

# Standortgerechte Landnutzung - umweltverträglich und wirtschaftlich

### Kurzfassungsband

129. VDLUFA-KONGRESS

12. bis 15. September 2017 Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising



### © 2017 by VDLUFA-Verlag, Darmstadt

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung vorbehalten.

### Herausgeber:

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, c/o LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer Telefon: 06232 136121, Fax: 06232 136122, E-Mail: info@VDLUFA.eu

### Verlag:

VDLUFA-Verlag, c/o LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer Telefon: 06232 136121, Fax: 06232 136122, E-Mail: info@VDLUFA.eu

#### Endredaktion:

Dipl.-Ing. agr. M. Schraml, c/o LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer

### Layout:

Thomas Dräger, c/o LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer

Die inhaltliche, orthographische und grammatikalische Verantwortung liegt bei den Autoren.

#### Schirmherrschaft:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

#### Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

### Inhaltsübersicht

Plenartagung	10
Gemeinsamer VDLUFA-Workshop	12
Öffentliche Sitzung "Dauerversuche"	10
Öffentliche Sitzung "N-Düngung"	16
Öffentliche Sitzung "Phosphor"	22
Öffentliche Sitzung "Nährstoffbilanzen und -austrag"	27
Öffentliche Sitzung "Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren"	30
Öffentliche Sitzung "N-Verluste"	36
Öffentliche Sitzung "Boden und Umwelt"	40
Öffentliche Sitzung "Pflanzenbau"	45
Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"	50
Posterpräsentation "Tierische Produktion und Futtermittel"	81
Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel I"	105
Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel II"	110
Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel III"	116
Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"	122
Workshop "Analytik"	130
Posterpräsentation "Analytik"	144
Öffentliche Sitzung "Saatgut"	155
Autorenliste	163
Inhalt	181
Firmenprofile	198

### **Entwicklung von Landnutzungssystemen in Raum und Zeit** Küster, H. (Hannover)

Agrarische Landnutzung wird in Mitteleuropa seit über 7000 Jahren betrieben. Sie wandelte sich in dieser Zeit erheblich. Nacheinander bestanden mehrere Landnutzungssysteme. In Süddeutschland bis zur Römerzeit, im Norden bis zum Beginn des Mittelalters wurden immer wieder neue Waldparzellen gerodet, um Siedlungen zu gründen und Felder anzulegen. Die Landnutzung dauerte nur einige Jahrzehnte lang an; danach wurde sie wieder aufgegeben und an andere Orte verlagert. Am Ort der aufgelassenen Siedlung wuchsen erneut Wälder in die Höhe, die sich von den zuvor gerodeten unterschieden.

In historischer Zeit wurden Siedlungen in aller Regel nicht mehr verlagert. Genutzt wurde eine Kernflur mit schmalen Äckern (Langstreifen) im Umkreis der Siedlung und eine außerhalb davon bestehende Allmende. Areale von Weidenutzung und Holzgewinnung waren nicht voneinander getrennt. In der Umgebung beständiger Siedlungen lohnte sich die Anlage von Gärten, Obstgärten und Wiesen, die bewässert und dabei gedüngt wurden.

Auf vielen Flächen machte sich nach einigen Jahrhunderten Übernutzung bemerkbar. Durch Agrarreformen seit dem 18. Jahrhundert wurde sie überwunden: Langstreifen wurden zu größeren Feldern zusammengeschlossen oder verkoppelt. Allmenden wurden unter den Dorfbauern aufgeteilt (Gemeinheitsteilung). Es entstanden koppelähnliche Feldblöcke. Wald und Weideland wurden voneinander getrennt. Brachephasen wurden aufgegeben. Die Düngung wurde intensiviert, so dass Mineralstoffverluste in den Böden kompensiert wurden.

Seit der Mitte des 20. Jahrhunderts kommt es einerseits zu einer Intensivierung der Landnutzung, andererseits zur Marginalisierung (Aufgabe von Nutzungen). Dieses Landnutzungssystem ist von einer Zufuhr an fossilen Rohstoffen (Erdölprodukte etc.) abhängig.

Die Landnutzungssysteme sind nicht miteinander kompatibel. Menschlicher Einfluss auf die Umwelt wirkte sich innerhalb der Systeme sehr verschieden aus.

W 001 Workshop

## Im Spannungsfeld zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Naturschutz

Döring, T. (Berlin)

Seit mindestens fünf Jahrzehnten ist empirisch belegt, dass mit einer zunehmenden Intensivierung landwirtschaftlicher Produktion ein Rückgang von Arten in der Kulturlandschaft einhergeht. Insofern als eine solche Intensivierung, z.B. durch gesteigerten Düngemittel- und Pflanzenschutzmitteleinsatz, zu einer Ertragssteigerung führt, ergibt sich somit ein scharfer Zielkonflikt zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Naturschutz. Angesichts dessen wurden vielfältige Agrarumweltmaßnahmen etabliert, um Naturschutzziele in der landwirtschaftlichen Produktion zu verfolgen. Trotzdem ist es bislang europaweit nicht gelungen, den dramatischen negativen Trend, der sich bei vielen Biodiversitätsindikatoren in der Agrarlandschaft beobachten lässt, aufzuhalten oder gar umzudrehen. Gleichzeitig zeigt sich in vielen Hochertragsländern Europas bei wichtigen Kulturen über die letzten Jahrzehnte eine Ertragsstagnation. Insofern werden sowohl die ausgesprochenen Ziele der Landwirtschaft als auch die des Naturschutzes gegenwärtig verfehlt. In diesem Kontext steht der Vorschlag, Naturschutz und landwirtschaftliche Produktion räumlich zu separieren, um durch weitere Intensivierung Flächen für Naturschutzziele freizugeben. Eine solche Segregation scheint allerdings bereits aufgrund der integralen Bedeutung von Biodiversität für die Sicherstellung landwirtschaftlicher Produktivität als fragwürdig.

Zwei Ansätze werden hier vorgestellt, die das Potenzial haben, den Zielkonflikt zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Naturschutz zumindest teilweise zu entschärfen. Der erste Ansatz ist eine substanzielle Diversifizierung innerhalb der Pflanzenproduktion; dies umfasst u.a. Gemengeanbau, Zwischenfruchtanbau und Sortenmischungen und Agroforstsysteme. Solche diversifizierten Pflanzenbausysteme leisten im Mittel höhere und sicherere Erträge als Reinkulturen und bieten gleichzeitig oft Vorteile für die Biodiversität, z.B. durch Förderung von Bestäubern. Jedoch wird dieses Potenzial bislang nicht voll genutzt, da systematische, langfristige und verlässliche Erhebungen fehlen, die ähnlich wie in der Sortenentwicklung und -prüfung zu einer iterativen Anhebung des Ertragsniveaus führen könnten. Der zweite Ansatz ist eine Revision der durch die Landwirtschaft verfolgten Ziele. Der Ertrag und viele gängige Qualitätsparameter sind als Primärziele nur bedingt geeignet und sollten vielmehr als Beiträge zur Erreichung höherer Ziele (insbesondere der menschlichen Gesundheit) verstanden und untersucht werden. Eine solche Betrachtung übergeordneter Ziele eröffnet neue Wege zur besseren Vereinbarung von landwirtschaftlicher Produktion und Naturschutzzielen.

W 003 Workshop

### **Greening – Ansprüche und Auswirkungen auf die Landnutzung** Freibauer, A. (Freising)

Das Greening soll die Direktzahlungen in der Agrarförderperiode 2013-2020 ökologisieren. Klima, Ressourcen und Biodiversität sollen dadurch stärker geschützt werden. Die Greening-Auflagen umfassen eine Anbaudiversifizierung, die Erhaltung von Dauergrünland (mit Geringfügigkeitsschwellen) sowie ökologische Vorrangflächen (ÖVF) auf 5 % des Ackerlands zur Förderung der Biodiversität.

Die "Anbaudiversifizierung" bedeutet den Anbau von mindestens drei Kulturarten im Betrieb. Sie wurde bereits vor dem Greening von den allermeisten Betrieben erfüllt – die Dreifelderwirtschaft hat sich seit vielen Jahrhunderten im Hinblick auf Bodenfruchtbarkeit und Schädlingsregulierung bewährt.

Die "Erhaltung von Dauergrünland" soll den Grünlandverlust der vergangenen Agrarförderperiode bremsen. Letztlich greift in den meisten Bundesländern bereits das Ordnungsrecht oder die generelle Ausgleichspflicht, da bereits über 5 % des Grünlands verloren gingen.

Die ÖVF umfassen ein Maßnahmenmenü aus produktionsintegrierten Maßnahmen wie Zwischenfrüchte und Leguminosen sowie Flächenstilllegung für Brachen, Blühstreifen oder Landschaftselemente. Drei Viertel der europäischen ÖVF sind Leguminosen, Zwischenfrüchte oder Brachen, in Bayern sogar 98 %, davon 71 % Zwischenfrüchte. Zwischenfrüchte haben eine relativ geringe spezifische agrarökologische Wirkung, der im niedrigen Gewichtungsfaktoren von 0,3 berücksichtigt ist.

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft analysierte 2016 die Verteilung der ÖVF, die Zusätzlichkeit der Maßnahmen und ihre agrarökologischen Wirkungen. Generell hat das Greening tatsächlich ein grundsätzliches Ziel erreicht, intensive Ackerregionen zu ökologisieren. Allerdings zeigen, dass nur sehr wenige zusätzliche Maßnahmen auf den ÖVF durchgeführt wurden. Zwischenfrüchte gab es großenteils vorher auch schon. Bei den hochwertigen ÖVF-Typen, insbesondere den linearen Strukturen wie Hecken und Feldränder und Landschaftselementen, ist die zusätzliche Fläche zu gering für spürbar positiven agrarökologischen Effekt. Insgesamt wurden v.a. Maßnahmen gewählt,

Zusammenfassend hat das Greening die Landnutzung gering verändert und entsprechend geringfügig die Biodiversität und andere Ökosystemleistungen gefördert. Diese Einschätzung deckt sich mit dem Bericht der Europäischen Kommission vom März 2017 (COM 2017).

### **Optimierte Nutzung von Mooren**

Drösler, M. (Freising)

Das Funktionsprinzip von Mooren ist die Kohlenstoff-Bindung. Unter ungestörten Bedingungen sind Moore die einzigen Ökosystemtypen, die kontinuierlich und dauerhaft Kohlenstoff in signifikanten Mengen aufnehmen. Damit unterscheiden sie sich von mineralischen Böden ebenso wie von Waldökosystemen. Für Deutschland wird der Gesamt-Kohlenstoff in Mooren mit ca. 422 Tg C angegeben (Byrne et al. 2004). Die potenziellen Emissionen bei vollständiger Mineralisation zu CO<sub>2</sub> dieser Kohlenstoffspeicher entsprechen ca. dem 1.5-fachen der jährlichen Gesamtemissionen der BRD (2002). Die Erhaltung dieser Kohlenstoffspeicher ist daher vorbeugender Klimaschutz. Austrocknung führt zu einer Freisetzung des in Mooren gebundenen Kohlenstoffs. Während in Deutschland die Drainage und Nutzung durch den Menschen für den Torfschwund verantwortlich gemacht wird, verweist eine neue britische Studie (Bellamy et al. 2005) auch auf eine mögliche besondere Gefährdung von Mooren durch den Klimawandel.

Für die Klimarelevanz ist aber nicht das Risiko durch Mineralisation des C-Pools, sondern die aktuelle Bilanz des Austausches an klimarelevanten Spurengasen entscheidend: Parallel zur Bindung von  $\mathrm{CO}_2$  wird in naturnahen Mooren  $\mathrm{CH}_4$  emittiert. Werden die Moore entwässert und genutzt, wird aufgrund des aeroben Torfabbaus  $\mathrm{CO}_2$  und  $\mathrm{N}_2\mathrm{O}$  emittiert, wobei die natürlichen  $\mathrm{CH}_4$ -Emissionen zurückgehen. Das Verhältnis der Flüsse bestimmt zusammen mit dem GWP (globales Erwärmungspotential) der einzelnen Gase die Klimawirksamkeit. Daher sind Abschätzungen zum Effekt von Landnutzungsmaßnahmen für den Klimaschutz nur seriös aufzustellen, wenn die Flüsse aller drei klimarelevanten Spurengase ( $\mathrm{CO}_2$ ,  $\mathrm{CH}_4$ ,  $\mathrm{N}_2\mathrm{O}$ ) erfasst werden und mit entsprechender Messtechnik der Netto-Ökosystem-Austausch von  $\mathrm{CO}_2$  (NEE) bestimmt wird.

Die Emissionsfaktoren für die wichtigsten Landnutzungsklassen auf Moor in Deutschland zeigen auf der Basis von Verbundforschungsprojekten folgende Größenordnung siehe Tabelle 1.

Für Klimaschutz durch Moorschutz stehen letztlich folgende Maßnahmen zur Verfügung:

- Renaturierung
- Klasssische Bewirtschaftung unter nasseren Bedingungen
- Paludikultur

Eine optimierte Nutzung von Mooren wird sich an der Reduktion der Klimawirksamkeit und dem Erhalt der langfristigen Nutzbarkeit messen lassen. Beispiele aus laufenden Forschungsvorhaben zeigen, wie dieser Weg begangen werden kann.

Tabelle 1: Messergebnisse der Treibhausgasbilanzen nach Moortyp und Nutzungskategorie. Angaben sind Mittelwert (Minimum bis Maximum [Anzahl der untersuchten Testgebiete]). Die Wasserstände je Nutzungskategorie unterschieden sich nicht zwischen Niedermoor und Hochmoor (Drösler et al. 2013).

	Niedermoor	Hochmoor	Wasserstand	
	Tonnen CO <sub>2</sub> -A	cm		
	pro Hektar und Jahr			
Acker	33,8 (14,2 bis 50,0)	keine Daten	-70 (-29	
			bis -102)	
Grünland intensiv / mittel	30,9 (21,3 bis 40,7)	28,3	-49 (-39 bis -98)	
Grünland extensiv trocken	22,5 (19,5 bis 30,9)	20,1	-29 (-14 bis -39)	
Grünland extensiv nass	10,3 (5,8 bis 16,3)	2,2 (0 bis 4,4)	-11 (6 bis -25)	
Hochmoor trocken		9,6 (5,3 bis 12,1)	-18 (-9 bis -25)	
Naturnah/Renaturiert	3,3 (-4,3 bis 11,9)	0,1 (-1,8 bis 2,9)	-10 (-7 bis -14)	
Überstau	28,3 (10,6 bis 71,7)	8,3 [6,1 bis 10,4)	14 (-8 bis 36)	

W 004 Workshop

# Bedeutung der Tierhaltung für die standortgerechte Landnutzung – Beitrag der Milchkühe zur Lebensmittelbereitstellung und Verbesserungsoptionen

Knaus, W (Wien)

Die Fütterung von Rindern und insbesondere von Milchkühen hat in den meisten industrialisierten Ländern während der letzten Jahrzehnte einen grundlegenden Wandel erfahren. Bis Ende der 1960er Jahre war Grundfutter (Grobfutter) für Rinder aller Kategorien die nahezu alleinige Nährstoff- und Energiequelle. Die Verfügbarkeit billiger fossiler Energie zur Erzeugung von Mineraldünger und Pestiziden, die fortschreitende Entwicklung und Anwendung landtechnischer Methoden und der günstige Transport landwirtschaftlicher Güter über große Distanzen haben die Verfütterung enormer Mengen an Ackerfrüchten (Getreide, Körnerleguminosen) selbst an Wiederkäuer lukrativ gemacht.

Im ersten Teil dieses Beitrages wird aufgezeigt, wieweit die Laktations- und Lebensleistungen der Kühe in Österreich seit den 1990er Jahren angestiegen sind und welche Konsequenzen sich daraus für die Rationszusammensetzung ergaben. Ergebnisse aus einer umfangreichen Erhebung auf 30 österreichischen Milchviehbetrieben unterschiedlicher klimatischer und topographischer Voraussetzungen, Herdengröße, Kraftfutter-Einsatzmengen und Leistungsniveaus werden in Hinblick auf die Lebensmittel-Konversionseffizienz (Energie bzw. Protein in den tierischen Produkten in Relation zur essbaren Energie bzw. zum essbaren Protein im Futter) dargestellt. Es hat sich gezeigt, dass es hinsichtlich der Lebensmittel-Konversionseffizienz eine große Variationsbreite und dementsprechend ein großes Optimierungspotenzial gibt. Zwischen der Höhe des Kraftfutter-Einsatzes und der Lebensmittel-Konversionseffizienz wurde eine negative Beziehung beobachtet.

Der zweite Teil der vorliegenden Arbeit nimmt auf ein 3-jähriges Forschungsprojekt Bezug, das die Steigerung der Netto-Lebensmittelproduktion durch Maßnahmen der Fütterung von Milchkühen zum Inhalt hatte. In einem ersten Fütterungsversuch wurde eine Kraftfuttermischung bestehend aus Getreide und Körnerleguminosen durch Nebenprodukte aus der Lebensmittelverarbeitung (darunter Kuchen von Ölsaaten) ersetzt. Daran anschließend wurde eine Mischung aus Weizenkleie und Trockenschnitzel im Vergleich mit einer herkömmlichen Kraftfutter-Mischung getestet, um in einem dritten Schritt eine Grundfutter-Mischung ohne bzw. mit Ergänzung von Weizenkleie und Trockenschnitzel zu vergleichen. Der Ersatz von herkömmlichen Kraftfuttermitteln durch Nebenprodukte aus der Lebensmittelindustrie resultierte in einer substanziellen Steigerung der Netto-Lebensmittelproduktion.

# Phosphorbezogene Boden- und Pflanzenparameter aus einem Langzeitexperiment zu differenzierter P-Düngung und der Zufuhr organischen Materials

von Tucher, S. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

Viele Marktfruchtbetriebe haben in den letzten 1 bis 2 Jahrzehnten ihre P-Düngung reduziert oder ganz auf sie verzichtet. Die Wirkung einer unterlassenen P-Düngung sowie auch einer Zufuhr organischen Materials kommt im Boden nur langsam zum Tragen. Langzeitfeldexperimente sind daher für die Beantwortung solcher Fragen von besonderem Wert.

Die vorliegende Studie berichtet Ergebnisse eines 37-jährigen Langzeitexperiments in Bezug auf P-bezogene Bodenparameter wie CAL-lösliches P, Gesamt-P, organisches P (NaOH/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Extrakt), oxalat-lösliches P und einer P-Fraktionierung sowie die Wirkung der langjährig differenzierten P-Düngung auf die Erträge von Mais und Winterweizen in den zurückliegenden 3 Jahren.

Kenndaten des Langzeitexperiments: Anlagejahr 1979; Bodenart Lu; Ausgangsgehalt an CAL- $P_2O_5$  16 mg/100g Boden; pH-Wert 6,1. Versuchsumfang: 2 N-Stufen (Ø 120-150 und 160-200 kg N/ha; 4 P-Stufen (0, 40, 70, 100 kg  $P_2O_5$ /ha jährlich); 4 Varianten organischer Düngung (ohne organische Düngung, Strohdüngung, Gründüngung, Stroh- und Gründüngung); Fruchtfolge bis 2013: Kartoffel, Winterweizen, Wintergerste, 2014 und 2015 Mais, 2016 Winterweizen.

Über die Dauer des Versuchs kam es im Mittel der Wiederholungen zu einer Differenzierung des CAL-löslichen P-Gehalts im Sinne einer Reduktion der Gehalte durch unterlassene P-Düngung und eines Anstiegs der Gehalte durch eine P-Zufuhr über der Abfuhr. Nach 36 Versuchsjahren zeigte sich bei hoher standortbedingter Heterogenität innerhalb der Wiederholungen ein sehr geringer Einfluss der Behandlungen auf die Gehalte an organischem P. Ergebnisse weiterer P-Bodenuntersuchungen auch der Tiefenverteilung bis 90 cm werden berichtet. Während der Kornertrag von Mais im Jahr 2014 nach langjährig unterlassener P-Düngung signifikant reduziert wurde, war dies auch im Bereich niedriger CAL-P-Gehalte von 5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g im Jahr 2015 nicht der Fall. Winterweizen zeigte im Jahr 2016 keine signifikante Ertragsminderung durch langjährig unterlassene P-Düngung. Effekte der Jahreswitterung sind daher auch für die Reaktion von Mais auf erniedrigte CAL-P-Gehalte des Bodens von Bedeutung.

# Dauerfeldversuche als wertvolle Forschungsinfrastruktur – Ziele des BonaRes-Zentrums

Grosse, M. (Müncheberg), Hierold, W. (Müncheberg)

BonaRes steht für "Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie". Es ist ein Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der "Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030".

Es ist eine Aufgabe des BonaRes-Zentrums, Informationen über landwirtschaftliche Dauerfeldversuche (DFV) in Deutschland bereitzustellen, um deren Sichtbarkeit und Nachnutzbarkeit zu erhöhen. Besondere Beachtung finden dabei DFV mit einer Laufzeit ab 20 Jahren, da sie durch die Möglichkeit zur Identifizierung langfristiger Trends einen besonderen Wert darstellen.

Ein erster Schritt zu einer gemeinsamen Informationsplattform ist eine Zusammenstellung von allen in Deutschland existierenden Dauerfeldversuchen mit Metainformationen zu jedem Versuch. Diese Informationen werden in einer interaktiven Online-Übersichtskarte gezeigt, was in diesem Zusammenhang gänzlich neu ist. Sie liefert sowohl einen Überblick über die in Deutschland vorhandenen DFV als auch Detailinformationen zu jedem einzelnen Versuch. Neben der genauen Lage des DFV werden u.a. die folgenden Metadaten gezeigt: Name, Anfangsjahr (und eventuell Abschlussjahr), Forschungsthema, betreibende Institution, Landnutzungskategorie, Untersuchungsparameter, Webseite (wenn vorhanden), Zusammenarbeit mit existierenden Netzwerken.

Die bisherige Recherche ergab eine Anzahl von 150 Dauerfeldversuchen mit einer Laufzeit von mindestens 20 Jahren. Der größte Teil dieser Versuche wurde mit Fragestellungen zur Düngung angelegt (95 Versuche). Das zweithäufigste Versuchsthema ist Bodenbearbeitung. Weitere Forschungsthemen sind Beregnung, Bestelltechnik, Distelbekämpfung, Einfluss des Witterungsverlaufs, Fruchtfolgen- bzw. Vorfruchtwirkung, Kalibrierung von Bodenuntersuchungsmethoden, Leistungsfähigkeit verschiedener Landbausysteme, umweltschonender Pflanzenschutz sowie Unkrautunterdrückung.

Die Recherchen zu Dauerfeldversuchen gehen weiter – auch in Zusammenarbeit mit den Betreibern. Die Informationen zu vorhandenen DFV sollen ausgebaut und weitere DFV in die Online-Übersichtskarte integriert werden.

## Ertragsentwicklung im "Ewigen Roggenbau" in Halle/S. von 1879 bis 2010

Merbach, W. (Halle)

Es werden die Ertragsentwicklung im Ewigen Roggenbau an Winterroggen von 1879 bis 2010 sowie an Mais und Kartoffeln von 1962 bis 2010 bei vier Düngungsvarianten anhand von Dekadenmitteln betrachtet und mögliche Ursachen für Niveauänderungen genannt. Die Winterroggenerträge nahmen bis 1920 ab, blieben danach bis in die 1960er Jahre etwa konstant und stiegen dann bis zur Gegenwart bei allen Varianten an. Bei der ungedüngten Variante betrug das Dekadenmittel des Kornertrages nach Versuchsbeginn 22,7 dt/ha, fiel bis in die 1920er Jahre auf 10,7 dt/ha ab und stieg ab Ende der 1960er Jahre bis zur letzten Dekade wieder auf 22,2 dt/ha an. Die Ursachen für den Ertragsabfall in den ersten 40 Jahren nach Versuchsbeginn lagen hauptsächlich in den negativen Wirkungen der Monokultur und der Verwendung von Saatgut von der Versuchsfläche. Für den Ertragsanstieg kommen vor allem der Einsatz neuer, ertragsreicherer Sorten, die regelmäßige Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und vielleicht auch die erhöhte atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration in Betracht.

# Pappel-Kurzumtriebsplantage auf leichten Böden im Oberrheingraben – Ergebnisse der ersten Umtriebsphase

Armbruster, M. (Speyer); Fischer, H. (Trippstadt); Wiesler, F. (Speyer)

Die LUFA Speyer und die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF) Trippstadt führen seit 2009 ein langfristig angelegtes Kooperationsprojekt durch, in dem Ertragsleistung und ökologische Auswirkungen des Anbaus vom Pappeln im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Grenzstandorten untersucht werden. Die Kurzumtriebsplantage (KUP) wurde im April 2009 auf dem Versuchsfeld "Rinkenbergerhof" der LUFA Speyer mit zwei Pappelsorten ("Androscoggin", "Muhle-Larsen") als Stecklingspflanzung (2 m Reihenabstand und 0,8 m Abstand in der Reihe) in Handsteckung angelegt. Dabei wurden jeweils 4 Reihen pro Sorte im Wechsel auf einer Fläche von ca. 0,56 ha angepflanzt.

Als Bodentyp hat sich auf der Versuchsfläche aus Terrassensanden des Rheins und des Speyerbaches eine Parabraunerde-Braunerde mit einer Ackerzahl zwischen 25 und 35 entwickelt. Im langjährigen Mittel fallen knapp 600 mm Jahresniederschlag, die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt etwa 10,0 °C. Der Versuchsstandort wird aufgrund der niedrigen Ackerzahl, der vor allem im Unterboden geringen nutzbaren Feldkapazität, vergleichsweise niedrigen Jahresniederschlägen sowie häufigen Trockenperioden während der Vegetationszeit nach bisherigen Erkenntnissen nur als bedingt geeignet für die Anlage einer KUP angesehen.

Der mittlere jährliche Gesamtzuwachs (dGZ) für die erste Rotation (6 Jahre nach Pflanzung) ist mit 8,2 t Trockenmasse pro Hektar und Jahr als überdurchschnittlich einzuordnen. Vor allem für die Sorte Androscoggin wurde mit einem dGZ von fast 10 t Trockenmasse pro Hektar und Jahr ein sehr hoher Wert ermittelt. Die mittlere Nährstofffestlegung im Holz wies für beide Pappelsorten nur geringe Unterschiede auf und war vor allem bei Stickstoff und Phosphor im Vergleich zu anderen Untersuchungen erhöht. Unmittelbar nach der Anlage der Kurzumtriebsplantage traten vergleichsweise hohe Nitratkonzentrationen im Sickerwasser in 1 m Bodentiefe auf. Ab Mitte 2011 wurden nur noch sehr niedrige Konzentrationen gemessen. Nach Ernte des ersten Umtriebs im Jahr 2015 konnte bislang nur ein leichter Anstieg der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser gemessen werden. Erste Abschätzungen zum N-Austrag liegen unter 5 kg N ha-1 a-1 Der Anbau der Papeln führte neben einer lockereren Lagerung des obersten Mineralbodenkompartimentes im Boden zu einem Anstieg der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte in 0 bis 10 cm Tiefe gegenüber dem Ausgangszustand. Für die Kohlenstoffvorräte in 0 bis 30 cm Bodentiefe konnte bislang noch keine Veränderung gegenüber dem Ausgangszustand ermittelt werden.

## Beeinflusst unterschiedliche ackerbauliche Bewirtschaftung das Stickstoff-Mineralisierungspotenzial?

Spiegel, H. (Wien), Sandén, T. (Wien), Dersch, G. (Wien), Baumgarten, A. (Wien)

Die Produktion von Nahrung- und Futtermitteln sowie Biomasse für die stoffliche und energetische Verwendung auf der begrenzten Ressource Boden erfordert ein gutes Nährstoffmanagement. Insbesondere Stickstoff (N) sollte so effizient wie möglich eingesetzt werden, um optimale Erträge und Produktqualitäten zu gewährleisten und nachteilige Umweltwirkungen (N-Verluste ins Grundwasser oder in die Atmosphäre) zu minimieren. Ein Indikator zur Beurteilung des N-Nachlieferungsvermögens eines Bodens – auch in Abhängigkeit von der vorangegangenen Bewirtschaftung - ist das N-Mineralisierungspotenzial. Dieser Parameter wird in der Routineanalytik mit der anaeroben Inkubationsmethode (KEENEY, 1982), modifiziert nach KANDELER (1993) an getrockneten Böden bestimmt. Das Mineralisierungspotenzial kann – nach den Österreichischen Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland (BMLFUW, 2017) - wie folgt eingeteilt werden: hoch: > 70 mg N kg<sup>-1</sup> 7d<sup>-1</sup>, mittel: 35–70 mg N kg<sup>-1</sup> 7d<sup>-1</sup> und niedrig < 35 N kg<sup>-1</sup> 7d<sup>-1</sup>. Die Ergebnisse dieses biologischen Indikators können dem Landwirt über die Bodenfruchtbarkeit, insbesondere das N-Freisetzungspotenzial des Feldes, Auskunft geben und für eine Anpassung der N Düngungsempfehlungen herangezogen werden.

Die AGES betreibt seit Jahrzehnten langjährige Feldversuche. Wir haben die Auswirkungen der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, z. B. organische und mineralische Düngung und Bodenbearbeitung, auf das N-Mineralisierungspotenzial an verschiedenen Standorten in Österreich ausgewertet. Unsere Ergebnisse zeigen, dass das N-Mineralisierungspotenzial von Oberböden nach langjähriger organischer Düngung (Stallmist), nach der langjährigen Einarbeitung von Ernterückständen und mit der Verringerung der Bodenbearbeitung signifikant zunimmt.

BMLFUW (2017): Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen. 7. Auflage. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

KANDELER, E. (1993): Bestimmung der N-Mineralisation im anaeroben Brutversuch. In: Schinner, F. et al. (Hrsg.): Bodenbiologische Arbeitsmethoden. Springer Verlag, Berlin.

KEENEY, D. R. (1982): Nitrogen-availability indices. In Page, A.L. et al. (eds): Methods of Soil Analysis, Part 2. Am. Soc. Agron. Inc., Soil Sci. Am. Inc., Madison Wisconsin USA, p. 711.

### Perspektiven von Dauerfeldversuchen in Deutschland

Hierold, W. (Müncheberg), Döring, T. (Berlin), Grosse, M. (Müncheberg), Honermeier, B. (Gießen), Hüging, H. (Bonn), Schellberg, J. (Bonn), Schweitzer, K. (Berlin), Arends, H. (Bonn), Seidel, S. (Bonn)

In Deutschland wurden über 150 landwirtschaftliche Dauerfeldversuche (DFV) mit einer Laufzeit von mindestens 20 Jahren recherchiert. Einige von ihnen umfassen Versuchsreihen von mehr als 100 Jahren. Neben Ackerbauversuchen gibt es Dauerfeldversuche auf Grünland und im Obstbau. DFV erbringen vielfältige Datenreihen von unschätzbarem Wert, da mit ihnen u.a. langfristige Trends z. B. von Humusgehaltsänderungen erkannt werden können. Auch bereits eingestellte DFV können dieses Potential besitzen, weshalb es sehr nützlich sein könnte, ihre Daten zu sichern.

BonaRes (gefördert durch das BMBF) hat im Rahmen der "Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030" (www.bonares.de) die Aufgabe, eine zentrale Dateninfrastruktur für DFV bereitzustellen. Im März 2017 fand deshalb in Berlin ein Workshop mit Vertretern der Versuchseigentümer (Universitäten, Bundes- und Landeseinrichtungen, Wirtschaft und Verbände) statt, auf dem Fragen der Vernetzung, der Datenaufbereitung und des Datenzugangs sowie der Qualitätssicherung der Daten diskutiert wurden.

Schwerpunkt des Vortrages wird ein in Berlin beauftragtes Memorandum zur Sicherung und umfangreichen Nutzung von Dauerfeldversuchen sein, das die heutige Situation der DFV kritisch bewertet und Empfehlungen zum Erhalt und zur Weiterentwicklung der DFV zur Diskussion stellt. Dabei soll vor allem der Wert der DFV zur Beantwortung wichtiger Aspekte der nachhaltigen Landwirtschaft dargestellt werden.

Die Thematik wird am Beispiel mehrerer DFV und Einrichtungen veranschaulicht. Neben aktuellen und möglichen zukünftigen Forschungsfragen sollen exemplarische Versuchsergebnisse die Bedeutung von DFV als wertvolle Forschungsinfrastruktur herausstellen, aber auch zeigen, welche Aufgaben dringend gelöst werden müssen.

## Spektrale Erfassung von Merkmalen der Stickstoffeffizienz bei Winterweizen

Prey, L. (Freising), Hu, Y. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

Mit der zunehmenden Regulierung der Stickstoffdüngung im Pflanzenbau sowie stärkerem Einfluss des Klimawandels wird die Steigerung der Stickstoffeffizienz in der Qualitätsweizenerzeugung und damit die Selektion effizienter Genotypen noch bedeutsamer. Spektrale Methoden kommen seit einigen Jahren zur Erfassung von Biomasse (TM) und Stickstoffaufnahme (Nup) im Präzisionspflanzenbau zum Einsatz. Ähnliche Methoden könnten gleichermaßen zu einer effizienteren Phänotypisierung von Zuchtlinien beitragen.

In einem 3-jährigen Sortenversuch mit Linien- und Hybridwinterweizensorten am Standort Freising von 2014-2016 wurden organspezifische TM- und Nup-Parameter zur Blüte und Endreife sowie spektrale Reflexionsmerkmale erfasst. Ziel der Beerntung war die Beurteilung von TM-Bildung und Nup in der vegetativen und generativen Phase sowie des Beitrags der Translokation (TL) zur Ertragsbildung. Es wurde die Möglichkeit der spektralen Abschätzbarkeit der Merkmale mit PLSR-Regressionen getestet.

Innerhalb der N-Stufen zeigte die Assimilation in der Kornfüllungsphase in allen Jahren den besten Zusammenhang mit dem Kornertrag (r=0.43-0.91, p<0.01) während die Assimilation vor der Blüte nur 2015 und die TM-TL-Effizienz in keinem Fall ein r>0.5 erreichte, obwohl die Translokation ca. 35% zur Kornfüllung beitrug. Für Nup im Korn zeigte hingegen Nup bis zur Blüte und Nup nach der Blüte gleichermaßen positive Zusammenhänge (r=0.50-0.71, p<0.05), nicht jedoch die N-TL-Effizienz. Die standardisierten Vorhersagefehler einer Test-Set-Validierung betrugen 2015 6,3% (R²=0,77) für Kornertrag, 5,2% (R²=0,61) für Korn-Nup sowie 7,3% für Nup zur Anthese. Die Modellbildung wird mit den Daten des dritten Versuchsjahres erweitert und an einem Versuch mit Zuchtlinien validiert.

### Auswirkungen einer differenzierten Stickstoffversorgung auf das Backvolumen bei Winterweichweizen

Haase, N. (Detmold), von Tucher, S. (Freising), Henkelmann, G. (Freising), Rühl, G. (Braunschweig)

Die seit längerem diskutierte Novelle der Dünge-VO hat der Arbeitskreis "Qualität pflanzlicher Erzeugnisse" zum Anlass genommen, die Wechselbeziehungen zwischen Stickstoffangebot, Stickstoffaufnahme und Funktionalität der Stickstoffverbindungen in der Pflanze näher zu betrachten. Als Modellpflanze wurde Winterweichweizen ausgewählt, da insbesondere hier die verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette auf Stickstoff fixiert sind.

Zwei Weizensorten (Discus (A-Weizen) und Rumor (B-Weizen)) wurden im Rahmen eines Demonstrationsversuches an der TU München, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, angebaut. Der Stickstoff wurde in Form von Kalkammonsalpeter verabreicht. Die Versuchsanlage mit vierfacher Wiederholung erstreckte sich von 0 bis 420 kg N/ha.

Die beschreibenden Qualitätsparameter sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Ertrag und Qualitätsparameter des N-Steigerungsversuches für zwei Winterweichweizen-Sorten

Sorte	Ertrag (dt/ha)	N-Aufnahme (kg/ha NIT)	N-Gehalt (% Ganzkorn NIT)	RMT (mL/100 g)
Discus (A6)	12,1 – 71,5	24,4 – 186	2,03 – 2,61	542 - 720
Rumor (B6)	13,7 - 87,4	23,4 – 209	1,72 – 2,39	527 - 709

Trotz gewisser Sortenunterschiede konnte hinsichtlich des Ertrages erwartungsgemäß mit zunehmender N-Düngung ein Kurvenverlauf mit abnehmender Steigung beobachtet werden, während der N-Gehalt im Ganzkorn einen sigmoidalen Verlauf zeigte. Der Backversuch in Form des Rapid Mix Testes (RMT) mit Typenmehl T 550 führte bei beiden Sorten erst im oberen Bereich der Stickstoffzufuhr zu signifikant höheren Backvolumina. Generell war das Backergebnis sehr hoch mit dem Rohproteingehalt im Ganzkorn korreliert (r > 0,95).

Die Anwendung der Vorgaben der erst kürzlich novellierten DüngeVO würde bei der Sorte Discus das Backvolumen im RMT-Test von maximal 720 ml/100 g auf 640 mL/100 g absenken, bei der Sorte Rumor von 709 auf 670 mL/100 g.

**Fazit:** Aufgrund der bestehenden Sortenunterschiede kommt in Zukunft der Sortenwahl eine noch höhere Bedeutung bei der Erzeugung von Qualitätsweizen zu.

# Mikrobackversuche als ein Instrument zur Beurteilung von Winterweizen mit unterschiedlichen Düngestufen

Henkelmann, G. (Freising), Volkheimer, B. (Freising), von Tucher, S. (Freising), Zörb, C. (Stuttgart), Haase, N. (Detmold), Rühl, G. (Braunschweig)

Die Stickstoffdüngung ist im modernen, industriellen Weizenanbau ein wesentlicher Bestandteil, um Erträge und Proteingehalte zu steigern. Eine übermäßige Stickstoffausbringung in der Landwirtschaft steht jedoch im Verdacht, negative Einflüsse auf die Umwelt zu haben.

Zu diesem Zweck wurde ein Stickstoffsteigerungsversuch im Freiland und im Gefäß durchgeführt, um zu untersuchen, wie sich eine veränderte Stickstoffdüngung auf die Ertragsbildung, die Proteinsynthese und die backtechnologischen Charakteristika auswirkt. Die N-Mengen im Freiland lagen bei 0, 6, 12, 24 und 36 g/m², die N-Gabe der Gefäßversuche bei 1,2; 1,5 und 1,7 g/Topf.

Bei den Mikrobackvolumen der Freilandversuche zeigt sich, dass bei den Düngestufen 0,0 bis 12,0 g/m² die Backvolumen auf tendenziell einem Niveau im Bereich zwischen 33,5 mL und 36,0 mL für Discus und im Bereich von 30,0 mL bis 32,0 mL für Rumor liegen.

Für die Düngestufen 24,0 und 36,0 g/m² steigt das Backvolumen bei Discus auf 38,0 mL bis 39,0 mL. Die Volumina der Sorte Rumor liegen in der Stufe 36,0 g/m² ebenfalls in diesem Bereich, für die Stufe 24,0 g/m² liegen die Backvolumen im Bereich von 34,5 mL bis 35,5 mL.

Die Proteingehalte der Mehle wurden durch vier verschiedene Verfahren bestimmt und verglichen. Für den Proteinertrag (TM-Ertrag × Proteingehalt) besteht in beiden Versuchsreihen eine lineare Korrelation zur N-Düngung. In den Freilandversuchen zeigte sich jedoch eine sinkende Ausnutzung des N-Angebotes mit steigender Düngung.

Im Rahmen der Arbeit wurde der Mikrobackversuch entwickelt, um die Backeigenschaften von geringen Mehlmengen (10 g) bewerten zu können. Als Vergleich wurde ein kleiner RMT mit 200 g Mehl durchgeführt. Beide Versuche zeigen überwiegend gute Übereinstimmungen im Verlauf der Backvolumen und der spezifischen Backvolumen. Die Untersuchungen dieser Arbeit haben gezeigt, dass sich niedrige Düngemengen ohne Spätdüngung auch in niedrigeren Backvolumen widerspiegeln, sehr hohe Düngestufe aber auch nicht immer mit einer Erhöhung des Backvolumens und einer Verbesserung der Backeigenschaften gleichzusetzen sind.

### Einfluss von Höhe und Form des Stickstoffangebots auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln

Prigge, M. (Stuttgart), Armbruster, M. (Speyer), Wiesler, F. (Speyer)

Um den Einfluss verschiedener Stickstoffdüngerformen auf qualitätsrelevante Parameter der Kartoffel zu untersuchen, wurde im Jahr 2016 ein Feldversuch auf der Versuchsstation Rinkenbergerhof der LUFA Speyer durchgeführt. Als Versuchsvarianten wurden die N-Dünger Kalkammonsalpeter (KAS, breitflächige Ausbringung), schwefelsaures Ammoniak (SSA, Depotdüngung ca. 10 - 12 cm unterhalb der Knolle) und Entec (AAS, Ammoniumsulfatsalpeter mit Nitrifikationshemmstoff DMPP, breitflächige Ausbringung) mit Düngermengen von 160 und 250 kg N ha<sup>-1</sup> verglichen. In einer weiteren Variante wurde Stallmist in Höhe von 160 kg N ha<sup>-1</sup> ausgebracht. Während der Vegetationsperiode durchgeführte N<sub>min</sub>-Untersuchungen zeigten, dass die Ammoniumgehalte im Boden sowohl zum Zeitpunkt der Blüte als auch noch nach der Ernte in der Variante SSA deutlich erhöht waren.

Die Höhe und insbesondere die Form der Stickstoffdüngung hatten einen ausgeprägten Effekt auf das Wachstum, die Größensortierung und die Inhaltsstoffe der Kartoffeln. So führte Ammoniumdepotdüngung auf dem Versuchsstandort zu einem verzögerten Wachstum am Anfang der Vegetationsperiode, zu einem verminderten Knollenansatz und, selbst bei ähnlichen Gesamtknollenerträgen bei moderatem N-Angebot, zu verminderten Erträgen marktfähiger Ware aufgrund eines erhöhten Anteils an Übergrößen.

Im Hinblick auf die Inhaltsstoffe der Kartoffelknollen wurden die höchsten Kaliumgehalte in der Stallmistvariante aber kaum Unterschiede zwischen den mineralisch gedüngten Varianten gemessen. Ein möglicher antagonistischer Effekt auf die Kaliumaufnahme durch ein erhöhtes Ammoniumangebot konnte in diesem Versuch also nicht festgestellt werden. Umgekehrt waren die Stickstoffgehalte bei SSA-Düngung mit Abstand am höchsten und bei Stallmistdüngung am niedrigsten.

Die Untersuchung der Kohlenhydrate ergab nur sehr geringe Unterschiede zwischen den N-Formen und N-Düngermengen in den Stärkegehalten und ein undifferenziertes Bild bei den reduzierenden Zuckern. Dagegen spiegelten die Gesamtgehalte der Aminosäuren die Unterschiede zwischen den Varianten in den Gesamt-N-Gehalten klar wider. Die niedrigsten Gehalte wies die Stallmistvariante auf, die mit Abstand höchsten Gehalte die Variante SSA. Dies traf auch auf die Gehalte an freien Aminosäuren sowie auf die Gehalte an freiem Asparagin zu. Freies Asparagin ist, zusammen mit reduzierenden Zuckern, die Ausgangssubstanz für Acrylamid, was die Braunfärbung von Kartoffelfrittierprodukten bei hohen Temperaturen verursacht und im Verdacht steht kanzerogen zu sein.

# Langjährige Wirtschaftsdünger-Applikation im Kontext der N-Versorgung und der Notwendigkeit geteilter N-Gaben bei Winterweizen

Pekrun, C. (Nürtingen), Müller, T. (Stuttgart), Makary, T. (Stuttgart)

Die regelmäßige Applikation von Wirtschaftsdünger erhöht den bodeneigenen N-Vorrat und dessen Mineralisationsdynamik. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die N-Versorgung von Winterweizen dadurch beeinflusst wird. Unter solchen Bedingungen zeigten Praxisversuche, dass N-Gaben zusammengefasst werden können, ohne dass Winterweizen N-Mangelerscheinungen aufzeigt oder Mindererträge auftreten.

Um dies detailliert zu untersuchen, wurden zwei identische Feldversuche auf einer tiefgründigen Parabraunerde (65-70 Bodenpunkte) in den Jahren 2011 und 2012, nur ca. 500m entfernt voneinander, angelegt. Eine Fläche wurde in der Vergangenheit langjährig mit Wirtschaftsdünger versorgt (Versuch 1), die andere nicht (Versuch 2). Versuch 1 zeigte ca. 1% höhere Corg. und 0,1% höhere Norg.-Gehalte in der Bodentrockenmasse als Versuch 2. Als Weizensorte wurde "Akteur" ausgewählt. In beiden Versuchen lag das N-Angebot bei 185kg ha<sup>-1</sup>. Gedüngt wurde mit KAS. Neben der dreigeteilten Düngung wurden gabenreduzierte Varianten mit nur zwei oder einer N-Applikation, bei gleicher N-Gesamtmenge, geprüft. Zudem war eine mit N ungedüngte Variante Bestandteil des Versuchs. Um den N-Versorgungsstatus des Weizens zu prüfen, wurden regelmäßig der N-Gehalt der Blattmasse sowie die N<sub>min</sub>-Gehalte des Bodens untersucht.

Die gabenreduzierten Varianten zeigten in beiden Jahren weder bei Versuch 1 noch bei Versuch 2 signifikant geringere Kornerträge im Vergleich zur dreigeteilten Düngung. In beiden Jahren konnten mit gabenreduzierten Varianten gleich hohe Rohproteingehalte erzeugt werden wie mit der dreigeteilten Düngung. Nur bei früher Applikation einer einmaligen N-Gabe kam es zu signifikant geringeren Rohproteingehalten, was jedoch je nach Qualitätsklasseneinstufung noch keine Abstufung im Vergleich zur dreigeteilten Düngung zur Folge gehabt hätte.

Offensichtlich eignen sich gabenreduzierte N-Düngeverfahren nicht nur auf Flächen mit hohem N-Nachlieferungspotential, sondern auch auf tiefgründigen Böden ohne langjährige Applikation mit Wirtschaftsdünger. Zum Teil wird dies durch das gemessene Mineralisationspotential in den Bracheparzellen bestätigt. Auch in Versuch 2 wurden hohe Mengen an mineralisiertem Stickstoff (>100 kg ha<sup>-1</sup>) in der Bracheparzelle gemessen. Dieser Stickstoff reichte demnach aus, um den Weizen im Laufe des Wachstums stets adäquat mit N zu versorgen. Bestätigt wurde dies mit den gemessenen N-Gehalten in der Blattmasse.

# Auswirkungen von Fertigation und Tropfschlauchpositionierung auf den Ertrag und die Inhaltsstoffe von Hopfen

Stampfl, J. (Wolnzach), Fuß, S. (Wolnzach), Portner, J. (Wolnzach), Ebertseder, T. (Freising)

Im deutschen Hopfenanbau erlangt die Ertrags- und Qualitätsabsicherung durch Tropfbewässerung eine zunehmend größere Bedeutung. In der Nährstoffapplikation über das Bewässerungswasser (Fertigation) wird eine Möglichkeit gesehen, die Nährstoff-Effizienz der Hopfenproduktion zu verbessern.

Der Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, welche Auswirkungen Fertigation und Tropfschlauchpositionierung auf den Ertrag und die Inhaltsstoffe von Hopfen (Humulus lupulus L.) haben können. Zur Untersuchung der Effekte wurden im Anbaujahr 2016 Feldversuche mit der Aromasorte "Perle" und Hochalphasorte "Herkules" an zwei Standorten im Anbaugebiet Hallertau durchgeführt. Um die Einflüsse beider Parameter zu analysieren kam ein 2-faktorielles Versuchsdesign zum Einsatz. Zum einen wurde dabei ein Teil des Stickstoff-Bedarfs entweder praxisüblich in granulierter Form gestreut oder mit der Düngungsmethode Fertigation in flüssiger Form mit dem Bewässerungswasser ausgebracht. Zum anderen erfolgte ein Vergleich der in der Praxis am häufigsten vorkommenden Möglichkeiten den Tropfschlauch zu positionieren. Es wurde "oberirdisch auf dem Bifang" und "unterirdisch neben dem Bifang" miteinander verglichen.

Auf Basis der ermittelten Daten kann die Aussage getroffen werden, dass eine Positionierung des Tropfbewässerungssystems auf den Bifängen positive Auswirkungen auf Ertrag und Inhaltsstoffe des Hopfens hat. Dies gilt für die Bedingungen im Jahr 2016 mit geringem Bewässerungsbedarf.

Eine tiefgehende Beurteilung der Düngungsmethode Fertigation ist aufgrund nur geringer Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten, wahrscheinlich bedingt durch hohe Mineralisationsraten für Stickstoff, nur bedingt möglich. Als Ursache hierfür werden vor allem die speziellen Witterungsbedingungen im Anbaujahr 2016 mit regelmäßigen Niederschlägen gesehen. Jedoch deuten Bonituren der Blattfarbe sowie tendenziell niedrigere Alphasäure-Gehalte der Pflanzen auf eine länger anhaltende N-Verfügbarkeit durch Fertigation hin. Dies bietet Ansätze, die Düngung im Hopfen aus pflanzenbaulicher sowie umweltökologischer Sicht weiter zu optimieren. Diese werden im Vortrag diskutiert.

## Wirkung von Bewirtschaftung und Standortfaktoren auf die P-Freisetzungsrate des Bodens

Zorn, W. (Jena), Schröter, H. (Jena), Kießling, G. (Jena)

Die präzise Charakterisierung des pflanzenverfügbaren Phosphats in Ackerböden stellt eine wichtige Grundlage für eine effiziente und Ressourcen schonende P-Düngung dar. Die Auswertung langjähriger Feldversuche zur P-Düngung hat gezeigt, dass die Ermittlung der P-Freisetzungsrate nach Floßmann und Richter (1982) als Zusatzmethode zum CAL-Verfahren auf vielen Standorten die Präzision der P-Düngebedarfsprognose verbessern kann. Die Autoren dieses Verfahren stellten in den 1980er Jahren fest, dass der aus der P-Freisetzungsrate abgeleitete P-Kinetikfaktor k<sub>10</sub> auf vergleichbaren Standorten relativ stabil ist und langfristig in der Beratung eingesetzt werden kann.

In mehrjährigen Untersuchungen wurden P-Freisetzungsrate und P-Kinetik in Böden ausgewählter Feldversuche, von Gefäßversuchen sowie von Erhebungsuntersuchungen auf repräsentativen Thüringer Ackerstandorten bestimmt. Im Beitrag werden die Ergebnisse dargestellt, im Zusammenhang mit den durchgeführten Düngungsmaßnahmen (P-Steigerung, P-Formen, organische Düngung, Kalk- und Mg-Düngung) sowie Standortfaktoren diskutiert sowie Vorschläge für Einstufung Thüringer Ackerstandorte in hohe, mittlere und niedrige P-Freisetzungsrate abgeleitet. Die langjährig differenzierte P-Düngung führte in den langjährigen P-Steigerungsversuchen zu einer gleich gerichteten Änderung von CAL-P-Gehalt und P-Freisetzungsrate, wobei die Bewertung der P-Freisetzungsrate für die Standorte in der Regel unverändert blieb. Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen P-Freisetzungsrate P<sub>fr</sub> und CAL-P-Gehalt in zwei ausgewählten langjährigen P-Düngungsversuchen.

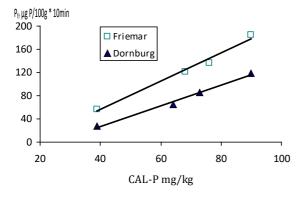


Abb. 1: P-Freisetzungsrate  $P_{\rm fr}$  in Abhängigkeit vom CAL-P-Gehalt in den P-Steigerungsversuchen Friemar und Dornburg nach > 20 Jahren Laufzeit

# Wirkung mineralischer Phosphor-Düngung auf den pflanzenverfügbaren P-Gehalt im Boden und den Ertrag ermittelt Dauerfeldversuchen auf trockenen Sandböden

Schweitzer, K. (Berlin), Baumecker, M. (Berlin)

Veränderte Rahmenbedingungen in der Landwirtschaft bewirkten regional eine zum Teil erheblichen Reduktion der Phosphordüngung. Die Folgen für den Phosphorgehalt im Boden und für den Ertrag sind sehr unterschiedlich, was dazu führt, dass die Richtwerte für ausreichende Phosphorgehalte im Boden kritisch hinterfragt werden.

Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass auf Sandböden bei einer P-Düngung nach Abfuhr die lactatlöslichen P-Gehalte ansteigen (Bull et al., 2016). Die Annahme ist, dass es unter optimalen Bedingungen der Ertragsbildung zu Mobilisierung des Bodenphosphates und insgesamt zu einem Anstieg der P-Löslichkeit kommt. Es ist zu vermuten, dass sich bei langfristig ausgeglichener P-Bilanz ein Gleichgewichtsgehalt im Boden einstellt, der typisch ist für eine nachhaltige Phosphor-Düngung (nach Abfuhr) unter optimalen Ertragsbildungsbedingungen.

In drei Dauerfeldversuchen auf zwei typischen sandigen Ackerstandorten des Nordostdeutschen Tieflands wurde untersucht, welcher P-Gehalt sich unter der Bedingung eines mittleren Düngungsniveaus, einschließlich einer ausgeglichenen P-Bilanz einstellt und welche Wirkung langfristig unterlassene P-Düngung auf den Boden-P-Gehalt und den Ertrag der angebauten Kulturpflanzen hat.

Bei P-Düngung nach Abfuhr wurden lactatlösliche P-Gehalte (DL-Methode) im mittleren bis oberen Bereich der Gehaltsklasse C von 7,7 bis 9,4 mg / 100 g ermittelt (PCAL ca. 6,7 bis 8,4 mg / 100 g). Die höheren Gehalte stellten sich bei reduzierter Pflugtiefe ein. Niedrigere P-Gehalte können nur bei defizitärer P-Düngung erzielt werden.

Bei langjährig unterlassener P-Düngung stellten sich quasi stabile PDL-Gehalte in der Gehaltklasse B von 4 bis 5 mg / 100g (PCAL ca. 3,5 bis 3,7 mg / 100 g) ein. Die Ertragseinbußen betragen 0 bis 17%. Sie sind spezifisch für die Kulturpflanzenart, in der Tendenz geringer bei reduzierter Pflugtiefe. Die P-Verarmung ist bis in den Unterboden fortgeschritten.

# Wirkung der P-Düngung auf Grünland – Auswertung der P-Ringversuche in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen nach der Bilanzmethode

Zorn, W. (Jena), Greiner, B. (Bernburg), Hertwig, F. (Paulinenaue), Schuppenies, R. (Paulinenaue), Riehl, G. (Christgrün), Zopf, D. (Jena)

Eine überwiegend extensive Grünlandbewirtschaftung mit langjährig negativen P-Bilanzen hat in den letzten 25 Jahren zu einer erheblichen Reduzierung der P-Versorgung vieler Böden geführt. Die Rückkehr zu einer bedarfsgerechten P-Düngung erfordert experimentell belegte Richtwerte für den Düngebedarf. Statische P-Versuche weisen die Besonderheit auf, dass unterschiedliche Düngermengen zu einer Differenzierung des P-Gehaltes im Boden führen und bei der Auswertung der Versuche ab dem 2. Versuchsjahr eine Trennung zwischen der Wirkung der aktuellen Düngung und der Nährstoffgehalte im Boden auf den Ertrag nicht mehr möglich ist. Im vorliegenden Beitrag erfolgt die Auswertung von 8 langjährigen P-Düngungsversuche auf dem Grünland nach der Bilanzmethode nach Richter und Kerschberger (1991). Dieses Verfahren ermöglicht die Berücksichtigung sowohl des P-Gehaltes im Boden als auch die Höhe der jährlichen Düngergabe. Aus dem Verlauf der Regressionslinie für einzelne Saldogruppen sind Aussagen über Richtwerte für Gehaltsklassen und ökonomisch sinnvolle Düngermengen möglich. Einen Überblick über die Versuchsstandorte zeigt Tabelle 1. Die P-Düngung erfolgt neben einer Variante ohne P-Düngung in Höhe von 50%, 100% sowie 150% der P-Abfuhr.

Tab. 1: Versuchsstandorte

Versuchsort	Versuchs- beginn	geol. Herkunft	Nieder- schlag mm	Tempera- tur °C	P-Gehalt 0 – 10 cm mg P/100g
Paulinenaue	1997	Mo IIa	514	9,0	6,9 – 9,7
Iden	1997	Al 1	518	8,6	8,2
Hayn	1998	V 5	618	6,5	3,2
Heßberg	1997	Al 3	760	7,1	1,4
Oberweißbach	1997	V 9a1	842	5,9	4,4
Wechmar	1997	V 2	550	7,9	14,9
Christgrün	1997	V 5	722	7,4	3,4
Forchheim	1997	V 8	879	6,5	3,6

Als Ergebnis der Auswertung werden Richtwerte für P-Gehaltsklassen sowie die damit korrespondierenden Empfehlungen für den P-Bedarf für das Grünland abgeleitet. Diese können eine Grundlage für zukünftige P-Regelungen der Düngeverordnung bilden.

# Ergebnisse von zwei bayerischen P-Düngungsversuchen (P-Formen, P-Mengen) zu Dauergrünland

Diepolder, M. (Freising), Raschbacher, S. (Freising)

**Einleitung:** Phosphor ist für die Pflanze und das Tier ein lebenswichtiges Element sowie aktuell im Focus von Gewässerschutz und Fachrecht (Düngeverordnung). Verbunden damit ist eine Aktualisierung von Basisdaten und fachlichen Vorgaben. Hierbei kommt spezifischen Pflanzenbauversuchen eine wichtige Bedeutung zu.

In zwei auf Dauergrünland angelegten bayerischen Düngungsversuchen wird untersucht, welchen Einfluss eine Düngung mit unterschiedlichen Phosphatformen und Phosphatmengen auf den CAL-Phosphatgehalt des Bodens, die Qualität des Pflanzenbestands (Futterwertzahl), den Trockenmasse-Ertrag und den mittleren P-Gehalt im Futter hat, speziell wenn die Bodenuntersuchung zu Versuchsbeginn nur eine niedrige Phosphatversorgung (Gehaltsklasse B) aufweist.

Material und Methoden: Ein Versuch steht seit 2003 auf einer Weidelgraswiese im Allgäuer Alpenvorland. Der zweite Versuch wurde von 2003 bis 2010 auf einer Wiesenfuchsschwanzwiese im Vorderen Bayerischen Wald durchgeführt. In beiden Versuchen werden/wurden i.d.R. pro Jahr vier Schnitte genommen. Es werden/wurden 7 bzw. 8, vierfach wiederholte, Varianten geprüft. Neben einer Kontrollvariante ohne P-Düngung und einer Güllevariante (nur Allgäuer Standort) erfolgt/e bei sechs weiteren Versuchsgliedern die Düngung ausschließlich mineralisch. Es werden/wurden drei P-Düngerarten (Super-P, Nova-P, weicherdiges Rohphosphat) mit unterschiedlichem Aufschluss bzw. unterschiedlicher Löslichkeit in je zwei P-Stufen geprüft. Dabei beträgt die Düngung der reduzierten Stufe (50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) die Hälfte der vor Versuchsbeginn nach Faustzahlen veranschlagen P-Abfuhr.

**Erste siebenjährige Ergebnisse:** Fehlende P-Düngung führte auf beiden Standorten zu signifikanten, deutlichen Mindererträgen. Bei den vorliegenden sauren Bodenbedingungen (pH ca. 5,0) wurde auch weicherdiges Rohphosphat in Ertrag umgesetzt und erhöhte den P-Gehalt gegenüber der Kontrollvariante.

Die bisherigen Ergebnisse deuten darüber hinaus an, dass auch bei niedriger P-Versorgung des Bodens (Gehaltsklasse B) selbst in weidelgrasreichen Gunstlagen hohe Erträge sowie für die Pflanzen- bzw. Tierernährung optimale P-Gehalte erzielt werden können. Dies auch, wenn die jährlich zugeführte P-Düngung deutlich unter der mehrjährigen P-Abfuhr durch das Erntegut liegt. Eine Düngung von jährlich 100 kg  $P_2O_5$ /ha führte teilweise zu positiven mittleren P-Salden.

# Düngewirkung verschiedener P-Formen auf kalkhaltigen Böden im ökologischen und konventionellen Landbau im Gefäßversuch Schröter, H. (Jena), Zorn, W. (Jena)

Über 50% der landwirtschaftlichen genutzten Böden in Thüringen sind geogen bedingt Carbonat haltig. Sowohl ökologisch als auch konventionell wirtschaftende Marktfruchtbetriebe ohne Tierhaltung weisen häufig negative P-Bilanzen und infolge dessen sinkende P-Gehalte im Boden auf. Bei nachgewiesenem P-Düngebedarf ist deshalb die gezielte Zufuhr mineralischer P-Düngemittel erforderlich. Für den ökologischen Landbau auf kalkhaltigen Standorten besteht das Problem, dass das zugelassene und gut wirksame Thomasphosphat seit Jahren nicht mehr ist.

Zielstellung für einen dreijährigen Gefäßversuch war die Bewertung der Düngewirkung verschiedener verfügbarer P-Düngemittel auf Kalkstandorten als Grundlage für die Auswahl geeigneter P-Formen sowie für die standortbezogene Präzisierung der Liste im ökologischen Landbau zugelassener P-Düngemittel und gegebenenfalls Zulassung von weiterer P-Dünger zum Einsatz auf spezifizierten Kalkstandorten.

Als Versuchsböden wurden die Herkünfte "Rottdorf" (Muschelkalkverwitterungsboden: pH 7,4; 1,7 mg  $P_{CAL}/100g$ ; 1,4 %  $CaCO_3$ ) sowie "Dachwig" (kalkhaltiger Löß: pH 7,6; 3,1 mg  $P_{CAL}/100g$ ; 1,9 %  $CaCO_3$ ) eingesetzt. Neben einer Kontrolle ohne P-Düngung wurden Monocalciumphosphat, Triplesuperphosphat, Thomasphosphat, die Rohphosphatdünger Dolophos 15 und Dolophos 26, das teilaufgeschlossene Rohphosphat P40, Hyperphos gemahlen, Novaphos sowie Tiermehlasche (Ulophos) als P-Dünger verwendet. In kleinen Mitscherlich-Gefäßen erfolgte der zweijährige Anbau von Rotklee. In einem dritten Versuchsjahr wurde Winterweizen kultiviert, um die N-Nachwirkung aus dem zweijährigen Anbau von Rotklee und dessen Beeinflussung durch die differenziert P-Düngung zu prüfen. Im Beitrag werden die Wirkung der P-Düngung auf Ertragsbildung, P- und N-Aufnahme sowie die P-Löslichkeit im Boden ( $P_{CAL}$ , P-Freisetzungsrate nach Floßmann) dargestellt.

Im Mittel beider Böden war die Düngewirkung wasserlöslicher Phosphate und Thomasphosphat weitgehend vergleichbar, die der Rohphosphatdünger dagegen sehr niedrig. Die P-Wirkung des teilaufgeschlossenen P40 sowie von Novaphos liegt zwischen beiden. Die Tiermehlasche Ulophos hatte nur eine geringe P-Wirkung. Dieses Ergebnis weist auf den dringenden Bedarf zur Verbesserung der Wirkung der Asche hin.

Im Ergebnis des Gefäßversuches auf Kalkböden sollte die P-Düngung in konventionellen Landbau im Interesse einer hohen Ressourceneffizienz als wasserlösliches Phosphat erfolgen. Der Einsatz von Rohphosphatdüngern auf Kalkböden im ökologischen Landbau ist wenig effektiv. Um die P-Versorgung langfristig zu sichern, sind neue Wege der P-Düngung zu beschreiten.

Döhler, H. (Untermerzbach)

Mit der Verschärfung der europäischen Gesetzgebung zum Schutz von Grund- und Oberflächengewässern Nitrat-RL, WRRL der EG) haben die Landwirte zunehmend Probleme ihre Wirtschaftsdünger Gülle, Mist und Gärreste auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ökologisch verträglich zu verwerten. Die neue Dünge-Verordnung (BMEL 2017) wird diesen Druck in Deutschland massiv erhöhen. Die technische Aufbereitung von Gülle wird in mehreren EU Staaten seit einigen Jahren als Maßnahme zur Beherrschung von Nährstoffüberhängen praktiziert.

In Oberitalien/Südtirol wurde von 62 Landwirten im Jahr 2008 eine GmbH gegründet, um mit einer Gülleverarbeitungsanlage die Überschussproblematik zu lösen. Die innovative technische Lösung zur Verarbeitung von Gülle/Gärrest ist eine erstmals angewandte und bisher in Europa nicht bekannte Entwicklung: die Fest-Flüssigtrennung erfolgt mit einem Pressschneckenseparator und einem Vibrationssieb ohne jeden Zusatz von Chemikalien (Flockungshilfsmitteln etc.), danach folgt eine 3-stufige "schlammverträgliche" Umkehrosmose (UO), mit der 70-85 % der Restflüssigkeit (Dünnseparat) als gereinigtes Wasser in den nahegelegenen Vorfluter entlassen werden kann. Die Innovation liegt in einem geschichteten UO-Modul, in einer vertikalen Axialkolonne werden verschiedene Schichten von Polymermembranen gestapelt, das gesamte System wird während des Trennvorgangs einer Vibration ausgesetzt, die ein Verstopfen (Fouling) der Membrane verhindert. Die durch die Vibration entstehenden Scherkräfte führen zur Bildung eines Wasserfilms über der Membranoberfläche, die organischen Partikel kommen so mit der Membranoberfläche nur marginal in Berührung. Das entstehende Permeat wird in den UO-Stufen 2 und 3, bestehend aus Spiralmembranen weitergereinigt, das Konzentrat wird dem Strippungsprozess zugeführt, wo das darin enthaltene Ammonium entfernt und in Säure gebunden wird. Das Verfahren befindet sich im vollautomatischen Regelbetrieb. Die vorläufigen Wirtschaftlichkeitsberechnungen lassen vermuten, dass ein kostenneutraler Anlagenbetrieb möglich ist (Döhler, 2017, Döhler und Bonadei, 2017).

Anhand von weiteren Beispielen wird gezeigt, dass die Verarbeitung von Gülle und Gärresten verfahrenstechnisch ausgereift sowie zuverlässig und mit entsprechenden Konzepten auch ökonomisch betrieben werden kann. Die Aufbereitung wird als zukünftig wichtigste Option angesehen, dem drohenden Viehbestandsabbau in den deutschen Intensivregionen der Tierhaltung zu begegnen. Es gilt jedoch, die wirklich funktionstüchtigen Konzepte zu identifizieren und die Spreu vom Weizen zu trennen.

## Minderung von Nitratausträgen in Trinkwassereinzugsgebieten durch sensorgestützte N-Düngung

Maidl, F. (Freising), Spicker, A. (Freising), Prücklmaier, J. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

Die meisten landwirtschaftlichen Nutzflächen weisen eine mehr oder weniger große Bodenheterogenität auf. Die Flächenheterogenität führt zu mehr oder weniger großen Ertragsunterschieden innerhalb der Schläge und zu entsprechenden Unterschieden im Nährstoffentzug. Eine einheitliche Düngerausbringung führt so zu mehr oder minder großen Überbilanzen auf den Niedrigertragsbereichen, während auf den Hochertragsbereichen entsprechende Unterbilanzen auftreten. Hinzu kommt die Unkenntnis der Nährstoffgehalte organischer Dünger sowie die jährlich und jahreszeitlich großen Schwanken in der Nährstofffreisetzung organischer Dünger.

Dieser Problematik kann begegnet werden durch eine sensorgesteuerte teilflächenspezifische N-Düngung nach dem Verfahren "online mit map-overlay". Mit dem Sensor wird dabei zu zwei oder drei Terminen die tatsächliche Stickstoffaufnahme der Pflanzen erfasst. Die Differenz zwischen dem ertragsabhängigen Soll-N-Gehalt und der tatsächlichen N-Aufnahme, multipliziert mit einem Faktor genannt DIMA, wird dann als ergänzende Düngermenge ausgebracht. Die Besonderheit des vorgestellten Systems DIMAX liegt in der Absolutmessung der Stickstoffaufnahme des Pflanzenbestands – aus Reflexionsdaten kann direkt auf die N-Aufnahme geschlossen werden – und den pflanzenspezifischen ertragsabhängigen Soll-N-Aufnahmewerten für verschiedene Entwicklungsstadien. Dieses Verfahren ist für die Kulturen Winterweizen, Wintergerste (zwei- und mehrzeilig) und Winterraps entwickelt.

Im Beitrag hier soll über die Anwendung des oben erläuterten Systems der sensorgesteuerten teilflächenspezifischen N-Düngung (DIMAX) im Trinkwassereinzugsgebiet Hohenthann, Pfeffenhausen und Rottenburg bei Landshut, dem Gebiet mit der größten Schweinedichte Bayerns, berichtet werden. Folgende Ergebnisse wurden erzielt. Die höchsten N-Überbilanzen wurden stets auf den Niedrigertragsbereichen beobachtet. Sensorscans landwirtschaftlicher Flächen belegen die Heterogenität der Nährstoffversorgung der Bestände. Die teilflächenspezifische N-Düngung nach DIMAX führte auf Standorten ohne organische Düngung zu keinen Mehrerträgen aber zu Düngereinsparungen. D.h. die N-Bilanz war verbessert. Auf Standorten mit organischer Düngung wurden nach sensorgesteuerter Düngung Düngereinsparungen bei gleichzeitig höheren Erträgen beobachtet.

### Weizendüngung unter dem Aspekt Gewässerschutz im Raum Oberösterreich

Reichinger, C. (Linz)

Winterweizen zählt zu jener Kultur, die in ihrer Bestandsführung sehr intensiv geführt w erden kann. In sensiblen Produktionsgebieten wie Wasserschutz- und Wasserschongebieten ist eine intensive Bestandsführung unter dem Aspekt des Gewässerschutzes oft nur mit Abstrichen möglich.

Im Raum Oberösterreich gibt es reichlich Vorkommen an Grundwasser, welches einen Schutz zur Erhaltung einer guten Wasserqualität benötigt.

In diesem Gebiet gibt es in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung von Ackerflächen über den gesetzlichen Rahmenbedingungen hinaus ein gefördertes Umweltprogramm, deren Maßnahmen freiwillig von den Landwirten umgesetzt werden. Strengere zeitliche Ausbringungsverbote von stickstoffhaltigen Düngemitteln, geringere Stickstoffdüngerhöhen sowie Zwischenfruchtanbau zählen zu den Umweltmaßnahmen die im Gewässerschutz eine positive Wirkung erzielen.

In Bezug auf die Stickstoffdüngung von Winterweizen wurde in Linz (Oberösterreich) ein Düngungsversuch durchgeführt. Es wurden die Auswirkungen verschiedener Stickstoffmengen und -formen auf Ertrag und Qualität von Winterweizen sowie Nachernte Nmin im Boden untersucht.

Tab. 1: Ergebnis Weizendüngungsversuch 2016, Düngungstermine: Vegetationsbeginn Frühjahr/BBCH 32/BBCH 39

Düngungsvariante	N-Dünger- höhe	Ertrag 14 % H <sub>2</sub> O	Roh- protein	N-Saldo	Nachernte N <sub>min</sub> 0-90 cm Boden
	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
Kontrolle	-	5.643	9,3	-72	63
KAS (50/50/50)	150	9.438	12,0	-6	49
KAS (50/60/70)	180	10.051	12,5	7	86
AS (50) + KAS (50/50)	150	9.807	12,0	-12	66
AS (50) + KAS (60/70)	180	10.157	12,7	3	68
Harnstoff (50/50/50)	150	9.604	11,7	-5	64
Harnstoff (50/60/70)	180	9.860	12,4	12	105
KAS (50)+ENTEC (100)	150	9.558	11,4	0	51
KAS (50) + ENTEC (130)	180	10.009	12,2	12	64
NPK (50) + KAS (50/50)	150	9.957	11,9	- <b>13</b>	80
NPK (50) + KAS (60/70)	180	9.953	12,8	5	79
Entec (100) + KAS (50)	150	9.827	12,0	-12	71
Entec (110) + KAS (70)	180	9.773	12,6	11	64

Die Düngungsvarianten zeigten signifikante Unterschiede in den Merkmalen Ertrag als auch Protein.

## Quantifizierung von Pflanzenschutzmittel(PSM)-Einträgen in Oberflächengewässer im Kleineinzugsgebiet Querne/Weida

Tauchnitz, N. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg), Hauser, B. (Halle), Schmidt, G. (Halle)

Pflanzenschutzmittel(PSM)-Einträge aus diffusen Quellen können erheblich zur Belastung von Grund- und Oberflächengewässern beitragen. Die Eintragspfade sind sehr komplex und aufgrund der Vielzahl an Einflussgrößen sowie differenzierter Eintragsquellen (Landwirtschaft, Siedlungsbereiche, u.a.) schwer zu identifizieren.

Im vorliegenden Projekt wurden zeitlich hoch aufgelöste Untersuchungen zum Auftreten von PSM-Wirkstoffen in Oberflächengewässern und im Boden im Einzugsgebiet der Querne/Weida durchgeführt und den tatsächlichen in der Landwirtschaft vorgenommenen PSM-Anwendungen gegenübergestellt, um gezielt Reduzierungsmaßnahmen durchzuführen. Zudem wurden auf ausgewählten landwirtschaftlich genutzten Flächen Tiefenprofile bis in 8 m Tiefe angelegt und auf PSM-Wirkstoffe analysiert, um Hinweise auf die Beständigkeit, Verweilzeiten und Verlagerung der PSM zu erhalten.

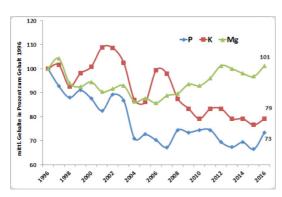
Bisherige Ergebnisse zeigten, dass eine Vielzahl an Wirkstoffen in den untersuchten Oberflächengewässern nachweisbar war. Die Konzentrationen lagen jedoch nur in wenigen Fällen über den rechtlich geforderten Umweltqualitätsnormen. Es wurde eine deutliche Zu-nahme der Wirkstoff-Funde in der Nähe zu Siedlungsbereichen beobachtet. Hier wurden insbesondere PSM-Wirkstoffe erfasst, die ebenfalls als biozide Wirkstoffe in vielen Material-schutzanwendungen Einsatz finden (z.B. Mecocrop). Eine Übereinstimmung zwischen der Häufigkeit des PSM-Einsatzes in der Landwirtschaft und der Fundhäufigkeit der PSM-Wirkstoffe in den Gewässern war nicht in jedem Fall gegeben. Das deutet auf die Beeinflussung der Gewässerqualität auch durch andere Quellen aus Siedlungsbereichen (biozide Wirkstoffe) hin. Im Boden wurde eine breite Palette von PSM-Wirkstoffen erfasst, deren Konzentrationen allerdings nahe an den jeweiligen Bestimmungsgrenzen lagen. Mehrere PSM-Wirkstoffe waren im Tiefenprofil bis in Tiefen von > 4,50 m nachweisbar und deuten auf lange Verweilzeiten im Boden hin.

# Langzeit-Monitoring zum Einfluss der Landbewirtschaftung auf die Bodennährstoffversorgung von Dauertestflächen in Thüringen

Zurheide, T. (Osnabrück), Neddermann, N. (Osnabrück), Pralle, H. (Osnabrück), Vergara Hernandez, M. (Osnabrück), Trautz, D. (Osnabrück), Olfs, H.W. (Osnabrück)

Die Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen ist auf die effiziente Pflanzenproduktion ausgerichtet. Mit der Erzeugung der Haupt- und Nebenprodukte ist u. a. der Entzug essentieller Nährstoffe, vor allem Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg), aus dem Boden verbunden. Die Bodennährstoffversorgung zeigt an, in wie weit der Ersatz der durch die Pflanzen entzogenen Nährstoffe durch die Düngung ausgewogen und nachhaltig erfolgt ist.

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) hat 1996 unter Berücksichtigung wichtiger Standortfaktoren wie Nutzungs- und Bodenart, geologische Herkunft sowie Region ein repräsentatives Netz von bis zu 420 Dauertestflächen in Thüringen angelegt und bis 2016 fortgeführt. Die Zielstellung bestand darin, durch jährliche Bodenprobenahme (0-20 cm Bodentiefe –Ackerland, 0-10 cm – Grünland) auf den ausgewählten Teilflächen (1 ha) den Einfluss von Anbau und Bewirtschaftung auf die Bodennährstoffversorgung zu verfolgen. Die zeitlich dichte Folge der Probenahme auf Grundlage der georeferenzierten diagonalen Beganglinien sollte insbesondere den Einfluss der Düngung aufzeigen und die Plausbilität der Ergebnisse in der Zeitreihe absichern.



**Abbildung:** Zeitreihe der mittl. Bodennährstoffgehalte in Prozent zu den mittl. Gehalten von 1996 auf dem Ackerland

Mit den nunmehr 20-jährigen Ergebnissen können im Einzelfall mit den beteiligten Landwirtschaftsbetrieben und in der Gesamtheit von der TLL als Fachbehörde Trends zur Nachhaltigkeit der Düngung mit der Praxis diskutiert werden.

Die Abbildung zeigt den Rückgang der P- und K-Gehalte auf dem Ackerland. Das ist bei Mg aufgrund des hohen Anteils von Karbonatböden nicht der Fall. Der Trend rückläufiger P- und K-Gehalte resultiert vor allem aus negativen Nährstoffsalden auf-

grund der häufig langjährig unterlassenen Mineraldüngung.

Im Beitrag werden die Trends anhand der Nährstoffsalden von ausgewählten Beispielen analysiert und die Defizite unter Berücksichtigung der veränderten organischen Düngung (rückläufige Tierbestände; zunehmende Düngung mit Gärresten) quantifiziert. Dabei finden auch die Unterschiede zwischen den Standorten (Bodenart- u. geologie) Berücksichtigung.

### Minderung von Ammoniak-, Nitrat- und Lachgas-Austrägen durch die Kombination neuer und hochwirksamer Nitrifikations- und Ureasehemmstoffe bei der Harnstoffdüngung

Kreuter, T. (Cunnersdorf), Thiel, E. (Cunnersdorf), Spott, O. (Cunnersdorf), Schuster, C. (Wittenberg)

Die Dünger-N-Form Harnstoff (HS) bietet über den kombinierten Einsatz von Urease-(UI) und Nitrifikationsinhibitoren (NI) das Potenzial, N-Verluste aus der N-Düngung über alle relevanten Verlustpfade deutlich zu reduzieren. Eine solche Kombination wurde mit den neuen und hocheffizienten Wirkstoffen 2-NPT (UI) und MPA (NI) in einem neuen HS-Dünger (ALZON\* neo-N) realisiert. Seit 2013 werden umfangreiche Labor-, Gefäß- und Feldversuche zur Wirkung dieser UI/NI-Kombination auf Dünger-N-Verluste in Form von Ammoniak (NH<sub>3</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Nitrat (NO<sub>3</sub>) durchgeführt.

Folgende Ergebnisse liegen für den Zeitraum 2013 - 2016 vor:

In Laborversuchen mit verschiedenen Böden bewirkte der UI/NI-Einsatz bei anhaltenden starken  $NH_3$ -Verlustbedingungen über einen Zeitraum von 120 h eine mittlere  $NH_3$ -Minderung von ca. 80 %. In Feldversuchen mit Winterweizen und Winterraps wurden die  $NH_3$ -Emissionen um 40 - 90 % gemindert. Dadurch sanken die mittleren  $NH_3$ -Verluste im Weizen von 10 auf 3 % und im Raps von 1,4 auf 0,6 % des applizierten N. Das Niveau der  $NH_3$ -Verluste lag insgesamt deutlich unter dem EMEP-Faktor und entsprach den für Deutschland publizierten Zahlen. Die  $N_2$ O-Emissionen ließen sich in Feldversuchen mit Winterraps durch den UI/NI-Einsatz in der Düngesaison um 50 - 80 % und darüber hinaus bis zur Saatbettbereitung für die Folgekultur um 10 - 70 % mindern. Insgesamt lag das Niveau der  $N_2$ O-Verluste im Untersuchungszeitraum mit max. 0,6 % des applizierten N deutlich unter dem IPCC-Faktor. Unter Auswaschungsbedingungen reduzierte sich der  $NO_3$ -Austrag in praxisnah geführten Gefäßversuchen durch den UI/NI-Einsatz um ca. 35 %.

Insgesamt konnten die Dünger-N-Verluste mit der neuen UI/NI-Kombination in der Düngesaison deutlich gemindert und eine Verlustverlagerung vermieden werden. Dies spiegelte sich in einer deutlichen Steigerung der N-Effizienz (um ca. 5 % unter Praxisbedingungen und ca. 40 % unter simulierten N-Verlustbedingungen) wider.

# Die Kombination neuer und hochwirksamer Nitrifikations- und Ureasehemmstoffe bei der Harnstoffdüngung - ein Beitrag zur wirtschaftlichen und umweltgerechten Landnutzung

Fuchs, M. (Cunnersdorf), Kreuter, T. (Cunnersdorf), Thiel, E. (Cunnersdorf), Spott, O. (Cunnersdorf), Schuster, C. (Wittenberg)

Aktuelle Publikationen und Studien belegen, dass der kombinierte Einsatz von Urease- (UI) und Nitrifikationsinhibitoren (NI) häufig zu deutlichen Ertragssteigerungen sowie zu einer verbesserten Dünger-N-Ausnutzung führt. Besonders effizient lässt sich das Konzept der UI/NI-Kombination bei Anwendung von purem Harnstoff (HS) umsetzen. Ein entsprechendes Produkt (ALZON\* neo-N) steht seit Sommer 2017 zur Verfügung. Es enthält die neuen Hemmstoffe 2-NPT (UI) und MPA (NI). Obwohl beide Inhibitoren in geringsten Aufwandmengen eingesetzt werden, beeinflussen sie Umsatzdynamik, Höhe der Verluste und Effizienz des applizierten Dünger-N signifikant.

Die Prüfung der UI/NI-Kombination in Labor-, Gefäß- und Freilandversuchen (2013-2016) erbrachte folgende Resultate: Im Vergleich zu HS ohne Inhibitor erhöhte sich die durchschnittliche N-Aufnahme von Winterweizen und Winterraps unter mitteldeutschen Bedingungen um ca. 5-10 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Damit wurde im Mittel aller Versuche und Standorte eine Steigerung der Dünger-N-Effizienz um ca. 5 % erreicht. Unter mediterranen Klimabedingungen ließ sich die Dünger-N-Effizienz im Reis-, Mais- und Gemüsebau mit der UI/NI-Kombination um 10-20 % erhöhen. In Gefäßversuchen, in denen durch Luftbewegung, Wassersättigung und Auswaschung erhebliche Verlustbedingungen simuliert wurden, nahm die Dünger-N-Effizienz um bis zu 45 % zu.

Modellversuche unter Freiland- und Laborbedingungen zeigen, dass die positive Wirkung des kombinierten UI/NI-Einsatzes nicht allein aus der Minderung von N-Verlusten resultiert, sondern auch auf eine verbesserte Verfügbarkeit des Dünger-N im Boden zurückgeht. Diese entsteht im Zusammenspiel von gleichmäßiger HS-Verteilung (UI-Effekt), NH<sub>4</sub>\*-betonter Ernährung (NI-Effekt) und spezifischer Anwendungsstrategie.

Damit kann der Einsatz der neuen UI/NI-Kombination unter den Bedingungen des fortschreitenden Klimawandels einen substanziellen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit bei der N-Düngung leisten.

## Minderung von direkten und indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen durch stabilisierten Harnstoff

Deiglmayr, K. (Stuttgart), Ruser, R. (Stuttgart), Ebertseder, T. (Freising), Mannheim, T. (Mannheim)

Ohne konsequente Einsparungen von Treibhausgasemissionen in allen Sektoren ist das auf der UN-Klimakonferenz in Paris 2015 formulierte 1,5 °C-Ziel nicht zu erreichen. In der Pflanzenproduktion besteht das größte Minderungspotenzial in einer klimaschonenden N-Düngung. Wie hoch die möglich Reduktion an direkten und indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen durch Urease- und/oder Nitrifikationsinhibitoren bei einer Harnstoffdüngung in Mais ist, war die Fragestellung des hier vorgestellten Forschungsprojekts.

In 2015 und 2016 wurden dazu an jeweils zwei Standorten im Landkreis Freising Versuche angelegt, in welchen neben einer ungedüngten Kontrolle folgende vier Harnstoffvarianten geprüft wurden: Harnstoff, Harnstoff mit Ureaseinhibitor (UI), Harnstoff mit Nitrifikationsinhibitor (NI) und Harnstoff mit beiden Inhibitoren (UI + NI), wobei hier die Wirkstoffmenge um 33 % (UI) bzw. 67 % (NI) reduziert wurde. Der Standort in der Münchner Schottereben wies einen gut drainierten Boden auf Kies auf, während der zweite Standort im Tertiärhügelland aufgrund des hohen Tonanteils im Unterboden von Staunässe geprägt war.

Die  $N_2$ O-Emissionen wurden mittels "closed chamber"-Methode über einen 12-Monatszeitraum, die  $NH_3$ -Emissionen mittels Drägerröhrchen-Methode bis sieben Tage nach der Düngung gemessen und daraus die indirekten  $N_2$ O-Emissionen abgeleitet.

Über beide Standorte und Jahre hinweg zeigte sich eine signifikante Wirkung des Nitrifikationshemmstoffs auf die direkten  $N_2$ O-Emissionen, welche zu einer Minderung von etwa 40 % gegenüber der nicht-stabilisierten Harnstoffvariante führte. In der kombinierten Variante UI + NI mit reduzierter Wirkstoffmenge deutete sich mit -20 % der  $N_2$ O-Emissionen ebenfalls ein positive Klimawirkung an. Die  $N_2$ O-Freisetzung wies an den beiden Standorten zwar Unterschiede in den zeitlichen Verläufen und den absoluten  $N_2$ O-Verlusten auf, der Effekt des Nitrifikationshemmstoffs lag aber auf einem vergleichbaren Niveau.

Der Ureaseinhibitor wirkte sich ausschließlich auf die  $NH_3$ - und damit die indirekten  $N_2O$ -Emissionen aus. Hier betrug das Minderungspotenzial im Mittel der Jahre und Standorte über 60 %, dieser Effekt wurde auch in der kombinierten Variante UI + NI beobachtet.

### Wirkung von Nitrifikationshemmstoffen und sonstigen Güllezusatzstoffen in organischen Düngern

Offenberger, K. (Freising), Sperger, C. (Freising), Sitte, W. (Freising), Mikolajewski, S. (Freising), Wendland, M. (Freising)

### **Einleitung**

Nach einer Düngungsmaßnahme kann der Stickstoff im Boden in unterschiedlichen Formen vorliegen. Im Laufe der Zeit wird er durch Bodenmikroorganismen in Nitrat (NO3) umgewandelt. Nitrat ist im Boden sehr mobil und kann aus dem Wurzelraum und somit in das Grundwasser verlagert werden. Bedeutende Stickstofflieferanten sind organische Dünger, insbesondere Gülle und Gärreste. Nitrifikationshemmstoffe in flüssigen organischen Düngern können die Umwandlung von Ammonium in Nitrat im Boden verzögern. Die Gefahr der Nitratauswaschung in tiefere Bodenschichten wird dadurch reduziert.

### Methodik

Die organischen Dünger Rindergülle und Biogasgärrest wurden mit verschiedenen Güllezusatzstoffen (z.B. Entec, Vizura, Piadin, N-Lock) behandelt. Nach der Ausbringung auf Ackerböden wurden diese sofort eingearbeitet. In festgelegten Zeitabständen wurde der Ammoniumgehalt nach VDLUFA-Methodenbuch bzw. nach Offenberger et al. 2016 bestimmt.

### Ergebnisse

Die Zugabe von Nitrifikationshemmstoffen und anderen Stoffen zu flüssigen organischen Düngern haben einen großen Einfluss auf den Ammoniumgehalt im Boden nach der Ausbringung von organischen Düngern. Dabei spielt auch die Witterung eine große Rolle.

Die verschiedenen Zusatzstoffe zu organischen Düngern wirken sich sehr unterschiedlich auf die Ammoniumstabilität im Boden aus. Die Art des organischen Düngers und der Boden sind weitere wesentliche Finflussfaktoren.

### Schlussfolgerung

Die Umwandlung von Ammonium in Nitrat im Boden kann durch die Zugabe von Nitrifikationshemmstoffen bei organischen Düngern gesenkt bzw. verzögert werden. Neben der Gülleart sowie der Temperatur ist auch die Bodeneigenschaft entscheidend.

## Ammoniakverluste nach der Aufbringung von flüssigen organischen Düngern

Offenberger, K. (Freising), Sperger, C. (Freising), Sitte, W. (Freising), Mikolajewski, S. (Freising), Wendland, M. (Freising)

### **Einleitung**

Eine möglichst hohe Stickstoffwirkung von organischen Düngern ist sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht anzustreben. Insbesondere sind hohe Ausnutzungsgrade Voraussetzung für die Einhaltung der Kontrollwerte der novellierten Düngeverordnung. Einen der bedeutendsten Verlustpfade bilden die Ammoniakverluste nach der Aufbringung von organischen Düngern.

### Methodik

Die Ammoniakverluste wurden nach einem speziellen, dabei auf konventioneller Analysetechnik basiertem Verfahren (Offenberger et al. 2016) bestimmt. Unter jeweils identischen Witterungsbedingungen wurde der Einfluss verschiedener Faktoren (Zeit nach der Aufbringung, Vergleich von Rindergülle, Schweinegülle, Jauche und Biogasgärrest, unterschiedliche TS-Gehalte, Gülle mit und ohne Einarbeitung, Verluste auf Acker- bzw. Grünlandflächen) auf die Ammoniakabgasung untersucht.

### Ergebnisse

Neben der Witterung hatten die Düngerart und der TS-Gehalt einen entscheidenden Einfluss auf die Verluste. Die Ammoniakverluste können nach der Aufbringung von organischen Düngern (ohne Einarbeitung) auch bei niedrigen Temperaturen (0 - 10 °C) sehr stark schwanken und mit bis zu 50 % des aufgebrachten Ammoniums sehr hoch sein. Die Verluste entstehen weitgehend in den ersten 2 Tagen nach der Ausbringung, wobei bei kühler Witterung (0 - 5 °C) in den ersten vier Stunden nur geringe Verluste ermittelt werden konnten. Bei sofortiger Einarbeitung wurden gegenüber Breitverteilung und fehlender Einarbeitung geringere Verluste festgestellt. Ebenfalls wurden bei niedrigeren Trockensubstanzgehalten der Güllen geringere Ammoniakverluste beobachtet.

### Schlussfolgerung

Die Ammoniakverluste können je nach Applikationsbedingungen und Zusammensetzung des organischen Düngers sehr stark schwanken. Durch gezielte Maßnahmen und Verfahren können die Verluste entsprechend reduziert werden.

## Erhöhung der Stickstoff(N)-Effizienz flüssiger organischer Dünger durch Anwendung des Gülle-Strip-Till-Verfahrens zu Mais

Tauchnitz, N. (Bernburg), Bischoff, J. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg), Pietzner, B. (Halle), Meißner, R. (Falkenberg)

Die neue Düngeverordnung verpflichtet dazu, Wirtschaftsdünger wie Gülle und Gärreste noch effizienter einzusetzen. Mit diesem Hintergrund wurden in letzter Zeit verschiedene Verfahren zur Erhöhung der Stickstoff(N)-Effizienz bei Ausbringung organischer Dünger entwickelt. Das Gülle-Strip-Till-Verfahren, welches die reduzierte Bodenbearbeitung (strip tillage: Streifenbearbeitung) mit der platzierten Gülle-Depot-Düngung kombiniert, wird als ein N-effizientes Verfahren eingeschätzt.

Ziel des Projektes war es, zu prüfen, welchen Beitrag das Gülle-Strip-Till-Verfahren in Kombination mit Nitrifikationsinhibitoren (NI) zur Erhöhung der N-Effizienz bei der organischen Düngung zu Mais leisten kann. Hierzu wurden an verschiedenen Standorten im nördlichen Sachsen-Anhalt randomisierte Parzellenversuche mit den folgenden Varianten angelegt: 1. Kontrolle ohne Gülle, 2. ganzflächige Gülle-Ausbringung ohne NI, 3. Gülle-Strip-Till ohne NI, 4. ganzflächige Gülle-Ausbringung mit NI, 5. Gülle-Strip-Till mit NI.

Anhand der für drei Versuchsjahre und mehrere Versuchsstandorte vorliegenden Ergebnisse kann eingeschätzt werden, dass mit Hilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens die N-Effizienz bei der Ausbringung flüssiger organischer Dünger verbessert werden kann.

Das zeigten zusammengefasst folgende Ergebnisse:

- Stabilisierung der Ammonium-Depots in der Gülle bis mindestens 30 Tage nach Düngung und dadurch Verringerung des N-Auswaschungsrisikos und Gewährleistung einer ammoniumbetonten Ernährung
- geringere N-Verlagerung in tiefere Bodenschichten bei den Strip-Till-Varianten
- höhere Trockenmasse-Erträge und N-Entzüge bei den Strip-Till-Varianten
- geringere Ammoniak-Emissionen bei der platzierten Gülle-Depot-Düngung in den Strip-Till-Varianten
- keine erhöhten Lachgasverluste bei der platzierten Gülle-Depot-Düngung in den Strip-Till-Varianten

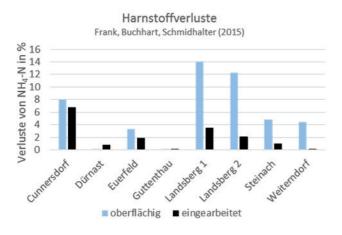
Das Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) (FKZ 31086-34) gefördert.

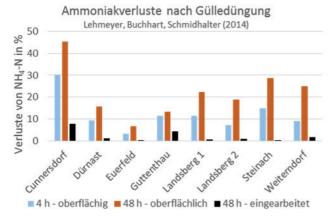
シストノノイス

## Ammoniakverluste nach Harnstoff- und Gülledüngung

Schmidhalter, U. (Freising)

Die NEC-Richtlinie (National Emission Ceilings) überträgt Deutschland die Verpflichtung bis 2010 die Emissionshöchstmenge auf 550 kt NH<sub>3</sub> a<sup>-1</sup> zu reduzieren Diese Höchstmenge wird zurzeit wesentlich überschritten und erfordert Maßnahmen zu Ihrer Reduktion. Dieser Beitrag thematisiert die Erfassung von Ammoniakverlusten, ihre beeinflussenden Faktoren und zeigt Maßnahmen zur Reduzierung auf.





Ammoniakverluste im Feld erfasst mittels neu entwickelter Massenbilanzmethode

## Erste Erfahrungen zur Harnstoff-Einarbeitung im Side-Dressing-Verfahren im Projekt STAPLARES am Standort Bernburg-Strenzfeld

Eißner, F. (Halle), Bischoff, J. (Bernburg), Koblenz, B. (Halle), Rücknagel, J. (Halle), Tauchnitz, N. (Bernburg), Schäfer, F. (Sinzheim), Schickinger, H. (Sinzheim), Rauch, N. (Sinzheim), Klein, F. (Sinzheim), Kunz, J. (Cunnersdorf), Kreuter, T. (Cunnersdorf), Christen, O. (Halle)

Die mineralische Stickstoff(N)-Düngung landwirtschaftlich genutzten Ackerlandes nimmt zweifelsfrei eine führende Rolle bei der Betrachtung der Düngung im Spannungsfeld von Ressourceneffizienz und Umweltwirkung ein. Einhergehend mit unzureichenden Dünger-N-Effizienzen werden nationale Minderungsziele im Hinblick auf die Grundwasserbelastung mit Nitrat, wie auch für Lachgas- (N<sub>2</sub>O) und Ammoniak- (NH<sub>3</sub>) Emissionen, nicht erreicht.

In der jüngst verabschiedeten novellierten Düngeverordnung vom 31.03.2017 finden diese Säumnisse u.a. Ausdruck im verpflichtenden Einsatz von Ureaseinhibitoren oder alternativ der Einarbeitung von Harnstoff bei einer Anwendung dieses N-Düngers ab dem 01.02.2020.

Im Fokus des Projektes "N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung als innovative Technologien zur Optimierung der Ressourceneffizienz bei der Harnstoff-Düngung" (Sta-PlaRes) stehen die beiden Maßnahmen Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung bei der Harnstoffdüngung in drei Fruchtfolge-Feldversuchen sowie ergänzenden Labor-, Gewächshaus- und Lysimeterversuchen, um Aussagen zu oben genannten N-Verlustpfaden treffen zu können.

Im Beitrag soll das für die Einarbeitung von granuliertem Harnstoff im Side–Dressing–Verfahren entwickelte Maschinenkonzept erläutert werden. Die konstruktive Zusammenführung der Einarbeitungstechnik (Doppelscheibenschar) mit einer mechanischen Pflegemaßnahme (Striegel) wird dargelegt. Neben den Erfahrungen zum Ersteinsatz im Frühjahr 2017 bis zum Ende der Bestockung / Anfang Schossen in den Kulturarten Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Parzellenversuchen am Standort Bernburg-Strenzfeld, werden erste Ergebnisse zu Kornerträgen, Ertragsstrukturen und  $N_{\min}$ - Verläufen dieser Versuche präsentiert.

Im Projektverbund sind folgende Kooperationspartner vertreten:

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Stickstoffwerke Piesteritz GmbH (SKWP), Technische Universität München (TUM), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), Rauch Landmaschinenfabrik GmbH, Johann Heinrich von Thünen Institut (TI), Zentrum für Agrarlandschaftsforschung Müncheberg (ZALF), Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung ist Projektträger des Vorhabens.

## Vergleichende Carbon Footprint Berechnung verschiedener Stickstoffdünger

Hasler, K. (Osnabrück), Olfs, H.W. (Osnabrück), Bröring, S. (Bonn), Omta, O. (Wageningen)

Viele landwirtschaftliche Ökobilanzstudien weisen darauf hin, dass stickstoffhaltige Düngemittel durch ihre vergleichsweise hohen Emissionen von Treibhausgasen in der Produktion und nach der Applikation einen bedeutenden Beitrag zum Klimawandel leisten. In Deutschland stammen ca. 12 Mio. Tonnen Treibhausgase aus dem Einsatz von organischen und mineralischen Düngemitteln. Als Mittel, um Auswirkungen von Produkten oder Dienstleistungen auf den Klimawandel darstellen zu können, hat der sogenannte "Carbon Footprint (CF)" in den letzten Jahren in Politik und Forschung immer mehr an Bedeutung gewonnen. Basierend auf CF-Berechnungen kann beurteilt werden, ob verschiedene Düngemittelformen oder alternative Düngemittelprodukte einen Beitrag leisten die Treibhausgasemissionen der Düngung zu reduzieren.

Bei der CF-Berechnung werden die Emissionen aller direkt oder indirekt verursachten Treibhausgase entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Produkten zusammengefasst. Hierbei werden sowohl die Vorproduktion, als auch alle Transportprozesse sowie Recycling und Entsorgung in die Berechnungen mit einbezogen.

Um den Beitrag der N-Düngung zum Klimawandel abschätzen zu können, wurde der CF von verschiedenen Mineraldüngern (AN, KAS, AHL und Harnstoff) sowie stabilisierten N-Düngern (Zusatz des Ureasehemmstoffes NBPT bzw. des Nitrifikationshemmstoffes DCD) und Düngern aus sekundären Rohstoffen (Federmehl, Leguminosenschrot und Tiermehl) berechnet. Hierbei wurden sowohl die Düngemittelproduktion (vom Rohstoffabbau bis zum Acker) als auch die Emissionen innerhalb der Vegetationsphase nach der Applikation berücksichtigt.

Die betrachteten mineralischen N-Dünger haben einen CF von ca.  $1300-1400~{\rm kg}~{\rm CO}_2$ -Äquivalenten pro Hektar. Die Stabilisierung des Stickstoffes führt zu niedrigeren CFs. Dünger aus Tiermehl haben einen deutlich höheren CF (ca.  $3000~{\rm CO}_2$ -Äquivalente pro Hektar) als Dünger aus Federn und Leguminosen (ca.  $1700~{\rm CO}_2$ -Äquivalente pro Hektar). Somit sind Sekundärrohstoff-Dünger aus klimarelevanter Sichtweise nicht besser als Mineraldünger einzustufen. Da diese Stoffe aber Reste anderer Produktionsprozesse sind, können sie dazu beitragen Stoffkreisläufe zu schließen. Stabilisierte Stickstoffdünger verbessern den CF der Düngung, sind aber in der Praxis teurer. Zudem wird die so erzielte  ${\rm CO}_2$ -Einsparung weder monetär noch gesellschaftlich gewürdigt.

### Wirkung von naturschutzfachlich wertvollen Streifenelementen auf die Biodiversität und landwirtschaftlich produktionsrelevante Parameter

Gödeke, K. (Jena), Reimann, S. (Buttelstedt), Michel, H. (Jena)

Bisher wurden Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung in der Agrarlandschaft nie im Zusammenhang der beabsichtigten <u>und</u> der ggf. unbeabsichtigten Effekte auf das Ökosystem betrachtet. Genauso wenig hat man die unmittelbaren Wirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion hinsichtlich Ertrag und Produktqualität, auch in der auf die Maßnahmen folgende Ackerkultur, mit einbezogen. Diese komplexen Betrachtungen werden in einem Projekt der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Jena in Zusammenarbeit und auf den Praxisflächen der Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut (TLPVG) GmbH Buttelstedt, als typischer Großflächenbetrieb im mitteldeutschen Trockengebiet, mit vier Versuchsanlagen ab 2015/2016 auf fünf Flächen durchgeführt.

Angelegt wurden verschiedene überwiegend 12 m aber auch 24 m breite Streifenelemente, wie einjährige (TH-KULAP-Mischung B1a) und mehrjährige (TH-KULAP-Mischung B5) Blühstreifen aber auch Ackerrandstreifen (Ackerkultur ohne Pflanzenschutzmittel(PSM)-anwendungen und Düngung) und Dünnsaaten mit 70 % der regulären Aussaatmenge der Ackerkultur (ohne PSM-Anwendungen und Düngung) einzeln oder in Kombination mit Blühstreifen. In allen Versuchsanlagen wurden sowohl in den Biodiversitätselementen als auch in der angrenzenden Ackerkultur Bonituren des Pflanzenbestandes sowie des Beikrautaufkommens (Anzahl, Deckungsgrad), der Blütendichte (Deckungsgrad) als auch Probenahmen zur Bestimmung des Bodennährstoffgehaltes (jeweils im Frühjahr, nach Ernte der Ackerkultur und vor Winter) sowie des Pflanzennährstoffgehaltes zur Ernte, aber natürlich auch zur Ertrags- und Qualitätsfeststellung des Erntegutes genommen. Die Versuchsanlagen und Beprobungen erfolgten in einem statistisch auswertbaren Versuchsdesign.

Die bisher generierten Ergebnisse zeigen neben den positiven biotischen Wirkungen der Streifenelemente aber auch z.T. nicht unerheblich negative Wirkungen auf den Nährstoffhaushalt des Bodens durch das förderbedingte Abfuhrverbot des pflanzlichen Aufwuchses. Ertragsrelevante Aspekte der Ackerkultur ergeben sich zwischen normalem Feldrand und Saumstrukturen kaum, jedoch deutlich zwischen den jeweiligen Randstreifen (normaler Feldrand und Saumstrukturen), der Dünnsaatvariante und dem normal bewirtschafteten Feld. Der Durchwuchs der verwendeten Blühmischungen in der Folgekultur ist gleichfalls nicht zu unterschätzen und z.T. ertragsrelevant.

Das Projekt wird erst mit der Folgekultur in 2019 abgeschlossen sein.

# Kombination von Betriebskennzahlen und Umweltinformationen als Basis zur Beratung für eine standortangepasste und umweltverträgliche Landbewirtschaftung

Herndl, M. (Irdning-Donnersbachtal), Guggenberger, T. (Irdning-Donnersbachtal)

Landwirtschaftliche Betriebe in Österreich erzeugen Lebensmittel überwiegend auf Basis ihrer natürlichen Ressourcenausstattung. Aus eigenem Interesse gestalten die Betriebe den Ressourceneinsatz effizient und minimieren alle Arten möglicher Umweltwirkungen. Betriebsmanagement-Werkzeuge ermöglichen dem Betrieb die Analyse von Stärken und Schwächen und fördern so die möglichen Handlungsimpulse in der täglichen Praxis.

Im Rahmen des Projektes "FarmLife" wurde ein wissenschaftliches Methoden-Werkzeug entwickelt und an 51 landwirtschaftlichen Betrieben als Betriebsmanagement-Werkzeug umgesetzt. Ziel dieses Tools ist, klassische Betriebskennzahlen aus der Arbeitskreisberatung mit Umweltinformationen aus der einzelbetrieblichen Ökobilanzierung zu kombinieren, um standortspezifische und umweltgerechte Strategieberatung zu ermöglichen. Dazu werden im Bewertungsprozess alle Betriebe aus einem definierten Betriebsnetz in vier Bewirtschaftungsklassen eingeteilt (Abbildung 1).

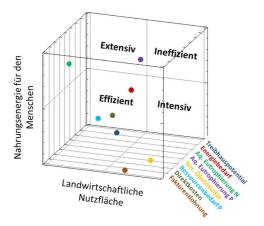


Abb.1: Parameter und Bezugsgrößen für die Einteilung in die vier Bewirtschaftungsklassen.

Im Beitrag wird gezeigt, wie auf Basis dieser Bewirtschaftungsklassen Landwirte ihr Betriebsmanagement durchleuchten und Handlungsfelder bzw. Strategien für eine standortangepasste und umweltverträgliche Landbewirtschaftung ermitteln können.

## Digital Soil Mapping – Fusion von Sensordaten zur Ableitung von Bodenparametern im Oberboden

Heil, K. (Freising), von Tucher, S. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

#### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Kenntnis der natürlichen, standortsbedingten Variabilität landwirtschaftlicher Flächen ist eine entscheidende Basisinformation für eine umweltverträgliche Landbewirtschaftung. In den letzten zwei Jahrzehnten wurden eine Reihe von Sensortechniken und auch statistischen Auswertungsmethoden zur Kartierung von Bodenparametern und in diesem Zusammenhang auch Fruchtbarkeitsindizes entwickelt. Dabei konnten aber nicht immer ausreichend große Zusammenhänge zwischen Messsignal und Bodenparametern hergeleitet werden. Die Kombination von verschiedenen Sensortechniken könnte diesen Nachteil minimieren und durch die komplementären Informationen mehrerer Techniken verbesserte Vorhersagemodelle liefern. Ziel der Arbeit ist die Anwendung verschiedener Geräte, die auf unterschiedlichen Techniken beruhen (elektromagnetisch: EM38, EM38-MK2; Vis-NIR-Spektrometer ) zur Herleitung von Textur, C, N und aktuellen Wassergehalten. Hinzukommen weitere unabhängige Größen wie Reliefparameter und Lage im Gelände (Koordinaten).

#### Methodik

Standort: Acker-Braunerde-Pseudogley, Lu - Ut4, Dauerversuche Dürnast;

Eingesetzte Sensoren: EM38 und EM38-MK2 mit Messeinheit Leitfähigkeit (EC<sub>a</sub>), : passives Spektrometer mit Messeinheit Reflexion im Bereich 350-1750 nm;

#### **Ergebnisse**

- Wassergehalt: Messungen April Aug. 2011 und Aug. 2015 mit einer Variation von 5 Vol% - 40 Vol%, R²= 0,90; Hauptprädiktoren: EC<sub>a</sub> (MK2-h-0,5), EC<sub>a</sub> (MK2-v-0,5), Höhe;
- Textur: T (R<sup>2</sup>: 0,80), U (R<sup>2</sup>: 0,63), S (R<sup>2</sup>: 0,67); Hauptprädiktoren: ECa (MK2-h-1,0), MK2-v-0,5),
- 3. C<sub>org</sub> (R<sup>2</sup>: 0,69), Hauptprädiktoren: EC<sub>a</sub> (MK2-h-0,5), x-Koordinate, Höhe, Neigung, Reflexion (Bereich um 788-987nm, 380-480nm)
- 4. N: (R<sup>2</sup>=0,67): x-Koordinate, Neigung, Reflexion (Bereich um 400nm und 891-1023nm);

#### Zusammenfassung, Schlussfolgerung

Insgesamt ergibt sich bisher ein vielschichtiges Bild. Diese Art der Sensorfusion führt mit Ausnahme von U und S zu einer deutlichen Verbesserung der Vorhersage. ECa-Messungen sind bei diesen Berechnungen von größerer Bedeutung bei der Herleitung der Textur, während bei C und N der Spektralbereich um 400 und 900nm, aber auch das Relief (insbesondere mit Parametern, die mit Höhe und Neigung in Verbindung stehen) eine höhere Wichtigkeit aufweisen. Bei diesem vielversprechenden Ansatz sollte in Zukunft verstärkt eine Übertragbarkeit auf andere Flächen in den Blick genommen werden.

## PFC-Belastung von landwirtschaftlich genutzten Böden und Bewässerungswasser – Transfer von PFC in Nutzpflanzen

Breuer, J. (Karlsruhe), Beiser, D. (Karlsruhe), Mechler, M. (Karlsruhe), Mokry, M. (Karlsruhe), Nagel, T. (Karlsruhe), Steemann, X. (Karlsruhe), Vorholzer, M. (Karlsruhe), Zoska, M (Karlsruhe)

In der Region Mittelbaden ist seit etwa 5 Jahren eine Kontamination zahlreicher landwirtschaftlicher Nutzflächen mit per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) bekannt. Auch das oberflächennahe Grundwasser ist belastet. In der niederschlagsarmen Region mit verbreitet leichten Böden und umfangreicher Produktion von Sonderkulturen stellt dies die landwirtschaftlichen Betriebe bei der Produktion unbelasteter Nahrungs- und Futtermittel vor erhebliche Probleme, da PFC teilweise auch von Pflanzen aufgenommen werden.

Um die Produktion sicherer Nahrungsmittel zu gewährleisten und die landwirtschaftlichen Betriebe in dieser schwierigen Situation zu unterstützen, finanziert das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) ein Projekt an dem das Regierungspräsidium Karlsruhe, das Landwirtschaftsamt Rastatt und das LTZ Augustenberg sowie betroffene landwirtschaftliche Betriebe beteiligt sind. In einem Vorernte-Monitoring werden pflanzliche Produkte kurz vor der geplanten Ernte auf PFC untersucht, um belastete Produkte rechtzeitig zu erkennen und im Sinne des Verbraucherschutzes handeln zu können.

Zusätzlich beschäftigt sich das LTZ in Gefäß- und Feldversuchen mit dem Übergang von PFC aus belasteten Böden und Bewässerungswasser in verschiedene Nutzpflanzen. Ziel ist es, weitere Erkenntnisse zum Transfer von PFC in Pflanzen unter den Bedingungen der konkreten Belastungssituation vor Ort zu gewinnen. So sollen Empfehlungen an die landwirtschaftlichen Unternehmen und behördliche Entscheidungen fachlich zusätzlich abgesichert werden.

Erste Erkenntnisse aus zwei Projektjahren werden vorgestellt. Bei allen untersuchten Pflanzenarten erfolgt ein bevorzugter Transfer kurzkettiger PFC in die oberirdischen Pflanzenteile. Bei der Verlagerung von PFC innerhalb der Pflanze gibt es große Unterschiede zwischen verschiedenen Pflanzenarten, so dass für mäßig belastete Flächen z.B. der Anbau von Körnermais, Gerste und Raps empfohlen wird, während von Weizen, Sojabohne und Feingemüse abzuraten ist. Gefäßversuche in der Vegetationshalle zeigen, dass auch bei Bewässerung mit belastetem Wasser auf unbelastetem Boden ein erhebliches Risiko der Kontamination pflanzlicher Produkte mit PFC besteht. Daher wird derzeit die Verwendung von PFC-haltigem Wasser behördlich geregelt und es wird nach Möglichkeiten zur Reinigung von Wasser gesucht.

## Weizen-intensive Fruchtfolgen mit differenzierter Bodenbearbeitung – I. Auswirkung auf Ertragsparameter und N-Effizienz von Weizen

Ebertseder, T. (Freising), Chmelíková, L. (Freising), Heuwinkel, H. (Freising), Karmann, M. (Freising), Schmid, H. (Freising), Wagner, H. (Freising)

Es wird ein dreifaktorieller Fruchtfolge-Bodenbearbeitungsversuch vorgestellt, der im Erntejahr 2002/03 angelegt wurde. Er besteht aus (I) zwei Fruchtfolgen (Raps-Winterweizen-Winterweizen, bis 2008 Raps-Winterweizen-Wintergerste) und Winterweizen-Monokultur, (II) unterschiedlicher Bodenbearbeitung (wendende Bearbeitung mit dem Pflug (25 cm) und nicht wendende Bearbeitung mit dem Grubber (bis 15 cm). Die Faktorkombination Fruchtfolge x Bodenbearbeitung ist in Großteilstücken ohne Wiederholung angelegt. Auf den Großteilstücken wird als dritter Faktor jeweils ein Parzellenversuch mit 4 Faktorstufen und 4 randomisierten Wiederholungen durchgeführt. Der dritte Faktor wechselte im Lauf der Versuchsdauer mehrmals: in den ersten 6 Versuchsjahren wurden unterschiedliche Fungizidvarianten geprüft, in den folgenden 6 Jahren unterschiedliche N-Düngungsvarianten und seit 2015 sind wieder Fungizidvarianten im Versuch.

Da in den Jahren mit variiertem Pflanzenschutz eine möglichst optimale N-Düngung bzw. in den Jahren mit variierter N-Düngung ein möglichst optimaler Pflanzenschutz appliziert wurde, waren in allen Jahren Parzellen mit weitgehend optimaler Produktionstechnik vorhanden. Auf Basis dieser Parzellen wurden die Einflüsse der Fruchtfolge und der Bodenbearbeitung auf den Ertrag, den Ertragsaufbau und die Qualität von Winterweizen ausgewertet. Für die Jahre 2012 bis 2014, in der ein Stickstoff-Steigerungsversuch als dritter Faktor angelegt war, wurde der Einfluss der Fruchtfolge und der Bodenbearbeitung auf die N-Wirkung, den N-Bedarf und die N-Effizienz von Winterweizen ermittelt.

Die Weizen-Erträge differierten im Mittel der insgesamt 14 Versuchsjahre zwischen dem Weizen nach Raps und der Weizen-Monokultur um ca. 20 dt/ha. Der Stoppelweizen in der Raps-Fruchtfolge erzielte in allen Jahren weitgehend die gleichen Erträge wie die Weizen-Monokultur. Ein nennenswerter Einfluss der Bodenbearbeitung konnte über die Jahre nicht festgestellt werden. Die Ertragsdifferenzen waren insbesondere auf verminderte Bestandesdichten nach Weizenvorfrucht zurückzuführen. Der jeweils höchst mögliche Ertrag des Raps- und des Stoppelweizens konnte mit derselben Menge an N erzielt werden, während der Monoweizen seine zum Stoppelweizen vergleichbare Leistung nur bei einem höheren Einsatz an N erzielte. Entsprechend war die N-Effizienz des Rapsweizens deutlich höher als von Stoppelweizen und die des Monokultur-Weizens am niedrigsten.

Die Effekte der Fruchtfolge und der Bodenbearbeitung auf bodenchemische und bodenbiologische Parameter werden im Beitrag von Chmelíková et al. präsentiert.

## Weizen-intensive Fruchtfolgen mit differenzierter Bodenbearbeitung – II. Auswirkung auf ausgewählte Bodenparameter

Chmelíková, L. (Freising), Ebertseder, T. (Freising), Heuwinkel, H. (Freising), Papaja-Hülsbergen, S. (Freising), Schmid, H. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

Ein mehrfaktorieller Fruchtfolge-Bodenbearbeitungsversuch wurde 2002/03 im Tertiärhügelland bei Freising mit den zwei Faktoren Fruchtfolge (Raps-Winterweizen-Winterweizen und Winterweizen-Monokultur) und Bodenbearbeitung (wendende Bearbeitung mit dem Pflug (25 cm) und nicht wendend mit dem Grubber (bis 15 cm)) angelegt. Darin wurde 2014-2016 geprüft, inwieweit die Differenzierung der Bewirtschaftung sich auf die Trockenrohdichte (TRD), die organische Bodensubstanz (C<sub>org</sub>, N<sub>t</sub>, C<sub>hwl</sub>, C<sub>mic</sub>), sowie die Regenwurmpopulation auswirkt.

Die Tiefenverteilung der TRD (Messung mit Stechzylindern) folgt der Bodenbearbeitungstiefe. In der obersten Bodenschicht (0-15 cm) wies die TRD keinen Unterschied auf, in der Schicht 0-25 cm führte die pfluglose Bodenbearbeitung zu höheren TRD, während in der Schicht 25-60 cm die Bodenbearbeitung ohne Einfluss auf die TRD blieb. Die pfluglose Bodenbearbeitung führte in der obersten Schicht zu höheren Gehalten an organischem Kohlenstoff (1,53 %  $C_{\rm org}$ ) und Stickstoff ( $N_{\rm t}$ ); in der Schicht 0-25 cm waren die Gehalte geringer (1,03 %  $C_{\rm org}$ ). In der Pflugvariante unterschieden sich die Schichten bis 25 cm nur gering (1,37 und 1,30 %  $C_{\rm org}$ ) und lagen etwa zwischen der Werte der Grubbervariante. Im Unterboden (25-60 cm) hatte die Bodenbearbeitung keinen Einfluss auf den  $C_{\rm org}$ -Gehalt.

Leicht erhöhte Werte an organischer Bodensubstanz fanden sich unter Winterweizen-Monokultur.

Die Regenwurmpopulation wurde jeweils im Frühjahr mit einer kombinierten Methode aus chemischer Extraktion (AITC-Lösung) und Handauslese erfasst. Erfasst wurden die Regenwurmarten, -biomasse und -abundanz.

Beide Faktoren (Fruchtfolge und Bodenbearbeitung) unterscheiden sich signifikant. Die Pflugvariante der Winterweizen-Monokultur wies die niedrigsten Werte für Abundanz und Biomasse auf. Raps als Vorfrucht hatte einen positiven Einfluss auf die Regenwurmpopulation.

7 Regenwurmarten mit unterschiedlicher Lebensweise (3 epigäische, 3 endogäische und 1 anözische) wurden gefunden. Die endogäische Art *Aporrectodea caliginosa*, die Bodenbearbeitung eher gut toleriert, dominierte in allen Varianten, wobei deren Anteil in den Pflugvarianten höher war. Die epigäischen Arten *Lumbricus castaneus* und *L. rubellus* kommen verstärkt in den Grubber-Varianten vor. Hier dürfte sich die intensive Bodenbearbeitung durch Entzug der Nahrungsgrundlage negativ auswirken.

Die Effekte der Fruchtfolge und der Bodenbearbeitung auf Ertragsparameter und N-Effizienz werden im Beitrag von Ebertseder et al. präsentiert.

## Wirkung von Gärresten und Management der Vorfrucht Kleegras auf Weizen und EUF-extrahierbaren N und C im Ökologischen Landbau Bauer, S. (Freising), Horn, D. (Ochsenfurt), Reents, H. (Freising)

In Feldversuchen im Rahmen des Projekts "BOFRUBIOGAS" werden die Wirkungen von Biogassystemen auf Bodenfruchtbarkeit, Ertrag und Produktqualität unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus untersucht. Ziel ist die Untersuchung des Einfluss von Fruchtfolgen und Gärrestdüngung auf Böden und Pflanzenwachstum. Neben vielen anderen Bodeneigenschaften wird die Nährstoffverfügbarkeit mit verschiedenen Methoden untersucht. Die Erträge werden ausgewertet, die Systeme bilanziert und deren potenzielle Umwelteinflüsse modelliert.

In einem gesonderten Versuch am Standort Ziegelberg, ein viehloser ökologisch wirtschaftender Betrieb mit Kleegrasanbau und der Folgefrucht Winterweizen, wurde die Auswirkungen des Kleegrasmanagements und der Gärrestdüngung auf Wachstum, Ertrag und Qualität des Winterweizens untersucht. Die Versuchsfläche liegt im oberbayerischen Tertiärhügelland etwa 30 km nördlich von München (schluffiger Lehm, AZ: 56). Der Feldversuch beinhaltet vier Varianten:

- Schnitt des Kleegrases, Weizen ohne Gärrest (SoG)
- Mulchen des Kleegrases, Weizen ohne Gärrest (MoG)
- Schnitt, Gärrestdüngung mit halber N-Menge der Kleegras-Ernte (ShG)
- Schnitt, Gärrestdüngung mit voller N-Menge der Kleegras-Ernte (SvG)

Die Mulchnutzung des Kleegrases (MoG) zeigte im Vergleich zur Schnittnutzung ohne Gärrestdüngung (SoG) keine signifikanten Unterschiede in Wachstumsverlauf, Ertrag, Ertragsstruktur und Qualität. Die Gärrestdüngung führte im Vergleich zur Schnittnutzung ohne Gärrestdüngung zu höheren N-Aufnahmen während des Wachstums, höheren Korn- und Stroherträgen und höheren Rohproteingehalten. Im Vergleich mit der halben Gärrestdüngung steigerte die volle Gärrestdüngung den Rohproteingehalt, aber nicht den Kornertrag des Weizens.

Zu Vegetationsbeginn und zur Ernte des Weizens wurden Bodenproben aus einer Tiefe von 0 bis 10 cm aus jeder Parzelle mit je 12 Einstichen gezogen und mit dem Elektro-Ultrafiltrationsverfahren (EUF) untersucht. Der Einfluss des Kleegrasmanagements und Gärrestdüngung auf das EUF-extrahierbare Nitrat, den löslichen organischen N (Norg) und -C (DOC) wird aufgezeigt. Die Gärreste erhöhten die C- und N-Fraktionen deutlich.

Die Mulchnutzung des Kleegrases (MoG) erhöhte die EUF-P-, -K- und -S-Gehalte im Vergleich zur Schnittnutzung (SoG), bei der das Erntegut abgefahren wird. Vor allem aber wirkte sich die Gärrestdüngung mit halber und voller Menge (ShG und SvG) auf die EUF-P-, -K, und -S-Gehalte in einer deutlichen Erhöhung aus.

## Optimierung des Anbaus der Esparsette – einer Futterleguminose mit positiver Wirkung in der Tierernährung

Malisch, C. (Kiel / Zürich), Lüscher, A. (Zürich)

Die Esparsette war bis in die 1950er Jahre eine in Zentraleuropa weitverbreitete Futterleguminose, bevor sie aufgrund besserer Schnittverträglichkeit und Konkurrenzkraft gegen Unkräuter von Rot- und Weißklee sowie der Luzerne verdrängt wurde. Neuerdings erlebt die Esparsette aufgrund ihres natürlichen Gehaltes an kondensierten Tanninen (CT) zumindest in der Forschung eine gewisse Renaissance. Die CT können eine Reihe positiver Effekte in der Tierernährung verursachen: Verhinderung der Blähsucht bei Wiederkäuern, Reduktion der durch die ruminale Vedauung bedingten Methanemissionen, kurative Wirkung gegen Magen-Darm-Parasiten und Verbesserung der Stickstoffnutzungseffizienz durch einen höheren Anteil pansenstabilen Proteins.

Das Ausmaß dieser Effekte hängt maßgeblich von der Konzentration der CT ab, sowie von deren strukturellen Eigenschaften. Diese werden in erster Linie durch die Anteile der CT-Untergruppen Procyanidine (PC) und Prodelphinidine (PD) definiert, sowie über den Polymerisationsgrad der Tannine, wobei der Einfluss der unterschiedlichen Struktureigenschaften noch nicht ausreichend geklärt ist.

In der vorgestellten Studie wurden daher die Variabilität der CT-Konzentration und die Struktureigenschaften in 27 Akzessionen der Esparsette untersucht. Die Untersuchungen zeigten große Unterschiede zwischen den Akzessionen bezüglich des CT- Gehaltes (23.0 - 47.5 mg g¹ TM) (Malisch et al., 2015). Zusätzlich variierte der PD-Anteil der CT zwischen 79 und 96% und der mittlere Polymerisationsgrad der CT zwischen 11 und 14 Monomeren. Die Ergebnisse ermöglichen zukünftig eine züchterische Selektion hinsichtlich der funktionalen Merkmale Tanninkonzentration und -struktureigenschaften.

Wenn die Verbesserung dieser Merkmale gelingt, dann muss komplementär die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Verunkrautung gesteigert werden, um eine Anbauwürdigkeit zu erreichen. Diesem Komplex widmeten wir uns in einem zweiten Experiment und setzten hierfür fünf verschiedene binäre Gras-Esparsette, sowie eine Esparsette-Hornschotenklee Mischung ein (Malisch et al., 2017). Dieser Versuch ergab, dass die Mischungen die Gesamterträge im Durchschnitt um 31% erhöhten während die Verunkrautung um 65% abnahm. Die Esparsetteanteile in diesen Mischungen variierten allerdings zwischen den Partnerarten und über die Jahre, wobei insbesondere Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) und Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) kontinuierlich Esparsetteanteile zwischen 38 und 63% erzielten.

Malisch CS, Suter D, Studer B, Lüscher A 2017. Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime. Grass and Forage Science. 10.1111/gfs.12278

Malisch CS, Lüscher A, Baert N, Engström M, Studer B, Fryganas C, Suter D, Mueller-Harvey I, Salminen J-P (2015) Large Variability of Proanthocyanidin Content and Composition in Sainfoin (Onobrychis viciifolia). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63, 10234–10242, 10.1021/acs.jafc.5b04946

## Untersuchungen zu Kalium-, Magnesium- und Natriumgehalten von Grünlandaufwüchsen auf bayerischen Praxisflächen

Diepolder, M. (Freising), Raschbacher, S. (Freising)

#### Vorstellung der Problematik und Methodik:

Pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Berechnungen in der Grünlandwirtschaft liegen häufig Daten aus Feldversuchen mit speziellen Fragestellungen zu Grunde. Allerdings können Feldversuche im Grünland aus verschiedenen Gründen nur an vergleichsweise wenigen Standorten durchgeführt werden. Zusätzliche Untersuchungen auf Praxisflächen sind daher eine sinnvolle Ergänzung.

Beim "Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen" wurden insgesamt rund 150 Flächen in unterschiedlichen Regionen Bayerns beprobt. Hierbei erfolgten in den Jahren 2009-2014 eine aufwändige Ertragserfassung aller Jahresaufwüchse mittels manueller Schnittproben sowie die Bestimmung der Mineralstoffgehalte im Erntegut. Zusätzlich wurden auf den Flächen die Humus- und Nährstoffgehalte des Bodens sowie die Pflanzenbestände untersucht.

Bei den bisher veröffentlichten Ergebnissen (siehe Kongressband 2016 Rostock) standen Aussagen zu mittleren Erträgen und Nährstoffgehalten, insbesondere zu Rohprotein-, Schwefel- und Phosphorgehalten sowie Erkenntnisse zum Arteninventar von Grünlandflächen bei unterschiedlicher Schnittintensität im Vordergrund.

In diesem Beitrag wird nun abschließend der Einfluss von Nutzungsintensität, Region und Wiesentyp auf die Nährstoffgehalte an Kalium, Magnesium und Natrium behandelt. Dabei wird auch versucht, die K-, Mg- und Na-Gehalte in Hinblick auf pflanzenbauliche und tierische Bedarfsnormen zu klassifizieren.

#### Erste Ergebnisse

Die Auswertung von knapp 2000 Grünlandschnitten ergab, dass bei 85 % der Proben Kaliumgehalte von über 20 g K/kg TM bzw. bei 48 % der Proben Kaliumgehalte von über 30 g K/kg TM gemessen wurden.

Die Magnesiumkonzentrationen lagen bei 61 % der Proben über 2,5 g Mg/kg TM.

Beim Natrium erreichten dagegen nur rund ein Viertel der hier gemessenen ca. 1.540 Proben Konzentrationen über 1,0 g Na/kg TM.

Die Ergebnisse des sechsjährigen Projektes sind u.a. ein Beitrag zur Validierung von Faustzahlen zur Grünlanddüngung.

Standortgerechte nachhaltige Landnutzung aus der Sicht der Nährstoffhaushalte von C,N,P,K (S): Genügsam (suffizient) und nur deshalb ursächlich auch hinreichend umweltverträglich (konsistent) und wirtschaftlich (effizient) beispielhaft dargestellt für Deutschland/ EU 28/27

Isermann, R. (Hanhofen), Isermann, K. (Hanhofen)

Abweichend von den Zielsetzungen nachhaltiger Ernährung (Ernährungsberichte DGE, 13/2017) erfordert der nichtnachhaltige Ernährungsbereich bei Mangel- bzw. Überschusssituation seine nachhaltige Intensivierung bzw. De-intensivierung. Ausschlaggebend sind hierbei der nachhaltige Konsum und die entsprechende Produktion von tierischen Nahrungsmitteln, z.B. toleriert von 23,4 kg Fleisch/Einwohner (E) a (DGE) anstelle in Deutschland einer Produktion von kg 60 Fleisch/Ea. So belegen die aktuellen Emissionsinventare von Deutschland vornehmlich durch die Tierproduktion verursachte 3-4fach zu hohe C-,N-,P-Emissionen der Landwirtschaft, zudem seit 1995 unvermindert nach erfolgter Reduktion der Tierbestände seit 1990 in den NBL um -60%. Demzufolge sind die Wohlfahrtsverluste des o.a. Ernährungsbereiches und insbesondere der Landwirtschaft durch ungesunde Ernährung, Lebensmittel-Verschwendung, Umweltschäden und kontraproduktiven Subventionen um ein mehrfaches höher als deren Wohlfahrtswirkungen.-Durch steuerliche Maßnahmen bewirkte Erhöhung der Agrarproduktpreise und somit Abschaffung der Subventionen sowie nur noch nachhaltige, d.h. bedarfsorientierte bzw. tolerierte(r) Ernährung/Konsum und demgemäß Produktion an tierischen Nahrungsmitteln entsprechend den DGE-Empfehlungen ergeben sich ein nur noch maximal tolerierbarer Tierbestand von 0,1 GV/E (50 kg LG-Tier/60 kg LG-E) sowie eine betriebsspezifische Tierbesatzdichte von max. 1,0 GV/ha mit Nährstoffen (C,N,P,K,S) versorgbarer LF (Isermann 1985-2017). Dies bedeutet für Deutschland eine notwendige Reduktion der aktuellen (2013) Tierbestände um -55% von 13,1 auf 5,8 Mio. GV (vergl. EU 28: -61 %: 92,7 auf 36,0 Mio. GV). Somit verhinderte(r) Massentier-Konsum und -Produktion bewirkt ursächlich u.a. zugleich die Vermeidung von Lebensmittelverschwendung und überernährungs(mit-)bedingter Krankheiten (80-100 Mrd. €/a) sowie eine Reduktion der Emissionen an reaktiven C, N, P, K, S in Pedo-, Hydro-, Atmo-und Biosphäre um ca. -60%, zusätzlich flankierend unterstützt durch hinreichende technische Minderungsmaßnahmen. - Ausgehend von der AGENDA 21 von Rio (1992) fordern dementsprechend nunmehr umsetzungsorientiert die aktuellen Agenden von UN (2015) und Deutschland (BMUB/SRU/UBA 2016) für nachhaltigen Konsum und der Klimaschutzplan 2050 (BMUB 2016) u.a. ebenfalls die o.a. nachhaltige Ernährung und dementsprechende Reduktion der Tierbestände. Dementsprechend wird auch die Düngeverordnung des BMEL (2017) einer nachhaltigen Landnutzung nicht gerecht (s. hier 2. Beitrag Isermann K., Isermann R.)

## K(ein) Beitrag der Düngeverordnung des BMEL (DÜV 2017) zur standortgerechten nachhaltigen Landnutzung aus der Sicht der Nährstoffhaushalte von C, N, P, K (und S)

Isermann, K. (Hanhofen), Isermann, R. (Hanhofen)

Der letzte Entwurf der Düngeverordnung des BMEL (Bundesrat Drucksache 148/17 vom 15.02.2017) dient als Vorlage beim Bundesrat und entspricht bei dessen Zustimmung ihrer Endfassung -Entsprechend den Zielsetzungen des VDLUFA und dem hier zur Diskussion stehenden Generalthema erhebt auch das BMEL mit der DÜV nur (vermeintliche) Ansprüche auf Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit der Düngung, vermeidet aber bewusst als wesentliches Merkmal von Nachhaltigkeit die Suffizienz von Konsum und Produktion insbesondere von tierischen Nahrungsmitteln (s. hier weiterer Beitrag Isermann, R.; Isermann, K.). Nachhaltige Kohlenstoff-(Humus-C)-und Kalium (K)-Haushalte bleiben bei der DÜV ebenfalls unberücksichtigt. Im Wesentlichen werden nur Forderungen zur angeblichen Optimierung der Stickstoff-(N-) und Phosphor-(P-) Haushalte erhoben: Hinsichtlich der Bilanzierung von N und P werden wie in den letzten 20 Jahren von der DÜV nur Feld-(Flächen-)Bilanzen gefordert, nicht jedoch die vollständige "Dreieinigkeit" zugleich der Bilanzen von Hoftor=Fläche und Stall. Hinsichtlich Stickstoff (N) mit einer maximal zulässigen z.B. nationalen Zielgröße von 45=20+25 kg N/ haLF-a wird jedoch bei der DÜV sogar noch ohne Berücksichtigung atmosphärischer N-Einträge (20 kg N/ha LFa) ab 2018/20 ein vermeintlicher tolerierbarer Bodenüberhang von 40 kg N/ha a gefordert entsprechend einer nicht tolerierbaren Zielgröße von 50 mg NO<sub>3</sub>=11,3 mg NO<sub>3</sub>-N/l im Grundwasserkörper. Dieser ist jedoch gemessen an den Zielgrößen der OGewV (2015/16) z.B. für die EZG der Nordsee bzw. Ostsee von 2,8 bzw. 2,6 mg TN/I um ca. 4fach zu hoch. Um das 2fache zu hoch soll die maximale Aufwandmenge von Wirtschaftsdünger wie bisher 170 kg N/ha a betragen, was bei bemerkenswerter, aber nicht zutreffender Anrechnung von nur noch 25(bisher45)% gasförmigen N-Verlusten (Stall, Lager, Ausbringung) einer N-Ausscheidung von 230 (bisher 310) kg N/ha a von 2,3 (bisher 3,1) GV entspricht, gemessen an der Zielgröße von 100 kg N/ha a=1,0 GV. Hinsichtlich Phosphor (P) fordert die DÜV ab 2018/23 in den Gehaltsklassen A und B einen Überschuss von 10 kg P₂O₅/ha·a sowie in den Gehaltsklassen C, D und E eine P-Erhaltungsdüngung. Diese Forderungen sind entgegen den Behauptungen des BMEL weder effizient, ökologisch noch suffizient, also nicht nachhaltig. Da zudem nur noch 27% der LF mit P dünungswürdig ist, wird P zur Aufrechterhaltung der Massentierhaltung über die Wirtschaftsdünger nur noch "entsorgt". Dementsprechend betragen die Sperrfristen für Wirtschaftsdünger bei der DÜV vom 01.11.-31.01. nur 3 Monate, jedoch nachhaltig vom 01.10.-31.03. erforderliche 6 Monate mit entsprechendem erforderlichem Lagerraum für 7 anstelle für 6 Monate. Somit ist die DÜV 2017 insgesamt nicht nachhaltig.

#### Digitale Erfassung von Maispflanzen mit Drohnenbildern (UAV) Gnädinger, F. (Freising)

Präzisions-Phänotypisierung, insbesondere die Verwendung von Bildanalyse, ermöglicht es Informationen über Pflanzeneigenschaften und den Gesundheitszustand von Pflanzen zu gewinnen. Die Luftbild-Erkennung mit unbemannten Luftfahrzeugen (UAV) bietet neue Chancen in der modernen Landwirtschaft und der Präzisions-Phänotypisierung. Die Pflanzenzahl spiegelt nicht nur den aktuellen Feldaufgang wider, sondern ermöglicht auch eine genauere Beurteilung des Ertrags. Ziel dieser Arbeit ist es, die UAV-Nutzung und die Bildanalyse als eine mögliche Hochdurchsatz-Phänotypisierungstechnik weiter zu entwickeln und somit den Aufgang von Mais schnell, flexibel und kosten sparend zu beurteilen. Die Verwendung von UAVs und Bildverarbeitung haben das Potenzial, die Betriebsführung zu optimieren und Feldversuche für Produktions- und Zuchtzwecke zu unterstützen.

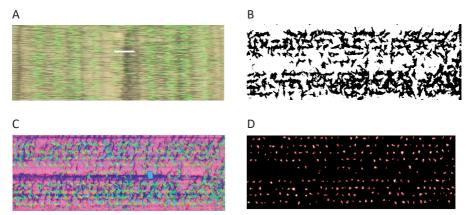


Fig. 1a: Draufsicht eines RGB Bildes, bereitgestellt mit einer Drohne. B: Beispiel einer Bodenbedeckungserfassung durch Segmentierung der grünen Pixel. C: Bild nach Nutzung eines decorrstrech Filters mit Matlab. D: Bild nach der Nutzung der "Color Thresholder App" von Matlab. Dabei wurden die hellgrünen Pixel von Bild C selektiert.

## Digital basiertes Stickstoffmanagement in landwirtschaftlichen Betrieben

Böswirth, T. (Freising)

In der Bundesrepublik Deutschland betragen die flächenbezogenen Stickstoffsalden im Mittel knapp 90 kg ha-1 a-1. Aufgrund von Standort- und auch Bewirt-schaftungseinflüssen weisen Ackerflächen eine Heterogenität auf (Bodenart, Ertragspotenzial, N-Nachlieferung etc.). Eine einheitliche N-Düngung kann in Hochertragszonen zu negativen N-Salden führen; in Niedrigertragszonen kommt es wiederum zur Überdüngung und damit zu einem hohen N-Verlustpotenzial.

Das Forschungsprojekt soll dazu beitragen das Stickstoffmanagement in landwirtschaftlichen Betrieben zu verbessen, die N-Effizienz zu erhöhen und N-Verluste deutlich zu mindern. Dabei werden zwei N-Managementtools – die betriebliche Stickstoffbilanzierung nach REPRO und die sensorgestützte teilflächenspezifische N-Düngung – weiterentwickelt und zu einem softwarebasierten Gesamtsystem gekoppelt (vgl. Abb.1).

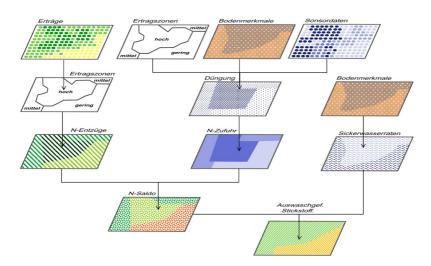


Abb. 1: Konzeptmodell der teilflächenspezifischen N-Bilanzierung

Die Erprobung dieses innovativen Modells unter Praxisbedingungen erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt im Forschungsprojekt auf einer Versuchsstation der TU München.

# 

## Ertrag, Qualität und N-Nutzung von Winterweizen bei gabenreduzierten N-Düngungsstrategien

Makary, T. (Stuttgart), Schöpfle, D. (Stuttgart), Müller, T. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

Der eigene landwirtschaftliche Betrieb im Landkreis Karlsruhe gab vor einigen Jahren die traditionelle N-Düngung in drei bis vier Gaben zugunsten einer gabenreduzierten N-Düngung in zwei Gaben auf. Demzufolge wurde im Rahmen eines zweijährigen Feldversuches (2014/15; 2015/16) geprüft, ob der N-Düngungszeitpunkt der ersten Gabe, eine Gabenteilung sowie der Einsatz eines Nitrifikationsinhibitors einen Einfluss auf den Ertrag, die Qualität und die N-Nutzung von Winterweizen (*Triticum aestivum*) haben. Durchgeführt wurde der Versuch unter südwestdeutschen Klimabedingungen auf tonigem Lehm. Die N-Düngungsstrategien waren 2\*KAS *früh* (betriebsüblich; zwei Gaben; Mitte Bestockung sowie Beginn Ährenschieben), 2\*KAS *spät* (zwei Gaben; Schossbeginn sowie Beginn Ährenschieben), 1\*KAS (eine Gabe; Schossbeginn) und 1\*ALZON 46 (eine Gabe; Mitte Bestockung).

Der Kornertrag der N-Düngungsstrategien zeigte im Durchschnitt beider Versuchsjahre keine Unterschiede. Demgegenüber unterschied sich der Strohertrag von 1\*ALZON 46 und 1\*KAS. Die Merkmale der Ertragsstruktur wiesen Unterschiede auf, jedoch wurde eine geringe Ausbildung eines Merkmals durch eine hohe Ausbildung eines anderen Merkmals kompensiert. In Bezug auf die Qualität zeigte die N-Düngungsstrategie 1\*ALZON 46 einen geringen Rohproteingehalt und eine geringe Sedimentation. Dies führte im Durchschnitt beider Versuchsjahre zu Unterschieden gegenüber den N-Düngungsstrategien 1\*KAS, 2\*KAS *früh* und 2\*KAS *spät*, die eine adäquate Qualität aufwiesen. Der N-Entzug von Korn und Stroh sowie der N<sub>min</sub> nach der Ernte (0-90 cm) unterschieden sich im Durchschnitt beider Versuchsjahre nicht. Im Vergleich dazu wurde bei 1\*ALZON 46 eine geringe N-Effizienz festgestellt.

Demnach zeigten der N-Düngungszeitpunkt der ersten Gabe sowie eine Gabenteilung keinen Einfluss auf den Ertrag, die Qualität und die N-Nutzung von Winterweizen, jedoch der Einsatz eines Nitrifikationsinhibitors. Dieser beeinflusste die Qualität und die N-Nutzung von Winterweizen negativ. Daher scheinen unter südwestdeutschen Klimabedingungen auf tonigem Lehm die N-Düngungsstrategien 1\*KAS, 2\*KAS *früh* und 2\*KAS *spät* geeignet. Die N-Düngungsstrategie 1\*ALZON 46 kann hingegen nicht empfohlen werden.

## Realisieren gabenreduzierte N-Düngungsverfahren auf tonhaltigen Böden den gleichen Ertrag wie eine dreigeteilte N-Düngung?

Makary, T. (Stuttgart), Knapp, N. (Stuttgart), Müller, T. (Stuttgart)

Die N-Düngung zu Winterweizen gehört zu den wesentlichen ertragsbildenden Maßnahmen in der Bestandsführung. Im klassischen Sinn besteht die N-Düngung aus drei bis vier Teilgaben, die zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Weizens appliziert werden. Ziel der Düngung ist es, die Ertragsfaktoren Ährentragende Halme, Kornzahl je Ähre sowie die Tausendkornmasse so zu beeinflussen, dass das jeweilige Ertragspotential der Sorte ausgeschöpft wird. Aufgrund der Beschreibung vieler aktuell zugelassener Winterweizensorten der Beschreibenden Sortenliste ist eine Tendenz weg von den typischen Bestandesdichte- oder Einzelährentypen zu beobachten. Die Sorteneigenschaften tendieren in Richtung Kompensationstyp, wodurch sie in der Lage sind, je nach Witterungsund Temperatureinflüssen individuell die Ausprägung ihrer Ertragsfaktoren anzupassen. Vorangegangene Versuche zeigten diesbezüglich ebenfalls, dass auf tiefgründigen Löss-Lehm Standorten als Konsequenz dieser Tatsachen eine Vereinfachung der N-Düngung von drei bis vier Teilgaben hin zu zwei, möglicherweise sogar einer einzigen Gabe möglich ist.

Aufgrund dieser Ergebnisse, sollte in dieser Arbeit geprüft werden, ob eine Vereinfachung der N-Düngung auch auf Grenzstandorten möglich ist. In diesem Fall handelte es sich um stark tonhaltige Böden. Hierbei galt zu überprüfen, ob aufgrund der langsameren Erwärmung im Frühjahr, der langsameren Mineralisation und damit des verzögerten Vegetationsbeginns auf die erste Gabe verzichtet werden kann und somit eine Vereinfachung zu realisieren ist. Dazu wurde ein Streifenversuch mit fünf Varianten und drei Wiederholungen angelegt. Der Versuchsstandort lag 250 Meter über NN mit einem jährlichen Niederschlag von 750mm und 10,6 Grad Celsius Durchschnittstemperatur. Es wurde neben der klassischen dreigeteilten Düngung sowie einer ungedüngten Parzelle eine Vereinfachung mit zwei sowie mit einer einzigen N-Gabe durchgeführt.

Als Ergebnis des Versuchs zeigte sich, dass keine signifikanten Unterscheide zwischen der dreigeteilten Düngung sowie den Vereinfachungen hinsichtlich des Kornertrags festzustellen war. Dies gilt ebenfalls für den Strohertrag. Bei den Proteingehalten schnitt die klassische Düngung sogar tendenziell niedriger als die zweigeteilte N-Düngung ab. Folglich lässt sich auch auf Grenzstandorten mit stark tonhaltigen Böden feststellen, dass eine Vereinfachung der N-Düngung realisierbar ist. Es kann vermutet werden, dass die hohe Nährstoff- und Wasserhaltekapazität des Tons diesen Effekt noch unterstützen sowie die zusätzliche Kompensationsfähigkeit der aktuell zugelassenen Weizensorten die unterschiedlichen Gabenzeitpunkte dennoch in den gleichen Korn und Strohertrag umwandeln können.

# StaPlaRes – N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung als innovative Technologien zur Optimierung der Ressourceneffizienz bei der Harnstoff-Düngung

Vinzent, B. (Freising), Kreuter, T. (Wittenberg), Thiel, E. (Wittenberg), Bischoff, J. (Bernburg), Tauchnitz, N. (Bernburg), Maidl, F. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising), Koblenz, B. (Halle), Eissner, F. (Halle), Stichnothe, H. (Braunschweig), Schuster, C. (Wittenberg), Augustin, J. (Müncheberg), Christen, O. (Halle), Grunert, M. (Nossen), Rauch, N. (Sinzheim), Schäfer, F. (Sinzheim)

Weltweit gesehen ist Harnstoff aufgrund von Herstellungs- und Anwendungsvorteilen die wichtigste Mineral-N-Form. Bei der Anwendung harnstoffhaltiger Mineraldünger besteht standort- und witterungsabhängig ein erhebliches Potential für Ammoniak-Verluste ( $NH_3$ ). Harnstoff eignet sich allerdings sehr gut für die Injektionstechnik bzw. den Einsatz von Inhibitoren zur Verminderung von  $NH_3$ ,  $N_2O$  und  $NO_3$ . -Verlusten.

Das Verbundvorhaben StaPlaRes bewertet verschiedene Verfahren der Harnstoff-Düngung hinsichtlich ihrer Umwelt- und Ertragseffekte im Rahmen einer Systemanalyse. Der kombinierte Einsatz neuer hocheffektiver Urease- und Nitrifikations-inhibitoren (UI + NI) soll eine signifikante Verringerung von N-Verlusten (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>3</sub>·) sowie Arbeitseinsparungen durch zusammengefasste Düngegaben und eine optimale Anpassung des Düngeregimes an den Klimawandel ermöglichen. Die wurzelnahe Platzierung soll NH<sub>3</sub>-Verluste mindern und weitere acker- und pflanzenbauliche Vorteile (z.B. Regulierung des Beikrautbesatzes) generieren.

Nach fachlichen und logistischen Gesichtspunkten wurden sechs Arbeitspakete definiert. Das zentrale Versuchsmodul ist ein dreigliedriger Fruchtfolgeversuch mit den Fruchtfolgegliedern Winterraps, Winterweizen und Wintergerste. Dort erfolgt die technische Umsetzung der Düngungsverfahren. Es werden Ertragsparameter und die Dünger-N-Effizienz ermittelt. Außerdem werden hochauflösend gasförmige N-Verluste in Form von NH $_3$  und N $_2$ O gemessen. In begleitenden Gewächshaus-, Labor- und Lysimeterversuchen werden Effekte der Stabilisierung und Injektion auf N-Umsatzprozesse untersucht. Grundlegende Prozesse werden beschrieben und quantifiziert. Eine weiterführende Bewertung erfolgt über die Betrachtung von Emissionsfaktoren (NH $_3$  und N $_2$ O) und N-Bilanzen sowie durch Ökobilanzen bzw. Ökoeffizienzanalysen. Der Verbund beinhaltet schließlich geeignete Strukturen und Werkzeuge für einen zeitnahen Transfer der Erkenntnisse in die landwirtschaftliche Beratung und Anwendung.

### Wirkung von N-Stabilisatoren auf Ertrag und N-Effizienz in Mais

Kaspar, M. (Freising), Deiglmayr, K. (Freising), Ebertseder, T. (Freising), Mannheim, T. (Mannheim)

Die N-Düngung zu Mais erfolgt in der Regel in einer Gabe zur oder kurz nach der Saat. Die schnelle Umsetzung des Stickstoffs zum Nitrat bei jedoch verzögerter Aufnahme durch die langsame Jugendentwicklung des Mais hat ein hohes Verlustpotenzial sowohl gasförmig als auch durch Nitratverlagerung zur Folge. Eine Möglichkeit zur Verringerung der N-Verluste und zur Verbesserung der N-Effizienz ist der Einsatz von N-Stabilisatoren. In einer zweijährigen Versuchsserie wurde 2015/16 die Wirkung des Nitrifikationsinhibitors DMPSA und des Ureaseinhibitors NBPT in Verbindung mit Harnstoff auf Ertrag, N-Aufnahme in den Spross und N-Effizienz von Silomais untersucht.

Im Landkreis Freising wurde an je einem Standort in der Münchner Schotterebene und dem Tertiärhügelland Silomais in BBCH 14 mit Harnstoff a) ohne Inhibitor, b) mit DMPSA, c) mit NBPT sowie d) mit einer Kombination aus beiden Hemmstoffen gedüngt. Die N-Nachlieferung aus dem Boden wurde in einer ungedüngten Kontrolle erfasst. Zur Quantifizierung des N-Entzuges und der N-Effizienz wurde der Rohproteingehalt im Erntegut durch NIR-Spektroskopie ermittelt und mit dem TM-Ertrag verrechnet.

Während sich am Standort im Tertiärhügelland die vier Harnstoffvarianten weder 2015 noch 2016 signifikant in Ertragsbildung und N-Aufnahme in den Spross unterschieden, zeigte sich in der Münchner Schotterebene ein anderes Bild. Wegen des über die Versuchsfläche kleinräumig variierenden Wasserstress waren 2015 keine signifikanten Ertragsunterschiede erkennbar, dennoch deutete sich eine leichte Überlegenheit der Variante Harnstoff mit DMPSA an. In 2016 bestätigte sich diese Tendenz. Über beide Standorte zeigte jedoch die Harnstoffvariante mit Ureasehemmstoff die höchsten Erträge und N-Aufnahmen in den Spross. Diese ließen sich gegenüber der nicht-stabilisierten Harnstoffvariante signifikant absichern. Die N-Effizienz verdoppelte sich dadurch annähernd von 30 % auf 57 %.

Diese Ergebnisse zeigen die positive Wirkung des Nitrifikations-, insbesondere aber des Ureaseinhibitors auf die Effizienz von Harnstoff, die jedoch stark standort- und witterungsabhängig ist. Insbesondere auf leichten Standorten kann sich ein Einsatz von N-Stabilisatoren lohnen.

## Möglichkeit der Deckung des gesamtbetrieblichen N-Bedarfs über die hofeigene optimierte Wirtschaftsdünger-Ausbringung

Makary, T. (Stuttgart), Müller, T. (Stuttgart), Niebel, J. (Stuttgart)

Den Nährstoffbilanzen in der landwirtschaftlichen Produktion wird eine immer höhere Bedeutung zugeordnet. Stickstoff, Phosphor und Kalium sind aufgrund hoher Überschüsse besonders zu beachten. Die Hoftorbilanz bildet ein einfaches, wie auch wirkungsvolles, Instrument um diese Nährstoffflüsse in den Betrieben zu erfassen. Auf diese baut auch die neue Düngeverordnung auf. Die Hoftorbilanz soll Überschüsse strenger kontrollieren und verhindern, bzw. den Wirtschaftsdüngereinsatz effizienter gestalten.

Durch die Auswertung der Hoftorbilanzen in einem Veredelungsbetrieb über die zurückliegenden Wirtschaftsjahre, konnten die einzelnen Nährstoffe gezielt erfasst werden. Der Betrieb weist im Durchschnitt ein N-Überschuss von 133 kg je Hektar Ackerfläche auf. Mit 102 kg N je Hektar hat der Zukauf von Mineraldünger erheblichen Anteil an den hohen N-Salden des Betriebes. Phosphor und Kalium haben durch neutrale Bilanzdurchschnitte im weiteren Verlauf keine Beachtung gefunden.

Ziel dieser Arbeit war es, die Gülleausbringung mit einem Scheibeninjektor hinsichtlich der Nährstoffversorgung, der auf dem Betrieb angebauten Kulturen, zu bewerten. Hier wurde nach der Analyse der betrieblichen Bilanzen und Gegebenheiten in der Literatur nach umsetzbaren Lösungen gesucht. In erster Line galt es herauszufinden, welche Möglichkeiten generell für eine höhere Stickstoffeffizienz zur Verfügung stehen. Ziel war es, den Mineraldüngereinsatz zu minimieren, um auf einen tolerierbaren Bilanzüberschuss in der Tierhaltung zu kommen. Abgestimmt auf die angebauten Kulturpflanzen (Mais, Winterweizen, Wintergerste, Zuckerrüben), wurde die Wirtschaftsdüngerausbringung mittels eines Scheibeninjektors aus Sicht der Pflanzenernährung genauer untersucht.

Die neu angestrebte Gülleausbringung wird in Zukunft den Wirtschaftsdünger effizienter verwerten. Bis auf die Zuckerrüben kann der komplette Nährstoffbedarf der Pflanzen über den hofeigenen Stickstoff gedeckt werden. Durch gezieltes Einschlitzen in den Boden und der bei Bedarf eingesetzten Nitrifikationsinhibitoren, kann der organische Stickstoff bestmöglich der Pflanze über den Vegetationszeitraum zur Verfügung gestellt werden. Bei Zuckerrüben ist aufgrund der Qualitätsbeeinträchtigung bei zu hoher Stickstoffdüngung davon abzusehen Gülle im Anbaujahr zu applizieren. Ob das Ertragsniveau auf dem Betrieb durch den fast kompletten Verzicht der mineralischen Düngung erhalten bleibt, muss durch Versuche verifiziert werden.

## Quantifizierung der Humus- und Nährstoffwirkung organischer Reststoffe – Methodische Aspekte

Adam, A. (Berlin), Beßler, H. (Berlin), Engels, C. (Berlin)

In Landwirtschaft und Gartenbau werden zur Düngung organische Reststoffe eingesetzt, die entweder innerhalb des Betriebes bei der Produktion von pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen und Bioenergie anfallen oder von außen in den Betrieb eingeführt werden, wie z.B. Rückstände aus der industriellen Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte oder Biokomposte. Vor der Ausbringung auf den Boden werden die Reststoffe unterschiedlich behandelt (z.B. Separierung in flüssige und feste Phase) und gelagert, so dass eine sehr große Vielfalt an organischen Düngern entsteht. Es ist wichtig, die Humus- und Nährstoffwirkung dieser organischen Dünger zu quantifizieren, um den organischen C und die Nährstoffe, die in den Reststoffen enthalten sind, optimal zur Regulierung des Bodenhumusgehaltes und Ernährung der Pflanzen einsetzen zu können und gleichzeitig unerwünschte Wirkungen und Kosten zu minimieren, die mit dem Austrag an Mineralstoffen in die Atmosphäre, Hydrosphäre und terrestrische Ökosysteme verbunden sind. Die Quantifizierung der Nährstoff- und Humuswirkung von Reststoffen ist auch bei der Erstellung von Ökobilanzen z.B. für die Biogasgewinnung von Bedeutung.

In diesem Projekt wird die Eignung von Inkubationsversuchen zur Ermittlung der Humusund Düngewirkung von Reststoffen überprüft werden. Dazu werden zunächst Untersuchungen zum Einfluss des Inkubationsmediums auf den zeitlichen Verlauf der CO2- und mineralischen N-Freisetzung aus unterschiedlich abbaustabilen Reststoffen durchgeführt. Als Inkubationsmedium werden neben verschiedenen Böden auch künstliche Substrate getestet, deren Zusammensetzung standardisiert werden kann.

# Untersuchungen zum Umsatz von Getreidestroh und Gärresten unterschiedlicher Qualität aus Strohvergärung-Ergebnisse aus dem Laborversuch

Knebl, L. (Gießen)

Im Rahmen des Verbundprojektes SOMenergy (gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe; FKZ: 22408412/22402914) wird untersucht, wie die Versorgung der Ackerböden mit organischer Substanz bei der energetischen Nutzung von Getreidestroh zur Biogaserzeugung gesichert werden kann. Hierfür wird im Teilprojekt zur produktionsökologischen Bewertung (22408412) die Leistung der Rückstände aus der Strohvergärung im Aufbau organischer Bodensubstanz und der damit verbundenen Funktionen im Vergleich zum unvergorenen Stroh analysiert. Der Beitrag stellt Zwischenergebnisse aus einem Laborversuch nach dem ersten Versuchsjahr bzw. der ersten Serie dar.

Im Laborversuch werden die Abbaugeschwindigkeit der untersuchten Substrate, Änderungen der C- und N-Gesamtmengen sowie gasförmige Emissionen von C und N (CO2, N2O, CH4) ermittelt. Die untersuchten Varianten umfassen: Gärrest (fest) aus der Getreidestroh-Vergärung, Gärrest (flüssig) aus der Getreidestrohvergärung, reines Getreidestroh, Getreidestroh mit einer zusätzlichen N-Quelle (Hühnertrockenkot), Rottemist (Rind). Während der Versuchsdauer werden kontinuierliche Bodengasmessungen durchgeführt ( $\mathrm{CO_2}$ ,  $\mathrm{N_2O}$ ,  $\mathrm{CH_4}$ ), daneben werden  $\mathrm{C_{org}}^-$  und  $\mathrm{N_t}$ -Mengen zu Beginn und am Ende des Versuches nach DIN ISO ISO 10694 (C) und ISO 13878 (N) ermittelt. Der Versuchsaufbau erfolgt in Anlehnung an die von Krauss et al. (2016) dargestellte Methode. Zu Beginn der Versuchsphase wird ein Boden-Substrat-Gemisch in Mikrokosmen verfüllt (Weithalsflaschen deren Deckel mit Anschlüssen zur Gasentnahme versehen sind) und über 42 Tage bei einer konstanten Temperatur von 20°C im Klimaschrank aufgestellt. Die Untersuchung wird sowohl mit einem lehmigen als auch einem sandigen Bodensubstrat durchgeführt und 4-fach wiederholt.

Das Poster präsentiert die Ergebnisse zur Entwicklung der organischen Bodensubstanz über die Versuchsdauer sowie zu gaschromatografischen Analysen von CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>.

#### Wirkung von Gärresten auf das Bodengefüge eines Ackerbodens Deiglmayr, K. (Freising), Ebertseder, T. (Freising)

Im letzten Jahrzehnt hat die Bedeutung von Biogasgärresten als organischer Dünger stark zugenommen. Wie sich diese Form der Humusversorgung auf Parameter des Bodengefüges auswirkt, wurde jedoch bisher kaum untersucht. Hohe Gehalte an NH<sub>4</sub><sup>+</sup>- und K<sup>+</sup>-lonen lassen eine dispergierende Wirkung erwarten, zudem ist der hohe Abbaugrad der organischen Substanz im Biogasgärrest für mikrobielles Wachstum und damit verbundene aggregierende Prozesse möglicherweise nicht optimal. In der vorgestellten Arbeit wurde deswegen die Wirkung von unterschiedlich hohen Gärrestgaben auf die Aggregatstabilität und gesättigte Wasserleitfähigkeit eines Ackerbodens untersucht.

In einem dreijährigen ortsfesten Feldversuch mit Silomais am Standort Freising wurden in den Jahren 2012 bis 2014 eine mineralische Düngung mit einer praxisüblichen Gärrestgabe von 40 m³ ha $^{-1}$  sowie einer überhöhten Gabe von 80 m³ ha $^{-1}$  verglichen. Die Bodenart im Oberboden der Versuchsfläche war schluffiger Lehm, der pH-Wert lag vor Versuchsbeginn bei 6,2 und der  $C_{org}$ -Gehalt betrug 1,5 %.

In jedem der drei Versuchsjahre wurde vor und zu zwei Terminen nach der Düngergabe die Aggregatstabilität in den obersten 10 cm nach DIN 19683-16 über das Nasssiebverfahren bestimmt. Die gesättigte Wasserleitfähigkeit wurde an jeweils zwei Terminen im Jahr mittels Doppelring-Infiltrometer ermittelt.

Es zeigte sich, dass die Aggregatstabilität durchweg positiv durch die Gärrestdüngung beeinflusst wurde. Im ersten Jahr unterschied sich zwar nur die hochgedüngte Gärrestvariante, im zweiten und dritten Jahr wurde aber auch in der praxisüblich gedüngten Gärrestvariante am ersten Termin nach der Düngung ein signifikant höherer Anteil an stabilen Aggregaten gegenüber der Mineraldünger-Variante beobachtet.

Die gesättigte Wasserleitfähigkeit zeigte eine große Dynamik über den zeitlichen Verlauf, eine signifikante Wirkung der Gärrestdüngung wurde jedoch nicht beobachtet. Die nach der ersten Düngung noch tendenziell höheren Infiltrationsraten in den organisch gedüngten Varianten wurden in den Messungen im zweiten und dritten Versuchsjahr nicht bestätigt.

#### Schlämme aus Teich- und Weiheranlagen – Charakterisierung von Nährstoffen sowie Empfehlungen für den Einsatz in der Landwirtschaft

Makary, T. (Stuttgart), Kroeper, A. (Stuttgart), Müller, T. (Stuttgart), Mokry, M. (Augustenberg), Ehrhart, E. (Tübingen), Ströbele, M. (Tübingen), Trautmann, A. (Ravensburg), Tippelt-Sander, R. (Tübingen)I

Große Nährstoffmengen, die aus den Einzugsgebieten in Gewässer eingetragen werden bewirken vor allem in den letzten Jahrzehnten eine zunehmend stärkere Verlandung von Teich- und Weiheranlagen. In vielen Fällen ist dann eine Entschlammung als Gegenmaßnahme notwendig. Dabei entstehen beträchtliche Mengen an Baggergut, die häufig sehr nährstoffreich sind und deshalb, soweit keine Schadstoffbelastung vorliegt, zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft eingesetzt werden können. Dazu ist es jedoch nicht nur wichtig, zu wissen wie viel Gesamtstickstoff und -phosphat in dem Schlamm enthalten ist, sondern auch, in welchem Zeitraum die Nährstoffe pflanzenverfügbar werden.

Da vor allem Stickstoff im Schlamm organisch gebunden vorliegt, wurde in einem Inkubationsversuch untersucht, wie sich die Gehalte an N<sub>min</sub> und P (CAL-P) über einen Zeitraum von sieben Wochen verändern. Untersucht wurden die Schlämme von sechs Weihern, die jeweils in den Anteilen von 15 und 30 Gew.-% mit Oberboden vermischt wurden. Die Schlamm-Oberbodenmischung hatte eine Feuchtigkeit von ca. 27 Gew.-% und wurde bei 25°C und in Dunkelheit inkubiert. Der Versuch wurde mit drei Wiederholungen durchgeführt. Zusätzlich wurde an 23 Weihern untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen der Art des Einzugsgebiets und den Gehalten von C, N und P in den Schlämmen gibt. Die Einzugsgebiete der Weiher wurden dazu in die Kategorien acker-, wald- und grünlandbetont eingeteilt.

Es ließ sich zeigen, dass sowohl die C- als auch die N-Gehalte in den Schlämmen aus Weihern mit grünland- oder waldbetontem Einzugsgebiet signifikant bzw. deutlich höher sind als die Gehalte in Schlämmen aus Weihern mit ackerbetonten Einzugsgebieten. Der Inkubationsversuch zeigte, dass im Laufe der sieben Wochen ca. das 10-fache an N freigesetzt wird im Vergleich zu der Menge, die zum Zeitpunkt t0 gemessen wurde. Dabei hatte das Mischungsverhältnis mit dem Oberboden keinen Einfluss. Aus diesen Ergebnissen konnte berechnet werden, dass aus einer Schlammschicht mit 1 cm Mächtigkeit unter optimalen Bedingungen innerhalb von sieben Wochen zwischen 44,5 und 58,9 kg N/ha freigesetzt werden können.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich trotz einer großen Streuung der Werte Unterschiede in den C-, N- und P-Gehalten von Schlämmen verschiedener Einzugsgebiete zeigen. Außerdem können schon geringe Mengen an ausgebrachtem Schlamm sehr viel N freisetzen. Das zeigt die Notwendigkeit, weitere Untersuchungen zu diesem Thema anzustellen, um den Weiherschlamm in Zukunft nach guter fachlicher Praxis ausbringen zu können.

# Wie beeinflussen die Bestimmungen der novellierten DüV über maximal zulässige Phosphatsalden den Einsatz organischer Wirtschaftsdünger im Freilandgemüsebau?

Homeister, H. (Braunschweig), Dümig, A. (Fürth), Paladey, E. (Schifferstadt), Feller, C. (Großbeeren), Garming, H. (Braunschweig)

Durch die im Juni 2017 in Kraft getretene Düngeverordnung werden die Phosphatsalden schrittweise abgesenkt. Zulässige Phosphatsalden von 20 kg / ha / a (2018 - 2023) werden auf 10 kg / ha / a ab 2023 herabgesetzt. Auf hoch versorgten Schlägen oder Bewirtschaftungseinheiten (> 20 mg / 100 g nach CAL Methode, entspricht Gehaltsklasse D und E) darf die Phosphatzufuhr nur der voraussichtlichen Abfuhr entsprechen.

Phosphatgehalte in Wirtschaftsdüngern, die zur Düngung und zur Bodenverbesserung insbesondere im Bio-Anbau von Relevanz sind, werden in unterschiedlichen Größenordnungen durch das angebaute Gemüse aufgenommen und durch die Ernte von der Fläche abgefahren.

Die Ergebnisse einer Szenarienanalyse anhand einer sechsjährigen Fruchtfolge zeigen, dass es insbesondere im Bio-Freilandgemüsebau zu Überschreitungen der erlaubten Phosphatsalden kommen kann.

Tab. 1: Phosphatsalden im Sechsjahresmittel

	konventioneller Anbau			Bio-Anbau²		
Ausbringungsvariante jährlich <sup>1</sup>	5 t / ha	10 t / ha	15 t / ha	5 t / ha	10 t /ha	15 t / ha
Rindermist	-41	-27	-12	-20	-8	4
Pferdemist	-40	-24	-8	-19	-5	8
Grünschnittkompost	-40	-25	-9	-19	-6	7
Champost	-35	-15	6	-15	2	19

(eigene Berechnung nach IGZ 2015 und LWK NRW 2014)

Unter dem Gesichtspunkt, dass gemüsebaulich genutzte Böden häufig hoch mit Phosphat versorgt sind, ist auch der übliche Einsatz von Wirtschaftsdüngern im konventionellen Gemüseanbau unter bestimmten Voraussetzungen (Bsp. 15 t Champost / ha / a) zukünftig nicht mehr zulässig.

#### Quellenangaben:

IGZ (2015): Nährstoffgehalte in den Ernteprodukten und in den Ernteresten von Gemüse.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Mengenangaben beziehen sich auf die Frischmasse.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Erträge im Bio-Anbau sind mit 65 % der konventionellen Standarterträge angenommen (KTBL 2014), zudem ist im Bio-Anbau ein Jahr Gründüngung einberechnet.

Leibniz Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren.

KTBL (2014): Faustzahlen für den Ökologischen Anbau. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt.

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2014): Mittlere Nährstoffgehalte organischer Dünger.

## Vertikale Phosphatverlagerung in landwirtschaftlich genutzten Böden von Rheinland-Pfalz

Fritsch, F. (Bad Kreuznach)

Zum Schutz der Oberflächengewässer vor Stoffeinträgen aus der Landwirtschaft wird die Einrichtung von Gewässerrandstreifen in Agrar-Umwelt-Programmen der Länder gefördert, im Greening als ökologische Vorrangfläche ermöglicht oder sogar in Landeswassergesetzen vorgeschrieben.

Phosphat gelangt neben der Erosion und Abschwemmung aber auch mit dem Sickerwasser, d.h. über Drainagen oder den "Zwischenabfluss", in Oberflächengewässer. Auf P-sorptionsschwachen Böden und bei hoher P-Anreicherung kann der vertikalen P-Verlagerung als Voraussetzung für den Eintrag in Oberflächengewässer mit dem Sickerwasser eine große Bedeutung zukommen. In Rheinland-Pfalz sind insbesondere Flächen des Wein- und Gemüsebaus durch langjährig überhöhte P-Düngung stark mit P angereichert.

Da zu dieser Fragestellung bislang jedoch keine Ergebnisse aus Rheinland-Pfalz vorlagen, sollten in einer Masterarbeit (TH Bingen) mehrere regionstypische landwirtschaftlich genutzte Flächen bis 1,2 m Tiefe beprobt und insbesondere mit der CAL-Methode, nach P-Wasser (Boden:Wasser 1:2), mit einem P-Sorptionstest sowie nach der Oxalatlöslichkeit (P, Fe und Al) analysiert werden.

Der Grünlandstandort in der Westpfalz (Braunerde, pH um 6) wies die geringste P-Anreicherung und Verlagerung auf, aber auch die höchsten Gehalt an oxalatlöslichem, "sorptionsaktivem" Eisen. Der rheinhessische Ackerbaustandort (Löß-Pararendzinen, pH um 7,5) war unauffällig, auf vernässten Teilflächen lagen jedoch höhere Gehalte bei "P-Wasser-1:2" vor. Auch der Gemüsebau-Standort (Terrassensande des Rheins) hatte trotz sehr hoher CAL-P- und geringer Fe-Gehalte nur eine geringe P-Verlagerung in tiefere Bodenschichten aufzuweisen. Ursache könnte eine Fällung des P mit Ca sein, denn die Bodenreaktion lag bei pH 8. Ähnliches gilt bei pH um 7,5 für den rheinhessischen Rebstandort auf Löß. Die Mosel-Rebfläche (Schieferverwitterung) wies bei überhöhten CAL-P-Gehalten und pH um 6,5 eine sehr hohe P-Löslichkeit in Wasser auf (> 2 mg P/I), auch noch in 120 cm Tiefe, und gab im Sorptionstest (bei Vorlage 10 mg P/I) noch P ab. An diesem Standort ist das P-Sorptionsvermögen offensichtlich übersättigt.

Die CAL-Methode alleine erscheint zur Abschätzung der vertikalen P-Verlagerung nicht geeignet, da die P-Sorptionsfähigkeit (insbesondere durch Fe) und das von Ca abhängige P-Fällungsvermögen der Böden sehr unterschiedlich ausgeprägt sind.

## Wirkung einer Phosphordüngung im Dauergrünland mit sehr niedrigen Boden-P-Gehalten

von Tucher, S. (Freising), Heringlehner, S. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

Nach der bisher gültigen Einteilung von Böden liegen in Bayern 4% der Ackerböden, jedoch 16% der Grünlandböden, in der in P-Gehaltsklasse A. Sie können daher als nicht ausreichend versorgt gelten, wobei üblicherweise die gleichen Klassengrenzen für Acker und Grünland verwendet werden. Hinsichtlich der Verwertung von Boden- und Dünger-P ergeben sich jedoch mögliche Unterschiede zwischen Acker- und Grünlandkulturen, wie etwa ein intensiverer P-Umsatz in der oberen Schicht des Bodens, eine fehlende Einarbeitung von Dünger-P und somit ein weniger intensiver Kontakt mit Bodenpartikeln, und ein Pflanzenbestand, der in seiner Zusammensetzung unterschiedlich effiziente Arten und damit artspezifisch unterschiedliche Aneignungsmechanismen aufweisen kann. Nicht selten fehlt daher eine klare Ertragsreaktion des Grünlands auf P-Düngung.

In einem On-Farm-Feldexperiment auf einem Boden mit sehr geringen P-Gehalten wurde die Wirkung einer hohen P-Düngung auf Dauergrünland in 3 Aufwüchsen untersucht.

Standort: Bodenart sandiger Lehm, 800 mm Niederschlag,  $8.5^{\circ}$ C, pH in CaCl<sub>2</sub> 5.2 (0-10 cm) bzw. 5.0 (10-20 cm), CAL-P 2.1 (0-10 cm) bzw. 1.1 (10-20 cm) mg  $P_2O_5/100g$  Boden.

Versuchsaufbau: Kontrolle ohne P-Düngung, 100 kg  $P_2O_5$ /ha zum 1. und 2. Schnitt, 50 kg  $P_2O_5$ /ha zum 3. Schnitt; ausreichende N, K, Mg und S- Düngung; 6 Wiederholungen, 4m² pro Parzelle.

Der Trockenmasse(TM)-Ertrag zum 1. Schnitt betrug im Mittel 37 dt/ha ohne signifikanten Unterschied zwischen den beiden P-Düngestufen. Der P-Gehalt in der TM des Ernteguts erhöhte sich signifikant von 0,26 auf 0,38%. Ähnlich verhielt es sich zum 3. Schnitt (Ø Ertrag 17 dt/ha). Zum 2. Schnitt trat auch eine signifikante Erhöhung des TM-Ertrags auf, von 31 dt auf 37 dt /ha, verbunden mit einem Anstieg des P-Gehalts in der TM von 0,24 auf 0,46%. Die dreimalige P-Düngung führte zu einer Verdoppelung der CAL-P-Gehalte im Boden zu Versuchsende.

Der Versuch zeigt, dass auch mit sehr niedrigen Boden-P-Gehalten im Grünland nicht immer Mehrerträge durch eine P-Düngung auftreten, während sich die P-Gehalte in den Aufwüchsen aber deutlich erhöhen lassen. Die Anhebung sehr niedriger Boden-P-Gehalte in einem moderaten Rahmen erscheint daher gerechtfertigt.

## Wirtschaftlichkeit auf Grenzstandorten in Mecklenburg-Vorpommern Ziesemer, A. (Gülzow)

Als Grenzstandorte gelten diejenigen landwirtschaftlich genutzten Flächen, auf denen auch bei optimaler Betriebsorganisation und Betriebsführung unter gegebenen Marktbedingungen und allgemeinen agrarpolitischen Rahmenbedingungen nicht kostendeckend produziert werden kann. Vorrangig handelt es sich in Mecklenburg-Vorpommern (M-V) um Standorte mit Ackerzahlen < 28 sowie um sorptionsschwache Böden mit Ackerzahlen < 30 und einem geringen Lehmanteil, ungenügender natürlicher Nähstoffnachlieferung sowie schlechter bzw. unregelmäßiger Wasserversorgung in der Vegetationsperiode. In M-V wird etwa ein Fünftel der Ackerfläche als Grenzstandort charakterisiert.

In der Region mit den meisten Sandböden, in Süd-West- und Südmecklenburg hatte war der Silomaisanteil am Ackerland schon immer deutlich höher als auf den besseren Böden. Nach Einführung des EEG erfolgte hier ein verstärkter Einstieg in die Bioenergieproduktion. Die Maisfläche wurde weiter ausgedehnt. Dies erfolgte zu Lasten des Feldfutteranbaus und der Stilllegung sowie von Roggen. Mit 16 % Raps, 15 % Weizen sowie 9 % Gerste blieb der Anbauumfang dieser Marktfrüchte unverändert.

Das große Problem dieser Anbauregion sind die hohen Produktionskosten im Marktfruchtbau. Für Saatgut, Düngung und Pflanzenschutz werden in den Referenzbetrieben der LFA bereits mehr als die Hälfte der aktuell erzielbaren Preise aufgewendet. Dass der Rest des Erzeugerpreises zur Deckung der Arbeitserledigungskosten und weiterer Festkosten nicht ausreicht, zeigen vielfältige Untersuchungen.

Ertragsschwache Flächen aus der Produktion zu nehmen, stellt keine Option für Landwirtschaftsbetriebe dieser Regionen dar. Die Aufrechterhaltung des Ackerbaus auf solchen Standorten gilt als strategisches Investment. Das Hauptaugenmerk liegt daher auf Fruchtfolgegestaltungen und Anpassungen der Intensitäten, um die Produktionskosten zu senken und das bei ausreichendem Ertragsniveau.

Eine Fruchtfolgekalkulation basierend auf den Daten der Referenzbetriebe der LFA zeigt, dass dreifeldrige Mähdruschfruchtfolgen als auch mit einem Feld Silomais aufgelockerte vierfeldrige Fruchtfolgen auf Grenzstandorten einen um 20 bis 25 % geringeren Deckungsbeitrag erzielen als solche auf mittleren bis besseren Böden. Dass die Ausdehnung des Silomaisanbaus auf den Sandböden seine Berechtigung hat, verdeutlichen die Deckungsbeiträge der vierfeldrigen Fruchtfolgen. Diese erreichen das Niveau der reinen Mähdruschfruchtfolgen bzw. übertreffen dieses. Auch im Hinblick auf die Novellierung der Düngeverordnung ermöglicht Silomais die Einhaltung der Stickstoffsalden.

#### 20 Jahre Bodendauerbeobachtung in Sachsen-Anhalt

Steffens, R. (Bernburg), Ebert, S. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg)

Böden sind essentielle Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen. Der Schutz des Bodens ist eine zentrale Aufgabe unserer Gesellschaft und gerät mehr und mehr in den Fokus der Öffentlichkeit. Das Bundesbodenschutzgesetz (BBod-SchG) regelt den Bodenschutz in Deutschland und wird durch die Länder vollzogen. Das Land Sachsen-Anhalt führt seit den 1990er Jahren ein Boden-Dauerbeobachtungssystem mit dem Ziel, kurz- und langfristig Bodenveränderungen zu erkennen und darauf entsprechend zu reagieren. Die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) ist zuständig im Bereich der landwirtschaftlichen Bodennutzung und betreibt zusammen mit dem Landesamt für Umweltschutz (LAU), dem Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) sowie der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) dieses Bodenbeobachtungssystem.

Zurzeit existieren 71 Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) in Sachsen-Anhalt. Diese umfassen 33 Flächen für Ackerland, 10 Grünlandflächen, 25 Forstflächen und 3 sonstige Flächen. Diese Flächen repräsentieren die wichtigsten Landschafts- und Bodenformen, Klimagebiete und Nutzungen in Sachsen-Anhalt. Jede BDF ist repräsentativ ausgewählt, eingemessen und unterliegt zyklischen Untersuchungsprogrammen. Im landwirtschaftlichen Bereich sind das im Wesentlichen folgende Untersuchungen:

- Bodenuntersuchungen auf N<sub>min</sub>, S<sub>min</sub>, pH-Wert, P, K, Mg, N<sub>t</sub>, C<sub>org</sub> sowie Feinanteil
- Inhaltsstoffanalyse der Aufwuchs- und Ernteprodukte
- Düngemitteluntersuchungen
- Erfassung aller landwirtschaftlichen Maßnahmen und Anbaudaten des Bewirtschafters

Mit diesem Boden-Dauerbeobachtungssystem lassen sich Zustand und Entwicklung der Böden im Hinblick auf bspw. Nährstoffgehalt, Humusgehalt und pH-Wert verfolgen und evtl. zukünftige Entwicklungen prognostizieren. Mit der Erfassung aller Bewirtschaftungsdaten der landwirtschaftlichen Nutzungsflächen lassen sich u.a. entsprechende Nährstoffbilanzen erstellen und der Nährstoffgehaltsentwicklung zeitlich gegenüberstellen.

Vorgestellt werden die langjährigen Mittel der Herbst-N<sub>min</sub>-Gehalte sowie die langjährigen mittleren N-Schlagbilanzen aller BDF's unter landwirtschaftlicher Nutzung. Zwei Beispiel-BDF's werden dabei im Detail gegenübergestellt.

## Changes of Content of Available Nutrients in Soils of the Czech Republic

Staňa, J. (Brno), Smatanová, M. (Brno)

Systematic agrochemical soil testing carried out in six-year cycles for the purpose of agrochemical control of available nutrients conditions, soil reaction and liming needs. Agrochemical soil testing methodology prescribed the monitoring of exchangeable soil reaction, carbonate content, liming need and the determination of available phosphorus and potassium by the method of Mehlich 3 of soil sampling of topsoil. Since the 90s the development of soil properties has indicated an increase in land area of strongly acidic (7%) and acid soils (61%), as a result of the steep reduction in the use of liming materials. The consumption of phosphate fertilizers has dropped since 1990 from 67 kg of P2O5. ha-1 to 18.4 kg P2O5.ha-1. This loss is accompanied by a gradual increase of areas with low and adequate content of phosphorus; those areas represent 56% of arable land and should preferably be fertilized. Decline in the content of potassium (35% of the arable land needs to be fertilized) corresponds with the reduced long-term supply of potassium fertilizers. Since 1990 the decline amounts from 47 kg K2O.ha-1 to the current 9 kg K2O. ha-1, which is an unsustainable situation. The development of calcium content in the soil exhibits throughout the monitoring a slightly deteriorating trend closely correlated with pH. Almost 17% of arable land with a neutral reaction has changed into slightly to strongly acid soils, whereas the share of alkaline soils is stagnating.

## Quantifizierung von Pflanzenschutzmittel(PSM)-Einträgen in Oberflächengewässer im Kleineinzugsgebiet Querne/Weida

Tauchnitz, N. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg), Hauser, B. (Halle), Schmidt, G. (Halle)

Pflanzenschutzmittel(PSM)-Einträge aus diffusen Quellen können erheblich zur Belastung von Grund- und Oberflächengewässern beitragen. Die Eintragspfade sind sehr komplex und aufgrund der Vielzahl an Einflussgrößen sowie differenzierter Eintragsquellen (Landwirtschaft, Siedlungsbereiche, u.a.) schwer zu identifizieren.

Im vorliegenden Projekt wurden zeitlich hoch aufgelöste Untersuchungen zum Auftreten von PSM-Wirkstoffen in Oberflächengewässern und im Boden im Einzugsgebiet der Querne/Weida durchgeführt und den tatsächlichen in der Landwirtschaft vorgenommenen PSM-Anwendungen gegenübergestellt, um gezielt Reduzierungsmaßnahmen durchzuführen. Zudem wurden auf ausgewählten landwirtschaftlich genutzten Flächen Tiefenprofile bis in 8 m Tiefe angelegt und auf PSM-Wirkstoffe analysiert, um Hinweise auf die Beständigkeit, Verweilzeiten und Verlagerung der PSM zu erhalten.

Bisherige Ergebnisse zeigten, dass eine Vielzahl an Wirkstoffen in den untersuchten Oberflächengewässern nachweisbar war. Die Konzentrationen lagen jedoch nur in wenigen Fällen über den rechtlich geforderten Umweltqualitätsnormen. Es wurde eine deutliche Zu-nahme der Wirkstoff-Funde in der Nähe zu Siedlungsbereichen beobachtet. Hier wurden insbesondere PSM-Wirkstoffe erfasst, die ebenfalls als biozide Wirkstoffe in vielen Material-schutzanwendungen Einsatz finden (z.B. Mecocrop). Eine Übereinstimmung zwischen der Häufigkeit des PSM-Einsatzes in der Landwirtschaft und der Fundhäufigkeit der PSM-Wirkstoffe in den Gewässern war nicht in jedem Fall gegeben. Das deutet auf die Beeinflussung der Gewässerqualität auch durch andere Quellen aus Siedlungsbereichen (biozide Wirkstoffe) hin. Im Boden wurde eine breite Palette von PSM-Wirkstoffen erfasst, deren Konzentrationen allerdings nahe an den jeweiligen Bestimmungsgrenzen lagen. Mehrere PSM-Wirkstoffe waren im Tiefenprofil bis in Tiefen von > 4,50 m nachweisbar und deuten auf lange Verweilzeiten im Boden hin.

## Schwermetallverteilung in Böden deutscher Weinbaugebiete und deren Auswirkungen auf Bodenorganismen

Herwig, N. (Berlin), Hommel, B. (Berlin), Felgentreu, D. (Berlin)

Für die Risikobewertung einer erneuten Zulassung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel wurden vom Julius Kühn-Institut in den Jahren 2009 bis 2014 Freilanderhebungen zur Darstellung der aktuellen Schwermetallgehalte in deutschen Sonderkulturböden im Wein, Hopfen und Baumobstbau durchgeführt.

Neben den standorttypischen Bodeneigenschaften wurden für das Umweltverhalten die Gesamt- und "verfügbaren" Gehalte von Kupfer und anderen Schwermetallen (wie Cd, Cr, Ni, Pb, Zn) im Boden repräsentativer bewirtschafteter Flächen bestimmt.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag im Weinbau und umfasste die Ermittlung der Schwermetallmobilität und deren Auswirkungen auf die Regenwurmzönose und Mikroorganismengesellschaften.

Die Schwermetallmobilität ist abhängig vom Standort, d.h. von seinen bodenphysikalischen- und chemischen Eigenschaften (Textur, pH-Wert, Anteil organischer Substanz, Kationenaustauscherkapazität). Das Gefährdungspotential für eine mögliche toxische Wirkung für Pflanzen und Bodenorganismen hängt neben der Oxidationsstufe auch von der Bindungsform des Elementes im Boden ab.

Mit Hilfe der sequentiellen Extraktion lässt sich herausfinden, an welchen Kompartimenten die verschiedenen Elemente im Boden gebunden sind und welcher Anteil für eine mögliche toxische Wirkung zur Verfügung steht. Der Beitrag gibt eine Übersicht über die Verteilung verschiedener Schwermetalle in Böden bewirtschafteter Weinbauflächen und bewertet das Risiko für Bodenmakro- und Mikroorganismen mit dem Ergebnis, dass eine weitere Anwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln – unter Berücksichtigung von Minimierungsstrategien und bis zur Verfügbarkeit praktikabler Alternativen - verantwortet werden kann.

#### Herleitung der nutzbare Feldkapazität (nFk) von Böden in Bayern aus Daten der Landesaufnahme

Heil, K. (Freising), Jasper, C. (Freising), Yildirim, S. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

#### **Einleitung**

Die nutzbare Feldkapazität bezeichnet den Anteil des Bodenwassers, der von Pflanzen aufgenommen werden kann. Welche Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden vorhanden ist, hängt zum einen von den Bodeneigenschaften eines Standortes und zum anderen von der klimatischen Wasserbilanz ab. Ziel ist die flächige Erhebung und Darstellung der nFk für landwirtschaftliche Flächen aus standortskundlichen Erhebungen (Bodenflächeninventur).

#### Methodik

Die Daten stammen aus bayernweiten Erhebungen des Bayer. Landesamtes für Umwelt zwischen 1953 und 2015 (Landesaufnahme). Sie beinhalten unter anderem Angaben zu Trockenrohdichte, Skelettgehalt, Bodenart und Bodentyp. Abb.1 zeigt die Zusammenführung der verschiedenen Daten.

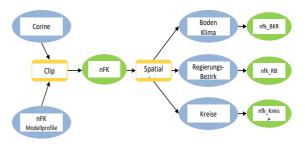


Abb. 1: Ablaufdiagramm der Herleitung der nFk aus Daten der Landesaufnahme

#### Ergebnisse

Die Berechnungen liefern insgesamt ein plausibles Bild der räumlichen Verteilung der nFk (Abb. 2). Ergebnisse dieser Vorgehensweise sind zum einen Karten der nutzbaren Feldkapazität der Böden Bayerns. Zum anderen können basierend auf diesen Karten Ertragsdaten landwirtschaftlicher Früchte in Zusammenhang mit den nFk-Werten gebracht werden.

Eine Verifizierung der Berechnungen steht allerdings noch aus.

Lit.: Jasper, C. (2017) Nutzbare Feldkapazität landwirtschaftlicher Böden in Bayern. Masterarbeit Lehrstuhl für Pflanzenernährung TU München. 90 Seiten.

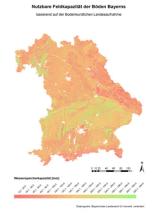


Abb. 2: Übersicht der Verteilung der nFk

## Der Effekt des Reliefs auf organischen Kohlenstoff im Acker- und Grünland

Chmelíková, L. (Freising), Wolfrum, S. (Freising), Schmid, H. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

Der organische Kohlenstoff (Corg) spielt eine wichtige Rolle für die physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften. Sein Gehalt wird durch viele Faktoren beeinflusst, u.a. auch vom Relief. Durch das Relief entstehen Unterschiede in der Temperatur, der Verdunstung, der Erosion und auch der biologischen Aktivität, die den Corg Gehalt beeinflussen.

In den Jahren 2015-2016 wurde eine umfangreiche Bodenbeprobung auf 24 Betrieben (12 öko. + 12 konv.) in Bayern im Rahmen von Untersuchungen im Netzwerk der Pilotbetriebe (www.pilotbetriebe.de) und des DBU Projektes "Entwicklung von Instrumenten für das Biodiversitätsmanagement in Wertschöpfungsketten ökologisch erzeugter Lebensmittel" durchgeführt. Bodenchemische, bodenbiologische und bodenphysikalische Untersuchungen wurden insgesamt auf 94 Probeflächen untersucht. Die untersuchten Flächen wurden mit einem GPS-Gerät eingemessen. Das Relief jeder Fläche wurde mit Hilfe Topographic Position Index (TPI) charakterisiert, der aus dem digitalen Höhenmodell EU-DEM v1.1 der Region in SAGA GIS 4.0.0 abgeleitet wurde. Flächen mit positiven TPI Werten liegen höher als ihre Umgebung (Berge/Hügel). Flächen, die tiefer als ihre Umgebung (Täler/Senken) liegen, haben einen negativen TPI.

In diesem Beitrag liegt der Schwerpunkt auf Corg. Ackerflächen wurden in der Tiefe 0-30 cm untersucht, Grünland in den zwei Tiefen 0-10 cm und 10-30 cm. Die Analyse erfolgte mit dem Gerät vario MAX CNS der Firma Elementar Analysensysteme GmbH. Bei Bedarf wurde Corg berechnet aus Cgesamt (CNS) abzüglich Karbonat-C.

Im Allgemeinen lag auf den Ackerflächen (TPI zwischen -2,33 und 1,15) der Mittelwert von Corg bei 2,57%, im Grünland (TPI zwischen -1,71 und 1,58) lag er in der Tiefe 0-10 cm bei 4,38 % und in der Tiefe 10-30 cm bei 3,52%. Der stärkste Zusammenhang zwischen Corg und TPI (Korrelationskoeffizienten r=-0,485) wurde auf Grünland in der Tiefe 10-30 cm festgestellt. Flächen mit höheren TPI Werten hatten einen niedrigeren Anteil an Corg und Flächen mit niedrigeren TPI Werten einen höheren Anteil an Corg. Die Korrelation von Corg und TPI auf Grünland in der Tiefe 0-10 cm war schwächer (r=-0,467). Auf Ackerland konnte keine Korrelation festgestellt werden.

# Untersuchung der Effekte von Befahrungen und von unterschiedlichen Managementoptionen auf die Bodenstruktur und auf die Bodenfunktionen von Ackerflächen – das Verbundprojekt SOILAssist Marx, K. (Braunschweig), Lorenz, M. (Braunschweig), Brunotte, J. (Braunschweig), Duttmann, R. (Kiel)

Vor dem Hintergrund einer klimafreundlichen, nachhaltigen Landwirtschaft wird es immer wichtiger, Böden gegen Erosion, Verdichtung und Verlust an organischer Substanz zu schützen. Daher gilt es, Lebensmittel so zu produzieren, dass sie bezahlbar sind und dass zugleich die Funktionen des Bodens erhalten bleiben. Auf stauwassergeprägten Parabraunerden in Niedersachsen wurden im Rahmen des Projektverbunds SOILAssist umfassende erste Versuche durchgeführt, wobei Standortverhältnisse, aktuelle Bodenfeuchtedaten und exakte Fahrspuraufzeichnungen verwendet wurden. Ziel ist es, nach drei mal drei Jahren ein Entscheidungsunterstützungssystem in Betrieb zu nehmen – für die Fahrerkabine – und mit dem Fokus auf der maximalen Bodenschonung bei der Befahrung von Ackerflächen.

In der ersten Phase wird zurzeit an einem ersten Prototyp für ein Entscheidungsunterstützungssystem gearbeitet. Darüber hinaus werden Empfehlungen aus Felduntersuchungen auf Praxisflächen abgeleitet, z.B. ein einfaches Beurteilungstool für Landwirte, um ihre Fahrzeuge an die Vulnerabilität der standörtlich verschiedenen Böden anzupassen und somit mögliche Schäden zu vermeiden. Ebenso werden die Kosten und der Nutzen unterschiedlicher Managementoptionen untersucht. Außerdem werden eine Medienanalyse zur Wahrnehmung von Bodenverdichtung durchgeführt sowie eine Befragung von Landwirten und Beratern zu ihrer Bereitschaft, noch bodenschonender zu handeln.

Innerhalb des Beitrags des Verbundprojekts SOILAssist während des VDLUFA-Kongresses 2017 werden bis dahin vorliegende, erste Ergebnisse aus dem Projekt z.B. zur Befahrungsintensität, zu Auswirkungen auf die Bodenstruktur sowie zu Möglichkeiten der Anpassung der Maschinen an den aktuellen Bodenzustand vorgestellt.

Das Verbundprojekt SOILAssist wurde im Oktober 2015 als Teil des Deutschen Forschungsprogramms "BonaRes – Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie" gestartet (finanziert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF 031A563A).

#### Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland

Heinz, S. (Freising), Mayer, F. (Freising), Kuhn, G. (Freising)

Die intensivierte Grünlandbewirtschaftung der letzten Jahrzehnte resultierte in agronomisch erwünschter besserer Futterqualität sowie erhöhter Ertragsleistung gleichzeitig aber auch einem ökologisch nicht erwünschten Rückgang der Artenvielfalt auf einem Großteil der Grünlandflächen.

Versuche artenreiches Grünland durch die Rücknahme der Bewirtschaftungsintensität wieder entstehen zu lassen, sind häufig wenig erfolgreich. Dabei kommt es selten zu einer spontanen Re-Etablierung von Grünlandarten. Ursache sind neben dem Mangel an artenreicher Kontaktvegetation das Fehlen von Regenerationsnischen in de-intensivierten Grasbeständen.

In Begleitversuchen zum TRANSFER-Projekt der LfL sollte daher das Keimungsverhalten eines breiten Spektrums an Grünlandarten unter Laborbedingungen\*) mit dem Keimlingsaufkommen im Feld in bearbeiteten Streifen (Grasnarbe entfernt) eines Grünlandbestandes verglichen werden.

Die Abbildung zeigt die Laborkeimung im Licht (gelb) und in Dunkelheit (blau) verglichen mit der Aufgangsrate im Feld (grün) (jeweils in % ausgebrachter Samen).

# Artenanreicherung im Grünland – Keimung von Grünlandpflanzen unter Laborbedingungen und Keimlingsaufgang im Feld

Hofmann, M. (Freising), Kirchstetter, M. (Freising), Pfannenmüller, J. (Freising), Heinz, S. (Freising)

Grünland kann sehr artenreich sein und nimmt eine Schlüsselrolle bei der Erhaltung der Artenvielfalt in der Kulturlandschaft ein. Artenreiche Flächen sind inzwischen aber selten geworden und auch wenn eine intensive Nutzung wieder aufgegeben wird, kommen die Wiesenarten oft nicht zurück. So entsteht artenarmes, wenig intensiv genutztes Grünland mit geringem Ertrag.

Ziel des Projektes Transfer ist die Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland mittels Mahdgutübertragung bzw. Ansaat von gebietseigenem Saatgut. Besonders wichtig ist dabei die Erprobung der praktischen Durchführung durch Landwirte. Auf artenarmen, wenig intensiv genutzten Grünland-Schlägen soll durch die Ausbringung von samenhaltigem Mahdgut eines nahe gelegenen artenreichen Grünlandes ("Spenderfläche") die Vielfalt an Pflanzenarten erhöht werden. Dazu wird auf Streifen der artenarmen Empfängerfläche ein Saatbett bereitet und dort das Mahdgut der Spenderfläche ausgebreitet. Beim Trocknen des Mahdgutes fallen die darin enthaltenen Samen aus und können sich auf der Empfängerfläche ansiedeln. Im Naturschutz wird diese Methode sehr erfolgreich z.B. für Ausgleichs- oder Ersatzflächen angewendet. Im Unterschied zur Mahdgutübertragung auf Naturschutzflächen geht es in diesem Vorhaben nicht um die Übertragung möglichst vollständiger Pflanzenbestände oder besonders seltener oder geschützter Arten. Ziel ist vielmehr, durch die Wiederansiedlung lokal vorkommender typischer Wiesenarten das Niveau der 10-20% artenreichsten genutzten Grünlandschläge in Bayern zu erreichen und durch eine angepasste landwirtschaftliche Nutzung zu erhalten.

Bereits im Herbst nach der Mahdgutübertragung konnten Keimlinge von zahlreichen Wiesenpflanzen auf den Empfängerflächen gefunden werden.

## Etablierung von Grünland- und Feldfutterbaubeständen mit erweitertem Artenmuster

Laumer, M. (Freising), Hartmann, S. (Freising), Hofmann, M. (Freising)

Die seit Jahren steigende Nutzungs- und Düngeintensität im Dauergrünland führte auf vielen Standorten zur Artenverarmung. Viele der verdrängten Arten sind jedoch futterbaulich, kulturell und ökologisch wertvoll. Um diese Eigenschaften im produktiven Futterbau nutzbar zu machen, wurden in einem Feldversuch an der Staatlichen Versuchsstation Steinach 2014 ausgewählte Bayerische Qualitätssaatmischungen für Dauergrünland und Feldfutterbau durch die Einbeziehung weiterer futterbaulich erwünschter Pflanzenarten aus einem Pool von insgesamt 16 Arten erweitert. Weiterhin wurden die Saatverfahren Drillsaat und Breitsaat für die zusätzlich eingebrachten Arten geprüft.

Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wurde der Etablierungserfolg und die Ertragsleistung im zweiten Hauptnutzungsjahr des Feldversuches detailliert untersucht. Das Etablierungs- und Konkurrenzvermögen der zusätzlich angesäten Arten wurde anhand des Ertragsanteils in allen vier Aufwüchsen der Vegetationsperiode 2016 erfasst; zusätzlich wurde die Bedeutung des Saatverfahrens auf diese Parameter quantifiziert. Weitere erfasste Zielgrößen waren die Ertragsleistung und die Futterqualität - geschätzt über die Bestandeswertzahl sowie Ökologischen Zeigerwerte nach Ellenberg.

Der Gesamtjahresertrag aller untersuchten Futterbau-Bestände variierte zwischen 125 und 150 dt TM/ha. Durch die Erweiterung des Artenspektrums waren die Jahreserträge zwischen plus 10 % und minus 15 % gegenüber den Grundsaatmischungen ohne Artenerweiterung verändert. Von den 16 zusätzlich zu den Grundmischungen ausgesäten Arten zeigten acht gute Etablierungserfolge mit höchsten Ertragsanteilen von 5,9 % (Wegwarte), 3,6 % (Spitzwegerich), 3,4 % (Schafgarbe) und 2 % (Wiesenflockenblume) jeweils in der Trockenmasse des Gesamtjahresertrages. Die ausgesäten Arten Pastinake und Esparsette hatten sich nicht etabliert. Eine Breitsaat der zusätzlich ausgesäten Arten führte mit im Mittel 27 % Ertragsanteil am Jahresgesamtertrag zu signifikant höheren Masseanteilen dieser Arten verglichen mit 9 % beim Drillsaat-Verfahren. Der Ertragsanteil der zusätzlich ausgesäten Arten war im zweiten Aufwuchs mit 22 % am höchsten und im vierten Aufwuchs mit 10 % am geringsten. Die Bestandeswertzahlen der Grundmischungen der Bayerischen Qualitätssaatmischungen variierten zwischen 7,1 und 7,8, mit den erweiterten Artenmischungen lagen die Bestandeswertzahlen um 0,1 bis 1,6 niedriger.

#### Kräuteretablierung in einer Kurzrasenweide

Huber, S. (Freising), Hofmann, M. (Freising)

Die Grünlandbestände von Kurzrasenweide sind in der Regel vergleichsweise artenarm. In dem hier vorgestellten Versuch sollte geprüft werden, ob sich fünf ausgewählte, futterbaulich wertvolle Grünlandkräuter mit praxisrelevanten Methoden in einer Kurzrasenweide etablieren lassen? Zur Beantwortung dieser Frage wurden auf einer langjährig als Kurzrasenweide mit Milchkühen genutzten Grünlandfläche (Gemeinde Saaldorf-Surheim, Lkr. Berchtesgaden, 458 m ü NN; 8,9 °C; 1141 mm) fünf Wildpflanzenarten (Schafgarbe, Wiesenflockenblume, Hornklee, Spitzwegerich, Großer Wiesenknopf) entweder als Jungpflanzen in die etablierte Grasnarbe gepflanzt oder als Samen in die dichte bzw. vertikutierte Altnarbe in Form der Übersaat eingebracht. Jede der beiden Varianten war dreifach wiederholt (Parzellengrößen 9 m²). Zu drei Terminen wurde die Etablierungsrate der ausgepflanzten und der ausgesäten Arten erfasst. Zur Beschreibung der Konkurrenzkraft der etablierten Altnarbe wurde die tägliche Zuwachsrate der Grasnarbe, die Grastriebdichte sowie die Lückigkeit erfasst.

Abbildung 1 zeigt die Etablierungsrate der ausgesäten Varianten vier Monate nach Aussaat für die fünf eingebrachten Wildpflanzenarten.

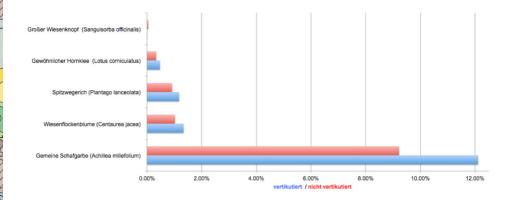


Abbildung 1: Etablierungsrate (in % ausgebrachter Samen) für die fünf eingebrachten Wildpflanzenarten in vertikutierter (10-15 % Narbenlückigkeit) und dichter (5 % Narbenlückigkeit) Kurzrasenweide-Grasnarbe.

Die Überlebensrate der gepflanzten Wildpflanzen nach vier Monaten war mit 77 und 75 % bei Spitzwegerich bzw. Schafgarbe am höchsten und mit 46 und 44 % bei Flockenblume bzw. Hornklee am niedrigsten.

# Zwischenfruchtanbau im Hinblick auf die Reduktion und Konservierung von NachErnte $N_{\min}$

Schiller, F. (Stuttgart), Butz, A. (Stuttgart), Zarnik, S. (Stuttgart), Makary, T. (Stuttgart), Müller, T. (Stuttgart)

Die regionale Überschreitung der Nitratgrenzwerte im Grundwasser durch landwirtschaftliche Stickstoffeinträge ist schon seit vielen Jahren ein bekanntes Problem. Um diese Nitrateinträge in das Grundwasser zu verringern ist der Zwischenfruchtanbau eine effektive und kostengünstige Maßnahme. Durch den Anbau von Zwischenfrüchten wird der Nachernte-N<sub>min</sub> in der Pflanzenmasse konserviert und steht der folgenden Hauptfrucht wieder zur Verfügung. Hierdurch kann die Auswaschung von Nitratstickstoff, welcher meist im Herbst mineralisiert wird, deutlich verringert werden.

Um herauszufinden ob Unterschiede im Nitrathaltevermögen verschiedener Zwischenfruchtmischungen bestehen, wurde durch das LTZ Augustenberg ein Exaktversuch angelegt. Dieser wurde als Blockanlage mit vier Wiederholungen und 16 Varianten ausgeführt. Darunter sind 14 verschiedene Zwischenfruchtmischungen, eine Selbstbegrünung und eine Nullvariante, deren Bewuchs mit Glyphosat behandelt wurde. Die Mischungen wurden nach einer intensiven nicht wendenden Bodenbearbeitung und Saatbeetbereitung am 10. August 2016 nach der Hauptfrucht Winterweizen ausgesät. Um den Verlauf des Nitratgehaltes im Boden zu untersuchen, wurden am 29. Juli 2016, 27. Oktober 2016, 15. November 2016, 18. Januar 2017 und 7. April 2017 N<sub>min</sub> Bodenproben von 0 - 90cm über drei Schichten entnommen. Anschließend wurde von diesen der N<sub>min</sub> nach den Methoden der VDLUFA bestimmt.

Grundsätzlich zeigte sich nach der statistischen Auswertung, dass es unter dem Gesichtspunkt des Grundwasserschutzes immer besser ist den Boden durch eine Begrünung zu bedecken. Zwischen den Begrünungen gab es zwar zu den einzelnen Probeterminen und bei den einzelnen Probetiefen signifikante Unterschiede. Allerdings kann man hieraus keine Aussagen darüber treffen, welche Mischungen für den Grundwasserschutz zu bevorzugen sind. Zum letzten Probetermin bestand, bis auf die Selbstbegrünung, kein signifikanter Unterschied im  $N_{\text{min}}$ -Gehalt zwischen allen Varianten in der Bodenschicht von 0 bis 30 cm. Der organisch gebundene Stickstoff wurde folglich in allen Varianten mit Begrünung soweit mineralisiert, dass für die Folgekultur kein Nachteil durch geringere  $N_{\text{min}}$ -Werte im Vergleich zur unbegrünten Variante entstand.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass aus Gründen des Grundwasserschutzes immer eine Begrünung erfolgen sollte. Bei der Wahl der Zwischenfrucht ist es wohl wichtiger andere ackerbauliche Aspekte, wie die Erstellung eines optimalen Saatbeets für die Folgefrucht oder auch die phytosanitäre Auswirkung einiger Pflanzen zu berücksichtigen.

# Vergleich von Filteralternativen für die Bestimmung des Gehaltes an Neutral-Detergenzien-löslichem Rohprotein (NDLXP)

Kehraus, S. (Bonn), Adler, C. (Bonn), Südekum, K.H. (Bonn)

Auf Anfrage nach alternativen Filtern (zu Whatman 54) für die Bestimmung des Neutral-Detergenzien-löslichen Rohproteins (NDLXP) wurden Filter verschiedener Hersteller getestet. Da das Neutral-Detergenzien-unlösliche oder fasergebundene XP (NDFXP) als Rückstand im Filter die zu bestimmende Größe ist, wird in der Auswertung für den Filtervergleich nur der analysierte Gehalt an NDFXP herangezogen.

In fünf Sojaextraktionsschroten (SES) wurde das NDFXP als Teil der NDLXP-Bestimmung entsprechend der Verbandsmethode (Methode 4.13.1; VDLUFA-Methodenbuch Band III) unter Verwendung von Filtern verschiedener Hersteller analysiert.

Tabelle 1: Gehalte an NDFXP unter Verwendung alternativer Filter

Proben- bezeichnung	NDFXP (g/kg	Trockenmasse	e; Mittelwert	e mit relativer	n Fehler [%])
Filter	SES 1	SES 2	SES 3	SES 4	SES 5
Whatman 54	37,2 ±4,8	15,4 ±6,8	37,7 ±2,8	40,9 ±2,2	32,8*
Whatman 4	n.a.	14,7 ±10,4	44,7 ±2,5	n.a.	n.a.
Whatman 589/1	n.a.	14,1 ±7,8	n.a.	n.a.	n.a.
Munktel 388	36,4 ±7,8	14,3 ±4,2	39,9 ±3,5	39,7 ±0,5	28,9 ±21,7
Albet 604	37,2 ±2,0	14,4 ±5,2	40,2 ±1,9	42,0 ±4,0	30,4 ±4,6
Albet 1573	39,6 ±2,4	16,4 ±3,4	38,0 ±6,3	43,6 ±0,1	33,0 ±6,8

SES: Sojaextraktionsschrot; n.a.: nicht analysiert; \*: Einfachbestimmung

Nach dem VDLUFA-Methodenbuch ist für Gehalte < 60 g/kg Trockenmasse (TM) kein Analysenspielraum definiert. Ausgehend von einem sehr engen Analysenspielraum von  $\pm\,5\,\%$  relativ für Gehalte < 60 g/kg TM sind die in Tabelle 2 aufgeführten Min./Max.-Werte akzeptabel.

Tabelle 2: Gehalte an NDFXP bei akzeptiertem relativem Fehler von  $\pm$  5 %

Mittlerer NDFXP- Gehalt	Akzeptierter relaltiver Fehler von ± 5 %	g NDFXP/kg TM	
(g/kg TM)	≙ g NDFXP/kg TM	Mininum	Maximum
15	± 0,8	14,2	15,8
30	± 1,5	28,5	31,5
37	± 1,9	35,1	38,9
40	± 2,0	38,0 42,0	

Die vorliegenden Daten zeigen, dass die alternativen Filter zu insgesamt gut übereinstimmenden Ergebnissen führen. Eventuell resultieren etwas zu hohe Werte bei Verwendung des Albet 1573; mit mehr Daten ist dies statistisch zu überprüfen.

# 

# Dynamische NDF-Verdaulichkeit zur exakten Einschätzung der Verweildauer im Wiederkäuermagen

Diehn, A. (Heiddorf), Landwehr, N. (Heiddorf), Brandes, C. (Heiddorf)

Ein neuer Ansatz die Verdaulichkeit des Grundfutters zu bestimmen stellt im Gegensatz zum Hohenheimer Futterwerttests und ELOS, die standardisierte (multi-timepoint) NDF-Verdaulichkeit (Combs-Goeser-Method) dar. In der modernen Grundfutteranalytik gehören die Faserparameter aNDF, aNDFom und ADF längst zu den bekannten Kenngrößen zur Validierung eines Futtermittels dazu. Diese neue Methode erlaubt es die Verdaulichkeit der NDF, die maßgeblich für die Pansenkinetik verantwortlich ist, direkt zu bestimmen. Im Gegensatz zum Hohenheimer Futterwerttest und ELOS werden Einflüsse der Verdaulichkeit der NFC, Fette und Protein ausgeschlossen.

Bei dieser Methode wird die NDF-Verdaulichkeit zu den Zeitpunkten 24 h, 30 h, 48 h und 240 h gemessen und ermöglicht es eine Abbaukinetik (NDF Kd) zu erstellen (siehe Abb. 1). Mit Hilfe dieser dynamischen NDF Kd lässt sich die Faserverdauung im Pansen besser beschreiben und dadurch ist es möglich auch die Passagerate zu bestimmen.

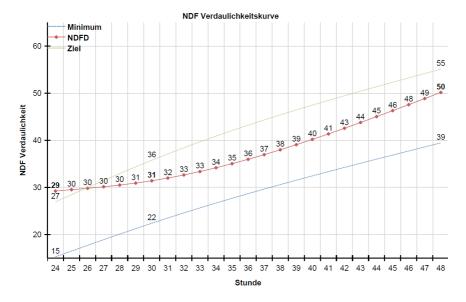


Abb. 1: NDF Verdaulichkeitskurve einer Maissilage (2016)

# Einfluss von Trockenmassegehalt, Anwelkintensität und Zuckerzulage auf Stickstoffverbindungen in Luzernesilagen

Hartinger, T. (Bonn), Gresner, N. (Bonn), Südekum, K.H. (Bonn)

Als Leguminose besitzt die Luzerne (*Medicago sativa* L.) einen im Vergleich zu Gräsern hohen Rohproteingehalt. Nach der Silierung besteht das Rohprotein allerdings zu einem überwiegenden Anteil aus im Pansen schnell abbaubaren Stickstoff-(N)-Verbindungen, was bei gleichzeitig geringen Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten zu einer ineffizienten N-Nutzung beim Wiederkäuer führt. Zielsetzung war es, durch gezieltes Anwelken bis zu einem Trockenmasse-(TM)-Gehalt von 25 % bzw. 35 % bei unterschiedlichen Anwelkintensitäten aus demselben Ausgangsmaterial, Luzernesilagen mit unterschiedlich zusammengesetzten Rohproteinfraktionen zu erzeugen.

Ein Reinbestand aus Luzerne wurde morgens geschnitten und unverzüglich auf schwarzer Folie in der Sonne (≙ hohe Anwelkintensität) bzw. auf weißer Folie im Schatten (≙ geringe Anwelkintensität) ausgebreitet. Beim Erreichen der angestrebten TM-Gehalte wurde die Luzerne mit oder ohne Zuckerzugabe (125 g/kg TM) in Plastikfässer einsiliert. Nach 120 Tagen Silierdauer wurden die Silagen wie folgt analysiert: Bestimmung von TM-Gehalt, Rohprotein-Gehalt, nutzbarem Rohprotein am Duodenum, Reineiweiß-Gehalt, freien und gebundenen Aminosäuren, Rohproteinfraktionen, Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung, Säure-Detergenzien-Faser nach Veraschung (sequentiell) und Säure-Detergenzien-Lignin.

Die Ergebnisse zeigen, dass die angestrebten TM-Stufen von 25 % bzw. 35 % TM erreicht wurden. Beim Rohprotein-Gehalt wird ein Verdünnungseffekt durch die Zuckerzulage vermutet, da dieser bei den Silagen mit Zucker im Mittel 197 g/kg TM und bei den Varianten ohne Zucker 216 g/kg TM betrug. Unterschiede waren auch im Reineiweiß-Gehalt (zwischen 60 und 81 g/kg TM) sowie bei den Proteinfraktionen, vor allem A und B2, zu erkennen. Weder Lysin noch Histidin konnten als freie Aminosäuren in den Silagen mit 25 % TM nachgewiesen werden, wohingegen sie mit durchschnittlich 0,41 % bzw. 0,64 % der TM in den Silagen mit 35 % TM zu finden waren. Bei den Faserfraktionen schien es keine Unterschiede zu geben. In weiteren *in vitro*-Untersuchungen soll nun geprüft werden, ob die unterschiedlichen Silagen einen Effekt auf die Stickstoff-Nutzung im Pansen haben.

#### Stabilisierung von Mischrationen

Lipiec, C. (Nürtingen), Jilg, T. (Aulendorf), Theobald, P. (Nürtingen)

In einem 6 wöchigen Versuch mit Crossover-Design wurde die Wirkung eines Zusatzes von Salzen organischer Säuren auf Futtertemperatur, Futteraufnahme und Milchleistung geprüft. Der Versuch wurde im Sommer zwischen dem 8. August und dem 7. Oktober mit 32 Fleckviehkühen durchgeführt.

In der Versuchsration wurden 1,5 kg /Tonne eines Gemisches aus Natriumbenzoat, Kaliumsorbat und Natriumformiat (Silostar TMR) eingemischt.

Tab. 1: Futterrationen

Angaben in kg FM	Kontrollration	Versuchsration
Gerstenstroh	0,5	0,5
Maissilage	15	15
Grassilage	20	20
Rapsextraktionsschrot	3,25	3,25
Getreidemix	3,25	3,25
Biertreber	5	5
Ca-Carbonat	0,08	0,08
Na-Bicarbonat	0,2	0,2
Mineralfutter	0,1	0,1
Silostar TMR		0,075

Tab. 2: Versuchsergebnisse

Parameter		Kontrollration	Versuchsration	Signifikanzniveau
FM-Aufnahme	kg/Tag	49,6	50,2	*
TM-Aufnahme	kg/Tag	22,9	23,2	**
Milchleistung	kg/Tag	31,0	31,7	***
Milchfett	%	4,07	3,97	n.s.
Milcheiweiß	%	3,61	3,61	n.s.
ECM	kg/Tag	27,9	29,3	***

## Weizenqualität – Ausrichtung des Proteingehalts in schweinehaltenden Betrieben

Schäffler, M. (Grub), Lindermayer, H. (Grub), Spiekers, H. (Grub)

#### **Zielsetzung**

Weizen hat eine große Bedeutung in der Schweinefütterung. Die Rohproteingehalte im Weizen schwanken aber stark. Für die Schweinefütterung sind aber nicht der Rohproteingehalt sondern die Aminosäuren und deren Konzentration im Rohprotein entscheidend. Das LfL Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft führt regelmäßig ein Getreidemonitoring bei LfL-Versuchsbetrieben zur Überprüfung der Nährstoff-gehalte und der Futterqualität durch. Im Rahmen des Monitorings wurde der Einfluss der Düngestrategie und des Ertrages auf den Rohproteingehalt und die Konzentration von Aminosäuren z.B. von Lysin untersucht. Mit Hilfe der erfassten Daten wurden Modellkalkulationen für einen Schweinemastbetrieb erstellt. Die Auswirkungen von unterschiedlichen Rohproteingehalten im Weizen auf die Nährstoffausscheidungen und die gesamtbetriebliche Nährstoffflussoptimierung waren dabei von besonderem Interesse.

#### Methode

Bei LfL -Versuchsbetrieben wurden Weizenproben gezogen und die Erträge und die N-Düngung erfasst. Die Nährstoff-/Aminosäurengehalte wurden mit AminoNir im Gruber Labor untersucht. Die Kalkulation der Nährstoffausscheidungen und -flüsse erfolgte mit dem LfL-Futteroptimierungsprogramm ZIFO2.

#### **Ergebnisse**

Die Düngestrategie beeinflusst den Rohprotein- und Lysingehalt stark. Bei hohen Rohproteingehalten sinkt die Lysinkonzentration im Rohprotein. Monitoringproben zweier LfL-Versuchsbetriebe machen dies deutlich (Tab.). Die Modellrechnungen für einen Schweinemastbetrieb zeigen folgendes Bild: Eine stickstoffreduzierte und nährstoffflussoptimierte Fütterung in weizenbetonten Futterrationen ist nur durch Futterweizen mit wenig Rohprotein und höheren Lysinkonzentrationen möglich.

Tab.: Rohproteingehalt (XP) und Lysinkonzentration im Rohprotein in Abhängigkeit von der Düngung von Weizenproben zweier LfL-Versuchsbetriebe (TM 88%)

Betrieb	Düngung N kg/ha	Ertrag dt/ha	XP-Gehalt g/kg	Lysin im XP g/100 g	Lysingehalt g/kg
4	230	86	135	2,46	3,30
6	158	86	100	2,96	2,95

### Variation in water holding and linear buffering capacity of fibre rich feedstuffs

Braach, J. (Wien), Wurzer, G. (Wien), Schedle, K. (Wien), Gierus, M. (Wien)

Dietary fibre is physiologically the part of carbohydrates that is not digested by enzymes of the intestine but partly fermented by the intestinal microflora (hindgut). Hence, dietary fibre consequently crosses nearly the whole gastrointestinal tract. Thereby their physicochemical properties like water holding capacity (WHC) and linear buffering capacity (LBR) can affect the physiological "mode of action" in the gut. The objective was to establish *in vitro* methods to determine the WHC and LBR of a range of fibre rich feedstuffs varying in soluble (SDF) and insoluble (IDF) fibre content. Measurement of LBR was performed by stepwise pH lowering (pH 8 to pH 2) of 1g sample ( $\leq$  1mm) soaked in 100ml distilled water with HCl and final calculation of mEq/g DM per  $\Delta$ pH. WHC was established comparing two methods with 0.25 to 0.5 g of whole sample ( $\leq$  1mm) each, soaked 1) in 10 ml distilled water (24h) and finished by centrifugation (15 min, 5000 rpm); 2) in 10 ml distilled water (24h/ stirring first 2h) in cylinder with no external force influence and additional calculation of swelling properties (SwP). Supernatant was used to calculate WHC [gH<sub>2</sub>O/gDM = ((ml H<sub>2</sub>O / 1000) / initial DM weight) \*1000]. The obtained data (table 1) show the variety of WHC and LBR of fibre rich feedstuffs.

Table 1: Results of WHC (g  $\rm H_2O/g$  DM), SwP (%), LBR and fibre components (g/kg DM) of various feedstuffs.

feedstuff	WHC1	WHC2	SwP	LBR	SDF	IDF	TDF
beet pulp	16.58	18.55	963	5.08	163	474	637
wheat straw	8.43	7.80	52	3.55	15	838	853
rape hulls	5.68	6.25	70	6.58	23	578	601
wheat bran	5.51	5.09	55	5.74	34	579	612
apple pomace	5.19	11.37	550	3.69	146	530	676
spelt hulls I	5.10	5.03	70	4.51	6	866	872
lignocellulose II	4.63	6.30	150	2.44	13	933	945
lupine hulls	4.48	5.93	236	5.64	27	942	968
soybean hulls II	4.38	6.40	263	5.18	70	585	654
sunflower hulls	4.35	5.88	65	4.57	27	871	897
pectin	3.80	6.33	350	6.33	311	416	726
grape pomace, white	3.35	4.42	145	5.24	50	363	413
sorghum bran	2.04	2.90	40	5.09	6	804	810
rice bran	0.22	2.92	33	4.77	0	785	785

The results show a high variation in the physicochemical properties of fibre rich feed. Such measurements may influence the choice of fibre sources in diet formulation.

# Zur Korrelation zwischen der hämagglutinierenden Aktivität und dem Phasingehalt von Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris*) Brugger, D. (Freising), Buffler, M. (Freising), Urban, P. (Freising), Windisch, W. (Freising), Bolduan, C. (Freising)

Phasine gehören zur Gruppe der Phytohämaglutinine. Je nach Sorte können Stangenbohnen (Phaseolus vulgaris) sehr hohe Phasingehalte und damit ein signifikantes toxisches Potential aufweisen. Zur Überprüfung der Lektingehalte in Futtermitteln wird bisher die sogenannte hämaglutinierende Aktivität herangezogen. Hierbei wird ein Titer erhoben, der die geringste Dosis ableitet, die in der Lage ist Erythrozyten in vitro zur Gerinnung zu bringen. Dieses Verfahren hat einige praktische Nachteile und ist im besten Falle nur semi-quantitativ. Bolduan et al. 2016 haben ein ELISA Verfahren optimiert, dass den Phasingehalt in Futtermitteln mit hoher Präzision quantifizieren kann. Vorliegende Untersuchung hatte das Ziel die Korrelation zwischen dem Phasingehalt und der hämaglutinierenden Aktivität in verschiedenen Sorten Stangenbohnen zu ermitteln. Damit sollte ein erster Schritt dahin getan werden, einen spezifischen Grenzwert von Phasinen in Futtermitteln abzuleiten.

Es wurden in 20 Proben von Gartenbohnen die Phasingehalte (Bolduan et al. 2016) und die hämaglutinierende Aktivität (Liener 1954) erhoben.

Es zeigte sich, dass über Bohnensorten hinweg keine direkte Vorhersage des Phasingehaltes über die Hämaglutination (bzw. vice versa) erfolgen kann. Zwar konnte tendenziell zwischen Sorten bestimmter Klassen (<10, 10-40, 40-70 ppm) unterschieden werden, die entsprechenden Regressionsmodelle wiesen jedoch in jedem Fall eine zu geringe Schätzgenauigkeit auf. Ein Vergleich der Differenz zwischen geschätztem und wahrem Phasingehalt zeigte außerdem, dass mit steigender Phasinmenge im Produkt, die Ableitung des Phasingehaltes über die Hämaglutination zu einer stärkeren Unterschätzung der Ist-Gehalte führte. Dies steht in klarem Kontext zu einer früheren Arbeit (Brugger et al. 2017), bei der ähnliche Befunde für die Ableitung des Phasingehaltes über die Trypsininhibitoraktivität publiziert wurden. Damit zeigt sich erneut die große Heterogenität der antinutritiven Fraktion in Stangenbohnen beim Vergleich zwischen Sorten.

Bolduan C, Stäbler R, Buffler M, Windisch W (2016): Untersuchungen zum Gehalt von aktiven Lektinen in Gartenbohnen mittels ELISA. - In: Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen - "Eiweißpflanzen - Strategien und Chancen für Landwirtschaft und Industrie"; ALVA-Jahrestagung 2016, Klagenfurt, 30.-31. Mai 2016; p 314-316. ISSN: 1606-612X

Liener IE (1954): The photometric determination of the hemaglutinating acitivity of soyin and crude soybean extracts. Arch. Biochem. Biophys. 54(1): 223-231.

Brugger D, Buffler M, Windisch W, Bolduan C (2017): Untersuchungen zum antinutritiven Potential von Gartenbohnen (Phaseolus vulgaris). - In: Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), VDLUFA-Schriftenreihe 73/2016, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, pp. 500-507. ISBN: 978-3-941273-23-8

# 

### Aw-Wert und hygienische Qualität von Heu während der Lagerung Freitag, M. (Soest), Korte, S. (Soest), Linnemann, F. (Soest), Laser, H. (Soest)

Die Qualität von Heu wird maßgeblich von seiner hygienischen Beschaffenheit bestimmt. Ein höherer Gehalt an Mikroorganismen ist unerwünscht, da diese Teil des lungengängigen Staubs sind und somit die Tiergesundheit nachhaltig schädigen können. Abgelagertes Heu sollte pro g nicht mehr als 30.106 KbE Bakterien, 200.103 KbE Schimmelpilze und 150.103 KbE Hefen enthalten (VDLUFA 2012). Da Wachstum von Mikroorganismen während der Lagerung maßgeblich von der Verfügbarkeit von Feuchtigkeit bestimmt wird, wurde Heu von zwei unterschiedlichen Weiden (konventionell; extensiv im Naturschutzgebiet) während einer 5wöchigen Lagerung auf die Entwicklung von Restfeuchte, Aw-Wert und mikrobiologische Beschaffenheit untersucht. Aw 0,65 gilt als Grenzwert für Vermehrung von Schimmel.

#### Versuchsdurchführung:

Schnittzeitpunkte der Standorte: intensiv: 10. Juni 2016 extensiv: 8. Juli 2016 Probenahme: Ernte, 1., 2., 3., 5. Woche nach der Ernte, 2 Proben aus jeweils 3 Ballen Parameter: Nährstoffe, Temperatur, Feuchtigkeit, Aw-Wert, Gehalte an Bakterien, Hefen und Schimmel in den einzelnen Ballen (VDLUFA Methodenbuch III, 2012)

Tab. 1: Ballentemperatur (T), Feuchtigkeit (F), Aw-Wert und Gehalte an Bakterien, Hefen und Schimmelpilze im Verlauf der Lagerung ( x aus drei Ballen)

Weideart	Wochen nach Ernte	T °C	F %	Aw- Wert	Bakterien KbE*10 <sup>6</sup> /g	Hefen KbE* 10³/g	Schimmel KbE*10³/g
intensiv	2	23,7	17,3	0,71	21,3	2.944	189,1
	3	22,7	15,5	0,69	13,6	2.607	180,0
	5	21,7	15,6	0,66	16,1	1.733	113,3
extensiv	0	24,7	11,7	0,59	11,6	177	688,0
	2	23,8	11,9	0,63	5,8	150	212,5
	3	25,1	13,5	0,62	2,5	10	283,3
	5	21,9	13,8	0,51	6,9	85	161,7

Die Ballenrestfeuchte variierte zwischen den Messzeitpunkten deutlich. Aw-Werte und Gehalte an Mikroorganismen reduzierten sich im Mittel der 3 Ballen jedes Standorts im Laufe der Lagerung. Bakteriengehalte hatten bereits nach 3 Wochen den geringsten Wert. Stark erhöhte Hefegehalte erreichten auch nach 5 Wochen Lagerung noch nicht ein für die Fütterung unbedenkliches Maß.

# Zusatz von Kupfer-, Zink- und Selen im Mischfutter – Gehalte und Art der Verbindungen

Grünewald, K. (Bad Sassendorf)

Im Hinblick auf die Diskussion über die Höhe von Spurenelementgehalten im Futter (einerseits notwendige Gehalte zur Versorgung, andererseits Begrenzung der Austräge von Schwermetallen) wurden aus einer Stichprobe (n=617) der im Warentest des VFT im Jahr 2015 geprüften Mischfutter die laut Deklarationsunterlagen angegebenen Zusätze der Spurenelemente Kupfer, Zink und Selen gesichtet. Die Höhe der Zusätze sowie die Herkunft (Spurenelementverbindung) wurden erfasst, so dass auch eine Aussage zur Häufigkeit der Verwendung unterschiedlicher Spurenelementquellen u.a. auch organisch gebundener Spurenelemente möglich ist.

22% der Milchleistungsfutter (v.a. solche für den Energie-/Protein-Ausgleich) enthielten keinen Spurenelementzusatz, einzelne andere Futter waren ebenfalls ohne Zusatz. Meist wurden mehrere Spurenelemente ergänzt, seltenen nur ein oder zwei Elemente, dann meist Cu und Se. Bei Schaffutter ist ein Verzicht auf den Kupferzusatz üblich (Empfindlichkeit gegenüber Kupfergehalten oberhalb von 10 mg/kg), auch bei ca. 30 % der Milchleistungsfutter wurde kein Cu ergänzt.

Organisch gebundene Spurenelemente wurden nur bei ca. 13 % der Futter eingesetzt, meistens in Mischung mit anorganischen Quellen. Der Anteil organisch geb. Spurenelemente lag zwischen 4 und 100% der zugesetzten Menge.

Tab. 1: Deklarierte Zusätze an Kupfer, Zink und Selen im Mischfutter bzw. Zahl der Futter mit organisch gebundenen Spurenelementen

		Kupfe	er Zusatz	Zink Zusatz		Sele	n Zusatz	org.
Futter für		Ø	Spanne	Ø	Spanne	Ø	Spanne	Sp.1)
	n	mg	/ kg	mg	/ kg	mg	/ kg	n
Ferkel	64	145,1	13-170	98,0	50-150	0,38	0,25-0,5	17
Mastschweine	80	14,6	8-150	79,1	12-120	0,34	0,2-0,5	11
Sauen	65	12,9	8-18	93,3	48-125	0,35	0,24-0,5	30
Legehennen °	58	10,2	3-37	64,2	5-150	0,28	0,1-1	3
Milchkühe *	177	13,1	1,8-50	52,1	11-263	0,39	0,07-1,3	0
Mastrinder *	14	21,8	10-42	93,0	11-247	0,54	0,26-1,5	0
Kälber *	29	15,0	4-47	77,2	30-167	0,42	0,2-1	2
Schafe *	39	0		52,1	22-100	0,5	0,1-2	0
Pferde *	34	26,7	8-84	121,3	15-295	0,44	0,2-1	4

Zusatz organisch gebundener Spurenelemente;  $\,^{\circ}$  incl. Ergänzungsfutter (EF);  $\,^{*}$  EF

#### Übersicht zu den Ergebnissen der Gras- und Maissilagequalität des Erntejahres 2016 im Bundesgebiet

Leberl, P. (Stuttgart), Bonsels, T. (Kassel), Dunker, M. (Rostock), Fritz, M. (Oldenburg), Pries, M. (Münster), Richardt, W. (Lichtenwalde), Sauer, N. (Speyer), Schuster, M. (Grub)

Die Nährstoff- und Mineralstoffgehalte im Grundfutter, welches den Hauptanteil der meisten Wiederkäuerrationen ausmacht, unterliegen hohen Schwankungen. Ursache hierfür sind eine Vielzahl von Einflussfaktoren wie z.B. Bestandszusammensetzung, Düngung, Schnittzeitpunkt, Sortenwahl und Siliermanagement, weshalb für eine bedarfsund nährstoffangepasste Fütterung eine betriebsindividuelle Laboranalyse des Grundfutters zu empfehlen ist.

Die im Arbeitskreis Grundfutter der Fachgruppe Futtermitteluntersuchung des VDLUFA organisierten Labore sind deutschlandweit lokalisiert. Eine gemeinsame Übersicht der in den einzelnen Laboren ermittelten Untersuchungsergebnisse (Mittelwert, Standardabweichung, Spannbreite) wurde für die Nährstoff-, Energie- und Mineralstoffgehalte bei Gras- und Maissilagen des Erntejahres 2016 vorgenommen.

Tab. 1: Mittlere Nährstoff- und Energiegehalte in Grassilagen des 1. Schnittes 2016\*

	n	TS	XA	XP	XL	XF	ADFom	aNDFom	Gb	NEL	nXP
LMS LUFA Rostock	370	368	79	162	32	247	307	551	46,0	5,9	134
LUFA Nord-West	4389	355	99	148		266	303	497	46,0	5,9	132
LUFA NRW	476	389	97	145	35	248	285	443	49,9	6,2	135
LHL Kassel	337	385	96	161	37	238	277	466	52,6	6,5	142
LUFA Speyer	1560	356	99	145	35	249	289	468	47,4	6,0	132
LfL Bayern	4284	348	93	161	40	231	285	443	48,0	6,4	138
LKSmbH Sachsen	1870	347	85	146	35	254	278	435	46,7	6,1	137

<sup>\*</sup>TS, XA, XP, XL, XF, ADFom, aNDFom und nXP in g/kg TM, Gb in ml/200mg TM, NEL in MJ/kg TM

Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Ergebnisse für Grassilagen des 1. Schnittes 2016 mit deutlichen Unterschieden zwischen den einzelnen Laboren. Während im Norden und Osten witterungsbedingt oftmals erst ein späterer Schnittzeitpunkt möglich war (NEL 5,9-6,1 MJ/kg TM), konnten im Süden sowie in Hessen vielfach qualitativ hochwertige Silagen (NEL 6,4 bzw. 6,5 MJ/kg TM) produziert werden.

Die mittleren Nährstoff- und Energiegehalte der Maissilagen liegen auf einem sehr einheitlichen Niveau zwischen den einzelnen Laboren mit 191-212 g XF/kg TM, 310-326 g XS/kg TM sowie 6,7-6,8 MJ NEL/kg TM und 130-133 g nXP/kg TM. Die Schwankungsbreite der einzelnen Untersuchungsparameter in den jeweiligen Laboren fällt dagegen beträchtlich aus.

# Untersuchungen zum Schwermetallgehalt von Schafweideflächen im Hinblick auf Nutzungsform/-intensität und Naturschutzrelevanz

Hrenn H. (Stuttgart), Leberl P. (Stuttgart)

Schafbeweidung leistet einen wichtigen Beitrag für den Naturschutz und die Landschaftspflege insbesondere durch die Nutzung extensiver Weideflächen. Bisher liegen zur Schwermetallbelastung solcher Flächen kaum Daten vor.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden in 147 Grünlandaufwüchsen von 34 Weidestandorten (davon 23 Flächen mit Naturschutzvorgaben) in Baden-Württemberg die Gehalte der Schwermetalle Arsen (As), Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd) und Blei (Pb) bestimmt. Dazu wurden die Proben mittels mikrowellenbeheiztem Druckaufschluss mit HNO<sub>3</sub> aufgeschlossen und die Gehalte in Anlehnung an VDLUFA MB VII 2.2.2.5 (2007) mittels ICP-MS ermittelt. Zusätzlich wurde eine Differenzierung der Weideflächen hinsichtlich der Nutzungsform (Hütehaltung (n=12), Koppelhaltung (n=6)) vorgenommen.

Tab. 1: Bandbreite an ausgewählten Schwermetallgehalten verschiedener Weidestandorte

	As [mg/kg TS]	Hg [mg/kg TS]	Cd [mg/kg TS]	Pb [mg/kg TS]
Weide <b>mit</b> Naturschutz- relevanz (n=23)	n.b.** – 0,63	n.b.***	n.b.** – 0,73	0,09 – 2,6
Weide <b>ohne</b> Naturschutz- relevanz (n=11)	n.b.**- 0,68	n.b.***	n.b.** – 0,51	0,10 – 2,5
Höchstgehalte* (auf 88 % TS)	2	0,1	1	30

<sup>\*</sup>Höchstgehalte gemäß RL 2002/32/EG zuletzt geändert durch VO (EU) Nr. 186/2015

Die Ergebnisse (s. Tab. 1) liegen bei Hg für alle Proben unter der Bestimmungsgrenze von 0,04 mg/kg und bei As und Cd im Bereich von nicht bestimmbar (< 0,05 mg/kg) bis etwa 0,7 bzw. 0,5 mg/kg. Im Fall von Pb wurden etwas höhere Werte bestimmt (ca. 0,1 - 2,6 mg/kg). Bei der Differenzierung nach Nutzungsform bzw. -intensität ergaben sich sehr ähnliche Gehaltsbereiche. Insgesamt wurden bei keiner der vorliegenden Proben Überschreitungen der gesetzlichen Höchstgehalte an den untersuchten unerwünschten Stoffen für pflanzliche Futtermittelausgangserzeugnisse festgestellt.

<sup>\*\*</sup> nicht bestimmbar, < 0,05 mg/kg

<sup>\*\*\*</sup> nicht bestimmbar, < 0,04 mg/kg

Einfluss der Substratkontamination mit Mykotoxinen, Schwermetallen und Pestiziden auf die Wachstumsleistung und Zusammensetzung der schwarzen Soldatenfliegenlarven (*Hermetia illucens*)

Axmann, S. (Linz), Purschke, B. (Wien), Scheibelberger, R. (Wien), Adler, A. (Linz), Strnad, I. (Linz), Jäger, H. (Wien)

Essbare Insekten werden als alternative und nachhaltige Quelle für qualitativ hochwertige, tierische Proteine und Fette für die Fütterung von Nutztieren oder die direkte menschliche Ernährung diskutiert. Bei der Herstellung von Insekten ist die Substratqualität ein wichtiger Parameter, um einen optimalen Insektenbiomassegewinn sowie die Sicherheit von Futter- und Lebensmitteln, die aus kommerziell gezüchteten Insekten gewonnen werden, zu gewährleisten. Daher wurde der Einfluss eines realistischen Substratkontaminationsszenarios auf die Wachstumsleistung und das Akkumulationsverhalten der schwarzen Soldatenfliegenlarven (BSFL, Hermetia illucens) untersucht. Die Larven wurden unter definierten Zuchtbedingungen auf drei mit Schwermetallen, Mykotoxinen bzw. Pestiziden kontaminierten Substraten ausgesetzt. Das Ausmaß der Schadstoff-Bioakkumulation im Larvengewebe sowie die Auswirkung auf das Wachstum wurde analysiert. Es konnte gezeigt werden, dass das mit Schwermetallen kontaminierte Substrat das Larvenwachstum negativ beeinträchtigt. Cadmium- und Bleiakkumulationsfaktoren von 9 bzw. 2 wurden bestimmt, während die Konzentration der anderen getesteten Schwermetalle in den Larven unterhalb der Ausgangssubstratkonzentration blieb. Mykotoxine und Pestizide wurden dagegen weder im Larvengewebe akkumuliert noch wurde das Wachstum der Larven im Vergleich zur Kontrolle signifikant beeinflusst. Die Verwendung von BSFL zur Fütterung mit Nutztieren erfordert eine Kontaminationsüberwachung - insbesondere für Cadmium und Blei - im Substrat sowie in Futtermitteln hergestellt aus BSFL, um die Futter- und Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten.

#### Ersatz von Körnermais durch Körnerhirse in der Ferkelaufzucht

Wetscherek, W. (Wien), Wetscherek-Seipelt, G. (Wien), Puntigam, R. (Wien)

Im Rahmen des vorliegenden Fütterungsversuches wurden 48 Ferkel (F1 Kreuzungstiere der Rassen Weißes Edelschwein x Pietrain) ausgewählt und den vier Gruppen zugeteilt. Dabei wurde auf eine gleichmäßige Verteilung von Geschlecht, Wurf und Gewicht aller Ferkel geachtet. Jeweils 6 Tiere pro Box wurden in einem vollklimatisierten Stall mit Teilspaltenboden gehalten sowie mit mehligen Futtermischungen über Futterautomaten ad libitum versorgt. Der Einsatz der Körnerhirse in den 4 Versuchsfuttermischungen wurde von 0, über 30 bzw. 50 auf 70% gesteigert. Der Versuch begann am 42. Lebenstag mit einem Lebendgewicht von 11,5 kg und endete nach 36 Versuchstagen mit 32,5 kg.

Nach zwei Versuchswochen wurde je ein Tier der Gruppe 2 und 4 auf Grund von Ödemerkrankungen vorzeitig aus dem Versuch genommen. Alle weiteren Tiere wiesen einen sehr guten Gesundheitsstatus auf und benötigten keine medizinischen Behandlungen.

Wie in der Tabelle 1 dargestellt unterschieden sich die vier Gruppen in den Leistungen nur geringfügig und erreichten sehr gute Tageszuwächse. Der Hirseeinsatz führte zu keiner geschmacklichen Beeinträchtigung der Futtermischung was durch die gleiche Futteraufnahme bestätigt werden konnte. Auch die Futterverwertung unterschied sich zwischen den Gruppen nur geringfügig.

Tabelle 1: Ergebnisse der Aufzuchtleistung

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	SEM	P-Wert
Hirseeinsatz, %	0	30	50	70		
Lebendmasse, kg						
Versuchsbeginn	11,55	11,30	11,45	11,14	0,19	0,8823
2. Versuchswoche	19,19	18,80	19,00	18,27	0,29	0,7323
Versuchsende	33,18	32,51	32,43	32,07	0,50	0,8991
Tageszuwachs, g						
1.+2. Woche	510	500	503	476	13	0,8406
35. Woche	666	653	639	657	15	0,9457
15. Woche	601	589	583	582	13	0,9516
Futteraufwand, kg	1,71	1,67	1,60	1,67		

#### Ersatz von Körnermais durch Körnerhirse in der Schweinemast

Wetscherek, W. (Wien), Wetscherek-Seipelt, G. (Wien), Puntigam, R. (Wien)

Im Rahmen des vorliegenden Fütterungsversuches wurden 48 Ferkel (F1 Kreuzungstiere der Rassen Weißes Edelschwein x Pietrain) ausgewählt und den vier Gruppen zugeteilt. Dabei wurde auf eine gleichmäßige Verteilung von Geschlecht, Wurf und Gewicht aller Ferkel geachtet. Jeweils 6 Tiere pro Box wurden in einem vollklimatisierten Stall mit Teilspaltenboden gehalten sowie mit mehligen Futtermischungen über Futterautomaten ad libitum versorgt. Der Einsatz der Körnerhirse in den 4 Versuchsfuttermischungen wurde von 0, über 30 bzw. 50 auf 70% gesteigert. Der Versuch begann am 42. Lebenstag mit einem Lebendgewicht von 11,5 kg und endete nach 36 Versuchstagen mit 32,5 kg.

Nach zwei Versuchswochen wurde je ein Tier der Gruppe 2 und 4 auf Grund von Ödemerkrankungen vorzeitig aus dem Versuch genommen. Alle weiteren Tiere wiesen einen sehr guten Gesundheitsstatus auf und benötigten keine medizinischen Behandlungen.

Wie in der Tabelle 1 dargestellt unterschieden sich die vier Gruppen in den Leistungen nur geringfügig und erreichten sehr gute Tageszuwächse. Der Hirseeinsatz führte zu keiner geschmacklichen Beeinträchtigung der Futtermischung was durch die gleiche Futteraufnahme bestätigt werden konnte. Auch die Futterverwertung unterschied sich zwischen den Gruppen nur geringfügig.

Tabelle 1: Ergebnisse der Aufzuchtleistung

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	SEM	P-Wert
Hirseeinsatz, %	0	30	50	70		
Lebendmasse, kg						
Versuchsbeginn	11,55	11,30	11,45	11,14	0,19	0,8823
2. Versuchswoche	19,19	18,80	19,00	18,27	0,29	0,7323
Versuchsende	33,18	32,51	32,43	32,07	0,50	0,8991
Tageszuwachs, g						
1.+2. Woche	510	500	503	476	13	0,8406
35. Woche	666	653	639	657	15	0,9457
15. Woche	601	589	583	582	13	0,9516
Futteraufwand, kg	1,71	1,67	1,60	1,67		

#### Intensive Expanderbehandlung von Mais: Einfluss auf den Gehalt an Vitamin E und die antioxidative Kapazität im Brustmuskel von Broilern

Puntigam, R. (Wien), Wanzenböck, E. (Wien), Schwarz, C. (Wien), Schedle, K. (Wien), Gierus, M. (Wien)

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurden die Auswirkungen einer intensiven Expanderbehandlung (ca. 45kWh/t) der Einzelkomponente Mais zur Steigerung des Gehaltes an umsetzbaren Energie (ME) auf den Gehalt an Vitamin E und der antioxidativen Kapazität im Brustmuskel von Broilern untersucht. Hierfür wurden 288 Eintagsküken (44 ± 0,16g; Ross 308) den 3 Versuchsgruppen (16 Tiere/Box; 6 Wiederholungen) zugewiesen, wobei konventionell getrockneter Mais (C) quantitativ durch kurzzeitkonditionierten und expandierten (SC) bzw. landzeitkonditionierten und expandierten (LC) Mais derselben Herkunft ersetzt wurde. Nach dem Mischen mit weiteren Rationskomponenten wurden die Rationen mehlig ad libitum vorgelegt. Nach einer 35 tägigen praxisüblichen 3 Phasenmast (Starter: d1-8: 12,35 MJ/kg AME<sub>N</sub>, 22% XP; Grower: d9-22: 12,80 MJ/ kg AME<sub>N</sub>, 21% XP; Finisher: d23-35: 12,70 MJ/kg AME<sub>N</sub>, 20% XP) wurden von 36 repräsentativen Tieren bei der Schlachtung Brustfleischproben gezogen. Anschließend wurde der Gehalt an Vitamin E sowie die gesamte antioxidative Kapazität mittels ABTS und DPPH der Mais- und Brustfleischproben untersucht. Es konnte nachgewiesen werden (Tabelle 1), dass eine intensive Expanderbehandlung von Mais in einer deutlichen Reduktion von Vitamin E resultiert, welche die gesamte antioxidative Kapazität der Brustfleischproben negativ beeinträchtigt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Mais- und Brustfleischproben

Parameter	С	SC	LC	SEM	p-Wert
Mais (/kg Trockenmasse)					
α Tocopherol, mg	8,61	4,02	3,61	-	-
ช Tocopherol, mg	43,59	17,65	16,51	-	-
δ Tocopherol, mg	5,59	3,69	3,51	-	-
ABTS, mmol	13,77	19,63	18,50		
DPPH, mmol	11,32	11,90	11,28	-	-
	Bru	stfleisch (/kg	g Trockenma	sse)	
α Tocopherol, mg	33,41ª	27,42 <sup>b</sup>	28,90 <sup>b</sup>	0,89	0,0120
ช Tocopherol, mg	3,19 <sup>(a)</sup>	2,77 <sup>(b)</sup>	3,20 <sup>(a)</sup>	0,08	0,0595
ABTS, mmol	38,43	37,00	38,10	1,18	0,8824
DPPH, mmol	22,24ª	18,20 <sup>b</sup>	18,76 <sup>b</sup>	0,61	0,0085

Auf Basis gezeigter Ergebnisse kann darauf verwiesen werden, dass beim Einsatz derartig intensiver Expanderbehandlungen Vitamin E supplementiert werden sollte.

# 

#### Einfluss der Konfektion auf die Futteraufnahme von Kälbern

Freitag, M. (Soest), Hünnies, C. (Soest)

Für ein optimales Färsenwachstum ist eine gute Pansenentwicklung schon während der Tränkephase essenziell. Dies wird durch entsprechende Grob- und Kraftfutteraufnahme erreicht. Beim Absetzen sollten Kälber mindestens 1,5 kg Kraftfutter aufnehmen. Ob Futter in Form von Pellets oder von Müsli von den Kälbern präferiert wird, wird kontrovers diskutiert. Dies wurde in zwei Versuchsansätzen überprüft. Pellets und Müsli wurden jeweils vom selben Hersteller bezogen, um die Futterqualität möglichst gleich zu halten. Insgesamt wurde Futter von drei Herstellen bezogen. In allen Gruppen fand zuvor eine Adaptation an beide Futter statt.

**V 1:** 8 Kälber (2-6 Wo.) in einer Gruppe, MAT Tränke ansteigend 5,5 bis 7 l/Tag (145 bis 165 g/l), Müsli und Pellets ad lib. im täglichen Wechsel

**V 2:** 2 Gruppen: a) 6 Kälber (4 bis 14 Wo.), b) 7 Kälber (1,5 – 5 Wo.), Wahlversuch durch zeitgleiches Angebot von Pellets und Müsli ad lib.; Milchtränke wie in V 1

Tab 1: Aufnahme von M(üsli) und P(ellets) (g/Tier/d) bei täglichem Wechsel (V1)

				•	,					-
Tag	1/2	3/4	5/6	7/8	9/10	11/12	13/14	15/16	17/18	19/20
M	171	214	232	250	369	236	250	385	460	487
Р	336	359	408	451	478	500	660	744	694	750

Tab. 2: Aufnahme von M(üsli) und P(ellets) (g/Tier/d) im Wahlversuch (V2)

Futter					Versuc	hstag					
ruttei		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
•	M	793	676	777	1000	1070	987	802	687	746	798
а	Р	825	1162	1332	1625	1631	1648	1808	2362	1798	1325
<b>L</b>	M	24	72	78	71	46	100	0	64	14	103
b	Р	71	108	113	106	91	148	111	77	72	117

In allen drei Versuchsansätzen mit Futtermitteln von drei unterschiedlichen Herstellern wurden in jedem Fall mehr Pellets aufgenommen, unabhängig von der Altersstufe. Damit sind Pellets offensichtlich attraktiver für Kälber.

# THE KIND OF SHALL

# Einfluss eines Rationswechsels von einer silage- und kraftfutterbasierten auf eine weidebetonte Fütterung im Frühjahr auf die Leistung und den Metabolismus von Milchkühen

Hartwiger, J. (Braunschweig), Schären, M. (Braunschweig), Meyer, U. (Braunschweig), Albers, D. (Oldenburg), Breves, G. (Hannover), Dänicke, S. (Braunschweig)

Ein im Jahr 2014 durchgeführter Versuch hat gezeigt, dass es bei einem schrittweisen Übergang von Stall- zur Weidehaltung (Kurzrasenweide & 1,75 Kraftfutter (KF)/Tag), und dem damit verbundenen Rationswechsel, zu einem vorübergehenden Energiedefizit kommt, welches sich im Konditionsverlust der Tiere und einem Absinken der Milchleistung äußert. Hervorgerufen wird dies durch eine verminderte T-Aufnahme, verbunden mit einer wahrscheinlich erhöhten Bewegungsaktivität zur Futterakquise (Schären et al., 2016 a,b). Darauf aufbauend sollte in einem zweiten Projekt untersucht werden, in wie weit der Rationswechsel durch die Wahl eines anderen Weidesystems (Umtriebsweide) mit erhöhter KF-Gabe (4,5 kg (T)) kontinuierlicher gestaltet werden kann. Der Versuch lief über 12 Wochen, eingeteilt in drei Phasen (Stall, Übergang, Vollweide): Woche (w) 0-1: TMR, w2: TMR & 3 h Weide, w3-4: TMR & 12 h Weide, w5-11: Weide & KF. Blutbild, BCS und Milchmenge sowie -inhaltsstoffe wurden wöchentlich erfasst. In w0, 6 & 11 wurden die Fettdepots und der Leberfettgehalt bestimmt. Die T-Aufnahme wurde mittels n-Alkan-Methode in w6, 7 & 9 erfasst. Unter Einsatz von Wiederkausensoren und Pedometern (RumiWatch® (5 Halfter, 4 Pedometer), Liestal, Schweiz) wurde das Fress- und Wiederkauverhalten sowie die effektive Aktivität wöchentlich aufgezeichnet.

Wie auch schon im ersten Projekt war eine Veränderung der Lebendmasse mit Beginn der Umstellungsphase zu beobachten (620 kg->579 kg), die jedoch ab der dritten Woche unter Vollweidebedingungen erneut anstieg (615 kg). Eine kontinuierliche BCS-Abnahme wie im vorangegangen Versuch konnte hingegen nicht beobachtet werden. Die Abnahme der Milchleistung verhielt sich in beiden Versuchen ähnlich. Mit Beginn der Umstellungsphase bis zum Versuchsende verringerte sich die Leistung um 4 kg. Der Milchfettgehalt stieg mit Beginn der Umstellungsphase zunächst an und sank unter Vollweidebedingungen ab (jedoch nicht unter das Ausgangsniveau). Ergebnisse die evtl. zeigen in wie weit ein Energiedefizit (klin. Chemie) vorlag und ob eine Fettmobilisierung zum Anstieg des Milchfettgehalts geführt hat stehen noch aus. Wie schon im ersten Versuch vermutet, stieg die Tieraktivität mit der Umstellung um ein 4-faches an, was sich auch im Blut durch einen steigenden Hämatokritwert wiederspiegelt. Die erhöhte Tieraktivität steht im direkten Zusammenhang mit der Futterakquise (steigende Fresszeit) und zunächst sinkenden Wiederkauzeit.

Die ersten Ergebnisse zeigen, in wie weit ein anderes Weidesystem und unterschiedliche KF-Gaben Einfluss auf den Metabolismus und die Leistung der Tiere nehmen.

#### Literatur:

(a) M. Schären, S. Jostmeier, S. Ruesink, L. Hüther, J. Frahm, M. Bulang, U. Meyer, J. Rehage, J. Isselstein, G. Breves, and S. Dänicke; The Effects of a Ration Change from a Total Mixed Ration to Pasture on Health and Production of Dairy Cows; Journal of Dairy Science Volume 99, No. 2, 2016, Pages 1183–1200

(b) M. Schären, G. M. Seyfang, H. Steingass, K. Dieho, J. Dijkstra, L. Hüther, J. Frahm, A. Beineke, D. von Soosten, U. Meyer, G. Breves, and S. Dänicke; The Effects of a Ration Change from a Total Mixed Ration to Pasture on Rumen Fermentation, Volatile Fatty Acid Absorption Characteristics and Morphology of Dairy Cows; Jounal of Dairy Science, Volume 99 No. 5, 2016, Pages 3549-3565

Pilotuntersuchungen zur Ausscheidung und Anreicherung von nichtdioxinähnlichen Polychlorierten Biphenylen (ndl-PCB) bei Milchkühen Schulz, K. (Berlin), Spolders, M. (Berlin), Schafft, H. (Berlin), Lochotzke, H. (Berlin), Lüth, A. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin)

**Einleitung:** Polychlorierte Biphenyle wurden bis in die 80iger Jahre als Industrie-chemikalien hergestellt und sind aufgrund ihrer Persistenz bis heute in der Umwelt nachweisbar. Nach Angaben der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA, 2012) liegt die mittlere Exposition gegenüber ndl-PCB beim Menschen zwischen 4,3 und 25,7 ng/kg Körpergewicht und Tag. Fisch, Fleisch und Milchprodukte tragen am stärksten zur Exposition bei.

Zielstellung: Das parallele Monitoring des Ausscheidungsverhaltens in der Milch und der Verlauf der Gehalte im Blut dient der Planung systematischer Versuche zur Bestimmung der Toxikokinetik ausgewählter ndl-PCB-Kongenere beim laktierenden Wiederkäuer. Aus tierexperimentell erhobenen Daten werden am BfR mit Hilfe digitaler Werkzeuge computergestützte Tools entwickelt, die insbesondere für das Risikomanagement einen Beitrag zur schnelleren Abklärung der Frage leisten sollen, welche gesundheitlichen Risiken für den Menschen von solchen Kontaminationen ausgehen.

Versuchsdesign: Der Pilotversuch wurde mit drei laktierenden Milchkühen durchgeführt, welche aufgrund einer unbekannten Exposition ndl-PCB-Gehalte von 156, 167 und 606 ng/g Fett mit der Milch ausschieden. Seit Beginn der Probennahme (Milch, Blut) befinden sich die Tiere auf dem Versuchsgut des BfR und werden unter kontrollierbaren Bedingungen gehalten. Post partum wurden zwei Kälber über einen Zeitraum von 12 Wochen mit Muttermilch ernährt. Ziel war - neben der Erfassung von Daten zum Ausscheidungsverhalten - erste Ergebnisse zum Transfer ausgewählter ndl-PCB-Kongenere (PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180) über die Milch auf das Kalb zu generieren. Nach Tötung der Tiere wurden zur Bestimmung der Anreicherung von ndl-PCB in tierischen Geweben Fett-, Fleisch- und Leberproben sowohl bei den Kühen als auch bei den Kälbern entnommen.

**Quelle:** EFSA, European Food Safety Authority. "Update of the Monitoring of Levels of Dioxins and PCBs in Food and Feed." EFSA Journal 2012;10(7):2832

# AIZ STATE OF STATE OF

# Analyse des Einflusses verschiedener Fütterungsstrategien auf die Umweltwirkung der Schweinefleischproduktion mit dem Life Cycle Analyse-Manager "AgBalanceTM Livestock"

Günther, C. (Lampertheim), Feuerstein, D. (Lampertheim), Challand, N. (Lampertheim), Schneider, S. (Grub)

Schweinefleisch ist das Produkt einer stark verflochtenen und interagierenden Wertschöpfungskette- beginnend mit dem Futtermittelanbau, über die Herstellung von Mischfutter bis zu seiner Veredelung zu tierischen Produkten und dem damit verbundenen-Güllemanagement und schließlich der Schlachtung. Ag Balance TM Livestock nutzt die Life Cycle Analyse (LCA) zur Analyse der Umweltwirkungder Schweinefleischproduktion. Die Produktion und Verarbeitung der eingesetzten Futtermittel sowie die verwendeten Fütterungsregime beeinflussen die Umweltwirkungvon Schweinefleisch wesentlich. Mit Hilfe dieses Analysewerkzeugs wird esmöglich Fütterungsstrategien zu bewerten und hinsichtlich ihrer ökologischen Konsequenzenzu optimieren und insbesondere die unerwünschten Emissionen zu reduzieren. So weist z. B. eine sechsphasige gegenüber einer dreiphasigen Fütterungsstrategiefür die Mast von 8–118 kg Lebendmasse eine um 14% geringere aggregierte Umweltwirkung auf (Tab. 1).

Tab. 1: Umweltwirkungen verschiedener Fütterungsstrategien auf die Schweinefleischproduktion

Parameter	Umweltwirkung der Fütterungsstrategie, %			
	dreiphasig	sechsphasig		
Aggregierte Umweltwirkung	100	86,0		
Wasserverbrauch	100	72,4		
Eutrophierung	100	88,4		
Treibhausgasemission	100	83,9		
N-Emission	100	85,0		
P-Emission	100	76,4		

Durch die AgBalanceTM Livestock Analyse der gesamten Wertschöpfungskette der Schweinefleischproduktion werden die einzelnen Einflussgrößen hinsichtlich ihrer Umweltwirkung transparent. Dies ermöglicht ein nachhaltigeres und umweltfreundlicheres Schweinefleisch bereitzustellen.

# Gesundheitsmonitoring bei Kühen durch automatische Messung von Aktivität und Rumination

Koch, C. (Münchweiler an der Alsenz), Herold, J. (Gießen), Hoy, S. (Gießen)

Das Ziel unserer Untersuchungen bestand darin, mögliche Auswirkungen von Erkrankungen auf die automatisch gemessene Rumination und Aktivität nachzuweisen.

Die Datenerhebung fand auf drei Betrieben (zwischen 100 und 200 Kühe der Rasse Deutsche Holstein) in einem Zeitraum von ca. 2 Jahren statt. Insgesamt konnten 287 Behandlungen ausgewertet werden, wobei jeweils 5 Tage vor und nach einer aufgetretenen Erkrankung (= Behandlung) analysiert wurden, um Veränderungen im Wiederkau- und Bewegungsverhalten erkennen zu können. Insgesamt wurden 287 Behandlungen x 11 Tage = 3.157 Ruminations- und Aktivitätsdaten erfasst. In zwei Betrieben wurde SCR Heatime® HR und in einem Betrieb in Kombination mit dem Melkroboter das System Qwes HR (Lely) zur Erfassung von Wiederkaudauer und Aktivität eingesetzt. Da es verschiedene Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen gibt, wurden die Einzelerkrankungen, die vom Betriebsleiter, Herdenmanager oder Tierarzt behandelt und dokumentiert wurden, zu den Erkrankungskomplexen Klauenerkrankungen, Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsstörungen sowie Mastitis zusammengefasst.

Stoffwechselstörungen können durch die Veränderungen der Wiederkau- und der Bewegungsaktivität ca. 3-4 Tage vor der Behandlung erkannt werden. Stoffwechselkranke Kühe zeigten den deutlichsten Rückgang der täglichen Wiederkauaktivität. Über einen Zeitraum von 5 Tagen sank die Wiederkaudauer um etwa 3,5 Stunden täglich, von 450 min/d (Tag -5) auf 253 min/d (Tag -1). Das weist auf eine starke Beeinträchtigung der Tiere durch diese Erkrankungen hin. Die frühzeitige automatische Erkennung dieser Krankheiten sollte möglich sein.

Klauenerkrankte Kühe zeigten ab dem Tag 3 vor der Behandlung einen Rückgang der Wiederkauaktivität um bis zu 51 min im Mittel. Am Tag der Behandlung (= Tag 0) begann die Wiederkaudauer bereits wieder zu steigen. Klauenkranke Kühe hatten über den gesamten 11-tägigen Auswertungszeitraum die geringste Bewegungsaktivität, allerdings muss für die Früherkennung ein längerer Zeitraum analysiert werden.

Fruchtbarkeitsstörungen und Mastitis-Erkrankungen können weder durch die automatische Messung der Wiederkaudauer noch durch die der Aktivität erkannt werden, sofern die Erkrankungen nicht zu einer drastischen Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens (wie z.B. bei einer E. coli-Mastitis) führen.

#### Einflussfaktoren auf Nutzungsdauer, sowie Leistungs-, Fruchtbarkeitsund Gesundheitsparameter bei Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein

Kunz, N. (Trier), Brandt, H. (Gießen), König, S. (Gießen), Koch, C. (Münchweiler an der Alsenz)

In den letzten Jahrzehnten wurde die jährliche Milchleistung von Kühen der Rasse Deutsche Holstein in Deutschland kontinuierlich gesteigert. So lag die durchschnittliche Milchleistung aller MLP-Kühe bei 8.453 kg Milch in 2015 (ADR, 2016). Diese Leistungssteigerungen gehen mit einem verbesserten Management auf den Betrieben, mit einer verbesserten Tiergesundheit sowie mit einer ständigen Weiterentwicklung der Tierzucht, wie z. B. die Nutzung der Genotypisierung einher. Da die genannten Milchleistungssteigerungen in der öffentlichen sowie gesellschaftlichen Wahrnehmung sehr unterschiedlich und kritisch diskutiert werden, war das Ziel der vorliegenden Studie, Daten von einer Vielzahl von Milchkühen aus Deutschland in Hinblick auf deren Nutzungsdauer, Leistungs-, Fruchtbarkeits- und Gesundheitsmerkmale zu erfassen und auszuwerten.

In der vorliegenden Arbeit wurden Daten von > 450.000 Kühen der Rasse Deutsche Holstein aus ca. 1.600 rheinland-pfälzischen und saarländischen Betrieben aus der Milchleistungsprüfung der Jahre 2012 - 2015 ausgewertet. Diese wurden im Hinblick auf die Nutzungsdauer und 16 weitere Leistungs-, Fruchtbarkeits- und Gesundheitsmerkmale eingeteilt. Die einzelnen Parameter wurden in den Jahren 2012 bis 2015, in vier Herdengrößenklassen und in sieben verschiedenen Herdenleistungsklassen miteinander verglichen. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Statistics 20.

Die größten Betriebe (≥ 151 Kühe je Betrieb) erzielten die höchsten Lebenstagsleistungen (11,4 kg/Tier/Lebenstag). Die Betriebe mit der höchsten durchschnittlichen Milchleistung je Kuh und Jahr (≥ 10.001 kg/Kuh/Jahr) erzielten die höchste durchschnittliche Lebenstagsleistung (12,7 kg/Kuh/Lebenstag) sowie die höchste Lebensleistung (30.848 kg) aller Tiere. Das Erstkalbealter, die Zellzahl und die Merzungsrate waren in den größeren Betrieben und in denen mit den höheren Herdenleistungen am niedrigsten und die Abkalberate sowie der Besamungsindex am höchsten. Bei der Nutzungsdauer schnitten die mittelgroßen Betriebe und jene mit mittleren Herdenleistungsniveaus am schlechtesten ab. Die Kälberverluste und die Totgeburtenrate waren in größeren Betrieben am höchsten, in den Betrieben mit höchsten Herdenleistungen jedoch am geringsten. Insgesamt ließ die Klasse der Betriebe mit den höchsten Herdendurchschnittsleistungen die besten Ergebnisse in den meisten Fruchtbarkeits-, Gesundheits- und Leistungsmerkmalen und eine hohe Nutzungsdauer erkennen.

# Trächtigkeitsdiagnose über die Milch: Nutzen und Zuverlässigkeit des PAG-Tests in der Praxis

Rieder, J. (München), Adriany, A. (München), Sprengel, D. (München), Schmidt, E. (Freising)

Anhand eines neuen auf antikörperbasierenden Verfahrens können anhand von Stoffwechselprodukten, welche nur während der Trächtigkeit gebildet werden, Aussagen über den Trächtigkeitsstatus beim Rind gemacht werden (KLEEN 2013). Die sogenannten PAGs (Pregnancy associated glycoproteins) sind spezielle Eiweißbaustoffe, die ab dem 28. Trächtigkeitstag bei Rindern über die Milch nachweisbar sind (HAUGEJORDEN et al. 2006). Dieser Test wird seit Oktober 2014 vom Milchprüfring Bayern in Zusammenarbeit mit dem Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV Bayern) in der Praxis angeboten.

Ziel der Arbeit war es, den bisherigen Nutzen des PAG-Tests zu analysieren. Dabei lag der Fokus darin, die Zuverlässigkeit des PAG-Tests anhand verschiedener Auswertungen zu beurteilen. Abschließend konnten Optimierungsvorschläge für das LKV Bayern, sowie Verbesserungsvorschläge für den Landwirt angeboten werden.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass der PAG-Test ein vielversprechendes labordiagnostisches Verfahren zur Trächtigkeitsdiagnose beim Rind ist und eine sehr hohe Zuverlässigkeit aufweist. Deklariert der PAG-Test ein "Nicht-trächtig" so kommt es bei 99% der Tiere tatsächlich zu keiner Kalbung. Bei 1% der Tiere erfolgt aus verschiedenen Gründen eine Kalbung. Bei einem Testergebnis von "Trächtig" kalben tatsächlich 90% der Tiere ab. 10% der Tiere haben im erwarteten Zeitraum nicht abgekalbt.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die hier vorliegenden Daten auf einen Feldversuch basieren und die Richtigkeit des PAG-Tests keiner Überprüfung durch einen Tierarzt unterliegt. Des Weiteren wurden verschiedene Einflussfaktoren untersucht, die das PAG-Test Ergebnis beeinflussen können bzw. vermehrt fragliche Ergebnisse aufkommen lassen. Um dies künftig zu vermeiden und das Angebot für den Landwirt noch attraktiver zu machen, wurden Verbesserungsvorschläge für das LKV Bayern gemacht. Als ein guter Ansatz hat sich das vollautomatische PAG-Test HerdePlus Verfahren erwiesen, bei dem beim zweiten Probemelktermin ein Bestätigungstest erfolgt.

KLEEN, J. (2013): Trächtigkeitstest über Blut und Milch. Eine Alternative zur herkömmlichen Untersuchung? In: Bauernblatt, S. 40–41.

HAUGEJORDEN, G.; WAAGE, S.; DAHL, E.; KARLBERG, K.; BECKERS, J. F.; ROPSTAD, E. (2006): Pregnancy associated gly-coproteins (PAG) in postpartum cows, ewes, goats and their offspring. In: *Theriogenology* 66 (8), S. 1976–1984.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> LKV Bayern, MLP Fachabteilung, Landsberger Straße 282, 80687 München

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> LKV Bayern, Datenverarbeitung und Programmierung, Landsberger Straße 282, 80687 München

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Am Staudengarten 1, 85354 Freising Literaturverzeichnis

Untersuchung der Einflüsse von Haltung und Keimgehalt auf die respiratorische Gesundheit nicht abgesetzter Kälber in Bayern Reisner, A. (Vierkirchen), Rütz, A. (München), Strauß, G. (Freising), Schmidt, E. (Freising)

Im Juni 2016 wurde eine Studie mit 28 Fleckvieh- und zwei Holsteinbetrieben in Bayern erhoben. Dabei wurde die respiratorische Gesundheit von nicht abgesetzten Kälbern in Zusammenhang mit Haltungseinflüssen und Keimzahlen betrachtet. Es wurden Keimzahlmessungen in den Haltungssystemen der Einzelhaltung mit Iglu und Steige und der Gruppenhaltung mit Großraumiglu und Stallhaltung durchgeführt. Zudem sind die Haltung und das Management des Betriebes bewertet worden und weitere Messungen zur Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, Temperatur und Helligkeit sowie Schadgasmessungen wurden durchgeführt. Die Untersuchungen der Keimergebnisse erfolgte im Labor der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Freising. Bei der Auswertung wurde deutlich, dass es einen Zusammenhang zwischen Haltungseinflüssen, Keimgehalten und der Gesundheit von Kälbern gibt. Hierbei zeichnet sich vor allem in der Igluhaltung eine Tendenz ab. Wird der Standort der Iglus mit einem Unterstand und einer geöffneten Abluftöffnung auf der Rückseite des Iglus gewählt, so steigt die Gesundheit der Kälber an. Auch ist eine bessere Kälbergesundheit mit steigender Luftgeschwindigkeit bis 0,3 m/s zu beobachten. Die respiratorische Gesundheit der Kälber verschlechtert sich mit steigenden Keimgehalten.

# 40 Jahre Energetische Futterwertprüfung – Entwicklung der Futterbewertung beim Wiederkäuer

Bothe, B. (Bad Sassendorf), Pries, M. (Bad Sassendorf), Steevens, L. (Kleve)

Im Jahr 1977 erfolgte die Einrichtung der energetischen Futterwertprüfung im Versuchsund Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick in Kleve. Diese hat mit der kontinuierlichen Prüfung von Mischfutter, Einzelkomponenten und Grobfutter einen wesentlichen Beitrag zur Futterbewertung geliefert. Der Schwerpunkt der Prüfungen liegt bei den Milchleistungsfuttern.

In der energetischen Futterwertprüfung wird nach Ermittlung der Verdaulichkeit des Prüffutters an Hammeln der Energiegehalt bestimmt und mit den Angaben der Hersteller verglichen. Die Prüfergebnisse werden in der Fachpresse veröffentlicht.

Etwa 90 Hammel der Rasse Schwarzkopf stehen in Haus Riswick für die Prüfungen zur Verfügung. In der Regel beginnt alle 2 ½ Wochen ein neuer Durchgang mit 25 bis 30 Hammeln. Eine effiziente Prüfung in erheblichem Umfang ist möglich. Dies belegen die Zahlen der insgesamt geprüften Futter seit 1977 in Tabelle 1.

Tab. 1: Von 1977 bis 2016 im VBZL Haus Riswick durchgeführte Verdaulichkeits-bestimmungen an Hammeln

Futtertyp	Anzahl Futter
I. Energetische Futterwertprüfung von Mischfuttern für:	
Milchkühe	1993
Schafe und Ziegen	141
Mastrinder	117
II. Futterbewertung	
Grobfutter, Einzelkomponenten, Mischrationen	780

Durch die energetische Futterwertprüfung konnte eine hohe Deklarationstreue erreicht werden. In Abbildung 1 ist eine Entwicklung der Energiestufenverschiebung bei Milchleistungsfuttern zu ersehen. Zu Beginn der 80er Jahre waren noch etliche Futter der Energiestufe 2 am Markt vertreten. Heute hat sich die Situation praktisch gänzlich zu den Energiestufen 3 und vor allem >3 verschoben. Die Prüfergebnisse werden zudem für die Ableitung neuer Energieschätz-gleichungen genutzt.

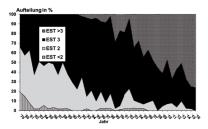


Abb. 1: Verteilung der Energiestufen bei Milchleistungsfutter von 1979 bis 2016

#### Untersuchungen zum Aminosäurengehalt in der Neutral-Detergenzien-löslichen und -unlöslichen Rohproteinfraktion von Ergänzungsfuttermitteln für Pferde

Zeyner, A. (Halle), Grünewald, K. (Bad Sassendorf), Südekum, K.H. (Bonn)

Bei den im Rahmen des VFT-Warentest beprobten Ergänzungsfuttern für Pferde im Zeitraum 2014-2016 wurde ergänzend zur üblichen Analyse auf Rohnährstoffe, Aminosäuren und Mineralstoffe das fasergebundene Protein bestimmt und so das praecaecal verdauliche Rohprotein berechnet. Dabei wird bisher angenommen, dass das Aminosäuremuster im Futter und im fasergebundenen Rohprotein ähnlich ist.

Zusätzlich zu oben genannter Analytik erfolgt zur Absicherung der Aussagen zum pcv-Rohprotein bzw. Aminosäuremuster bei einer Stichprobe eine Untersuchung der Futter und der Filterrückstände (fasergebundenes Protein) auf die Aminosäuren (n=40).

# Proteinwert von Rapsextraktionsschroten für Wiederkäuer – Schätzung mittels chemischer und in vitro-Verfahren

Böttger, C. (Bonn), Weber, T. (Bonn), Südekum, K.H. (Bonn)

Beitrags ist die Untersuchung Gegenstand des vorliegenden Rapsextraktionsschroten (RES), die vom Hersteller mit einem reduzierenden Zucker versetzt und im Anschluss thermisch behandelt wurden. Unterschiede bestanden in den verwendeten Chargen RES und der Prozessführung. Der Proteinwert für Wiederkäuer wurde über den Gehalt an Rohprotein (XP) sowie anhand von Labormethoden charakterisiert. Es erfolgte eine Inkubation in Pansensaft-Puffergemisch (erweiterter Hohenheimer Futterwerttest, eHFT) mit anschließender Bestimmung des NH3-N-Gehaltes im Inkubationsmedium zur Schätzung des nutzbaren XP am Duodenum (nXP). Dabei ermöglichte die zusätzliche Inkubation mit einer Kohlenhydratzulage die Differenzierung des nXP in mikrobielles XP und ruminal unabgebautes Futter-XP (UDP). Der Gehalt an UDP wurde weiterhin basierend auf der chemischen Fraktionierung des XP sowie aus dem Rückstand nach einer Inkubation mit pilzlicher Protease geschätzt. An diesem Rückstand wurde zudem die in vitro-Pepsin-Pankreatinverdaulichkeit des UDP (intestinal protein digestibility, IPD) ermittelt. Ergebnisse sind in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Kenngrößen des Proteinwerts verschiedener Rapsextraktionsschrote.

RES	XP	nXP*	UDP <sub>eHFT</sub> *	UDP <sub>Fraktionierung</sub> *	<b>UDP</b> <sub>Protease</sub>	IPD
	(g/kg TM)	(g/kg TM)	(g/kg XP)	(g/kg XP)	(g/kg XP)	(% UDP)
Α	338	284	578	1987	583	81,2
В	369	183	302	476	296	72,1
С	377	229	407	670	542	86,3
D	368	218	382	506	269	68,8
Ε	348	248	461	538	534	83,7
F	312	272	632	963	691	81,6

<sup>\*</sup>angenommene ruminale Passagerate 5 %/h

Die verschiedenen Ansätze zur UDP-Schätzung ergaben zum Teil sehr unterschiedliche Werte, dennoch zeigte sich eine ähnliche Rangierung der sechs RES. Ein nicht plausibler UDP-Wert > 1000 g/kg XP deutet darauf hin, dass eine Schätzung des UDP-Gehaltes aus der XP-Fraktionierung mit bestehenden Schätzgleichungen in einzelnen Fällen nicht anwendbar ist. Obwohl sich im Mittel höhere UDP- und IPD-Werte ergaben, bestätigen sich frühere Untersuchungen, die RES einen günstigen Proteinwert für Wiederkäuer zuschreiben. In Mischfutterproduktion und Rationsgestaltung ist dabei die mögliche Variation von nXP, UDP und IPD zu berücksichtigen.

# Effekt eines biologischen und chemischen Siliermittels auf die Fermentationsqualität und aerobe Stabilität von Luzernesilagen mit geringem Trockenmassegehalt

Hoedtke, S. (Rostock), Seppälä, A. (Oulu, Finnland), Wolf, P. (Rostock)

Luzerne gilt als schwer vergärbares Pflanzenmaterial. Ein Anwelken auf hohe Trockenmassegehalte zur relativen Erhöhung des Gärsubstrates kann witterungsbedingt, z.B. aufgrund von Niederschlagsereignissen oder geringen Temperaturen am Ende der Vegetationsperiode, erschwert sein. Ziel der vorliegenden Arbeit war, den Effekt eines biologischen und chemischen Siliermittels auf die Fermentationsqualität und aerobe Stabilität von schwach angewelkter Luzerne zu untersuchen.

Nach einem kurzem Anwelken auf 20,6 % Trockenmasse (TM) wurde Luzerne im Oktober 2016 gehäckselt und in 1,5 l-Einweckgläsern wie folgt siliert (n=4): Kontrolle ohne Zusatz, *Lb. plantarum* (BS; MTD/1; 1 x  $10^9$  KbE/g) und ein chemisches Siliermittel auf Basis von Ameisen- und Propionsäure in Aufwandmengen von 3 ml/kg (CS $_3$ ), 5 ml/kg (CS $_5$ ) und 7 ml/kg (CS $_7$ ). Im Silageextrakt erfolgte die Bestimmung von pH-Wert, Milchsäure (HPLC), flüchtigen Fettsäuren und Ethanol (GC) sowie NH $_3$  (Conway-Methode). Die aerobe Stabilität wurde mittels Temperaturmessung ermittelt.

Erwartungsgemäß wiesen Kontroll- und BS-Silagen eine geringe Fermentationsqualität auf, welche durch hohe pH-Werte und hohe Gehalte an unerwünschten Produkten aus Sekundärfermentationen gekennzeichnet war (Tab. 1). CS zeigte einen dosisab-hängigen Effekt, wobei CS<sub>7</sub> für das problematische Siliergut der Zusatz der Wahl ist, da in diesen Silagen eine ausreichende pH-Wert-Absenkung erzielt wurde und die Gehalte an flüchtigen Fettsäuren, Alkohol und NH<sub>3</sub> in einem akzeptablen Bereich lagen. Alle untersuchten Silagen waren 14 d aerob stabil, was vermutlich auf das vermehrte Auftreten organischer Säuren zurückzuführen ist.

Tab. 1: Ausgewählte Fermentationsparameter von Luzernesilagen ohne und mit Zusatz eines biologischen und chemischen Siliermittels (n=4)

	Kontrolle	BS	CS₃	CS₅	CS <sub>7</sub>
pH-Wert	$5.83^{b} \pm 0.01$	$5.76^{\circ} \pm 0.03$	$5.96^{a} \pm 0.04$	$4.71^d \pm 0.30$	$4.38^{d}\pm0.04$
Milchsäure (% TM)	n.n.	n.n.	n.n.	$7.23 \pm 1.93$	$7.73 \pm 0.25$
Essigsäure (% TM)	$6.84^{a} \pm 0.18$	$6.45^{a} \pm 0.52$	$4.33^{b} \pm 0.51$	$1.30^{\circ} \pm 0.17$	$0.84^{\circ} \pm 0.03$
Buttersäure (% TM)	4.59° ± 0.05	$5.41^{b} \pm 0.17$	$7.32^{a} \pm 0.15$	$1.24^{d} \pm 1.11$	$0.19^d \pm 0.15$
Ethanol (% TM)	$1.56^{a} \pm 0.08$	$1.12^{b} \pm 0.21$	$1.13^{b} \pm 0.21$	$0.42^{c} \pm 0.03$	$0.29^{c} \pm 0.03$
NH <sub>3</sub> -N (% Gesamt-N)	36.6° ± 1.64	36.1° ± 3.81	29.5° ± 3.08	9.76 <sup>b</sup> ± 2.23	$8.17^{b} \pm 0.38$

n.n. – nicht nachgewiesen; <sup>ab</sup> Mittelwerte unterscheiden sich signifikant zwischen den Varianten (P<0,05).

#### Gärqualität und Hefebesatz in konventionell und mittels Langschnitt-Verfahren erzeugten Maissilagen – Ergebnisse einer Erhebung in Niedersachsen Weiß, K. (Berlin), Kalzendorf, C. (Oldenburg), Bommelmann, K. (Isernhagen)

In der Praxis wird zur Silierung von Mais zunehmend das Verfahren der Langschnitt-Silierung eingesetzt. Zur Bewertung des Verfahrens hinsichtlich des Konservierungserfolges und des Risikos für Nacherwärmung gibt es erst wenige wissenschaftlich fundierte Untersuchungen. Ziel der vorliegenden Studie war es, Gärqualität, Hefebesatz, aerobe Stabilität und Verdichtung in Betrieben (Niedersachsen) mit Kurzschnitt-Silierung (K, n=13) und Langschnitt-Silierung (L, n=15) zu erfassen. Die K-Maissilagen wiesen eine mittlere Häcksellänge von 7,4 mm auf, die L-Silagen 23,7 mm. Jedes Silo wurde an vier Stellen beprobt (Rand oben und unten, Mitte oben und unten) und auf Gärqualität, mikrobiellen Besatz, Futterwert, ASTA und Verdichtung untersucht. Tabelle 1 weist dazu ausgewählte Merkmale aus.

Tab. 1: Mittlerer Gehalt an Essigsäure (ES), Ethanol (Eth) und Hefen in 52 Kurz(K)- und 60 Langschnitt(L)-Maissilagen nach Verdichtung, mit Trockenmasse (TM) und ASTA

Verdichtung[kg/m³] Schnitt /Anzahl (n)	< 200 K (4)/ L (12)	>200 – 250 K (27) / L (17)	>250 – 300 K (16)/ L (27)	>300 K (5)/ L (4)
TM (%)	39,2 / 36,1	38,2 / 35,3	37,5 / 36,1	37,9 / 37,6
ES (% in TM)	1,36 / 2,61	1,49 / 1,99	1,67 / 1,64	2,00 / 1,01
Eth (% in TM)	0,62 / 1,19	0,67 / 0,98	0,87 / 0,98	0,64 / 0,79
Hefen(log KbE/g FM)	5,93 / 3,37	4,71 / 4,19	4,41 / 3,72	4,04 / 3,51
ASTA in d	3,83 / 5,67	4,16 / 3,54	4,66 / 5,03	4,82 / 5,00

Die TM-Gehalte sind als hoch einzuschätzen. Nur 29% der K-Proben und 42% der L-Proben lagen im Bereich zwischen 30 und 35%. Die mittleren Hefegehalte, alle oberhalb von 3,5 log KbE/gFM, waren umso höher, je geringer die Verdichtung. Die ASTA ist im Vergleich zur Praxiserhebung in 155 Maissilagen aus Schleswig-Holstein (SH) (Weiß et al., 2014, VDLUFA) deutlich niedriger und kaum unterschiedlich zwischen K- und L-Silagen. Ethanol weist bei allen L-Silagen höhere Gehalte im Mittel auf als bei K-Silagen und ist mit Werten zwischen 0,62 und 1,19% in TM auch höher als in der SH-Studie (0,24 bis 0,63% in TM). Der mittlere Propanolgehalt ist dagegen deutlich geringer: max. bei K 0,05, bei L 0,14% in TM (SH: 0,01 bis 0,52% in TM).

**Fazit**: Die Studie zeigt, dass die Maissilagequalität unabhängig vom Häckselverfahren verbesserungsbedürftig ist. Hohe Ethanolgehalte und ein hohes Risiko für Nacherwärmung sind bei beiden Verfahren im Zusammenhang mit Hefeaktivität festzustellen.

## In vitro-Methode zur Schätzung des verdaulichen Phosphors in Futtermitteln für Schweine: Erfahrungen, Besonderheiten und Ausblick

Kehraus, S. (Bonn), Boakye, M. (Bonn), Jäger, L. (Bonn), Richter, D. (Bonn), Südekum, K.H. (Bonn)

Eine zuverlässige *in vitro*-Methode zur Schätzung des verdaulichen Phosphors (vP) in Futtermitteln für Schweine ist wünschenswert, da der Aufwand (Kosten, Zeit, Tierschutz) für Fütterungsversuche sehr hoch und die Datenbasis zum vP relativ schmal ist. Die Ergebnisse der Entwicklung und Standardisierung einer auf Basis US-amerikanischer Vorarbeiten modifizierten Methode wurden bereits früher auf dem VDLUFA-Kongress vorgestellt. Vor allem durch die erhebliche Erweiterung des Probenpools ergaben sich neue Erkenntnisse hinsichtlich der Anwendung und Vorgehenswiese sowie der generierten Daten, so dass die Methode präzisiert und optimiert werden konnte.

Im Rahmen der Überarbeitung der *in vitro*-Methode wurden folgende Punkte näher untersucht:

- Vermeidung der Separation beim Einwiegen (größere Toleranz der Einwaage)
- unkonventionelle Mischfutterkomponenten (z. B. Maniok, Affenbrotbaum-Frucht)
- Entfernen störender Trübungen
- Eigenfärbung der Probe
- Optimierung des Ablaufs
- vP > 100 %: Ursachen und Abhilfe
- Überhöhte vP-Gehalte durch spezifische Inhaltsstoffe (Silikate, Pektine, Tannine)
- Additivität des vP der Einzelkomponenten in Mischfuttern

Insgesamt konnte deutlich herausgestellt werden, dass eine Optimierung der Bestimmung des vP für Proben mit Eigenfärbung sowie nennenswerten Gehalten an Pektinen oder Silikaten erfolgen muss. Eine Lösung hierfür könnte sein, dass bei diesem Probenmaterial die P-Bestimmung nicht in der löslichen Fraktion ('verdaulicher P') des inkubierten Futtermittels, sondern im Filterrückstand nach Veraschen bestimmt wird ('unverdaulicher P').

Generell bietet die *in vitro*-Methode eine Möglichkeit, Gehalte an vP in Futtermitteln für Schweine schnell und genau zu bestimmen. Es treten verschiedene futtermittelspezifische Probleme auf, die eine Präzisierung oder auch Modifikation der Methodenvorschrift erforderlich machen. Weitere systematische Untersuchungen zur Additivität des vP in Mischungen sind notwendig.

## Mykotoxine beim Körnermais – Erkenntnisse aus der Österreichischen Sortenwertprüfung

Reiter, E. (Wien)

Die Mykotoxine Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und Fumonisine (FUM) werden von Pilzen der Gattung *Fusarium* produziert. Hohe Gehalte an Mykotoxinen zeigen zahlreiche negative Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier. Sie stellen ein wirtschaftliches Risiko für Tierhalter und verarbeitende Betriebe dar. Sowohl in Lebens- als auch Futtermittel wurden Höchst- bzw. Richtwerte für Mykotoxine in Mais und Maisprodukten festgelegt.

Seit 2011 werden jährlich im Rahmen der Sortenwertprüfung die Mykotoxingehalte von rund 1100 Körnermaisproben an mehr als 40 Versuchsstandorten ermittelt

Die Ergebnisse bieten ein umfassendes Bild über die jährliche Mykotoxinbelastung in den drei Hauptanbauregionen (Nordalpines Feuchtgebiet, Pannonikum und Illyrikum), wobei DON nach wie vor als wichtigstes *Fusarium*-Mykotoxin im heimischen Körnermais einzustufen ist. Die Ergebnisse dienen außerdem zur Sortenbewertung im Merkmal Kolbenfäule, wobei sowohl die Mykotoxinkonzentrationen als auch die visuellen Bonituren berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse seit 2011 zeigen, dass je später die Abernte stattfand, umso höhere Mykotoxinwerte wurden in allen Anbauregionen festgestellt. Durch trockenwarme Witterung im Sommer und zur Ernte erwiesen sich die Jahre 2011-2013 und 2015 in allen Anbauregionen als mykotoxinarm. Im Jahr 2014 waren die Mykotoxinwerte von DON und ZEA stark erhöht, da hohe Luftfeuchtigkeit während der Kolbenblüte, niederschlagsreiche Sommer und dazukommend noch eine späte Abernte und besonders Hagelschäden die Bildung von Mykotoxinen begünstigten. Unter diesem starken Befallsdruck war der Sorteneinfluss besonders gut zu erkennen. Die für Kolbenfäule am günstigsten bewerteten Sorten wiesen nur etwa ein Viertel der DON- und ZEA-Gehalte anfälliger Sorten auf. Im Jahr 2016 wurden einerseits durch feuchte Witterung im Frühjahr sowie trockenwarme Witterung vor der Ernte Maischargen mittlerer Kontamination geerntet.

Die jährlichen Untersuchungen als auch die Einstufung hinsichtlich des Merkmals "Kolbenfäule" ermöglichen Landwirten einerseits einen guten Überblick über die regionale Belastung mit Mykotoxinen, dienen andererseits durch die Auswahl weniger anfälliger Sorten dazu, die Mykotoxinkontamination in Körnermaischargen zu reduzieren.

Keimbelastung von Sojabohnen aus den Landessortenversuchen Wagner, W. (Karlsruhe)

Die vorliegende Studie beschreibt die mikrobiologische Belastung von Sojabohnen aus den Landessortenversuchen (LSV) in Baden-Württemberg. Hierbei wurden Proben aus den Jahren 2014-2016 mit der VDLUFA-Methode MB III 28.1.2 mikrobiologisch untersucht und die Ergebnisse in Hinblick auf den Einsatz als Futtermittel statistisch ausgewertet. Darüber hinaus wurden isolierte Bakterienkolonien zur systematischen Klassifizierung sequenziert.

Die definierten Bedingungen der LSV lassen es im Gegensatz zu üblichen Untersuchungsproben zu, viele relevante Einzelheiten der Proben zurückzuverfolgen und mögliche Unterschiede einzelner Gruppen zu erkennen. Auf diese Weise wurden 47 Sorten an neun Standorten mit insgesamt 375 Proben untersucht und ausgewertet. Verglichen wurden klimatische Regionen, Sorten, Lagerungsdauer, sowie der Unterschied zwischen konventionellen und ökologischen Anbauverfahren.

Die Auswertung der letzten Ergebnisse erfolgt im Sommer 2017. Aus den bisherigen Untersuchungen lassen sich aber bereits folgende Aussagen treffen: In drei Viertel der Proben wurden produkttypische Bakterien nachgewiesen, in jeder zehnten Probe Verderb anzeigende Bazillen und Kokken. Knapp über die Hälfte der Proben weisen produkttypische Schwärzepilze auf, weniger als 10% Verderb anzeigende Schimmelpilze. Diese Verteilung ist vergleichbar mit der Studie an Erbsen und Bohnen (Siehe 125. VDLUFA-Kongress). Hefen wurden hingegen bei Soja nur in jeder vierten Probe gefunden, was sich deutlich von den Ergebnissen bei Erbsen und Bohnen mit über 70 % unterscheidet. Die Keimzahlen der verschiedenen Keimgruppen sind bei Soja annähernd logarithmisch normalverteilt und liegen in einem Bereich, der Sojabohnen als keimarme Futtermittel kennzeichnet.

In der amtlichen Futtermittelkontrolle werden repräsentative Orientierungswerte zur mikrobiologischen Beurteilung von Futtermitteln benötigt, die im AK Mikrobiologie der Fachgruppe VI des VDLUFA aus einem bundesweiten Datenpool erarbeitet werden. Die Ergebnisse dieses Projekts tragen dazu bei, die Etablierung von bislang noch fehlenden offiziellen Orientierungswerten für Sojabohnen zu unterstützen.

### Bedeutung von Pansenabbaubarkeit und Verdaulichkeit für den Futterwert von Silomais

Terler, G. (Irdning-Donnersbachtal), Gruber, L. (Irdning-Donnersbachtal), Schauer, A. (Irdning-Donnersbachtal), Ortner, S. (Wien)

Silomais ist vor allem in Gunstlagen ein wesentlicher Bestandteil von Rationen für Milchkühe und Mastrinder. Aufgrund seines vergleichsweise hohen Energiegehalts wird er häufig zum Ausgleich von Proteinüberschüssen aus Grünlandfutter eingesetzt. Voraussetzung für einen hohen Energiegehalt ist jedoch eine entsprechende Nährstoffzusammensetzung und Verdaulichkeit von Silomais, welche von verschiedenen Faktoren, wie z.B. Sorte, Erntezeitpunkt und Erntejahr, beeinflusst werden. Darüber hinaus hat auch das Verhältnis von stärkereichem Kolben zu faserreicher Restpflanze einen entscheidenden Einfluss auf den Eutterwert von Silomais.

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde daher ein Versuch durchgeführt, bei dem der Futterwert von neun aktuellen Silomais-Sorten verglichen wurde. Um auch Informationen über den Einfluss von Reifestadium und Erntejahr zu bekommen, wurden die Sorten jeweils zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten (50, 55 und 60 % Trockenmasse-Gehalt im Kolben) und in drei Jahren geerntet und untersucht. Neben Nährstoffzusammensetzung (Analyse der Weender Rohnährstoffe und Gerüstsubstanzen) und Verdaulichkeit (*in vivo* und *in vitro*) wurde auch die Pansenabbaubarkeit (*in situ*) sowie die Futteraufnahme und Milchleistung von Milchkühen bei Verfütterung der jeweiligen Sorte untersucht. Die Ration des Fütterungsversuchs bestand dabei aus 75,0 % Maissilage, 8,5 % Heu und 16,5 % Sojaextraktionsschrot 44.

Die Nährstoffzusammensetzung wurde vom Erntezeitpunkt und vom Jahr signifikant beeinflusst, während zwischen den Sorten keine Unterschiede im Gehalt an wertbestimmenden Nährstoffen festgestellt wurden. Alle drei Einflussfaktoren hatten dagegen einen signifikanten Einfluss auf die effektive ruminale Nährstoffabbaubarkeit von Silomais und auch die Nährstoffverdaulichkeit wurde von der Sorte und vom Erntejahr signifikant beeinflusst. Bei Verfütterung der Maissilagen an Milchkühe wurden zwischen den Sorten tendenzielle Unterschiede (p-Wert zwischen 0,05 und 0,10) hinsichtlich der Maissilage- und Gesamtfutteraufnahme sowie signifikante Unterschiede hinsichtlich der Milchleistung aus Grundfutter festgestellt. Berechnungen zeigten darüber hinaus, dass die Futteraufnahme und Milchleistung der Kühe stark mit der effektiven ruminalen OM-Abbaubarkeit der Maissilage korrelierte. Daher sollten Sorten mit geringer ruminaler Abbaubarkeit nicht eingesetzt und bei der Ernte TM-Gehalte von 55 % im Kolben bzw. 35-40 % in der Gesamtpflanze nicht überschritten werden, da bei höherem Reifegrad die ruminale OM-Abbaubarkeit deutlich zurückgeht und gleichzeitig der Gehalt an leicht verdaulichen Kohlenhydraten im Kolben kaum mehr steigt.

## Ruminaler Abbau von Rohprotein und Phytat aus unterschiedlich behandelten Rapsprodukten

Haese, E. (Stuttgart), Krieg, J. (Stuttgart), Seifried, N. (Stuttgart), Schollenberger, M. (Stuttgart), Steingaß, H. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

Zur Steigerung des Anteils an pansenstabilem Protein werden Rapsprodukte häufig einer thermischen Behandlung unterzogen. Auf Grund der Bindung von Phytat (InsP<sub>6</sub>) an Protein im Raps kann durch eine derartige Behandlung auch der InsP<sub>6</sub>-Abbau negativ beeinflusst werden. Ziel der Studie war es, die Auswirkung unterschiedlicher Behandlungen bei der Herstellung von Rapsextraktionsschroten (RES) auf den *in situ* Abbau von InsP<sub>6</sub> zu ermitteln. Zudem wurde geprüft, ob sich der InsP<sub>6</sub>-Abbau aus dem Abbau der Trockenmasse (TM) oder des Rohproteins (XP) schätzen lässt.

Sechs Rapsprodukte mit bekanntem Herstellungsprozess wurden *in situ* für 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 und 72 h im Pansen von drei fistulierten, laktierenden Jerseykühen inkubiert. Zur Herstellung der RES wurde Rapskuchen (RK) entfettet und bei Temperaturen von bis zu 134 °C für 48 (RES45), 64 (RES65), 76 (RES85) und 93 min (RES105) getoastet. Eine homogene Mischung der vier RES wurde für weitere 60 min getoastet (RESover). Die effektive Abbaubarkeit (ED) von TM, XP und  $InsP_6$  wurde für Passageraten von 5%/h (ED<sub>5</sub>) und 8%/h (ED<sub>8</sub>) berechnet.

Tab. 1: Abbaurate (c) und effektive Abbaubarkeit (ED) des InsP<sub>6</sub> bei unterschiedlichen Passageraten

	RK	RES45	RES65	RES85	RES105	RESover	SEM
c (%/h)	36ª	27 <sup>ab</sup>	20 <sup>bc</sup>	12°	11°	8°	1,38
ED <sub>5</sub> (%)	77 <sup>a</sup>	74ª	73ª	66 <sup>b</sup>	62 <sup>c</sup>	48 <sup>d</sup>	1,03
ED <sub>8</sub> (%)	72ª	65 <sup>b</sup>	63 <sup>b</sup>	56°	<b>51</b> <sup>d</sup>	35 <sup>e</sup>	1,04

Unterschiedliche Hochbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede innerhalb der Zeile

Mit ansteigender Dauer der thermischen Behandlung ging neben der ED des XP auch die des InsP $_6$  signifikant zurück. Ein postruminaler Abbau von InsP $_6$  in größerem Umfang ist bislang nicht beschrieben, so dass bei reduzierter ED eine höhere InsP $_6$ -Ausscheidung zu erwarten ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regression der ED von XP und InsP $_6$  war mit R $^2$  = 0,94 (ED $_5$ ) höher als für TM und InsP $_6$  (R $^2$  = 0,90; ED $_5$ ). Die Werte legen nahe, dass eine Schätzung der ED des InsP $_6$  aus dem XP-Abbau erfolgen kann. Dies würde bei Rapsprodukten eine Einschätzung des ruminalen InsP $_6$ -Abbaus ohne aufwendige InsP $_6$ -Analysen ermöglichen.

## Stroh zur Erhöhung der Faser im Flüssigfutter für Mastschweine, Auswirkungen auf Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleistung Preißinger, W. (Schwarzenau), Propstmeier, G. (Grub), Scherb, S. (Schwarzenau)

Erhöhte Rohfasergehalte im Futter für Mastschweine sollen die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere erhöhen, sie werden zudem mit reduziertem Antibiotikaeinsatz diskutiert. In der Praxis liegen die Rohfasergehalte in Mastrationen bei 3 %, die DLG gibt als Richtwert >30 g je kg Alleinfutter an. In vorliegendem Versuch wurde geprüft, ob sich durch das Einmischen von Stroh Effekte auf Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleistung ergeben. Der Versuch wurde mit 192 Mastschweinen von 34 kg bis ca. 121 kg LM am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Schweinehaltung in Schwarzenau durchgeführt. Es wurde 3-phasig gefüttert. Die Rationen basierten auf Getreide, Sojaextraktionsschrot und Mineralfutter. In der Strohgruppe wurden 2,5 % Stroh im Austausch gegen Getreide eingemischt. Zum energetischen Ausgleich wurden je nach Mastabschnitt 0,5 bzw. 1 % Öl eingesetzt. Die Rohfaser- und Detergenzienfasergehalte der Rationen sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Rohfaser-, aNDFom- und ADFom-Gehalte der Rationen

		Ko	ntrollgrup	pe	S	trohgrupp	e
Mastabschnitt		ı	II	Ш	I	II	Ш
Rohfaser	g	36	31	29	46	39	38
aNDFom	g	134	138	137	150	158	147
ADFom	g	50	45	49	73	55	54

Die Erhöhung des Rohfasergehaltes durch das Einmischen von Stroh beeinflusste weder die Mast- noch die Schlachtleistungen negativ. Bei dem bezahlungsrelevanten Parameter Muskelfleischanteil aber auch beim Fleischanteil im Bauch wirkte sich das Einmischen von Stroh positiv aus (Tab. 2).

Tab. 2: Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleistungen

	Kontrollgruppe	Strohgruppe	Sign. P1)
Tägliche Zunahmen, g	921	897	0,065
Futterverbrauch, kg/Tier, Tag	2,76	2,75	0,905
Futteraufwand, kg/kg Zuwachs	2,98	3,04	0,524
Ausschlachtung, %	80,2	80,3	0,811
Muskelfleischanteil, %	60,0	60,8	0,005
Fleischanteil im Bauch, %	58,3	59,5	0,016

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit

## Ergebnisse zum Einsatz von Insekten- oder Algenmehl bei teilweiser Substitution von Sojaextraktionsschrot in der Broilermast

Neumann, C. (Göttingen), Velten, S. (Göttingen), Liebert, F. (Göttingen)

Alternative Proteinquellen wie Insekten- oder Algenmehl können an Bedeutung in der Tierernährung gewinnen. Als Teil des interdisziplinären Projektes "Sustainability Transitions" wird der teilweise Ersatz des traditionell eingesetzten Sojaextraktionsschrotes (SES) durch teilweise entfettetes Hermetiamehl (HM) oder Spirulinamehl (SM) untersucht. Beide alternativen Proteinquellen besitzen einen hohen Proteingehalt (61% bzw. 59% in d. TM) und ein adäquates Aminosäurenmuster. Ziel der Studie ist, das Potential von Hermetia illucens und Spirulina platensis durch einen 75%igen (Starter) bzw. 50%igen (Grower) Ersatz von SES in der Broilermast zu bewerten.

Dazu wurden 336 männliche Eintagsküken (Ross 308) zufällig auf 48 Boxen (7 Tiere pro Box) für die Starterperiode (Tag 1-21) und Growerperiode (Tag 22-35) in fünf Fütterungsgruppen aufgeteilt. Das Futter der Kontrollgruppe bestand hauptsächlich aus Weizen, Mais und SES. Dabei wies SES einen Anteil von 39/33% in der (Starter/Grower) Kontrollgruppe (K) auf. In den experimentellen Diäten wurden 75% (Starter) bzw. 50% (Grower) des SES durch HM oder SM ersetzt. Diese Diäten wurden mit Aminosäuren (AS) supplementiert (K: Lys, Met, Thr; HM: Lys, Met, Thr, Arg; SM: Lys, Met, Arg, His) gemäß dem vorliegenden idealen AS-Verhältnis (1). In einem weiteren Schritt wurde die kalkulatorisch erstlimitierende AS der experimentellen Diäten auf 80% ihrer Empfehlung herabgesetzt (HM: Met; SM: Lys), um deren AS-Wirkungsgrade zu bewerten. Die zootechnischen Parameter (Wachstum, Futterverwertung, Futteraufnahme, Mortalität) wurden wöchentlich erhoben. Neben den zootechnischen Parametern werden die Proteinverwertung (Ganzkörpermethode) und der Proteinaufwand evaluiert.

Erste Beobachtungen zeigen, dass sowohl die Mehle von *Spirulina* als auch von *Hermetia* das Potential haben, SES in Broilermischungen zu ersetzen, wenn eine optimierte AS-Ergänzung erfolgt. Bei einer nicht optimierten AS-Zulage kann es zu beträchtlichen Minderungen in den Wachstumsparametern kommen. Dies konnte in einem vorangegangenen Versuch mit durchgängig 50%igem Austausch des SES durch die alternativen Proteinquellen gezeigt werden (2).

Wecke, C. und Liebert F. (2013): Animals 3: 558-573.

Velten, V., Neumann, C., Mast, J., Liebert F. (2017): Berichte d. GfE, Band 26: 89.

# Proteinqualität von Broilerfutter bei vollständiger Substitution von Sojaextraktionsschrot durch teilentfettetes Insektenmehl (*Hermetia illucens*) bei differenziertem Aminosäurenangebot

Velten, S. (Göttingen), Neumann, C. (Göttingen), Liebert, F. (Göttingen)

Um Importproteinträger wie Sojaextraktionsschrot (SES) zu ersetzen, werden alternative Proteinquellen eine wachsende Bedeutung in der Tierernährung erlangen. Als Teil des interdisziplinären Projektes "Sustainability Transitions" wurde in N-Bilanzversuchen die Proteinqualität von Broilermischungen bei 100%igem Austausch von SES durch das teilentfettete Larvenmehl von *Hermetia illucens* (HM) geprüft.

Die N-Bilanzversuche wurden mit männlichen Masthähnchen (Ross 308) sowohl während der Starterperiode (20 Tiere, Tag 10-20) als auch während der Growerperiode (20 Tiere, Tag 25-35) durchgeführt. Nach einer 5-tägigen Adaptionszeit folgte die Sammlung der Exkremente in zwei aufeinanderfolgenden quantitativen Sammelphasen (je 5 Tage). Insgesamt wurden 5 Mischungen untersucht. Die Kontrollmischung (Starter/Grower) basierte auf Weizen (32/36%), Mais (16/18%) und SES (39/33%) als Hauptkomponenten. In den Versuchsmischungen wurde SES vollständig durch HM (23/20%) ersetzt, um die empfohlenen XP-Gehalte von ca. 22/20% zu erreichen. Die Kontrollmischung und Versuchsmischung I wurden entsprechend dem derzeit empfohlenem idealen Aminosäuren (AS)-Verhältnis (IAAR) (1) mit AS supplementiert (Kontrolle: Lys, Met, Thr, Cys und Diät I: Lys, Met, Thr, Arg, Cys, Ile, Val). In Versuchsdiät II, III und IV wurde die jeweils als erst-, zweit- und drittlimitierend berechnete AS (Met+Cys, Arg bzw. Lys) auf 80% der Empfehlung eingestellt, um Wirkungsgrade dieser AS messen zu können. Die weiteren AS wurden wie in Mischung I supplementiert. Futter- und Exkrementanalysen erfolgten nach VDLUFA-Vorschriften. Bei der Datenanalyse kam das "Göttinger Modell" (2) zur Anwendung. Die Futterproteinqualität wurde durch einen standardisierten physiologischen Proteinnutzwert (PNU<sub>std</sub>) nach (3) evaluiert.

Erste Ergebnisse weisen darauf hin, dass der vollständige Austausch von SES durch HM bei bedarfsangepasster Supplementation von AS in der Starterphase ohne Beeinträchtigung der Futterproteinqualität möglich ist. Weitere Ergebnisse befinden sich in Bearbeitung.

Wecke, C. and Liebert F. (2013): Animals 3: 558-573.

Liebert, F. (2015): in "Nutritional modelling for pigs and poultry" (eds. Sakomura et al.), CABI, 73-87.

Thong, H.T. and Liebert, F. (2004): J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 88: 196-203.

#### Vergleichende Untersuchungen zur Joghurt- und Sauertränke in der Kälberaufzucht

Becker, V. (Freising), Kraus, J. (Triesdorf), Carrasco, S. (Freising), Mohr, U. (Triesdorf), Bellof, G. (Freising)

Es wurde ein Fütterungsversuch mit 25 Kälbern der Rasse Fleckvieh durchgeführt. 12 dieser Kälber waren männlichen Geschlechts und 13 weiblich. Der Versuch erstreckte sich über die ersten fünf Lebenswochen. Die Versuchsgruppe erhielt eine Joghurttränke mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 4,51. Die Kontrollgruppe wurde mit Sauermilch getränkt, die einen pH-Wert von durchschnittlich 5,28 aufwies. Die Tränke stand den Kälbern in einem Nuckeleimer mit Deckel den ganzen Tag zur Verfügung (max. 12 l pro Tier und Tag). Als Festfutter stand den Kälbern eine Trocken-TMR zur Verfügung. Bei einer Stichprobe von zehn männlichen Kälbern, gleichmäßig auf Versuchs- und Kontrollgruppe verteilt, wurden zusätzlich Daten zum Blutglucosespiegel erhoben.

Die einzeltierbezogenen Daten wurden nach Gruppe und Geschlecht getrennt statistisch ausgewertet. Mit Joghurt getränkte männliche Kälber nehmen insgesamt weniger Tränke auf als die Vergleichstiere der Sauermilchgruppe. Bei den weiblichen Kälbern unterscheidet sich die Tränkeaufnahme in beiden Gruppen nicht. Die Festfutteraufnahmen sind in den ersten drei Wochen gering und steigen erst danach an. Dabei zeigen sich starke tierindividuelle Streuungen. Große Unterschiede sind in der Festfutteraufnahme der weiblichen Kälber festzustellen. Diese ist bei den Kälbern der Sauermilchgruppe mehr als doppelt so hoch. Bei den männlichen Kälbern sind die Unterschiede in der Festfutteraufnahme zu Gunsten der Joghurtgruppe gering. Die erzielten Tageszunahmen (1. bis 3. Lebenswoche) liegen in der Sauermilchgruppe mit 1.136 g signifikant höher als in der Joghurtgruppe (944 g (p = 0,039)). Über den gesamten Versuchszeitraum (1. bis 5. Lebenswoche) betrachtet, lassen sich keine statistisch gesicherten Unterschiede für das Merkmal Tageszunahmen feststellen. Im Hinblick auf die Gesundheit sind zwischen den beiden Gruppen keine Unterschiede festzustellen.

Der Lactosegehalt in der Joghurttränke ist geringer als in der Sauermilchtränke. Die Kälber der Joghurtgruppe zeigen einen niedrigeren Blutglucosespiegel, was auf eine geringere Versorgung dieser Kälber mit Glucose schließen lässt. Solche Tiere nehmen tendenziell mehr Festfutter auf.

Entwicklung der Lebendmasse sowie Futter- und Nährstoffaufnahme in der Aufzuchtphase von Rindern der Rasse Fleckvieh und Holstein Gruber, L. (Irdning), Ettle, T. (Grub), Schwarz, F. (Freising), Jilg, T. (Aulendorf), Royer, M. (Irdning)

Im Rahmen der Überarbeitung der "Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder" (GfE, 1995) wurde eine Datenbank aufgebaut, in der die Ergebnisse von Aufzucht- und Mastversuchen aus 4 Forschungs- und Universitätsinstituten aus Deutschland und Österreich eingeflossen sind. Im vorliegenden Beitrag wird über die Entwicklung der Lebendmasse sowie der Futter- und Nährstoffaufnahme in der Aufzuchtphase von männlichen und weiblichen Rindern der Rasse Fleckvieh und Holstein berichtet.

Insgesamt gingen die Ergebnisse von 28 Aufzuchtversuchen in die Auswertung ein (LfL Grub n = 11, TUM Freising-Weihenstephan n = 11, LAZBW Aulendorf n = 4, HBLFA Raumberg-Gumpenstein n = 2). Die Daten liegen als Mittelwerte einer Versuchsgruppe je Versuch vor, da in diesem Wachstumsstadium die Futteraufnahme pro Einzeltier in keiner Versuchseinrichtung erhoben werden konnte, sondern nur pro Gruppe bzw. pro Box. Die statistische Auswertung erfolgte als Meta-Analyse unter Berücksichtigung des Institutseinflusses. Einige Ergebnisse sind in der Tabelle 1 angeführt:

Tabelle 1: Alter, Lebendmasse und Futteraufmahme der Versuchstiere

Parameter		Mittelwert	Streuung	Min	Max
Lebendmasse und	Alter				
Alter	Tage	83	± 34	5	174
Lebendmasse	kg	125	± 39	45	222
Tageszunahmen	g/Tag	1 059	± 337	230	1 933
Futteraufnahne					
Milchtränke	kg TM/Tag	0,621	0,157	0,169	0,975
Grundfutter	kg TM/Tag	1,225	± 0,895	0,001	3,658
Kraftfutter	kg TM/Tag	1,651	± 0,555	0,443	3,050
Gesamtfutter	kg TM/Tag	2,859	± 1,360	0,467	5,827

Schlagwörter: Lebendmasseentwicklung, Futteraufnahme, Rinderaufzucht, Rasse

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) – Ausschuss für Bedarfsnormen, 1995: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 85 S.

# AND THE THE PARTY OF THE PARTY

### Untersuchungen zur Futteraufnahme tragender und säugender Mutterschafe um den Geburtszeitraum

Blechmann, M. (Bonn), Ravenschlag, T. (Kleve), Burau, C. (Kleve), Pries, M. (Münster), Gerlach, K. (Bonn), Südekum, K.H. (Bonn)

Eine präzise Kenntnis des Futteraufnahmevermögens ist auch bei kleinen Wiederkäuern in der Hochträchtigkeit und frühen Laktation die Voraussetzung für eine bedarfsangepasste Energie- und Nährstoffversorgung. In der Literatur finden sich jedoch nur wenige Studien zur Höhe der Futteraufnahme bei Mutterschafen um den Zeitpunkt der Ablammung. Vor diesem Hintergrund wurde im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick ein kontrollierter Fütterungsversuch durchgeführt.

Bei 20 Mutterschafen (Deutsches Schwarzköpfiges Fleischschaf, mittlere Lebendmasse nach dem Ablammen: 107 kg) wurden im Zeitraum von zwei Wochen vor dem errechneten Ablammtermin bis vier Wochen nach der Ablammung täglich die aufgenommenen Futter- und Wassermengen tierindividuell erfasst. Die Gewichte der Mutterschafe und Lämmer wurden regelmäßig an fünf Tagen der Woche ermittelt. Die Tiere erhielten zur freien Aufnahme eine Mischration aus Gras- und Maissilage mit Stroh sowie Kraftfutter (44,4 % Trockenmasse [TM]; 7,0 MJ Nettoenergie-Laktation pro kg TM; 22,8 % Rohprotein in der TM). Die Inhaltsstoffe der Rationsbestandteile wurden an Sammelproben analysiert und wöchentlich der TM-Gehalt der Mischration bestimmt.

Die Mutterschafe zeigten neun Tage vor der Geburt eine mittlere tägliche TM-Aufnahme von 2,60 kg (Abb. 1). Direkt vor der Geburt konnte bei allen Tieren ein Rückgang der Futteraufnahme beobachtet werden, die allerdings unmittelbar nach der Geburt wieder anstieg. Bis zur dritten Woche post partum erhöhte sich die TM-Aufnahme auf durchschnittlich 4,04 kg/Tag. Die ermittelten Ergebnisse zeigen Abweichungen von bestehenden Literaturwerten und bieten die Basis für weitere Studien.

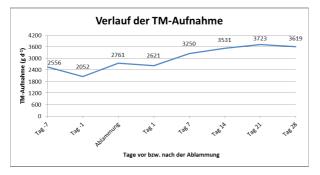


Abb. 1: Verlauf der TM-Aufnahme (g/Tag) von Mutterschafen im Zeitraum neun Tage vor der Ablammung bis 28 Tage nach der Ablammung

#### Beziehungen zwischen Silagecharakteristika (chemische Zusammensetzung, Metabolom) und dem Futterwahlverhalten von Ziegen

Scherer, R. (Bonn), Gerlach, K. (Bonn), Südekum, K.H. (Bonn)

Zum weiteren Erkenntnisgewinn über das Wahlverhalten von Wiederkäuern bei Vorlage von Silagen mit deutlich unterschiedlichen Qualitäten und dieser Variation zugrundeliegenden chemischen Verbindungen wurden aus Luzerne (Medicago sativa L.; LU) und Rotklee (Trifolium pratense L.; RK) jeweils sechs Silagevarianten aus identischem Erntegut hergestellt, um eine Bandbreite verschiedener Qualitäten zu erhalten. An den Silagen wurden neben konventionellen chemischen Analysen (z. B. Weender Analyse, Gärsäureanalytik, Rohproteinfraktionierung) und zwei Präferenzversuchen an Ziegen auch Analysen des Metaboloms (Gesamtheit der in biologischen Matrizes vorliegenden Moleküle) durchgeführt. Die Auswahl von vier der insgesamt zwölf Varianten basierte auf den Ergebnissen der Präferenzversuche, bei denen eine Vorlage der Silagen in Zweierkombinationen/Tag (n = 21) zur freien Aufnahme durch Ziegen (Weiße Deutsche Edelziege; n = 8; Körpergewicht 105±2,7 kg) über jeweils dreistündige Messzeiträume erfolgte. Die Daten wurden mit Hilfe einer Varianzanalyse mit den Faktoren Behandlung und Tier und einer Separierung der Mittelwerte mittels Waller-Duncan k-ratio t-test durchgeführt (SAS 9.3).

Obwohl die Silagevarianten nur zu geringen Unterschieden in den Gehalten an Gärsäuren und den Rohproteinfraktionen führten, war das Präferenzverhalten stark divergent. Die Trockenmasse-(TM)-Aufnahmen der am stärksten bevorzugten und gemiedenen Varianten der LU- und RK-Silagen betrugen 863, 858, 226 und 282 g TM/3 h. Mittels Metabolomanalyse konnten 6403 Verbindungen nachgewiesen werden, von denen 2010 identifiziert und 1677 anhand der "Human Metabolome Database" (HMDB) klassifiziert wurden. Als sogenannte ,taste relevant compounds' wurden Verbindungen definiert, die sich bei beiden Pflanzenspezies im Verhältnis von vermiedener zu bevorzugter Variante signifikant (p < 0.01) unterschieden. Diese Definition ergab 162 Verbindungen, wovon 95 im oben genanntem Verhältnis verringert und 67 erhöht vorlagen. Die Analyseergebnisse bieten insgesamt eine hilfreiche Grundlage für tiefergehende Erklärungen des Silageaufnahmeverhaltens durch Wiederkäuer.

してなり一人と

Einfluss eines tanninhaltigen Pflanzenextrakts als Silierzusatz bei Grobfuttermitteln auf die Stickstoffbilanz wachsender Wiederkäuer Schulz, K. (Berlin), Roscher, S. (Berlin), Brenneis, F. (Berlin), Spolders, M. (Berlin), Schafft, H. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin)

Zielstellung: Die Verringerung der proteolytischen Aktivität von Mikroorganismen in dem der Verdauung des Tieres vorgelagerten Prozesses der Silierung ist ein Ziel der Supplementierung von Grünlandaufwüchsen mit tanninhaltigen Pflanzenextrakten. Im Rahmen eines Verbundprojektes wurde geprüft, ob durch Zugabe eines tanninhaltigen Pflanzenextraktes bei der Silagebereitung steuernd auf den Futterwert der Silage eingegriffen werden kann mit dem Ziel, dass dem Wiederkäuer für produktive Zwecke zur Verfügung stehende Angebot an Rohprotein in der Futterration zu erhöhen. Mit Hilfe tierexperimenteller Untersuchungen galt es in diesem Zusammenhang die Arbeitshypothese zu testen, nach der komplexe Tannin-Protein-Bindungen durch die Mikroorganismen in den Vormägen biochemisch abgebaut werden, was zur Folge hat, dass ein höherer Anteil des Futterrohproteins unabgebaut an den Ort der Absorption der Aminosäuren, das proximale Duodenum, gelangen kann.

**Methode:** Sechs männliche Ziegenlämmer (3 Versuchstiere, 3 Kontrolltiere) wurden für 4 x 7 Tage im Stoffwechselkäfig gehalten. Den Tieren der Versuchsgruppe wurde 2 x täglich eine Grassilage verfüttert, welcher bei der Silierung ein tanninhaltiger Pflanzenextrakt (3 % Mimosa-Extrakt je kg TM) zugesetzt wurde.

Ergebnis: Dem Fütterungsregime entsprechend hätten die Untersuchungen zu einer Erhöhung des UDP5-Anteils in der Ration führen müssen. Anhand der Ergebnisse lässt sich der angestrebte Effekt in Bezug auf den prozentualen UDP-Anteil am Gesamt-N nicht voll bestätigen. Der Zusatz des tanninhaltigen Pflanzenextraktes zur Grassilage während der Silierung erhöhte den analytisch ermittelten Anteil an verwertbarem Futterprotein in der Ration nur geringfügig. Die Untersuchungen zur N-Bilanz an wachsenden Ziegen bestätigte diese Feststellung. Die Tiere der Versuchsgruppe nahmen zwar insgesamt mehr Stickstoff auf, können diesen aber nicht für produktive Zwecke nutzen und scheiden den Stickstoff hauptsächlich über den Harn wieder aus. Dennoch: Die mittlere Menge des täglich retinierten Stickstoffs war bei Verfütterung von tanninzugesetzter Silage tendenziell höher als bei Tieren der Kontrollgruppe.

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

## Einfluss der Fütterungsintensität in der Tränkeperiode auf Wachstum und Schlachtleistung von Bullen der Rasse Fleckvieh

Koch, C. (Münchweiler an der Alsenz), Frieten, D. (Bingen), Dusel, G. (Bingen)

Intensive Fütterungsstrategien werden in den letzten Jahren wissenschaftlich untersucht und bereits in vielen Milchvieh haltenden Betrieben erfolgreich umgesetzt. Durch eine intensive Fütterung innerhalb der Tränkperiode kann das Organwachstum, wie Leber und das Milchdrüsengewebe positiv beeinflusst werden (Soberon und van Amburgh, 2017; Geiger et al., 2016) wodurch in einigen Studien die spätere Milchleistung von intensiv gefütterten Kälbern positiv beeinflusst werden konnte (Soberon und van Amburgh, 2013). Weiterhin können die Tageszunahmen durch eine intensive Fütterung gesteigert werden (Korst et al. 2017), was eine intensive Fütterung auch für Kälber von Fleischrassen interessant machen könnte.

Im Rahmen eines Fütterungsversuches der TH Bingen und dem DLR Westpfalz, Hofgut Neumühle sollte der Frage nachgegangen werden, welchen Einfluss die Tränkeintensität innerhalb der Tränkeperiode auf Wachstum und Schlachtleistung von Bullen der Rasse Fleckvieh hat. Für den Fütterungsversuch wurden 35 Kälber der Rasse Fleckvieh mit einer mittleren Lebendmasse von 63 ±4,2 kg in 2 gleiche Gruppen eingeteilt. Die Kontrollgruppe erhielt täglich 6 Liter MAT-Tränke, Maissilage, Kraftfutter, Heu und Wasser zur freien Aufnahme. Die Versuchsgruppe wurde mit MAT-Tränke, Trocken-TMR, Heu und Wasser zur freien Aufnahme versorgt. Beide Gruppen waren nach 10 Wochen vollständig abgetränkt. Nach dem Abtränken der Tiere, wurden 28 Bullen mit einer mittleren Lebendmasse von 264 ±41 kg bis zum Schlachten gemästet. Über die Mastperiode wurden die Futteraufnahmen, das Wachstum sowie die Schlachtleistung der Bullen erhoben und dokumentiert.

Die intensiv gefütterten Kälber waren innerhalb der Tränkeperiode bis zur 8. Tränkewoche schwerer als die restriktiv getränkten Kälber (p<0,05). Diese Gewichtsunterschiede konnten in der 10. Tränkewoche und somit am Ende der Tränkeperiode nicht mehr festgestellt werden, wo alle Tiere die gleiche Lebendmasse aufwiesen. Über die Tränkeperiode erzielten beide Gruppen im Mittel tägliche Zunahmen in Höhe von 1,0 kg. In Hinblick auf die Leistungsparameter über die Mastperiode sowie Schlachtparameter konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen abgeleitet werden.

Aufgrund der dargestellten Ergebnisse führt eine intensive Fütterung von Kälbern der Rasse Fleckvieh über die Tränkeperiode zu keiner Verbesserung in Hinblick auf Wachstum und Schlachtleistung über die Mastperiode.

Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von Mastbullen der Rassen Fleckvieh und Braunvieh bei variierender Fütterungsintensität Ettle, T. (Grub), Obermaier, A. (Grub), Pickl, M. (Grub), Heim, M. (München)

Auf Grund der relativ großen Bedeutung der Rasse Braunvieh in der Milchviehhaltung in Bayern stehen neben Fleckviehkälbern auch männliche Braunviehkälber für die Mast zur Verfügung. Neuere vergleichende Untersuchungen zur Wachstumsleistung und zur notwendigen Mastintensität sind jedoch nicht verfügbar. Deshalb wurde ein Fütterungsversuch durchgeführt, in dem die Mast- und Schlachtleistung von Mastbullen der Rassen Fleckvieh und Braunvieh vergleichend bei 2 Energieversorgungsstufen untersucht wurde.

Für den Versuch standen 72 Bullen zur Verfügung Zu Versuchsbeginn hatten die Braunviehbullen ein Gewicht von 227±20 kg bei einem Alter von 153±10 Tagen, die Fleckviehbullen wogen 241±20 kg bei einem Alter von 163±10 Tagen. Die Bullen wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Gewicht und Alter entsprechend der Energiekonzentration der Ration gleichmäßig auf die Gruppen "Norm" und "hoch" aufgeteilt. Die Tiere wurden über eine Totale Mischration (TMR) auf Basis Maissilage, Kraftfutter und Stroh versorgt. Die Differenzierung des Energiegehaltes der Rationen erfolgte zum einen über einen erhöhten Anteil an Pflanzenöl im Kraftfutteranteil der TMR "Energie hoch", zum anderen durch eine Variation der Anteile an Stroh und Kraftfutter an den beiden TMR. Die Energiegehalte lagen durchschnittlich bei 12,0 und 11,6 MJ ME/kg TM, die mittleren XP-Gehalte einheitlich bei 13,5 % der TM. Während des Versuches wurde die Futteraufnahme tierindividuell über Wiegetröge erfasst, eine Wiegung der Tiere erfolgte alle 4 Wochen.

Die Futter-, Energie- und Rohproteinaufnahme wurde weder durch den Energiegehalt der Ration noch durch die Rasse beeinflusst. Die täglichen Zunahmen lagen bei den Fleckviehbullen in einem vergleichbar hohen Bereich wie in früheren Untersuchungen. Die Zuwachsleistung der Braunviehbullen lag niedriger (p<0,05), mit über 1600 g/Tag jedoch immer noch auf hohem Niveau. Für die Fleckviehbullen errechnet sich ein niedrigerer Aufwand an Energie je kg Zuwachs als für Braunviehbullen (66 vs. 69 MJ/kg Zuwachs). Die Ausschlachtung und die Handelsklasseneinstufung waren bei den Fleckviehtieren günstiger als beim Braunvieh, bei geringerer Verfettung. Die differenzierten Energiegehalte der Ration hatten vergleichsweise geringe Effekte auf die Mast- und Schlachtleistung. Für die ökonomische Einordnung im Vergleich der Rassen Fleckvieh und Braunvieh ist neben den Unterschieden in der Zuwachsleistung und der Handelsklasseneinstufung in erster Linie der Zukaufspreis für die Tiere entscheidend. Ob bezüglich der Energieversorgung unterschiedliche Empfehlungen für die beiden Rassen gegeben werden sollen, muss in weiteren Untersuchungen geprüft werden.

## Grünlandbasierte Bullenmast mit Absetzern der Rasse Fleckvieh aus der Mutterkuhhaltung

Steinberger, S. (Grub), Ettle, T. (Grub), Spiekers, H. (Grub), Pickl, M. (Grub), Höltkemeyer, V. (Bayreuth)

Die Ausmast von Ochsen mit Grasprodukten kann vor allem im ökologischen Landbau eine lohnende Produktionsform darstellen. Im konventionellen Segment wird die bessere Fleischqualität des Ochsen meist nicht entsprechend honoriert, so dass die Ausmast von Bullen eine Alternative darstellen könnte. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, Daten zur Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität bei einer Ausmast von Bullen auf Basis Grassilage mit oder ohne Kraftfutterzulage zu ermitteln.

#### Methoden

Die insgesamt 30 Absetzer der Rasse Fleckvieh aus der Mutterkuhhaltung waren zwischen November und Februar geboren und wurden etwa 10 Monate gesäugt. Die Kälber wurden mit ihren Müttern für etwa 7 Monate auf einer Kurzrasenweide geweidet. Es erfolgte auf der Weide keine Zufütterung von Grob- bzw. Kraftfutter. Nach dem Absetzen erhielten alle Tiere bis zum Schlachttermin Grassilage ad libitum und eine Mineralstoffgabe. Es wurden zwei Gruppen gebildet. Gruppe I erhielt keine Kraftfutterergänzung, in Gruppe II wurden bis zu einem Gewicht von 550 kg zwei und anschließend drei kg Kraftfutter je Tag gefüttert. Der Futteraufwand wurde für die Gruppe erfasst, Mast- und Schlachtleistung am Einzeltier.

#### **Ergebnisse**

Die Absetzer wurden nach 310 Tagen Säugedauer abgesetzt. Die Bullen erreichten 1.320 g tägliche Zunahmen bis zum Absetzen. Bis zur Schlachtung erzielte die Gruppe I (ohne KF) 1.265 g und die Gruppe II (mit KF) 1.343 g Lebenstagzunahmen. Die Schlachtgewichte betrugen 393 kg bzw. 418 kg bei 58,2 % bzw. 59,6 % Ausschlachtung. Die Klassifizierung (EUROP = 1-5) der Schlachtkörper erfolgte in 2,3 (Gruppe I), bzw. in 2,1 (Gruppe II). Die Fettgewebeklasse (1-4) betrug in beiden Gruppen 2,0. Der Intramuskuläre Fettanteil (IMF) betrug bei Gruppe I 1,6 %, bei Gruppe II 2,1 % und liegt damit deutlich unter den Werten gleichgestalteter Untersuchungen zur Ochsenmast (> 4 %)

#### **Fazit**

Bei der Ausmast von männlichen Absetzern aus der Mutterkuhhaltung ist das sehr gute Wachstumspotential während der Säugeperiode zu nutzen. Eine Säugedauer von 10 Monaten ermöglicht eine gute Nutzung des genetischen Leistungspotentials der Mutterkühe. In der nachfolgenden Mastperiode auf Basis Grassilage können bei guter Futterqualität und einer ergänzenden energiebetonten Kraftfuttergabe Mast- und Schlachtleistungen vergleichbar mit einer Mast auf Maissilagebasis erreicht werden.

# などとは、フラン・ローへの記

## Untersuchungen zur Futteraufnahme von Mastfärsen mittels Indikatormethode (Titandioxid) im System der Kurzrasenweide

Weindl, P. (Freising), Bellof, G. (Freising), Hänsler, D. (Freising)

Die Ermittlung der täglichen Futteraufnahme stellt besonders für Auswertung von Weideversuchen eine Herausforderung dar. Die Verwendung von unverdaulichen Markern wie z.B. Titandioxid (TiO<sub>2</sub>), in Verbindung mit der Schätzung der Verdaulichkeit des Weidegrases mittels Kot-Stickstoff-Regressionsgleichungen (Schmidt et al. 1999), wird dabei in der Literatur häufig als Lösungsansatz diskutiert. Im Rahmen eines grünlandbasierten Färsenmastversuches der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf am Standort Grünschwaige sollte überprüft werden, in wie weit diese Methode auch für Mastfärsen, die in der Vegetationsperiode im System der Kurzrasenweide gehalten werden, plausible Werte liefern kann. Die Verabreichung des Markers TiO<sub>2</sub> erfolgte dabei über das Kraftfutter (KF, 2,04 g TiO<sub>2</sub>/kg). Dieses konnte tierindividuell mittels einer KF-Abrufstation verabreicht wurde. Das Kraftfutter wurde während der gesamten Weidesaison eingesetzt. Jeweils sechs Färsen erhielten ein tägliches Anrecht in Höhe von 1,0 kg KF; weitere sechs Färsen 0,5 kg KF-Anrecht je Tag. Hierbei sollte untersucht werden, ob auch mit relativ geringen Tagesdosen an TiO<sub>2</sub> plausible Ergebnisse berechnet werden können.

In beiden Versuchsgruppen zeigten jeweils zwei Tiere ein unregelmäßiges Abrufverhalten. Da für aussagekräftige Ergebnisse eine kontinuierliche Aufnahme des Markers unerlässlich ist, wurden diese Tiere nicht in die Auswertung mit einbezogen. Es empfiehlt sich daher grundsätzlich, Versuchsansätze mit mehr Tieren als schlussendlich benötigt, zu konzipieren.

Tabelle 1: Arithmetische Mittelwerte ausgewählter Parameter sowie die daraus geschätzte Weidefutter- und Gesamtfutteraufnahme.

Parameter	Einheit	Gruppe 1	Gruppe 2	Differenz
Gewicht	kg LM	555	535	20
KF-Aufnahme	kg/Tag	0,474	1,054	0,580
TiO <sub>2</sub> -Aufnahme	mg/Tag	965,8	2146,6	1180,8
Verd. organische Masse	%	80,0	79,6	0,4
Gesamtfutteraufnahme	kg TM/Tag	9,53	12,23	2,7
Weidegrasaufnahme	kg TM/Tag	9,04	11,19	2,15

In beiden Versuchsgruppen konnten plausible Werte hinsichtlich der geschätzten täglichen Futteraufnahme ermittelt werden. Eine nennenswerte Anreicherung von  ${\rm TiO_2}$  im Weideaufwuchs konnte über die Weidesaison nicht beobachtet werden.

## Effizienz der Milchproduktion von Fleckvieh- und Holstein-Kühen in Abhängigkeit von der Lebendmasse

Gruber, L. (Irdning), Schwarz, F. (Freising), Fischer, B. (Iden), Spiekers, H. (Grub), Steingaß, H. (Stuttgart), Meyer, U. (Braunschweig), Jilg, T. (Aulendorf), Obermaier, A. (Grub)

Die Milchleistung der Kühe erfährt global eine kontinuierliche Steigerung, sowohl durch züchterische Maßnahmen als auch durch Verbesserung der Fütterung sowie durch tiergerechtere Haltungsbedingungen. Die alleinige Betrachtung der Milchleistung zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkung ist allerdings nicht ausreichend und zielführend, da zusätzlich zum Output auch der dazu erforderliche Input in Rechnung zu stellen ist. Aus diesem Grund gewinnt die sog. Effizienz immer mehr an Interesse und Bedeutung. Darunter ist die Relation von Output zu Input zu verstehen (Effizienz = Output/ Input). In der vorliegenden Arbeit wird auf die Beziehung zwischen Milchleistung und Lebendmasse näher eingegangen. Auf Grund der positiven genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Lebendmasse (und der z.T. direkten Zucht auf Körpergröße) hat sich die Lebendmasse der Kuhpopulationen in den vergangenen Jahrzehnten um etwa 100-150 kg erhöht. Dies ist bei der Effizienz der Kühe in Rechnung zu stellen, da sich mit steigender Lebendmasse der Erhaltungsbedarf erhöht. Berechnungen auf Basis von Nährstoffbedarfsangaben (GfE 2001) ergeben, dass Kühe um 832 kg ECM mehr leisten müssen, wenn ihre Lebendmasse um 100 kg ansteigt, um die gleiche Nährstoff-Effizienz zu erreichen. Für die Berechnungen wurden die Daten aus dem Projekt "Futteraufnahme-Schätzformel" (Gruber et al. 2004) herangezogen (1.600 Tiere, n = 18.638 Datensätze).

Die Ergebnisse zeigen eindeutige Trends sowohl hinsichtlich der Unterschiede zwischen den Rassen (Fleckvieh, Holstein) als auch bezüglich des Einflusses der Lebendmasse auf die Lebendmasse- und Energie-Effizienz. Die höchste Effizienz einer Population wird bei mittlerer Lebendmasse erreicht. Milchbetonte Kühe sind effizienter in der Milcherzeugung, deren Nachteile in der Mastleistung sind natürlich in Rechnung zu stellen. Die Effizienz von Fleckvieh ist in geringerem Maß von der Lebendmasse beeinflusst als von jene Holstein. Lebendmasse- und Futtereffizienz sind nicht identisch und haben ein unterschiedliches Optimum. Die Berücksichtigung der Lebendmasse-Veränderung bzw. Energiebilanz bei der Kalkulation der Effizienz-Kriterien beeinflusst die Effizienzwerte, und zwar für die Rassen und Lebendmasse-Bereiche sowie die einzelnen Effizienz-Parameter in unterschiedlichem Ausmaß. Aus den Ergebnissen ist der Schluss zu ziehen, dass die Lebendmasse in der Rinderzucht berücksichtigt oder zumindest beachtet werden sollte.

Schlagwörter: Effizienz, Milchleistung, Rassen, Lebendmasse, Energieaufnahme

# Einsatz heimischer Leguminosen in der Milchviehfütterung unter ökologischen Bedingungen: Hydrothermisch behandelte Ackerbohnen zur Proteinversorgung

Pries, M. (Bad Sassendorf), Verhoeven, A. (Kleve), Hoppe, S. (Kleve)

Ein Verzicht auf Extraktionsschrote sowie knappe Verfügbarkeit anderer Proteinträger am Markt führen in der ökologischen Milchviehfütterung oftmals zu einer nicht ausreichenden Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) in der Hochleistungsphase. Heimische Eiweißträger wie z.B. Ackerbohnen, Lupinen oder Erbsen stehen vermehrt für die Fütterung zur Verfügung, weisen allerdings eine hohe ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins und somit im Vergleich zum Proteingehalt relativ geringe nXP-Gehalte auf. Bei höheren Milchleistungen ist dann eine ausreichende Versorgung der Kühe mit nXP nicht immer gesichert. Vor diesem Hintergrund werden hydrothermische Behandlungsverfahren (HTS) interessant, die zu einer Verringerung der Abbaubarkeit des Rohproteins aus Körnerleguminosen im Pansen und somit zu einem Anstieg des nXP-Gehaltes führen.

Im ökologisch geführten Betrieb des VBZL Haus Riswick wurde ein Fütterungsversuch mit 2 x 20 Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein (DH) durchgeführt. Am Fressgitter erfolgte einmal täglich morgens die Vorlage einer aufgewerteten Mischration aus Kleegras- und Maissilage im Verhältnis 50:50 (FM) sowie 2 kg Lupinen je Kuh und Tag über einen Futtermischwagen. Zwei hofeigene Mischungen Milchleistungsfutter wurden über zwei Kraftfutterstationen eingesetzt, wobei in der Kontrolle Ackerbohnen als Eiweißkomponente, in der Versuchsgruppe entsprechend HTS-Ackerbohnen eingesetzt wurden. Ab einer Leistung von 22 kg konnten die Kühe individuell je nach Leistung bis maximal 6 kg abrufen. Eine Milchleistungsprüfung erfolgte 14-tägig.

Tab. 1: Leistungen der beiden Versuchsgruppen im Vergleich

Parameter	Ackerbohnen	HTS Ackerbohnen
Milchmenge, kg	27,8	28,0
Fett, %	4,61	4,54
Protein, %	3,24	3,24
Harnstoff, ppm	134	127
Zellzahl, in T.	98	81
ECM, kg	29,4	29,3

In Tabelle 1 sind die Leistungsparameter der Kühe dargestellt. Es konnten keine Unterschiede durch den Einsatz von HTS-Ackerbohnen in den Milchmengen und -inhaltsstoffen festgestellt werden. Macht Hanf unsere Kühe "high"? - Erste Ergebnisse einer Studie zum Transfer von Cannabinoiden aus dem Futter in die Milch von Kühen Wagner, B. (Berlin), Spolders, M. (Berlin), Schafft, H. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin), Bernsmann, T. (Münster), Fürst, P. (Münster)

Die Verwendung von Hanf und Hanfprodukten als Futtermittel für Lebensmittel liefernde Tiere hat eine lange Tradition. Ein Anbau von Hanf ist in der EU erlaubt, sofern der Tetrahydrocannabinolgehalt der verwendeten Sorten nicht mehr als 0,2 % beträgt und die Sorten im "Gemeinsamen Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzenarten" aufgeführt sind. In der EU wird Hanf vornehmlich zur Gewinnung von Hanffasern aus dem Stängel der Pflanze angebaut. Die Gesamtpflanze sowie Nebenprodukte der Hanffaserproduktion stellen eine wertvolle und nachhaltige Futterressource dar. Landwirte berichten von positiven Effekten der Verfütterung von Hanf auf die Milchparameter, die Tiergesundheit und die Fertilität von Milchkühen.

In den vergangenen Jahren wurden jedoch Bedenken laut, ob es zu einem Transfer von Tetrahydrocannabinol (THC), einer psychoaktiven Substanz, die von der Hanfpflanze exprimiert wird, sowie von THC-Kongeneren aus hanfhaltigen Futtermitteln in die Milch von Kühen kommen könne. Studien zum Transfer von THC und THC-Kongeneren aus nutzhanfhaltigen Futtermitteln in die Lebensmittel tierischen Ursprungs liegen nur vereinzelt vor. Das größte Defizit der vorliegenden Studien stellt die fehlende analytische Differenzierung zwischen THC und seiner psychoinaktiven Vorstufe Tetrahydrocannabinolsäure (THCA) dar, die immerhin bis zu 90 % des Gesamt-THC-Gehalts in Hanfpflanzen ausmachen kann.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes widmet sich das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) der Untersuchung des Transfers von THC und THC-Kongeneren aus nutzhanfhaltigen Futtermitteln in die Milch von Kühen. Im Zuge einer im Jahr 2016 durchgeführten Pilotstudie erhielt eine Milchkuh über einen Zeitraum von 13 Tagen Hanfsilage. Am Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe (CVUA-MEL) wurden die dabei gewonnenen Futter- und Milchproben mittels einer am CVUA-MEL entwickelten HPLC-MS/MS-Methode auf ihren Gehalt an THC, THCA, 11-OH-THC, 11-nor9-carboxy-Δ9-THC, Cannabidiol (CBD), Cannabinol (CBN) und Cannabidivarin (CBDV) hin analysiert.

Die Ergebnisse der Pilotstudie sowie weitere geplante Aktivitäten in Bezug auf die Quantifizierung des Transfers von Cannabinoiden aus dem Futter in die Milch von Kühen werden vorgestellt.

## Automatisierte Probenhomogenisierung mit dem SampleHomogenizer

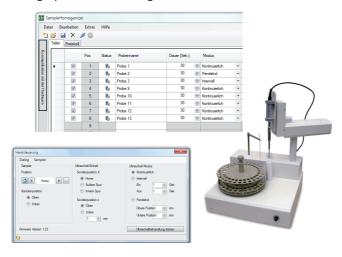
Kunz, K. (Salzwedel), Weißwange, P. (Radebeul)

Der SampleHomogenizer dient in der täglichen Routinearbeit zur automatisierten Homogenisierung von wässrigen Originalproben mittels Ultraschall. Bis zu 60 Proben können auf den Probenteller platziert und automatisiert abgearbeitet werden. Auch die Homogenisierung von Emulsionen und Suspensionen ist möglich.

Die flexible Software gestattet:

- die automatisierte Homogenisierung von Probenserien oder Einzelproben
- Realisierung verschiedener Homogenisierungsroutinen
- Einstellung verschiedener Parameter (z.B. Zeit und Intensität)

Die Probenlisten und die Parameter der Homogenisierungsprozedur können in einer pdf-Datei gespeichert oder ausgedruckt werden.



#### Moderne Aschebestimmung für milchwirtschaftliche Probenmatrices Kaiser, R. (Bremerhaven), Wessels, H., Kuhr, A. (Oldenburg)

Die Bestimmung des Aschegehaltes ist bei der rechtlichen Beurteilung sowie Qualitätskontrolle von Milch und Milcherzeugnissen ein entscheidender Parameter, ist jedoch durch die produkttypischen Eigenschaften der Milch mitunter anspruchsvoller als bei anderen Lebensmitteln. Die §64-Methode, welche beispielsweise in akkreditierten Prüflaboratorien und im Rahmen der amtlichen Überwachung eingesetzt wird, beinhaltet die Trocknung der Probe im Trockenschrank, die Vorveraschung sowie das Ausglühen im Muffelofen. Durch die Vielzahl an Arbeitsschritten bis zum Erreichen einer Gewichtskonstanz sowie durch die häufig manuell durchgeführte Dokumentation ist die Methode sowohl personal- und zeitintensiv als auch in nicht zu vernachlässigendem Maße fehleranfällig.

Die Automatisierung und Kombination der unterschiedlichen Teilschritte innerhalb eines Systems kann somit zu einer deutlichen Optimierung des gesamten Untersuchungsverfahrens beitragen. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen einer im Hause durchgeführten Arbeit die Anwendbarkeit des prepASH-Systems sowohl für Milch als für unterschiedliche Milcherzeugnisse untersucht. Da von der Einwaage der Proben bis zur grafischen Auswertung und Dokumentation sämtliche Schritte durch individualisierbare Auswertungs- und Temperaturprogramme durchgeführt werden, konnte durch das System eine deutliche Effizienzsteigerung erreicht werden. Durch den Hersteller werden bereits unterschiedliche Programme zur Verfügung gestellt, welche unter Berücksichtigung der laborinternen Erfahrungswerte für unterschiedliche Matrices erfolgreich angepasst werden konnten.

Im Vortrag wird insbesondere auf die Anwendung im Alltag sowie auf die im Rahmen der Validierung erzielten Ergebnisse eingegangen. Die Präzision unter Wiederholbedingungen konnte durch die Analyse verschiedener referenzierter Milcherzeugnisse (Magermilchpulver, Molkenpulver, Molkenprotein, Schmelzkäse, Kondensmilch, Kaffeesahne) bestimmt werden, sodass eine Vergleichbarkeit mit den gesetzlichen Methoden gegeben ist. Auch die Anwendung der Methode auf unterschiedliche Routineproben konnte erfolgreich durchgeführt werden.

## Atomspektroskopische Methoden für die Analyse landwirtschaftlicher Proben – Stärken und Limitierungen

Rietzler, F. (Nürnberg)

Die chemische Analyse von Bodenproben ist aus der modernen Landwirtschaft nicht mehr wegzudenken. Eine exakte Ermittlung der Elementzusammensetzung gibt einerseits Aufschluss über das Nährstoffprofil und ermöglicht somit eine zielgerichtete Düngung und optimales Pflanzenwachstums. Andererseits wird durch die Analyse von Bodenproben die grundsätzliche landwirtschaftliche Nutzbarkeit des Bodens anhand von Grenzwerten toxischer Elemente wie Arsen, Blei und Quecksilber bewertet.

Die Bestimmung von Alkali-, Erdalkali- und Schwermetallen sowie von Schwefel und Phosphor in landwirtschaftlichen Proben gehört zu den größten Anwendungsgebieten atomspektroskopischer Methoden wie AAS, ICP-OES und ICP-MS, wobei neben hoher Methodenrobustheit und Nachweisstärke vor allem der Probendurchsatz im Vordergrund steht. Anhand von typischen Anwendungsbeispielen aus dem Bereich der Bodenanalytik soll das Leistungspotential der einzelnen Techniken verglichen werden. Weiterhin werden anhand von Anwendungsbeispielen aus dem Bereich der Bodenanalytik die Möglichkeiten der instrumentellen Analytik diskutiert und die Stärken der einzelnen Techniken vorgestellt.

#### Fortschrittliche Elementanalyse von Luftfiltern

Müller, F. (Kleve)

Das Thema Luftverschmutzung ist aktueller denn je. Behördliche Auflagen und Sorgen der Bevölkerung vor einer Gesundheitsbeeinträchtigung durch Schwermetalle in der Luft haben dazu geführt, dass Luftemissionen heute präzise kontrolliert und dokumentiert werden müssen. In Europa beschreibt die Direktive 2008/50/EC ("Air Quality Directive") die Überwachung von Luft hinsichtlich verschiedener Emissionsquellen. Als zu überwachende Schwermetalle werden hier Blei, Quecksilber, Arsen, Kadmium und Nickel genannt. Zudem existieren zwei maßgebliche Richtlinien: Die 2010/75/EU für industrielle Emissionen und die 2004/107/EC für Immissionen in ländlichen und städtischen Gebieten. In Deutschland ist überdies die VDI-Norm 2267 ("Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft") relevant.

Zur Kontrolle der Emissionen kommen heute moderne Spektrometer zum Einsatz, die auf Technologien setzen wie die energiedispersive Röntgenfluoreszenzspektrometrie (ED-RFA), optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) oder ICP-Massenspektrometrie (ICP-MS). Mithilfe solch moderner Analysegeräte sind Betriebe in der Lage, schädliche Elemente zuverlässig, schnell und überaus präzise zu bestimmen und zu dokumentieren.

Der Vortrag skizziert die gängigen Analyseverfahren bzw. -technologien, beschreibt die jeweiligen Vor- und Nachteile, zieht den Kostenaspekt in Betracht und zeigt auf, welcher Spektrometertyp für welche analytische Anwendung am besten geeignet ist.

## Digital ins Feld - Inspektion und Verwaltung außerhalb des Labors in praktischer Anwendung

Köller, C. (Bochum)

Sind Sie Probenehmerin oder Probenehmer, Inspekteurin oder Inspekteur oder erledigen Sie Aufgaben für die Verwaltung?

Wenn ja, möchte ich Ihnen folgende Fragen stellen:

Arbeiten Sie mit Protokollvorlagen auf Papier, die sie handschriftlich ausfüllen müssen? Müssen Sie Kopfdaten immer wieder eintragen, obwohl sie in einem Computersystem bereits gepflegt wurden? Müssen die Papierprotokolle, nachdem Sie sie fertig ausgefüllt haben, noch einmal eingescannt oder sogar abgetippt werden?

Haben Sie die letzten drei Fragen mit Nein beantwortet, dann haben sie vielleicht bereits eine Lösung, mit der Sie effizient einen außer Haus Termin vorbereiten können und, vor allem auch, mit der die Protokollierung Ihrer Arbeit, die Sie vor Ort geleistet haben, direkt in Ihr Verwaltungssystem zurückfließen lässt.

Sollte ein Ja dabei gewesen sein, dann könnte Sie folgendes interessieren:

Worum geht es?

Daten in einem Informationssystem können außerhalb des Labors bei Probenahmen, Inspektionen oder bei anderen Verwaltungsaufgaben so genutzt werden, dass weniger Papier verbraucht wird, und vor allem die Arbeit deutlich effizienter geleistet werden kann. Die Nutzung von Tablets erlaubt es, außer Haus Daten nur einmal erfassen zu müssen und anschließend alle Daten synchronisieren zu können.

Das Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei in Rostock stellt ausgewählten Mitarbeitern Anwendungen zur Verfügung, um im ersten Schritt Papierprotokolle zu reduzieren und Verwaltungsaufgaben, z. B. für Vergabe von Fischereilizenzen, deutlich zu vereinfachen.

Der Vortrag möchte konkrete Anwendungsbeispiele für laborexterne Lösungen in Verbindung mit einem LIMS (Labor-Informations- und Managementsystem) zeigen.

#### LIMS – Probenanmeldung 4.0

Flekna, J. (Neufahrn)

Digitale Transformation, Industrie 4.0, Mobile Computing - die Digitalisierung ist seit längerer Zeit ein Trendthema. Auch im Laborumfeld werden die letzten analogen Lücken in den Verarbeitungsprozessen mit digitalen Lösungen geschlossen.

Der Vortrag handelt von der Digitalisierung der Probenanmeldung und Untersuchungsbeauftragung.

Ausgehend von der Darstellung klassischer, analoger Vorgehensweisen werden digitalisierte Verfahren und deren Vor- und Nachteile gegenübergestellt.

Die digitalen Möglichkeiten werden durch praktische Beispiele aus der Produktions- und Auftragsanalytik veranschaulicht.

### Technische Neuerungen in der Referenzanalytik – Unterstützung akkreditierter Laboratorien

Fettweis, U. (Königswinter)

Dokumentation und Akkreditierung stellen wichtige Bestandteile der Arbeit vieler moderner Laboratorien dar. Die Nachvollziehbarkeit der einzelnen Arbeitsschritte einer Analyse bis hin zum Analysenergebnis sind zentrale Anforderungen der EN DIN/ISO 17025 sowie der Guten Laborpraxis GLP. Dies führt zu teilweise erheblichem Arbeitsaufwand und damit auch zu entsprechenden Kosten. Die C. Gerhardt GmbH & Co. KG entwickelt und produziert Analysensysteme, die die notwendigen Dokumentationen erheblich erleichtern und den Arbeitsaufwand dafür auf ein Minimum reduzieren. Mit diesen Systemen sind Laboratorien stets einfach und gut auf Audits vorbereitet. Lästige Arbeiten entfallen, der Preis pro Probe sinkt. Vorgestellt werden Beispiele aus der Stickstoffbestimmung nach Dumas und nach Kjeldahl sowie aus der Fettbestimmung nach Weibull-Stoldt.

## ANKOM Technologie – Vergleich der FilterBag-Technik mit den amtlichen Methoden nach VDLUFA

Kunz, K. (Salzwedel), Kuzner, H. (Karlsruhe)

Hilfsmittel	
Konventionelle Methode Filtrations- mittel, z. B. Kieselgur, Hyflo-supercel Extraktionshülsen Trockenschrank Ana- lysenwaage Glaskolben, Becherglas Sie- desteine oder -perlen Watte Heizplatte oder Brenner Papierfilter	ANKOM Extraktor Filter Bags Filter Bag Schweißgerät Analysenwaage Trocken- schrank

Reagenzien				
Konventionelle Methode	ANKOM Extraktor			
Petrolether	Petrolether			
Salzsäure, ca. 3 mol/l	Salzsäure, 1 mol/l			
Natriumsulfat, wasserfrei				

	A - Durchführung (ohne Hydrolyse)					
	<b>Konventionelle Methode</b>	<b>ANKOM Extraktor</b>				
Einwaage	ca. 5 g (bei pflanzlichen Futter- mitteln)	1 2 g				
	Ausnahmen: Kleber, Hefen, Soja- proteine, Kartoffeleiweiss					
Trocknung		ca. 3 h im Trockenschrank				
Extraktionszeit	ca. 6 h					
	Abdestillieren des Lösungsmit- tels					
Trocknung	ca, 1,5 h im Trockenschrank	ca. 1 h im Trockenschrank				
Probendurchsatz		10 - 20 Proben gleichzeitig				
Lösungsmittelver- brauch		ca. 2 ml / Probe				

	B - Durchführung (mit Hydrolyse)					
	Konventionelle Methode	ANKOM Extraktor				
Einwaage	ca. 2,5 g bei Futtermitteln tieri- schen Ursprungs und den Aus- nahmen von A	5 1 g				
Hydrolyse	ca. 1 h	ca. 1 h (20 Proben gleich- zeitig)				
	Abkühlen, Filtrieren, Waschen					
Trocknung	ca. 1,5 h im Trockenschrank	ca. 3 h bei 100 °C				
Extraktionszeit	ca. 6 h Abdestillieren des Lösungsmit- tels	ca.5 - 40 min				
Trocknung	ca, 1,5 h im Trockenschrank	a. 1 h im Trockenschrank				
Probendurchsatz		10 - 20 Proben gleichzeitig				
Lösungsmittelver- brauch		ca. 2 ml / Probe				

THE CASE STANKED STANKED STANKED

#### Pflanzenschutzmittelrückstände in konventionellem und Bio-Saatgut Nagel, T. (Karlsruhe)

Im Rahmen des Ökomonitorings wurden vom Referat 21 - Organische Analytik - des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg (LTZ) im Zeitraum 2010 - 2014 insgesamt 308 Saatgutproben (davon 205 Bio-Saatgut) auf 43 (ab 2013: 111) Pflanzenschutzmittelwirkstoffe einschließlich Metaboliten untersucht. Der Schwerpunkt lag auf der Kontrolle von Saatgut zum Anbau von Gemüse und frischen Kräutern.

In 114 Proben (50 Bio-Saatgut, 64 konventionelles Saatgut) wurden Rückstände an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen gefunden. Bei den Funden handelt es sich in den überwiegenden Fällen um Fungizide und Insektizide.

Der Beitrag beleuchtet den rechtlichen Rahmen, die Durchführung, die Analytik sowie die Ergebnisse und ihre Bewertung dieses in Deutschland einmaligen Überwachungsprogramms.

#### Analyse von Pflanzenschutzmitteln und Pharmaka in Wasser

Bonafede, L. (Speyer), Martens, D. (Speyer)

Pflanzenschutzmittel und pharmakologische Wirkstoffe gelangen über verschiedene Pfade in unsere Oberflächengewässer und ins Grundwasser. Da die Gewässer wichtiger Lebensraum für vielfältige Arten von Lebewesen sind, müssen anthropogene Schadstoffeinträge so gering wie möglich gehalten werden. Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist die Verbesserung des ökologischen Zustandes unserer Gewässer. Zur Kontrolle werden jedes Jahr Proben u.a. auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln und Pharmaka untersucht.

An der LUFA Speyer werden regelmäßig Proben von Abwässern, Oberflächengewässern und Grundwässern untersucht. Dabei wird seit zehn Jahren die anreicherungsfreie Direktinjektion ins LC-MS/MS angewendet, wie sie auch mittlerweile in den DIN-Normen 38407-36 und 38407-47 beschrieben ist. Es werden zur Zeit 312 Substanzen mit drei verschiedenen Methoden analysiert. Je nach Empfindlichkeit des Analysengerätes werden unterschiedliche Probenvolumina von bis zu 1000 µl auf das LC-MS/MS-Gerät aufgegeben. Die Bestimmungsgrenzen liegen für die Pflanzenschutzmittel in der Regel bei 20 ng/L, für die Pharmaka und die meisten Abbauprodukte bei 50 ng/L. Für jede Messserie wird eine 10-Punkt-Kalibrierung über das Gesamtverfahren durchgeführt. Matrixeffekte, die insbesondere bei Abwässern auftreten können, werden durch die Einrechnung der Wiederfindungsraten von internen Standards kompensiert.

Die Konzentrationen der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe sind stark abhängig von der Jahreszeit, der landwirtschaftlichen Praxis im Einzugsgebiet und auch von der Stabilität der Substanzen. Die Konzentrationsverläufe der meisten detektierbaren Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zeigen breite Maxima zu den Hauptanwendungszeiträumen (Abb. 1) und spiegeln damit die landwirtschaftliche Praxis wieder. Es treten aber immer wieder enge Konzentrationsspitzen einzelner Wirkstoffe auf, die auf Einzelereignisse hinweisen. Bei einigen Wirkstoffen, z.B. Tebuconazol oder Carbendazim, trägt auch die Anwendung als Biozide in technischen Produkten und deren Auswaschung zum Schadstoffeintrag bei.

Im Gegensatz dazu ist der Konzentrationsverlauf der pharmakologischen Wirkstoffe eher konstant über das ganze Jahr. Die Konzentrationen vieler dieser pharmakologischen Wirkstoffe oder deren Abbauprodukte sind oft deutlich höher als die der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe.

Im Grundwasser sind eher polarere Abbauprodukte detektierbar, die leichter durch den Boden transportiert werden als die eigentlichen Ausgangswirkstoffe.

2 7/1 (TIME)

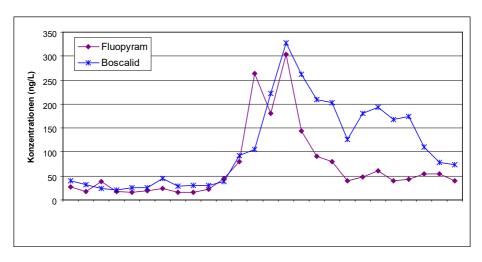


Abbildung 1: Konzentrationen von Fluopyram und Boscalid im Wasser der Selz bei Ingelheim 2015

#### Übergang von Veterinärantibiotika in Pflanzen aus güllebehandelten Böden – ein Modellversuch in Mitscherlichgefäßen

Stahl, T. (Kassel), Portz, A., Georgii, S. (Wiesbaden), Brunn, H. (Gießen), Koch, D. (Kassel), Bernhard, C. (Kassel)

Der kontinuierliche und hohe Einsatz von Antibiotika in der Veterinär- und Humanmedizin macht es erforderlich, die Eintragswege dieser anthropogenen Substanzen in die Umwelt und in Nahrungsketten näher zu untersuchen. Die Substanzen werden unverändert oder verstoffwechselt vom Organismus ausgeschieden. Werden Arzneimittel durch die verschiedenen Wasseraufreinigungsschritte in der Kläranlage nicht zurückgehalten bzw. eliminiert, können diese über Abwässer in Oberflächengewässer gelangen; nach der Anwendung von Antibiotika in der Veterinärmedizin sind Rückstände auch in Gülle nachweisbar. Bei der Nutzung der Gülle und von Klärschlamm als Dünger werden Antibiotika bzw. deren Metabolite in den Boden eingetragen. Eine Verlagerung dieser Substanzen vom Boden in das Grundwasser (leaching) und/oder in pflanzliche Lebensmittel/ Futtermittel (carryover) ist denkbar. Auch der Mensch kann auf diese Weise einer unerwünschten Aufnahme von Veterinärantibiotika über die Nahrungsketten (Trinkwasser, Lebensmittel) ausgesetzt sein.

Um mögliche Eintragswege dieser Stoffe in die Umwelt und Nahrungsketten zu untersuchen, werden im Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) - in Kooperation mit

dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) Aufwuchsversuche in Mitscherlichgefäßen zum carryover von Antibiotika in Nutzpflanzen durchgeführt.

**Weidelgras:** Für den Aufwuchsversuch wurde Rindergülle mit verschiedenen Konzentrationen (20, 50 und 100 mg/kg) der Analyten (Chlortetracyclin, Doxycyclin, Sulfamethazin und Sulfamethoxazol) dotiert und einer 35-tägigen anaeroben Fermentation unterzogen. Als Versuchsböden wurden Volkmarser Sand und Baunataler Löß verwendet. Die Mitscherlichgefäße wurden mit 7 kg Boden befüllt und anschließend wurde 0,5 kg Gülle in den Boden eingearbeitet. Insgesamt wurden fünf Weidelgras-Schnitte geerntet und auf ihren Antibiotikagehalt untersucht.

**Möhren:** Für diesen Aufwuchsversuch wurde Rindergülle mit den Analyten (siehe Weidelgras) in einer Konzentration von 100 mg/kg dotiert und einer 40-tägigen anaeroben Fermentation bzw. einer 8-tägigen aeroben Lagerung unterzogen. Als Versuchsboden wurde Volkmarser Sand verwendet. Die Mitscherlichgefäße wurden mit 6,5 kg Boden befüllt und anschließend wurde 0,5 kg Gülle in den Boden eingearbeitet. Die Analyse der Antibiotika erfolgte mittels LC-MS/MS getrennt in Möhrengrün, Möhrenrübe und Möhrenschale.

#### Einfluss verpilzter Einsatzstoffe auf den Biogasprozess und die hygienischen Eigenschaften von Gärresten

Hartel, M. (Freising)

Die Kombination aus Tierhaltung und Biogasproduktion, sowie die aktuelle Forderung verstärkt Reststoffe als Einsatzstoff zu nutzen bietet nicht nur aus umweltrelevanter Sicht verschiedene Vorteile. So ermöglicht beispielsweise die Biogastechnologie eine weiterhin gesicherte Verwendung von für die Fütterung ungeeigneten Materials. Hinweise aus der Praxis deuten jedoch darauf hin, dass verpilzte Silagen den Biogasprozess beeinträchtigen können. Die dabei gebildeten Sekundärmetabolite können sowohl toxische als auch antibiotisch wirksame Substanzen enthalten. Der Metabolismus im komplexen Biogasprozess und Verbleib im Gärrest ist jedoch weitgehend unbekannt.

Die durchgeführte Untersuchung der Reinsubstanzen im Minibatch-System verdeutlichen, dass die Effekte einer Zugabe von Toxinen vom Zustand des Fermenter Inhaltes abhängen können und die Konzentration des zugegebenen Stoffes von Bedeutung ist. Dabei zeigte nur die Mykophenolsäure im Bereich der ausgewählten Konzentrationen einen inhibierenden Effekt auf die Biogasproduktion. In den Belastungstests zeigte die Variante *Monascus ruber* als erste eine Prozessstörung auf, gefolgt von *Penicillium roqueforti*. In den verwendeten Silagen konnte vor allem die Bildung der Mykotoxine Monakolin KS+KL und Roquefortin C festgestellt werden. Die begleitende Untersuchung der Gärreste ergab sowohl für Monakolin KS+KL, als auch für Roquefortin C eine Zunahme der Konzentration über den gesamten Versuchsverlauf. *Aspergillus fumigatus* konnte ohne Prozessstörung betrieben werden. Die weiteren Ergebnisse zur Gaszusammensetzung, nasschemischen Analyseparameter und den mikrobiologischen Analysen zeigten keine Unterschiede zwischen den getesteten Varianten und den Kontrollen, können somit keine Erklärung für den Einbruch der Methanproduktivität liefern.

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie gefördert

#### Verifizierung der geographischen Herkunft von Körnermais mittels nicht-zielgerichteter Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie und multivariater Statistik

Achten, E. (Berlin), Schütz, D. (Hamburg), Fischer, M. (Hamburg), Fauhl-Hassek, C. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin), Horn, B. (Berlin)

Die Globalisierung und zunehmende Komplexität von Warenketten und das steigende Bewusstsein des Verbrauchers hinsichtlich der Authentizität von Lebens- und Futtermitteln führen zu einem Bedarf an analytischen Strategien, mit denen Produktdeklarationen und -angaben überprüft werden können. Dabei ist neben der Zusammensetzung auch die Herkunft ein zentraler Aspekt der sogenannten Authentizitätsprüfung. Neben einer dokumenten-basierten Rückverfolgbarkeit in der Warenkette werden analytische Verfahren sowohl für die Überprüfung von Lebens- als auch von Futtermitteln benötigt. Zusätzlich zu klassischen zielgerichteten Verfahren wie z. B. Stabilisotopen- oder Fett-analytik, die einzelne Parameter untersuchen, werden für die Authentizitätsprüfung neuerdings auch nicht-zielgerichtete Verfahren entwickelt, die eine Vielzahl von spektroskopischen oder spektrometrischen Informationen betrachten und diese mit Hilfe multivariater Auswertung zur Klassifizierung nutzen. Je nach Anwendung kann nach einem bestimmten Merkmal, wie beispielsweise der geographischen Herkunft, klassifiziert werden oder Hinweise auf Abweichungen der zuvor bestimmten normalen Zusammensetzung entdeckt werden.

Die hier gezeigten Ergebnisse wurden im Zuge einer Forschungsarbeit zur analytischen Überprüfung der geographischen Herkunft des Futtermittels Körnermais erhalten. Der globale Anbau und Handel machen Mais zum idealen Demonstrator für eine nicht-zielgerichtete Analyse bezüglich der Herkunft. Mit dem Ziel ein Screening-Verfahren zur Verifizierung der geographischen Herkunft von Mais für verschiedene räumliche Ebenen (global und europaweit) zu entwickeln, werden erste Ergebnisse aus Untersuchungen mittels Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie (FTIR) und chemometrischer Datenauswertung vorgestellt.

### Entwicklung eines Analysenverfahrens für die geographische Authentifizierung von Körnermais mittels 1H-NMR-Spektroskopie Achten, E. (Berlin), Beaú, L. (Halle), Fauhl-Hassek, C. (Berlin), Wittkowski, R. (Berlin), Glomb, M. (Halle)

Die analytische Prüfung der Echtheit (Authentizität) von Lebens- und Futtermitteln sowie die Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit sind fundamentale Aspekte des vorbeugenden Verbraucherschutzes. Futtermittel werden global angebaut und gehandelt. Die voranschreitende Globalisierung und die zunehmende Komplexität der Warenströme stellt dabei für die analytische Authentizitätsprüfung und die dokumentenbasierte Rückverfolgbarkeit eine Herausforderung dar. Die Überprüfung der Herkunft kann ein wesentlicher Indikator für die Abschätzung eines möglichen Risikos einer Probe sein. Daher besteht ein Interesse daran die geographische Herkunft auch von Futtermitteln analytisch zu überprüfen.

Das Ziel der hier präsentierten Studie war die Entwicklung und Optimierung eines nichtzielgerichteten Analysenverfahrens für die Matrix Mais unter Verwendung der ¹H-NMR-Spektroskopie. Insbesondere Körnermais besitzt einen großen Anteil am Futtermittelmarkt und wird global angebaut, was ihn zu einer sehr guten Demonstratormatrix macht. Nach der Entwicklung eines geeigneten Verfahrens (Probenaufarbeitung und NMR-Messung) wurde ein erster Testdatensatz mit Proben aus der Slowakei, Spanien und der Ukraine untersucht. Mit den so gewonnenen Daten wurde ein vorläufiges Klassifizierungsmodell für den europäischen Raum erstellt. Dieses soll nach Erweiterung und Weiterentwicklung letztlich genutzt werden, um an unbekannten Proben die geographische Herkunft verifizieren zu können. Allerdings weisen die Modelle bislang noch Limitierungen auf, so dass weitere Proben auch mit einer erweiterten räumlichen Skalierung untersucht werden müssen, um die Erfolgsaussichten für dieses Verfahren abschließend beurteilen zu können.

### P 057

# CEN-Projekt zur Bestimmung von Pyrrolizidinalkaloiden in Futtermitteln mit LCMS-MS – inhouse-Validierung und Trainingsphase der Methodenvalidierungsstudie

Bodi, D. (Berlin), Mädge, I. (Berlin), Preiß-Weigert, A. (Berlin)

Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind in Futtermitteln und Lebensmitteln aufgrund ihrer in höheren Konzentrationen lebertoxischen Wirkung unerwünscht. Die Verunreinigung u.a. von frischen und verarbeiteten Futtermitteln mit PA-bildenden Pflanzen bei der Ernte führt jedoch zum Vorkommen von PA in diesen Materialien. Daraus ergibt sich eine Gefahr für die Gesundheit von Weide- und Nutztieren und die Sicherheit der von diesen Tieren gewonnenen Lebensmittel und die Notwendigkeit den PA-Gehalt in Futtermitteln zu kontrollieren.

Das Technische Komitee (TC) 327 des Europäischen Instituts für Normung (CEN) hat daher ein Mandat (M/523 Punkt 7) zur Standardisierung einer Methode zur Bestimmung von PA in Futtermitteln mittels LC-MS/MS vergeben. Im Rahmen dieses CEN-Mandats wurde am BfR eine Methode zur Bestimmung von 28 PA in Einzelfuttermitteln (Grasssilage, Heu, Luzerne) und verschiedenen Mischfuttermitteln entwickelt und inhousevalidiert.

Tab. 1: Inhouse-Validierungsdaten der Methode für 28 PA in Einzelfuttermitteln

Validierungsparameter	Grassilage	Heu	Luzerne
Wiederfindungsraten (%)	100 – 129	98-118	109-118
Wiederholpräzision, RSD (%)	1-8	1-3	1-9
Nachweisgrenzen (μg/kg)	0,5 – 2,2	0,5-2,2	1,0-8,9
Bestimmungsgrenzen (μg/kg)	1,7 – 6,6	1,7-7,0	3,1-11,5

Die Standardisierung erfolgt in einer zweiteiligen Methodenvalidierungsstudie. Im ersten Teil, der Trainingsphase (bis Ende April 2017), machen sich 20 Laboratorien aus 6 europäischen Ländern mit der Methode vertraut und analysieren Grassilage- und Luzerneproben. Basierend auf den Ergebnissen der Trainingsphase wird eine umfangreiche Hauptstudie konzipiert und voraussichtlich Ende 2017 durchgeführt. Diese dient zur Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichspräzision der zu standardisierenden Methode und damit dem Nachweis der Eignung der Methode zur Bestimmung von PA in den relevanten Konzentrationsbereichen und Futtermittelmatrices.

### P 058

### Neue Fettanalysen mit der Nuclear-Magnet-Resonanz Methode (NMR)

Henkelmann, G. (Freising), Plank, G. (Freising), Setzer, I. (Freising), Umkehrer, I. (Freising)

In der Lebens- und Futtermittelanalytik, sowie bei der Berechnung von Energieinhalten bei Biogasanlagen ist der Fettgehalt eine der wichtigsten Kenngrößen zur Energie- und Qualitätskontrolle. In der Lebensmittelanalytik sind die Fettuntersuchungen durch die EU-Richtlinien für die Kennzeichnung von Lebensmitteln vorgegeben, in der Futtermittel- und Bioenergiebranche gehen die Fette als besonders energiereiche Verbindungen in die Berechnungsformeln für Energieinhalte und –ausbeuten ein. Die klassische, konventionelle Fettanalytik ist die Lösungsmittelextraktion nach Soxhlet bzw. die Methode nach Weibull-Stoldt, bei der die Probe vor der Extraktion mit Salzsäure aufgeschlossen wird. Dies ist im VDLUFA Methodenbuch Band III (Futtermittelanalytik) beschrieben. Sie stellt eine analytisch sehr genaue Methode dar. Der Nachteil ist jedoch, dass hohe Kosten durch Lösungsmittel für die Extraktion anfallen, der Vermahlungsgrad der Proben eine große Rolle spielt und die Methode zeitlich sehr aufwändig ist. Zudem treten durch die gravimetrische Bestimmung von Rohfett Probleme durch Substanzen auf, die mitextrahiert werden und als "fettähnlich" gelten, aber kein Fett sind.

In einem neuen Ansatz für Bioenergiepflanzen, Einsatzstoffe sowie Sonnenblumen, Raps und Soja wird die Fettmessung im Magnetfeld eines NMR- Moduls durchgeführt. Die Probe ist unter definierten Temperaturbedingungen und gepulsten Radiofrequenzen einem permanenten Magnetfeld ausgesetzt. Die Probe und der Magnet des NMR-Gerätes wird auf 40° C vorgeheizt. Nach dieser Aufwärmzeit wird das Probenröhrchen in die Messöffnung des FAST-Trac (der Fa. CEM) eingestellt. Die Messung startet automatisch. Das daraus resultierende Signal wird vom Analysengerät erfasst und ausgewertet. Es wird die Anzahl der Gesamtprotonen des Fettgehaltes gemessen. Die Software des Analysensystems gibt nach Abgleich mit der vorher angefertigten Kalibrierung, den präzisen Fettgehalt in Prozent an.

Die NMR-Technologie misst die gesamte Probe, benötigt keinen Extrakt und ist von der Matrix nicht abhängig wie z. B. NIRS. Diese Technologie vermindert so die Fehlermöglichkeiten. NMR-Technik wird nicht durch Einwaage, Farbe, Körnung oder wechselnde Viskositäten beeinträchtigt. Durch Teilnahme an Ringversuchen wurde in den letzten zwei Jahren die Methode validiert und die Messgenauigkeit bestätigt. Die Fettanalytik mit NMR hat sich als ausgezeichnete Methode zur Bestimmung von Fetten in Biogasproben erwiesen.

# TOC400/ROC/TIC900 - Bodenanalytik gemäß DIN19539 Routinebeispiele

Jakob, M. (Mönchengladbach)

Die Kohlenstoffbestimmung in Feststoffen ist eine etablierte analytische Technologie.

Bei der Verbrennung unter reinem Sauerstoff wird primär CO freigesetzt, welches anschließend mit Infrarotdetektoren gemessen wird.

Im Gegensatz zur gängigen Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs treten bei der phasenweisen Bestimmung von TOC (total organic carbon), TIC (total inorganic carbon) und EC (elemental carbon) mitunter Schwierigkeiten bezüglich der quantitativen Trennung auf.

Die VD Lufa Norm A 4.1.3.2. setzt die Trenntemperatur zwischen TOC und TIC dabei auf 550°C fest. Dies ist mittlerweile gängige Praxis in vielen Bodenlaboren. Mit der neuen DIN 19539 wird ein Temperaturprogramm vorgelegt, das mit 3 Temperaturen arbeitet und so die Parameter TOC400, ROC (häufig als EC bezeichnet) TIC900 bestimmt. Siehe Abbildung 1

Traditionelle Methoden, die auf Abtrennung karbonatischer Anteile durch Säurebehandlung basieren führen bei Anwesenheit von elementarem Kohlenstoff zu falschen Resultaten, da hierbei der EC als organische Komponente (TOC) mit erfasst wird.

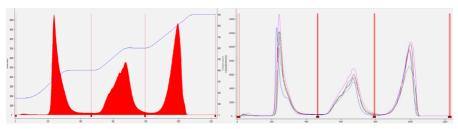


Abbildung 1: Temperaturprogramm und 5-fach Bestimmung eines Analysenstandards.

Tabelle 1: Gute Vergleichbarkeit bei Bodenproben ohne EC(ROC)

	TC Gesamt-C	TOC (Säure)	TOC (Temp.Met.)
Sample 1	6,73	6,54	6,49
Sample 2	3,88	1,52	1,55
Sample 3	8,10	2,40	2,35
Sample 4	7,44	7,02	6,82
Sample 5	3,33	2,70	2,59
Sample 6	3,05	2,45	2,43

Tabelle 2: Fehlanalysen der traditionellen Säuremethode bei Industrieböden

	TC	TOC (Temp)	TOC (Säure)	EC Temp	EC chem.	TIC
Waste 1	8,6 %	4,55 %	8,43 %	3,95 %	3,76 %	< 0,1 %
Waste 2	32,2 %	2,44 %	31,4 %	29,9 %	> 25%	< 0,1 %
Soil	7,3 %	4,5 %	4,5 %	-	-	2,7 %
Industrial Soil	12,0 %	2,9 %	8,6 %	5,5 %	-	3,5 %

Die Methode der thermischen Separation ("Gradientenverfahren") der Parameter TOC, IC und EC stellt ein praktikables Verfahren zur Bestimmung von Kohlenstoffphasen in

Materialien wie Böden und bodenähnlichen Substanzen, Industrieabfällen etc. und anderen Feststoffen dar. Aufwendige Probenvorbereitung sowie der Einsatz von Säuren entfallen. Die Methode erfasst neben TOC und TIC auch elementare Kohlenstoffphasen (EC, ROC).

# こと

# Entwicklung eines Analysenverfahrens zur Bestimmung von Chinolizidinalkaloiden in Futtermitteln mit LC-MS/MS

Kolrep, F. (Berlin), Krüger, St. (Berlin), Preiß-Weigert, A. (Berlin), Fry, H. (Berlin)

Lupinen gehören zur Familie der Hülsenfrüchtler und stellen aufgrund ihres hohen Eiweiß- und Fettgehaltes eine regionale Soja-Alternative für die Verwendung als Futterpflanze dar. Alle Lupinen enthalten Piperidin-, Indol- und Chinolizidinalkaloide, welche in hohen Konzentrationen toxisch wirken. Alkaloidreiche Lupinen werden als Bitterlupinen, alkaloidarme als Süßlupinen bezeichnet. In Europa sind Lupinensamen und Lupinenganzpflanzen der weißen (*Lupinus albus L.*), gelben (*Lupinus luteus L.*) und blauen (*Lupinus angustifolius L.*) Süßlupine in der Nutztierfütterung von Bedeutung.



**Abb. 1**: Strukturen repräsentativer Chinolizidinalkaloide. **(A)** Chinolizidin-Grundgerüst, **(B)** bizyklische (z.B. Lupinin), **(C)** trizyklische (z.B. Cytisin) und **(D)** tetrazyklische (z.B. Lupanin) Strukturtypen der Chinolizidinalkaloide.

Chinolizidinalkaloide (QA) können bei Nutztieren zu einer verminderten Futter-aufnahme führen sowie neurologische und teratogene Effekte hervorrufen. Fütterungsversuche mit Lupinen, die unterschiedliche Gehalte von QA aufwiesen zeigten, dass Schweine, Geflügel und Kaninchen unterschiedlich empfindlich gegenüber QA sind <sup>1</sup>. Deshalb sind QA in Futtermitteln unerwünscht. Der Grundkörper der QA basiert auf einem Chinolizidinring (Abb. 1A). Lupinen enthalten hauptsächlich bizyklische, trizyklische und tetrazyklische Strukturtypen (Abb. 1B-D), deren Gehalt von diversen Umweltfaktoren (z.B. Licht, Temperatur) abhängig ist. Aufgrund dessen können lupinenhaltige Futtermittel unterschiedlich stark mit QA belastet sein<sup>1</sup>. Auch ein Eintrag von Wildlupinen oder Bitterlupinen kann zu hohen QA-Gehalten in Futtermitteln führen.

Derzeit wird am BfR eine Methode zum Nachweis von Chinolizidinalkaloiden mittels LC-MS/MS entwickelt, um einen ersten Überblick über die Höhe des Vorkommens dieser Alkaloide in Lupinensamen und Futtermitteln zu ermöglichen.

Quelle: 1. Cheeke PR, Kelly JD. Metabolism, toxicity and nutritional implications of quinolizidine (lupin) alkaloids. 1989.

# 一一ころのアントロマーフラングの

Alternative Berechnung des Kalkbedarfs von Mineralböden nach Schachtschabel unter Berücksichtigung der logarithmischen pH-Wert-Skala und einer realistischen Trockenraumdichte

Müller, T. (Stuttgart)

Der Kalkbedarf von Mineralböden nach Schachtschabel für das Aufkalkungsziel pH 7,0 in den Tabellen 4-6 des VDLUFA-Methodenbuchs I, Kapitel A 5.2.1 wurde empirisch im Labor "an mehr als 100 Böden" ermittelt (Schachtschabel, 1951). Der Kalkbedarf für die Aufkalkungsziele pH 5,5/6,0/6,5 wurde dann unter der Annahme berechnet, "dass die Pufferkurve saurer Böden bei Zusatz von CaO annähernd geradlinig ist" (Schachtschabel, 1951). Die linerare Berechnung berücksichtigt aber nicht den logarithmischen Charakter des pH-Werts. Schachtschabel (1941) verweist darauf, dass der lineare Zusammenhang aus dem "Schrifttum" und "eigenen Neutralisationskurven" ersichtlich sei. Leider zeigt Schachtschabel (1941 & 1951) weder die oben genannten mehr als 100 Eichkurven noch die eigenen Neutralisationskurven. Auch aus dem genannten "Schrifttum" kann ein einfacher linearer ("geradliniger") Zusammenhang kaum abgeleitet werden. Berechnet man den Kalkbedarf unter Berücksichtigung der logarithmischen Skala basierend auf den abgeleiteten Oxoniumionen-Konzentrationen, dann liegt dieser höher als von Schachtschabel (1951) ermittelt.

Schachtschabel (1951) ging von 3.000 t Boden je ha aus, vermutlich bezogen auf 20 cm Ackerkrume. Im aktuellen VDLUFA-Methodenbuch wurde der Kalkbedarf in den dortigen Tabellen mit dem Faktor 1,5 multipliziert um auf 30 cm Ackerkrume zu konvertieren. Dies setzt allerdings eine Trockenraumdichte von 1,5 g cm<sup>-3</sup> voraus, was vermutlich zu hoch ist. Eine Korrektur auf 1,3 g cm<sup>-3</sup> ist sicher realistischer. Dadurch vermindert sich der Kalkbedarf.

Die Steigerung des Kalkbedarfs durch Berücksichtigung der logarithmischen pH-Skala und die Verminderung des Kalkbedarfs durch Anpassung der Krumentiefe gleichen sich teilweise aus. Der immer noch leicht höhere Kalkbedarf bei der modifizierten Berechnung deckt sich mit Schachtschabels (1951) Ergebnissen, nach denen im Feld der erzielte pH-Wert oft etwas niedriger lag, als angestrebt wurde.

Schachtschabel P. (1941): Weitere Untersuchungen über die Bestimmung des Kalkbedarfs. *Bodenkde. Pflanzenernähr.*, **25**, 37-57.

Schachtschabel P. (1951): Die Methoden zur Bestimmung des Kalkbedarfs im Boden. Z. *Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde.,* **54**, 134-145.

# Bestimmung von Mengen- und Spurenelementen mittels ICP-OES in Futtermitteln: Gleichwertigkeitsprüfung von Mikrowellendruckaufschluss mit salzsaurem Aufschluss

Klose, R. (Nossen), Pieper, S. (Potsdam)

Zur Bestimmung von Mengen- und Spurenelementen mittels ICP-OES wird das Futtermittel vor der Messung aufgeschlossen und die Elemente dadurch in Lösung gebracht. Auf europäischer Ebene stehen hierfür zwei Verfahren zur Verfügung, die Anwendung finden können: [1] DIN EN 15510: Salzsaurer Aufschluss, [2] DIN EN 15621: Mikrowellendruckschluss. Beide Verfahren unterscheiden sich in der Handhabung und insbesondere in der eingesetzten Probenmenge. Eine Gleichwertigkeitsprüfung ist bisher nicht erfolgt.

Im Rahmen der diesjährigen Bonner Enquete (440Q) haben sich zehn Labore aus der Fachgruppe VIII des AK Anorganik dazu entschlossen, diese Gleichwertigkeitsprüfung folgendermaßen durchzuführen:

Probenmaterialien: Alleinfutter, Ergänzungsfutter, Mineralfutter, Grünfutter

Aufschluss: jeweils 4 x pro Probenmaterial gemäß [1] und [2]

Messung: alle 8 Aufschlüsse des jeweiligen Probenmaterials am gleichen

Tag

Statistische Auswertung: Prolab plus (QuoData)

**Ergebnis:** An Hand der vorliegenden statistischen Daten kann von einer

Gleichwertigkeit der Methoden ausgegangen werden (s. Tab.

1).

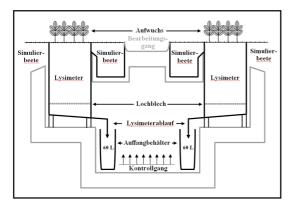
Tab. 1: **Gleichwertigkeitsprüfung** ⇒ (+) äquivalent im engeren Sinne,

(o) Entscheidung nicht möglich, (n.b.) nicht bestimmt

Element	Alleinfutter	Ergänzungsfutter	Mineralfutter	Grünfutter
Calcium	+	+	+	n.b.
Eisen	+	+	0	+
Kalium	+	+	n.b.	n.b.
Kupfer	0	+	+	+
Magnesium	+	+	+	n.b.
Mangan	+	+	+	+
Natrium	+	+	+	+
Phosphor	+	+	+	
Zink	+	+	+	+

# Langzeit-Lysimeterversuch als Modell für den Übergang von anthropogenen Kontaminanten in Pflanzen und in Grundwasser

Stahl, T. (Kassel), Falk, S. (Wiesbaden), Georgii, S. (Wiesbaden), Bernhard, C. (Kassel), Koch, D. (Kassel), Brunn, H. (Gießen)



Die in den Jahren 1992 bis 1993 gebaute Lysimeter-Anlage besteht aus 32 Edelstahl-Lysimeterbehältern mit jeweils einer quadratischen Oberfläche von 1 m² und 1,50 m Bauhöhe. Die Lysimeter enthalten monolithische Bodensäulen vom Typ Parabraunerde aus Löß und sind am unteren Ende mit einem Lochblech versehen, aus dem das Sickerwasser nach natürlicher Beregnung austreten kann. In einem unter der Erdober-

fläche liegenden Kontrollgang stehen gläserne Großgefäße (jeweils 60 L Inhalt) zum Auffangen des aus dem Boden austretenden Sickerwassers. Die Abbildung zeigt den schematischen Querschnitt der Lysimeteranlage.

Im Jahr 2007 wurde der Boden von vier Lysimetern mit einer wässrigen Lösung (jeweils 25 mg/kg) von zwei perfluorierten Chemikalien (PFC) beaufschlagt, die aufgrund ihrer Persistenz und ihrer anthropogenen Herkunft als "Modellkontaminanten" dienten bzw. dienen. Über einen Zeitraum von nunmehr 10 Jahren wurde der Aufwuchs der Lysimeter sowie das aus der Anlage austretende Sickerwasser auf die Zielanalyten untersucht (zusätzlich: Beaufschlagung 2015 mit Veteriärantibiotika).

Die vorgenommene Bilanzierung nach zehn Jahren zeigt im Hinblick auf den Aufwuchs und das Lysimetersickerwasser zwei Resultate:

- 1. Je nach Pflanzenart und der damit verbundenen Durchwurzelung des Bodens werden die beaufschlagten Substanzen unterschiedlich effizient von den Pflanzen aufgenommen und innerhalb der Pflanze verlagert.
- 2. Nach Niederschlagsereignissen werden die Substanzen in Abhängigkeit von ihrer chemischen Struktur unterschiedlich schnell durch den Bodenhorizont in Richtung des Grundwassers verlagert.

Der durchgeführte Lysimeterversuch ist nach den bislang vorliegenden Ergebnissen sehr gut geeignet, sowohl den Übergang von anthropogenen Kontaminanten in verschiedene Pflanzen sowie Pflanzenkompartimente als auch die mögliche Verlagerung der Substanzen durch den Boden in das Sickerwasser parallel zu untersuchen und dafür belastbare Resultate zu erhalten.

### Bestimmung von Gärsäuren und Alkoholen in Silageextrakten mittels Gaschromatografie

Weiß, K., Sommer, G (Berlin)

Gängige Methoden zur Bestimmung von Gärsäuren sind chromatografische Verfahren mittels HPLC, Gaschromatographie (GC) und Ionenchromatographie (IC). Während mittels IC nur die Gärsäuren analysiert werden können, ist es möglich, mittels GC und HPLC darüber hinaus auch Alkohole zu bestimmen.

Für die Trockenmassekorrektur von Silagen nach Weißbach und Strubelt (2008) sind außer den einwertigen Alkoholen ( $C_2$ - $C_4$ ) die zweiwertigen Alkohole 1,2-Propandiol (PD) bei Gras- und Maissilagen und 2,3 Butandiol (BD) bei Grassilagen von Bedeutung. Zur korrekten Bewertung von Silagen mit dem aktuellen DLG-Schlüssel 2006, die eine ausgeprägte heterofermentative Gärung durchlaufen haben, sollte ebenfalls der 1,2-PD-Gehalt herangezogen werden (Weiß und Krause, 2011).

Gärsäuren, einschließlich Milchsäure, Alkohole und ggf. Einzelzucker können mittels HPLC in einem Analysengang bestimmt werden. Jedoch sind damit Analysenlaufzeiten von mindesten 30 Minuten verbunden. In der Literatur sind hinsichtlich Laufzeiten und Standardfehler bei der Bestimmung einzelner Parameter kaum Angaben zu finden. Oude Elfering et al. (2001) bestimmen sowohl mittels HPLC (organische Säuren, Alkohole, Zucker) als auch zusätzlich flüchtige Fettsäuren und Alkohole mittels GC. Häufig werden in Labors, die über HPLC und GC verfügen, beide Analysenverfahren eingesetzt.

In der vorliegenden Arbeit wird die Bestimmung der Gärsäuren Essigsäure, Propionsäure, iso-Buttersäure, n-Buttersäure, iso-Valeriansäure, n-Valeriansäure, n-Capronsäure und der Alkohole Methanol, Ethanol, n-Propanol, n-Butanol sowie 1,2-Propandiol und 2,3-Butandiol, mittels Gaschromatografie (Fa. Shimadzu, Modell 2010AF) aus dem wässrigen Silageextrakt beschrieben. Die Auftrennung erfolgt an einer FFAP-Säule (stationäre Phase) mit 0,25  $\mu$ m Filmdicke, 30 m Länge und 0,32 mm Innendurchmesser, die Detektion mittels Flammenionisationsdetektor (FID). Als innerer Standard wird iso-Capronsäure 0,01% verwendet. Die Laufzeit einer Analyse liegt unter 15 min.

Es werden die Herstellung von Stammlösung, Säurestandard und Kalibrierlösung angegeben, sowie relative und absolute Standardabweichung für die Analyse der einzelnen Gärprodukte in Modelllösungen und Gras- und Maissilage-Extrakten ausgewiesen.

### Einfluss des Wassergehalts von Keimpapieren auf die Ergebnisse eines Keimversuchs

Bopper, S. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

Für einen Keimversuch nach den Vorschriften der Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung (ISTA) gilt bei der Verwendung von Papier als Keimsubstrat unter anderem, dass es nur aus gereinigter pflanzlicher Zellulose bestehen darf und es so beschaffen sein muss, dass die Keimlingswurzeln nicht in das Papier hineinwachsen können. Weiter gilt, dass vor Verwendung neuer Chargen, die Beschaffenheit des Papiers geprüft werden muss. Eine Prüfgroße ist das Wasserhaltevermögen, welches als Bezugsgröße für den Wassergehalt des Keimsubstrats zu Beginn eines Keimversuchs dient.

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, die Methode der Prüfung des Wasserhaltevermögens nach ISTA vorzustellen, einen Überblick über das Wasserhaltevermögen verschiedener Keimpapiere zu geben und den Einfluss ausgewählter Wassergehalte von Keimpapier auf die Ergebnisse eines Keimversuchs aufzuzeigen. In einem ersten Schritt wurde dafür eine Umfrage unter Saatgutlaboren durchgeführt, um einen Überblick über die verwendeten Keimpapiere zu bekommen. Im zweiten Schritt wurde dann für ausgewählte Keimpapiere das Wasserhaltevermögen bestimmt. Auf Basis dessen wurden dann in einem letzten Schritt Keimversuche durchgeführt.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass von den Laboren Werte für das Wasserhaltevermögen von ungefähr 280 % bis 330 % berichtet wurden. Bei der Überprüfung ausgewählter Keimpapiere ergaben sich Werte für das Wasserhaltevermögen von ca. 160 % bis knapp 300 %. Über die Methodik der Bestimmung des Wasserhaltevermögens nach ISTA und die Ergebnisse der Versuche wird im Vortrag berichtet.

# 

# Einfluss verschiedener Vorbehandlungsmethoden auf die Keimfähigkeit von Sida hermaphrodita L.

Gierke, U. (Halle), von Gehren, P. (Wien)

Vor dem Hintergrund, ein hohes Maß an Biodiversität auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zu erreichen, können Kulturarten, die momentan noch eine geringe Verbreitung haben, zukünftig einen wertvollen Beitrag leisten. Nur müssen sich solche Arten problemlos in der Praxis etablieren lassen, um eine wirtschaftlich rentable Option darstellen zu können. Ein Beispiel hierfür ist Sida hermaphrodita, ein mehrjähriges Malvengewächs, welches derzeit vor allem in Polen als nachwachsende Rohstoffpflanze für die thermische Verwertung angebaut wird. In einem Verbundprojekt in Österreich wurden kürzlich die Rahmenbedingungen für die Nutzung von Sida als Energiepflanze umfassend geprüft, wobei intensiv auch der Frage der Saatgutqualität nachgegangen wurde.

Bei Sida-Samen liegt oft eine für die Malvaceae nicht unübliche physikalische Dormanz vor. Dies führt zu einem niedrigen und oft auch heterogenen Feldaufgang. Demzufolge ist der Aufwand an Saatgut unangemessen hoch, um einen akzeptablen und gleichmäßigen Bestand zu etablieren. In umfangreichen Laborversuchen wurden Sida-Samen mit Hilfe verschiedener etablierter Dormanzbrechungsmethoden vorbehandelt. Der Behandlungserfolg wurde anschließend mit besonderem Augenmerk auf die Ausbildung von Keimlingsanomalien in Keimtests überprüft. Die höchste Keimfähigkeit wurde beim Einsatz eines Pneumatischen Seed Scarifiers erreicht (Abbildung 1).

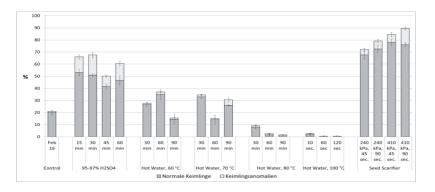


Abb. 1: Keimungsverhältnisse von Sida hermaphrodita nach unterschiedlichen Vorbehandlungen zur Brechung der physikalischen Dormanz

### Einfluss von Panoramix auf die Keimfähigkeit und Triebkraft bei Ökosaatgut

Thaler, M. (Freising), Voit, B. (Freising), Killermann, B. (Freising)

Im Ökologischen Landbau sind Chemische Beizmittel nicht zugelassen, daher wird das Getreidesaatgut meistens unbehandelt ausgesät. Die derzeit zugelassenen Saatgutbehandlungsmittel wie z. B. Tillecur® und Cerall®, usw. überzeugen oftmals nicht in der Wirkung, insbesonders bei Saatgutpartien, die mit Fusarium und Microdochium (Schneeschimmel) infiziert sind. Mit Panoramix steht ein weiteres Pflanzenbehandlungsmittel zur Verfügung dessen Wirkung auf Mikroorganismen basiert und im Ökologischen Landbau zugelassen ist.

Nach Firmenangabe lohnt es sich das Mittel auch im konventionellen Landbau zusätzlich zur chemischen Beizung anzuwenden, da die Keimlinge über ein besseres und kräftigeres Wachstum verfügen sollen.

Anhand unterschiedlich stark mit Fusarium und Mikrodochium infizierter Roggen-, Triticale- und Weizensaatgutproben wird die Wirkung des neuen Saatgutbehandlungsmittels Panoramix hinsichtlich Keimfähigkeit und Triebkraft in der standardisierten Keimprüfung nach ISTA im Saatgutlabor getestet. Die Ergebnisse werden mit den unbehandelten Varianten, sowie den chemisch gebeizten und den chemisch gebeizten Variante plus Panoramix verglichen und diskutiert.

# Multiple Mittelwertvergleiche von Keimfähigkeitsergebnissen mehrerer Labors bewertet nach Varianzanalyse und Binomialtest

Jackisch, W. (Dresden)

Die zulässigen Toleranzen für Keimfähigkeitsergebnisse basieren auf der Binomialverteilung. Bei der Bewertung von KF-Ergebnissen in Ringanalysen ist zu entscheiden, welche Laborresultate außerhalb des Vertrauensbereiches liegen. Nicht selten ist festzustellen, dass mehrere Ergebnisse die Toleranzgrenzen überschreiten. Ist es deshalb gerechtfertigt generell das Binomialmodell zu negieren und für die Konstruktion der Vertrauensgrenzen die empirische Varianz zwischen den Laborergebnissen zu nutzen? Archivierte KF-Ergebnisse von sechs Ringanalysen mit 15 bis 33 teilnehmenden Labors lieferten Daten zur Bestimmung der Vertrauensbereiche (VB) nach der Binomialverteilung B(n,p) und der Normalverteilung  $N(\mu,\sigma^2)$ . Im Fall der Schafschwingel-Ringanalyse ist das Gesamtmittel der KF = 86,75% (347 normal gekeimte Samen; Test: 4 x 100 Samen). Die Extreme zwischen den Laborergebnisse sind 79,0% KF (316) und 92,0% KF (368).

Tab.1: Schafschwingel-Ringanalyse: Parameter It. ANOVA und Binomialverteilung

					Anzahl sign.
Streuungsursache	FG	Varianz	F-Test	VB(α=1%)	Abweicher
zwischen den Laboren	20	52,97	5,18 > 2,13	77,5 - 96,0	0
innerhalb der Labore	63	10,23		82,7 - 90,8	5
Binomialmodell		11,46		82,4 - 91,2	5

Die ermittelten Varianzen , $s^2$ \_zwischen' und , $s^2$ \_innerhalb' der Labore sind extrem unterschiedlich und damit auch deren Vertrauensbereiche (77,5% bis 96,0% gegenüber 82,7% bis 90,8%). Überraschender Weise ist der Vertrauensbereich aus der Varianzanalyse, basierend auf der Varianz , $s^2$ \_innerhalb' [ $\rightarrow N(347;10,23)$ -Verteilung], weitgehend identisch mit dem VB der B(400;0,8675)-Verteilung, so dass nach beiden Ansätzen 5 von 21 Laborergebnisse außerhalb der Vertrauensbereiche liegen. Demgegenüber ist der nach der ,Varianz zwischen den Laboren' abgeleitete VB der N(347;52,97)-Verteilung extrem weit; alle Werte befinden sich innerhalb dieses kalkulierten Bereiches. Der mit der ANOVA gekoppelte F-Test und spezielle Chi²-Tests bestätigen signifikant abweichende Laborergebnisse vom ,wahren' KF-Wert, dem Gesamtmittel. Bei den anderen ausgewerteten Ringanalysen ist die weitgehende Gleichheit der Vertrauensbereiche zwischen der B(n,p)-Verteilung und dem  $N(\mu,\sigma^2)$ -Modell bei Verwendung der , $s^2$ \_innerhalb'-Varianz ebenfalls vorhanden. Die Ableitung der Vertrauensbereiche auf der Basis der ,Varianzen zwischen den Laboren' führt zu zweifelhaften oder falschen Einschätzungen.

# Anfälligkeit von Winterweizen- und Spelzweizensorten gegenüber Steinbrand (*Tilletia caries*)

Voit, B. (Freising), Killermann, B. (Freising)

In den vergangenen Jahren wurde von den Betrieben die Ökoweizen verarbeiten immer wieder Ware gestoßen wegen Befall mit Steinbrand (*T. caries*). Für die betroffenen Landwirte bedeutet dies einen großen wirtschaftlichen Schaden, denn oftmals kann der nach Heringslake riechende Weizen auch nicht verfüttert werden, so dass nur noch der Weg in die Biogasanlage bleibt. Um zukünftig den Anteil stärker mit steinbrandbefallener Weizenpartien zu reduzieren hat die Arbeitsgruppe Saatgutuntersuchung und Saatgutforschung in den vergangenen drei Jahren 27 Winterweizen- und 11 Spelzweizensorten auf die Anfälligkeit von Steinbrand in Feldversuchen geprüft. Steinbrand ist samen- und bodenbürtig. Das heißt der Befall geht sowohl vom Saatgut als auch vom Boden aus.

In einem randomisierten und einortigen Feldversuch (Bodenart: lehmiger Sand; Jahresniederschlag: durchschnittlich 650mm; ökologischer Standort) mit natürlichem Steinbrandsporenpotenzial im Boden wurden in 10m langen Saatreihen in vierfacher Wiederholung Anbauversuche durchgeführt. Um Infektionen zwischen den Sorten zu vermeiden wurden die Reihen von Hand mit einer Heckenschere geerntet. Die Bestimmung der Anzahl Brandsporen pro Korn bzw. Vesen erfolgte mit der verbesserten Filtrationsmethode nach ISTA.

Am anfälligsten waren bei Weizen die Sorten aus konventioneller Züchtung wie z. B. Bernstein, Julius, und Rumor mit einem Befall von über 20.000 Sporen/Korn. Wenig anfällig gegenüber Steinbrand zeigten sich Sorten aus ökologischer Züchtung wie z B. Butaro und die neu zugelassene Sorte Graziaro. Aber auch Sorten aus konventioneller Züchtung wie Genius und Florian wiesen einen Befall von unter 100 Sporen /Korn auf. Das heißt zwischen den Sorten bestehen sehr große Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber Steinbrand. Für Betriebe, die bisher Probleme mit Steinbrandbefall hatten, besteht damit die Möglichkeit auf wenig anfällige Sorten auszuweichen, um das Problem "Steinbrand" in den Griff zu bekommen.

Beim Spelzweizen war der Befall insgesamt deutlich niedriger. Den höchsten Befall wies die Sorte Badenstern mit 800 Sporen/Vese auf. Bei allen anderen Sorten lag der Befall deutlich unter 100 Sporen/Vese.

Steinbrand (*Tilletia caries*) oder Zwergsteinbrand (*T. controversa*)? – Entwicklung einer qualitativen sowie quantitativen Nachweismethode Grundler, M. (Freising), Sedlmeier, M. (Freising), Killermann, B. (Freising), Niessen, L. (Freising)

Weltweit nimmt die Bedeutung der Brandkrankheiten Steinbrand (*Tilletia caries* (DC) Tul. sowie *T. laevis* Kühn syn. *T. foetida* (Wallr.) Liro) und Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa* Kühn) zu. Dies zeigt sich unter anderem in zahlreichen Forschungsprojekten, sowie in den Bemühungen der ökologischen Getreidezüchtung. Um einen Befall mit Steinbrand oder Zwergsteinbrand zu vermeiden, ist die Verwendung gesunden Saatgutes Voraussetzung. In der Saatgutuntersuchung ist somit die zuverlässige Bestimmung des Sporenbesatzes von entscheidender Bedeutung. Zudem ist für die Wahl des Beizmittels im konventionellen Landbau sowie für den internationalen Saatguthandel die Unterscheidung der Steinbrandarten maßgeblich. Im September 2016 wurde die "optimierte Filtrationsmethode", basierend auf der Filtrationsmethode nach ISTA (Working Sheet No 53, 1984), von der Fachgruppe Saatgut im VDLUFA verabschiedet. Jedoch ist auch hier weiterhin eine langjährige Erfahrung bei der Bestimmung der Steinbrandarten notwendig. Deshalb wird zum sicheren und schnellen Nachweis eine effiziente molekularbiologische Methode mittels quantitativer Real-Time PCR (qPCR) entwickelt und validiert.

Zur Kalibrierung des quantitativen Nachweises mittels qPCR werden Standards definierter Sporenmenge eingesetzt. Aus dem ermittelten Quantifizierungszyklus der PCR und der initialen Quantität (Sporenzahl) wird eine Standardgerade erstellt. Bislang konnten Standardgeraden mit einem Bestimmtheitsmaß (R²) von 0,972 und einer Effizienz, welche sich aus der Steigung der Geraden ableitet, von 36,35% erzielt werden. Eine unvollständige Isolation der Sporen-DNA bei geringem Sporenbesatz führt zu Verschiebungen der Geraden und dadurch zu einer Überschätzung der Sporenzahl im relevanten Untersuchungsbereich von 0-100 Sporen/Korn. Durch Optimierungen im Sporenaufschluss wird die DNA-Ausbeute gesteigert und die Qualität der Standardgeraden verbessert.

Für den qualitativen Nachweis werden artspezifische Marker benötigt. Auf Grundlage der bisher verfügbaren genetischen Informationen konnten noch keine Marker zur Unterscheidung der *Tilletia-*Arten entwickelt werden. Die Sequenzierung der vollständigen Genome, sowie deren umfangreiche Auswertung, die Hinweise auf mögliche diagnostische Markergene liefern soll, sind derzeit in Bearbeitung. Die aktuellen Erkenntnisse aus beiden Projektteilen werden präsentiert.

### ISTA ACCREDITATION

Palada, F. (Zürich)

The presentation about ISTA ACCREDITATION will focus on the ISTA accreditation standard V6.0, the management review, corrective actions, audit deficiencies, how to deal with non-conformities and finally FAQ.

### *Pectobacterium atrosepticum* – der in unseren Breiten bedeutendste Erreger der Schwarzbeinigkeit der Kartoffel

Sandmayr, A. (Linz), Gfreyter, I. (Linz), Söllinger, J. (Linz), Axmann, S. (Linz), Adler, A. (Linz), Strnad, I. (Linz)

Die Schwarzbeinigkeit der Kartoffel ist eine bakteriell verursachte Krankheit, die durch *Pectobacterium* spp. und *Dickeya* spp. hervorgerufen wird und regelmäßig zu hohen Schäden in Kartoffelanbaugebieten weltweit führt. Aufgrund der geringen Temperaturansprüche zählt *Pectobacterium atrosepticum* zu den bedeutendsten Erregern in Nordund Mitteleuropa.



Abb. 1: Typische Symptome der Schwarzbeinigkeit: Bakterielle Fäulnis in der Stängelbasis führt zu schwarzen Verfärbungen

Bis 2016 erfolgte die Beurteilung der Schwarzbeinigkeit in Österreich visuell, nun wurden mikro- und molekularbiologische Labormethoden zum Nachweis der Erreger der Schwarzbeinigkeit etabliert. Latente Infektionen konnten bisher nicht erkannt werden, da das Pflanzgut aber die bedeutendste Übertragungsquelle darstellt, bietet die Analytik direkt aus der Knolle enorme Vorteile bezüglich Qualität und Vermarktungsvorteil von Kartoffelpflanzgut.

Die AGES betreibt mehrere Versuchsflächen, unter anderem eine Kartoffel-Versuchsfläche mit etwa 100 Parzellen in Arnitzberg (OÖ). 2016 wurden erstmals Laboruntersuchungen symptomatischer Pflanzen und Knollen sowie des umgebenden Erdreichs von 5 auffälligen Parzellen durchgeführt. Die Analysen konnten zeigen, dass alle Pflanzenteile positive PCR Ergebnisse aufwiesen, Knollen und Erde waren zum Teil positiv. Die Differenzierung ergab, dass zwei Parzellen mit *P. carotovorum* ssp. *brasiliensis*, zwei weitere mit *P. atrosepticum* und eine mit *Dickeya* spp. infiziert waren.

Bei der Analyse der geernteten Knollen wurde festgestellt, dass es nur bei 2 der 5 Parzellen zu einer Übertragung der Erreger auf die Tochterknollen kam, und zwar bei jenen, die mit *P. atrosepticum* infiziert waren. Dies zeigt die höhere Persistenz von *P. atrosepticum* in unseren Breiten im Gegensatz zu anderen Serotypen und ist bedingt durch sein geringes Temperaturoptimum.

### **Autorenliste**

Bunde	n, Elisabeth	Bauer, Simon	
Humbo Daniel	Anna59 oldt-Universität zu Berlin Albrecht Thaer-Institut für Agrar- und Gar- uwissenschaften	Baumecker, Michael	
Österr	ler, Andreas	<b>Dr. Baumgarten, Andreas14</b> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, AGES Wien	
Rheini	Carolin81 sche Friedrich-Wilhelms-Universititut für Tierwissenschaften	<b>Beaú, Liza145</b> Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Halle	
LKV Ba Münch Albers	Adriany, Ansgar	Becker, Victoria	
Oldeni Dr. Are	irtschaftskammer Niedersachsen ourg ends, Hellen15 Uni Bonn	Prof. Dr. Bellof, Gerhard 118, 126 Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Fakultät für Land- und Ernährungswirt- schaft	
Bonn		Freising	
Landw	mbruster, Martin	Bernhard, Carmen	
Augus ZALF Münch	tin, Jürgen56	Dr. Bernsmann, Torsten	
Dr. Axmann, Sonja	Münster		
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, AGES Linz		Beßler, Holger	
		= <del>-</del>	

<b>Dr. Bischoff, Joachim</b>	<b>Böttger, Christian107</b> Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften Bonn
Bischoff, Joachim	Braach, Julia
Blechmann, Michel	Brandes, Christiane
Boakye, Martha A110 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften Bonn	Prof. Dr. Brandt, Horst
Dr. Bodi, Dorina	Brenneis, Franziska
<b>Dr. Bolduan, Carmen</b>	<b>Dr. Breuer, Jörn</b>
Bommelmann, Karsten 109 AG FUKO Isernhagen	<b>Prof. Dr. med. vet. Breves, Gerhard97</b> Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Hannover
Dr. Bopper, Sebastian	Prof. Dr. Bröring, Stefanie
Dr. Böswirth, Tobias	Bonn  Brugger, Daniel
Bothe, Bernadette	Prof. Dr. Brunn, Hubertus 142, 153 Hessisches Landeslabor Gießen

~ インノイン

IN LINE AIR LANGE COME

Wien

Ehrhart, Elisabeth	<b>Dr. Fischer, Bernd127</b> Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt Iden	
Eissner, Florian	Dr. Fischer, Hubert	
Prof. Dr. Engels, Christof	<b>Prof. Dr. Fischer, Markus144</b> Universität Hamburg Hamburg	
tenbauwissenschaften Berlin  Dr. Ettle, Thomas	Fischer, Michaela130 MLE GmbH Radebeul	
Bayerische Landesanstalt für Landwirt- schaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub	Flekna, Jürgen	
<b>Dr. Falk, Sandy153</b> Hessisches Landeslabor Wiesbaden	Dr. Freibauer, Annette	
<b>Dr. Fauhl-Hassek, Carsten 144, 145</b> Bundesinstitut für Risikobewertung Ab-	schutz Freising	
teilung Sicherheit in der Nahrungskette Berlin	Prof. Dr. Freitag, Mechthild 88, 96 Fachhochschule Südwestfalen Fachbereich Agrarwirtschaft Soest	
Dr. Felgentreu, Dieter71  Julius Kühn-Institut Bundesforschungsin-		
stitut für Kulturpflanzen (JKI) Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorrats- schutz Berlin	Frieten, Dörte	
<b>Dr. Feller, Carmen</b>	<b>Dr. Fritsch, Friedhelm</b>	
Großbeeren  Dr. Fettweis, Ulrich136	<b>Fry, Hildburg150</b> Bundesinstitut für Risikobewertung Ab-	
C. Gerhardt GmbH + Co. KG Königswinter	teilung Sicherheit in der Nahrungskette Berlin	
<b>Dr. Feuerstein, Dieter100</b> BASF SE Lampertheim	Fuchs, Michael	

ころでは、アンテングの一つでは

Prof. Dr. Fürst, Peter	<b>Dr. Gödeke, Katja41</b> Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Jena
Fuß, Stefan	Dr. Greiner, Bärbel24 Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt Bernburg
Wolnzach  Dr. Garming, Hildegard63  Thünen Institut für Betriebswirtschaft Braunschweig	Dr. Gresner, Nina
<b>Dr. Georgii, Sebastian 142, 153</b> Hessisches Landeslabor Wiesbaden	Grosse, Meike
Dr. Gerlach, Katrin	<b>Dr. Gruber, Leonhard 113, 119, 127</b> HBLFA Raumberg-Gumpenstein Institut für Nutztierforschung Irdning
Gfreyter, Isabella	Grundler, Monika
Gierke, Ulrich	Freising  Grunert, Michael56  LfULG
Prof. Dr. Gierus, Martin	Nossen  Dr. Grünewald, Karl-Hermann 89, 106 Verein Futtermitteltest Bad Sassendorf
Prof. Dr. Glomb, Marcus A145 Martin-Luther-Universität Halle-Witten-	<b>Dr. Guggenberger, Thomas42</b> HBLFA Raumberg-Gumpenstein Irdning-Donnersbachtal
berg Halle Gnädinger, Friederike52	<b>Dr. Günther, Christoph100</b> BASF SE Lampertheim
Technische Universität München Institut für Pflanzenernährung Freising	<b>Dr. Haase, Norbert U</b>

Dr. Haese, Eva	<b>Dr. Heinz, Sabine</b>		
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Fakultät für Land- und Ernährungswirt- schaft Freising	Henkelmann, Günter		
Hartel, Mathias	Heringlehner, Stefan		
Hartinger, Thomas	<b>Dr. Herndl, Markus42</b> HBLFA Raumberg-Gumpenstein Irdning		
<b>Dr. Hartmann, Stephan77</b> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und	Herold, Jonas		
Pflanzenzüchtung Freising  Hasler, Kathrin	Dr. Hertwig, Frank		
<b>Dr. Hauser, Barbara70</b> Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt Halle	<b>Dr. Herwig, Nadine71</b> Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz Berlin		
<b>Dr. Heil, Kurt</b>	Prof. Dr. Heuwinkel, Hauke 45, 46 Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Fakultät für Land- und Ernährungswirt-		
Heim, Martin	schaft Freising  Prof. Dr. Hierold, Wilfried 11, 15 ZALF Müncheberg		

~ \*\*\*

こう 「ANNIAN ANNIAN ANNIANA ANNIANA

Dr. Hoedtke, Sandra	Dr. Hrenn, Holger
Prof. Dr. Hofmann, Martina75, 77, 78 Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Fakultät für Land- und Ernährungswirt- schaft Freising	PD Dr. Hu, Yuncai
<b>Dr. Höltkemeyer, Volker125</b> LLA Bayreuth Bayreuth	Huber, Stefan
Homeister, Hanna	Dr. Hüging, Hubert15 INRES Uni Bonn
Dr. Hommel, Bernd	Prof. Dr. Hülsbergen, Kurt-Jürgen
teilung Sicherheit in der Nahrungskette Berlin	Dr. Jackisch, Winfried158 Dresden
<b>Dr. Horn, Dietmar47</b> EUF - Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit Ochsenfurt	Prof. Dr. Ing. Jäger, Henry92 Universität für Bodenkultur Institut für Lebensmitteltechnologie Wien
Prof. Dr. Hoy, Steffen	Jäger, Luisa

Klein, Frédéric	
Dr. Klose, Ralf	
chungswesen Nossen	
Knapp, Nico55 Institut für Kulturpflanzenwissenschaften Stuttgart	
Prof. Dr. Knaus, Wilhelm9 Universität für Bodenkultur Wien	
Wien	
Knebl, Lucas	
Dr. Koblenz, Barbara	
Pflanzenbau / Ökologischer Landbau Halle	
<b>Dr. Koch, Christian 101, 102, 123</b> Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhal-	
tung Hofgut Neumühle Münchweiler an der Alsenz	
Koch, Dierk	
Dr. Koenig, Volkmar30 Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Abteilung Untersuchungswesen Jena	
Dr. Köller, Claus	

schaft Freising

Bodenkultur und Ressourcenschutz

**Freising** 

Prof. Dr. Liebert, Frank	<b>Dr. Malisch, Carsten48</b> CAU Kiel / Agroscope Kiel / Zürich
<b>Dr. Lindermayer, Hermann85</b> Bayerische Landesanstalt für Landwirt-	<b>Dr. Mannheim, Thomas 34, 57</b> Eurochem Agro GmbH Mannheim
schaft Abt. Versuchsbetriebe Grub Linnemann, Felix88	<b>Dr. Martens, Dieter140</b> Landwirtschaftliche Untersuchungs- u. Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Fachhochschule Südwestfalen Fachbereich Agrarwirtschaft Soest	Speyer  Marx, Kirstin74  Thünen-Institut Stabsstelle Boden
Lipiec, Christoph84 Hochschule für Wirtschaft und Umwelt	Braunschweig
Nürtingen  Lochotzke, Heide-Marie99  Bundesinstitut für Risikobewertung,	<b>Dr. Mayer, Franziska76</b> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie Freising
Abteilung Experimentelle Toxikologie und ZEBET Berlin	Prof. Dr. Meißner, Ralph37 Helmholtz-Zentrum für Umweltfor-
<b>Dr. Lorenz, Marco74</b> Thünen-Institut für Agrartechnologie	schung-UFZ Falkenberg
Braunschweig	<b>Prof. Dr. Merbach, Wolfgang12</b> Martin-Luther-Universität Halle-Witten-
Prof. Dr. Lüscher, Andreas	berg Institut für Agrar- und Ernährungs- wissenschaften Halle
<b>Dr. Lüth, Anja99</b> Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette Berlin	<b>Dr. Meyer, Ulrich</b>
<b>Mädge, Inga146</b> Bundesinstitut für Risikobewertung Berlin	Michel, Herbert41 Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
<b>Dr. Maidl, Franz-Xaver28, 53, 56</b> Technische Universität München Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme Freising	Jena  Dr. Mikolajewski, Sabine
Makary, Thomas 20, 54, 55, 58, 62, 80 Universität Hohenheim (340i) Institut für Kulturpflanzenwissenschaften Stuttgart	Freising

Mohr, Uwe	Offenberger, Konrad
Dr. Mokry, Markus	Prof. Dr. Olfs, Hans-Werner 31, 40 Hochschule Osnabrück Fakultät Agrar- wissenschaften und Landschaftsarchi- tektur Osnabrück
SPECTRO Analytical Instruments GmbH Kleve	Prof. Dr. Omta, Onno40 Wageningen University, School of Social
Prof. Dr. Müller, Torsten	Science, Management Studies Group Wageningen
Universität Hohenheim (340i) Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fachge- biet Düngung und Bodenstoffhaushalt Stuttgart	Ortner, Sebastian
Dr. Nagel, Thomas	Dr. Palada, Florina
Neddermann, Nikolas	Paladey, Esther
Neumann, Carmen	Papaja-Hülsbergen, Susanne
Niebel, Jonas	Prof. Dr. Pekrun, Carola20 Institut für Angewandte Agrarforschung
Niessen, Ludwig	Nürtingen  Pfannenmüller, Julia
<b>Obermaier, Anton 124, 127</b> Bayerische Landesanstalt für Landwirt-	Freising
schaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Poing	Pickl, Maximilian

<b>Dr. Pieper, Susanne</b>	Propstmeier, Günther
Pietzner, Benjamin37 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Halle	Prücklmaier, Josef
Portner, Johann	Puntigam, Reinhard93, 94, 95 Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE)
Portz, Anika	Purschke, Benedikt92 Universität für Bodenkultur Institut für
Pralle, Herbert31 Hochschule Osnabrück Osnabrück	Lebensmitteltechnologie Wien  Raschbacher, Sven
<b>Dr. Preißinger, Wolfgang115</b> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft	Bayerische Landesanstalt für Landwirt- schaft Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz Freising
Schwarzenau  Dr. Preiß-Weigert, Angelika 146, 150	<b>Dr. Rauch, Norbert</b>
Bundesinstitut für Risikobewertung Ab- teilung Sicherheit in der Nahrungskette Berlin	Ravenschlag, Tobias
Prey, Lukas16 Technische Universität München Lehr-	falen VBZL Haus Riswick Kleve
stuhl für Pflanzenernährung Freising	<b>Dr. Reents, Hans Jürgen47</b> Technische Universität München Lehr-
<b>Dr. Pries, Martin105, 120, 128</b> Landwirtschaftskammer Nordrhein- Westfalen	stuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme Freising
Bad Sassendorf	<b>Reichinger, Christian29</b> Boden.Wasser.Schutz.Beratung, Land-
Prigge, Max	wirtschaftskammer Oberösterreich Linz

TO CONTRACT STATE OF THE STATE

Dr. Reimann, Sven	Dr. Rücknagel, Jan
Vierkirchen  Dr. Reiter, Elisabeth	Dr. Rühl, Gerhard
Wien  Richter, Dörte J	Universität Hohenheim (340i) Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fachge- biet Düngung und Bodenstoffhaushalt Stuttgart
Rieder, Johanna103 LKV Bayern	<b>Dr. Rütz, Andrea104</b> Kuh-Konzept München
München  Dr. Riehl, Gerhard24  Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	<b>Dr. Sandén, Taru</b>
Christgrün  Dr. Rietzler, Florian	Sandmayr, Agnes Josephine
Prof. Dr. Rodehutscord, Markus 114 Universität Hohenheim Institut für Nutz-	Schäfer, Fabian
tierwissenschaften FG Tierernährung 460a Stuttgart	Schäffler, Martin
Roscher, Simone	Futterwirtschaft Grub
	Dr. Schafft, Helmut99, 122, 129 Bundesinstitut für Risikobewertung Fachgruppe Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe
	Berlin  PhD Schären, Melanie97
	Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) Institut für Tierernährung Braunschweig

Schauer, Anton	Prof. Dr. Schmidhalter, Urs
Schedle, Karl	Prof. Dr. Schmidt, Eggert 103, 104 Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Freising
PD Dr. Schedle, Karl95 Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie	Dr. Schmidt, Gerd70  Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  Halle
(TTE) Wien	Dr. Schneider, Stephan100
Scheibelberger, Rafaela92 Universität für Bodenkultur Wien Institut für Lebensmitteltechnologie	Bayerische Landesanstalt für Landwirt- schaft Institut für Tierernährung Poing
Wien	<b>Dr. Schollenberger, Margit114</b> Universität Hohenheim Institut für Nutz-
PD Dr. Schellberg, Jürgen15 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität	tierwissenschaften FG Tierernährung 460a Stuttgart
Scherb, Simone	Schöpfle, Daniel54 Institut für Kulturpflanzenwissenschaften Stuttgart
schaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Schwarzenau	<b>Dr. Schrödter, Matthias37, 68, 70</b> Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Scherer, Rebecca	Bernburg
	Schröter, Hubert
Schickinger, Harald39 RAUCH Landmaschinenfabrik GmbH	Jena
Sinzheim	<b>Dr. Schulz, Kirsten</b>
Schmid, Harald	teilung Sicherheit in der Nahrungskette Berlin
	Dr. Schuppenies, Rudolf24 Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung des Landes Brandenburg Paulinenaue
	• •

<b>Dr. Schuster, Carola32, 33, 56</b> SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH Forschung und Entwicklung Wittenberg	Sitte, Wolfgang
Schütz, David	Smatanova, Michaela69 ÚKÚZ
Schütz, Robert	Söllinger, Josef
Mag. Dr. Schwarz, Christiane95 Universität für Bodenkultur Wien Institut	und Ernährungssicherheit GmbH, AGES Linz
für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE) Wien	Sperger, Christian
<b>Prof. Dr. Schwarz, Frieder Jörg . 119, 127</b> Technische Universität München Lehr-	Freising
stuhl für Tierernährung Freising	<b>Dr. Spicker, Andreas28</b> Technische Universität München Lehr-
<b>Dr. Schweitzer, Kathlin</b>	stuhl Ökologie Landbau und Pflanzen- bausysteme Freising
tenbauwissenschaften Berlin	PD Dr. Spiegel, Heide14 Österreichische Agentur für Gesundheit
Sedlmeier, Monika160 Bayerische Landesanstalt für Land-	und Ernährungssicherheit GmbH, AGES Wien
wirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Saatgutuntersuchung/ Saatgutforschung Freising	<b>Prof. Dr. Spiekers, Hubert85, 125, 127</b> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
<b>Dr. Seidel, Sabine15</b> INRES Uni Bonn Bonn	Poing  Dr. Spolders, Markus99, 122, 129  Bundesinstitut für Risikobewertung
<b>Dr. Seifried, Natascha114</b> Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften FG Tierernährung	Fachgruppe Futtermittel und Futtermit- telzusatzstoffe Berlin
460a Stuttgart	<b>Dr. Spott, Oliver32, 33</b> SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH
Seppälä, Arja	Landwirtschaftliche Anwendungsfor- schung Cunnersdorf

Dr. Sprengel, Dorette	Dr. Strauß, Gerhard
Steffens, Robert	Terler, Georg
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub  Dr. Steingaß, Herbert	Bayerische Landesanstalt für Land- wirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Saatgutuntersuchung/ Saatgutforschung Freising
	Prof. Dr. Theobald, Peter84 Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen
Stichnothe, Heinz56 Thünen-Institut für Agrartechnologie Braunschweig	Dr. Thiel, Enrico
	<b>Tippelt-Sander, Rainer62</b> Regierungspräsidium Tübingen Tübingen

ころととことに

Trautmann, Albrecht	Dr. von Tucher, Sabine 10, 17, 18, 43, 66 Technische Universität München Lehrstuhl für Pflanzenernährung Freising Wagner, Bettina
Osnabrück  Urban, Phillip	Bundesinstitut für Risikobewertung Fachgruppe Futtermittel und Futtermit- telzusatzstoffe Berlin
Velten, Susanne	Wagner, Hans
Vergara Hernandez, Maria Elena31 Hochschule Osnabrück Osnabrück	Wagner, Sabine
Verhoeven, Anne	Jena  Dr. Wagner, Wolfgang112  Landwirtschaftliches Technologiezent- rum Augustenberg (LTZ)
Vinzent, Beat	Wanzenböck, Elisa95 Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE)
Voit, Benno	Weber, Tanja
Volkheimer, Benedikt	Weindl, Peter
von Gehren, Philipp	Dr. Weiß, Kirsten

<b>Dr. Wendland, Matthias</b>	Wolfrum, Sebastian
Wessels, Hauke	Wurzer, Gerhild Katharina
Prof. Dr. Wetscherek, Wolfgang 93, 94 Universität für Bodenkultur Wien Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmit- tel und Ernährungsphysiologie Wien	Yildirim, Sibel
<b>Dr. Wetscherek-Seipelt, Gabriela . 93, 94</b> Universität für Bodenkultur Wien Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie	<b>Prof. Dr. Zeyner, Annette106</b> Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften Halle
Wien  Prof. Dr. Wiesler, Franz	Ziesemer, Andrea
Prof. Dr. Windisch, Wilhelm	Zopf, Dorit
<b>Prof. Dr. Wittkowski, Reiner145</b> Bundesinstitut für Risikobewertung Berlin	<b>Prof. Dr. Zörb, Christian18</b> Uni Stuttgart Stuttgart
Prof. Dr. Wolf, Petra	<b>Dr. Zorn, Wilfried22, 24, 26</b> Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Jena
Rostock	Zurheide, Tim

~ インノイン

こう 「ANNIAN ANNIAN ANNIANA ANNIANA

V 006	Öffentliche Sitzung "Dauerversuche"
	B. (Gießen), Hüging, H. (Bonn), Schellberg, J. (Bonn), Schweitzer, K. (Berlin), Arends, H. (Bonn), Seidel, S. (Bonn)
V 007	Öffentliche Sitzung "N-Düngung"
V 008	Öffentliche Sitzung "N-Düngung"
V 009	Öffentliche Sitzung "N-Düngung"
V 010	Öffentliche Sitzung "N-Düngung"
V 011	Öffentliche Sitzung "N-Düngung"
V 012	Öffentliche Sitzung "N-Düngung"
V 013	Öffentliche Sitzung "Phosphor"
V 014	Öffentliche Sitzung "Phosphor"

シャンノイ

V 015	Öffentliche Sitzung "Phosphor"
V 016	Öffentliche Sitzung "Phosphor"
V 017	Öffentliche Sitzung "Phosphor"
V 018	Öffentliche Sitzung "Nährstoffbilanzen und -austrag"
V 019	Öffentliche Sitzung "Nährstoffbilanzen und -austrag"
V 020	Öffentliche Sitzung "Nährstoffbilanzen und -austrag"
V 021	Öffentliche Sitzung "Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren"
V 022	Öffentliche Sitzung "Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren"
V 023	Öffentliche Sitzung "Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren"

V 024	Öffentliche Sitzung "Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren"
V 025	Öffentliche Sitzung "Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren"
V 026	Öffentliche Sitzung "Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren"
V 027	Öffentliche Sitzung "N-Verluste"
V 028	Öffentliche Sitzung "N-Verluste"
V 029	Öffentliche Sitzung "N-Verluste"
V 030	Öffentliche Sitzung "N-Verluste"
V 031	Öffentliche Sitzung "Boden und Umwelt"

~ シンノノー

TO MANIAN MANIAN COM

V 032	Öffentliche Sitzung "Boden und Umwelt"
V 033	Öffentliche Sitzung "Boden und Umwelt"
V 034	Öffentliche Sitzung "Boden und Umwelt"
V 035	Öffentliche Sitzung "Boden und Umwelt"
V 036	Öffentliche Sitzung "Pflanzenbau"
V 037	Öffentliche Sitzung "Pflanzenbau"
V 038	Öffentliche Sitzung "Pflanzenbau"
V 039	Öffentliche Sitzung "Pflanzenbau"
V 040	Öffentliche Sitzung "Pflanzenbau"

P 001	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 002	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 003	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 004	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 005	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 006	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 007	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 008	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"

~ イングナンノイー

P 009	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 010	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 011	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 012	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 013	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 014	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 015	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 016	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 018	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"

P 019	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 020	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 021	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 022	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 023	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 024	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 025	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 026	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 027	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"

P 028	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 029	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 030	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 031	Posterpräsentation "Pflanzliche Produktion"
P 032	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 033	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 034	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 035	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 036	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 037	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"

P 038	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 039	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 040	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 041	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 042	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 043	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 044	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 045	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"
P 046	Posterpräsentation ""Tierische Produktion und Futtermittel"

97
99 th,
100 e- n),
101
102
103
104
1

V 041	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel I"
V 042	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel I"
V 043	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel I"
V 044	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel I"
V 045	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel I"
V 046	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel II"
V 047	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel II"
V 048	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel II"
V 049	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel II"

V 050	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel II"
V 051	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel II"
V 052	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel III"
V 053	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel III"
V 054	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel III"
V 055	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel III"
V 056	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel III"
V 057	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel III"

V 058	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 059	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 060	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 061	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 062	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 063	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 064	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 065	Öffentliche Sitzung "Tierische Produktion und Futtermittel IV"
V 066	Workshop "Analytik"

ングナフノイー

TO MANIAN MANIAN COM

V 067	Workshop "Analytik"
V 068	Workshop "Analytik"
V 069	Workshop "Analytik"
V 070	Workshop "Analytik"
V 071	Workshop "Analytik"
V 072	Workshop "Analytik"
V 073	Workshop "Analytik"
V 074	Workshop "Analytik"
V 075	Workshop "Analytik"
V 076	Workshop "Analytik"
V 077	Workshop "Analytik"

P 055	Posterpräsentation "Analytik"
P 056	Posterpräsentation "Analytik"
P 057	Posterpräsentation "Analytik"
P 058	Posterpräsentation "Analytik"
P 059	Posterpräsentation "Analytik"
P 060	Posterpräsentation "Analytik"
P 062	Posterpräsentation "Analytik"
P 063	Posterpräsentation "Analytik"
P 064	Posterpräsentation "Analytik"

~ マンナンノンー

P 065	Posterpräsentation "Analytik"	154
V 078	Öffentliche Sitzung "Saatgut"	155
V 079	Öffentliche Sitzung "Saatgut"	156
V 080	Öffentliche Sitzung "Saatgut"	157
V 081	Öffentliche Sitzung "Saatgut"	158
V 082	Öffentliche Sitzung "Saatgut"	159
V 083	Öffentliche Sitzung "Saatgut"	160
V 084	Öffentliche Sitzung "Saatgut"	161
P 066	Posterpräsentation "Saatgut"	162

#### Produkte

- + Automatisches Extraktionssystem zur Fettbestimmung
- + Vollautomatisches Hydrolysesystem für den Fettaufschluss
- Stickstoffanalysesystem nach der Verbrennungsmethode von Dumas
- + Wasserdampf-Destillationssysteme für vielseitige
- + Anwendungsbereiche
- + Aufschlussgeräte für die Kjeldahlanalytik
- + Automatische Systeme zur Rohfaserbestimmung
- Klassische Heizbänke für den vielfältigen Einsatz im Labor Robuste Schüttler, Überkopfschüttler und Inkubatoren



Cäsariusstraße 97 53639 Königswinter info@gerhardt.de www.gerhardt.de



PRAGMATIS. LÖSUNGEN AUF DEN PUNKT.



Pragmatis ist Experte für Datenbankanwendungen in Labor und Technik. Wir verfügen über mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Verwaltung und Verarbeitung von Messdaten (LIMS, LIS, LES, CAQ, AQS, ELN).

## Pragmatis LIMS für Desktop, Tablet und Smartphone

Pragmatisch und modern - unsere Lösungen sind immer auf der Höhe der Zeit, und mit ihnen unsere Kunden, von denen wir die meisten seit vielen Jahren begleiten.

Informieren Sie sich über moderne Datenverarbeitung in Labor und Technik. Nehmen Sie Kontakt mit uns auf - wir freuen uns auf Sie!

www.pragmatis.de sales@pragmatis.de Telefon ++49.8165.999210 Fax ++49.8165.999218

してはアノイをマーフライン

### t&p Triestram und Partner GmbH, Bochum

Mit mehr als 25-jähriger Erfahrung haben wir unser Labor-Informations- und Managementsystem lisa. Iims sehr erfolgreich am Markt etabliert und in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden ständig weiter entwickelt. Die aktuelle Version lisa. Iims 10 zeichnet sich besonders durch ihre Benutzerfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit aus. Der modulare Aufbau ermöglicht die Anpassung an branchenspezifische Anforderungen.



Wir finden für jedes Labor die passende Lösung, denn die Zufriedenheit und qualifizierte Betreuung unserer Kunden steht für uns im Mittelpunkt. Namhafte Referenzkunden bestäti-

gen uns in dieser Philosophie mit einer erfolgreichen, in vielen Fällen langjährigen Zusammenarbeit, wie zum Beispiel AGES in Österreich, ART in der Schweiz, LALLF, LUFA Rostock, DTC oder UFA AG in der Schweiz.

www.t-p.com



SPECTRO Analytical Instruments ist ein weltweit führender Anbieter von Instrumenten auf den Gebieten der Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie, der Optischen Emissions-Spektrometrie mit Bogen- und Funkenanregung, der Optischen Emissions-Spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma sowie der ICP-Massenspektrometrie für die Elementanalytik in Industrie, Laborpraxis und Wissenschaft.

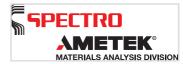
Als Unternehmensbereich der Materials Analysis Division der **AMETEK**, Inc., stellt **SPECTRO** hervorragende Messinstrumente her, entwickelt optimale Lösungen für die Elementanalytik in zahlreichen Anwendungsbereichen und zeichnet sich durch beispielhaften Kundenservice aus.

Geräte von **SPECTRO** sind dafür bekannt, dass sie durch ihre überlegene technische Leistungsfähigkeit den Kunden messbaren Nutzen bringen. Seit der Gründung im Jahr 1979 hat SPECTRO über 30.000 Analysegeräte an Kunden in aller Welt ausgeliefert.

**AMETEK**, Inc. ist ein führender, weltweit aktiver Hersteller von elektronischen und elektromechanischen Produkten mit über 15.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an nahezu 150 Produktions-, Vertriebs- und Servicestandorten in den Vereinigten Staaten und über 30 anderen Ländern.

**AMETEK** besteht aus zwei operativen Einheiten: Elektronische Geräte und Elektromechanik. Die Elektronische-Geräte-Gruppe stellt hochentwickelte Instrumente für die Prozess-, Luftfahrtund Kraftwerkindustrie sowie weitere Branchen her. Die Elektromechanik-Gruppe ist ein

differenzierter Anbieter von elektrischen Verbindungen, Lösungen für die Präzisionsbewegungssteuerung, Spezialmetallen, Temperaturmanagementsystemen, Bodenpflege und technischen Motoren.



### Laborservice Onken GmbH

Jann Onken gründete 1997 Laborservice Onken in Gründau-Breitenborn als Dienstleistungsunternehmen für die klassische Aminosäurenanalytik. Aus Laborservice Onken wurde im Jahr 2000 die Laborservice Onken GmbH die sich heute zum führenden Anbieter von Geräten, Verbrauchsmaterialien und Serviceleistungen im Bereich der Aminosäurenanalytik in Deutschland, Österreich und der Schweiz entwickelt hat.

Mit dem Biochrom B30 Plus bieten wir den Anwendern im deutschsprachigen Raum heute einen der modernsten Aminosäurenanalysatoren, der zurzeit weltweit für die klassischen Aminosäurenanalytik erhältlich ist.

In enger Zusammenarbeit mit der Firma Biochrom in Cambridge beraten wir Anwender in applikativen Fragen zur klassischen Aminosäurenanalytik. Für praktische Ausarbeitungen und für Kontrollanalysen steht uns in Gründau ein eigenes Applikationslabor mit Biochrom Analysatoren zur Verfügung. Die Laborservice Onken GmbH führt für die Aminosäurenanalytik mehrtägige Anwenderseminare an den aktuellen Biochrom Analysatoren durch.

Zu unseren Zielen gehört es auch ehemaligen Aminosäurenanalytik-Kunden der Eppendorf AG (Biotronik) und der Amersham Pharmacia Biotech GmbH den weitern Betrieb ihrer Analysatoren zu ermöglichen.

www.laborservice-onken.de

# **Unity Scientific**

Unity Scientific ist ein Unternehmen der "Westco Scientific Instruments, Inc." mit Sitz in Brookfield, Staat Connecticut, im Nordosten der USA. Seit 14 Jahren entwickelt und produziert Unity NIR-Systeme für den weltweiten Markt und hat sich zum Ziel gesetzt, die NIR-Analytik zu perfektionieren.

Mit dem SpectraStar XL™ bietet Unity Scientific ein NIR-Spektrometer der Spitzenklasse an. Vor allem auf dem Gebiet der Qualitätsanalytik von Agrarerzeugnissen, Lebensmitteln und industriellen Produkten findet dieses Hochleistungs-NIR Anwendung.

An unserem Standort in Weiler b. Bingen befinden sich die Geschäfts-und Schulungsräume, Werkstatt und Lager der Unity Scientific GmbH, zur Unterstützung von Unity Kunden in ganz Europa.

### **Unity Scientific GmbH**

Duhlwiesen 32 55413 Weiler bei Bingen Tel. 06721 988 6720

Fax. 06721 988 6725

Mehr über uns erfahren Sie auf unserer Website www.unityscientific.com





PerkinElmer ist als weltweiter Technologieführer in über 150 Ländern vertreten. Mit einem einzigartigen Team von 9.000 Mitarbeitern konzentrieren wir uns darauf, Veränderungen zu PerkinElmer bewirken, um die Gesundheit der Menschen und den Schutz For the Better der Umwelt zu verbessern.

Mit Hilfe unserer innovativen und hochwertigen Analysengeräte, Software und Dienstleistungen erhalten unsere Kunden jeden Tag wichtige Erkenntnisse und Knowhow, um bessere Entscheidungen für bessere Ergebnisse treffen zu können. Unsere Lösungen ermöglichen eine frühere Erkennung von Krankheiten, effektivere Therapeutika, saubere Luft und sauberes Trinkwasser sowie sicherere Lebensmittel – für eine höhere Lebensqualität. Zur Maximierung Laborproduktivität trägt unsere erfahrene Laborservice-Organisation bei. Sie ist führend in der Bereitstellung umfassenden Labor-Management-Dienstleistungen für Analysengeräte verschiedenster Hersteller.

PerkinElmer versetzt Wissenschaftler in die Lage, Verunreinigungen und giftige Chemikalien die unsere Umwelt und Lebensmittelversorgung bedrohen, zu erkennen, zu überwachen und daraus resultierende Probleme zu bewältigen. Wir tragen dazu bei, dass Aspekte der Sicherheit und Compliance aufgegriffen, und die Menschen geschützt werden.

## PerkinElmer LAS (Germany) GmbH

Ferdinand-Porsche-Ring 17 Tel. 0800 181 0032 cc.germany@perkinelmer.com Rodgau 63110 Fax. 0800 181 0031 www.perkinelmer.com