln durch direkte Aufnahme aus der Luft, während des Jahres - analog zu Schwefel, Fluor und Chlor - an (Ericson et al 2003, Fleck et al 1999). Die Quecksilbergehalte wirken in den vorkommenden Konzentrationen zwar nicht unmittelbar toxisch auf die Pflanze, stellen aber eine Belastung für das Waldökosystem dar. Bis jetzt wurden die Quecksilbergehalte in Blättern und Nadeln nur lokal im Nahbereich von bekannten Emittenten erhoben. Mit Rückstellproben des *Österreichische Bioindikatornetzes* (siehe: www.bioindikatornetz.at) war es erstmals möglich eine bundesweite Erhebung durchzuführen. Es soll damit auch die Eignung von Quecksilber als Immissionsmarker geprüft werden.

Material und Methoden

Die Quecksilberbestimmung erfolgt nach der Verbrennung der Probe mit Sauerstoff direkt mittels Kaltdampftechnik durch Atomabsorption (LECO-AMA 254). Das Analysenverfahren arbeitet kontaminationsfrei und ist noch empfindlich genug, um auch natürlich vorkommende Quecksilbergehalte nachzuweisen (Rea & Keeler 1998, Rea et al. 2002). Zur Kalibrierung wurde die Standardreferenzmaterialien *Olive Leaves* (BCR 062) und *White Cabbage* (BCR 679) des Institute for Reference Materials and Measurements eingesetzt.

Die untersuchten Nadelproben (Fichte und Kiefer) stammen aus der Probenbank des *Österreichischen Bioindikatornetz* der Probenahmen Herbst 1996 und 2006 (siehe Fürst et al. 2003).

Ergebnisse und Diskussion

Die In Österreich gefundenen Quecksilbergehalte liegen 1996 zwischen 0,005-0,245 mg/kg und 2006 niedriger und zwar zwischen 0,005-0,066 mg/kg im Nadelmaterial. Diese Bereiche decken sich sehr gut mit jenen in anderen europäischen Ländern festgestellten Gehalten – so liegen rund 60%, der in europäischen Studien (n=63) festgestellten Gehalte, im Konzentrationsbereich zwischen 0,010-0,050 mg Hg/kg (Grigal 2002).

Besonders deutlich erkennbar sind Gebiete mit Roheisen- und Stahlerzeugung, so etwa der Linzer Raum aber auch Leoben/Donawitz. Überraschend war hier, dass sich der Einfluss im Jahr 1996 von Linz bis nach Melk donauabwärts nachweisen lässt. Laut VOEST-Alpine betrug die Quecksilberemissionen der Sinteranlage in Linz im Jahr 2000 rund 720 kg Quecksilber (Umweltbundesamt 2004). Die Verarbeitung von quecksilberhaltigem Eisenerz ist derzeit eine der wichtigsten Quecksilberquellen in Österreich (Fürst 2007).

Eher historisch interessant ist die Ursache der höheren Quecksilbergehalte in Brückl/Kärnten, hier wurde bis Ende der neunziger Jahre in der Chlorfabrik die Chor/Alkalielektrolyse nach dem Quecksilberamalgamverfahren durchgeführt. Durch Technologie Umstellung wurde diese Emissionsquelle beseitigt, allerdings lassen sich noch erhöhte Gehalte im Nahbereich in den Nadeln nachweisen. Die zweite österreichische Elektrolyseanlage in Hallein wurde Ende der neunziger Jahre geschlossen und komplett saniert - sie ist daher nur mehr bei den Ergebnissen aus 1996 feststellbar.

Im Inntal sind erhöhte Gehalte im Bereich von Schwaz (ehemaliger Silberbergbau) und Brixlegg (Montanwerke Brixlegg) nachweisbar.

Aber auch im Großraum von Graz und Wien sind höhere Quecksilbergehalte feststellbar, für eine Zuordnung zu einzelnen Emittenten ist aber das *Österreichische Bioindikatornetz* nicht dicht genug – hier wären weitere Detailerhebungen notwendig.

Die verwendete Methode ist auch empfindlich genug um Spuren aus natürlichen Quecksilbervorkommen (Weber et al. 1997) festzustellen, so etwa in Stockenboi/Kärnten in der Nähe von Spittal a.d. Drau - hier findet man das Mineral Cinnabarit (HgS) und gediegenes Quecksilber.

Zusammenfassung

Die Quecksilbergehalte der untersuchten Nadelproben des *Österreichischen Bioindikatornetzes* sind zumeist gering, nur im Nahbereich von spezifischen Emittenten konnten erhöhte Werte (1996 bis 0,245 mg Hg/kg) festgestellt werden. Die Gehalte zeigen von 1996 auf 2006 eine fallende Tendenz.

Die Verarbeitung (Sinterung) von quecksilberhaltigem Eisenerz zur Roheisenerzeugung ist derzeit eine der wichtigsten Quecksilberquellen in Österreich.

Die Verwendbarkeit von Quecksilber als Immissionsmarker konnte durch die Zonierung der Immissionsgebiete um Linz und um Leoben/Donawitz unter Beweis gestellt werden. Im nächsten Schritt soll die weiter zeitliche Entwicklung der Quecksilbergehalte dargestellt werden. Dazu sollen historische Proben vom Herbst 1986 aus der Probenbank des *Österreichischen Bioindikatornetzes* verwendet werden.

Summary

Most of the time, the mercury contents of the investigated needle samples of the Austrian Bioindicator Grid are low. Increased values (1996 up to 0,245 mg/Hg/kg) were found only near emitters. These values show a clear decrease from 1996 to 2006. Mining and processing mercury ore for the production of hot metal is one of the largest sources of mercury releases in Austria at the moment.

The use of mercury as a marker for air pollution was demonstrated through the zoning of air pollution areas around Linz and Leoben/Donawitz. As a next step, the temporal development of mercury contents is to be shown. For this purpose, we will use historic samples from the sample database of the Austrian Bio Indicator Grid.

Literatur

- ERICKSON, J.A., GUSTIN, M.S., SCHORRAN, D.E., JOHNSON, D.W., LINDBERG, S.E., COLEMAN, J.S.: Accumulation of atmospheric mercury in forest foliar. *Atmospheric Environment* 37: 1613-1622, 2003
- FLECK, J.A., GRIGAL, D.F., NATER, E.A.: Mercury uptake by trees: An observational experiment. *Water, Air, and Soil Pollution* 115: 513-523, 1999
- FÜRST, A.: Quecksilber in Fichtennadeln als Immissionsmarker. BFW-Wien ISSN 1815-5103 Forstschutz aktuell 41:18-20, 2007
- FÜRST, A., SMIDT, S., HERMAN, F.: Monitoring the impact of sulphur with the Austrian Bioindicator Grid. *Environm. Poll.* 125: 13-19, 2003
- GRIGAL, D. F.: Mercury Sequestration in Forests and Peatlands. *Journal of Environm. Quality* 32:393-405, 2002
- REA, A.W., KEELER, G. J.: Microwave digestion and analysis of foliage for total mercury by cold vapour atomic fluorescence spectroscopy. *Biogeochemistry* 40: 115-123, 1998
- REA, A.W., LINDBERG, S.E., SCHERBATSKOY, T., KEELER, G.J.: Mercury accumulation in foliage over time in two northern mixed-hardwood forests. *Water, Air, and Soil Pollution* 133: 49-67, 2002
- WEBER, L., CERNEY, I., EBNER, F., FRITZ, I., GÖD, R., GÖTZINGER, M. A., GRÄF, W., PAAR, W.H., PROHASKA, W., SACHSENHOFER, R.F., SCHROLL, E., SCHULTZ, O., STERK, G., VAVTAR, F.: Metallogenetische Karte von Österreich 1:500.000. *Archiv für Lagerstätten-forschung* Nr. 19. Geologische Bundesanstalt. Wien, 1997
- UMWELTBUNDESAMT: Medienübergreifende Umweltkontrolle in ausgewählten Gebieten. Monographien M-168 Umweltbundesamt GmbH, 2004

Autor

Ing. Alfred FÜRST, Bundesforschungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldschutz, Abteilung Pflanzenanalyse, Seckendorff-Gudent Weg 8, 1131 Wien; E-mail: alfred.fuerst@bfw.gv.at

Wirkung von Trockenstress auf die Kornerträge eines Sortiments von Winterweizen

The degree of dryness will effect the grain yield of winter wheat varieties

MICHAEL OBERFORSTER, CLEMENS FLAMM & WILLIBALD PRIELER

Einleitung

Für Österreich prognostizieren Klimamodelle in den nächsten Jahrzehnten eine Zunahme der Mitteltemperatur um 2 bis 5 °C sowie verminderte Niederschläge in den Sommermonaten. Bei Getreide, das bekanntlich festgelegte Entwicklungsstadien aufweist, wirkt sich dies großteils negativ aus. Allgemein geht es darum, entweder den Standort zu verbessern, die Produktionsstrategien zu ändern oder die Pflanzen genetisch zu adaptieren. Ohne Anpassung der Sorten werden die Phasen von Wachstum, Entwicklung und Kornfüllung rascher durchlaufen. Die Züchtung stresstoleranter Getreidesorten wird zu einer verbesserten Adaptation und zur Stabilisierung der Leistungen beitragen.

Material und Methoden

Winterweizen wurde von 2005 bis 2007 im Freiland an zwei biologisch bewirtschafteten Standorten – Oberweiden im Marchfeld (Obe) und Sitzendorf an der Schmida (Sit) – geprüft. Die insgesamt 12 Versuche (6 Kontroll- und 6 Stressvarianten) waren in Form von Dreisatzgittern angelegt. Trockenstress wurde induziert, indem jeweils einer der beiden Versuche zwischen dem Zweiknotenstadium und der frühen Teigreife zeitweilig mit stationären Folientunneln überdacht war. Auf diese Art wurden 34 bis 143 mm des Niederschlags von den Parzellen abgehalten. In Obe05, Obe07 und Sit07 erhielt die Kontrolle zusätzliche Regengaben von 30 bis 70 mm. Die 12 Genotypen (Ataro, Bitop, Capo, Edison, Eriwan, Erla Kolben, Exklusiv, Ludwig, L-PTC-01, Pireneo, Saturnus, Stefanus) wurden in 3,2 bis 7,3 m² großen Parzellen dreifach wiederholt getestet.

Tabelle 1: Mittlere Kornerträge und trockenheitsbedingte Ertragsreduktion von 12 Winterweizen-Genotypen (je Variante 6 Versuche von 2005 bis 2007)

Genotyp	Zugelassen in	Kolben/ Grannen	Kornertrag, dt/ha		Ertragsreduktion	
			Kontrolle	Stressvariante	dt/ha	%
Eriwan	A	K	60,7	40,0	20,7	34,1
Stefanus	A	G	59,5	40,9	18,6	31,2
Capo	A,HU	G	59,1	42,1	17,0	28,8
Pireneo	A	G	59,6	43,1	16,5	27,7
L-PTC-01	-	G	58,3	42,7	15,6	26,8
Ludwig	A,CZ,D,HR, HU,PL,SLO	K	58,4	42,9	15,5	26,5
Edison	A,HR	G	55,3	41,2	14,1	25,5
Erla Kolben	A	K	48,4	34,8	13,6	28,0
Ataro	CH	K	52,4	39,3	13,2	25,1
Saturnus	A,HU	G	58,9	45,8	13,0	22,2
Exklusiv	A	K	52,5	39,9	12,6	24,0
Bitop	A,HU	G	56,6	45,0	11,7	20,6
Mittlerer Kornertrag			56,6	41,5	15,2	26,7
Grenzdifferenz 95%			3,2	2,6		

Reihung nach fallender Ertragsreduktion (dt/ha)

Ergebnisse und Diskussion

Der Begriff „Trockentoleranz“ (oder Dürretoleranz) wird vornehmlich in Zusammenhang mit dem Ertrag verwendet, verschiedene Betrachtungsweisen sind möglich (OBERFORSTER und FLAMM 2007).

1. Betrachtung: Trockentoleranz kann als das Ertragen der Stresssituation unter weitgehender Beibehaltung der physiologischen Aktivität definiert werden. Für die praktische Landwirtschaft ist diese Betrachtung die relevantere. Eine tolerante Sorte erbringt auch unter Einwirkung von Trockenstress noch vergleichsweise hohe Erträge (BALKO 2004). Dies trifft auf Saturnus, Bitop und Pireneo zu; trotz Trockenstress leisteten sie 43,1 bis 45,8 dt/ha Kornertrag. Der langhalmige Erla Kolben (34,8 dt/ha) wäre demnach sensitiver gegenüber Wasserknappheit.

2. Betrachtung: Der absolute (dt/ha) und relative (% , bezogen auf den Ertrag der Kontrolle) Leistungsabfall sind relevante Kriterien für die Bewertung der Dürretoleranz. Das Ertragspotenzial der Genotypen bleibt in diesem Fall unberücksichtigt. Die 12 Weizensorten büßten infolge von Trockenstress im Mittel 15,2 dt/ha oder 26,7 % des Ertrages ein. Eriwan (-20,7 dt/ha bzw. -34,1 %) und Stefanus (-18,6 dt/ha bzw. -31,2 %) waren empfindlicher als Bitop, Exklusiv und Saturnus (-11,7 bis -13,0 dt/ha bzw. -20,6 bis -24,0 %). Dies ist im hauptsächlichen auf eine reduzierte Kornzahl/Ähre und ein schwächeres Tausendkorngewicht rückführbar. Allerdings ist die Sortenreaktion über die Umwelten oft wenig reproduzierbar. Beispielsweise korrelieren die durchschnittlichen Ertragsminderungen von Oberweiden nicht signifikant mit jenen von Sitzendorf ($r = 0,39$ bzw. $0,40$). Bei Wassermangel in späten Vegetationsphasen sollen sich frühreifende Genotypen durch eine bessere Ertragsleistung auszeichnen (LUDLOW und MUCHOW 1990). In der untersuchten Serie stand die Zeitigkeit des Ährenschiebens und der Gelbreife intervarietal in keinem relevanten Zusammenhang zur Trockentoleranz. Dies könnte auf die Dauer der Stresseinwirkung rückführbar sein. Langhalmige Sorten zeigten tendenziell einen deutlicheren Ertragsabfall als kurzstrohige ($r = 0,47$ bzw. $0,64^*$). Der raschere Verlust der grünen Blattflächen (Seneszenz) – wie etwa bei Stefanus, Bitop, L-PTC-01 oder Saturnus – war nicht generell nachteilig. Das Einrollen der Blätter ist ein charakteristisches Symptom von Trockenheit. Weil sich jedoch Unterschiede in der Blattmorphologie auf den Grad des Blattrollens auswirken (JONES 1979), ist die Neigung nur lose mit dem Ertragsverlust assoziiert ($r = 0,55^*$ bzw. $0,41$). Begrannte Weizensorten gelten vielfach als besser an trockene Klimate angepasst (SCHMALZ und KHDIR 1992). In dem von uns geprüften Sortiment ließen die Grannenweizen im Vergleich zu Kolbenweizen keinen durchgängigen Vorteil erkennen.

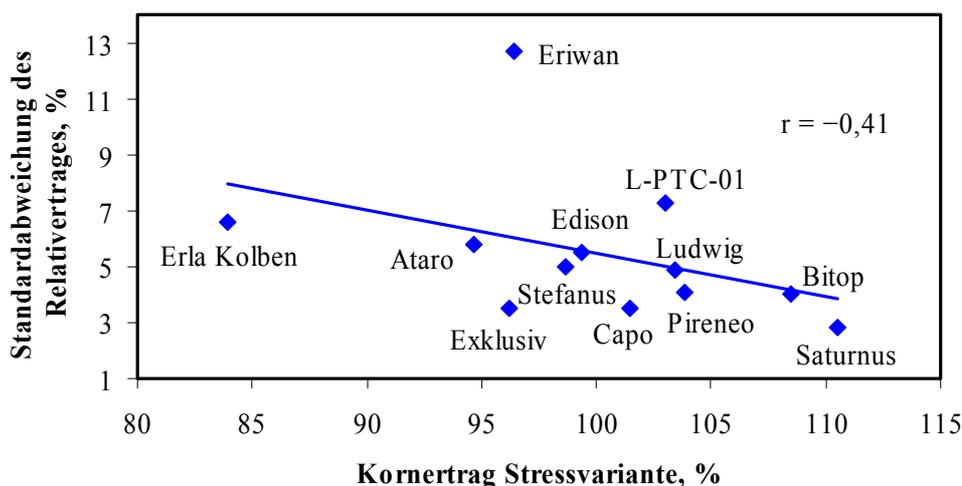


Abbildung 1: Variabilität von mittlerem Kornertrag (6 Versuche 2005 bis 2007) und Ertragsstabilität (Standardabweichung des Relativertrages) der Stressvariante bei 12 Winterweizen-Genotypen

3. Betrachtung:

Auch unter Bedingungen von Wasserknappheit sollen die Sorten möglichst hohe und stabile Erträge bringen. Als Messgröße der Ertragssicherheit wurde die Standardabweichung der Relativerträge (SCHWARZBACH 1989) herangezogen. Ein ertragsstabiler Genotyp erbringt unter verschiedensten Umwelten einen der standörtlichen Güte entsprechenden Ertrag (dynamisches Stabilitätskonzept). Exklusiv, Capo, Pireneo, Bitop und Saturnus erwiesen sich als vergleichsweise ertragssicher. Die Berechnungen zeigen, dass eine hohe Ertragsstabilität unter Stressbedingungen nicht mit einem geringen Potenzial verbunden sein muss.

Zusammenfassung

Dürretoleranz ist eine komplexe Eigenschaft der Pflanzen und von der Widerstandsfähigkeit gegenüber Hitze kaum trennbar. Eine im Freiland durchgeführte mehrfaktorielle Versuchsserie (Jahre 2005 bis 2007, zwei Standorte, zwei Zustände der Wasserversorgung, 12 Winterweizen-Genotypen) in Ostösterreich belegt die Schwierigkeiten, Toleranz gegenüber Wassermangel als prioritäres Zuchtziel zu etablieren. Ausreichend präzise phänologische oder morphologische Selektionskriterien für Unterschiede in der Toleranz gegenüber Trockenheit wurden nicht gefunden. Zudem war die vom induzierten Trockenstress ausgelöste Ertragsreaktion der Genotypen über Orte und Jahre oft wenig reproduzierbar. Die komplexe Ertragsbildung des Getreides, eine Variation im Entwicklungsrhythmus des Sortiments, zeitliche Verschiebungen der Stresseinwirkung sowie eine unterschiedliche Stressintensität dürften Hauptgründe dafür sein.

Die österreichischen Weizenzüchter (Saatzucht Donau, LFS Edelfhof Saatzeit) verwenden Kreuzungseltern aus semiariden Klimagebieten (Ungarn, Slowakei, Bulgarien, Rumänien, Kroatien, Serbien, Türkei usw.). Vor der Anmeldung zur Sortenzulassung werden ergänzende Ertragsprüfungen in Ungarn, der Slowakei und Rumänien durchgeführt. Da der Klimawandel ein allmählicher Prozess ist, dürften neue Weizensorten besser an veränderte Gegebenheiten adaptiert sein. Zukünftig könnten auch molekulare Marker für Stresstoleranz eingesetzt werden. Die Hoffnung auf sprunghafte Erfolge in der Züchtung auf Dürretoleranz (im Sinne von vermindertem Leistungsabfall) ist jedoch wenig realistisch.

Literatur

- BALKO, C., 2004: Untersuchungen zur Selektion auf Trockentoleranz bei Kartoffeln und Ackerbohnen. Vortr. Pflanzenzüchtg. 63, 25-31.
- JONES, H.G., 1979: Visual estimation of plant water status in cereals. J. Agric. Sci. 92, 83-89.
- LUDLOW, M.M. and R.C. MUCHOW, 1990: A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. Adv. Agron. 43, 107-153.
- OBERFORSTER, M. und C. FLAMM, 2007: Reaktion eines Weizensortiments auf induzierten Trockenstress. Vortr. Pflanzenzüchtg. 72, 199-202.
- SCHMALZ, H. und K. KHDIR, 1992: Untersuchungen über die Bedeutung der Grannen des Winterweizens für die Ertragsbildung mit Hilfe von isogenen Linienpaaren. Bericht über die 43. Arbeitstagung 1992 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzeitleiter, Gumpenstein, 171-179.
- SCHWARZBACH, E., 1989: Ertrag und Ertragsstabilität von Sojabohnen in Österreich und angrenzenden Gebieten. Bericht über die 40. Arbeitstagung 1989 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzeitleiter, Gumpenstein, 223-230.

Autoren

DI Michael OBERFORSTER, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien; E-mail: michael.oberforster@ages.at

DI Clemens FLAMM, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien; E-mail: clemens.flamm@ages.at

Ing. Willibald PRIELER, AGES, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien; E-mail: willibald.prieler@ages.at

Anwendung von Malzkeimdünger bei Winterweizen: Erste Erfahrungen im Exaktversuch

HERMANN WASCHL, WALTRAUD HEIN & BERNHARD PROTIWENSKY

Einleitung

Die Nährstoffversorgung im viehlosen, biologisch bewirtschafteten Ackerbaubetrieb stellt immer wieder ein Problem dar und fordert innovative Wege. Über eine entsprechende Fruchtfolge mit der Einschaltung von Körnerleguminosen, Klee- oder Luzernegras kann die Nährstoffzufuhr mit Stickstoff sichergestellt werden, sofern dieser Anteil rund ein Viertel der Gesamtfläche beträgt. Trotzdem ist es aber manchmal sinnvoll, gerade im Hinblick auf Qualitätsparameter, zu einem späteren Zeitpunkt noch Nährstoffe zur Verfügung stellen zu können. Das betrifft beim Weizen den Rohproteingehalt, der Auswirkung auf den ausgezahlten Preis haben kann.

So steht mit Gülle oder Jauche im viehhaltenden Betrieb ein relativ schnell wirksamer Dünger zur Verfügung, der als Kopfdünger durchaus seine Wirkung bei Getreide erfüllen kann. Als Dünger aus pflanzlicher Herkunft zählen Presskuchen aus der Ölgewinnung, wie Raps- oder Sonnenblumenkuchen. Bei Rapskuchen gibt es das Problem des Nachweises der Gentechnikfreiheit, was nicht immer einfach zu beschaffen ist. Auch haben solche Düngemittel durchaus einen stolzen Preis, wobei nur eine scharfe und genaue Kostenkalkulation den Einsatz rechtfertigen kann.

Wirkungsweise von Maltaflor

Bei der Verarbeitung in der Landwirtschaft fallen verschiedene Endprodukte an, die einer sinnvollen weiteren Verwendung zugeführt werden können. So gibt es im Bereich der Nahrungsmittelindustrie, genauer gesagt, bei der Malzerzeugung die Malzkeime, die bei der Vermälzung des Getreides zum Bierbrauen anfallen. Diese bilden die Grundlage für Maltaflor-Dünger, der zu 80 % aus pflanzlichen Stoffen besteht. Zusätzlich zu den Malzkeimen enthält Maltaflor noch Malzstäube mit hoch aufgeschlossenen Kohlenhydraten. Außerdem bilden Nachprodukte aus der Zuckerrüben-Verarbeitung einen wichtigen Anteil von Maltaflor. Über diese Zufuhr ist die Versorgung mit Kalium sicher gestellt.

In erster Linie ist Maltaflor als Nahrungsgrundlage für die Bodenflora gedacht, womit der Nährstoffaufschluss im Boden gefördert und das Pflanzenwachstum stabilisiert wird. So wird ein regelmäßiger Nährstofffluss geschaffen, der die Pflanzen kontinuierlich ernährt. Darüber hinaus steht mit Maltaflor ein leistungsstarkes Düngemittel mit herausragenden pflanzenbaulichen und ökologischen Eigenschaften zur Verfügung.

Dabei liegt Maltaflor nicht nur in fester Form, sondern auch in flüssiger Form vor. Die Hauptanwendung dieses Düngemittels liegt bis jetzt in der Düngung von Sport- und Rasenplätzen, Golf-Green, in der Zierpflanzenproduktion, bei Obst- und Weinkulturen sowie Baumschulkulturen. Ob diese Malzkeimdünger darüber hinaus auch bei landwirtschaftlichen Kulturen eingesetzt werden können, darüber gibt es noch wenig Erfahrung.

Material und Methoden

Um eine ebensolche Wirkung bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu testen, führte die Abteilung Ackerbau des LFZ Raumberg-Gumpenstein in Zusammenarbeit mit der Firma PBI Austria, der österreichischen Vertretung von Maltaflorprodukten, einen ersten Tastversuch mit Winterweizen im Jahr 2006/07 an der Versuchsstation Lambach durch. Dazu wurden im Herbst 2006 vier verschiedene Winterweizensorten angebaut, jede Sorte mit je 4 Düngungsvarianten in je 4 Wiederholungen. Die Sorten waren folgende: ANTONIUS, SATURNUS, STEFANUS, PIRENEO. Diese erhielten im Frühjahr zu verschiedenen Zeitpunkten die unterschiedlichen Düngegaben. Als Kontrolle diente die Nulldüngung, als Vergleichsvariante eine herkömmliche Düngung mit Rapskuchen. Auf Stickstoffbasis der Rapskuchen-Variante wurden beide Maltaflor-Varianten gedüngt. *Tabelle 1* bringt eine Übersicht über die geprüften Varianten.

Maltaflor fest liegt in Form von kleinen Pellets vor, die sich unter Einfluss von Feuchtigkeit allmählich auflösen. Zur Verwendung eines Düngerstreuers sind die Pellets aber zu grob, im Versuch wurden sie händisch ausgebracht. Maltaflor flüssig kann mit einer Feldspritze ausgebracht werden.

Tabelle 1: Düngungsvarianten bei Tastversuch

Block	Art der Düngung	Menge/ha	Zeitpunkt	N-Gehalt
1	ohne			
2	Maltaflor Granulat	1000 kg/ha	Anfang April	4%
		500 kg/ha	Ende Schossen	
3	Rapskuchen	800 kg/ha	Anfang April	5%
		400 kg/ha	Ende Schossen	
4	Maltaflor kombiniert			
	Maltaflor Granulat	1000 kg/ha	Anfang April	4%
	Maltaflor Liquid	500 l/ha	Ährenschieben	4%

Ergebnisse und Diskussion

Das erste Jahr mit der Anwendung von Maltaflor kann nur als Tastversuch gesehen werden. Die Ergebnisse daraus waren aber so viel versprechend, dass eine weitere Prüfung zumindest bei Winterweizen vorgesehen ist.

Die Kornerträge waren nicht gerade überragend, können aber auch nicht als schlecht bezeichnet werden. Im Versuchsmittel wurden 37,83 dt/ha erzielt; wobei alle Varianten bis auf die kombinierte Düngung in jedem Fall mehr als die Nulldüngung erreichten. Bei dieser mit festem und flüssigem Maltaflor gedüngten Variante hat die Düngung keine positive Wirkung auf den Kornertrag. Weil bei derartigen Versuchen auch der Strohertrag von Interesse ist, wurde dieser bei der Ernte ebenfalls gewogen. Der Versuchsmittelwert liegt nur knapp unter jenem des Kornertrages, und zwar beträgt dieser 36,83 dt/ha. Hier ist der Effekt der Düngung in jeder Variante deutlich zu sehen (*Tabelle 2*).

Tabelle 2: Korn- und Stroherträge, sowie Rohproteingehalte

Sorte	Düngungsvariante	KOER	KOER	RP-Gehalt	RPER	STRE	STRE
		dt/ha abs.	% rel.%	g/kg TM abs.	kg/ha abs.	dt/ha abs.	% rel%
Antonius	Nulldüngung	37,78	107,4	104,2	393,67	36,25	112,6
Saturnus	Nulldüngung	32,93	93,6	111,7	367,83	30,30	94,1
Stefanus	Nulldüngung	33,63	95,6	105,5	354,80	29,50	91,6
Pireneo	Nulldüngung	36,40	103,4	104,7	381,11	32,73	101,7
Antonius	Maltaflor fest	43,35	123,2	118,5	513,70	42,60	132,3
Saturnus	Maltaflor fest	38,15	108,4	138,2	527,23	35,05	108,9
Stefanus	Maltaflor fest	39,05	111,0	124,5	486,17	34,13	106,0
Pireneo	Maltaflor fest	42,95	122,1	123,4	530,00	38,85	120,7
Antonius	Rapskuchen	41,50	117,9	131,2	544,48	42,50	132,0
Saturnus	Rapskuchen	36,85	104,7	141,6	521,80	38,90	120,8
Stefanus	Rapskuchen	38,70	110,0	129,7	501,94	34,80	108,1
Pireneo	Rapskuchen	40,98	116,5	130,2	533,56	37,60	116,8
Antonius	Maltaflor fest u. flüssig	37,70	107,1	170,4	642,41	39,53	122,8
Saturnus	Maltaflor fest u. flüssig	34,90	99,2	186,4	650,54	37,35	116,0
Stefanus	Maltaflor fest u. flüssig	33,58	95,4	178,3	598,73	37,78	117,3
Pireneo	Maltaflor fest u. flüssig	35,35	100,5	178,4	630,64	41,43	128,7
	Versuchsmittel Nulldüng.	35,19	100,00	106,5	511,16	32,195	100

Die Rohproteingehalte zeigen eine deutliche Wirkung in Abhängigkeit zur Düngung. In Abweichung zur Nullvariante liegen die gedüngten Varianten wesentlich darüber, speziell die kombinierte Variante mit festem und flüssigem Maltaflor. Bei dieser Variante wurde die flüssige Form als Blattdüngung gegeben, was sich absolut positiv auf den Proteingehalt ausgewirkt hat. Natürlich zeigen sich hier die sortenbedingte Unterschiede im Rohproteingehalt. Das einzige Problem war eine Dunkelfärbung der

Ähren, dort, wo dieser Blattdünger ausgebracht wurde, und in Folge eventuell ein stärkerer Befall mit Schwärzepilzen. Dieser Punkt wird in Zukunft genauer zu beobachten sein.

In *Abbildung 1* werden die Abweichungen von den jeweiligen Nullvarianten jeder Sorte im Korn- und Strohertrag dargestellt. Hier wird nochmals deutlich, dass beim Stroh jede Form der Düngung wirksam wurde, beim Korn bis auf die kombinierte Maltaflor-Variante auch alle. Nur dabei zeigen sich geringe Abweichungen unter die 100 %.

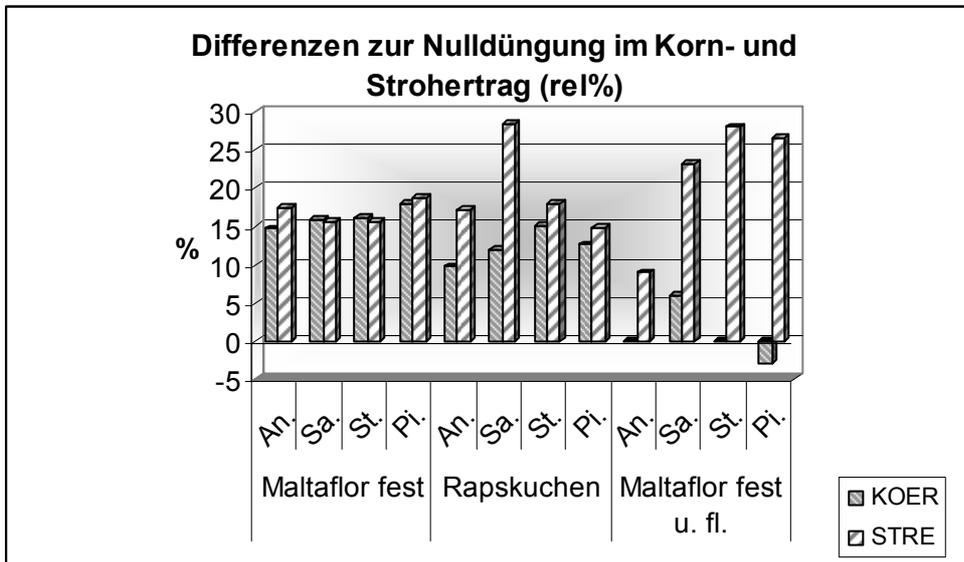


Abbildung 1: Abweichungen von Nulldüngung im Korn- und Strohertrag

Zusammenfassung

In einem Tastversuch an der Außenstelle Lambach der Abteilung Ackerbau des LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde die Anwendung eines pflanzlichen Düngers auf Malzkeimbasis an Winterweizen getestet. Bisher wurde dieser Dünger, der in fester und flüssiger Form vorliegt, hauptsächlich auf Rasen- und Sportplätzen verwendet, sowie im Obst- und Weinbau. Bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen wurde dieser Dünger bisher noch nicht eingesetzt. Um die Wirkung auf eine allfällige Erhöhung des Rohproteingehaltes bei Winterweizen zu prüfen, wurde dieser Versuch angelegt.

Auch wenn es sich hier um einjährige Ergebnisse handelt, zeigt sich doch eine deutliche Zunahme des Rohproteingehaltes bei den einzelnen Düngungsvarianten. Im Kornertrag kommt diese Tatsache nicht so eindeutig zum Tragen, im Strohertrag schon.

In weiteren Versuchen in den kommenden Jahren soll diese Frage abgeklärt werden, in welchem Ausmaß der Rohproteingehalt durch Malzkeimdünger, in welcher Form, ob fest oder flüssig, und zu welchem Zeitpunkt, zu erhöhen ist.

Summary

In a small field trial the new fertilizer Maltaflor was tested in winter wheat. This fertilizer can be applied in a solid form and as a fluid. Until now the fertilizer was applied to lawn and places which need a dense sward or for fruits and rapes. The application to crops was not tested until now. We wanted to test the effect on the increasing of the row-protein content of winter wheat in a field trial.

An increase of the row-protein content could be shown by application of Maltaflor, but in kernel-yield this effect could not be demonstrated as well.

Autoren

Ing. Hermann WASCHL und DI Waltraud HEIN, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning e-mail: hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at; Bernhard PROTIWENSKY, PBI Austria, Fabriksplatz 1/22, 4662 Steyrermühl

Winterweizen im Biolandbau: Sorten aus Österreich, der Schweiz, oder Weizenmischungen?

WALTRAUD HEIN, HERMANN WASCHL & HERBERT HUSS

Einleitung

Winterweizen stellt auch im Biolandbau die wichtigste Getreideart dar, besonders, wenn es um die Erzeugung von Qualitätsweizen geht. Gerade im Biolandbau spielt die Sortenwahl im Hinblick auf Krankheitsanfälligkeit, Ertrag und Qualität eine wesentlich größere Rolle als im konventionellen Anbau. Von den in die Österreichische Sortenliste eingetragenen Weizensorten werden 28 zu den Qualitätsweizen gezählt, davon hat rund ein Drittel stärkere Bedeutung im Biolandbau. Daneben gibt es aber noch eine Reihe ausländischer Sorten, wie beispielsweise Sorten aus der Schweiz, die für Biobauern von Interesse sind, über die aber nur wenige Daten unter österreichischen Standortbedingungen vorliegen.

Zudem kommt von Biobauern immer wieder die Forderung nach Mischungen verschiedener Weizensorten am Feld, um eventuell eine stärkere Krankheits- oder Lageranfälligkeit einer Sorte durch eine zweite zu kompensieren. Auch von der Morphologie her sind Mischungen eventuell sinnvoll, weil durch ein breiteres Blatt der einen oder anderen Sorte das Unkraut besser unterdrückt wird als durch ein schmalblättriges. Auch wird immer wieder die Vermutung laut, dass der Rohproteingehalt zweier oder mehrere Sorten höher als bei nur einer Sorte ist. Um diese Fragen zu überprüfen, wurden einige Versuche mit Winterweizen an unterschiedlichen Standorten angelegt; allerdings steht bei den meisten Versuchen nur ein einjähriges Ergebnis zur Verfügung.

Material und Methoden

Um über die oben aufgeworfenen Fragen Klarheit zu erhalten, wurden an der Außenstelle Lambach der Abteilung Ackerbau in den vergangenen zwei Jahren Versuche mit Schweizer Sorten und Weizenmischungen angelegt. Im Vergleich dazu standen einige etablierte Weizensorten, die in der Österreichischen Sortenliste eingetragen sind, ebenfalls im Versuch. Teilweise wurden die Sorten noch mit einigen Mischungen ergänzt. Im Jahr 2006/07 standen zwei derartige Versuche außerhalb der Versuchsstation auf Praxisbetrieben in Oberösterreich. Zusätzlich wurde noch an der Zentrale der Abteilung, am Moarhof, ein Weizen-Mischungsversuch angelegt.

Der Winter 2005/06 war sehr streng, eine überaus lange geschlossene Schneedecke führte zu starken Auswinterungsschäden. Dabei schnitt der Winterweizen im Vergleich zu den übrigen Getreidearten relativ gut ab und die Ergebnisse dieses Versuches konnten ausgewertet werden.

Im Gegensatz dazu war der Winter 2006/07 überaus mild, mit nur wenig Schnee und moderaten Temperaturen. So gab es im Frühjahr 2007 keine bösen Überraschungen, was die Winterungsversuche betraf. Sogar am Moarhof, der dem inneralpinen Klimagebiet zugeordnet wird, zeigten sich keine Auswinterungsschäden.

Das Sortenspektrum umfasste folgende Sorten an den Standorten in Oberösterreich und am Moarhof: Die beiden Versuche in Lambach in zwei aufeinander folgenden Jahren wiesen dasselbe Sortenspektrum auf, und zwar waren dies: CAPO, SATURNUS, ERLA KOLBEN (eingetragene Sorten), ASZITA, POLLUX, ATARO, WENGA (Schweizer Sorten) und die Mischungen CAPO:SATURNUS:POLLUX und ERLA KOLBEN:ASZITA:CAPO. Für die beiden Versuche auf Praxisbetrieben wurden folgende Sorten verwendet: SATURNUS, ERLA KOLBEN, EXKLUSIV, ANTONIUS (eingetragene Sorten), ASZITA (Schweizer Sorte), SIPBACHZELLER und RINNER WINTERWEIZEN (alte Sorten) und einige Mischungen aus den oben angeführten Sorten. Am Moarhof standen neben CAPO, SATURNUS, ERLA KOLBEN auch ESTEVAN und PIRENEO und einige Mischungen mit zwei oder drei Partnern.

Alle pflanzenbaulichen Maßnahmen erfolgten wie bei den übrigen Weizenversuchen. Die Ernte kann erst dann durchgeführt werden, wenn die späteste Sorte reif ist, wie das in jedem Sortenversuch üblich ist, wobei auf Grund der heißen Julitage die Reife relativ rasch und gleichmäßig erfolgte und Unterschiede in der Reife keine Rolle spielten. Unter anderen Witterungsverhältnissen wären solche zeitlichen Unterschiede vielleicht stärker zum Tragen gekommen.

Ergebnisse und Diskussion

Versuche Lambach

Bei den beiden Versuchen in Lambach mit den Schweizer Sorten konnten folgende Ergebnisse erzielt werden, wie in *Abbildung 1* dargestellt wird.

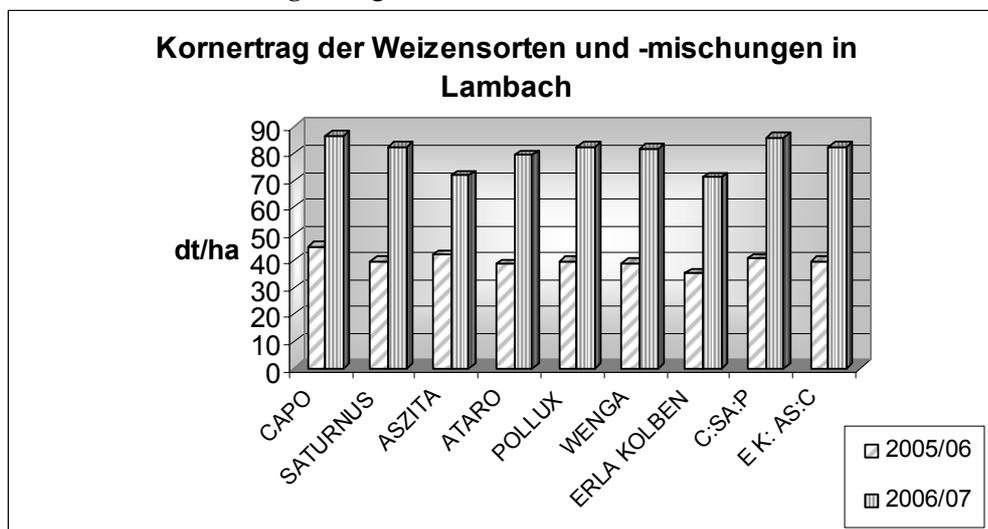


Abbildung 1: Ergebnisse der Weizenversuche Lambach der Jahre 2005/06 und 2006/07

Bei diesen beiden Versuchen sieht man deutlich die unterschiedliche Jahreswitterung und den Unterschied zwischen einem strengen und milden Winter. Von der Düngung her wurden beide Versuche gleich behandelt, und zwar mit Rindergülle und Rapskuchen, was in Summe rund 75 kg/ha Stickstoff ausmacht. Im Jahr 2005/06 gab es auch beim Winterweizen gewisse Auswinterungserscheinungen, deshalb sind die Kornerträge nur halb so groß wie im Jahr darauf.

Versuche auf Praxisbetrieben

Im Herbst 2006 wurden auf zwei Praxisbetrieben in Oberösterreich Exaktversuche mit 12 Sorten, bzw. Sortenmischungen angelegt. Das Sortenspektrum umfasste neben eingetragenen Sorten eine Schweizer Sorte, 2 Sorten aus der Liste seltener Kulturpflanzen und 5 Mischungen. Beide Versuche wurden jeweils am selben Tag angebaut und geerntet. Von der Vorfrucht und den Pflegemaßnahmen sowie von der Bodenart gab es betriebsbedingte Unterschiede. Die Ergebnisse gehen aus *Tabelle 1* hervor.

Tabelle 1: Korn- und Rohproteinerträge sowie Rohproteingehalte der Versuche in Oberösterreich

Sorte	Kornertrag (dt/ha)		Rohproteingehalt (g/kg TM)		Rohproteinertrag (kg/ha)	
	Schwanenstadt	Gaspoltshofen	Schwanenstadt	Gaspoltshofen	Schwanenstadt	Gaspoltshofen
Erla Kolben	43,45	45,83	103,3	106,2	448,84	486,71
Exklusiv	43,25	48,08	105,9	108,3	458,02	520,71
Saturnus	48,05	49,73	109,9	112,2	528,07	557,97
Aszita	43,95	44,18	112,3	117,5	493,56	519,12
Antonius	48,03	53,65	103,9	105,5	499,03	566,01
Erla Kolben: Exklusiv	39,85	52,53	105,8	110,4	421,61	579,93
Erla Kolben: Saturnus	49,38	49,33	106,0	111,8	523,43	551,51
Aszita: Exklusiv	40,90	45,90	110,5	114,4	451,95	525,10
Antonius: Exklusiv	46,63	54,40	106,5	108,0	496,61	587,52
Erla Kolben: Antonius	48,95	47,70	104,6	106,1	512,02	506,10
Sipbachzeller	39,20	35,05	111,1	145,5	435,51	509,98
Rinner Winterweizen	40,45	45,60	111,7	114,5	451,83	522,12
Versuchsmittel	44,34	47,67	107,6	113,4	476,71	536,06
GD 95%	5,4	5,91				

Hier zeigt sich eine relativ gute Übereinstimmung der Ergebnisse bis auf den Rohproteingehalt der Sorte Sipbachzeller am Standort Gaspoltshofen. Diese Sorte hat nur an einem der beiden Standorte einen wesentlich höheren Rohproteinwert ergeben, wobei alle Sorten in Gaspoltshofen besser abgeschnitten haben als in Schwanenstadt, wie aus dem Mittelwert ersichtlich wird.

Versuch Moarhof

Im Versuch am Moarhof wurden keine Schweizer Sorten angebaut, hier standen im Vergleich zu den Sorten in Reinsaat verschiedene Sortenmischungen. Für diesen Standort waren die erzielten Ergebnisse relativ zufriedenstellend, wie aus *Abbildung 2* hervorgeht, auch wenn diese unter den Ergebnissen von Oberösterreich liegen.

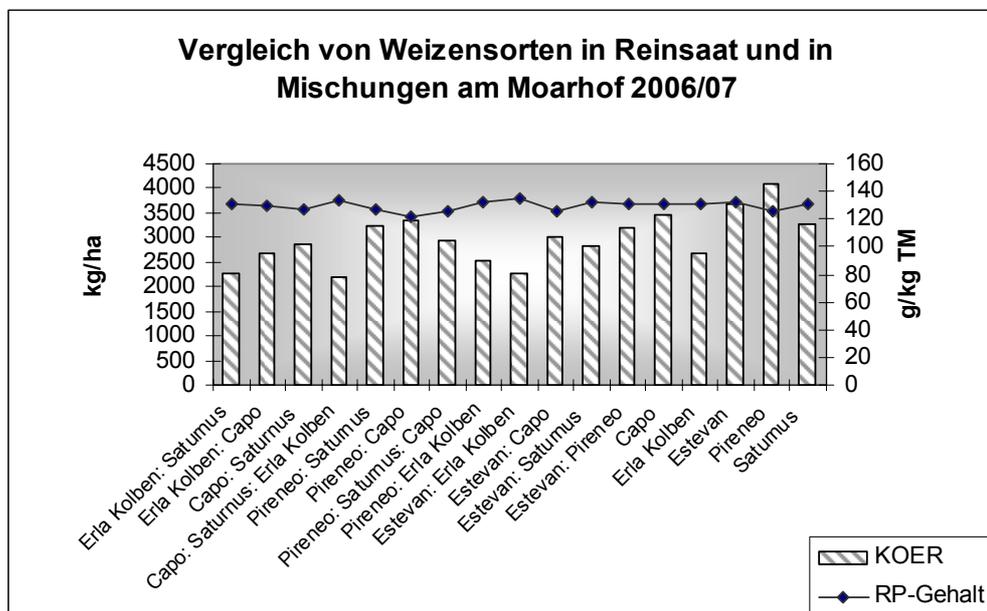


Abbildung 2: Kernerträge und Rohproteingehalte des Weizenversuches Moarhof 2006/07

Hieraus geht hervor, dass die Mischungen weder im Ertrag noch im Rohproteingehalt höher liegen als die Sorten in Reinsaat. Die verwendeten Sortenmischungen standen immer im Verhältnis 1:1.

Zusammenfassung

Die bisher durchgeführten Versuche mit Schweizer Sorten und Sortenmischungen zeigten bisher keine Überlegenheit der einen oder anderen Sorte. Die Mischungen haben nur ansatzweise eine Verbesserung jener Ergebnisse der Reinsaaten gebracht, und zwar in Lambach im zweiten Versuchsjahr. Dort erwies sich die Schweizer Sorte Pollux als gleichwertig mit den Sorten Capo und Saturnus. Die Sorte Aszita konnte in keinem Fall mit den eingetragenen Sorten mithalten.

Eine Überlegung, die Sorten in anderen Mischungsverhältnissen anzubauen, wird im nächsten Jahr verwirklicht; vielleicht lassen sich daraus andere positive Effekte erzielen.

Summary

In the trials with the varieties from Switzerland and the mixtures could not be found out a superiority of a specific variety. The mixtures show only a small improvement of the pure varieties, especially in Lambach in the second year. There the Swiss variety Pollux was as well as the varieties Capo and Saturnus. The Swiss variety Aszita could not reach the yield of the Austrian varieties.

Autoren

DI Waltraud HEIN, Ing. Hermann WASCHL und Dr. Herbert HUSS, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning, e-mail: waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Miscanthus in alpinen Lagen: Möglichkeiten und Probleme

HERMANN WASCHL, WALTRAUD HEIN & HANNES ROHRER

Einleitung

Miscanthus, auch Chinaschilf oder Elefantengras genannt, stammt aus Südostasien und wächst dort unter klimatisch günstigen Bedingungen. Bei einer Wuchshöhe bis zu fünf Metern kann dieses Gras eine beachtliche Menge an organischer Masse produzieren. In Europa wurde Miscanthus in den 80-er Jahren als Kulturpflanze entdeckt und diente damals in erster Linie zur Begrünung von Stilllegungsflächen. Auch wurden Wiesenflächen, die sonst nicht optimal genutzt werden können, oft damit bebaut. Später entdeckte man Miscanthus als Energiegras, dessen Produkt, die trockene Pflanzenmasse, zu Verbrennungszwecken dient. Als biogenes Heizmaterial gewinnt Miscanthus immer noch an Bedeutung, weil inzwischen auch die Heiztechnik so ausgereift ist, dass es sich angesichts der attraktiven Produktionskosten lohnt, diese Pflanze anzubauen. Außerdem ist Miscanthus weitgehend mechanisierbar, und zwar mit herkömmlichen Maschinen, woraus sich der ausgesprochene Boom dieser Pflanze erklären lässt. Zusätzlich kann Miscanthus noch als Baustoff Verwendung finden, weil die Kombination von Miscanthus und Zement unter Beifügung eines kostengünstigen und ungiftigen Mineralisators einen Baustoff ergibt, der sogar für tragende Bauteile geeignet ist. Weitere Möglichkeiten zur Verwendung für Miscanthus bestehen zum einen als Basis für hochwertige Kunststoffe für den Auto-Karosseriebau, zum anderen als Tee zum Entwässern für den Organismus sowie als Brennstoff zur Energiegewinnung in Kraftwerken.

Pflanzenbauliche Grundlagen

Botanisch zählt Miscanthus zu den Süßgräsern und stellt einen Hybriden aus *Miscanthus sacchariflorus* und *Miscanthus sinensis* dar. Es bildet dichte bis lockere Horste und verfügt über eine weitläufige, kriechende Rhizomstruktur. Miscanthus treibt jedes Jahr wieder neu aus, der Spross allerdings stirbt über den Winter ab. Durch seine Eigenschaften als C₄-Pflanze verfügt Miscanthus über ein starkes vegetatives Pflanzenwachstum und kann die eingestrahelte Sonnenenergie speziell nutzen. Daher rührt auch seine besondere Eignung als Biomassegras her.

Pflanzung

Die Auspflanzung erfolgt normalerweise mittels Rhizomstücken im Frühjahr ab Mitte April bis Mitte Mai. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, Miscanthus auch im Frühherbst zu pflanzen, wobei mit diesem Termin die Gefahr der Auswinterung steigt.

Die Bodenvorbereitung kann mit dem Pflug erfolgen, und zwar bis zu 20 cm, danach sollen aufgelaufene Unkräuter mit der Egge bekämpft werden. Grundsätzlich kann die Pflanzung auch in Frässtreifen vorgenommen werden.

Die einmalige Pflanzung und anschließende jahrelange Nutzung trägt zur Kostenersparnis bei, weil Bodenbearbeitung und Auspflanzung nur einmal in 20 oder 30 Jahren anfallen. Auch der Boden wird nur selten befahren, am ehesten zur Ernte im zeitigen Frühjahr.

Düngung

Was die Düngung anbelangt, so soll im Normalfall im Pflanzjahr kein Stickstoff gegeben werden, weil dieser die Abreife der Jungpflanzen verzögert und dadurch die Gefahr der Auswinterung größer ist. Im konventionellen Betrieb, wie die meisten Miscanthusbestände in Österreich, können mäßige Gaben mit Kalium, Phosphor und Magnesium sinnvoll sein, in der Höhe von 30 kg/ha P₂O₅, 70 kg/ha K₂O und 20 kg/ha MgO. Im ersten Standjahr empfiehlt sich zur rascheren Kräftigung des Bestandes eine Düngung mit 50 – 70 kg/ha Stickstoff, 40 – 60 kg/ha P₂O₅, 80 – 100 kg/ha K₂O und bis zu 30 kg/ha MgO. In den weiteren Jahren wird eine Düngung je nach Nährstoffentzug propagiert, und zwar rechnet man mit einem Entzug je Tonne in reifem Pflanzenmaterial von: 2,0 kg N; 0,1 kg P₂O₅; 3,5 kg K₂O und 0,1 kg MgO.

Bei biologischer Bewirtschaftung bleibt nur die Möglichkeit einer Gülledüngung, die aber wegen des üppigen Blattapparates schwierig auszubringen ist. Die Gülle kann nicht direkt auf den Boden gelangen, wodurch es zu Nährstoffverlusten, auch in Gasform, kommt.

Pflanzenschutz

Was den Pflanzenschutz betrifft, sind nur die ersten drei Jahre kritisch zu bewerten, weil danach der Pflanzenbestand so dicht sein sollte, dass es zu keiner Unkrautbildung mehr kommen kann. Das Pflanzjahr ist sicher im Hinblick auf die Verunkrautung ein schwieriges, weil die jungen Miscanthuspflanzen gegenüber Unkräutern äußerst konkurrenzschwach sind. Im konventionellen Betrieb gibt es nur ganz wenige zugelassene Pflanzenschutzmittel; grundsätzlich können alle im Maisbau zugelassenen Mittel auch für Miscanthus verwendet werden. Im biologischen Betrieb muss man die Unkrautbekämpfung entweder mit einem Hackgerät vornehmen, allerdings darf nicht zu eng an die Jungpflanzen herangearbeitet werden oder man versucht es mit einer händischen Bearbeitung.

Ernte

Die Ernte kann frühestens ab dem zweiten Jahr durchgeführt werden, früher macht es keinen Sinn. Geerntet wird im zeitigen Frühjahr, wenn das Erntegut eine Feuchtigkeit von maximal 20 % aufweist. Normalerweise reifen Miscanthusbestände ab Oktober ab und bleiben über den Winter stehen. Hierfür sind schneereiche Regionen nicht geeignet, weil der Schneedruck zu einer Lagerung der Pflanzen führt, was sich bei der Ernte negativ auswirken kann. Der Erntezeitpunkt richtet sich nach dem Wassergehalt des Materials und geht bis zum Wiederaustrieb der Rhizome. Dann kann es durchaus sein, dass die Feuchtigkeit des Erntegutes nur mehr 15 % beträgt, was zu einer uneingeschränkten Lagerung dieses Materials führt.

Zur Durchführung der Ernte eignen sich Maishäcksler mit reihenunabhängigen Schneidwerken. Das Raumgewicht von Miscanthushäcksel beträgt ca. 100 – 120 kg/m³; welches durch die Verwendung eines Abschiebewagens zur Verdichtung auf 120 - 140 kg/m³ erhöht werden kann.

Geerntet wird nach Möglichkeit im stehenden Bestand und erstreckt sich je nach Witterung bis spätestens Mitte Mai. Gerade frisch austreibende Pflanzen, die bei einem späten Erntetermin mit einer Erntemaschine, bzw. Ladewagen überfahren werden, erleiden keinen nennenswerten Schaden.

Je nach weiterem Verwendungszweck wird entweder Häckselgut erzeugt oder der Bestand wird in Ballen gepresst.

Material und Methoden

Im Jahr 2006 wurde ein kleiner Versuch im Ennstal auf einer biologisch bewirtschafteten Fläche angelegt. Die 300 Jungpflanzen stammten von der Versuchsstation Großenzersdorf der Universität für Bodenkultur und waren zum Pflanzzeitpunkt schon relativ groß. Vorfrucht auf dieser Fläche war Dauerriese, die im Frühjahr 2006 geackert wurde. Die Jungpflanzen wurden Anfang Juni mit unterschiedlichen Pflanzabständen von 1, 1,5 und 2 m im Quadrat ausgepflanzt. Der größte Anteil der Jungpflanzen wurde mit dem Pflanzabstand von 1 m² gesetzt; bei den beiden anderen Varianten wurden nur wenige Pflanzen verwendet. Es zeigte sich aber von Anfang an, dass die Variante mit 1 m² die beste im Hinblick auf die Verunkrautung ist; bei den Varianten 2,25 und 4 m² zeigte sich wesentlich mehr Unkraut. In der Zwischenzeit wurden bei der Variante 2 x 2 m in den Zwischenräumen bei 1 m² je ein weiteres Rhizom gesetzt, die in der Entwicklung weit hinter den ursprünglichen Pflanzen zurück sind.

Die Unkrautbekämpfung erfolgte händisch, was auf dieser kleinen Versuchsfläche möglich ist. Gedüngt wurde im Pflanzjahr nicht, erst im Frühjahr 2007 wurde eine Güllegabe von 15 m³ gegeben, was nach den chemischen Analysen rund 50 kg/ha Stickstoff ausmachte.

Ergebnisse und Diskussion

Der Bestand entwickelte sich relativ gut, besonders die Pflanzen mit einem Pflanzabstand von 1 m² erreichten eine Wuchshöhe von 1,8 bis über 2 m und zeigten auch eine Zunahme in der Dichte. Das eigentliche Problem stellte der frühe Wintereinbruch in der ersten Novemberhälfte dar, wo es innerhalb von wenigen Tagen mehr als einen halben Meter Neuschnee gab, welcher auf die noch nicht völlig abgestorbenen Pflanzen traf. Dadurch knickten einige Pflanzen, bzw. die höchsten Stämme fielen

in Windrichtung um und lagern seither. Nach einer längeren Schönwetterperiode Ende Februar gab es im März und Anfang April einige Male Neuschnee, was in der Folge zu weiterer Lagerung noch stehender Pflanzen führte.

Bei der ersten Ernte im Frühjahr 2008 wurden folgende Trockenmasse-Erträge gewonnen:

Variante 1 x 1m = 6121 kg/ha; Variante 1,5 x 1,5m = 1454 kg/ha und die Variante 2 x 2m = 1217 kg/ha. Diese Erträge klingen äußerst bescheiden, sind aber für die erste Ernte durchaus tolerierbar. Die Trockenmasse-Gehalte sind mit rund 90 % für diese Nutzung sehr günstig. Die Ergebnisse der chemischen Analyse haben folgende Werte ergeben (g/kg TM): 22 RP, 514,3 Rfa, 9,06 Rfe, 429,29 NFE, 25,35 Asche, 597,9 ADF, 106 ADL.

Die Ernte mit einem einreihigen Maishäcksler erwies sich als technisch nicht durchführbar; wegen der überschaubaren Fläche wurde händisch geerntet. Das Problem besteht in gewissen Regionen sicher in der Nicht-Verfügbarkeit benötigter Maschinen, was den Anbau von neuen Kulturen zu einem Risiko macht.

Zusammenfassung

Bei diesem kleinen Versuch mit Miscanthus im alpinen Gebiet unter biologischen Produktionsbedingungen konnten bis jetzt erst die Jugendentwicklung und die erste Ernte beobachtet werden. Die unterschiedlichen Pflanzabstände von 1, 1,5 und 2 m im Quadrat konnten sofort im Hinblick auf die Konkurrenz durch Unkräuter und das Pflanzenwachstum beurteilt werden, weil alle Pflanzabstände, die zu groß sind, negative Auswirkungen auf die Entwicklung haben. Das Setzen der Jungpflanzen Anfang Juni bereitete nicht einmal im Hinblick auf eine sehr trockene Folgeperiode Probleme. Den ersten Winter überstanden die Jungpflanzen gut, im zweiten Winter bereitete ein sehr früher Wintereinbruch in punkto Lagerung Schwierigkeiten. Die erste Ernte erfolgte Anfang April, die Trockensubstanz lag bei 10,5 %; die Erträge waren sehr bescheiden und machten in der besten Variante etwas mehr als 6000 kg/ha aus.

Summary

In this small field trial we tried to test Miscanthus under alpine climate in organic farming. The seedlings were planted in June 2006 in three different plant distances with 1; 2,25 and 4 m². The establishment of the plants was best with 1 m² and weeds could not spread so well. The first winter was without problems, the second started with much snow in the beginning of November; so the plants were lodging during the winter. The first harvest took place in spring 2008; the dry-matter-yield was very low, even by the wide plant distances. The best yield could be reached in the variant 1 x 1; here 6100 kg/ha was the dry-matter-yield. The dry matter content was very low, it reached about 10 % water content.

Autoren

Ing. Hermann WASCHL, DI Waltraud HEIN und Hannes ROHRER, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning, e-mail: hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at

Körnerleguminosen im Artenvergleich. Ergebnisse aus dem Bionet-Projekt

WALTRAUD HEIN, HERMANN WASCHL & MANUEL BÖHM

Einleitung

Körnerleguminosen sind ein wichtiger Bestandteil von Fruchtfolgen. Einen besonderen Stellenwert haben sie im Biolandbau, weil gerade in viehlosen Betrieben über Körnerleguminosen die Möglichkeit besteht, die Nährstoffversorgung mit Stickstoff sicher zu stellen. Als Stickstoffsammler leisten Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen, Sojabohnen oder Linsen einen wichtigen Beitrag zum Wachstum und einer optimalen Entwicklung dieser Pflanzen selbst, aber auch jener, die als Nachfrucht angebaut werden. Trotzdem stellt sich für jeden Landwirt die Frage, welche Art von Körnerleguminosen angebaut werden sollen, was sich in erster Linie aus den Standortsbedingungen und seinen übrigen Kulturen ergibt. Ackerbohnen sind eher für feuchtere Lagen geeignet, Erbsen und erst recht Linsen für Trockengebiete; Sojabohnen benötigen ein warmes Klima mit entsprechendem Niederschlag. Zudem sollen Körnerleguminosen 25 % in der Fruchtfolge nicht übersteigen, weil das Risiko der Übertragung bestimmter Krankheiten und Schädlinge dann wesentlich größer ist.

Material und Methoden

Im Rahmen eines österreichweiten Bioprojektes ging es darum, das Ertragspotenzial verschiedener Körnerleguminosen-Arten auf unterschiedlichen Standorten auszutesten. Dafür wurden in den Jahren 2006 und 2007 in Oberösterreich sowohl Exaktversuche als auch Streifenversuche auf Praxisbetrieben angelegt. Besonders bei Sojabohnen spielt die Unkrautbekämpfung eine wichtige Rolle, weil die Jugendentwicklung meist langsam vor sich geht, während sich das Unkraut wesentlich schneller entwickelt. Innerhalb dieser Versuche wurden einheitliche Sorten bei den einzelnen Arten verwendet. Zusätzlich wurde mit der Einsaat von Leindotter versucht, das Unkrautproblem in den Griff zu bekommen.

Die Standorte waren im Jahr 2006: Lambach (Versuchsstation) und Polling/Innviertel, beide Versuche umfassten Exaktversuche mit Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen und Sojabohnen. In Lambach gab es noch zusätzliche Varianten, eine ohne Untersaat, eine mit Leindotter-Untersaat mit 4,5 kg/ha.

Im Jahr 2007 wurde wieder ein Exaktversuch in Lambach angebaut, wobei in diesem Jahr die Lupinen fehlten, dafür gab es aber zwei unterschiedliche Saatstärken einer Leindotter-Untersaat. Bei der Sojabohne wurden zwei Sorten verwendet, wobei jene aus dem Jahr 2006 wieder dabei war. Daneben wurden etliche Streifenversuche auf Praxisbetrieben angelegt, die aber alle wegen technischer Probleme nicht ausgewertet werden konnten.

Ergebnisse und Diskussion

Bei den bisher durchgeführten Versuchen konnten nur bescheidene Erträge erzielt werden. Im Jahr 2006 war das Frühjahr sehr lange kalt und feucht, sodass die Sojabohnen keine günstigen Aufgangsbedingungen vorfanden. Im Jahr 2007 war die Witterung gegenteilig, ein warmer, sehr trockener April sorgte für Aufgangsprobleme bei allen Körnerleguminosen. Dazu kam der vorangegangene milde Winter, der zu einer starken Unkrautvermehrung bei Hirsen führte. Dieser Umstand machte vor allem bei allen Praxisversuchen Probleme, weshalb es aus dem Jahr 2007 dazu keine Versuchsergebnisse gibt.

Generell erhoben wurden die Ertrags- und Qualitätsdaten, dazu kamen aber auch Zählungen der Pflanzenzahl/m², die Ermittlung der Wuchshöhe und eine genaue Beobachtung der Entwicklung der Unkrautflora. Ebenso wurde der Krankheits- und Schädlingsbefall aufmerksam beobachtet. Nach der Ernte wurden Proben zur weiteren chemischen Analyse ins chemische Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein gebracht und dort auf ihren Wasser- und Rohproteingehalt untersucht. Danach wurde noch das Tausendkorngewicht ermittelt.

In *Tabelle 1* werden die Daten aus dem Jahr 2006 dargestellt, wobei die beiden Exaktversuche Lambach und Polling vom Versuchsdesign weitgehend identisch waren.

Tabelle 1: Körnerträge und Rohproteingehalte der beiden Versuche im Jahr 2006

Kulturart	Sortenname	Untersaat	KOER kg/ha	RPG% g/kgTM (87 % TS)	RPER kg/ha
-----------	------------	-----------	---------------	-----------------------------	---------------

Polling

Körnererbse	Santana	ohne	2191,93	302,3	662,62
Ackerbohne	Bioro	ohne	3072,70	332,7	1022,29
Sojabohne	Merlin	ohne	2727,76	427,3	1165,57

Lambach

Körnererbse	Santana	ohne	3198,64	231,8	741,52
Ackerbohne	Bioro	ohne	948,92	318,9	302,61
Sojabohne	Merlin	ohne	312,60	407,7	127,47
Körnererbse	Santana	mit Leindotter	2868,31	270,2	775,02
Ackerbohne	Bioro	mit Leindotter	1183,70	330,9	391,69
Sojabohne	Merlin	mit Leindotter	131,80	400,2	52,76

Die Lupinen waren im Ertrag so schwach, dass die Ergebnisse nicht mit ausgewertet werden konnten. Bei den Sojabohnen in Lambach bestand das Problem mit Hasenfraß ganz massiv, sodass auch bei dieser Kulturart die Erträge äußerst schwach waren. Die Leindotteruntersaat entwickelte sich sehr gut und üppig, was bei den Ackerbohnen nur wenig bis keinen Einfluss zeigte. Die einzelnen Kulturarten wurden zu unterschiedlichen Ernteterminen gedroschen.

Im Jahr 2007 konnte nur der Versuch in Lambach ausgewertet werden; die Ergebnisse sind der *Abbildung 1* zu entnehmen.

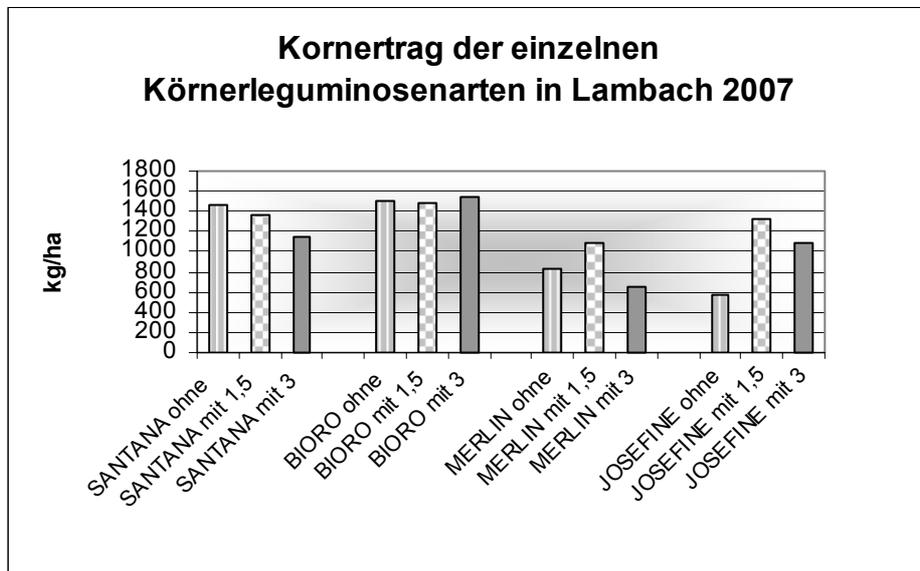


Abbildung 1: Körnerträge der Körnerleguminosen in Lambach 2007

Die Erträge im Jahr 2007 lagen teilweise unter jenen des Vorjahres, die beiden Untersaatvarianten fielen durch schlechten Aufgang und einen sehr dünnen Bestand auf. Daher kann kaum ein Einfluss auf die Kulturpflanzen von der Untersaat ausgehen. Die Ackerbohne hat sich am besten bewährt am Feuchtstandort Lambach, bei der Sojabohne spielen viele unterschiedliche Faktoren mit, die den Ertrag beeinflussen. So gehören die beiden Sorten unterschiedlichen Reifegruppen an, wobei Merlin eine 000-Sorte und Josefine eine 00-Sorte ist. Für den Standort Lambach ist wahrscheinlich Merlin die besser geeignete Sorte. Auf Grund der Beschreibenden Sortenliste 2008 ist Josefine eine Sorte mit geringerer Trypsinhibitorkaktivität und dadurch einer besseren Proteinverdaulichkeit.

Der Rohproteingehalt der einzelnen Körnerleguminosen liegt zwischen 270 und 430 g/kg TM, wobei die Körnererbsen rund denselben Gehalt wie die Lupinen aufweisen. Ackerbohnen sind den eben erwähnten Kulturen im Rohproteingehalt überlegen; am meisten Rohprotein enthalten Sojabohnen, bei denen der Gehalt bis über 40 % ansteigen kann. Andere Inhaltsstoffe wurden nicht untersucht.

An Beobachtungsdaten sind die Pflanzenzahlen/m² von Interesse. *Tabelle 2* gibt einen Überblick.

Tabelle 2: Pflanzenzahlen/m² bei den Versuchen in Lambach und Polling in den Jahren 2006 und 2007.

Kulturart	Sorte	Leindotter	Pflanzen/m ² (Lambach/Polling)		
			2007	2006	2006
Erbsen	SANTANA	ohne	34	42	50
		mit 1,5	33		
		mit 3	38		
		mit 4,5			
Ackerbohne	BIORO	ohne	33	44	55
		mit 1,5	30		
		mit 3	33		
		mit 4,5			
Sojabohne	MERLIN	ohne	51	56	57
		mit 1,5	54		
		mit 3	53		
		mit 4,5			
Sojabohne	JOSEFINE	ohne	42		
		mit 1,5	42		
		mit 3	39		

Zusammenfassung

Bei den Versuchen im Rahmen des Bionet-Projektes konnte am Standort Lambach in den Jahren 2006 und 2007 je ein Exaktversuch durchgeführt werden, in denen verschiedene Körnerleguminosen –Arten miteinander verglichen wurden. Das Ausloten des Ertragspotenzials auf unterschiedlichen Standorten war eine primäre Aufgabe, die Etablierung einer Untersaat mit Leindotter eine weitere. Speziell im Hinblick auf das Unkraut sollten bei der Sojabohne Einzelkornsaat und Drillsaat miteinander verglichen werden. Beim Exaktversuch besteht durch die Anlage immer das Problem der weiteren Bearbeitung, weshalb diese Fragestellung keine Berücksichtigung fand. Die Kornerträge waren bescheiden, zum Teil waren aber die Witterung und Wildverbiss dafür verantwortlich.

Summary

The field trials of the project Bio-net we carried out were on our branch in Lambach in the years 2006 and 2007. There we compared different grain-legumes as faba-beans, peas, soya-beans and lupines. We tested the yield of them as well as to establish an undersown crop with gold of pleasure. In spite of weed soya-beans shall be watched carefully because the development during the first weeks is slow and weeds are quicker. The yields of the different grain legumes were modestly, reason for it were the weather and rabbits which ate from the crops.

Autoren

DI Waltraud HEIN und Ing. Hermann WASCHL, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning e-mail: waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Manuel Böhm, LK für Oberösterreich, Biobater, Auf der Gugl 3, 4020 Linz

Ertragsbildung in Abhängigkeit von veränderten Source- und Sink-Größen bei Körneramarant (*Amaranthus* sp.)

Grain production of amaranth (Amaranthus sp.) under modified source and sink capacity

B. ROITNER-SCHOBESBERGER; D. M. GIMPLINGER, G. DOBOS & H.-P. KAUL

Einleitung

Die Nischenfrucht Körneramarant (*Amaranthus* sp.) hat das Potential, in Zukunft eine bedeutendere Rolle in Mitteleuropa einzunehmen. Die wärmeliebende C4-Pflanze zeichnet sich durch Trockenheitstoleranz aus. Das Korn zeigt ernährungsphysiologisch wertvolle Inhaltsstoffe und kann aufgrund der fehlenden Gliadine als Getreideersatz in Zöliakiediäten verwendet werden. Der im Vergleich zu Getreide geringe Kornertrag und die unregelmäßige Abreife sind allerdings Herausforderungen, die noch bearbeitet werden müssen.

Besonders über die ertragsphysiologischen Prozesse und deren limitierenden Einfluss auf den Ertrag ist wenig bekannt. Ziel dieser Arbeit war es, die ertragsbegrenzenden Faktoren anhand der Beziehung zwischen assimilierenden Pflanzenorganen („Quellen“ oder „sources“) und Organen, die diese Photosyntheseprodukte anreichern („Senken“ oder „sinks“), zu untersuchen. Dazu wurden Assimilatquellen, d.h. Blätter, und Assimilatsenken, d.h. Blühorgane, von Amaranthpflanzen gezielt reduziert und der Einfluss dieser Manipulationen auf Ertrag und Ertragsstruktur analysiert.

Material und Methoden

An der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur wurde am Standort Raasdorf ein zweijähriger Feldversuch (Jahre 2006 und 2007) mit den drei Amaranth-Zuchtstämmen „Amar“ (*A. cruentus*), „Anderer Typ“ und „Neuer Typ“ (beide *A. hypochondriacus*) des Züchters Dr. G. Dobos (ZENO PROJEKTE) durchgeführt. Der Versuch wurde als Blockanlage mit 2 (2006) bzw. 3 (2007) Wiederholungen angelegt. Die Bestandesdichte von 35 Pflanzen/m² bei einem Reihenabstand von 37,5 cm wurde durch händisches Vereinzeln erstellt.

Zur Vollblüte wurden 100% der Blätter (Assimilatquellen) und 50% des Blütenstandes (Assimilatsenken) entfernt. Die Parzellen wurden zur Kornreife händisch geerntet. Das Tausendkorngewicht wurde bestimmt, die Kornzahl pro Pflanze wurde errechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Entfernung aller Blätter führte zu einem deutlichen Rückgang des Kornertrags, der Biomasse und des Gewichtes der Blütenstände der untersuchten Amaranthstämme. Der niedrigere Kornertrag der blattreduzierten Pflanzen war auf ein geringeres Tausendkorngewicht und eine geringere Kornzahl pro Pflanze zurückzuführen (**Tab. 1**). In beiden Jahren konnte eine raschere Abreife der blattreduzierten Pflanzen im Vergleich zum restlichen Bestand beobachtet werden.

Obwohl photosynthetische Aktivität der Blütenstände aufgrund deren Struktur und Farbe angenommen werden kann (Costea and Tardif, 2003), reichte diese offensichtlich nicht aus, um den Verlust an Blättern - und damit an Assimilatquellen - zu kompensieren. Daher wurde in einem weiteren einjährigen Versuch der Effekt einer Blattreduktion von 50% untersucht. Dabei gab es keinen signifikanten Ertragunterschied zwischen manipulierten und Kontrollpflanzen (Daten nicht gezeigt).

Die Blütenreduktion hatte keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter. Kornertrag, Biomassertrag und Blütenstandsgewicht der manipulierten Pflanzen unterschieden sich nicht von der unbehandelten Kontrollvariante (**Tab. 1**). Die Analyse der Ertragsstruktur zeigte, dass die Pflanzen im Stande waren, die Blütenentfernung durch neuerliche Blütenbildung zu kompensieren, da sowohl Tausendkorngewicht als auch Kornzahl pro Pflanze durch diese Manipulation nicht beeinflusst wurden.

Tab. 1: Ertragskomponenten bei Körneramarant in Abhängigkeit von geänderter Sink- und Source-Größe (Mittel der Zuchtstämme und Jahre)

Manipulation	Kornertrag (kg TM ha ⁻¹)	Biomasseertrag oberirdisch (kg TM ha ⁻¹)	Gewicht Blütenstand (kg TM ha ⁻¹)	TKG (g TM)	Kornzahl pro Pflanze (errechnet)
Unbehandelt/Kontrolle	3023,0 a*	10482,1 a	6361,1 a	0,774 a	16215 a
Blütenreduktion 50%	2844,4 a	9969,4 a	5796,0 a	0,790 a	15575 a
Blattreduktion 100%	968,7 b	5854,6 b	2878,7 b	0,705 b	5325 b
* Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Mittelwertsvergleich nach SNK, $\alpha = 0,05$)					

Weiters konnte ein starker Jahreseffekt beobachtet werden. Die untersuchten Merkmale (Kornertrag, Biomasseertrag, TKG, Kornzahl/Pflanze) waren im Jahr 2007 signifikant höher als 2006 (siehe **Tab. 2**). Die Unterschiede zwischen den Jahren können mit der unterschiedlichen Niederschlagsmenge und -verteilung erklärt werden. Diese war in 2006 eher ungünstig, da im gesamten Juli – also zur Zeit der Blüte und Kornbildung - kein Niederschlag fiel. Die Niederschläge im August, als die Pflanzen schon am Abreifen waren, fielen dagegen relativ hoch aus (140,8 mm). Im Jahr 2007 verteilten sich die Niederschläge auf Juli und August und konnten daher von den Pflanzen besser zur Biomasseproduktion genutzt werden.

Tab. 2: Ertragskomponenten bei Körneramarant in Abhängigkeit vom Versuchsjahr (Mittel über Zuchtstämme und Manipulationen inkl. Kontrolle)

Jahr	Kornertrag (kg TM ha ⁻¹)	Biomasseertrag oberirdisch (kg TM ha ⁻¹)	TKG (g TM)	Kornzahl pro Pflanze (er- rechnet)
2006	1839,0 a*	7399,1 a	0,711 a	9678 a
2007	2718,4 b	10138,3 b	0,802 b	15065 b
* Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (Mittelwertsvergleich nach SNK, $\alpha = 0,05$)				

Zusammenfassung

Im Rahmen eines zweijährigen Feldversuchs wurde der Effekt von Blatt- bzw. Blütenreduktion auf Ertrag und Ertragsstruktur von Körneramarant untersucht. Die künstliche Reduktion der Assimilationsfläche durch Entfernung aller Blätter führte zu einem starken Ertragsrückgang im Vergleich zu den Kontrollpflanzen. Eine Blütenreduktion um 50% zur Vollblüte hatte hingegen keinerlei Effekt auf die untersuchten Parameter. Da sowohl Ertragsstruktur als auch Blütenstandsgewicht unbeeinflusst blieben, lässt sich daraus schließen, dass die Pflanzen mit neuerlicher Blütenbildung den Verlust kompensierten. Die Witterungsverhältnisse in den beiden Versuchsjahren waren sehr unterschiedlich, weshalb auch ein starker Jahreseffekt auftrat.

Summary

The present study investigated the effect of flower and leaf reduction on yield and yield components of grain amaranth. Total defoliation decreased grain yield significantly. Flower removal of 50% at full flowering had no effect on the analyzed parameters. Yield components and weight of inflorescence were unaffected. This leads to the conclusion that the removal was compensated by new flower emergence. The weather conditions were quite different in the two years which resulted in a strong year effect.

Literatur

Costea, M., Tardif, F.J. (2003): The bracteoles in *Amaranthus* (Amaranthaceae). Their morphology, structure, function and taxonomic significance. *SIDA, Contributions to Botany* 20, 969-985.

Autoren

Dipl.-Ing. Birgit ROITNER-SCHOBESBERGER, Dr. Daniela M. GIMPLINGER, Prof. Dr. Hans-Peter KAUL, Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau und -züchtung, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 WIEN, e-mail: roitner-schobesberger@boku.ac.at

Dr. Georg DOBOS, ZENO PROJEKTE, Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Angewandte Botanik, Veterinärplatz 1, 1210 WIEN

Ertragsbildung von Mais und Sonnenblume für die Biogasproduktion

D. M. GIMPLINGER, T. AMON, R. HRBEK, H.-P. KAUL, C. LEONHARTSBERGER,
S. WICHMANN & B. WINKLER

Einleitung

Die Nutzung von Biomasse zur Erzeugung von Biogas ist eine stetig wachsende Technologie auf dem Bioenergiesektor. Silomais stellt aufgrund seines hohen Ertragspotentials und seiner hohen Methanerträge (Amon et al., 2007) häufig das wichtigste Substrat dar. Vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Energieproduktion wird der Silomaisanbau aufgrund verschiedenster Aspekte (Nährstoffauswaschung, Erosionsgefährdung, Krankheitsbefall, etc.) kritisiert. Um einseitige Fruchtfolgen aufzulockern, bietet sich als pflanzenbauliche Maßnahme der Anbau von Gemengen an. Überdies verlangt ein Ressourcen schonender Einsatz von Produktionsmitteln angepasste Düngungsstrategien. Im vorliegenden Versuch wurden daher auf zwei Standorten die Trockenmasserträge von Mais und Sonnenblume in Reinsaat sowie im Gemengeanbau bei unterschiedlicher Düngung untersucht. Es sollte geklärt werden, wie sich die Gemenge im Vergleich zu den Reinsaaten auf den Biomassertrag auswirken. Ziel der Untersuchung war weiters, den Einfluss von Düngung mit Biogasgülle bzw. mit Biogasgülle und Mineraldünger auf den Ertrag der Bestände festzustellen.

Material und Methoden

Auf zwei unterschiedlichen Standorten, auf einem humiden Hohertragsstandort (Rohr im Kremstal, OÖ; 8,8°C; 958 mm) und einem Standort im semiariden Produktionsgebiet (Raasdorf im Marchfeld, NÖ; 9,8°C; 546 mm), wurde ein Feldversuch durchgeführt. In einer komplett randomisierten Versuchsanlage mit vier Wiederholungen wurden Reinsaaten von Mais (Sorte Angelo) und Sonnenblume (Sorte Fabiola) sowie unterschiedlich zusammengesetzte Mischbestände der zwei Kulturarten in drei Düngestufen geprüft (Tabelle 1). Für beide Kulturarten wurde eine Bestandesdichte von 10 Pflanzen pro m² gewählt. Die Mischbestände wurden durch abwechselnde Saat von Mais- und Sonnenblumenreihen (im Verhältnis 2:1, 1:1 und 1:2) erstellt. Saat-, Düngungs- und Erntetermine zeigt Tabelle 2. Die Unkrautregulierung erfolgte mechanisch und händisch.

Tab. 3: Versuchsfaktoren Bestandestyp und Düngungsstufe

Bestandestyp	Düngungsstufe
Mais (100%)	0 kg N ha ⁻¹
Mais (66%) + Sonnenblume (33%)	85 kg N ha ⁻¹ (Biogasgülle)
Mais (50%) + Sonnenblume (50%)	170 kg N ha ⁻¹ (85 kg N aus Biogasgülle +
Mais (33%) + Sonnenblume (66%)	85 kg N in Form von NAC)
Sonnenblume (100%)	

Tab. 2: Saat-, Düngungs- und Erntetermine

	Saat	Düngung mit Biogasgülle	Düngung mit NAC	Ernte
Rohr	16. April	21. Mai	1. Juni	25. September
Raasdorf	18. April	24. Mai	21. Juni	24. September

Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 ist der Biomassertrag der Bestände - Maisreinbestände, Mais-Sonnenblumen-Mischbestände und Sonnenblumenreinbestände – am Standort Rohr dargestellt. Sowohl die Bestandeszusammensetzung als auch die Düngung hatte einen deutlichen Einfluss auf das Ertragsniveau. Maisreinbestände zeigten sich sowohl den Sonnenblumenreinbeständen als auch den Mischbeständen unterschiedlicher Zusammensetzung überlegen (Abbildung 2). Das niedrigste Ertragspotential zeigten Sonnenblumenreinbestände sowie Mischbestände aus 50% Sonnenblume und 50% Mais. Bei allen Bestandestypen führte eine steigende Düngung zu einem Zuwachs an Biomasse. Im semiariden Produktionsgebiet in Raasdorf lieferten die Maisreinbestände ebenfalls die höchsten Biomasserträge (Abbildung 3 und 4). Mit zunehmendem Anteil an Sonnenblumen in den Beständen ging der Biomasse-

seertrag pro Fläche deutlich zurück. Auf diesem Standort, der sich durch hohe Stickstoffmineralisierungsraten und geringe Niederschläge auszeichnet, hatte die Düngung keinen Einfluss auf den Ertrag. Es konnte keine Wechselwirkung zwischen dem Bestandestyp und der Düngung nachgewiesen werden.

Zusammenfassend zeigten – wie erwartet – reine Maisbestände das höchste Ertragspotential. Mit zunehmendem Anteil an Sonnenblumen ging der Biomasseertrag pro Fläche zurück. Dieser Effekt wurde besonders am Trockenstandort deutlich. Düngung mit Biogasgülle sowie zusätzliche mineralische Düngung führten nur auf dem Standort im Feuchtgebiet zu höheren Erträgen. Für die Biogasproduktion ist letztlich der Methanertrag pro Fläche ausschlaggebend. Um die Einbußen im Methanertrag durch den zunehmenden Sonnenblumenanteil beurteilen zu können, wären Analysen des Methanertrages erforderlich, der besonders bei Sonnenblume in Abhängigkeit von der Sorte stark schwankt (Amon et al., 2007).

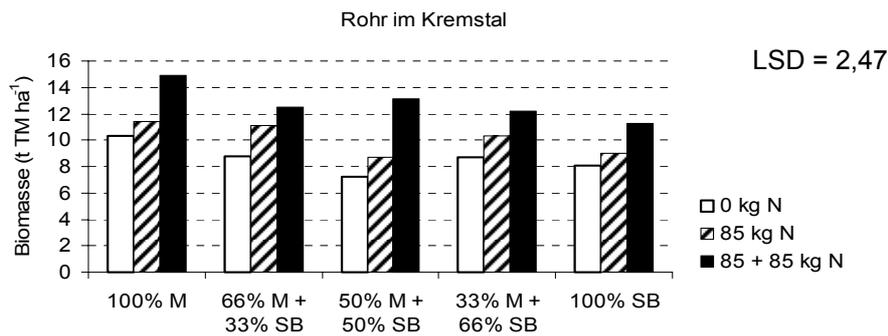


Abb. 1: Biomasseertrag von Mais und Sonnenblume in Rein- und Mischbeständen bei unterschiedlicher Düngung am Standort Rohr (M = Mais, SB = Sonnenblume)

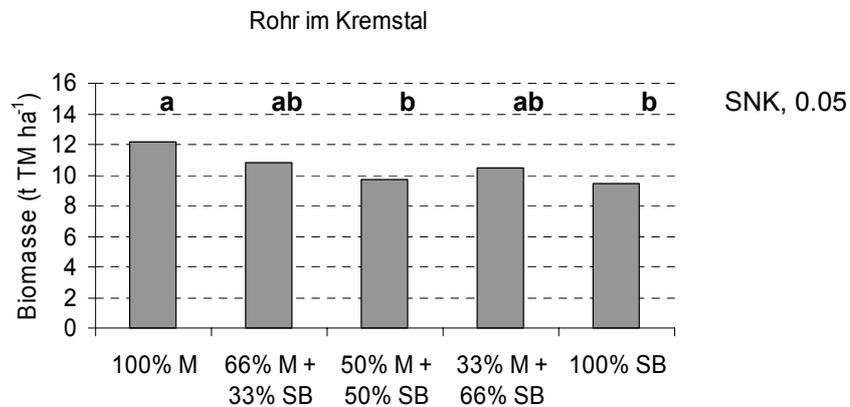


Abb. 2: Biomasseertrag von Mais und Sonnenblume in Rein- und Mischbeständen am Standort Rohr (gemittelt über drei Düngestufen; M = Mais, SB = Sonnenblume)

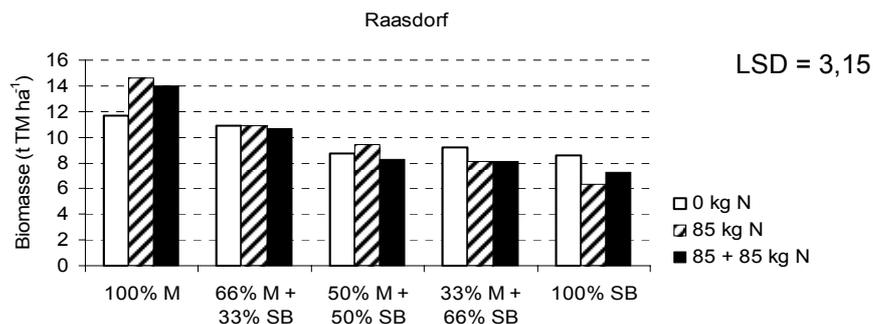


Abb. 3: Biomasseertrag von Mais und Sonnenblume in Rein- und Mischbeständen bei unterschiedlicher Düngung am Standort Raasdorf (M = Mais, SB = Sonnenblume)

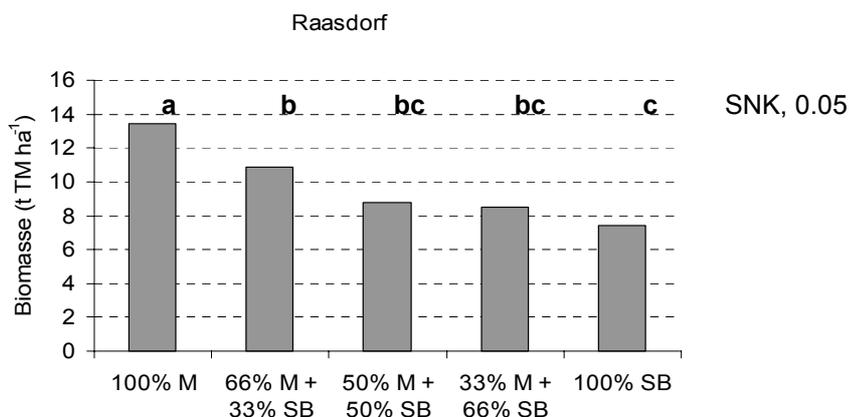


Abb. 4: Biomasseertrag von Mais und Sonnenblume in Rein- und Mischbeständen am Standort Raasdorf (gemittelt über drei Düngestufen; M = Mais, SB = Sonnenblume)

Literatur

Amon, T., Amon, B., Kryvoruchko, V., Machmüller, A., Hopfner-Sixt, K., Bodiroza, V., Hrbek, R., Friedel, J., Pötsch, E., Wagentristsl, H., Schreiner, M., Zollitsch, W. (2007): Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crop rotations. In: *Biore-source Technology* 98, 17, 3204-3212.

Autoren

Dr. Daniela M. GIMPLINGER, Prof. Dr. Hans-Peter KAUL, Dr. Stefan WICHMANN, Bernhard WINKLER, Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau und -züchtung, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 WIEN, e-mail: daniela.gimplinger@boku.ac.at

Prof. Dr. Thomas AMON, Mag. Christian LEONHARTSBERGER, Institut für Landtechnik, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur, Wien

Dipl.-Ing. Regina HRBEK, Institut für Ökologischen Landbau, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur, Wien

Effect of N fertilization on the development of couch-grass (*Elytrigia repens*) in the grass sward

PAVLÍNA VAŘEKOVÁ & MARIE SVOZILOVÁ

Introduction

The meadows are secondary formation created by human activities by systematic removal of the shoot biomass (grazing and mowing). The mowing is the basic attribute of the existence of meadows. The meadows are evolutionally adapted to the seasonal management (Blažková 1989). The fertilization belongs to the management of meadows too. The influence of fertilization on the species diversity is immediate and very significant. The aim of the research was to study the effect of N fertilization on the development of couch-grass in the grass sward. The similar topic was researched by Malhi *et al.* (2003) and Tardif *et al.* (2002).

Materials and methods

The small-plot trial was introduced in 2003 on the permanent grassland sites with the graded cut intensity and various levels of the mineral fertilization in the locality of Rapotín, Czech Republic. In the beginning of trial the dominant botanical species were *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* and *Taraxacum sect. Ruderalia*. The experiment was located on an eastward oriented slope with the declination of 5.1 – 6.2 ° at a height of 390 - 402m above the sea level. The soil type showed the qualities of cambisol (horizons Ao-Bv-B/C-C) with characteristics of sandy-loam soil; content of Cox is 1.08 %.

Table 1. Average air temperature [°C] and sum of precipitation [mm]

Individual year	Sums of precipitation [mm]				Mean air temperatures [°C]			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
Per a growing season	248.1	272.4	315.8	373.0	15.0	13.7	14.1	14.9
Per a year	546.3	617.8	603.5	667.8	6.0	7.3	7.3	7.8

The trial consists of 16 treatments (four levels of mineral fertilization and four levels of cutting frequency) that were replicated four times. The levels of fertilization: A - no fertilization, B - P₃₀K₆₀ fertilizer used, C - N₉₀P₃₀K₆₀ fertilizer was used, D - N₁₈₀P₃₀K₆₀ fertilizer was applied. The levels of application: intensive (4 cuts per year – first cut realized on May 15 followed by cuts at 45-day intervals); semi-intensive (3 cuts per year – first cut started on May 30 followed by cuts at 60-day intervals); low intensive (2 cuts per year – first cut started on June 15 followed by another cut 90 days later); extensive (2 cuts per year – first cut on June 30 with followed by another one 90 days later).

Prior to the first cut, botanical analysis had been made by the method of reduced projective dominance (Regal and Veselá, 1975) to determine the changes in botanical composition of the grassland. The evaluation of the influence of the N fertilization by couch-grass was carried out by means of the statistic method – LSD test.

Results and discussion

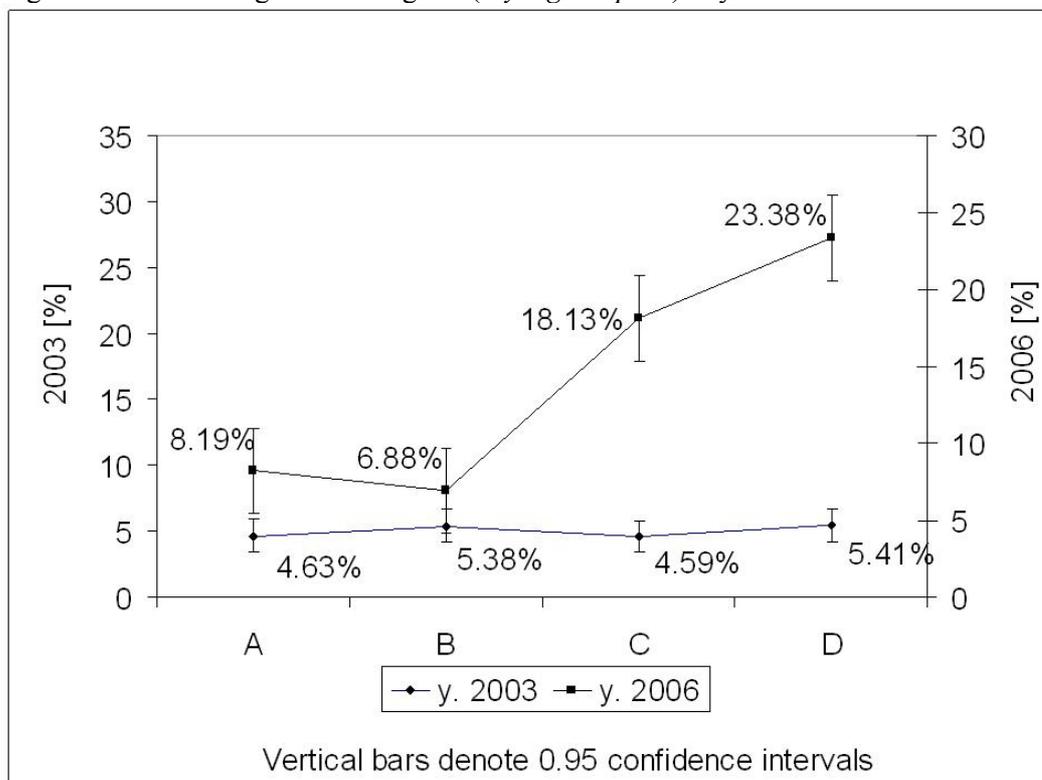
The dominance of agro-botanical groups in relation to level of fertilization shows Table 2.

Table 2. Dominance of agrobotanical groups (%)

Year	2003				2006			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Herbs (%)	32.1	29.4	26.1	25.2	52.0	45.9	39.3	27.1
Grasses (%)	55.3	54.4	60.7	66.4	41.1	42.3	57.7	71.3
Legumes (%)	12.6	16.2	13.2	8.4	6.9	11.8	3.1	1.5

The significant increase of native species and decrease of legumes were proved by the no fertilization (A) trial method. Nitrogen fertilization had an effect on the dominance of grasses and decrease of legumes in the plant cover (D). This corresponds with the results published by Hrabě *et al.* (2004 a); Klimeš (1999) and other authors.

Figure 1 The coverage of couch-grass (*Elytrigia repens*) in years 2003 and 2006



There were significant statistical differences between the particular fertilizations: A – C, A – D, B – C, B – D a C – D

The proportion of rhizomatic grasses as *Poa pratensis* and *Elytrigia repens* significantly increased. After regular doses of fertilization the significant increase of *Elytrigia repens* (Figure 1) fertilized with nitrogen (C and D trials) was proved. Oerlemans *et al.* (2005) came to the same conclusion in his trial with long-term effect of N-fertilization. The occurrence of these species in the meadows is by Hrabě *et al.* (2004 b) tolerated up to the coverage of 12 – 15 %. The results of statistical test are summarized in Figure 1. The LSD statistical test showed the significant differences ($P < 0.05$) between the beginning and the end of trial in the coverage of weed of *Elytrigia repens*. The confidence interval at the level of significance $P < 0.05$ was 1.24 in 2003 and 2.77 in 2006.

Conclusions

The four years of fertilization brought the predicted changes in phytocoenological composition of vegetation. The influence of nitrogen fertilization on the coverage of the rhizomatic grasses in vegetation was proved, and the significant increase of *Elytrigia repens* fertilized with nitrogen was found out. The higher doses of N fertilization increased the proportion of couch-grass in the sward, from this reason it is recommended to apply the doses to $90 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$. This is suitable especially for the areas with similar natural conditions as were those in our trial.

References

- BLAŽKOVÁ, D.: Louky, jejich ohrožení a problémy ochrany. In: *Památky a Příroda*. Praha, CZ, no. 2: 100-103, 1989
- HRABĚ, F. *et al.*: *Trávy a jetelovinostrávy v zemědělské praxi*, Vydavatelství ing. Petr Baštan, Olomouc, CZ: 121 p., 2004 a
- HRABĚ, F. and BUCHGRABER, K.: *Pícninářství-travní porosty*, MZLU, Brno, CZ:149 p., 2004 b
- KLIMEŠ, F.: Fytcenologické vztahy v pastevních porostech. *Rostlinná výroba*, no. 45: 205-211, 1999
- MALHI, S.S., GILL, K.S. and FOSTER, A.: Harvest time and N fertilization effects on forage yield and quality of quackgrass (*Elytrigia repens* L.) in northeastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 83, no. 4: 779-784, 2003
- OERLEMANS, J.F. and OPITZ VON BOBERFELD, W.: Long-term effect of levels of N-, P-, K-supply on the Shannon-Index for two pastures located in Central Germany. In: O'Mara F.P., Wilkins R.J. *et al.* (eds) *Grassland: a global resource*. Wageningen Academic Publishers, Dublin, Ireland & United Kingdom: p. 617, 2005
- REGAL, V. and VESELÁ, M.: *Výzkum typologie luk a pastvin. Závěrečná zpráva*, AF VŠZ Praha: 105 p., 1975
- TARDIF, F.J. and LEROUX, G.D.: Response of three quackgrass biotypes to nitrogen fertilization. *Agronomy journal*, vol. 84, no. 3: 366-370, 1992

Acknowledgements

The work was supported by the research of the National Agency Agricultural Research project No. QF 3018.

Authors

Ing. Pavlína VAŘEKOVÁ and Ing. Marie SVOZILOVÁ, Research Institute for Cattle Breeding Ltd., Rapotín, Výzkumníků 267, 788 13 Vikýřovice, Czech Republic; E-mail: pavlina.varekova@vuchs.cz

20 Jahre Nitratversuch Wagna bei Leibnitz

20 years nitrogen - testing

JOHANN ROBIER, WERNER HÖFLER & JOSEF PFERSCHER

Seit 1989 werden auf der Fläche in Wagna die Wege des Hauptnährstoffes Stickstoff in Form des Nitrats in Boden und Pflanze erkundet. Die steiermärkische Landesregierung unter LR Hermann Schaller und LH Josef Krainer investierte in diese Forschungsstelle um den steigenden Nitratwerten im Grundwasser Lösungsmöglichkeiten zu eröffnen.

Das Nitratproblem

Nitrat – chemisch NO_3^- ist ein kontaktfreudiges Molekül und in der Natur sehr beweglich. Das Bodenwasser lagert das Molekül Nitrat leicht an und nimmt es mit in tiefere Bodenzonen und nach Jahren auch mit in das Grundwasser. Im Grundwasser erfährt das Nitrat keine weitere Veränderung. Wir finden es wieder im Trinkwasser bzw. Brauchwasser. Hier sind jedoch durch die Wasserrichtlinien Grenzwerte und Höchstwerte festgelegt worden. Höhere Nitratwerte im Wasser deuten immer auf Überdüngung oder auf nicht grundwasser-verträgliche Bodenbewirtschaftung hin.

Beschreibung des Versuchsfeldes

Der Großparzellenversuch an diesem Standort besteht schon seit 1987. Die Bodenschicht – bodenkundlich ein LS4D - hat eine unterschiedliche Mächtigkeit von 30 bis 150 cm und liegt auf einem mehrere Meter dicken Schotterkörper. Die in dieser Region üblichen Kulturen wie Mais, Getreide, Raps, Kürbis und Zwischenfrüchte sind in den vergangenen zwanzig Jahren auf diesem Feld gewachsen. Sie wurden in dieser Zeit exakt nach vorgegebenen Versuchsplänen gesät, gepflegt, geerntet und gewogen. Seit 1992 misst ein Großlysimeter die Sickerwassermengen in unterschiedlicher Tiefe. Mengenmäßig und zeitlich unterschiedliche Düngungsvarianten wurden durch die N-min. und Lysimetermessungen auf ihre Grundwasserverträglichkeit getestet.

Versuchsanlage: 4 Wiederholungen
Parzellengröße 900 m²
Parzellenanzahl: 32 Parzellen

Seit 2004 werden eine konventionelle und eine biologische Fruchtfolge mit niedrigem Düngungs-niveau auf die Grundwasserverträglichkeit geprüft.

Ergebnisse der zwanzig jährigen, ackerbaulichen und lysimetrischen Versuchstätigkeit

- Es ergeben sich zwei Messwerte für die Grundwasserverträglichkeit der Kulturmaßnahmen und Kulturen: die N-min -Werte in drei Bodenschichten bis 90 cm und die Nitratwerte im Lysimeter. Niedrige N-min-Werte im Boden nach der Ernte und über den Winter und niedrige Nitratwerte im Lysimeter zeigen den Verbrauch des Stickstoffes durch die Kultur an. Die wichtigste Maßnahme zur Verringerung der N-Belastung im Grundwasser ist eine verhaltene und dem Entzug der Pflanze angepasste d.h. eine sachgerechte Düngung.
- In die Stickstoffbilanz müssen die Wirtschafts- und Mineraldünger einfließen.
- Stickstoffintensität und die Grundwasserverträglichkeit:
 - Ökologisch und betriebswirtschaftlich optimale Erträge anstreben!
 - Empfohlenes Düngungsniveau in Grundwasser sensiblen Gebieten

 - Körnermais: 100-120 kg N/ha
 - Wintergerste 70 -90 kg N/ha
 - Ölkürbis 30-50 kg N/ha

- Teilung von Düngergaben!
- Kulturbezogene und bedarfsgerechte Düngungstermine einhalten!
- Die jährlich, unterschiedliche Stickstoffnachlieferung aus den Bodenvorräten berücksichtigen!
Düngung nach N - min Sollwerten
- Eine möglichst flächendeckende Winterbegrünung anstreben!

Versuchsansteller: Versuchsreferat der landwirtschaftlichen Schulen
 Landwirtschaftliche Fachschule Silberberg
 Joanneum Research
 Mitarbeiter: Dir. Dr. Robier Johann, Ing. Fastl Georg, Herr Karl Krasser
 Dr. Fank Johann,
 DI. Köstenbauer Heinz

Autoren

Johann ROBIER, Werner HÖFLER und Josef PFERSCHER
 Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen, Hatzendorf

Nachweis von Fumonisin-Genen in Isolaten unterschiedlicher *Fusarium*-Arten

Detection of fumonisin genes in strains of different Fusarium species

SUSANNE VON BARGEN, ANNE-MAREEN EISOLD, OLIVER MARTINEZ,
MONIKA GOßMANN & CARMEN BÜTTNER

Einleitung

Neben ihren wirtschaftlich bedeutenden phytopathogenen Eigenschaften sind zahlreiche Arten der Gattung *Fusarium* als potentielle Toxinkontaminanten an Kulturpflanzen bekannt. Eine wichtige Rolle wird in diesem Zusammenhang insbesondere dem als kanzerogen eingestuftem Fumonisin B₁ zugesprochen. Vorliegende Untersuchungen stützen sich auf die als potentielle Fumonisinproduzenten und Pflanzenpathogene beschriebenen *Fusarium*-Arten *F. proliferatum*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. redolens* und *F. subglutinans*. Die Isolate wurden in vorgelagerten Wirtspflanzenuntersuchungen isoliert und stammen aus ober- und unterirdischen Pflanzenteilen von Erbse, Kartoffel, Lupine, Mais, Miscanthus, Raps, Rübe, Sorghum und Spargel. Gegenstand von molekularbiologischen Untersuchungen waren die initialen Gene der Fumonisin-Biosynthese *FUM1* (Polyketid-Synthase) und *FUM8* (Aminoacyl-Transferase). Ziel der Untersuchungen war es, diese essentiellen Gene der Fumonisin-Biosynthese artübergreifend nachzuweisen und somit Rückschlüsse ein potentielles Risikopotential der Isolate als Fumonisin-Bildner zu evaluieren.

Material und Methoden

Die Pilzisolat wurden aus Erdkulturen der Stammsammlung auf künstlichem Nährsubstrat reaktiviert. Nach DNA-Isolierung aus Reinkulturen wurden Isolate der aufgeführten *Fusarium* spp. mit Hilfe einer PCR auf die Nachweisbarkeit der *FUM1*- und *FUM8*-Gene untersucht. Verwendet wurden Oligonukleotidsequenzen, die auf Grundlage veröffentlichter Sequenzen von *F. proliferatum* abgeleitet worden waren. Durch eine Modifikation der PCR-Bedingungen – Absenken der Annealing-Temperatur um 2°C, Verdoppelung der Primer-Konzentration [1 µM final] bzw. Erhöhung der DNA-Menge [bis 2,4 fach] – konnten auch entsprechende *FUM*-Genfragmente anderer *Fusarium*-Arten amplifiziert werden. *FUM*-Gen-spezifische Amplifikate wurden im Anschluss mit den Restriktionsendonukleasen AluI, BamHI, Bsp143I und RsaI auf Sequenzheterogenität geprüft.

Ergebnisse und Diskussion

Das *FUM1*-Gen war in insgesamt 30 Isolaten, das *FUM8*-Gen in 27 Isolaten nachweisbar. Insgesamt waren die initialen Gene der Fumonisin-Biosynthese in *Fusarium* spp.-Isolaten aus allen neun unterschiedlichen Wirtspflanzen-Species detektierbar. In sechzehn *F. proliferatum*-Isolaten aus Spargel und zwei Pilzproben aus Mais war sowohl *FUM1* als auch *FUM8* nachweisbar. Ebenso konnten beide Gene in je einem Isolat von *F. oxysporum* aus Miscanthus, *F. redolens* aus Erbse, *F. subglutinans* aus Miscanthus und *F. verticillioides* aus Mais amplifiziert werden. Darüber hinaus war im Rahmen der gewählten PCR-Bedingungen entweder das Polyketid-Synthase- oder das Aminoacyl-Transferase-Gen in *F. oxysporum*-Proben (aus Raps und Lupine) nachweisbar sowie in anderen Isolaten der vorher genannten *Fusarium*-Arten, die aus weiteren Wirtspflanzen wie beispielsweise Kartoffel, Rübe und Sorghum stammten. Der Nachweis von *FUM1* bzw. *FUM8* in den untersuchten *Fusarium* spp.-Isolaten weist diese als potentielle Fumonisinbildner aus. Die Ergebnisse stimmen mit Literaturdaten überein, die alle untersuchten *Fusarium*-Arten als potentielle Fumonisin-Bildner beschreiben. Innerhalb der Species *F. proliferatum* und *F. verticillioides* sind offenbar fast alle Isolate zur Fumonisin-Bildung fähig (Proctor et al. 2002, Rheeder et al. 2002), während in den anderen untersuchten Arten lediglich einzelne Isolate diese Eigenschaften aufweisen (Desjardins 2003, 2006). Die Analyse der *FUM1* und *FUM8*-Genfragmente von *F. proliferatum*-Isolaten aus unterschiedlichen Wirtspflanzen mittels Restriktionsverdau lies keine wirtspflanzenabhängige Heterogenität der untersuchten Abschnitte der Fumonisin-Biosynthesegene erkennen. Lediglich ein *F. proliferatum* Isolat aus Mais zeigte ein

verändertes Restriktionsmuster des *FUM1*-Fragmentes durch eine fehlende *RsaI*-Schnittstelle in Exon 2.

Zusammenfassung

Durch PCR wurden zwei essentielle Gene der Fumonisin-Biosynthese (*FUM1* bzw. *FUM8*) detektiert und somit das Risikopotential verschiedener *Fusarium* spp.-Isolate als Fumonisin-Bildner determiniert. *Fusarium proliferatum*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. redolens* und *F. subglutinans* wurden aufgrund ihrer wirtschaftlich bedeutenden Eigenschaften als Pflanzenpathogene an verschiedenen Kulturpflanzen untersucht. Die Isolate wurden in vorgelagerten Wirtspflanzenuntersuchungen isoliert und stammen aus ober- und unterirdischen Pflanzenteilen von Erbse, Kartoffel, Lupine, Mais, Miscanthus, Raps, Rübe, Sorghum und Spargel. Der Nachweis der *FUM*-Gene gelang in Isolaten aller untersuchten *Fusarium*-Arten und Wirtspflanzenherkünfte. In mehr als 50% der untersuchten Isolate, darunter alle untersuchten *F. proliferatum* Isolate, waren sowohl *FUM1* als auch *FUM8* nachweisbar. Damit gehören diese *Fusarium*-Isolate alle zu den potentiellen Fumonisin-Bildnern. Eine genetische Heterogenität des *FUM8*-Fragmentes konnte durch RFLP-Analyse nicht nachgewiesen werden. Die genetische Heterogenität des *FUM1*-Fragmentes war in einem *F. proliferatum* Isolat aus Mais feststellbar.

Summary

The presence of two essential genes required for fumonisin biosynthesis (*FUM1* and *FUM8* respectively) was probed by PCR in order to evaluate the fumonisin producing capability of several strains belonging to the genus *Fusarium*. Fungal isolates of the species *F. proliferatum*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. redolens* and *F. subglutinans* with phytopathogenic potential were isolated from different organs of asparagus, beet, canola, lupine, maize, Miscanthus, pea, potato and Sorghum plants. The presence of *FUM* genes could be demonstrated in strains of all *Fusarium* spp. under investigation. In more than 50% of isolates comprising all *F. proliferatum* strains *FUM1* as well as *FUM8* was detectable substantiating the potential of these fungi to produce fumonisins. Genetic heterogeneity of the amplified *FUM8* gene fragments was not observed by RFLP analysis, while sequence diversity of the *FUM1* fragment was detected in a single *F. proliferatum* obtained from maize.

Literatur

- DESJARDINS, A.E. (2003). Gibberella from A(venaceae to Z(eae). Annual Review of Phytopathology 41: 177-198
- DESJARDINS, A.E. (2006). Fusarium Mycotoxins Chemistry, Genetics, and Biology. APS Press, Minnesota, USA
- PROCTOR, R.H., DESJARDINS, A.E., MCCORMICK, S.P., PLATTNER, R.D., ALEXANDER, N.J. and BROWN, D.W. (2002). Genetic analysis of the role of trichothecene and fumonisin mycotoxins in the virulence of Fusarium. European Journal of Plant Pathology 108: 691-698
- RHEEDER, J.P., MARASAS, W.F.O., and VISMER, H.F. (2002). Production of Fumonisin Analogs by Fusarium Species. Applied and Environmental Microbiology 68: 2101-2105

Autoren

Dr. Susanne VON BARGEN, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin; E-mail: susanne.von.bargen@agrar.hu-berlin.de

Anne-Mareen EISOLD, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin

Dipl.- Ing. (Univ.) agr. Oliver MARTINEZ, Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Obstbau, Von Lade Str. 1, 65366 Geisenheim

Dr. Monika GOßMANN, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin

Prof. Dr. Carmen BÜTTNER, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin

Untersuchungen zur Differenzierung von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, an Kürbis und Gurken

Investigations on differentiation of *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, race 1, infecting squash and cucumber

MONIKA GOBMANN, HELGARD NIRENBERG & CARMEN BÜTTNER

Einleitung

Fusarium solani f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, ist weltweit ein wichtiger, samenbürtiger pilzlicher Erreger an Kürbisgewächsen, der vor allem im Jungpflanzenstadium zu Absterbeerscheinungen führt, aber auch an Früchten Fäulen verursacht. Anfang September 2003 wurde der Erreger von uns an erkrankten Früchten von *Cucurbita pepo* 'Howden' eines österreichischen Betriebes isoliert, obwohl an den Kürbispflanzen bis zum Fruchtansatz keinerlei Befallssymptome zu beobachten waren. Die erkrankten Früchte wiesen auf der Oberfläche kleine, runde eingesunkene Nekrosen mit weißem Myzel und Konidien von *Fusarium solani* auf. Nachträgliche Saatgutuntersuchungen im Oktober 2003 an Rückstellproben ergaben, dass an ca. 50% der untersuchten Samen *F. solani* nachweisbar war. Mit noch weiteren Isolaten verschiedener Herkunft von *F. solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, wurden 2006 Pathogenitäts- bzw. Virulenzunterschiede sowohl an Jungpflanzen, als auch Früchten eines Kürbis- und Gurkensortimentes mit dem Ziel der Differenzierung erstmalig untersucht.

Material und Methoden

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden vier von Kürbis und Gurke isolierten Stämme von *F. solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, überprüft, in wie weit Pathogenitätsunterschiede bei Kürbis und Gurken bestehen. Während die Stämme I, II und III von Kürbisfrüchten gewonnen wurden, die aus Österreich, Amerika und Deutschland stammten, wurde Stamm IV von Gurke aus Deutschland isoliert.

Zur Abklärung der Problemstellung wurden Infektionsversuche, sowohl an Jungpflanzen im Gewächshaus, als auch an Früchten im Freiland von *Cucurbita pepo* 'Howden', *C. pepo* 'Vegetable Spaghetti', *C. pepo* 'Sweet Dumpling', *C. maxima* 'Uchiki Kuri', *C. ficifolia* und *Cucumis sativus* 'Travito' durchgeführt.

Die ca. 7 Wochen alten Jungpflanzen wurden mit den vier Pilzstämmen über das Erds substrat inokuliert. Hierzu erfolgte die Inokulumanzucht auf einem Torfkultursubstrat (Gemisch von Torf, gehäckseltem Stroh, Sand, Malzextrakt, Kalk). Nach einer Inkubationszeit von ca. 3-4 Wochen wurde das verpilzte Torfsubstrat autoklavierter Landerde im Verhältnis von 1:3 untergemischt. Die gut durchwurzelten Jungpflanzen wurden in das Gemisch eingepflanzt und im Gewächshaus bei ca. 20-25°C aufgestellt. Vier Wochen nach Versuchsansatz erfolgte die Bonitur der Symptome und die abschließende Bewertung der Schadausprägung an den infizierten Wirtspflanzen.

Für den Freilandversuch wurden die Jungpflanzen des gleichen Kürbis- und Gurkensortimentes im Gewächshaus angezogen und nach ca. 4 Wochen, Mitte Juni, im Freiland ausgepflanzt. Nach drei Monaten, Mitte September, wurden die reifen Früchte mit den vier Pilzstämmen inokuliert. Dies geschah durch Verletzung der Fruchtschale mittels Ausstanzen durch einen Korkbohrer und dem Einsetzen pilzbewachsener Agarplättchen an selbige Stelle. Die Bewertung der Fruchtfäule erfolgte vier Wochen später.

Ergebnisse und Diskussion

Die Pathogenitätsuntersuchungen mit den vier Stämmen von *F. solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, ergaben zum einen Unterschiede in der Aggressivität bzw. Virulenz der Isolate, zum anderen in der Anfälligkeit der *Cucurbita*-Arten und Sorten sowie *Cucumis sativus*. Eine wichtige Rolle scheint auch das Entwicklungsstadium der Pflanze zum Zeitpunkt der Infektion mit den Isolaten von *F. solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, zu spielen, d.h. es zeigten sich Unterschiede in der Anfälligkeit bei Substrat- bzw. Wurzelinfektion im Jungpflanzenstadium und bei Frucht reife (Tab. 1). So erwiesen sich die Früchte nach Inokulation mit allen vier Pilzstämmen von *Cucurbita maxima* 'Uchiki Kuri' zwar im Jungpflan-

zenstadium als anfällig, die Früchte hingegen waren nicht anfällig. Gerade umgekehrt verhielt es sich bei *Cucumis sativus* 'Trvito', während hier die Früchte Anfälligkeiten gegenüber den vier Pilzstämmen zeigten, erwiesen sich die Pflanzen im Jungpflanzenstadium als nicht anfällig.

Tab. 1: Zusammengefasste Ergebnisse der Pathogenitätsuntersuchungen mit vier Stämmen von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, an einem Sortiment von *Cucurbita*-Arten und Sorten und *Cucumis sativus* im Jungpflanzenstadium bzw. zur Fruchtreife 28 Tage nach der Infektion.

Pilzstämme	<i>Cucurbita pepo</i> 'Howden'		<i>Cucurbita pepo</i> 'Vegetable Spaghetti'		<i>Cucurbita pepo</i> 'Sweet Dumpling'		<i>Cucurbita maxima</i> 'Uchiki Kuri'		<i>Cucurbita ficifolia</i>		<i>Cucumis sativus</i> 'Travito'	
	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F
I	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
II	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
III	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
IV	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+

Zeichenerklärung:

- I = Kürbis/Österreich, II = Kürbis/Amerika, III = Kürbis/Deutschland, IV = Gurke/Deutschland
- P = Jungpflanze
- F = Frucht
- + = anfällig
- = nicht anfällig

Die Jungpflanzen, die mit den vier Stämmen von *F. solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, über Beimischung ins Erds substrat infiziert wurden, zeigten bei Anfälligkeit zuerst kleine hellbraune, wässrige Flecken am Stängelgrund, deren Umfang mit der Zeit zunahm und schließlich den gesamten Stängel umfaßte. Diese Symptomausprägung ging bei Infektionserfolg mit einer Welke einher und führte meist innerhalb von 28dpi zum Absterben der infizierten Pflanzen.

Im Freiland wurden die Früchte der Kürbis- bzw. Gurkenpflanzen durch Verletzung der Fruchtschale mittels Ausstanzen durch einen Korkbohrer und dem Einsetzen pilzbewachsener Agarplättchen infiziert. Hier zeigte sich die Anfälligkeit darin, dass an den Infektionsstellen der erkrankten Früchte sich ca. 2-3cm breite, trockene braune Faulstellen mit einem weißem Myzel bzw. zahlreichen cremefarbenen Konidienansammlungen in Sporodochien entwickelten. Um die Faulstelle herum war meist ein 0,5-1cm breiter Hof mit unregelmäßiger heller Umrandung ausgebildet.

Zusammenfassung

Die in 2006 durchgeführten ersten Untersuchungen mit vier Stämmen von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, an den Kürbis- und Gurkenpflanzen zeigten zum einen unterschiedliche Symptome im Verlauf der Erkrankung: Als Erstes wurden kleine hellbraune, wässrige Flecken am Stängelgrund der Jungpflanzen beobachtet, ihr Umfang nahm mit der Zeit zu und umfasste schließlich zuweilen den gesamten Stängel. Diese Symptomausprägung ging mit einer Welke einher und führte schließlich zum Absterben der Pflanze. Zum anderen zeigten sich Unterschiede in der Aggressivität bzw. Virulenz der Isolate von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, aber auch in der Anfälligkeit der *Cucurbita*-

und *Cucumis*-Arten, sowie der Sorten und Pflanzenteile (Stängel, Frucht), die in weiterführenden Untersuchungen noch überprüft werden müssen.

Summary

First investigations were carried out in 2006 including four strains of *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, race 1, infecting squash and cucumber. Symptom development of plants differed during disease progression. First small, watery light-brown lesions appeared at the basal stem of young plants, usually extended during advancement of disease, affecting sometimes the whole stalk. This symptom was accompanied by wilting eventually leading to plant death. Fungal strains differed in virulence as well; equally different varieties of *Cucurbita* spp. and *Cucumis* spp. including several plant parts (stem and fruit) exhibited various disease susceptibilities, which has to be evaluated in more detail in further investigations.

Danksagung

Für die Bereitstellung des Saatgutes danken wir der Firma FLOVEG GmbH, Hürth sowie der Firma Bruno Nebelung GmbH, Everswinkel. Für die technische Unterstützung der Versuche gilt unser Dank Frau Andrea Klinke und Herrn Stefan Müller.

Autor/en

Dr. Monika GOßMANN, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin; E-mail: monika.gossmann@agrar.hu-berlin.de

Dr. Helgard NIRENBERG, Julius Kühn- Institut, Königin Luise-Str. 19, 14195 Berlin

Prof. Dr. Carmen BÜTTNER, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin

Untersuchungen zu Pathogenität und Virulenz verschiedener Isolate von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, an einem Kürbis- und Gurkenpflanzensortiment

Investigations on pathogenicity and virulence of different Fusarium solani f. sp. cucurbitae, race 1, strains infecting selected squash- and cucumber cultivars

STEFAN MÜLLER, MONIKA GOßMANN, HELGARD NIRENBERG
& CARMEN BÜTTNER

Einleitung

Die sehr variable Art *Fusarium solani* ist ein weltweit vorkommender, bodenbürtiger Schaderreger an einem breiten Wirtspflanzenspektrum. *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, ist ein wirtsspezifischer Verursacher von Wurzel-, Stängel- und Fruchtfäule an *Cucurbitaceen*. Ausgangspunkt für diese Untersuchungen bildete dabei ein im Jahre 2003 von Früchten der Sorte *Cucurbita pepo* 'Howden' erhaltenes Isolat eines österreichischen Praxisstandortes. Dieses wurde zusammen mit vier weiteren Isolaten von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, in einem Gewächshausversuch 2007 an einem Kürbis- und Gurkenpflanzensortiment geprüft, um Aussagen über Pathogenität und Virulenz zu erhalten.

Material und Methoden

Die für den Versuch verwendeten Isolate von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, wurden auf potato dextrose agar (PDA) und einem Speziellen nährstoffarmen Agar (SNA) nach NIRENBERG (1976) kultiviert. Die Inokulumanzucht erfolgte in Erlmeyerkolben auf einem Torfkultursubstrat (Gemisch von Torf, Strohhacksel, Sand, Malzextrakt, Kalk) unter natürlichen Lichtverhältnissen und bei Temperaturen von ca. 20°C für 28 Tage.

Folgende fünf Isolate von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, wurden verwendet: Isolat einer Kürbisfrucht aus Amerika (Isolat-Nr. 1), Isolat einer Kürbisunterlage aus Deutschland (Isolat-Nr. 2), Isolat einer Kürbisfrucht aus Österreich (Isolat-Nr. 3) sowie zwei Isolate von Gurken (Isolat-Nr. 4 und Nr. 5).

Als Wirtspflanzen standen folgende sechs Sorten von Kürbis bzw. Gurken zur Verfügung: *Cucurbita pepo* 'Sweet Dumpling', *Cucurbita moschata* 'Autumn Buckskin F1', *Cucurbita maxima* 'Gelber Zentner', *Cucurbita ficifolia*, *Cucumis sativus* 'Midios' und *Cucumis sativus* 'Printo'.

Die Aussaat erfolgte zunächst als Einzelkornablage in Multiplex- Aussaatplatten, in welchen die Pflanzen bis zum Erreichen des Zwei- bis Vierblatt- Stadiums verblieben. Mit Erreichen dieses Entwicklungsstadiums erfolgte der Versuchsansatz. Dazu wurden die Pflanzen in ein Gemisch aus autoklavierter Landerde und Pilzsubstrat im Verhältnis 3:1 getopft. Diese Erdinokulation entspricht dem natürlichen Infektionsweg des Erregers. Die angestrebten Kulturbedingungen für den Versuch lagen bei einer Temperatur von etwa 20°C und einer relativen Luftfeuchte von 40%.

Die Symptombonitur begann nach 7dpi und wurde wöchentlich wiederholt. Nach 28 dpi erfolgte die Abschlußbonitur. Bei den Bonituren wurden typische Symptome der Erkrankung erfasst. Nach Abschluß der Bonitur erfolgte zusätzlich eine Rückisolierung des Erregers aus Teilstücken der Stängelbasis ausgewählter Pflanzen.

Ergebnisse und Diskussion

Typische Symptome nach erfolgter Infektion mit den fünf Isolaten von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, begannen mit dem Welken der Pflanze, anschließend entstanden bräunliche, wässrige Flecken am Stängelgrund, welche zu stängelumfassenden Nekrosen auswuchsen und schließlich zum Absterben der Pflanze führten.

Nach 28 dpi erwiesen sich vier der fünf geprüften Isolate als pathogen für die verwendeten *Cucurbitaceen*, ein Isolat löste keine Symptome an den Pflanzen aus. Das amerikanische Kürbis- Isolat (Nr. 1) zeigte sich dabei als das aggressivste der geprüften Isolate. Das Isolat bewirkte einen vollständigen Ausfall der Sorten *C. pepo* 'Sweet Dumpling' sowie *C. maxima* 'Gelber Zentner'. Auch die anderen Sorten zeigten sich als hoch bis sehr hoch anfällig.

Das deutsche Isolat (Nr. 2) löste ebenfalls einen Totalausfall der Sorte *C. pepo* 'Sweet Dumpling' aus, weiterhin reagierten *C. maxima* 'Gelber Zentner' und *C. ficifolia* sehr hoch anfällig. *C. moschata* 'Autumn Buckskin F1' zeigte eine mittlere Anfälligkeit, die beiden Gurkensorten 'Midios' und 'Printo' zeigten weniger Symptome und wurden als leicht anfällig eingestuft.

Auch wenn bei keiner der Sorten, die mit dem österreichischen Isolat (Nr. 3) infiziert wurden ein Totalausfall auftrat, zeigten sich *C. pepo* 'Sweet Dumpling', *C. maxima* 'Gelber Zentner' und *C. ficifolia* sehr hoch anfällig. Die übrigen Sorten wiesen eine mittlere bis geringe Anfälligkeit auf.

Eines der von Gurken gewonnenen Isolate (Nr. 4) zeigte eine ähnliche Virulenz wie das amerikanische Kürbisisolat (Nr. 1). Es bewirkte einen vollständigen Ausfall der Sorte *C. pepo* 'Sweet Dumpling'. Auch die Sorten *C. maxima* 'Gelber Zentner' und *C. ficifolia* zeigten sich sehr hoch anfällig. Eine hohe Anfälligkeit wiesen *C. moschata* 'Autumn Buckskin F1' und die Gurkensorte *C. sativus* 'Midios' auf. Mit einer geringen Anfälligkeit reagierte lediglich die zweite Gurkensorte 'Printo'.

Das zweite Gurkenisolat (Nr. 5) löste im Gegensatz zu den anderen Isolaten von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1, bei keiner der Kürbis- und Gurkenversuchspflanzen Symptome aus. Allerdings lies sich das Isolat Nr. 5, ebenso wie die Übrigen, bei der vorgenommenen Stängelrückisolierung nachweisen. Dies lässt eine mögliche latente Infektion vermuten. Mikroskopische Untersuchungen zeigen auch morphologische Besonderheiten, wie z. Bsp. das Vorhandensein meist nur 3-septierter Makrokonidien und relativ großer 0-1-septierter Mikrokonidien. Weiterhin zeigte sich eine im Allgemeinen geringere Anfälligkeit der Gurken- im Vergleich zu den Kürbissorten, wobei jedoch auch bei der Sorte *C. sativus* 'Midios' zum Teil hohe Verluste auftraten. *C. pepo* 'Sweet Dumpling' ist als die mit Abstand anfälligste der getesteten Sorten zu nennen, gefolgt von *C. maxima* 'Gelber Zentner' und *C. ficifolia*. *C. moschata* 'Autumn Buckskin F1' lag in der Bewertung der Anfälligkeit etwas über der der Gurkensorten.

Zusammenfassung

Das Ziel des Versuches bestand darin, zu überprüfen, ob und inwieweit sich Unterschiede in Pathogenität und Virulenz von fünf Isolaten von *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, Rasse 1 ergeben. Geprüft wurde ein amerikanisches Fruchtisolat von Kürbissen (Nr. 1), ein deutsches Isolat einer Kürbisunterlage (Nr. 2), ein österreichisches Isolat von Kürbisfrüchten (Nr. 3) sowie zwei Gurkenisolate (Nr. 4 und 5). Mit diesen Isolaten wurden in einem vierwöchigen Gewächshausversuch jeweils zwei Gurken- sowie vier Kürbissorten mittels Erdinokulation infiziert und anschließend die hervorgerufenen Symptome bonitiert. Weiterhin sollten Aussagen über die Anfälligkeit der verwendeten Sorten getroffen werden. Dabei handelte es sich um die Kürbissorten *C. pepo* 'Sweet Dumpling', *C. moschata* 'Autumn Buckskin F1', *C. maxima* 'Gelber Zentner' und *C. ficifolia* sowie die Gurkensorten *C. sativus* 'Midios' und 'Printo'.

Hierbei konnte die Pathogenität von vier der fünf geprüften Isolate nachgewiesen werden, wobei nur geringe Unterschiede in der Virulenz der Isolate bestanden. Lediglich das Gurkenisolat (Nr. 5) zeigte sich nicht pathogen, konnte allerdings, wie auch die Anderen, aus Stängelteilstücken rückisoliert werden. Da bei diesem Isolat auch morphologische Unterschiede auffielen sollten hier weitere Untersuchungen zur genaueren Charakterisierung folgen.

Hinsichtlich der Sortenanfälligkeit fiel vor allem die höhere Anfälligkeit der Kürbis- im Gegensatz zu den Gurkensorten auf. Die Gurkensorte 'Midios' zeigte sich dabei als etwas anfälliger gegenüber der anderen Gurkensorte 'Printo'. Die Kürbissorte *C. pepo* 'Sweet Dumpling' fiel als die anfälligste Sorte mit drei Totalausfällen auf, gefolgt von *C. maxima* 'Gelber Zentner' und *C. ficifolia* mit ähnlichen Ergebnissen. Die Sorte *C. moschata* 'Autumn Buckskin F1' zeigte eine etwas höhere Anfälligkeit als die getesteten Gurkensorten.

Summary

The study focussed on determination of differences of pathogenicity and virulence of five *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, race 1. The strains included in the investigation originated from (1) a squash fruit, America, (2) a squash rootstock, Germany, (3) a squash fruit, Austria or were obtained from two different cucumber plants (4 and 5). Strains were inoculated onto two different cucumber cultivars (*Cucumis sativus* 'Midios' and 'Printo') and four different squash species (*Cucurbita pepo* 'Sweet Dumpling', *C. moschata* 'Autumn Buckskin F1', *C. maxima* 'Gelber Zentner', and *C. ficifolia*) by soil inoculation. Treated plants were further cultivated for four weeks under greenhouse conditions and symptom development was rated in order to check pathogenicity of fungal strains as well as evaluate susceptibility of plant cultivars.

Pathogenicity of four out of five fungal strains under investigation could be demonstrated, which exhibited only slight differences in virulence. One cucumber strain (5) did not induce symptoms, but could be reisolated from infected stem parts. Moreover, the strain revealed morphological differences and has to be characterised by further investigations.

Cucurbits showed higher susceptibility to fungal strains than cucumber cultivars, whereas *C. sativus* 'Midios' was more susceptible than 'Printo'. *C. pepo* 'Sweet Dumpling' was most heavily affected by fungal strains yielding total loss of three plants followed by *C. maxima* 'Gelber Zentner' and *C. ficifolia*. *C. moschata* 'Autumn Buckskin F1' was slightly more susceptible than the cucumber cultivars included in the study.

Danksagung

Für die Bereitstellung des Saatgutes danken wir der Firma FLOVEG GmbH, Hürth sowie der Firma Bruno Nebelung GmbH, Everswinkel. Für die technische Unterstützung der Versuche gilt unser Dank Frau Andrea Klinke und Herrn Stefan Müller.

Literatur

NIRENBERG, H. I. (1976): Untersuchungen über die morphologische Differenzierung in der *Fusarium*- Sektion *Liseola*, Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, H. 169

Autoren

Stefan MÜLLER, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin; E-mail: phytomedizin@agrar.hu-berlin.de

Dr. Monika GOßMANN, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin

Dr. Helgard NIRENBERG, Julius Kühn- Institut, Königin Luise-Str. 19. 14195 Berlin

Prof. Dr. Carmen BÜTTNER, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin

Einsatzmöglichkeiten von *Lecanicillium muscarium* zur Bekämpfung des Kalifornischen Blüenthrips *Frankliniella occidentalis* bei Gewürzpflanzen

Chance of Lecanicillium muscarium for controlling Frankliniella occidentalis in aromatic herbs

ANNETT SCHMALZ, HELGA SERMANN & CARMEN BÜTTNER

Einleitung

Bei der Produktion von Küchenkräutern können Thripse erhebliche Schäden verursachen. Da chemische Pflanzenschutzmittel nicht eingesetzt werden können, bieten sich entomopathogene Pilze als Regulativ an. Anhand von standardisierten Biotests im Labor sollten die Wirkung und mögliche Wirkungsunterschiede von *Lecanicillium muscarium* bei verschiedenen Gewürzpflanzen gegenüber dem Blüenthrips geklärt werden.

Material und Methoden

Die Auswahl der Kulturen erfolgte nach morphologischen Gesichtspunkten, insbesondere der Blattstruktur und Behaarung der Blätter, aber auch nach dem Anteil ätherischer Öle und/oder deutlicher Duftkomponenten. In die Untersuchungen wurden demzufolge Basilikum (*Ocimum basilicum*), Blatt Petersilie (*Petroselinum latifolium*), Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*), Chrysantheme (*Chrysanthemum indicum*) und als Standard die Buschbohne (*Phaseolus vulgaris*) einbezogen.

In dem standardisierten Biotest wurden in Petrischalen (9 cm) auf feuchtes Filterpapier jeweils 1 Blatt der jeweiligen Wirtspflanze mit der Blattoberseite nach oben gelegt und anschließend 5,5 ml einer Sporensuspension des Pilzes *L. muscarium* V24 mit einer Sporendichte von 2×10^6 Sp./ml mit einem Feinsprühturm appliziert. Nach dem Abtrocknen der Suspension wurden je 10 Larven im L2-Stadium von *F. occidentalis* je Blatt platziert. Jede Variante und die jeweilige unbehandelte Kontrolle wurden in 12-facher Wiederholung durchgeführt. Nach dem Aufsetzen der Larven wurden die Schalen verschlossen und im Klimaschrank bei 20°C aufbewahrt. Die Bonituren erfolgten am 3., 5., 7. und 10. Tag nach der Applikation. Es wurden die Anzahl der lebenden, toten und verpilzten Tiere erfasst, das jeweilige Entwicklungsstadium, die Fluktuation der Thripslarven sowie das Ausmaß der Blattschäden anhand von 5 Boniturstufen (=0 kein Schaden; 5 > 1 cm² Schadfläche/Blatt).

Ergebnisse und Diskussion

1. Mortalität

Die Mortalität der Thripslarven erreichte zum Abschluss der Versuche (10 dpi) in allen Varianten zwischen 98 und 100%. Dabei lag die verwendete Sporendichte in der Suspension mit 10^6 Sp./ml im Vergleich zu anderen Biotestergebnissen (SERMANN, WELSCH 1998) relativ niedrig. Darüber hinaus konnte mit Hilfe von fluoreszierenden Sporen belegt werden, dass sich die Larven eine ausreichende Menge Sporen nicht nur von den Bohnenblättern (MEYER, 2007, SCHMALZ, 2006), sondern auch von den Blättern der hier geprüften Wirtspflanzen aufladen. Deutliche Unterschiede zwischen den Wirtspflanzen ergaben sich nur im Erkrankungsverlauf. Bei den Wirtspflanzen Petersilie, Bohne und Zitronenmelisse kam es sehr schnell zur Erkrankung der Tiere in deren Folge bereits am 5. Tag nach der Applikation 90-98% der Larven tot waren. Im Unterschied dazu erkrankten die Larven auf den Wirtspflanzen Chrysantheme und besonders auf Basilikum deutlich langsamer, so dass erst am 10. Tag nach der Applikation 100% der Tiere tot waren. Dieser verzögerte Erkrankungsverlauf kann auf die schlechte Sporenhaftung und einen hohen Sporenverlust auf den Blättern dieser Wirtspflanzen im Vergleich zum Standard Buschbohne zurückgeführt werden (SCHMALZ, 2006). Die Varianten unterschieden sich nur zu den Kontrollen signifikant. Auf allen Wirtspflanzen waren die toten Tiere zum Versuchsende auch mit dem typischen Myzel des Pilzes überzogen. Lediglich bei Basilikum und Zitronenmelisse gab es zu Beginn des Erkrankungsverlaufs eine tendenziell erkennbare Verzögerung bei der Verpilzung der Individuen. Bei Basilikum scheint die Wirtspflanze auf die Entwicklung von *L. muscarium* hemmend einzuwirken, da der Pilz unter Einwirkung von Pflanzenpresssaft ein geringeres

Myzelwachstum zeigte (SCHMALZ, 2006). Auf den anderen Wirtspflanzen zeigten die abgestorbenen Larven sofort die typische Myzelentwicklung am Kadaver.

2. Fluktuation und Schaden

Auf den einzelnen Wirtspflanzen war nach der Behandlung ein sehr differenziertes Verhalten der Larven zu beobachten. Bis zum 5. Tag nach Applikation zeigten nur die Tiere auf Chrysantheme und Zitronenmelisse nach der Behandlung eine vergleichsweise stärkere Fluktuation (Fluktuationsrate bei 20 bzw. 28%), die annähernd der Fluktuation der jeweiligen Kontrollen entsprach als bei den anderen Wirtspflanzen. Erst danach wurde in diesen beiden Behandlungsvarianten eine deutlich geringere Fluktuation registriert. Die Mobilität der Larven war von Beginn an auf den Bohnen-, Petersilien- und Basilikumblättern eingeschränkt und die Fluktuationsraten schwankten zwischen 4,2% bei der Bohne und 12,4% bei Petersilie. Der Saugschaden durch die Larven an den Blättern der einzelnen Wirtspflanzen war demzufolge sehr gering. Nur bei der Bohne und dem Basilikum wurde die höhere Boniturstufe 2 erreicht.

3. Entwicklung

Auf allen Wirtspflanzen bewirkte die Behandlung mit dem Pilz das Absterben der Thripse noch im Larvenstadium. Eine Entwicklung der Larven ins nächste Entwicklungsstadium war nur vereinzelt zu beobachten. Lediglich bei der Buschbohne wurden auch einige wenige Nymphen registriert. Stärkere Unterschiede zeigten sich bei der Abnahme lebender Tiere auf den Wirtspflanzen im zeitlichen Verlauf. Während bei Zitronenmelisse, Petersilie und auch der Buschbohne keine lebende Larve mehr vorhanden war, nahm die Anzahl lebender Thripse auf der Chrysantheme und dem Basilikum sehr viel langsamer ab. Offensichtlich entsprechen diese Wirtspflanzen nicht dem Behaglichkeitsgefühl von Thripsen (SCHMALZ, SERMANN, BÜTTNER, 2008). Eine Weiterentwicklung der Larven war auch hier nur vereinzelt und gegenüber der Standardpflanze Buschbohne verzögert registriert worden.

Zusammenfassung

Mit einem standardisierten Biotest sollten Besonderheiten bei der Anwendung des entomopathogenen Pilzes *L. muscarium* (Stamm V 24) bei Gewürzpflanzen zur Thripsbekämpfung aufgedeckt werden. Als Wirtspflanzen wurden Basilikum (*Ocimum basilicum*), Blattpetersilie (*Petroselinum latifolium*), Zitronenmelisse (*Melissa officinalis*), Chrysantheme (*Chrysanthemum indicum*) und als Standard die Buschbohne (*Phaseolus vulgaris*) einbezogen. Die Untersuchungen ergaben eine relativ uneingeschränkte Wirkung des Pilzes am Wirtstier auf diesen Wirtspflanzen. Unterschiede im Erkrankungsverlauf konnten nachweislich auf die Blattmorphologie zurückgeführt werden, die bei sehr starker (Chrysantheme) Behaarung bzw. völlig fehlender Blattstruktur (Basilikum) verzögert ablief. Da fast alle Versuchstiere bereits im Larvenstadium abstarben, war der beobachtete Schaden an den Blättern sehr gering.

Summary

In a standardized biotest should be disclosed the influence of aromatic host plants on the application of entomopathogenic fungus *L. muscarium* (strain V 24). For this the follow plants were included in the tests: *Ocimum basilicum*, *Petroselinum latifolium*, *Melissa officinalis*, *Chrysanthemum indicum* and as standard *Phaseolus vulgaris*. The results demonstrate a relatively unrestricted effect of *L. muscarium* on thrips larvae on these host plants. The disease progress was more slowly, if the leaves were pilose strongly (*Chrysanthemum indicum*) or without visible structure (*Ocimum basilicum*). Because nearby all Individuals died in the larval stage, the registered damage on leaves was very small.

Literatur

MEYER, U.: Untersuchungen zum Infektionsverhalten, zur Ausbreitung und zur Langzeitwirkung von *Verticillium lecanii* (Zimmermann) Viegas (Hyphomycetales: Moniliaceae) in einer Population des Kalifornischen Blüenthripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) Diss. Humboldt-Universität zu Berlin, 2007

SCHMALZ, A.: Einfluss der Wirtspflanzen auf die Wirkung des entomopathogenen Pilzes *Lecanicillium muscarium* (Syn. *Verticillium lecanii*) (Zimmermann) VIEGAS Hyphomycetales: Moniliaceae) gegenüber dem Kalifornischen Blüenthrips *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE 1895) (Thysanoptera: Thripidae) Dipl. Arbeit Humboldt-Universität zu Berlin, 2006

SCHMALZ, A.; SERMANN, H.; BÜTTNER, C.: Verhalten von *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) auf seinen Wirtspflanzen, 63. ALVA Jahrestagung Tagungsband, 2008 im Druck
SERMANN, H.; WELSCH, C. 1998: Comparison of selected entomopathogenic fungi for control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*, IOBC Bulletin Vol.21 (4) 1998, pp. 141-144

Autoren

Dipl. agr. ing. Annette SCHMALZ, Dr. Helga SERMANN, Prof. Dr. Carmen BÜTTNER, HUB, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin
Lentzeallee 55, 14195 Berlin, phytomedizin@agrar.hu-berlin.de

Verhalten von *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) auf seinen Wirtspflanzen

Behavioural characteristics of Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae) on its host plants

ANNETT SCHMALZ, HELGA SERMANN & CARMEN BÜTTNER

Einleitung

Die Entwicklung einer Population des Kalifornischen Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) in neuen oder ungewohnten Kulturpflanzenbeständen ist häufig anfangs sehr verhalten, um dann schlagartig zu kumulieren. Nicht selten werden dadurch Bekämpfungsmaßnahmen zu spät eingeleitet, was sich nachteilig auf deren Erfolg auswirkt. Anhand von standardisierten Biotests im Labor sollte der Einfluss von verschiedenen Wirtspflanzen auf die Populationsentwicklung des Schädling betrachtet werden. Die Auswahl richtete sich nach morphologischen Gesichtspunkten sowie inhaltsstofflichen Komponenten bei Gewürzpflanzen.

Material und Methode

Auf den Wirtspflanzen *Ocimum basilicum*, *Petroselinum latifolium*, *Melissa officinalis*, *Chrysanthemum indicum* und als Standard *Phaseolus vulgaris* wurde das Besiedlungsverhalten der Larven von *Frankliniella occidentalis* erfasst. Hierzu wurden Petrischalen mit abgetrennten Blättern der Wirtspflanzen bestückt und diese jeweils mit 10 Larven im frühen L2-Stadium besetzt. Die Versuchsschalen wurden im Klimaschrank bei 20°C und einem Lichtregime von LD 16h:8h aufbewahrt. In jeder Versuchsvariante wurde mit 12 Wiederholungen gearbeitet. Die Versuchstiere stammten aus einer Laborzucht auf *Ph. vulgaris* bei 22°C und einem Lichtregime von LD 16h:8h.

Die Bonituren erfassten die Individualentwicklung, die Fluktuation der Individuen sowie das Schadmaß bis zum Tod bzw. Adultstadium der Tiere am 3., 5., 7. und 10.Tag nach Versuchsansatz unter dem Auflichtmikroskop.

Ergebnisse und Diskussion

Die Larven von *F. occidentalis* reagierten auf ungewohnte Wirtspflanzen deutlich, aber graduell auf den einzelnen Wirtspflanzen verschieden, mit verstärkter Fluktuation, Veränderungen in den Entwicklungstempn sowie im Umfang des von ihnen verursachten Schadens (Schmalz, 2006).

1. Fluktuation

Die unterschiedlich ausgeprägten Fluktuationsraten widerspiegeln ein unterschiedliches Befinden der Larven auf den Blättern. Ein geringes Abwanderungsbestreben (10 %) zeigte sich innerhalb der ersten 7 Tage auf den Bohnenblättern, an die sie aus der Zucht gewöhnt waren. Die geringe Abwanderungstendenz auf den Blättern der Chrysantheme war auf die starke Behaarung der Blätter zurückzuführen, durch die die Larven bei der Fortbewegung behindert wurden. Die hohe Mobilität der Larven auf Basilikum (41,6%), aber auch auf Petersilie und Zitronenmelisse unterschied sich signifikant von der an den Bohnenblättern. Die mehr oder weniger glatten, unbehaarten Blätter in Verbindung mit kaum hervorstehender Nervatur von Basilikum und Petersilie kommen dem Bedürfnis der Tiere nach Versteck wenig entgegen, was sich in einer hohen Fluchrate ausdrückte. Das trifft auch für die Zitronenmelisse zu. Das Unbehagen, das die Larven auf den ungewohnten Wirtspflanzen demonstriert haben, zeigte sich auch bei dem gegenüber der Standardpflanze abweichenden Entwicklungsverlauf.

2. Entwicklung

Die Individualentwicklung der Larven war auf den Blättern der Zitronenmelisse, Petersilie und Chrysantheme um 3 Tage schneller als beim Standard Buschbohne, bei der nach 10 Tagen noch keine adulten Thripse auftraten. Auf Petersilie und Zitronenmelisse kam noch eine signifikant höhere Mortalität der Tiere hinzu, so dass diese in Verbindung mit der schnelleren Entwicklung als Ausdruck einer

Stresssituation für die Tiere anzusehen ist. Die Larven, die nicht sofort abgewandert sind, versuchen offensichtlich sich durch eine Abkürzung der Larvalentwicklung der unbehaglichen Wirtspflanze zu entziehen. Die Entwicklung der Larven am Basilikum verlief völlig anders, da die Larven nicht über das Larvenstadium hinaus kamen und die Mehrzahl der noch auf den Blättern verbliebenen Larven abstarben (40,5%).

3. Saugschaden

Das Ausmaß der Saugschäden an den Blättern korrelierte negativ mit der Fluktuation der Larven an den verschiedenen Pflanzen. Ein besonders starker und schnell entstehender Schaden entstand an der Bohne. Der entsteht infolge der geringen Fluktuation, einer langen Dauer des Larvalstadiums und zeigt eine gute Anpassung der Tiere an diese Wirtspflanze an. Mittlere bis hohe Schäden bei Zitronenmelisse bzw. Petersilie, die trotz hoher Fluktuation und kurzer Larvenphase entstanden, lässt auf eine hohe Empfindlichkeit der Wirtspflanze gegenüber dem Schädling schließen. Schaden wurde erfasst. Der sehr geringe Schaden an Basilikum trotz langer Larvenzeit ist nicht allein mit der hohen Fluchtrate der Tiere zu erklären. Basilikum ist von den gewählten Pflanzenarten die Wirtspflanze mit der deutlichsten Aromakomponente. Daher ist in diesem Fall eine inhaltsstoffliche Komponente nicht auszuschließen, die die Tiere zunächst von der Nahrungsaufnahme abhält.

Inwieweit sich die Thripse in den nachfolgenden Generationen an diese und die anderen Wirtspflanzen anpassen können, ist nicht auszuschließen und wird in weiteren Versuchen zu betrachten sein. Dennoch belegen die Ergebnisse eindeutig, dass ein Wechsel der Wirtspflanze zunächst die Populationsentwicklung von *F. occidentalis* verzögern und eine zunächst verhaltene Populationsentwicklung nach einem Wirtspflanzenwechsel erklärt.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, welche Ursachen für eine verzögerte Besiedlung von Thripsen auf neuen ungewohnten Wirtspflanzen verantwortlich sind. Dafür wurden Wirtspflanzen mit konträren Unterschieden in der morphologischen Blattoberfläche sowie inhaltsstofflichen Komponenten ausgewählt (*Ocimum basilicum*, *Petroselinum latifolium*, *Melissa officinalis*, *Chrysanthemum indicum* und als Standard *Phaseolus vulgaris*). Die Larven von *F. occidentalis* reagierten auf ungewohnte Wirtspflanzen auf den einzelnen Wirtspflanzen mit verstärkter Fluktuation, Veränderungen in den Entwicklungstempis sowie im Umfang des von ihnen verursachten Schadens. Besonders glatte, unstrukturierte Blätter veranlassten die Larven zur Abwanderung. Zusätzlich äußerte sich ihr Unbehagen auf diesen Blättern auch in einem schnelleren Stadienwechsel. Mittlere bis hohe Schäden bei Zitronenmelisse bzw. Petersilie entstehen auch durch die Empfindlichkeit der Wirtspflanze. Die Reaktion der Thripse auf den Blättern von Basilikum ist möglicherweise auch auf die inhaltsstofflichen Komponenten zurückzuführen.

Summary

In the present investigation should be informed, which reasons are important for the colonisation of the Californian Flowerthrips on unusual host plants. For that problem it was chosen host plants with different morphological leaf surfaces and with essential oil ingredients (*Ocimum basilicum*, *Petroselinum latifolium*, *Melissa officinalis*, *Chrysanthemum indicum* and as standard *Phaseolus vulgaris*). Larvae of *F. occidentalis* responded on unusual host plants with higher mobility, modifications in developmental rate and in the extent of its damage on the leaves. Very even leaf surfaces without structure promoted the emigration from these leaves. Moreover, this discomfort for the larvae was also a reason for a quicker change in the nymphal stages. Middle to high extent of damage on *M. officinalis* and *P. latifolium* originate also from susceptibility of host plants. The reaction of larvae on *O. basilicum* is attributed possibly to the essential oil ingredients (KESSLER, BALDWIN, 2001).

Literatur

KESSLER, A.; BALDWIN, I. T.: Defensive Function of Herbivore-Induced Plant Volatile Emissions in Nature. Science Vol. 291 N. 5511, p. 2141-2144, 2001

SCHMALZ, A.: Einfluss der Wirtspflanzen auf die Wirkung des entomopathogenen Pilzes *Lecanicillium muscarium* (Syn. *Verticillium lecanii* (Zimmermann) VIEGAS Hyphomycetales: Moniliaceae) gegenüber dem Kalifornischen Blütenthrips *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE 1895) (Thysanoptera: Thripidae) Dipl. Arbeit Humboldt-Universität zu Berlin, 2006

Autoren

Dipl. agr. Ing. Annette SCHMALZ, Dr. Helga SERMANN, Prof. Dr. Carmen BÜTTNER, HUB, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin
Lentzeallee 55, 14195 Berlin, phytomedizin@agrar.hu-berlin.de

Aktuelle Versuchsergebnisse zum chemisches Entfernen von Stocktrieben im Weinbau

Effective results of chemical trunk cleaning on grapes

ANDREAS KRBEK & BARBARA SCHILDBERGER

Einleitung

Eine wichtige Kulturmaßnahme im Frühjahr ist das Entfernen unerwünschter Stockaustriebe. Beim Einsatz systemischer Herbizide entstehen Schädigungen an den Rebstöcken. Des Weiteren stellen bodennahe Triebe eine Eintrittspforte für Krankheiten dar.

Das händische Ausbrechen der Stockaustriebe ist mit hohem Arbeitsaufwand verbunden und muss besonders bei starkwüchsigen Rebsorten wiederholt werden. Ein mechanisches Entfernen der Austriebe mittels Stockputzer bringt oft unbefriedigende Ergebnisse und ist mit hohem Verschleiß des Gerätes und der Verletzung des Rebstockes verbunden.

Als Alternative könnte das Ausbrechen mittels nicht systemischen Herbiziden dienen. Mit dem Wegfall des Herbizidverzichts in der Integrierten Produktion gewinnt diese Möglichkeit zusätzlich an Attraktivität. Die Fragestellungen des Versuches waren der Einsatzzeitpunkt der unterschiedlichen Wirkstoffe, die Untersuchung der Herbizide im Vergleich und die Beeinträchtigung des Rebstockes.

Material und Methoden

Der Versuch wurde am Standort Klosterneuburg durchgeführt. Appliziert wurde der Versuch an der Rebsorte Grüne Veltliner. Zwischen den Reihen herrschten gleiche Versuchsbedingungen. Die Applikationszeitpunkte waren der 11. Mai 2007 und der 22. Juni 2007, zu diesem Zeitpunkt waren die Triebe 5 – 15 cm lang. Die visuellen Bonituren wurden am 10. Mai, 29. Mai, 19. Juni und 20. August durchgeführt.

Tabelle1: Darstellung der Varianten

1. Variante	Stockputzer	
2. Variante	Basta (<i>Glufosinat</i>)	5l/200l
3. Variante	Basta (<i>Glufosinat</i>) + Netzmittel	5l/200l
4. Variante	Karbuki (<i>Pyraflufen</i>) + Zarado (<i>Rapsmethylester</i>)	0,8l/ha + 2l/ha
5. Variante	Karbuki (<i>Pyraflufen</i>) + Zarado (<i>Rapsmethylester</i>)	2x 0,4 l/ha + 2l/ha
6. Variante	Shark (<i>Carfentrazone- ethyl</i>)	1l/ 200l
7. Variante	Shark (<i>Carfentrazone- ethyl</i>)	2 x 0,5 l bei 200l
8. Variante	Hand	

Ergebnisse und Diskussion

Im Gegensatz zu den mechanischen Varianten werden bei den chemischen Varianten die Stockaustriebe nicht entfernt, sondern vertrocknen am Stamm. Dies hat den Vorteil, dass keine Wunden entstehen, die für Pilze als Eintrittspforte dienen könnten.

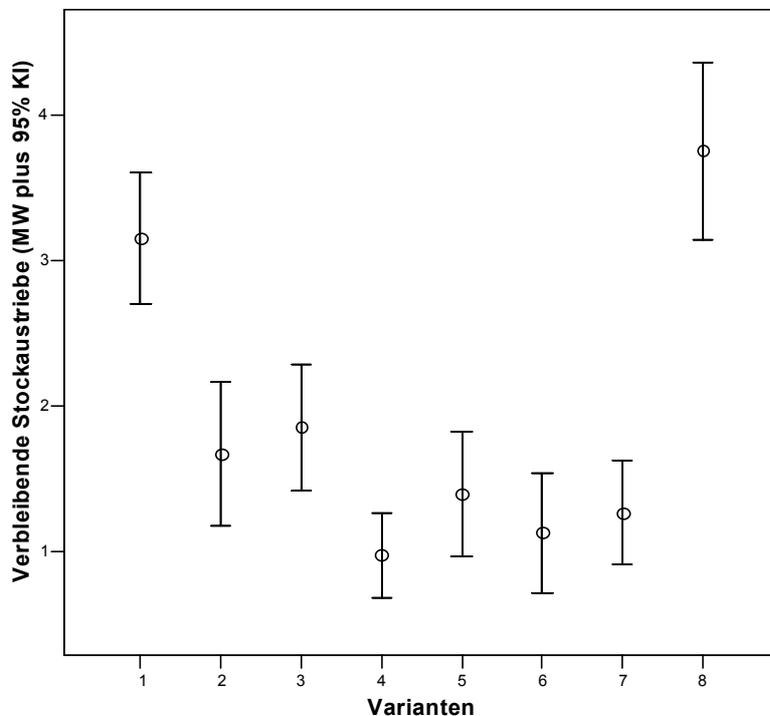


Abbildung 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Varianten. 1 Stockputzer, 2 Basta (Glufonisnat), 3 Basta (Glufosinat) + Netzmittel, 4 Karbuki (Pyraflufen) + Zarado (Rapsmethylester), Karbuki (Pyraflufen) Splitting, 6 Shark (Carfentrazon-ethyl), 7 Shark (Carfentrazon-ethyl) Splitting, 8 Hand

Die Darstellung der Mittelwerte inklusive der Standardabweichungen der einzelnen Varianten in Abb. 1 zeigen, dass bei den mechanischen Varianten (1 Stockputzer und 8 händisch) tendenziell mehr Austriebe am Stock verblieben.

Der Turkey Test zeigt, beide mechanischen Varianten sind in diesem Versuch signifikant schlechter als die chemischen. Innerhalb der chemischen Varianten gibt es keine statistisch signifikanten Unterschiede. (für alle Test wurde ein Signifikanzniveau α von 5 % angenommen).

Zusammenfassung

Eine wichtige Kulturmaßnahme im Frühjahr ist das Entfernen unerwünschter Stockaustriebe. Das mechanische Ausbrechen der Stockaustriebe ist mit hohem Arbeitsaufwand verbunden und muss besonders bei starkwüchsigen Rebsorten wiederholt werden. Als Alternative könnte das Ausbrechen mittels nicht systemischen Herbiziden dienen. Mit dem Wegfall des Herbizidverzichts in der Integrierten Produktion gewinnt diese Möglichkeit zusätzlich an Attraktivität.

Mit Sommer 2006 in Deutschland, bzw. seit 2007 in Österreich, ist der Wirkstoff *Carfentrazon-ethyl* mit einer erlaubten Aufwandmenge von 1 l/ha bei bestimmten Rebsorten zugelassen. Ein weiterer Wirkstoff der im Weinbau angewendet werden darf ist der Wirkstoff *Pyraflufen-ethyl*. Innerhalb dieses Versuches wurden mehrere chemische Wirkstoffe (*Carfentrazon-ethyl*, *Pyraflufen-ethyl* und *Glufosinat*) auf das Wachstum der Stockaustriebe untersucht. In Bezug auf Arbeitsqualität wurden

diese Varianten mit händischen und mechanischen Ausbrechen verglichen und mit dem Programm SPSS statistisch ausgewertet. Des weiteren wurde die Verwendung eines Netzmittels getestet und Aufwandmengen entsprechend dem Vegetationsverlauf gesplittet.

Summary

Trunk cleaning is a major cultural measure in wine farming. Mechanical elimination of the shoots is connected with high costs and has to be repeated on strong growing varieties. Chemical trunk cleaning with non systemic herbicides could be an alternative. Since the abandonment of herbicides in the integrated production was cancelled this method is becoming more and more attractive.

Carfentrazon-ethyl has been approved in Germany in summer 2006 and 2007 in Austria, limited to 1 l per ha and to certain strong growing varieties. Another active compound allowed in wine farming is *Pyraflufen-ethyl*. In this trial *Carfentrazon-ethyl*, *Pyraflufen-ethyl* and *Glufosinat* were assed for their effect on water shoots. The working quality of the chemical variants was compared to the mechanical variants by hand and trunk cleaner and statistically assessed with SPSS. Additionally the influence of tensides added to the herbicides and splitting of the herbicide according to the vegetation progress was tested.

Literatur

IPACH, R.; Shark - Haifisch ohne Zähne; Dienstleistungszentrum für den ländlichen Raum (DLR) Rheinpfalz, 67435 Neustadt, Germany; *Das Deutsche Weinmagazin* Germany, 2007, (7/8) 24-28,
PORTEN, M.; HUBER, L; Chemisches Stockausbrechen; Dienstleistungszentrum für den ländlichen Raum (DLR) Mosel, 54470 Bernkastel-Kues, Germany; *Der Deutsche Weinbau*, Neustadt Germany, 2007, (7) 76-78,

Autor/en

Andreas Krbec, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
Abteilung Biologie, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg, Andreas.krbec@hblawo.bmlfuw.gv.at
Barbara Schildberger, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
Abteilung Biologie, Wiener Straße 74, 3400 Klosterneuburg

Untersuchungen zur Biologie und Ökologie des Sommerapfelblattsaugers *Cacopsylla picta* FÖRSTER (*Homoptera: Psyllidae*) in Obstanlagen

M. WOLF & R. ZELGER

Einleitung

Seit dem Jahre 2005 ist im Südtiroler Obstbau ein starker Anstieg der Apfeltriebsucht-Erkrankungen (AP) zu beobachten. Gleichzeitig mit der Befallszunahme wurde vermehrt der Sommerapfelblattsauger *C. picta* in betroffenen Anlagen festgestellt. Ergebnisse aus Übertragungsversuchen deuten darauf hin, dass der Erreger der Apfeltriebsucht (*Candidatus phytoplasma mali*; Firrao et al. 2005) durch *Cacopsylla picta* Förster syn. *costalis* (Frisinghelli et al. 2000) übertragen wird. Mehrjährige Versuche an der SLVA Neustadt (Jarusch et al. 2004), sowie an der BBA Dossenheim (Seemüller et al. 2004) bestätigen die Befunde zu *C. picta*. *C. picta* gilt daher laut Laboruntersuchungen (Frisinghelli et al. 2002, Jarusch et al. 2004, Seemüller et al. 2004) als Hauptvektor der Apfeltriebsucht.

Untersuchungen

Die Dichten mit denen der Sommerapfelblattsauger bisher in Apfelanlagen aufgetreten sind gemessen an jener anderer Schädlinge gering. 2007 wurden z.B. in Ertragsanlagen (älter als zwei Jahre) durchschnittlich 0,17 Individuen pro Ast mit Hilfe der Klopfprobe nachgewiesen. Da es keine Eingreifschwelle für die Bekämpfung dieses Vektors gibt (die Behandlung erfolgt bei Präsenz > 0) ist auch der Nachweis „geringer“ Dichten von Interesse. Jedoch nicht immer gelingt es mit Hilfe der Klopfprobe wenige vorhandene Blattsauger nachzuweisen. Dies vor allem weil die Zuwanderung von *C. picta* während der Blüte erfolgt und abfallende Blütenblätter die Klopftrichter verstopfen. In wüchsigen Anlagen kann außerdem nur ein Bruchteil der Baumschicht beprobt werden so dass es auch aus diesem Grund eine Nachweisgrenze gibt.

Im Zusammenhang mit der Erhebung von Blattsaugerdichten gingen wir der Frage nach, ob Neuanlagen (Erstellungsjahr 2007) gegenüber Ertragsanlagen bevorzugt durch überwinterte Individuen besiedelt werden. Ein derartiges Verhalten des Sommerapfelblattsaugers war 2006 und 2007 in Praxisanlagen beobachtet worden (Unterthurner und Österreicher 2008). Da die Klopfprobe für Erhebungen in Neuanlagen nicht geeignet ist, wurden die Untersuchungen in angrenzenden Neuanlagen und Ertragsanlagen mit Hilfe der Ganzbaumkontrolle durchgeführt. Es wurden Blattsaugerdichten, in den beiden Anlagentypen, d.h. in Neu- und Ertragsanlagen erhoben, und dabei versucht die „tatsächliche“ Populationsgröße (Individuen pro Baum oder umgerechnet pro ha) während der Besiedelung im Frühjahr zu ermitteln.

Ergebnisse

Laut Erhebungen wurden die Neuanlagen (Untersuchungen an zwei Standorten) mit dem Beginn des Austriebs (erste Aprilwoche) schnell besiedelt. Am ersten Standort blieb eine neben einer Neuanlage gelegene Ertragsanlage (unbehandelt; Sorte Gala;) unbesiedelt während in der Neuanlage (unbehandelt; Sorte Gala;) über 5 Wochen überwinterte Tiere festgestellt werden konnten.

Am zweiten Standort war im Vergleich zur Ertragsanlage (unbehandelt, Sorte Golden;) eine leichte „Bevorzugung“ der angrenzenden Junganlage festzustellen. Sie wies außerdem im Vergleich zur Ertragsanlage ein Vielfaches der Larvendichte auf.

Im Rahmen der Erhebungen konnte für die unbehandelten Versuchsflächen am zweiten Standort (Sorte Golden) eine durchschnittliche Blattsaugerdichte (umgerechnet pro Fläche) ermittelt werden.

So waren in der Neuanlage im Durchschnitt geschätzte 200 Individuen pro ha und Woche präsent, während für die angrenzende Ertragsanlage 100 Tiere pro ha und Woche ermittelt wurden.

Literatur

Firrao G, Gibb K, Streten C (2005) Short taxonomic guide to the genus „Candidatus Phytoplasma“. *Journal of Plant Pathology* 87(4), 249-263

Frisinghelli C, Delaiti L, Grando M S, Forti D and Vindimian M E, (2000) *Cacopsylla costalis* (Flor 1861), as a Vector of apple Proliferation in Trentino, *J. Phytopathology* 148, 425-431 (2000)

Jarausch B, Schwind N, Jarausch W, Krzcal G, (2004) Overwintering Adults and Springtime Generation of *Cacopsylla picta* (Synonym *C. costalis*) Can Transmit Apple Proliferation Phytoplasmas, *Proc. XIXth IS on Fruit Tree Virus Diseases* Ed. G. Llácer *Acta Hort.* 657, ISHS 533-537 2004

Seemüller E, Dickler E, Berwarth C and Jelkmann W, (2004), Occurrence of Psyllids in Apple Orchards and Transmission of Apple Proliferation by *Cacopsylla picta* (syn. *C. costalis*) in Germany, *Proc. XIXth IS on Fruit Tree Virus Diseases* Ed. G. Llácer *Acta Hort.* 657, ISHS 409-413 2004

Unterthurner M, Österreicher J, (2008) Die Überwachung des Sommerapfelblattsaugers 2007. *Obstbau Weinbau Fachmagazin des Beratungsrings* (45), 2, 54 – 55

Autor/en

Mag. Manfred Wolf & Dr. Roland Zelger, Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Pfatten 6, 39040 Auer/Italien, e-mail: Manfred.Wolf@provinz.bz.it

Einsatz molekularbiologischer Methoden zur Charakterisierung der Darmmikrobiota des Schweins

Application of molecular biological methods to characterise the gut microbiota of pigs

AGNES PETERSSON, KONRAD J. DOMIG, PHILIPP NAGEL, WERNER ZOLLITSCH,
WERNER HAGMÜLLER & WOLFGANG KNEIFEL

Einleitung

Die gastrointestinale Mikrobiota des Schweins spielt in der Gesundheit und der Leistungsfähigkeit des Tieres eine große Rolle (Richards et al., 2005). Während früher vor allem kulturelle Methoden zur Charakterisierung der Darmmikrobiota eingesetzt wurden, sind heute vermehrt molekularbiologische Methoden das Mittel der Wahl (Moura et al., 2007).

Im vorliegenden Projekt kamen die Denaturierende Gradientengelelektrophorese (DGGE) sowie die Real-Time PCR als Methoden zum Einsatz. Die DGGE ist eine molekularbiologische Fingerprinting Methode, die die Trennung von DNA Fragmenten gleicher Länge, aber unterschiedlicher Sequenz, erlaubt. Das Prinzip dieser Trennung beruht auf einem Gradienten an denaturierenden Agentien in einem Polyacrylamidgel. DGGE ist eine geeignete Methode, um die Komplexität einer Bakteriengemeinschaft zu untersuchen und Veränderungen innerhalb einer Bakterienpopulation (z.B. bei unterschiedlichen Fütterungsmaßnahmen) festzustellen (Muyzer und Smalla, 1998). Die Real-Time PCR ist gut geeignet um komplexe Gemeinschaften wie jene des Gastrointestinaltrakts qualitativ und quantitativ zu untersuchen (Gueimonde et al., 2004).

In diesem Projekt sollen Fäzes- und Darminhaltsproben von Schweinen mittels PCR-DGGE auf Basis eines für die *Lactobacillus*-Gruppe spezifischen Primerpaares auf ihr Bandenmuster hin untersucht werden. Die Komplexität bzw. Änderungen dieses Bandenmusters geben einen Hinweis auf Veränderungen in der Biodiversität der Mikrobiota. Weiters soll das in der Fütterungsstudie eingesetzte Probiotikum mittels Real-Time PCR nachgewiesen werden.

Material und Methoden

Im zugrunde liegenden Projekt (EU-Projekt „Quality Low Input Food“) wurden 76 Schweine in zwei Fütterungsversuchen mit vier verschiedenen Futterbehandlungen (Kontrollgruppe (KG), KG + Grassilage, KG + Maissilage und KG + Probiotikum [*Bifidobacterium animalis*]) gefüttert (Nagel et al., 2007). Pro Tier wurden 3 Fäzes- und 5 Darminhaltsproben (Magen, Duodenum, Ileum, Caecum und Colon) gewonnen, welche in sterilen Plastiksäcken in anaerober Atmosphäre (GENbag® anaer, Bio-merieux, Frankreich) bei -80°C gelagert wurden.

Mit Hilfe des QIAamp® DNA Stool Mini Kits (Qiagen, Deutschland) wurde aus diesen Proben die DNA isoliert. Die PCR Amplifikation wurde in einem Mastercycler (Eppendorf, Deutschland) mit dem Primerpaar Lac1f (5'-AGC AGT AGG GAA TCT TCC A-3')/Lac2r-GC (5'-CCC GCC GCG CCC CGC GCC CGT CCC GCC GCC CCC GCC CGA TT(CT) CAC CGC TAC ACA TG-3') durchgeführt. Dieses Primerpaar setzt spezifisch an der 16S rDNA der *Lactobacillus*-Gruppe an. An den reversen Primer (Lac2r) wurde eine GC-Klammer angehängt, um die PCR Fragmente in der DGGE Analyse weiterverwenden zu können. (Scanlan et al., 2006; Walter et al., 2001) Das PCR Programm setzte sich wie folgt zusammen: initiale Denaturierung bei 95°C für 5 Minuten, 35 Zyklen mit Denaturierung bei 95°C für 30 Sekunden, 61°C Annealingtemperatur für 40 Sekunden und Extension bei 72°C für 1 Minute und anschließender finalen Extension bei 72°C für 5 Minuten. Das amplifizierte PCR Fragment mit einer Länge von ca. 380 bp wurde in einer Agarosegelelektrophorese bestätigt.

Anschließend wurde die DGGE im Bio-Rad DCode™ Universal Mutation Detection System (Bio-Rad, Kanada) durchgeführt. Um die für die *Lactobacillus*-Gruppe spezifischen PCR Produkte aufzutrennen, wurden 8%ige Polyacrylamidgelle mit einem linearen denaturierenden Gradienten von 30 -55% eingesetzt und die Elektrophorese bei 60°C und 70 V für 16 h durchgeführt (Scanlan et al., 2006). Nach Visualisierung der DNA Banden durch Färbung mit Ethidiumbromid erfolgte die Auswertung

der Gelbilder mit der Software BioNumerics (Version 5.0, Applied Maths, Belgien). Die Colon- und die letzte Faezesprobe (vor der Schlachtung) aller Tiere wurden mittels PCR-DGGE auf die *Lactobacillus*-Gruppe untersucht.

Mittels Real-Time PCR (Rotorgene 3000 Thermocycler, Corbett Research, Australien) wurden die Colon- und die letzte Faezesprobe aller Tiere qualitativ auf *Bifidobacterium animalis* getestet, wobei SybrGreen als Fluoreszenzmarker verwendet wurde. Dafür kam das Primerpaar Bflact2 (5'-GTG GAG ACA CGG TTT CCC-3')/Bflact5 (5'-CAC ACC ACA CAA TCC AAT AC-3') und folgendes Programm zum Einsatz: initiale Denaturierung bei 95°C für 3 Minuten, 35 Zyklen mit Denaturierung bei 95°C für 20 Sekunden, 64°C Annealingtemperatur für 20 Sekunden und Extension bei 72°C für 20 Sekunden (Mayer et al., 2007).

Ergebnisse und Diskussion

Um zu sehen, wie die Fütterung eines Probiotikums (*Bifidobacterium animalis*) die Darmmikrobiota beeinflusst, wurden eine Faezes- sowie die Colonprobe der 76 Tiere mittels Real-Time PCR auf das Vorhandensein von *Bifidobacterium animalis* untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass das eingesetzte Primerpaar und die angeführten PCR Bedingungen für die Identifizierung von *Bifidobacterium animalis* geeignet sind. Die Schmelzpunktanalysen lieferten eindeutige Ergebnisse bei Schmelzpunkten von ca. 91,8°C. *Bifidobacterium animalis* konnte mittels Real-Time PCR mit wenigen Ausnahmen nur in Proben der Probiotikum-Fütterungsgruppe nachgewiesen werden.

Außerdem sollten die Auswirkungen der unterschiedlichen Futterbehandlungen auf die Komplexität der *Lactobacillus*-Gemeinschaft untersucht werden, wobei die Vielfalt der Bakteriengemeinschaft durch die Anzahl an identifizierbaren Banden in der PCR-DGGE repräsentiert wird. Die Mittelwerte der Bandenanzahl der vier verschiedenen Fütterungsgruppen wichen nur unwesentlich voneinander ab, während die Ergebnisse innerhalb der Fütterungsgruppe Inhomogenitäten aufwiesen. Die Identifizierung der aufgetrennten Amplifikate mittels DNA Sequenzierung wird aktuell gerade durchgeführt.

Zusammenfassung

Die Diversität der Darmmikrobiota des Schweins ist aufgrund ihres Einflusses auf die Tiergesundheit von großem Interesse. Insbesondere eignen sich molekularbiologische Methoden zur Charakterisierung der Darmflora.

Im Zuge eines Fütterungsversuchs kamen die quantitative Real-Time PCR, sowie die Denaturierende Gradienten Gelelektrophorese (DGGE) zum Einsatz. Während die Real-Time PCR in kurzer Zeit qualitative und quantitative Analysen erlaubt, eignet sich die DGGE zur Untersuchung bakterieller Diversität und Populationsveränderungen im Gastrointestinaltrakt.

Summary

The diversity of pigs gut microbiota is of great interest to science because of its influence on animal health. Especially molecular biological methods are suitable to characterise the gut flora.

In this project Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE) and Real-Time PCR were applied to investigate the gut microbiota of pigs. While Real-Time PCR is a promising tool to detect and quantify bacteria in a short time, DGGE is suitable to investigate bacterial diversity and population changes in complex communities like the gastrointestinal tract.

Literatur

MAYER, H.K., AMTMANN, E., PHILIPPI, E., STEINEGGER, G., MAYRHOFER, S. and KNEIFEL, W.: Molecular discrimination of new isolates of *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* from reference strains and commercial probiotic strains, International Dairy Journal, 17: 565–573, 2007

MOURA, P., SIMÕES, F., GÍRIO, F., LOUREIRO-DIAS, M.C. and ESTEVES, M.P.: PCR monitoring of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* dynamics in fermentations by piglet intestinal microbiota, Journal of Basic Microbiology, 47: 148 – 157, 2007

MUYZER, G. and SMALLA, K.: Application of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) and temperature gradient gel electrophoresis (TGGE) in microbial ecology, *Antonie van Leeuwenhoek*, 73: 127 – 141, 1998

NAGEL, P., DOMIG, K.J., HAGMÜLLER, W., PFALZ, S., KRONSTEINER, S., ORTNER, B., SUNDRUM, A. and ZOLLISCH, W.: Effects of silage or probiotics on performance and gut microbial composition of organic growing-finishing pigs, 6. BOKU-Symposium Tierernährung, Sekundärwirkungen von Futterinhaltsstoffen – vom Nährstoff zum Wirkstoff – 15. November 2007, Wien, Tagungsband: 192 – 198, 2007

RICHARDS, J.D., GONG, J. and DE LANGE, C.F.M.: The gastrointestinal microbiota and its role in monogastric nutrition and health with an emphasis on pigs: Current understanding, possible modulations, and new technologies for ecological studies, *Canadian Journal of Animal Science*, 85: 421-435, 2005

SCANLAN, P.D., SHANAHAN, F., O'MAHONY, C. and MARCHESI, J.R.: Culture-independent analyses of temporal variation of the dominant fecal microbiota and targeted bacterial subgroups in Crohn's disease, *Journal of Clinical Microbiology* 44, 11: 3980 – 3988, 2006

WALTER, J., HERTEL, C., TANNOCK, G.W., LIS, C.M., MUNRO, K and HAMMES, W.P.: Detection of *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, and *Weissella* species in human feces by using group-specific PCR primers and Denaturing Gradient Gel Electrophoresis, *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 6: 2578 – 2585, 2001

Autoren

Dipl.-Ing. Agnes Petersson, Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene, Gregor Mendelstr. 33, 1180 Wien, E-mail: agnes.petersson@boku.ac.at

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Konrad J. Domig, Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene, Gregor Mendelstr. 33, 1180 Wien, E-mail: konrad.domig@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Philipp Nagel, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendelstr. 33, 1180 Wien, E-mail: philipp.nagel@boku.ac.at

Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendelstr. 33, 1180 Wien, E-mail: werner.zollitsch@boku.ac.at

Dr. med. vet. Werner Hagmüller, LFZ- Raumberg Gumpenstein, Aussenstelle Wels, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Austraße 10, 4061 Wels-Thalheim, E-Mail: Werner.Hagmueller@bal.bmlfuw.gv.at

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kneifel, Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung für Lebensmittelqualitätssicherung, Muthgasse 18, 1190 Wien, E-mail: wolfgang.kneifel@boku.ac.at

Danksagung

Kernbereiche dieser Arbeit wurden dankenswerterweise von der H. Wilhelm Schaumann Stiftung (Hamburg, Deutschland) finanziert (Forschungsstipendium für Agnes Petersson und Laborverbrauchsmaterial).

Antibiotikaresistenztestung von Bifidobakterien

Antibiotic susceptibility testing of bifidobacteria

SIGRID MAYRHOFER, KONRAD J. DOMIG, CHRISTIANE MAIR, ULRIKE ZITZ,
AGNES PETERSSON, GEORG WITOSZYNSKYJ & WOLFGANG KNEIFEL

Einleitung

Bifidobakterien sind für ihre positive Wirkung im Darmtrakt des menschlichen und tierischen Organismus bekannt (Sgorbati et al., 1995). Ausgewählte Stämme werden gezielt als Probiotika eingesetzt und hohe Konzentrationen dieser lebenden Mikroorganismen über die Nahrung zugeführt. Um das im Intestinaltrakt bereits bestehende Resistenzgenreservoir der Darmmikrobiota nicht weiter zu erhöhen, sollten diese Bakterien frei von erworbenen, übertragbaren Antibiotikaresistenzgenen sein (von Wright, 2005).

Während für die meisten Krankheitserreger gut standardisierte Methoden zur Überprüfung ihres Resistenzverhaltens vorliegen, gibt es keine einheitlichen Antibiotikaresistenztestmethoden für Milchsäurebakterien und Bifidobakterien (Mattö et al., 2006). Im Rahmen dieser Studie wurde die Eignung von zwei unterschiedlichen Antibiotikaresistenztestverfahren detailliert untersucht. Dabei kam ein eigens entwickeltes Nährmedium zur Antibiotikaresistenztestung von Bifidobakterien (Klare et al., 2006) zum Einsatz. Weiters wurde ein kürzlich entwickeltes Protokoll zur Antibiotikaresistenztestung von Bifidobakterien mittels Mikrodilutionsverfahren eingesetzt, welches inzwischen als Entwurfsversion einer neuen ISO Norm vorliegt.

Material und Methoden

Stämme:

Insgesamt standen 82 *Bifidobacterium pseudolongum* und 80 *Bifidobacterium thermophilum* Stämme, die im Rahmen des EU-Projektes „BIFID“ aus unterschiedlichsten Bereichen der Fleischerzeugung (Schwein, Rind) gewonnen wurden, für die Untersuchung zur Verfügung (Gavini et al., 2006; Mayrhofer et al., 2007).

Antibiotikaresistenztestung:

Für das Mikrodilutionsverfahren wurden zur Herstellung der Bakteriensuspension mehrere Kolonien des zu testenden Stammes in physiologische Kochsalzlösung überimpft und auf eine definierte Dichte eingestellt. Anschließend erfolgte die Verdünnung der Bakteriensuspension im Testmedium. Jeweils 100 µl dieser verdünnten Suspension wurden in die Vertiefungen einer mit aufsteigenden Antibiotikakonzentrationen imprägnierten Mikrotiterplatte pipettiert. Nach erfolgter Inkubation wurde jene Antibiotikumkonzentration, die benötigt wird um ein sichtbares Wachstum des Keimes komplett zu hemmen (Minimale Hemmstoffkonzentration - MHK), ermittelt.

Bei der Plättchenmethode wurde die Bakteriensuspension, die für das Mikrodilutionsverfahren hergestellt wurde, über die gesamte Agaroberfläche des Testmediums ausgestrichen. Nachdem das Inokulum absorbiert worden war, wurden Antibiotikumplättchen auf die Oberfläche appliziert. Die Hemmhofdurchmesser (HHD) wurden nach durchgeführter Bebrütung abgemessen.

Statistische Auswertung:

Die Beziehung zwischen den MHK-Werten des Mikrodilutionsverfahrens und den HHD-Werten der Plättchenmethode wurde mittels Streudiagrammen veranschaulicht. Zusätzlich wurde die lineare Funktion zwischen beiden Werten definiert, indem nach logarithmischer Konversion (\log_2) der MHK-Werte die Regressionsanalyse eingesetzt wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Bei antibiotischen Wirkstoffen, bei denen sowohl resistente als auch sensible Subpopulationen auftraten, wurde eine relativ starke Beziehung zwischen den Ergebnissen beider Antibiotikaresistenztestmethoden nachgewiesen (Abb. 1a). Hingegen konnte bei bestimmten Antibiotika, bei denen entweder nur eine empfindliche oder nur eine resistente Subpopulation vorherrschte, keine lineare Funktion zwischen den Werten der zwei Verfahren definiert werden. Dennoch konnte auch hier anhand der Streuungsdiagramme eine klare Beziehung zwischen den Ergebnissen des Mikrodilutionsverfahrens und der Plättchenmethode demonstriert werden (Abb. 1b; Domig et al., 2007).

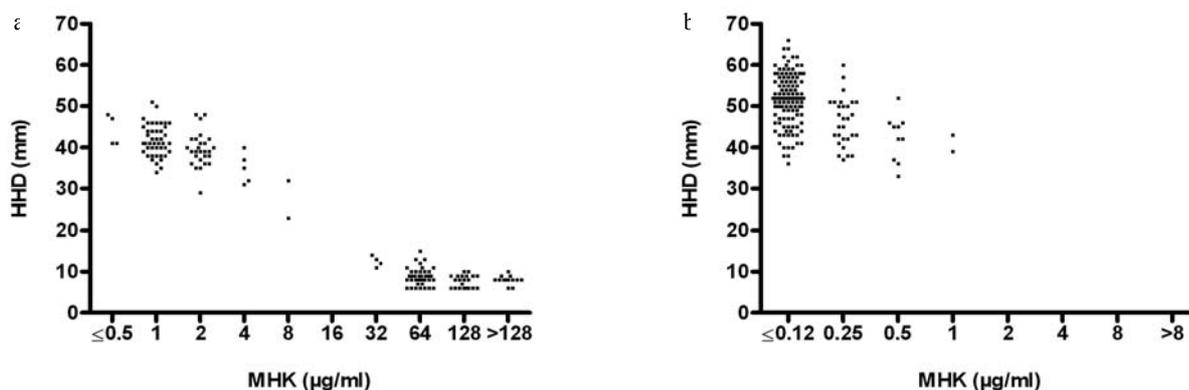


Abb. 1. Darstellung der Beziehung der mittels Mikrodilutionsverfahrens (MHK) und Plättchenmethode (HHD) erhaltenen Ergebnisse für Tetracyclin (a) und Ampicillin (b).

Neben der Übereinstimmung der Ergebnisse des Mikrodilutionsverfahrens und der Plättchenmethode wurde die Anwendbarkeit beider Verfahren beurteilt. Hierbei war der Plättchentest einfach durchzuführen und kostengünstig, die Auswertung erwies sich jedoch als sehr zeitaufwendig. Die erhaltenen Ergebnisse sind nur semiquantitativ, wodurch der Einsatz einer weiteren Methode zur quantitativen Bewertung notwendig wird. Bei der Mikrodilutionsmethode mit kommerziell hergestellten Antibiotikatestplatten erhält man quantitative Ergebnisse. Allerdings ist deren Flexibilität hinsichtlich der getesteten Antibiotika und des Konzentrationsbereichs eingeschränkt. Die maßgeschneiderte Herstellung der Platten im eigenen Labor ist mit einem sehr hohen Aufwand verbunden.

Obwohl jede der erwähnten Methoden spezifische Vor- und Nachteile aufweist, zeigten bei dieser Untersuchung beide Testverfahren eine gute Übereinstimmung. Weitere Studien (z.B. Ringtests) sind allerdings notwendig, um ein standardisiertes Verfahren zur Antibiotikaresistenztestung von Bifidobakterien zu erhalten.

Zusammenfassung

Während für die meisten Krankheitserreger gut standardisierte Methoden zur Überprüfung des Resistenzverhaltens vorliegen, gibt es keine einheitlichen Testverfahren für Milchsäurebakterien und Bifidobakterien. Durch die zunehmende wirtschaftliche Bedeutung der Bifidobakterien (z.B. als Probiotika), erlangen auch die Verfahren zur Überprüfung der Sicherheit dieser Mikroorganismen (z.B. Antibiotikaresistenz) vermehrt Beachtung. Im Rahmen dieser Studie wurde die Eignung von zwei unterschiedlichen Antibiotikaresistenztestmethoden überprüft, wobei ein erst kürzlich entwickeltes Nährmedium und Methodenprotokoll zum Einsatz kamen. Dabei zeigten beide Methoden eine gute Übereinstimmung.

Summary

Although there are well-established standard procedures for antimicrobial susceptibility testing of pathogenic bacteria, they are poorly validated for susceptibility testing of lactic acid bacteria and bifidobacteria. Due to the increasing, economic relevance of bifidobacteria (e.g. as probiotics), methods assessing the safety of these microorganisms (e.g. antibiotic susceptibility) are receiving more attention. Hence, this study was carried out to test the suitability of two different methods using a recently developed susceptibility test medium and a newly proposed protocol. A good agreement between both methods could be assessed thereby.

Danksagung

Diese Studie wurde im Rahmen des EU-Projektes „ACE-ART“ (CT-2003-506214) durchgeführt. Françoise Gavini und Matthias Upmann wird für die Bereitstellung der im Rahmen des EU-Projektes „BIFID“ (CT-2000-00805) isolierten Stämme gedankt.

Literatur

- DOMIG, K.J., MAYRHOFER, S., ZITZ, U., MAIR, C., PETERSSON, A., AMTMANN, E., MAYER, H.K., and KNEIFEL, W.: Antibiotic susceptibility testing of *Bifidobacterium thermophilum* and *Bifidobacterium pseudolongum* strains: Broth microdilution vs. agar disc diffusion assay, International Journal of Food Microbiology 120: 191-195, 2007
- GAVINI, F., DELCENSERIE, V., KOPEINIG, K., POLLINGER, S., BEERENS, H., BONAPARTE, C., UPMANN, M.: *Bifidobacterium* species isolated from animal feces and from beef and pork meat, Journal of Food Protection 69: 871-877, 2006
- KLARE, I., KONSTABEL, C., MULLER-BERTLING, S., REISSBRODT, R., HUYS, G., VANCANNEYT, M., SWINGS, J., GOOSSENS, H., WITTE, W.: Evaluation of new broth media for microdilution antibiotic susceptibility testing of lactobacilli, pediococci, lactococci, and bifidobacteria, Applied and Environmental Microbiology 71: 8982-8986, 2005
- MÄTTÖ, J. SUIHKO, M.L., and SAARELA, M.: Comparison of three test media for antimicrobial susceptibility testing of bifidobacteria using the Etest method, International Journal of Antimicrobial Agents 28: 42 – 48, 2006
- MAYRHOFER, S., DOMIG, K.J., AMTMANN, E., VAN HOEK, A.H., PETERSSON, A., MAIR, C., MAYER, H.K., KNEIFEL, W.: Antibiotic susceptibility of *Bifidobacterium thermophilum* and *Bifidobacterium pseudolongum* isolates from animal sources, Journal of Food Protection 70: 119-124, 2007
- SGORBATI, B., BIAVATI, B. and PALENZONA, D.: The genus *Bifidobacterium*. In: The genera of lactic acid bacteria. Hrsg: Wood, B., Holzapfel, W., Blackie Academic & Professional, London, 279 – 306, 1995
- VON WRIGHT, A.: Regulating the safety of probiotics – the European approach, Current Pharmaceutical Design 11: 17 – 23, 2005

Autoren

Mag. Dr. Sigrid MAYRHOFER, Dipl.-Ing. Dr. Konrad DOMIG, Mag. Christiane MAIR, Dipl.-Ing. Agnes PETERSSON und Georg WITOSZYNSKJ, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie, Abteilung Lebensmittelmikrobiologie und –hygiene, Gregor Mendel Straße 33, 1180 Wien; E-mail: sigrid.mayrhofer@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Dr. Ulrike ZITZ und Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang KNEIFEL, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie, Abteilung für Lebensmittelqualitätssicherung, Muthgasse 18, 1190 Wien

Evaluierung von Referenz-Genen in verschiedenen Geweben für Genexpressionsstudien am Modelltier Schwein

LI Q., DOMIG K., WINDISCH W. & SCHEDLE K.

Einleitung

Die quantitative real-time Reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion (real-time qRT-PCR) stellt eine etablierte, präzise und sensitive Methode zur Genexpressionsanalyse dar (Heid et al. 1996, Lockey et al. 1998). Genexpressionen können absolut oder relativ quantifiziert werden. Letzteres bedient sich der Hilfe von so genannten Referenz- bzw. Housekeeping-Genen, an denen die Regulation der Zielgene gemessen (= normalisiert) wird. Referenzgene (RGs) besitzen grundlegende Zellfunktionen und sind so in allen Zellen aktiv, sollten aber durch individuelle Behandlungen der Probanden bzw. Versuchsgruppen nicht unterschiedlich reguliert werden. Inzwischen wurde gezeigt, dass auch bei in der Literatur beschriebenen RGs signifikante Expressionsunterschiede zwischen Geweben oder Versuchsgruppen auftreten können (Thellin et al. 1999). Aus diesem Grund scheint es unumgänglich vor jeder real-time qRT-PCR Studie die potentiellen RGs zu testen und gegebenenfalls neu zu etablieren. Zur Analyse und Auswahl geeigneter RGs haben Vandesompele et al. (2002) oder Pfaffl et al. (2004) eine frei-erhältliche auf Excel-basierende Software ("geNorm" bzw. "BestKeeper") entwickelt. Ziel von „BestKeeper“ ist die Identifikation der RGs mit der stabilsten Expression in einem Gewebepanel und so die Berechnung eines Normalisierungsfaktors für jedes der untersuchten Gewebe.

Ziel der Studie war es daher, potentielle RGs für verschiedene Schweinegewebe zu etablieren.

Material und Methoden

Die Studie erfolgte im Rahmen eines Mastschweinefütterungsversuches, indem 60 Mastschweinen verschiedene Jodquellen oder -dosen verabreicht wurden. Die Stabilität der Genexpression wurde von fünf potentiellen RGs [Histone H3, Beta-Actin, Glyceraldehyd-3-Phosphat-Dehydrogenase (GAPDH), Ubiquitin, und 18S rRNA] in Leber, Niere, Schilddrüse und Fettgewebe bei Mastschweinen untersucht. Die Gewebeproben wurden direkt nach der Schlachtung entnommen, in flüssigen Stickstoff schockgefroren und bei -80° C zwischengelagert. Ca.50 mg Gewebe wurden mit 0,5 ml TriFast™ (PeqLab, Deutschland) und 200 mg Keramikkugeln versetzt und homogenisiert. Nach Fällung der RNA (nach Herstellerprotokoll) wurde diese getrocknet und in DEPC-Wasser gelöst.

Die RNA-Konzentrationen und Reinheit wurden durch UV-Spektroskopie bei 260 nm und 280 nm im Nano Drop Spektralphotometer (NanoDrop Technologies, USA) untersucht. Das Verhältnis der Extinktionen von 260 nm zu 280 nm sollte zwischen 1,8 und 2,1 betragen. RNAsen können während der Isolierung aus dem ursprünglichen Gewebe, durch kontaminierte Reagenzien, Reagenzgefäße, Pipettenspitzen oder durch zufällige Übertragung beim Öffnen und Schließen der Reagenzgefäße in die RNA-Proben gelangen und so zu einer Degradierung der RNA führen. Eine RNase-Kontamination kann durch Überprüfung der RNA-Qualität in Gelelektrophoresen untersucht werden. In unserer Studie wurde die RNA-Qualität mit dem Chipgelelektrophoresesystem Experion (BioRad, USA) untersucht.

Die Umschreibung der RNA in die komplementäre DNA (cDNA) durch Reverse Transkriptase wurde in einem Schritt (= one Stepp) mit der real-time PCR in einem Corbett Rotorgene™ 3000 (Corbett, Australien) real time Cyler durchgeführt. Als one Stepp PCR Kit wurde der QuantiFast™ SYBR® Green RT-PCR Kit (Quiagen, Germany) verwendet.

Um die am besten geeigneten RGs, zu ermitteln, wurde das auf Excel basierende Programm "BestKeeper" (Pfaffl et al. 2004) herangezogen.

Ergebnisse und Diskussion

Die für die Evaluierung der potentiellen RGs herangezogene RNA zeigte keine Verunreinigungen durch Proteine oder Salze (260/280 Wert zwischen 1,9 und 2,1). Auch die zusätzlich herangezogene RNA Qualitätskontrolle mittels Chipgelelektrophorese konnte keine Degradationen aufweisen (intakte 18S und 28S RNA).

Die Erkenntnis, dass RGs in unterschiedlichen Gewebetypen auch verschieden exprimiert werden, macht neue Ansätze bei der Normalisierung von real time qRT-PCR Expressionsdaten erforderlich. Die häufig übliche Praxis, die Daten gegen ein einzelnes RG abzugleichen, ist unbefriedigend. Die Testung verschiedener RGs in einem Gewebe kann dagegen die stabilsten Referenzgene für die Normalisierung identifizieren und so individuelle Expressionsunterschiede der RGs in verschiedenen Geweben ausgleichen. Die Normalisierung gegen mehrere RGs ist deshalb für eine korrekte Behandlung von Expressionsdaten in der Regel unumgänglich und ein entscheidender Schritt bei der Erstellung valider Expressionsprofile mit Hilfe der real time qRT-PCR.

Sollte die Standardabweichung des Expressionswertes innerhalb eines Gens und Gewebes einen bestimmten Wert überschreiten (= zu starke Regulation) sollte dieses Gen überhaupt nicht als RG herangezogen werden.

Tabelle 1 stellt die potentiellen RGs geordnet nach ihrer internen Expression in den Geweben Leber, Niere, Schilddrüse und Fett dar (1 = am geringsten exprimiert, 5 = am stärksten exprimiert). Die Werte der Kursiv- und Fettgedruckten Gene überschritten die im "Best Keeper" Programm empfohlene höchste Standardabweichung und sind somit als RG ungeeignet.

Tabelle 1: Potentielle RGs in Leber, Niere, Schilddrüse und Fett Gewebe, geordnet nach ihrer Expression innerhalb eines Gewebes.

Rang	Leber	Niere	Schilddrüse	Fett
1	18S rRNA	18S rRNA	18S rRNA	18S rRNA
2	Beta Actin	Histone H3	Ubiquitin	Histone H3
3	Histone H3	Beta Actin	Beta Actin	Beta Actin
4	Ubiquitin	<i>GAPDH</i>	<i>Histone H3</i>	Ubiquitin
5	GAPDH	<i>Ubiquitin</i>	<i>GAPDH</i>	<i>GAPDH</i>

Es wurde festgestellt, dass 18S rRNA das stabilste Gen in den untersuchten Geweben ist. Da die Verwendung eines einzigen Gens für die Normalisierung der real-time qRT-PCR zu relativ großen Fehlern führen kann, wird das geometrische Mittel der Fundstelle mehrerer Gene (= Normalisierungsfaktor) verwendet. So sollten wie in der Literatur angegeben um eine optimale Normalisierung zu ermöglichen, mindestens gegen 3 RGs normalisiert werden. Unsere Studie zeigt, dass die Gewährleistung von drei geeigneten RG pro Gewebe gegeben ist. In der Leber, Niere und im Fett eignen sich mehr oder weniger die Selben drei Gene (18S rRNA, Histone H3, Beta actin) als RGs, da diese innerhalb dieses Gewebes am geringsten exprimiert werden, was auf eine minimale Expression im jeweiligen Gewebe hindeutet. Dies trifft nicht für die Schilddrüse zu. Eine Gewebespezifische Evaluierung von RGs scheint daher auch beim Modelltier Schwein unumgänglich.

Zusammenfassung

Die Bestimmung von RGs ist spezifisch für ein bestimmtes Modell und Gewebe. Zur optimalen Erhebung der relativen Genexpression scheint eine Normalisierung gegen 3 RGs als ausreichend, jedoch ist eine Versuchs bzw. Gewebespezifische Etablierung von RGs für Genexpressionsstudien unerlässlich.

Literatur

Lockey C, Otto E, Long Z (1998): Real-time fluorescence detection of a single DNA molecule. *Biotechniques* 24(5), 744 - 746

Heid AC, Stevens J, Livak KJ, Williams PM (1996): Real Time Quantitative PCR. *Genome Research* 6(10), 986 - 994

Pfaffl MW, Tichopad A, Prgomet C, Neuvians TP, (2004): Determination of stable housekeeping genes, differentially regulated target genes and sample integrity: bestkeeper– excel-based tool using pair-wise correlations. *Biotechnological Letters* 26, 509 – 515.

Thellin O, Zorzi W, Lakaye B, De Borman B, Coumans B, Hennen G, Grisar T, Igout A, Heinen E (1999): Housekeeping genes as internal standards: use and limits, *Journal Biotechnology* 75, 291 – 295

Vandesompele J, De Preter K, Pattyn F, Poppe B, Van Roy N, De Paepe A, Speleman F (2002): Accurate normalisation of real time quantitative RT-PCR data by geometric averaging of multiple internal control genes. *Genome Biological* 3, 7

Autor/en

Qimeng Li, Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 WIEN, e-mail: liquimeng@gmx.at

Dr. Konrad Domig, Abteilung Lebensmittelmikrobiologie und -hygiene, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 WIEN, e-mail: konrad.domig@boku.ac.at

Prof. Dr. Wilhelm Windisch, Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 WIEN, e-mail: wilhelm.windisch@boku.ac.at

Dr. Karl Schedle, Abteilung Tierische Lebensmittel, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 WIEN, e-mail: karl.schedle@boku.ac.at

AUTORENVERZEICHNIS

ADLER, A.	152
AMON, T.	219
ANDREAS BOHNER, A.	94
ARMBRUSTER, M.	46
BÄCK, M.	87
BANDTE, M.	97, 100
BAUMGARTEN, A.	45
BLUM, W.E.H.	11
BODNER, G.	81
BÖHM, M.	213
BORRIS, R.	100
BRANDES, W.	109
BRODACZ, W.	36
BUCHGRABER, K	29
BÜTTNER, C.	97, 100, 227, 229, 232, 235, 238
CHLOUPEK , O.	81
DELLA ROSA, A.	36
DERSCH, G.	128
DOBOS, G.	216
DOMIG, K.J.	149, 246, 249, 252
DOSTÁL, V.	81
EDER, R.	109, 114, 117
EIGNER, H.	136
EISOLD, A.-M-	227
ETTLE, TH.	183
FISCHERLEITNER , E.	117
FLAMM, C.	89, 201
FRANZ WIESLER, F.	46
FRICKH, J.	174
FÜRST, A.	199
GARTNER, M.	42
GARTNER, M.	39, 40
GIMPLINGER, D. M.	216, 219
GLÖSMANN, F.	152
GÖRTGES, S.	123
GÖSSINGER, M.	107
GOßMANN, M.	227, 229, 232
GÖTTRIED, M.	72
GRUBER, L.	164, 168
GRUBITS, E.	97
GUGGENBERGER, TH.	62
HAGMÜLLER, W.	246

HANAK, K.	48
HECKER, M.	155
HEIN, W.	78, 101, 204, 207, 210, 213
HOCHBICHLER, E.	75
HOCHEGGER, R.	55
HÖFLER, W.	68, 92, 225
HRBEK, R.	219
HUBER, J.	168
HUSS, H.	207
JUNGE, H.	100
KARNER, M	109
KAUL, H.-P.	81, 216, 219
KIROJE, P.	152
KLOSE, V.	158
KNEIFEL, W.	246, 249
KODYM, G.	20
KÖPPL, H.	87
KRBEC , A.	241
LAUER, M.	75
LAUN, N	46
LEONHARTSBERGER, C.	219
LESUEUR, C.	39, 40
LETTNER, H.-P.	161
LI; Q.	252
LIEBHARD, P.	65, 75, 94, 125
MAIR, CH.	155, 193, 249
MANDL, K.	120
MAREK, M.	114
MARTINEZ, O.	227
MAYER , K.	128
MAYRHOFER, S.	249
MAYRHUBER, E.	161
MEHOFER, M	48
MENTLER, A.	39
MOITZI, G.	65
MOTIE, A.	177
MÜLLER,, ST.	232
MUTSCH, F.	142
NAGEL, PH.	246
NIRENBERG, H.	229, 232
OBERFORSTER, M.	84, 201
ÖHLINGER, R.	145
OSWALD, J.	190
PARTL, CH.	23
PASTLER , M.	114

PETERSSON, A.	149
PETERSSON,, A.	246, 249
PFANNHAUSER, W.	180
PFERSCHER, J.	68, 92, 225
PFUNDTNER, E.	130
PILZ, G.	97
PLITZNER, CH.	155, 193
PÖLLINGER, A.	29
POZDÍŠEK, J.	196
PRIELER, W.	201
PROTIWENSKY, B.	204
RABENSTEIN, F.	97
REGNER, F.	48
RESCH, R.	29, 59
RIETSCHEL, ST.	100
RINGDORFER, F.	171
ROBIER, J.	68, 92, 225
ROHRER, H.	210
ROITNER-SCHOBESBERGER, B.	216
ROMANEK, G.	148
SAGER, M.	51, 186
SCHAUER A.	164, 168
SCHAUMBERGER, A.	62
SCHEDLE, K.	252
SCHILDBERGER, B.	241
SCHMALZ, A.	235, 238
SCHMUCKENSCHLAGER, B.	48
SCHOBER, V.	112
SCHWEINBERGER, J.	72
SEEBACHER, M.	94
SERMANN, H.	235, 238
SIELER, V.	40
SIMONOVÁ, A.	180
SPIEGEL, H.	125
SPITZER, J.	75
STEINWIDDER, A.	174
STŘEDA, T.	81
ŠTÝBNAROVÁ, M.	196
SVOZILOVÁ, M.	222
SWOBODA, S.	183
SZALAY, T.	65
TSCHÖLL, A.	26
UNTERFRAUNER, H.	133
URDL, M.	164, 168
URSCHLER, W.	104

UWIHS, F.	97
VANAS, V.	32
VAŘEKOVÁ, O.	222
VELIK, M.	174
VOGL, E.	120
VON BARGEN, S.	97, 227
WAGENTRISTL, H.	65
WAGNER, V.	183
WASCHL, H.	78, 101, 204, 207, 210, 213
WASNER, J.	139
WEBER, D.	97
WEINGARTMANN, H.	65
WENDT, G.	87
WENINGER, H.	123
WETSCHEREK, W.	190
WICHMANN, S.	219
WIEDNER, G.	62
WIELSCHER, F.	164
WIMMER, ST.	42
WINDISCH, W.	155, 193, 193, 225
WINKLER, B.	219
WITOSZYNSKYJ, G.	249
WOLF, M.	32, 34, 244
WÖRGETTER, M.	14
WURM, L.	104
ZELGER, R.	32, 244
ZITTERL-EGLSEER, K.	190
ZITZ, U.	249
ZOLLITSCH, W.	246