Verband Deutscher Landwirtschaftlicher
Untersuchungs- und Forschungsanstalten

124. VDLUFA-KONGRESS
Kurzfassung der Referate

18. - 21. September 2012

Universität Passau

Generalthema:

Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung

Der Kongress wird in Zusammenarbeit mit den folgenden Organisationen durchgeführt:

ALVA Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Technische Universität München

© 2012 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, D-67346 Speyer
Telefon: 06232 136121, Fax: 06232 136122, E-Mail: info@VDLUFA.de

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

Endredaktion:
Dr. S. Klages, 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 beim Autor.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Inhaltsübersicht

Plenartagung 5

Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – gemeinsamer Teil 9

Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Pflanzliche Erzeugung 12

Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Tierische Erzeugung 16

Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“ 20

Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Humus“ 25

Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Indikatoren“ 31

Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“ 38

Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Organische Düngung/Bodenbewirtschaftung“ 44

Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung I“ 52

Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“ 59

Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 67

Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 98

Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 120

Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 124

Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 144

Posterpräsentation „Analytik“ 155

Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 165

Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 171

Posterpräsentation „Saatgut“ 180

V 001 Plenartagung

Globale Nachhaltigkeitsziele in der Landwirtschaft

Graf von Bassewitz, H. (Berlin)

Der Begriff Nachhaltigkeit ist nicht statisch und auch noch lange nicht erschöpfend definiert. Nach Meinung der Öffentlichkeit sollen wir Landwirte in Zukunft einen kleineren CO_2-Fussabdruck hinterlassen, weniger Wasser verbrauchen, viel weniger Stickstoff und Pflanzenschutzmittel einsetzen, mehr für den Tierschutz tun, die Bio-Diversität und den Naturschutz fördern aber auch mehr gesunde Lebensmittel und zusätzlich Energie produzieren.

Um ganz global nachhaltig zu sein sollten wir eben frei nach Herrn von Carlowitz so produzieren, dass wir unseren Enkeln nicht die Chance nehmen in 60 Jahren genauso zu leben, wie wir heute. Der Generationenvertrag der Land- und Forstwirte ist die Grundvoraussetzung nachhaltigen Wirtschaftens. Mehr ist es eigentlich nicht.

Wir wissen, dass wir heute mit unserer Landwirtschaft weltweit nicht erneuerbare Ressourcen verbrauchen, ohne hierfür im Preis unserer Nahrungsmittel die Abschreibung mit an zu setzen, die wir eigentlich benötigen um den ursprünglichen Zustand der Natur wieder her zu stellen. Aus diversen Untersuchungen geht hervor, dass unsere Lebensmittel ca. 30 bis 50 % teurer sein müssten um eben keine Natur zu verbrauchen.

In Deutschland haben wir vor 10 Jahren eine Nachhaltigkeitsstrategie ins Leben gerufen, die über das Statistische Bundesamt mit Nachhaltigkeitsindikatoren hinterlegt ist , deren Fortschritt laufend überprüft wird und über die der Rat für Nachhaltige Entwicklung wacht.

Weitere Ziele in Nachhaltigkeitskonzepten haben der ökologische Landbau, die DLG, KSNL, und das KTBL entwickelt.

Kurz zusammen gefasst sind die wichtigsten Ziele der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft:

- das Generationenprinzip mit allen dazu gehörigen Ausprägungen
- das Prinzip der geschlossenen Nährstoffkreisläufe
- das Prinzip der Erhaltung öffentlicher Güter

Von nachhaltigem Wirtschaften sind wir nach Maßgabe dieser drei Ziele oder Prinzipien oft noch weit entfernt.

V 002 Plenartagung

SET – ein neuer Ansatz zur Nachhaltigkeitsbewertung

Günther, C. (Ludwigshafen)

Die Weltbevölkerung wächst stetig und muss auch in Zukunft – bei weiter abnehmender landwirtschaftlicher Nutzfläche – ausreichend ernährt werden können. Das bedeutet: Es ist die Aufgabe aller Menschen, für einen maßvollen, nachhaltigen Umgang begrenzter Ressourcen zu sorgen. Dabei ist Nachhaltigkeit einerseits ein allgemeines Thema, das ganzheitlich betrachtet und definiert werden muss. Andererseits hängt es von den Produkten, den Verbrauchern und von den Zielmärkten ab, was in Sachen Nachhaltigkeitsverbesserung besonders dringend und drängend ist. Deshalb sollten konkrete Maßnahmen auf Unternehmens- und Produktebene ansetzen.

Genau diesen Ansatz verfolgt die BASF. Sie hat mit „SET – Applied Sustainability“ eine Methodik entwickelt, um in der Wertschöpfungskette die Nachhaltigkeit messbar zu verbessern. Die BASF stellt das SET-Konzept ihren Partnern zur Verfügung, um praktikable Lösungen für eine nachhaltigere Lebensmittelerzeugung abzuleiten und umzusetzen. Die SET-Initiative geht also über den landwirtschaftlichen Betrieb hinaus und betrachtet die Lebensmittelproduktion „from cradle to grave“. SET richtet sich direkt an Unternehmen, die in Zusammenarbeit mit BASF ihre Produktion auf eine höhere Stufe der Nachhaltigkeit bringen wollen. Um den Einsatz von Ressourcen zu verringern und „mehr mit weniger zu erzeugen“, bedarf es eines konstanten Prozesses. Die Verbesserung der Nachhaltigkeit ist deshalb als eine Reise zu verstehen, Schritt für Schritt.

Im Rahmen des SET-Konzeptes kann der Start in Richtung Nachhaltigkeit mit einer Hot Spot Analyse erfolgen. Damit wird eine bestehende Situation qualitativ analysiert und bewertet. Die Hot Spot Analyse stellt ein Diagnoseinstrument dar, um mögliche Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungspotenziale und -wege aufzuzeigen. Um die Nachhaltigkeit im Sinne des Verbrauchers weitergehend zu optimieren, kann anschließend eine Ökoeffizienanalyse durchgeführt werden. Diese quantitative Analyse entlang der gesamten Lebensmittel erzeugenden Kette reicht von der Primärproduktion bis zum Verbraucher und betrachtet den Ressourcenverbrauch für bestimmte Produkte oder Produktgruppen. Die Ökoeffizienanalyse gibt an, welche großen Hebel zur Verfügung stehen, um nachhaltiger zu wirtschaften. Auf der Basis von Hot Spot Analyse und Ökoeffizienzanalyse lässt sich eine Strategie entwickeln, wie die Nachhaltigkeit kontinuierlich verbessern werden kann. Solche strategischen Maßnahmen sind immer ein Kompromiss, der in Summe eine bessere Lösung darstellt, aber im Einzelfall auch einmal Stillstand oder Rückschritt bedeuten kann. Was nützt es beispielsweise, wenn der Carbon Footprint verbessert, aber dabei das Wasser stärker belastet wird.

V 003 Plenartagung

Genügen klassische analytische Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung?

Baumgarten, A. (Wien)

Um Nachhaltigkeit sinnvoll beurteilen zu können, ist ein multifaktorieller Ansatz erforderlich. Die Auswahl von aussagekräftigen Indikatoren zur Bewertung wird bereits seit vielen Jahren diskutiert, verschiedene Lösungsansätze wurden vorgeschlagen. Ein wesentliches Kriterium für die Selektion war bis dato vor allem die Verfügbarkeit der Daten. Dabei wurde zumeist auf Datensätze, die aufgrund gesetzlicher Vorgaben erhoben werden oder auf die Ergebnisse von etablierten und breit angewandten Methoden zurückgegriffen.

Aus ökologischer Sicht kommt den Methoden zur Bewertung der Bodenfunktionen (z. B. Produktionsfunktion, Regelungsfunktion, Lebensraumfunktion) eine wesentliche Rolle zu. Gerade in diesem Bereich wird in der Diskussion um eine laufende Verbesserung der Bewertungsverfahren auch immer wieder auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse und methodische Entwicklungen hingewiesen. Dabei müssen Fragestellung und Ziel im Hinblick auf die Bewertung allerdings exakt definiert und die Aussagekraft der Methoden entsprechend evaluiert werden. In jedem Fall sollten folgende wesentliche Kriterien beachtet werden:

- Anforderungen aus der Sicht des Qualitätsmanagements (Wiederholbarkeit, Vergleichbarkeit, Messunsicherheit)
- Kalibrierung der Methode in Exaktversuchen
- Ausreichender Umfang der zur Verfügung stehenden Daten
- Evaluierung abgeleiteter Modelle

Für zahlreiche „klassische“ Verfahren der Bodenanalytik (z. B. Bestimmung des pH-Wertes und der „pflanzenverfügbaren“ Nährstoffgehalte) und Modelle (z. B. Allgemeine Bodenabtragsgleichung) treffen die oben genannten Punkte zu. Im Rahmen der Evaluierung des österreichischen Programms für eine umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL) konnte die Wirkung von Maßnahmen in Bezug auf sachgerechte Düngung, Bodenschutz durch verminderte Bearbeitungsintensität sowie Anlage von Begrünungen und Fruchtfolgegestaltung mit Parametern der Routine – Bodenuntersuchung und allgemeinen Modellgleichungen mit standortspezifischen Eingangsdaten aufgezeigt werden. Basierend darauf sind Aussagen zu bestimmten Produktionsgebieten, nicht aber zu Einzelbetrieben möglich. Bei dieser Zielsetzung wären zwar die gleichen analytischen Methoden anzuwenden, die Auswertungsverfahren müssten jedoch angepasst und eventuell weitere Indikatoren berücksichtigt werden.
In der Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsbewertung sollten die Verfahren zur gesamtheitlichen Bewertung laufend evaluiert werden. Sofern im Zuge dessen Bedarf an zusätzlichen Untersuchungsverfahren deutlich wird, sollte eine sorgfältige Methodenauswahl erfolgen, wobei für neue Untersuchungsverfahren die oben genannten Kriterien entsprechend zu prüfen sind.

Nährstoffbilanzen als Indikatoren für Nachhaltigkeit

Engels, C. (Berlin)

Mineralische Nährstoffe wie z. B. Stickstoff und Phosphor sind in vielen Agrarökosystemen begrenzend für die Ertragsbildung und müssen durch Dünger zugeführt werden, um die Produktionsbedingten Verluste zu ersetzen und eine Nährstoffverarmung der Böden zu verhindern. Düngung kann allerdings stark zur Belastung der Atmosphäre mit Treibhausgasen und der Hydrosphäre mit Stickstoff und Phosphor beitragen. Vor diesem Hintergrund können Nährstoffbilanzen ein wichtiger Indikator für Nachhaltigkeit sein.

Bei der Nährstoffbilanzierung werden Nährstoffflüsse, die zu einem Nährstoffeintrag und -austrag in einem System führen, quantifiziert und daraus der Nährstoffsaldo (Eintrag – Austrag) oder die Nährstoffeffizienz für die Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte (Eintrag/Austrag mit dem Produkt) ermittelt. Je nach Zielstellung einer Nährstoffbilanzierung unterscheiden sich die räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen und damit auch die Nährstoffflüsse, die erfasst werden. Schlag- oder Bodenbilanzen können dem Landwirt wichtige Informationen z. B. für das Düngungsmanagement und die Nährstoffeffizienz verschiedener Produktionsrichtungen liefern. Hoftorbilanzen und Bilanzen auf regionaler, nationaler oder Kontinent-Ebene können ein wichtiges Instrument z. B. zur Überprüfung der Umsetzung agrar- oder umweltpolitischer Ziele sein.

Je nach Systemgrenzen sind Nährstoffbilanzen mit verschiedenen Methoden- und Interessenbedingten Unsicherheiten und Fehlern behaftet, die bei der Bewertung von Salden berücksichtigt werden müssen. Der Wert von Nährstoffbilanzen als Indikator für Nachhaltigkeit ist auch abhängig von der Höhe von Sollwerten, die z. B. je nach Standorteigenschaften und Landnutzungstyp variieren kann und auch das Ergebnis einer Kompromissfindung zwischen agronomisch/ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten ist. Aufgrund der Weiterentwicklung von Methoden zur Erfassung relevanter Nährstoffflüsse und zu erwartender Änderung von politischen Zielstellungen wird die Nährstoffbilanzierung auch in Zukunft ein wichtiges Thema für die Wissenschaft, die Praxis und die Politik bleiben.

Life Cycle Assessment – Aussagekraft und Grenzen im Kontext tierischer Produktionssysteme

Zollitsch, W. (Wien)

Von der Lebenszyklus-Analyse (Life Cycle Assessment; LCA) wird vielfach eine schlüssige Bewertung der Umweltauswirkungen der tierischen Produktion erwartet. Das bezieht sich einerseits auf die Beanspruchung knapper Ressourcen und andererseits auf die Auswirkungen von direkt und indirekt verursachten Schadstoffemissionen (beispielsweise Treibhausgasen). In der Vergangenheit hat die Verwendung unterschiedlicher Bewertungsmethoden zu unterschiedlichen Ergebnissen für tierische Lebensmittel ähnlichen Ursprungs und damit zu einer generellen Skepsis gegenüber dieser Art von Bewertungen geführt.

Bereits in den 1990er Jahren wurde die Methodik des LCA international vereinheitlicht. Trotzdem ist die Vorgangsweise an den jeweiligen Bewertungszweck anzupassen: der LCA-Ansatz (attributional vs. consequential) und die Systemgrenzen sind festzulegen; der Verbrauch welcher Ressourcen (Land, Primärenergie, Wasser, Arbeitskraft, etc.) soll für ein Produktionssystem bewertet werden, welche Indikatoren sind dafür die am besten geeigneten und welche Emissionen (Beiträge zu Klimawandel, Versauerung, Eutrophierung, Ökotoxizität, etc.) stehen im Fokus? Eine unterschiedliche Allokation von Ressourcen und Emissionen zwischen gleichzeitig hergestellten Produkten können das Ergebnis der Bewertung erheblich beeinflussen.

Bei Orientierung an den aktuellen, einschlägigen Richtlinien ist eine schlüssige, vergleichende Bewertung der wichtigsten Lebensmittel aus tierischer Erzeugung grundsätzlich gut möglich. Die Verfügbarkeit valider Daten über die Produktionssysteme (v. a. Daten zur Bereitstellung der eingesetzten Futtermittel, zu Emissionen aus der enterogenen Fermentation und aus der Wirtschaftsdünger-Kette) ist dafür allerdings Voraussetzung. Die Frage nach der Ausgereiftheit der Modelle zur ökologischen Wirkungsabschätzung ist immer wieder neu zu stellen.

Kritische Punkte, die in aktuellen Arbeiten zu LCA-basierten Bewertungen tierischer Produktionssysteme thematisiert werden, sind die Berücksichtigung von Effekten erfolgter Landnutzungsänderung sowie von alternativen Nutzungsmöglichkeiten von Ressourcen. Hinsichtlich der Forderung der Erweiterung der LCA zu einer „Life-Cycle Sustainability Analysis“ wird im Sinne einer qualitativ fundierten, ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung empfohlen, auf Kriterien der vordringlichsten Problembereiche zu fokussieren und möglichst nur Indikatoren zu wählen, für die eine entsprechende Modell- und Datenbasis vorhanden ist und die eindeutig interpretierbar sind.

Ressourcenverbrauch und Ressourceneffizienz

Brentrup, F. (Dülmen)

Die UN-Ernährungsorganisation FAO schätzt, dass die Weltbevölkerung bis 2050 um fast 50 % auf etwa 9 Milliarden Menschen wächst (verglichen mit 2000). Für den selben Zeitraum prognostiziert die FAO einen Anstieg des weltweiten Getreidebedarfs um etwa 60 %. Dieser überproportionale Anstieg spiegelt den erwarteten Wohlstandszuwachs mit dem damit zusammenhängenden Mehrverbrauch an tierischen Lebensmittel sowie den Abbau von Unterernährung wider. Die für diese Produktionssteigerung benötigten Ressourcen Energie, Wasser, Mineralien/Pflanzennährstoffe und Fläche sind begrenzt und werden zukünftig immer knapper. Es muss daher das Ziel der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion sein, den Ressourcenverbrauch je produzierter Einheit zu senken und damit die Ressourceneffizienz zu steigern.

Dieser Beitrag beschäftigt sich damit, wie eine intensive und effiziente Pflanzenproduktion inklusive eines ökonomisch optimalen Mineraldüngereinsatzes die Produktivität (Ertrag je Fläche) steigert und welche Auswirkungen dies auf die Ressourceneffizienz hat. Verschiedene Indikatoren für die Bereiche Energie, Wasser, Nährstoffe und Fläche werden vorgestellt und diskutiert.

Nachhaltigkeit -Ein Thema für die gesamte Wertschöpfungskette Fleisch

Hinrichs, A. (Bonn)

Die gesamte Fleischwirtschaft hat das Ziel, die Fütterung und Haltung von Nutztieren sowie die Produktion und Vermarktung von Fleischerzeugnissen weiter konsequent und durchgängig an den Grundsätzen der Nachhaltigkeit auszurichten. Der Fokus kann also nicht allein auf der Landwirtschaft liegen. Im Sinne von Nachhaltigkeit sollte alles vom Anfang bis zum Ende, d. h. von der Futtermittelproduktion bis zur Ladentheke betrachtet werden. Gefordert ist eine Branchenlösung für die gesamte Kette. Dafür ist das Einvernehmen über alle Branchen hinweg notwendig. Durch das gemeinsame Streben der Futtermittelwirtschaft, der Landwirtschaft, der Fleischwirtschaft und des Lebensmitteleinzelhandels nach Verbesserungen und der aktiven Übernahme von Verantwortung entlang der gesamten Wertschöpfungskette lassen sich nachhaltige Entwicklungen umfassend umsetzen.

Für die verantwortlich handelnden Menschen in der Land-, Futtermittel- und Lebensmittelwirtschaft ist Nachhaltigkeit im Selbstverständnis tief verwurzelt. Jetzt sind Prioritäten für die gesamte Wertschöpfungskette zu setzen, gemeinsame Ziele zu definieren und Wertevorstellungen offenzulegen. Die beteiligten Wirtschaftsstufen im QS-System haben sich auf folgende vorrangig zu behandelnde sieben Nachhaltigkeitsaspekte verständigt, die für die gesamte Branche relevant sind und von allen gemeinsam angepackt werden müssen:

- Tiergesundheit/Tierschutz/Tierwohl
- Emission klimarelevanter Gase
- Flächennutzung
- Mitarbeiterqualifikation und –management
- Reststoffmanagement/Abfälle/Verluste/Recycling
- Energieeinsatz/Regenerative Energien
- Wassermanagement/-qualität

Diese Punkte sind mit allen Beteiligten weiter auszuarbeiten, konkrete Indikatoren zu ermitteln und Maßnahmen abzuleiten. Es ist wichtig, dass die gesamte Kette diese Maßnahmen mitträgt und alle Beteiligten sich ihrer jeweiligen Verantwortung bewusst sind.

Was zeichnet nachhaltig umweltgerechte Landwirtschaftsbetriebe aus? Analyseergebnisse des Umweltsicherungssystems Landwirtschaft (USL)

Gödeke, K. (Jena)

Das Umweltsicherungssystem Landwirtschaft (USL) ist ein von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) als „Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung - KUL“ (Eckert und Breitschuh, 1998) entwickeltes Betriebsbewertungssystem. Die VDLUFA hat dazu einen Standpunkt veröffentlicht und ist die Zertifizierungsstelle für das „Umweltsicherungssystem Landwirtschaft – USL“ genannte System.

Das System umfasst 14 umweltrelevante Kriterien, mit denen der gesamte landwirtschaftliche Betrieb bewertet wird. Bei den betrachteten Kategorien handelt es sich um den Nährstoffhaushalt, den Boden- und Pflanzenschutz, die Landschafts- und Artenvielfalt sowie die Energiebilanz und die Treibhausgasemissionen. Diese Kategorien sind jeweils mit ein bis fünf Kriterien beschrieben, deren errechnete Betriebswerte mit, als umweltgerecht definierten Werten (Optimum und Toleranzwert), verglichen werden. Die Darstellung der tatsächlich berechneten Werte in jedem Kriterium wird durch die Einteilung in Boniturnoten (1 = optimal, ≤ 6 = Toleranzbereich,>6 = kritischer Bereich) vereinfacht und damit übersichtlich. Grundlage bilden im USL-System vorwiegend justiziable Eingangsdaten. Ein Ausgleich der Boniturnoten zwischen verschiedenen Kriterien ist nicht möglich.

Es ist ein klares Ergebnis der bisher 429 ausgewerteten Betriebe (mit insgesamt 777 Einzelauswertungen), dass eine nachhaltig umweltgerechte Landbewirtschaftung nach USL-Maßstab möglich ist und maßgeblich vom betrieblichen Management abhängt. Betriebsgröße, Ackerzahl, GL-Anteil, Tierbesatz sowie Betriebsform werden durch den Einfluss des Betriebsmanagements überlagert. Eine hohe Intensität oder auch Produktivität geht z. B. nicht zwangsläufig mit hohen Stickstoffüberschüssen im Boden einher. Es liegt an der Betriebsführung, zwischen den Zielkonflikten einiger der 14 Kriterien betriebsindividuell zu entscheiden und abzuwägen, um nicht einige wenige Kriterien zu optimieren und viele andere dadurch in den kritischen Bereich zu bringen, denn dann erst wird sich das Management nachhaltig umweltgerecht entwickeln.

Sind Öko-Betriebe nachhaltiger als konventionelle? Welche Indikatoren sind dabei heranzuziehen?“

Hülsbergen, K. (Freising)

Das an der TU München und der Universität Halle-Wittenberg entwickelte Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsystem REPRO eignet sich für die Analyse, Bewertung und Optimierung landwirtschaftlicher Betriebe. Das indikatorengestützte Modell erfasst wichtige Agrar-Umweltbereiche – Wirkungen auf Böden (Humusbilanz, Schadverdichtung, Erosion), Gewässer (Nitratausträge), Atmosphäre/Klima (Treibhausgas (THG)-Emissionen), Ressourcen (Energieeinsatz) sowie Biodiversität. Hierzu wurden praxisanwendbare Analyse- und Bewertungsmethoden entwickelt, die im ökologischen und konventionellen Landbau nutzbar sind. Das Modell ist Grundlage des DLG-Zertifizierungssystems Nachhaltige Landwirtschaft. Weitere Anwendungsgebiete sind der Trinkwasserschutz (z. B. Wasserwerke Leipzig), Nachhaltigkeitsanalysen in Wertschöpfungsketten (z. B. Analysen für das Pro-Planet-Label der REWE Group, Ökobilanzierung der Wertschöpfungskette „Brot“ der Hofpfisterei).

REPRO wird in wissenschaftlichen Projekten eingesetzt, u. a. im Forschungsverbundprojekt „Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben“, gefördert von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. In 40 ökologischen und 40 konventionellen Betrieben wurden in 4 Agrarregionen Deutschlands (Nord-, Süd-, Ost- und Westdeutschland) zwei zentrale Forschungsfragen bearbeitet:

- die modellgestützte Analyse und Bewertung von Klimawirkungen (Emissionen der Treibhausgase CO_2, N_2O, CH_4) im Pflanzenbau und der Milchviehhaltung sowie die Ableitung von Minderungspotenzialen und gesamtbetrieblichen Optimierungsstrategien,
- die Analyse und Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit in den Bereichen Bodenschutz (Schadverdichtung, Humushaushalt), Energiebindung und Stoffkreisläufe (Stickstoffverluste).

Die Humusbilanzen der Pilotbetriebe zeigen, dass ökologische Milchviehbetriebe Potenziale zur Humusanreicherung besitzen ($\bar{x}$ >200 kg C ha^{-1} a^{-1}); für konventionelle Marktfruchtbetriebe wurden negative Humussalden ermittelt ($\bar{x}$ -150 kg C ha^{-1} a^{-1}). Die Betriebe umfassen Low-Input-Systeme (<100 kg N ha^{-1}) und High-Input-Systeme (>300 kg N ha^{-1}). Bis zu einem N-Input von 250 kg ha^{-1} a^{-1} liegen die N-Salden<50 kg N ha^{-1}; bei höheren Zufuhren steigen die N-Salden deutlich und erreichen bis zu 125 kg ha^{-1}. Die N-Salden der Öko-Betriebe (Marktfrucht: 20 kg N ha^{-1}, Milchvieh: -10 kg N ha^{-1}) sind geringer als der konventionellen Betriebe (Marktfrucht: 74 kg N ha^{-1}, Milchvieh: 56 kg N ha^{-1}).

Die ökologischen Marktfruchtbetriebe weisen im Mittel den geringsten, die konventionellen Milchviehbetriebe den höchsten flächenbezogenen Einsatz fossiler Energie auf. Das Energie-Output/Input-Verhältnis der Pilotbetriebe beträgt im Pflanzenbau 7:1 bis 23:1; die ökologi-

schen Pilotbetriebe erreichen eine etwas bessere Energieeffizienz als die konventionellen Pilotbetriebe.

Die THG-Bilanzen des Pflanzenbaus zeigen geringere flächen- und produktbezogene CO_2-Emissionen der Öko-Betriebe (Marktfrucht: 1297 kg $CO_{2\ eq}$ ha^{-1}; Milchvieh: 812 kg $CO_{2\ eq}$ ha^{-1}) als die konventionelle Betriebe (Marktfrucht: 2988 kg $CO_{2\ eq}$ ha^{-1}; Milchvieh: 2204 kg $CO_{2\ eq}$ ha^{-1}). Die Schwankungen innerhalb der Betriebsgruppen sind allerdings größer als die Unterschiede zwischen den Betriebsgruppen. Die THG-Emissionen sind daher in erster Linie einzelbetrieblich zu bewerten.

Humus - ein geeigneter Indikator für eine nachhaltige Bodennutzung?

Spiegel, H. (Wien)

Humus (organische Bodensubstanz) beeinflusst wesentlich chemische, physikalische und biologische Bodeneigenschaften. Die organische Substanz des Bodens dient als Nährstoffquelle, hat Einfluss auf die Kationenaustauschkapazität von Böden, verbessert die Bodenstruktur und die Aggregatstabilität und hat Auswirkungen auf den Wasser- Gas- und Temperaturhaushalt sowie die biologische Aktivität von Böden. Die organische Bodensubstanz, bzw. ihr Hauptbestandteil, der organische Bodenkohlenstoff, ist der in der Literatur am öftesten genannte Indikator für Bodenqualität (Liu et al., 2006). Die Aufrechterhaltung der Bodenqualität ist Voraussetzung für eine nachhaltige landwirtschaftliche Bodennutzung und damit der Produktivität von Böden sowie weiterer ökologischer Bodenfunktionen (Blum, 2005). Im Zuge der Diskussion um den Klimawandel gewinnt auch die Kohlenstoffspeicherung in Böden zunehmend an Bedeutung. Die Menge und Dauer der Kohlenstoffspeicherung im Boden sind abhängig von der Art der Kohlenstoffpools und ihrer Stabilität. Die Abbau- und Umwandlungsprozesse der organischen Substanz werden seit Jahrzehnten wissenschaftlich diskutiert.

Landwirtschaftliche Bodennutzung (Bodenbearbeitung, organische und mineralische Düngung, Management von Ernterückständen, Fruchtfolge, etc.) beeinflusst den organischen Bodenkohlenstoff und kann daher zu seiner Speicherung oder seinem Abbau beitragen. Bei der Quantifizierung der Veränderungen des organischen Kohlenstoffs ist die hohe räumliche und zeitliche Variabilität zu beachten. Veränderungen können in langjährigen Feldversuchen (>20 Jahren) bestimmt werden, wenn organischer Bodenkohlenstoff regelmäßig (wenn möglich jährlich) gemessen wird (Körschens et al., 2010). Ergebnisse langjähriger Feldversuche der AGES zeigen, dass an den untersuchten Standorten die Gehalte an organischem Kohlenstoff dann aufrechterhalten werden können, wenn Minimal-Bodenbearbeitung durchgeführt wird und Ernterückstände auf dem Feld verbleiben. Langjährige Kompostanwendung führte im Vergleich mit (alleiniger) Mineraldüngung zu einer Erhöhung der Bodenkohlenstoffgehalte. Eine Abnahme des organischen Bodenkohlenstoffs wurde festgestellt, wenn die Ernterückstände jedes Jahr entfernt wurden oder wenn in der Fruchtfolge Kulturen mit fehlenden oder geringen Ernterückständen (z. B. Silomais, Kartoffel) dominierten, selbst wenn üblicherweise die Ernterückstände auf dem Feld verbleiben. So können Feldversuche auf unterschiedlichen Standorten und die Bestimmung von organischem Bodenkohlenstoff als Indikator eine Grundlage für die Beurteilung der Nachhaltigkeit von ausgewählten Maßnahmen der Bodenbewirtschaftung (z. B. Nutzung von Ernteresten für stoffliche oder energetische Zwecke) verwendet werden.

Tierwohl - ein Teil der Nachhaltigkeit in der Nutztierhaltung?

Hartung, J. (Hannover)

Tierwohl (Tierschutz) und Nachhaltigkeit zählen zu den beherrschenden Themen des letzten Jahrzehnts in der modernen Nutztierhaltung in Europa und kennzeichnen das Spannungsfeld, in dem sich die Nutzung von Lebensmittel liefernden Tieren zwischen gesellschaftlichen Ansprüchen, Ressourcenverfügbarkeit, Verbrauchererwartungen und ökonomischen Zwängen heute befindet. Die Bereitstellung stets ausreichender Mengen an Lebensmitteln tierischer Herkunft ist komplexer geworden und mit der Entwicklung intensiver Haltungsformen besonders für Schwein und Geflügel und der gleichzeitigen Abnahme des Anteils der Bevölkerung, der noch unmittelbar aus der Tierhaltung sein Einkommen bezieht, hat sich die Diskussion um Tierschutz, Umweltschutz, Verbraucherschutz, Ökonomie und Nachhaltigkeit der tierischen Erzeugung verstärkt.

Als besonders tierfreundlich geltende Haltungssysteme müssen nicht automatisch auch ökonomisch oder umweltfreundlich sein oder den Schutz des im Stall arbeitenden Menschen oder von Anwohnern gewährleisten. Ein Beispiel findet sich in der Legehennenhaltung. Durch das quasi Verbot jedweder Form der Käfighaltung in Deutschland und die Hinwendung zu Haltungsformen wie Bodenhaltung, Volierenhaltung oder Freilandhaltung wurde weitgehend den ethologischen Bedürfnissen der Tiere entsprochen. Gleichzeitig sind jedoch die Emissionen an Ammoniak und Staub in der Stallatmosphäre und in die Umgebungsluft erheblich angestiegen. In der Broilerproduktion werden u. a. infolge gezielter Züchtung hohe Futterverwertungsraten erreicht, wodurch mit relativ geringem Einsatz an Futtermitteln hohe Gewichtszunahmen in kurzer Zeit Ressourcen schonend erzielt werden. Die Diskussion um die effiziente Erzeugung von Milch durch Hochleistungskühe geht in die gleiche Richtung.

Aus Sicht des Tierschutzes und der Tiere stellt sich dabei stets die Frage, wer am Ende „die die Rechnung bezahlt“, ist es die Umwelt oder das Tier. Leistung darf dabei nicht auf Kosten von Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere gehen. Es ist eine wissenschaftlich nachvollziehbare Grenze zu ziehen, die dem Tier eine „Lebensqualität“ belässt, die seinen Bedürfnissen entspricht. Dies wird derzeit mit den Bewertungssystemen im Tierschutz versucht, mit denen das Wohlbefinden von Tieren in einem Haltungssystem und die Höhe des Risikos dies zu verfehlen eingeschätzt werde kann. Diese Risikobewertungen werden in systematischer Weise durchgeführt und greifen auf stallbezogene Daten (Ressourcen bezogne Daten) und Tier bezogene Daten (Tier basierte Daten) zurück, die sowohl in den Betrieben (Umgebungsdaten) als auch bei der Schlachtung direkt am Tier erhoben werden können. Für den Umweltschutz und die Debatte um die Nachhaltigkeit stehen schon länger eine Vielzahl an Daten in den Bestverfügbaren Techniken zur Verfügung. Diese müssen künftig verstärkt einbezogen und wo notwendig ergänzt werden, um die Weiterentwicklung in Tierschutz und Wohlbefinden unserer landwirtschaftlichen Nutztiere und in der Nachhaltigkeit unserer Produktionssysteme auf einer wissenschaftlichen Basis weiterführen zu können. Auf diesem Wege kann Tierwohl zusammen mit der Tiergesundheit neben dem Umweltschutz und dem Verbraucher-

schutz ein tragender Pfeiler für eine nachhaltige Entwicklung unserer Nutztierhaltung sein, wenn auch nicht jeder Konflikt zwischen Tierwohl, Umwelt und Produktionserfordernissen einfach gelöst werden kann.

Herausforderungen an eine nachhaltige Futterpflanzenzüchtung sowie an Futterbau und Fütterung aus Sicht der Tierernährung

Flachowsky, G. (Braunschweig)

Die in den zurückliegenden Jahren in der Forschung vieler Länder stark vernachlässigte Futtermittelkunde stellt eine wichtige Säule für eine ressourceneffiziente und wenig Emissionen verursachende und damit nachhaltige Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft dar. Dabei wird häufig nicht wahrgenommen, dass sich die Zusammensetzung verschiedener Futtermittel in den zurückliegenden Jahren teilweise dramatisch verändert hat, wie z. B. durch:

- Entwicklungen auf dem Gebiet der Pflanzenzüchtung
- Veränderungen bei der verarbeitenden Industrie (z. B. erhöhte Ausbeute wertbestimmender Bestandteile)
- Neue Nutzungsformen (z. B. Bioenergie) und damit Anfall bekannter Nebenprodukte in größeren Mengen und/oder teilweise veränderter Zusammensetzung
- Veränderte agrotechnische Maßnahmen (z. B. Düngung, Anbautechnik etc.).

Andererseits haben auch globale Entwicklungen (z. B. ansteigende Temperaturen, Extremwetterereignisse u. a.) zu Veränderungen in der Futterwirtschaft geführt bzw. werden verstärkt zu Veränderungen führen. Ausgehend von globalen Entwicklungen wird im Beitrag versucht, die Herausforderungen für eine nachhaltige Futterwirtschaft aus Sicht der Tierernährung zu erkennen und entsprechende Konsequenzen abzuleiten, wie z. B.:

- Effiziente Nutzung begrenzt verfügbarer natürlicher Ressourcen (wie z. B. Wasser, Fläche, fossile Energie u. a.) bei der Erzeugung von hohen und stabilen Mengen hochwertiger pflanzlicher Biomasse
- Maximale Nutzung unbegrenzt verfügbarer natürlicher Ressourcen (wie z. B. Sonnenlicht/-energie; N2 und CO2 in der Atmosphäre sowie des genetischen Pools)
- Erhöhte Toleranz der Pflanzen gegen biotische und abiotische Stressoren
- Geringer Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen in den Futterpflanzen
- Bereitstellung von in hohen Mengen verzehrbarer Futterpflanzen mit einem hohen Gehalt an Wert bestimmenden Inhaltsstoffen sowie guten Lagerungs- und Konservierungseigenschaften.

Bei diesen Zielen ist u. a. zwischen lokalen (europäischen) und globalen Entwicklungen zu unterscheiden. Auf verschiedene Zielkonflikte, die momentan in der öffentlichen Diskussion, dabei vor allem in Europa, eine Rolle spielen, wie z. B.

- die Zweckmäßigkeit/Notwendigkeit der Wiederkäuerhaltung zur Grundfutternutzung (z. B. Weideland), auch von minderwertigen Grasland in den Tropen/Subtropen und die Emissionen vor treibhauswirksamen Gasen (vor allem Methan)
- „Grüne“ Biotechnologie mit möglichen Beiträgen zur Lösung offener Fragen und öffentliche Akzeptanz
- die Forderung nach „standstabileren“ Futterpflanzen und intensiverer Lignifizierung (hohe Standfestigkeit) auf der einen Seite mit der Folge geringerer Futteraufnahme und Verdaulichkeit auf der anderen Seite kann im Beitrag nicht näher eingegangen werden.

Strategien zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz in der ökologischen Nutztierhaltung

Sundrum, A. (Witzenhausen)

Die ökologische Landwirtschaft ist charakterisiert durch den freiwilligen Verzicht auf spezifische Produktionsmittel. Aus dem Low-Input-Ansatz resultiert ein systemimmanenter Anreiz, die innerbetrieblichen Nährstoffe so effizient wie möglich zu nutzen und Nährstoffverluste in die Umwelt zu vermeiden, da erhöhte innerbetriebliche Nährstoffverfügbarkeiten ertrags- und damit einkommenswirksam sein können. Das Low-Input-Verfahren kontrastiert zur vorherrschenden konventionellen Strategie einer forcierten Intensivierung durch einen erhöhten Nährstoffimport in den Betrieb. Die jeweiligen Strategien haben eine unterschiedliche Ausrichtung der Betriebsstrukturen und des Nährstoffmanagements zur Folge. Die davon ausgehenden Umweltwirkungen werden seit Jahren kontrovers diskutiert. Es stellt sich die Frage, wie aussagekräftig die Produktionsmethode als solche für Einschätzungen zur Umweltverträglichkeit ist und was die Vertreter der beiden Produktionsmethoden voneinander lernen können.

Die Ergebnisse von Datenerhebungen zum Fluss von Stickstoff durch die Subsysteme: Tierbestand, Dunglagerung- und Verteilung, Acker- und Grünlandschläge, Futterlagerung und -verteilung auf 9 ökologisch und 7 konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben zeigen, dass der Produktionsmethode nur eine geringe Aussagekraft im Hinblick auf die N-Effizienz beigemessen werden kann. Vielmehr entscheiden vor allem die einzelbetrieblichen Weichenstellungen im Nährstoffmanagement über die N-Effizienz in den Subsystemen und im gesamten Betriebssystem und damit über die Nährstoffverluste in die Umwelt. Unabhängig von der Produktionsmethode lassen viele Betrieben ein erhebliches Optimierungspotential erkennen.

Die Ergebnisse führen zu folgenden vorläufigen Schlussfolgerungen: Die Nährstoffeffizienz ist ein guter Indikator für eine nachhaltige Bewirtschaftung, und sehr aussagekräftig, sofern die Aussagen auf die jeweilige Prozessebene beschränkt bleiben. Extrapolationen von Ergebnissen, die auf untergeordneten Prozessebenen gewonnen werden, sind nur sehr eingeschränkt belastbar und verallgemeinerungsfähig. Ferner legen die Ergebnisse den Schluss nahe, dass es den Betrieben an hinreichenden überbetrieblichen Anreizen mangelt, die N-Effizienz auf der Betriebsebene zu verbessern. Zudem stehen Wettbewerbsverzerrungen einer Umorientierung auf eine umweltverträgliche Milchviehhaltung entgegen.

V 014 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“

Statuserhebung zur Versorgung von Böden und Pflanzen mit den Mikronährstoffen Kupfer, Zink und Mangan im nord-westdeutschen Raum

Pralle, H. (Osnabrück), Olfs, H. (Osnabrück)

Die Düngung von Mikronährstoffen erfolgt in der Regel ohne dass detaillierte Kenntnisse zum Versorgungszustand der Böden oder Pflanzen vorliegen. Generell stehen über die räumlich und zeitlich zusammenhängende Nährstoffversorgung von Boden und Pflanzen nur wenig aktuelle Ergebnisse zur Verfügung.

Die Hochschule Osnabrück führt daher seit mehreren Jahren eine Erhebungsuntersuchung zur Versorgung von Böden und Pflanzen (W-Weizen und W-Gerste) mit den Mikronährstoffen Kupfer, Zink und Mangan durch. Dabei wird auch der Boden-pH-Wert analysiert und allgemeine Angaben zu den Schlägen, wie z. B. die Bodenart werden erfasst. Die Beprobung der Schläge erfolgetrret jeweils im Entwicklungsstadium BBCH 30-32, wobei zeitgleich und räumlich kongruent an mehreren Stellen Boden- und Pflanzeproben entnommen werden. Die Bodenproben werden nach Trocknung und Siebung (auf 2 mm) mittels CAT-Extraktion untersucht. Die Analyse des Gehalts an Cu, Zn und Mn im Pflanzenmaterial erfolgt nach entsprechender Probenaufbereitung per Gesamtaufschluss. Aus den mittlerweile über 200 Datensätzen aus den Jahren 2008 bis 2011 lassen sich folgende Aussagen ableiten:

Versorgungszustand der Böden: Etwa die Hälfte aller untersuchten Schläge liegt hinsichtlich ihres pH-Wertes in der Versorgungsstufe C. Nur 1 % sind stark unterversorgt (Versorgungsstufe A), aber rund 13 % deutlich überversorgt (Stufe E). Die Gehalte an Mikronährstoffen sind überwiegend ausreichend bis hoch. Die Kupferversorgung liegt bei etwa jeweils der Hälfte der Schläge in den Versorgungsstufen C und E. Sehr hohe Anteile überversorgter Schläge (Stufe E) finden sich bei Zink (98 %) und Mangan (80 %). Beim Mangan liegen allerdings auch knapp 10 % der Schläge nur in der Versorgungsstufe A.

Versorgungszustand der Pflanzen: Da keine offiziellen Gehaltsklassen vorliegen, wird der Versorgungsgrad der Pflanzen anhand von Literaturwerten (z. B. Bergmann, 1986) beurteilt. Der überwiegende Teil aller Pflanzenproben ist demnach ausreichend mit Mikronährstoffen versorgt. Lediglich bei Mangan ist mit fast 19 % ein nennenswerter Anteil als schlecht versorgt einzustufen (<20 mg Mn/kg TM). Hier sowie beim Kupfer finden sich jedoch auch knapp 10 % sehr hoch versorgter Pflanzenproben (>70 mg/kg TM).

Bei gemeinsamer Betrachtung aller Schläge lassen sich kaum engere Beziehungen zwischen den Nährstoffgehalten im Boden und denen in den Pflanzen erkennen. Erst bei Differenzierung nach leichten, mittleren oder schweren Standorten verbessern sich die Zusammenhänge. Auf den schweren Standorten liegt die Korrelation (nach Pearson) zwischen Boden- und Pflanzengehalten für Kupfer bei $r = 0{,}53$ und für Mangan bei $r = 0{,}45$.

Auch zwischen dem pH-Wert der Böden und ihren Gehalten an pflanzenverfügbaren Mikronährstoffen können nur wenig aussagekräftige Korrelationen ermittelt werden. Lediglich auf den schweren Standorten deuten Korrelationen von $r = -0{,}40$ bis $-0{,}53$ auf einen engeren negativen Zusammenhang hin.

Arsen und Cadmium in Winterweizen

Klose, R. (Leipzig)

Im Rahmen eines Projekts der angewandten Forschung wurden unterschiedliche Extraktionsmethoden für Böden getestet, mit dem Ziel, eine möglichst belastbare Beziehung zwischen extrahiertem Anteil im Boden und Elementgehalt im Winterweizenkorn zu ermitteln. Insbesondere auf Böden mit erhöhten Gehalten an Cadmium und Arsen können so Aussagen zur erwarteten Belastung des Korns mit den genannten Elementen getroffen werden. Dazu wurden ca. 500 Probenpaare Boden-Weizenkorn von Praxisflächen entnommen und im Labor untersucht.

1. Für Winterweizen werden mit sieben unterschiedlichen Extraktionsvarianten lineare Beziehungen zwischen dem Elementgehalt im Boden und im Korn gefunden. Deshalb können auch laborpraktische Gesichtspunkte als Kriterium zur Findung einer „optimalen“ Methode herangezogen werden. Ein wesentlicher Parameter ist die Konzentration an extrahiertem Element im Extrakt. Eine möglichst hohe Extraktionsausbeute schlägt sich in sicheren Transferbeziehungen nieder. Hier ist für Cadmium den Methoden Königswasserextraktion, Calcium-Ammonium-Laktat-Extraktion (CAL) und Extraktion mit Ammoniumoxalat/Ascorbinsäure der Vorzug zu geben. Für Arsen-Untersuchungen bietet sich die Extraktion mit Ammoniumoxalat/Ascorbinsäure an. Der Einsatz von Chemikalien incl. deren spätere Entsorgung und der Arbeitsaufwand ist für die Königswasserextraktion am höchsten. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte ist die CAL-Methode die optimale der geprüften Varianten.

2. Die Art der Probenahme hat einen entscheidenden Einfluß auf die Qualität der ermittelten Boden-Pflanzen-Beziehung. Für die Untersuchung von Transferbeziehungen Boden – Pflanze empfiehlt sich die hier vorgestellte Art der Probenahme. Sie vereint die Vorteile eines Praxisschlages mit denen einer gegenüber der üblichen Beprobung deutlich geringeren natürlichen Variabilität wesentlicher Bodeneigenschaften. Die so ermittelten Ergebnisse sind – im Gegensatz zu Gefäßversuchen – quantitativ auf Freilandbedingungen übertragbar.

V 016 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“

Erhebung von Gesamtkupfer, anderen anthropogen eingetragenen Schwermetallen und Nährelementen in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Böden deutscher Wein-, Hopfen- und Baumobstbaugebiete - ein Statusbericht

Strumpf, T. (Berlin), Riepert, F. (Berlin), Felgentreu, D. (Berlin)

Die Auswirkungen anhaltender Anwendung kupferhaltiger Fungizide auf die Nachhaltigkeit der Bodengüte sind im Rahmen der Europäischen Wirkstoffzulassung Gegenstand eines EU-weiten Programms zur Erfassung der Kupfergehalte im Boden geworden.

4.135 Einzelproben wurden aus den Bodenhorizonten 0-5, 5-20 und 0-20 cm von Wein-, Hopfen und Baumobstlagen an 100 ökologisch und 50 konventionell bewirtschafteten Standorten unter den Aspekten einer möglichst repräsentativen Erfassung der Belastungsverteilung entnommen. Das Erhebungsergebnis soll als Grundlage für die Auswahl gebietstypischer Anbausituationen dienen, die in Verbindung mit einer spezifischen Expositionsermittlung die Erfassung der Wirkungsausprägung an empfindlichen Indikatorarten der jeweiligen Regenwurmzönosen ermöglicht.

Zusätzlich wurden die Gesamtgehalte von Makro- und Mikronährelementen bei den beprobten Sonderkulturflächen bestimmt. Die Einflüsse von Bewirtschaftungsweise, Kultur und Flächentyp (Prüffläche, aus der Nutzung genommene Referenzfläche und kulturspezifisch nie genutzte Kontrollfläche) auf den Nährelementstatus werden diskutiert.

Auf der Basis von Gesamtgehalten wird die Belastungssituation und -verteilung auf Prüfflächen und Referenzflächen in deutschen Sonderkulturen als Minimal-, Mittel- und Maximalwert sowie für verschiedene Percentile dargestellt. Darüber hinaus werden aus der Bewirtschaftungshistorie resultierende Schwermetalleinträge quantifiziert und Belastungsunterschiede zwischen Pflanzreihen und Fahrgassen diskutiert.

Bei der Erhebung konnte durch Verknüpfung von Daten zur Bewirtschaftungsgeschichte mit den be-stimmten Flächenbelastungen und aufgefundenen Literaturstellen nachgewiesen werden, dass die gemessenen Belastungsspitzen aus hohen Kupfereinträgen der Jahre 1890 bis etwa 1940 resultieren, als noch bis zu 50 kg Kupfer pro Jahr und Hektar zur Schaderregerbekämpfung im Weinbau angewandt wurden.

Welche chemischen Strukturen von diesen ‚gealterten’ Kupfergesamtgehalten bioverfügbar sind und damit auf die Bodenzönose wirken, wird derzeit noch untersucht.

Auswirkungen von Kupfereinträgen im Weinbau auf die Regenwurmzönose – Ergebnisse von Labor- und Feldbeprobungen

Felgentreu, D. (Berlin), Riepert, F. (Berlin), Baier, B. (Berlin), Strumpf, T. (Berlin)

Die Vorortbeprobungen zur Abbildung der Regenwurmzönose als Indikator für längerfristige Auswirkungen der gemessenen Kupferbelastungen auf das Bodenleben wurden von biologischen Labortests mit Bodenproben des Aushubs begleitet, um eine zusätzliche Interpretationshilfe der multifaktoriell beeinflussten Freilandsituation zu erhalten. Dafür wurden biologische Standardtests der Bodengütebestimmung (Regenwurmfluchttest nach DIN ISO 17512-1, der Regenwurm-Reproduktionstest nach DIN ISO 11268-2, der Collembolenfluchttest nach DIN ISO 17512-2, der Collembolen-Reproduktionstest nach DIN ISO 11267 und als letzter faunistischer Test der Enchytraeen-Reproduktionstest nach DIN ISO 16387) eingesetzt. Darüber hinaus wurden aus dem Bereich der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzarthropoden ein Test mit Larven der Laufkäferart *Poecilus cupreus* eingesetzt.

Neben den faunistischen Prüfverfahren wurden auch standardisierte mikrobiologische Laborverfahren in das Projekt eingebunden. Die Auswahl der Verfahren orientierte sich an den Vorgaben aus dem Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln. Untersucht wurde der Einfluss von Kupfer auf die Dehydrogenaseaktivität (DIN ISO 23753-1), Basal- und Kurzzeitatmung (DIN ISO 16072) und potentielle Ammonifikation (DIN ISO 15685).

Die Ergebnisse werden zusammenfassend vorgestellt und mit den Freilandbeobachtungen verglichen.

V 018 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“

(Kurzzeit-)Wirkung von Faktoren auf den pH-Wert des Bodens

Herbst, F. (Halle)

Der pH-Wert des Bodens übt einen entscheidenden Einfluss auf dessen Fruchtbarkeit aus. Im Boden kommt es infolge der Abgabe von Wasserstoffionen durch die Pflanzenwurzeln und Mikroorganismen zu einer natürlichen Versauerung, welcher im Pflanzenbau durch der Zufuhr basisch wirksamer Stoffe entgegen gewirkt wird.

In zwei Projekten zur Untersuchung der Wirkung von Ureaseinhibitoren bei Harnstoffdüngung und zur Freisetzung von klimarelevanten Gasen bei Gärrestdüngung wurden u. a. folgende Einflussfaktoren geprüft: mineralische und organische Düngemittel, Zusatz von Urease- und Nitrifikationsinhibitoren, Strohzusatz, Bodenherkunft, Applikationsform der Düngemittel, Temperatur und Bodenfeuchte. Neben Gas- und Stickstoffanalysen wurde zur Klärung der Zusammenhänge auch der pH-Wert im Boden verfolgt. Im Beitrag wird über den Einfluss der genannten Faktoren auf den pH-Wert des Bodens berichtet. Die Untersuchungen erfolgten im Labor ohne Pflanzen vorwiegend bei Raumtemperatur über einen Zeitraum von mehreren Wochen.

Die pH-Wert-Veränderungen im Boden waren das Ergebnis der stattgefundenen Umsetzungen, welche vor allem den Stickstoff betrafen. Sie konnten deshalb zur Erklärung dieser Umsetzungsprozesse herangezogen werden.

Nach der Applikation von NH4-haltigen Stoffen kam es zu einem anfänglichen pH-Wert-Anstieg, vor allem als Folge einer NH3-Bildung. Der darauf folgende Abfall des pH-Wertes war vor allem das Ergebnis der Nitrifikation, bei der H+-Ionen frei werden. Unter Bedingungen, welche eine Nitrifikation hemmen, wie extreme Bodenfeuchten, niedrige Temperaturen und Zusatz von Nitrifikationsinhibitoren, kam es zu einem verzögerten Abfall des pH-Wertes.
Der Verlauf und das Ausmaß der pH-Wert-Veränderungen im Boden hängen hauptsächlich von der Pufferkapazität und weiteren Merkmalen der Böden, der zugeführten N(H4)-Menge sowie sonstigen Inhaltsstoffen von Düngemitteln ab.

Humusbilanzen - Konzepte, Anwendung und Perspektiven

Brock, C. (Giessen), Franko, U. (Halle), Oberholzer, H. (Zürich), Kuka, K. (Halle), Leithold, G. (Giessen), Kolbe, H. (Nossen), Reinhold, J. (Zossen)

Humusbilanzen haben sich als Methoden zur Bewertung der Interaktionen zwischen Bewirtschaftung und organischer Bodensubstanz in Ackerbausystemen etabliert. Allerdings weist die kontrovers geführte und mitunter heftige Diskussion der Instrumente und ihrer Parametrisierungen auf den Bedarf einer systematischen Aufarbeitung der Methoden hin. Hierzu präsentiert der vorliegende Beitrag Ergebnisse, die im Rahmen von zwei Workshops der Unterarbeitsgruppe „Validierung“ in der VDLUFA-AG zur Humusbilanz erstellt wurden (Brock et al., eingereicht). Es zeigt sich, dass unter dem Begriff „Humusbilanz“ zumindest zwei methodische Konzepte zusammengefasst sind, die jeweils eine unterschiedliche Zielsetzung und damit entsprechend auch einen unterschiedlichen Anwendungsbereich aufweisen: „Agronomisch“ orientierte Methoden bewerten die Humusreproduktion in Ackerbausystemen mit Blick auf die Produktivität der Böden, ohne eine quantifizierbare Aussage zur Veränderung der Humusvorräte zu beabsichtigen. „Bodenökologisch“ orientierte Methoden wiederum zielen gerade auf die Quantifizierung des Einflusses von Ackerbausystemen auf die Humusvorräte ab, ohne implizit die Produktivität zu berücksichtigen oder zu bewerten.

Neben den jeweils klar einem Konzept zuzuordnenden Methoden können allerdings auch Ansätze identifiziert werden, die eine Kombination beider Konzepte aufweisen.

Brock, C., Franko, U., Oberholzer, H.-R., Kuka, K., Leithold, G., Kolbe, H., Reinhold, J. eingereicht: Humus balances – concepts, state of the art, and further challenges. Review article. J Plant Nutr Soil Sci.

Deutschlandweite Berechnung von Humusbilanzen und der Einfluss von veränderten Produktionsbedingungen sowie einem erweiterten Energiepflanzenanbau

Weiser, C. (Jena), Reinicke, F. (Halle)

Mit dem Mechanismus der Doppelgewichtung von reststoffbasierten Kraftstoffen in der Erneuerbaren Energien Direktive und der Einsatz-stoffklasse II in der aktuellen EEG-Novelle 2012 wird die Nutzung landwirtschaftlicher Nebenernteprodukte und Reststoffe zur Energiebereitstellung stimuliert. Je nach Konversionsform stehen im An-schluss mehr oder weniger humuswirksame Produkte für eine Rück-führung auf die Ackerfläche zur Verfügung. Für die Beurteilung von Pflanzenproduktionssystemen im Hinblick auf Bodenfruchtbarkeit kommt der Humusbilanz als Nachhaltigkeitsindikator eine wesentliche Rolle zu. Während auf Ebene der Landkreise (vgl. Abbildung) in einer IST-Analyse (1999-2007) überwiegend positive Bilanzsalden errechnet werden können diese Ergebnisse mittelfristig variieren.

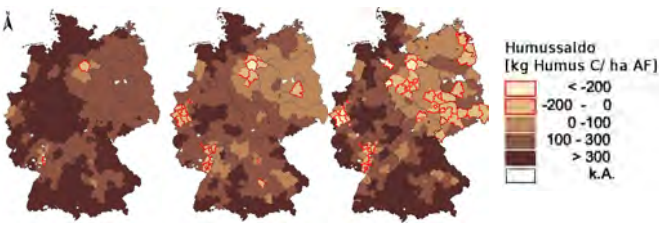


Abb.: Humussalden auf Landkreisebene nach VDLUFA untere Bedarfswerte/Cross Compliance (links), VDLUFA oberer Bedarfswerte (mittig) und dynamische HE-Methode (rechts).

Ausgehend von der IST-Analyse der Humusbilanzen wurde untersucht inwieweit sich verändernde Produktionsbedingungen und ein erweiterter Energiepflanzenanbau auf die berechneten Humusbilanzen und Biomasseabfuhrpotenziale auswirken. Die möglichen zu-künftigen Produktionsbedingungen wurden in einer Szenarienanlalyse für alle Landkreise untersucht während der erweiterte Energiepflanzenanbau an vier ausgewählten Landkreisen analysiert wurde.

Die Szenarienanalyse zeigt, dass bei leicht veränderten Produktionsbedingungen mittelfristig 8-13 Mio. t Getreidestroh nicht als organische Düngung für ausgeglichene Humusbilanzsalden benötigt werden und damit für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen. Sollten Koppelprodukte noch stärker nachgefragt werden sind höhere Potenziale durch technische Weiterentwicklungen und humus-wirksame Kompensationsmaßnahmen möglich.

Die vier Kreise weisen deutlich unterschiedliche Bewirtschaftungsstrukturen und Standortbedingungen auf. Die betrachteten Technologievarianten veränderten ausgehend vom jeweiligen Bioenergiepfad die Fruchtfolge sowie die Mengen und Qualitäten der organischen Substanz nach der Konversion. Die Ergebnisse zeigen die Eignung der Humusbilanzen zur Bewertung von verschiedenen Bioenergieoptionen aus Sicht der Bodenfruchtbarkeit. So können durch die Wahl einer geeigneten Energiebereitstellungsform verbunden mit einer angepassten Fruchtfolgegestaltung an den jeweiligen Standorten extreme Humusbilanzsalden und damit verbundene Risiken vermieden werden.

Validierung von Humusbilanzen in Schweizer landwirtschaftlichen Dauerfeldversuchen

Oberholzer, H. (Zürich), Holenstein, H. (Zürich), Marbot, B. (Zürich), Rufener, B. (Zürich), Weisskopf, P. (Zürich)

Menge und Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz (Humus) sind zentrale Elemente der Bodenqualität und beeinflussen direkt oder indirekt die meisten Bodenfunktionen. Deshalb ist es bei der Nachhaltigkeitsbeurteilung einer Bodenbewirtschaftung wichtig zu überprüfen, ob die Erhaltung des Humusgehaltes der Böden gewährleistet ist. Ausser der regelmässigen Kontrolle durch direkte Messung des Humusgehaltes stehen auch verschiedene Methoden zur indirekten Abschätzung der Bewirtschaftungseinflüsse auf den Humusgehalt zur Verfügung. Neben dynamischen C-Simulationsmodellen, welche vorwiegend für wissenschaftliche Untersuchungen zur langfristigen Entwicklung des C-Haushaltes unter bestimmten Umwelteinflüssen eingesetzt werden, gibt es einfache Humusbilanzmodelle, welche sich in der Praxis mit dem Ziel anwenden lassen, die Bodenqualität durch eine angepasste Bewirtschaftung der organischen Bodensubstanz langfristig zu erhalten.

Eine wichtige Voraussetzung beim Einsatz von Beurteilungsmethoden im Vollzugsbereich ist die Sicherheit, dass die verwendete Methode unter den gegebenen Standortbedingungen richtige Ergebnisse liefert. Deshalb wurde eine Validierung von vorhandenen Humusbilanz-Methoden anhand von Ergebnissen aus Dauerversuchen in der Schweiz durchgeführt. Getestet wurden (1) die Humusbilanzmethode nach Neyroud, die in der Schweiz für Ökobilanzen in der Landwirtschaft verwendet wird (SALCA), (2) die VDLUFA-Methode, (3) die HUMOD-Methode, (4) Candy Carbon Balance (CCB) sowie (5) - anhand eines Versuches - die Methode SIMEOS-amg.

Datengrundlage für die Validierung war die gemessene Entwicklung der Humusmengen in den drei Schweizer Dauerfeldversuchen DOK, A493 und p24A während 31, 60 bzw. 29 Jahren. In allen drei Versuchen werden die Auswirkungen von verschiedenen Fruchtfolgen und Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Böden untersucht. In den einzelnen Versuchen bilden Art und Menge der Düngung den Hauptunterschied zwischen den Versuchsverfahren. Über alle Versuche betrachtet werden folgende Arten der organischen Düngung geprüft: Gülle, Mist, Kompost, Klärschlamm, Torf, Stroh und Gründüngung.

Alle eingesetzten Humusbilanzmethoden konnten in den einzelnen Versuchen die relativen Unterschiede zwischen den Verfahren richtig abbilden, was sich in guten Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Humusbilanzen und den gemessenen Veränderungen der Humusmengen zeigte. Die absoluten Abweichungen zwischen den tatsächlich gemessenen Veränderungen der Humusgehalte und den Ergebnissen der Humusbilanz-Berechnungen sind jedoch bei allen geprüften Methoden so gross, dass eine Anwendung der Methoden nur bedingt empfohlen werden kann. Eine Verbesserung der Methoden ist unbedingt erforderlich und muss insbesondere zu einer verbesserten Einschätzung (Parametrisierung) der relativen Humuswirkung der verschiedenen Kulturen und Dünger führen.

Modellbasierte Überprüfung von Humusbedarfskoeffizienten für Fruchtarten im ökologischen Landbau

Brock, C. (Giessen), Leithold, G. (Giessen)

Im Grünentwurf der VDLUFA-AG zur Humusbilanz für eine aktualisierte Version des Standpunktes von 2004 sind in Ergänzung zu den bereits bekannten Werten für den konventionellen bzw. integrierten Landbau Humusbedarfskoeffizienten für Kulturen unter Bedingungen des ökologischen Landbaus ausgewiesen. Diese liegen jeweils um ca. 50 % über den „oberen Werten“ für den konventionellen/integrierten Landbau. Mit dem vorliegenden Beitrag sollen diese Werte anhand von Modellierungsergebnissen begründet werden, die mit dem Humusbilanzmodell HU-MOD (Brock et al. 2012) erzielt wurden. Das Modell ermittelt Humusbedarfswerte unter Bezug auf Stickstoff-Vorräte und -Flüsse im System Boden-Pflanze und wurde bereits erfolgreich validiert (ibid.). In der Anwendung für die Überprüfung der Humusbedarfswerte für den ökologischen Landbau zeigt sich, dass die wesentliche Erhöhung der Bedarfswerte gegenüber den Werten für den konventionellen/integrierten Landbau trotz erheblich geringerer Ertragserwartungen bei ökologischer Bewirtschaftung gerechtfertigt ist, da eine Stickstoff-Versorgung der Pflanzen über Mineraldünger bei dieser Bewirtschartungsform grundsätzlich ausgeschlossen ist.

Brock C, Hoyer U, Leithold G, Hülsbergen K-J (2012): The humus balance model (HU-MOD): a simple tool for the assessment of management change impact on soil organic matter levels in arable soils. Nutr Cycl Agroecosyst 92, 239–254

Kompostdüngung - ein Beitrag zur nachhaltigen Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf Ackerland

Schröter, H. (Jena), Zorn, W. (Jena)

Der starke Rückgang der Tierbestände in vielen Ackergebieten der ostdeutschen Bundesländer hat zu einer Suche nach alternativen organischen Düngern geführt. So liefern die entstandenen größeren Kompostierungsanlagen auch in Thüringen Komposte als organische bzw. organisch-mineralische Düngestoffe verstärkt in die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion. Gleichzeitig sind die P- und K-Gehalte der Komposte für die Landwirte von Bedeutung.

Zur Untersuchung der Wirkung verschiedener Komposte im Vergleich zu Stallmist wurden 2003 auf zwei Thüringer Ackerstandorten statische Feldversuche angelegt. Fragestellungen sind die Ableitung des N-Mineraldüngeräquivalents, die Wirkung des Kompostes auf die C- und N-Dynamik im Boden, die N-Bilanz sowie bodenphysikalische Eigenschaften. Geprüft werden in zweifaktoriellen Feldversuchen insgesamt zwei Bioabfall- und zwei Klärschlammkomposte sowie je ein Puten- bzw. Rindermist, jeweils ohne bzw. mit mineralischer N-Ergänzungsdüngung (0, 50 und 100 % laut SBA-Düngungsempfehlung). Parallel durchgeführte statische Gefäßversuche ergänzen das Projekt. Im Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse aus der bisher 9-jährigen Versuchslaufzeit dargestellt.

Die Ergebnisse zur Stickstoffwirkung bestätigen die aus der Literatur bekannt niedrigen Ausnutzungskoeffizienten von 5 bis 25 %, die jedoch von der Kompostart und Nutzungsjahren abhängig sind.

An ausgewählten Beispielen wird die Wirkung der mehrmaligen Kompostdüngung auf die Stickstoffsalden, die Nmin-Gehalte sowie die Entwicklung der N_t- und C_{org}-Gehalte im Boden, die Humusbilanzen und einzelne bodenphysikalische Parameter dargestellt. So bewegen sich die mehrjährig berechneten N-Salden zwischen stark positiv bis negativ. Kompostgaben führen vor allem im Frühjahr nach der Ausbringung zu höheren N_{min}-Gehalten im Boden, die jedoch von der Kompostzusammensetzung stark abhängen. Die Humusgehalte erhöhen sich bodenabhängig bereits nach zweimaliger Kompostzufuhr.

Im Fazit werden einige Schlussfolgerungen für eine effiziente organisch-mineralische Düngung unter Einbeziehung zur Verfügung stehender Komposte gezogen.

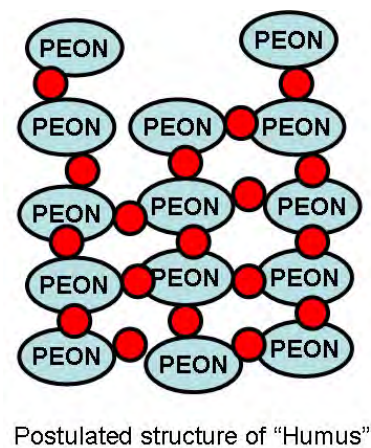
Nachlieferungspotenzial und Zwiebelschalenmodell der organischen Bodensubstanz: Was sagen uns Mehrfachextrakte und deren C/N-Verhältnisse?

Wenzl, W. (Irdning)

Verfügbare organische Substanzen aus dem Bodenvorrat treten mehr oder weniger leicht in die Wasserphase über. Je nach Temperatur und Ionenkonzentration der Auszugslösung wird auf diese Weise ein Teil des gesamten Potentials an mineralisierbaren, wasserlöslichen organischen Substanzen (WOS) bzw. dissolvable organic matter (DOM) bestimmbar. Die chemischen und biologischen Eigenschaften der stickstoffreichen, Nichthuminstoff-Anteile (SRNH) der WOS sind durch die für die abbauenden Mikroben energieliefernden Schritte vom Protoplasma über „detritisches“ Pepton und Aminosäuren bis zum mineralischen Stickstoff in einem relativ engen Rahmen vorgegeben. Da aber die Mineralisierung auch Energie aus Kohlenstoffquellen benötigt, dürfte neben dem verfügbaren Potential auch das C/N-Verhältnis der einzelnen Extraktfraktionen eine entscheidende Rolle für die Nachlieferbarkeit spielen.

Die am Sorptionskomplex räumlich verteilt im Sinne eines „Zwiebelschalenmodells“ (Ae N.) gespeicherten oder auch bodengelösten WOS bestehen aus zwei chromatographisch trennbaren Größenfraktionen.

Es ist bekannt, dass der Hauptteil des N_{org} in den ungefärbten, peptidartigen und stickstoffreichen Anteilen (SRNH) mit einem engem C/N-Verhältnis zu finden ist. In einer zweiten, nach dem MG abtrennbaren CPG-Fraktion sind gefärbte Substanzen (Fulvo- und Huminsäuren) mit komplexeren Großmolekülen dominierend, die ein weites C/N-Verhältnis aufweisen.



Es wurden 95 exzessiv untersuchte Bodenproben des NMI Wageningen (Bussink W., Ros G.) unter zwei verschiedenen Temperatur- und Ionenbedingungen extrahiert. Die quantitativen C-N-Bestimmungen in den Extrakten erfolgten sowohl mittels Elementaranalyse als auch mit NIRS.

Es zeigte sich, dass die Mineralisierungspotentiale, ausgedrückt als löslicher Kohlenstoff und Stickstoff sowie die mittleren C/N-Verhältnisse einer „inneren“ Fraktion mit 93,4 und einer „äußeren“ Fraktion mit 15,2 sehr unterschiedlich sind und auf eine „schichtweise“ Speicherung der WOS im Sinne eines Zwiebelschalenmodells hinweisen.

Abb.: „Zwiebelschalenmodell“ (nach Norriharu Ae, Rakuno Gakuen University, Japan)

Das Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL) - eine objektive Bewertung von Nachhaltigkeitsleistungen landwirtschaftlicher Betriebe

Gödeke, K. (Jena)

In Thüringen wurde von der Landesanstalt für Landwirtschaft (Breitschuh und Eckert, 2008) das Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft entwickelt, um die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe objektiv bewerten zu können. Denn Nachhaltigkeit ist zu bewerten, wenn überprüfbare und wissenschaftlich konsensfähige Ziele formuliert werden, diese einen für die Produktion akzeptablen Toleranzbereich ausweisen und mit Indikatoren beschrieben werden können. Die Indikatoren müssen realisierbare Prüfkriterien enthalten und die Datengrundlage hierfür muss verlässlich und objektiv erfasst werden können.

Das erprobte Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft umfasst die „Drei Säulen der Nachhaltigkeit“ Ökonomie, Ökologie und Soziales, die im Bewertungssystem jeweils ihre unabhängige Bewertungsgrundlage haben und zum Gesamtsystem KSNL zusammengefügt werden können. Das System bietet eine Stärken-/Schwächen-Analyse des Betriebes mit definierten Ziel-Kriterien und Toleranzbereichen. Um das KSNL-Zertifikat zu erhalten, müssen 8 festgelegte Kriterien von 14 im ökologischen, 3 von 9 im sozialen und 5 von 11 im ökonomischen Bereich innerhalb des jeweiligen Toleranzbereiches liegen. Die Darstellung der jeweils tatsächlich berechneten Werte in jedem Kriterium wird durch die Einteilung in Boniturnoten (1 = optimal, ≤ 6 = Toleranzbereich,>6 = kritischer Bereich) vereinfacht und damit übersichtlich (siehe Abbildung). Die Algorithmen und Grenzwerte werden immer wieder wissenschaftlich diskutiert und aktualisiert.

Abb.: Ergebnisdarstellung der Betriebsbewertung im Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL) nach Breitschuh und Eckert (TLL, 2008)

Ziel ist es, mit dem System dem Landwirt eine Möglichkeit zu bieten, die nachhaltige Wirtschaftsweise seines Betriebes zu optimieren, zu dokumentieren und zu kommunizieren.

Breitschuh, G. ; Eckert, H.; Matthes, I.; Strümpfel, J.; Bachmann, G.; Breitschuh, T., 2008: Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL), KTBL-Schrift 466

Wie umweltverträglich ist die Deutsche Landwirtschaft?

Breitschuh, T. (Jena)

Die Beeinträchtigung von Boden, Wasser, Luft und der belebten Natur durch die Landwirtschaft ist seit nunmehr drei Jahrzehnten Gegenstand einer anhaltenden Kritik und kontroverser Diskussionen.

Die TLL Jena entwickelte in den frühen 1990 er Jahren das Verfahren „Kriterien der umweltverträglichen Landwirtschaft“ (KUL). Nach einer umfassenden Diskussion innerhalb des VDLUFA wurde das Verfahren weiterentwickelt und inzwischen bundesweit mit ca. 780 Auswertungen für 450 Betriebe angewendet. KUL kann mittlerweile als praktikabel und wissenschaftlich konsensfähig gelten um damit in Landwirtschaftsbetrieben Umweltverträglichkeit zu messen, zu analysieren und daraus notwendige Handlungen abzuleiten.

Als Fazit ergibt sich

- Die in KUL verwendeten 20 Kriterien erfassen alle wesentlichen Schutzgüter wie Boden, Wasser, Atmosphäre, Artenvielfalt.
- Die Betriebe verfügen heute über alle Daten, die zur KUL-Analyse erforderlich sind.
- Die Einhaltung der KUL-Toleranzbereiche gelingt Betrieben unterschiedlichster Intensität, Wirtschaftsweise, Standorte und Betriebsgröße; d. h. Umweltverträglichkeit ist gezielt zu gewährleisten, wenn dem Landwirt vorhandene Schwachstellen aufgezeigt und Hilfe angeboten wird.
- Der inzwischen entstandene KUL-Datenspeicher ermöglicht vielfältige anonyme Auswertungen, die Ursachen unerwünschter Umweltwirkungen benennen und das betriebliche Optimierungspotential aufzeigen.

Beispiele für die Anwendung des KUL-Verfahrens sind:

- Untersuchungen zur Ausweitung der Bioenergieerzeugung in Agrarunternehmen
- Auswirkungen einer zunehmenden Maisanbaukonzentration zur Biogasgewinnung
- Auswertung unterschiedlicher Bilanzen wie Humus, Nährstoffe, Energie oder Treibhausgase, sowie zur Entwicklung der Kulturartenvielfalt, der Erosionsdisposition, der Verdichtungsgefährdung und der Pflanzenschutzintensität.
- Vergleich der Umweltverträglichkeit ökologisch und konventionell wirtschaftender Betriebe

In der Zusammenführung aller bisherigen bundesweiten Auswertungen zu einem virtuellen Betrieb ergibt sich folgende Gesamteinschätzung:

- Die P- und K-Gehalte der Böden nehmen in Ackerbaubetrieben tendenziell ab, auch teilweise unter die optimale Gehaltsklasse C.
- Erosion und Bodenverdichtung werden von den Betrieben stärker beachtet. Die Entwicklung zu erosionsminimierten Anbauverfahren und bodenschonenden Fahrwerken zeigt hier positive Effekte.
- Energie- und Treibhausgasbilanzen verdeutlichen den positiven Einfluss einer hohen Produktivität auf die Nutzungseffizienz knapper Produktionsfaktoren wie Boden, Wasser, Nährstoffe und Energie.
- Mit der KUL-Analyse und der Vergabe des VDLUFA- Zertifikats „Betrieb der umweltverträglichen Landwirtschaft“ wird der Agrarprodukte aufnehmenden Hand signalisiert, dass die Produkte nachweisbar umweltverträglich erzeugt worden sind.

Ergebnisse des EU-Projektes „“BioBio - Indikatoren für Biodiversität in biologischen und extensiven Landwirtschaftssystemen““ aus der Fallstudie zu Gemischtbetrieben in Südbayern

Wolfrum, S. (Freising), Siebrecht, N. (Freising), Kainz, M. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising), Herzog, F. (Zürich)

Die Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt im landwirtschaftlich genutzten Raum ist ein wichtiger Aspekt in der Entwicklung nachhaltiger Nutzungskonzepte. Gründe sind nicht nur klassische Naturschutzargumente sondern z. B. auch die Bedeutung der Biodiversität für die Funktionsfähigkeit der Agrarökosysteme. Aussagen zu den komplexen Wirkungen der Landwirtschaft auf die Biodiversität und die Integration der Ergebnisse in Nachhaltigkeitsbewertungen sind bereits Gegenstand zahlreicher Arbeiten über Indikatoren bzw. Indikatorenansätze. Die Auswahl der Indikatoren erfolgt dabei meist einzelfallbezogen, eine abgestimmte Auswahl an Indikatoren und Erfassungsmethoden für die breite Anwendung fehlte bisher. Dies gilt speziell für die Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe, auf der die Bewirtschaftungsentscheidungen getroffen werden, die die Ausprägung der Biodiversität beeinflussen können.

Das EU-Forschungsprojekt BioBio (http://www.biobio-indicator.org) schließt eine Lücke in der Verfügbarkeit wissenschaftlich fundierter, praktisch relevanter und international anwendbarer Biodiversitätsindikatoren. Erfasst werden die genetische, die Arten- und die Lebensraumvielfalt.

Zunächst wurden verfügbare Indikatoren zusammengestellt und bewertet. 2010 wurden 48 State- (Biotoptypen, Arten) und Pressure-Indikatoren (Bewirtschaftungsintensität, Pflanzenschutzmitteleinsatz usw.) europaweit in 12 Fallstudien nach standardisierte Protokollen getestet. Zusätzlich wurden ökonomische Aspekte (Kosten, Aufwand) der Aufnahmen erfasst.

Für die deutsche Fallstudie wurde der südwestliche Teil des „Donau-Isar Hügellandes“ ausgewählt. Die Region zeichnet sich durch einheitliche Standortparameter, eine hohe Nutzungsdiversität und einen hohen Anteil an Gemischtbetrieben aus. Nach einem Zufallsverfahren wurden 10 ökologische und 10 konventionelle Milchviehbetriebe ausgewählt.

Die Ergebnisse zeigen die Stärke der verwendeten Habitatkartierung BioHab vor dem Hintergrund der europaweiten Anwendbarkeit. Die Erfassung der Vegetation, der Regenwürmer und der Spinne erbrachte gute Ergebnisse. Die Erfassung der Bienen wurde leicht durch die Witterung beeinflusst. Die Erfassung der Managementdaten über Fragebögen stellt eine praktikable und kostengünstige Möglichkeit zur Ermittlung indirekter Biodiversitätsindikatoren dar. Die Auswertungen zeigen weiter, dass mehrere Indikatoren nötig sind, um Biodiversität zu erfassen. Weiter wird deutlich, dass Zusammenhänge zwischen Artenzahl und Bewirtschaftung auf Schlagebene stärker sind als auf Betriebsebene. Abschließend werden drei Indikatoren zur genetischen, vier zur Arten- und zehn zur Lebensraumdiversität sowie 14 indirekte Managementindikatoren für die Anwendung empfohlen.

Biodiversität im Nachhaltigkeitsmanagement von Landwirtschaftsbetrieben - Anforderungen und Realisierung eines Indikators

Siebrecht, N. (Freising), Wolfrum, S. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

Die Landwirtschaft sieht sich mit verschiedenen Herausforderungen konfrontiert: Neben den wachsenden Anforderungen, die sich aus der steigenden Nachfrage nach Lebensmitteln, der Flächeninanspruchnahme zur Energieerzeugung, dem Klimaschutz und der Anpassung an den Klimawandel ergeben, gewinnt auch die Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt zunehmend an Bedeutung. Eine nachhaltige Landwirtschaft soll Nahrungsmittel und Biomasse in ausreichenden Mengen und Qualitäten produzieren ohne den Naturhaushalt bzw. angrenzende Ökosysteme unnötig zu belasten. Hierfür müssen bestehende landwirtschaftliche Bewirtschaftungssysteme so weiterentwickelt werden, dass diese die Produktion qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel und Energierohstoffe gewährleisten und gleichzeitig zur Erhaltung der Biodiversität beitragen. Betrachtet man jedoch bestehende Nachhaltigkeitsansätze, so fehlt der Themenbereich „Biodiversität“ weitestgehend oder ist sehr einfach realisiert.

Vor diesem Hintergrund wird mit dem eingereichten Beitrag ein methodischer Ansatz zur Analyse und Bewertung der Wirkungen von Betriebssystemen auf Biodiversität vorgestellt, der das Nachhaltigkeitsmanagement landwirtschaftlicher Betrieb unterstützt. Ein entscheidender Punkt hierbei ist, dass durch die Methoden bewirtschaftungsbedingte Einflussfaktoren analysiert und bewertet werden, die zu potenziellen Veränderungen der Biodiversität auf der landwirtschaftlichen Betriebsebene führen können. Die Methode ist in ein Modell eingebunden (REPRO), wodurch bestehende Ansätze zur Analyse und Bewertung der Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Betriebe ergänzt werden können. Konkrete Inhalte des Beitrages sind die Vorstellung des theoretischen Konzeptes zur Operationalisierung von Biodiversitätswirkungen, die Realisierung im Modell und die exemplarische Anwendung anhand ausgewählter Untersuchungsbetriebe.

Bodenerosion im Nachhaltigkeitsmanagement von Landwirtschaftsbetrieben - Anforderungen und Realisierung eines Indikators

Siebrecht, N. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

Die nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft erfordert den Schutz des Bodens als Produktionsgrundlage und die Erhaltung der Bodenfunktionen. Dabei zählt speziell die Bodenerosion zu den bedeutendsten Ursachen für Bodendegradationen, deren Ausmaß in den letzten 50 Jahren zugenommen hat. Die Verminderung der Erosion gilt daher als eine der größten Herausforderung bei der Gestaltung nachhaltiger Landnutzungssysteme.

Im Zusammenhang mit dem Thema nachhaltige Landwirtschaft ergibt sich die Frage, wie Bodenerosion als „Nachhaltigkeitsindikator“ für die Landwirtschaft realisiert werden kann, welche Anforderungen hier zu beachten sind und wie die Operationalisierung eines entsprechenden Indikators erfolgen kann. Defizit bestehender Ansätze zur Abbildung von Bodenerosion im Kontext von Nachhaltigkeit ist insbesondere eine nicht problemadäquate Bezugsebene (z. B. mangelnde räumliche Auflösung, geringe Sensitivität gegenüber den Bewirtschaftungsmaßnahmen), durch die ein nachhaltige Entwicklungen nur bedingt erreicht werden kann.

Mit dem eingereichten Beitrag wird ein methodischer Ansatz zur Analyse und Bewertung von Bodenerosion im Nachhaltigkeitsmanagement landwirtschaftlicher Betriebssysteme vorgestellt. Der Ansatz wird exemplarisch an einem Untersuchungsbetrieb vorgestellt und diskutiert.

Konkrete Inhalte sind die Ableitung bzw. Anpassung der Analysemethode, die Definition von Nachhaltigkeitszielen, die Vorstellung der Möglichkeiten zur Schwachstellenanalyse (Nachhaltigkeitsdefizite), die Eignung zur Szenariorechnung und die Ableitung von Managementempfehlungen zur Betriebsoptimierung. Vor dem Hintergrund des ganzheitlichen Gedanken der Nachhaltigkeit, werden zusätzlich die Kombinationsmöglichkeit des Erosionsansatzes zu weiteren Wirkungsbereichen wie der Energiebilanzierung, der Humusbilanzierung usw. vorgestellt. Hierdurch werden umfassende Betrachtungen möglich, die eine Gesamtbewertung der Nachhaltigkeit erlauben.

Einfluss und Indikatoreignung von Bewirtschaftung und Habitatausstattung hinsichtlich Regenwurmartenzahlen im Marchfeld, Ostösterreich

Heiner, B. (Wien), Arndorfer, M. (Wien), Frank, T. (Wien), Papaja-Hülsbergen, S. (Freising), Friedel, J. (Wien)

Das Vorkommen von Regenwurmarten wird durch Standorteigenschaften, Habitatausstattung und Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflusst. Ziel dieser Untersuchung war es, die wichtigsten Einflussfaktoren, mit denen Bewirtschaftung und Habitatausstattung auf das Vorkommen von Regenwurmarten im Marchfeld wirken, zu identifizieren und so mögliche Indikatoren der Regenwurmartenzahlen zu ermitteln. Das Marchfeld östlich von Wien ist eine intensive Ackerbauregion mit geringem Anteil an Landschaftselementen. Das Klima ist semihumid. Die Böden sind schluffreich und strukturschwach mit zumeist geringen Bodenfeuchten im Sommerhalbjahr.

Im Frühjahr 2010 wurden 130 Untersuchungsflächen auf 16 landwirtschaftlichen Betrieben untersucht. Die Habitatausstattung der Betriebe wurde mit der BioHab-Methode erfasst. Je festgestelltem Habitattyp wurde einmal pro Betrieb das Regenwurmvorkommen erhoben. Die Regenwürmer wurden an jeweils drei Plots je Untersuchungsfläche mit einer Kombination von Extraktion mit Senfölen und nachfolgender Handauslese auf 20 cm Bodentiefe abgesammelt und soweit möglich auf Artniveau bestimmt. Durch Aufsummieren der Artenzahlen wurden die γ-Diversität aller Habitate jedes Betriebs, die γ-Diversität der bewirtschafteten Flächen jedes Betriebs und die γ-Diversität der halbnatürlichen, nicht bewirtschafteten Habitate jedes Betriebs errechnet. Von den BetriebsleiterInnen wurden wesentliche Daten zur Betriebsstruktur und zu Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Flächen erfragt (z. B. Stickstoff-Input, Pflugeinsatz, Häufigkeit der Überfahrten, Pestizideinsatz). Die hauptsächlichen Einflussfaktoren auf die Regenwurm-Artenzahlen wurden mittels linearer, multipler, schrittweiser Regressionsanalysen ermittelt.

Insgesamt wurden im Mittel 49 Individuen pro m^2 festgestellt, etwa 74 % davon waren Juwenile oder Fragmente, die nicht bis zur Art bestimmbar waren. Von den bestimmbaren Arten waren 87 % endogäische, 12 % anözische und 1 % epigäische. Insgesamt wurden elf Arten festgestellt, fünf endoäische, drei anözische und drei epigäische. Die häufigsten Arten (Anzahl Exemplare) waren *Aporrectodea rosea* (542), *Aporrectodea caliginosa* (412), *Lumbricus terrestris* (145), *Allolobophora chlorotica* (70) und *Octolasion tyrtaeum* (52).

Die mittels Regressionsanalyse festgestellten wichtigsten Einflussfaktoren auf die gesamte Artenzahl auf den gesamten Betriebsflächen sowie den halbnatürlichen Habitaten waren die Habitatdiversität der linearen Habitate, die Länge linearer Gehölzstrukturen, die Habitatdiversität halb-natürlicher Habitate und die Drainage von Flächen. Auch für die gesamte Artenzahl auf den bewirtschafteten Flächen waren Eigenschaften der Habitatausstattung wie der Anteil halb-natürlicher Habitate auf dem Betrieb und der Anteil der Betriebsfläche mit Sträuchern ausschlaggebend. Im Marchfeld mit einem geringen Anteil von halbnatürlichen Landschaft-

selementen sind diese und ihre Ausgestaltung offensichtlich für die Anzahl der vorkommenden Regenwurmarten von größerer Bedeutung als die durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahmen und somit besser als Indikatoren des Regenwurmvorkommens geeignet.

Integration von Bodenqualität und Nährstoffkreisläufen in Ökobilanzen von Energiepflanzen

Bystricky, M. (Freising), Weber-Blaschke, G. (Freising)

Viele Ökobilanzen des Anbaus und der Nutzung von Energiepflanzen beschränken sich auf herkömmliche Indikatoren wie Treibhauspotenzial, Eutrophierung und Versauerungspotenzial. Zudem werden die Energiepflanzen oft außerhalb des Zusammenhangs einer Fruchtfolge oder eines landwirtschaftlichen Betriebes betrachtet. Wichtige Umweltwirkungen des Pflanzenbaus, wie die Änderung von Nährstoffkreisläufen und der Bodenqualität, werden von diesen Indikatoren nicht gut erfasst.

In diesem Vortrag werden zunächst verschiedene Energiepflanzen-Anbauszenarien auf Ebene dreier unterschiedlicher landwirtschaftlicher Modellbetriebe (Marktfrucht, Gemischtbetrieb, Milchviehbetrieb) bewertet. Die Systemgrenze ist hier der Anbau innerhalb einer Fruchtfolge bis zum Hoftor. Unter Verwendung des Nachhaltigkeitsbewertungstools REPRO (Hülsbergen, 2003) werden Auswirkungen auf Nährstoffkreisläufe und Bodenqualität (Humusbilanz und Bodenerosion) ermittelt. Anschließend werden vollständige Ökobilanzen der Bioenergieerzeugung aus den Energiepflanzen der Szenarien berechnet. Die Systemgrenze ist dann der gesamte Bioenergie-Lebensweg.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Ermittlung der REPRO-Indikatoren auf Modellbetriebsebene zu einer anderen Bewertungsrangfolge der Bioenergie-Szenarien führt als die Ökobilanzierung der gesamten Bioenergie-Lebenswege. Bei den Nährstoffbilanzen sowie bei der Bodenqualität (REPRO) hängen die Ergebnisse sehr stark von der Fruchtfolge und von den angebauten Energiepflanzenarten ab. So hat beispielsweise ein verstärkter Silomaisanbau für Biogas ungünstige Auswirkungen auf Bodenqualität und Stickstoffbilanz, während sich Silomais in Kombination mit Kleegras als Biogassubstrat insgesamt sehr günstig auswirkt. Ein verstärkter Anbau von Winterraps für Biodiesel liegt bei Bodenerosion sowie Humus- und Stickstoffbilanz zwischen den Biogasszenarien. Im Gegensatz dazu sind in der ökobilanziellen Bewertung die verschiedenen Biogas-Szenarien trotz der unterschiedlichen Substrate sehr ähnlich zu bewerten, während sie sich von der Biodieselerzeugung deutlich unterscheiden: Bei der Einsparung von Treibhausgasen ist Biodiesel sehr viel ungünstiger, beim Eutrophierungspotenzial sehr viel günstiger zu bewerten. Die Hauptrolle spielen hier beim Treibhauspotenzial die Menge der ersetzten fossilen Energie und beim Eutrophierungspotenzial die organische Düngung. Der Einfluss von Fruchtfolge und Anbausystem verschwindet nahezu.

Bodenqualität und Nährstoffkreisläufe, betrachtet auf Ebene des landwirtschaftlichen Betriebes, sind also wichtige Indikatoren, um die Ergebnisse herkömmlicher Ökobilanzen für den gesamten Lebensweg des Anbaus und der Nutzung von Ackerkulturen zu ergänzen. Im Bezug auf eine Gesamtbewertung landwirtschaftlicher Produkte ermöglichen sie eine realitätsgetreuere Einschätzung der Umweltauswirkungen des Pflanzenbaus.

V 032 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“

Einfluss von N-Menge und Düngeverfahren (oberflächlich versus Flüssigdüngerinjektion) auf die N-Konzentrationen im Sickerwasser – Ergebnisse 4jähriger Freilandmessungen

Kamrath, G. (Braunschweig), Kücke, M. (Braunschweig)

In einem Dauerfeldversuch zur Ermittlung von ackerbaulichen und agrarökologischen Unterschieden zwischen der praxisüblichen Oberflächendüngung und der Unterfußdüngung mit Flüssigdüngern (CULTAN-Verfahren) werden seit 2006 neben den Parametern zur Ermittlung der N-Aufnahme- und N-Verwertungseffizienz (Biomasserertrag, Kornertrag, N-Entzug, N-Abfuhr, N-Düngebilanzsaldo) auch Parameter zur Ermittlung des Einflusses auf die Nitratauswaschung (Sickerwasseranfall, Nitratgehalte im Sickerwasser) ermittelt.

Der Feldversuch ist 2faktoriell (1. Faktor: Düngeverfahren, 3 Stufen: oberflächlich gesplittet mit KAS, einmalige Injektion (ASL) früh, einmalige Injektion spät; 2. Faktor: N-Menge, 2 Stufen: betriebsüblich (N2), reduziert (N1)) plus einer Kontrollvariante ohne N-Düngung (N0). In den Jahren 2007 bis 2010 wurde Wintergerste, Winterroggen, Sommerweizen und Wintergerste angebaut. Passive Sickerwassersammler (bekannt als „wick sampler” oder „PCAPS“ = Passive Capillary Sampler“) werden zu Beprobung von Sickerwasser unter jeweils einer Parzelle von 7 Düngungsvarianten eingesetzt und wöchentlich (Winterhalbjahr) bzw. 14tägig (Sommerhalbjahr) beprobt.

Die Reduktion der N-Düngung um durchschnittlich 45 kg N ha^{-1} führte zu einem Kornminderertrag von 5 dt ha^{-1} (8 %), wobei die Ertragsreduktion von Wintergerste weniger stark war wie die von Winterroggen und Sommerweizen. In den vier Versuchsjahren wurden bei reduziertem N-Düngeniveau (N1) die höchsten Kornerträge durchgängig mit der Injektionsdüngung erzielt. Hierbei war in den Jahren 2007 (Wintergerste) und 2009 (Sommerweizen) der späte Injektionstermin vorteilhaft, wo hingegen in den Jahren 2008 (Winterroggen) und 2010 (Wintergerste) der frühe Injektionstermin höhere Kornerträge bewirkte. Bei dem betriebsüblichen Düngeniveau erzielte die gesplittete Oberflächendüngung in zwei Jahren von vier Jahren (2008 WR, 2010 WG) die höchsten Erträge, wo hingegen in zwei weiteren Jahren (2007 WG, 2009 SW) die späte Injektionsdüngung vorteilhafter war. Die Proteingehalte im Korn waren bei reduzierter N-Menge geringer und im Mittel der Kulturen der vier Jahre zwischen den Düngeverfahren gleich.

Die durchschnittlichen Nitratgehalte im Sickerwasser streuten zwischen den Jahren in der ungedüngten Kontrollvariante zwischen 8 und 30 mg NO_3-N L^{-1} und waren i. d. R. in den Winterhalbjahren am höchsten. In den Parzellen mit reduzierter N-Düngung waren die Nitratgehalte niedriger als bei dem betriebsüblichen Düngungsniveau (Ø 4 Jahre: N0 18, N1 20, N2 25 mg NO_3-N L^{-1}). Tendenziell reduzierte eine frühe Injektionsdüngung die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser um 4 mg N L^{-1} gegenüber den Konzentrationen im Sickerwasser der oberflächlich gedüngten Parzellen, was sich i. d. R. bei einem späten Injektionstermin (Ende Bestockung) nicht feststellen ließ.

Jahres- und kulturartspezifische Zusammenhänge werden gezeigt und diskutiert.

V 033 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“

Einfluss von Leguminosen in Maisfruchtfolgen auf die Sickerwassermenge und den Nitrataustrag anhand von Lysimeteruntersuchungen

Tauchnitz, N. (Bernburg), Bischoff, J. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg), Rupp, H. (Falkenberg), Meißner, R. (Falkenberg)

Zur umweltverträglichen Gestaltung des Maisanbaus mit dem Ziel der Verbesserung von Bodenstruktur, Nährstoffeffizienz sowie Erosionsschutz werden Leguminosen in die Fruchtfolgen integriert. Neben den positiven Effekten besteht beim Leguminosenanbau aufgrund der symbiontischen N_2-Fixierung aus der Luft ein schwer kalkulierbares Nitrataustragsrisiko. Zudem kann der zusätzliche Wasserverbrauch von Zwischenfrüchten (ZF) zu einem Wassermangel bei den folgenden Hauptfrüchten führen. Ziel des Projektes ist die Untersuchung des Einflusses von Leguminosen in Maisfruchtfolgen auf die Sickerwassermenge und den Nitrataustrag in Lysimetern. Hierfür wurden verschiedene Bewirtschaftungsvarianten (Schwarzbrache, mehrjähriges Luzernegras, abfrierende ZF und umgebrochene ZF sowie konventionelle Bewirtschaftung ohne ZF) berücksichtigt. Für die Untersuchungen wurden nicht wägbare Gravitationslysimeter der Lysimeterstation Falkenberg des Helmholtz Zentrums für Umweltforschung-UFZ verwendet.

Bisherige Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Anbau von Leguminosen in Haupt- und ZF-Stellung in Maisfruchtfolgen nicht zu erhöhten Nitrat (NO_3^-)-Austrägen im Sickerwasser führte. Die Variante mehrjähriges Luzernegras (LG) wies von allen Varianten die niedrigste mittlere NO_3^--Konzentration von 62 mg/l im Sickerwasser auf. Ein Einfluss der Bodenbearbeitung auf die NO_3^--Konzentration des Sickerwassers konnte bei Vergleich der Varianten abfrierende ZF ($ZF_{abfr.}$) und umgebrochene ZF ($ZF_{Umbr.}$) nicht nachgewiesen werden. Bei allen Varianten mit Leguminosen wurden im Versuchsverlauf abnehmende NO_3^--Konzentrationen im Sickerwasser beobachtet. Die mittleren Sickerwassermengen im Untersuchungszeitraum nahmen in der Reihenfolge LG<$ZF_{Umbr.}$<Konventionelle Bewirtschaftung ohne ZF (konv.)<$ZF_{abfr.}$<Schwarzbrache (SB) und die NO_3-N-Frachten in der Reihenfolge LG<$ZF_{Umbr.}$< $ZF_{abfr.}$<Konv.<SB zu. Mit Ausnahme der SB wurden bei allen Varianten im Jahr 2011 deutlich abnehmende Sickerwassermengen erfasst, die vermutlich im Zusammenhang mit niedrigeren Niederschlägen in diesem Zeitraum stehen.

Auf der Grundlage bisheriger Untersuchungsergebnisse wird ein positiver Effekt der in die Maisfruchtfolgen integrierten Leguminosen im Hinblick auf eine Minimierung der NO_3^--Auswaschungen im Sickerwasser deutlich. Um den Einfluss des ZF-Anbaus auf die Sickerwasserbildung und damit die Gewährleistung einer ausreichenden Wasserversorgung für die Hauptfrüchte einzuschätzen, sind langfristigere Untersuchungen erforderlich.

Abschätzung des N-Auswaschungspotenzials auf Basis der Mineral-N-Bilanz

Finck, M. (Karlsruhe), Walter, E. (Karlsruhe)

In der Regel werden die für Grundwassermodellierungen benötigten N-Eintragsdaten auf der Basis einfacher N-Flächenbilanzen (N-Zufuhr über Düngung minus N-Abfuhr mit dem Erntegut) berechnet. Der sich ergebende N-Überschuss ist ein Maß für das N-Auswaschungsrisiko, das durch den Düngebedarf bzw. die Düngepraxis bedingt ist. Allerdings ist der N-Überschuss nicht der einzige Faktor, der die N-Auswaschung bestimmt: Mineralisierung aus Humus und Ernteresten, Folgebewirtschaftung (Brache, Winterung, Begrünung) sowie Art und der Zeitpunkt der Bodenbearbeitung beeinflussen ebenfalls die N-Auswaschung. Entsprechende auswaschungsmindernde Bewirtschaftungsmaßnahmen werden in den Wasserschutzgebieten Baden-Württembergs mit der SchALVO seit mehr als 20 Jahren erfolgreich umgesetzt. Es besteht großes Interesse, Bewirtschaftungsmaßnahmen in der modellgestützten Abschätzung des N-Austrags zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Modellierung der Grundwasserbelastung mit Nitrat im Oberrheingraben (Projekte: MoNit 2003-2006, LOGAR 2008-2012) erfolgte die Ermittlung des N-Auswaschungspotentials somit auf Basis einer Bodenstickstoffbilanz oder Mineral-N-Bilanz (Stahr 1992). Das für die Berechnungen eingesetzte Modell STOFFBILANZ wurde im Rahmen des INTERREG-IV-Projektes LOGAR (Länderübergreifende Organisation Grundwasserschutz am Rhein) angepasst, dass Bewirtschaftungsmaßnahmen im Bereich Ackerbau modellintern und mit hoher räumlicher Auflösung abgebildet werden können.

Auf Basis der mit STOFFBILANZ flächendeckend im 500 m x 500 m Raster ermittelten N-Austragsdaten aus der Bodenzone für die Jahre 1980, 1990, 2000 und 2009 wurde mit den physikalisch basierten dreidimensionalen Modellen MODFLOW und MT3D der Nitrattransport und –abbau im Grundwasserleiter mit einer Rasterweite von 100 m zeitlich veränderlich berechnet. Die Modellierungsergebnisse zur Nitratbelastung im Grundwasser wurden anhand umfangreicher grenzüberschreitender Nitratmesswerte aus den Jahren 1997, 2003 und 2009 validiert.

Im Vortrag wird der Ansatz zur Ermittlung einer regionalen Mineral-N-Bilanz für die Nutzung Ackerbau erläutert und werden die Ergebnisse der Berechnungen für das Projektgebiet Oberrheingraben dargestellt. Schließlich wird die Validierung des Modellsystems aus N-Austragsmodell und Grundwassermodell anhand umfangreicher Messwerte zur Nitratkonzentration im Grundwasser vorgestellt.

Einfluss der Stickstoffmenge auf Ertrag und Qualität von Winterraps und das Treibhausgas-Minderungspotenzial bei der Biodieselproduktion aus Rapsöl

Pasda, G. (Limburgerhof), Zerulla, W. (Limburgerhof), Lex, M. (Limburgerhof)

Von den ca. 1,5 Mio ha Winterraps in Deutschland werden knapp ⅔ für die Erzeugung von Biodiesel verwendet. Nach der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (nationale Umsetzung der EU-Richtlinie 2009/28/EG) darf ab der Ernte 2010 Biodiesel aus Rapsöl nur dann verkauft werden, wenn in der gesamten Produktionskette (von der Rapsaussaat bis zur Dieselzapfsäule) im Vergleich zur Produktionskette „fossiler Diesel“ mindestens 35 % CO_2-Äquivalente eingespart wurden. Ab Januar 2017 wird sich dieser Wert auf 50 % erhöhen. Innerhalb der Produktionskette „Biodiesel“ trägt der Anbau von Winterraps (Aussaat bis Ernte inkl. Trocknung) zu mehr als 50 % zu den Gesamt-CO_2-Äquivalenten/MJ Biodiesel bei, wobei hierfür die wesentlichen Bestimmungsfaktoren der Ölertrag und die Stickstoffdüngermenge sind.

Zwischen 2010 und 2012 wurde an drei Standorten in Mittel- und Süddeutschland (insgesamt sechs einjährige Kleinparzellenversuche, angelegt als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen) die optimale N-Düngungsmenge für den biologischen und ökonomischen Maximalertrag von Winterraps ermittelt. Ferner wurde für jede Stickstoffmenge und dem dazugehörigen Ertragswert das Treibhausgas-(THG-)minderungspotenzial mit dem Rechentool „biograce“ (www.biograce.net) errechnet. Die Ergebnisse der ersten beiden Versuchsjahre (im Vortrag werden die Ergebnisse aller drei Versuchsjahre vorgestellt) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der maximale Ölertrag von 18,3 dt/ha wurde mit 140 kg N/ha erzielt.
- Bei einer N-Düngungsmenge von 140 kg/ha wurde die derzeit gültige Mindestgrenze von 35 % THG-Minderung problemlos erreicht.
- Die Schwelle von 50 % THG-Minderungspotenzial wurde nur mit einer extrem reduzierten N-Düngungsmenge von 35 kg N/ha erreicht, was sich dann jedoch so stark negativ auf den Ölertrag auswirkte, dass keine ökonomisch sinnvolle Rapsproduktion mehr möglich war.
- Aus der Literatur ist bekannt, dass sowohl bei der Produktion als auch bei der Anwendung im Feld teilweise erhebliche Unterschiede in den CO_2-Äquivalenten/kg N zwischen den mineralischen N-Düngern bestehen. Vor allem N-Dünger mit Nitrifikationsinhibitoren (NI) wie z. B. DMPP (ENTEC®) zeichnen sich im Feld im Vergleich zu Düngern ohne NI durch um 50 % geringere N_2O-Emissionen aus (Akiyama et al., 2010). Somit sichert der Einsatz von Düngern mit NI aus westeuropäischer Produktion auch in Zukunft eine nachhaltige Biodieselproduktion aus Rapsöl.

Akiyama, H., Yan, X., Yagi, K., 2010: Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N_2O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis, Global Change Biology 16, 1837-1846

Entwicklung der Phosphor- und Kaliumgehalte in Böden

Fürstenfeld, F. (Ochsenfurt), Horn, D. (Ochsenfurt)

Langjährige Aufzeichnungen des Verbandes süddeutscher Zuckerrübenanbauer zeigen, dass sich die Düngungsgewohnheiten zu Zuckerrüben in den letzten 30 Jahren verändert haben. Der Handelsdüngeraufwand für Phosphat zu Zuckerrüben wurde im Mittel von 150 kg P_2O_5/ha schrittweise auf unter 50 kg P_2O_5/ha reduziert. Eine ähnliche Entwicklung fand beim Kalium statt. Hier verringerte sich die mittlere Kali-Gabe von 250 auf 80 kg K_2O/ha. Diese Entwicklung ist überwiegend auf die Ergebnisse der Bodenuntersuchung und Düngeberatung zurückzuführen. Insbesondere für Böden mit hohen bzw. sehr hohen Gehalten ist diese Vorgehensweise sinnvoll, da eine Düngung bei hoher Bodenversorgung keine Mehrerträge bringt.

Die reduzierte Düngung lässt sich am Trend der EUF-P- und -K-Gehalte der Böden erkennen. Seit 1990 sinken die mittleren EUF-P- und -K-Gehalte jährlich um ca. 1 %.

Zur Überprüfung der optimalen EUF-P- und K-Gehalte im Boden dienen Feldversuche. Dabei wird der Einfluss der P- und K-Düngung auf Ertrag und Qualität der Zuckerrüben u. a. Früchte untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass mit steigenden EUF-P- und -K-Gehalten im Boden die Ertragswirkung einer Düngergabe abnimmt. In der Versorgungsstufe C (anzustreben) werden beste Rübenerträge und -qualitäten erzeugt.

In den meisten Regionen liegen die Phosphatgehalte noch im optimalen Bereich in der Versorgungsstufe C. In einigen Gebieten werden abnehmende EUF-P-Gehalte beobachtet. Hier liegen viele Schläge bereits im mittleren bis unteren Bereich der optimalen Versorgungsstufe C. In diesen Betrieben muss die P-Grunddüngung erhöht werden, um das standortspezifische Ertragspotenzial auszuschöpfen.

Bei dem Nährstoff Kalium ergibt sich eine vergleichbare Situation. Auch hier blieben in einigen Regionen die K-Gehalte der letzten 15 Jahre auf stabilem Niveau. Die K-Gehalte liegen in diesen Betrieben im Grenzbereich der Versorgungsstufe C und D. In den Gemischtbetrieben nahm die EUF-K-Nährstoffversorgung ab. Seit 1990 betrug die Abnahme der EUF-K-Gehalte ca. 1 % pro Jahr.

Auf Basis des regionalspezifisch bzw. betriebsspezifisch abnehmenden Trends der Nährstoffgehalte gewinnt die Grunddüngung an Bedeutung. Die Anzahl der Betriebe, in denen die Düngungsgewohnheiten der vergangenen 15 Jahre eine Abnahme in der Bodenversorgung in den Bereich C bewirkt haben, steigt. Für diese Betriebe ist die Grunddüngung zu überdenken und gegebenenfalls zu korrigieren. Die regionalspezifischen Besonderheiten werden dargestellt.

Grundbodenbearbeitung, Fruchtfolgegestaltung und Düngung im ökologisch viehlosen Ackerbau der Magdeburger Börde

Koch, W. (Bernburg), Gaberle, K. (Bernburg)

Material: Neben Ertragsdaten werden vordergründig die in mehr als 15 Jahren ermittelten C_{org}-Meßreihen [M.-%; 0-25 cm tief] betrachtet und Stickstoff- und Humusbilanzen aus zwei Langzeitversuchen zur Diskussion gestellt. In dem Versuch „Grundbodenbearbeitung“ werden Daten unter

- Pflug 26 cm tief,
- Zweischichtpflug (bis 16 cm wendend und bis 26 cm lockernd),
- Pflug 16 cm tief und
- Grubber 16 cm tief

in zwei Vierfelder-Fruchtfolgen

FF 1: Kartoffel – Winterroggen – Winterweizen – Sommergerste und

FF 2: Ackerbohne – Winterroggen – Kartoffel – Winterweizen

jeweils ohne Düngung gezeigt.

Aus dem „Vergleich der Leistungsfähigkeit verschiedener Bewirtschaftungssysteme“ stehen die im Anbausystem „ökologisch ohne Vieh“ gewonnenen Werte zur Verfügung; das ist die

FF 3: achtfeldrige Fruchtfolge mit 25 % Leguminosen, 12,5 % Kartoffeln und 62,5 % Getreide; keine Zwischenfrüchte und Untersaaten in zwei Intensitätsstufen

Stufe 1: keine N-Düngung; das Stroh wird von 4 der 5 Getreidefelder abgefahren.

Stufe 2: 30 kg N/ha und Jahr als organischer Dünger; das gesamte Stroh verbleibt auf dem Feld.

Ergebnisse: In den Marktfruchtfolgen FF 1 und FF 2 nimmt mit steigender Bodenbearbeitungsintensität der C_{org}-Gehalt ab und der Ertrag zu. Doch liegen die C_{org}-Werte in der FF 2 höher als in FF 1; ebenso der Ertrag (Summe aller Kulturen, absolut trocken). Das Modell REPRO zeigt in FF 1 und FF 2 deutlich defizitäre Humus- und Stickstoffbilanzen.

In der FF 3 erreicht Stufe 2 gegenüber 1 im 17-jährigen Mittel eine um 7 % höhere GE-Leistung (+ 3,3 dt/ha). In Stufe 2 errechnet REPRO eine geringe Änderung des Boden-N-Vorrates; der Humusversorgungsgrad liegt bei 90 %. In der Stufe 1 hingegen beträgt die Änderung des Boden-N-Vorrates - 26 kg N/ha und der Humusversorgungsgrad 36 %. Die achtjährigen Mittel der Bodenanalysen zeigen zwischen Stufe 1 und 2 in der 1. Rotation keine Differenzierung des C_{org}-Gehaltes; in der 2. Rotation liegt der C_{org}-Gehalt in Stufe 2 deutlich höher.

Zusammenfassung: In ackerbaulichen Gunstlagen können ökologisch viehlos wirtschaftende Betriebe ohne Düngung langjährig hohe Erträge - auch bei deutlich defizitärer Humus- und Stickstoffbilanz - erzielen. Die Bodenfruchtbarkeit kann hier nur erhalten und gesteigert werden, wenn die Fruchtfolgen (bei Verzicht auf Zwischenfrucht und Untersaat) ausreichend mit Körnerleguminosen bestellt, nach Bedarf mit Nährstoffen sowie organischer Substanz versorgt werden. Extensivere Grundbodenbearbeitung ist aus bekannten Gründen zu bevorzugen. Beratungsmodelle sind auf der Grundlage weiterführender Versuche zu validieren.

Einsatz flüssiger Wirtschaftsdünger im Maisanbau - Düngungsverfahren im Vergleich

Mokry, M. (Karlsruhe), Müller, M. (Karlsruhe), Michels, K. (Karlsruhe)

Im mehrjährigen Exaktfeldversuch wurden verschiedene Düngungsverfahren mit den Wirtschaftsdüngern „Gärreste flüssig“ und „Schweinegülle“ im Vergleich zu einer mineralischen Düngung hinsichtlich N- und P-Effizienz geprüft.

Im Vordergrund stand die Frage nach einer Verbesserung der N-Effizienz einer organischen Düngung zu Mais (Silo-/Energiemais) im Zuge wachsender Biogasproduktion und hieraus resultierender Intensivierung des Energiemaisanbaus in Baden-Württemberg mit unterschiedlicher Applikationstechnik und hieraus resultierendem Düngungstermin.

Zusätzlich wurde die P-Wirkung der organischen Dünger in Abhängigkeit vom Düngungsverfahren geprüft (P-Saldo nach DüV in Intensivregionen!).

Verglichen wurde eine breitflächige Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger **vor** der Saat ohne und mit Ammonium-Stabilisierung mit einem modifizierten Injektionsverfahren, bei dem ein konzentriertes Düngerdepot ohne und mit Ammonium-Stabilisierung **nach** der Saat in 15 cm Tiefe anlegt wurde.

Beobachtet wurden u. a. der zeitliche Verlauf der Ammonium- und Nitrat-, sowie der CAL-Phosphatgehalte im Boden bzw. im Düngerdepot, der Pflanzenertrag sowie die N- und P-Effizienz.

Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungsintensität und organischer Düngung auf Erträge und Bodenparameter - dargestellt am Beispiel des IOSDV-Versuchs der LUFA Speyer

Armbruster, M. (Speyer), Picone, S. (Speyer), Bischoff, R. (Speyer), Wiesler, F. (Speyer)

Im Ackerbau werden derzeit vermehrt extensive, pfluglose Anbausysteme in die Praxis umgesetzt. Deren Ziel ist es, neben der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig zu verbessern und hinsichtlich Wasser-, Boden- und Erosionsschutz positive Effekte zu erzielen. Im IOSDV-Versuch der LUFA Speyer werden seit dem Jahr 2004 drei Varianten der Bodenbearbeitung untersucht:

a) Minimale Bodenbearbeitung mit Fräse oder Kreiselegge (ca. 5 cm Bearbeitungstiefe),
b) nicht wendende Bodenbearbeitung mit Grubber und Scheibenegge (ca. 10 cm Bearbeitungstiefe) sowie
c) jährlicher Pflugeinsatz (30 cm Bearbeitungstiefe).

Für den leichten Sandstandort zeigten sich bislang in der Fruchtfolge Winterweizen – Wintergerste – Zuckerrübe in der Variante „reduziert“ (Grubber und Scheibenegge) die höchsten Erträge. Dies ist im bisherigen Versuchsverlauf überwiegend der Wechselwirkung mit dem Wasserhaushalt bei der Aussaat der Zuckerrübe zuzuschreiben. Im Mittel über alle Kulturen hatte die Variante „minimal“ dem Pflug vergleichbare Erträge, bei Getreide waren die Erträge allerdings niedriger als bei Pflugeinsatz. Die geringsten Ertragsunterschiede zwischen den verschiedenen Bodenbearbeitungsintensitäten waren bei Zufuhr der Ernterückstände und dem Anbau einer Zwischenfrucht zu erkennen. Die Abfuhr der Ernterückstände bewirkte dagegen starke Ertragsrückgänge in den Varianten „minimal“ sowie „Pflug“.

In der Regel ist ein Übergangszeitraum von fünf bis sieben Jahren notwendig, bis ein System der konservierenden Bodenbearbeitung seine volle Leistungsfähigkeit erreicht. Die Ergebnisse zeigen, dass sich zumindest auf dem leichten Standort Ertragseinbusen von Minimalbodenbearbeitungssystemen gegenüber der Pflugvariante durch den Verbleib der Ernterückstände und den Anbau von Zwischenfrüchten vermindern lassen. Ergänzend werden Nährstoff- und Kohlenstoffgehalte nach 7 Jahren differenzierter Bodenbearbeitung vorgestellt.

Auswirkungen langjähriger differenzierter Bodenbewirtschaftung auf bodenmikrobielle Eigenschaften von zwei sächsischen Standorten

Kirsten, F. (Leipzig), Machulla, G. (Leipzig), Nitzsche, O. (Leipzig)

Seit 20 Jahren haben sich in Sachsen die pfluglosen Bodenbewirtschaftungsverfahren als präventive und wirksamste erosionsmindernde Maßnahme bewährt. Die Bodenoberfläche der konservierend bewirtschafteten Schläge weist im Vergleich zu den gepflügten Schlägen eine Mulchauflage auf, welche ausschlaggebend sowohl für die physiko-chemischen als auch für die biologischen Parameter des Oberbodens ist. Um verschiedene Bearbeitungssysteme diesbezüglich miteinander zu vergleichen, wurden zwei repräsentative, seit 1992/93 mit Bodenbearbeitungsverfahren: Pflugbearbeitung, Mulchsaat und Direktsaat bewirtschaftet Standorte in Mittel-Sachsen ausgewählt. Die Untersuchungen zu Bodenchemie, Bodenphysik und Pflanzenbau sollen durch Erhebung folgender bodenmikrobiologischer Parameter: mikrobielle Biomasse, Bodenatmung, Verhältnis von dem mikrobiellen Kohlenstoff zu Kohlenstoff aus der organischen Substanz, Dehydrogenasen- und Phospho-Monoesteraseaktivität ergänzt werden.

Diese Parameter werden an Bodenproben der Tiefenstufen 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 und 30-60 cm erhoben. Des Weiteren werden Wassergehalt, Wasserkapazität und bodenchemische Kenngrößen wie pH-Wert, Nährstoffe oder Humusgehalt ermittelt.

Die vorgestellten Ergebnisse sollen verdeutlichen, wie sich die bodenmikrobiologischen Verhältnisse unter verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren und unter Berücksichtigung verschiedener Standortverhältnisse (Bodenart, Klima, Gründigkeit, Fruchtfolge) nach einigen Jahren entwickelt und welche Schlussfolgerungen zum Vergleich von Bodenbearbeitungssystemen bezüglich der Auswirkungen auf Nährstofffreisetzung bzw. Sequestrierung daraus abgeleitet werden können.

Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen

Diepolder, M. (Freising), Raschbacher, S. (Freising), Heinz, S. (Freising), Kuhn, G. (Freising)

Ziel des Ertrags- und Nährstoffmonitorings bayerischer Grünlandflächen ist es, Erträge und Nährstoffentzüge von Praxisflächen in Abhängigkeit von deren Nutzungsintensität, Pflanzenbestandszusammensetzung und Boden-Klima-Räumen zu quantifizieren. Damit soll zukünftig eine auf Regionen bezogene Beratung zur Grünlandbewirtschaftung bzw. -düngung möglich sein und eine breitere Datenbasis für die Validierung von Faustzahlen (Biomassepotenzial, Düngebedarfsermittlung, Nährstoffbilanzierung nach DüV) geschaffen werden.

Auf bayernweit 120 gezielt ausgewählten Flächen, die bereits im Zeitraum 2002-2008 erstmalig vegetationskundlich im Rahmen des „Grünlandmonitoring Bayern“ (Kuhn et al., LfL, 2011) aufgenommen worden sind, werden in den Jahren 2009-2012 in enger Zusammenarbeit mit dem Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung e.V. (LKP) mittels genau definierter Schnittproben (7 x 1m^2 pro Fläche) die Frisch- und Trockenmasse-Erträge aller Aufwüchse sowie nasschemisch deren Nährstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) bestimmt. Die gewonnenen Daten incl. zusätzlich erhobener betriebs- und schlagspezifischer Parameter fließen in eine Biomasse- und Nährstoffdatenbank der LfL. Für den Zeitraum 2012-2014 wird das Monitoring um weitere 30 Flächen erweitert.

Tab.: Nettotrockenmasseertrag und -nährstoffabfuhr des Grünlands in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität bei Schnittnutzung [1)]

Nutzungen	Trockenmasse [dt/ha]			Nährstoffabfuhr [kg/ha]								
				N			P_2O_5			K_2O		
1	24	± 10	40	48	± 21	50	19	± 7	25	73	± 31	60
2	46	± 16	55	93	± 38	100	35	±14	40	135	± 51	140
3	77	± 12	75	181	± 30	165	69	± 12	70	283	± 76	220
4	93	± 18	90	241	± 55	245	93	± 24	90	354	± 125	270
5	110	± 22	110	311	± 61	310	117	± 31	110	478	± 143	330

1) Die Werte in den weißen Spalten sind jeweils der Mittelwert, der in 2009-2010 gewonnen Daten incl. der Standardabweichung. Die Werte in den grauen Spalten sind Faustzahlen aus dem „Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland“ der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL, 2007/2011)

Eine erste Auswertung (siehe Tabelle) der in den Jahren 2009 und 2010 gewonnen Daten zeigt, dass im zweijährigen Mittel die Erträge und Nährstoffentzüge der beprobten Praxisflächen in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität größtenteils relativ gut mit den derzeit in der bayerischen landwirtschaftlichen Beratung verwendeten Faustzahlen übereinstimmen. Größere Differenzen gibt es beim Kalientzug insbesondere bei einer mehr als dreimaligen

Nutzung. Weiterhin wurde bei den ein- bzw. zweimal genutzten Praxisflächen weniger Trockenmasse geerntet als dies nach den Faustzahlen zu erwarten gewesen wäre.

Die bei allen Nutzungsintensitäten hohen Streuungen weisen darauf hin, dass es sinnvoll und berechtigt ist, Faustzahlen mittels (einfacher) Korrekturfaktoren anpassen zu können.

Was bestimmt das Restgaspotenzial von Gärresten? - Ergebnisse aus dem Monitoring der Bayerischen Pilotbiogasanlagen

Ebertseder, F. (Freising), Heuwinkel, H. (Freising), Effenberger, M. (Freising)

Seit 2006 gibt es in Bayern ein Monitoring zur wissenschaftlichen Begleitung von Biogasanlagen. Ein wichtiger Untersuchungsparameter stellt dabei die Höhe des Restgaspotentials dar. Dies beschreibt die Menge an Biogas bzw. Methan, welches nach dem Übertritt des Fermenterinhaltes in das Gärrestlager potentiell noch gebildet wird. Dies ist ein wesentlicher Parameter für die Beurteilung der Treibhausgas- und Energiebilanz einer Biogasanlage und ermöglicht eine Aussage über die Effizienz des Abbaus und damit der Verwertung der Einsatzstoffe in der Anlage. Eine hohe Effizienz ist für die landwirtschaftliche Praxis u. a. mit Blick auf die Substratkosten von großer Bedeutung.

Seit 2010 regelt auf der genehmigungsrechtlichen Seite die VDI-Richtlinie 3475 Blatt 4 die Emissionsminderung aus Biogasanlagen bzw. Gärrestlagern. Hierzu wird beim Neubau von Biogasanlagen eine Mindestverweilzeit von 150 Tagen im gasdichten und an eine Gasverwertung angeschlossenen System gefordert. Mit Inkrafttreten des EEG 2012 wurde die Einhaltung dieser Vorgaben auch für die Vergütung bindend. Die Verweilzeit als Haupteinflussfaktor auf die Höhe des Restgaspotentials anzulegen geht auf die Erfahrungen im Bundesmessprogramm II zurück. Auch andere Arbeiten (Kohlhase et al., 2010) legen diesen Zusammenhang nahe, bieten aber gleichzeitig Anlass für Zweifel. Ziel dieser Arbeit war es, diesen Zusammenhang anhand des breiten Datensatzes aus dem Monitoring der Bayerischen Pilotanlagen und Anlagen aus dem BMP II zu überprüfen und den Einfluss weiterer Anlagenparameter zu bewerten.

Inzwischen liegen Daten aus 66 Gärversuchen zur Bestimmung des Restgaspotentials dieser Anlagen vor. Die 60 -tägigen Batchuntersuchungen wurden in der Versuchsanlage der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising nach der VDI-Richtlinie 3475 Blatt 4 sowie 4630 bei 20°C und 37°C Gärtemperatur durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden ausgewählte Anlagenparameter (Vergärungstemperatur, Anteil flüchtiger Fettsäuren, Verweilzeit, Gülleanteil im Einsatzstoffmix und Trockensubstanzgehalt im Fermenterinhalt) mit den Ergebnissen der Gärversuche im Labor verglichen. In einem zweiten, aktuell noch laufenden Schritt, wird der Abbau des organischen Kohlenstoffs in der Auswertung berücksichtigt.

Betrachtet man den Einfluss der Methodik, wird deutlich, dass die höhere Gärtemperatur (37 °C) auch zu größeren Restgasmengen führte. Insgesamt differenzierten die Proben bei dieser Temperatur stärker voneinander. Trotzdem waren die Messwerte beider Gärtemperaturen hoch korreliert und führten damit grundsätzlich zu denselben Aussagen. In der Einzelfaktoranalyse zeigte sich, dass kein Anlagenparameter allein das Restgaspotential signifikant bestimmte. Auch eine multiple lineare Regression, mit allen oben genannten Parametern, erklärte nicht mehr als etwa die Hälfte der Variation im Restgaspotential. Somit ist der oftmals angeführte und im EEG 2012 berücksichtigte enge Zusammenhang zwischen Verweilzeit und

Restgaspotential auf Basis dieser breiten Untersuchung in Frage zu stellen. Allerdings kann derzeit auch kein anderer Faktor oder eine Kombination mehrerer Faktoren als Alternative angeboten werden. Die Daten machen umso mehr deutlich, dass sowohl aus ökologischen als auch ökonomischen Gründen zu dieser Frage ein dringender Forschungsbedarf besteht, um zukünftige Diskussionen zum Thema Restgaspotential fundierter führen zu können.

Untersuchungen zur P- und K-Dynamik in Ackerböden- Ergebnisse aus Thüringer Feldversuchen

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

Eine nachhaltige Landbewirtschaftung erfordert den Erhalt einer hohen Bodenfruchtbarkeit. Ein wichtiges Merkmal hierfür stellt unter anderem die Versorgung mit den Nährstoffen Phosphor und Kalium dar. In den letzten 20 Jahren haben viele Landwirte in Thüringen und anderen Ackerbaugebieten aus Kostengründen die mineralische P- und K-Düngung stark reduziert. Gesunkene Tierbestände und die verstärkte Produktion von Marktfrüchten verursachten langjährig negative P- und K-Bilanzen und eine erhebliche Reduzierung der P- und K-Versorgung der Böden.

Der umfangreiche Anbau von Marktfrüchten und der damit verbundene hohe Nährstoffexport aus den Landwirtschaftsbetrieben bedingt auch weiterhin eine bedarfsgerechte P- bzw. K-Düngung auf Grundlage der Bodenuntersuchung (CAL-Methode) und der Berücksichtigung weiterer Faktoren.

Zur Überprüfung der Richtwerte für eine ökonomisch sinnvolle Düngung beider Nährstoffe wurden zwischen 1993 und 1999 statische Feldversuche zur P- und K-Düngung auf 8 Thüringer Ackerstandorten angelegt. Die Versuchsstandorte umfassen weitgehend die große Spannweite der Thüringer Standortbedingungen.

Die P- und K-Düngung erfolgt folgendem Schema:
PG 1: ohne P- bzw. K-Düngung
PG 2: 100 % der Abfuhr
PG 3: 130 % der Abfuhr
PG 4: 70 % der Abfuhr

Zum besseren Verständnis der Nährstoffdynamik im Boden wurden nach der Ernte im Jahr 2010 jeweils aus 0 bis 20 cm Tiefe Bodenproben auf folgende Parameter analysiert:

P-Versuche	K-Versuche
P_{ox} Al_{ox} Fe_{ox} P-Sättigungsgrad P_{CaCl2} P_{H2O} (1:20) P-Freisetzungsrate (Floßmann/Richter)	KAK_{pot} + austauschbare Kationen $K_{schwer\ austauschbar}$ (Koltermann/Truog) K_{fix} (nasse Fixierung)

Im Beitrag werden der Einfluss langjährig differenzierter P- bzw. K-Düngung auf die Dynamik der analysierten Parameter im Vergleich zur Veränderung der CAL-löslichen Gehalte im

Boden dargestellt und Schlussfolgerungen für die Berücksichtigung zusätzlicher Kriterien zur Bemessung der P- und K-Düngung abgeleitet.

Zum Beispiel zeigen die Ergebnisse der Bestimmung des schwer austauschbaren Kaliums (K_{sa}) in den Böden der K-Versuche, dass die Kaliumionen in den Zwischenschichten der Tonminerale langfristig an der K-Dynamik teilnehmen. Hohe K_{sa}-Gehalte puffern die Abnahme des CAL-löslichen K bzw. des K-Anteils am Sorptionskomplex ab. Niedrige K_{sa}-Gehalte korrespondieren mit einer schnellen Abnahme des K_{CAL}-Gehaltes in den ungedüngten Varianten sowie mit der Zunahme der Ertragsdifferenzen zwischen der Variante ohne K und den Varianten mit K-Düngung.

Die detaillierte Bewertung der vorliegenden Ergebnisse und Ausdehnung der Analysen auf andere Standorte könnte eine Grundlage für eine regionalisierte Bewertung der nachlieferbaren P- und K-Gehalte der Böden und deren Berücksichtigung bei der Düngerbemessung bilden.

Zur Wiedererlangung der Nachhaltigkeit nach Grünlandextensivierung

Hochberg, H. (Jena), Zopf, D. (Jena)

Vor dem Hintergrund zunehmender Nutzungskonkurrenz um die knappe Ressource Landwirtschaftliche Fläche erlangt die Erfüllung der Nutzfunktion des Dauergrünlandes auf Standorten ohne gesetzlich verankerten Schutzstatus wieder ihre ursprüngliche Bedeutung. Die Grünlandextensivierung während der zurückliegenden zwei Jahrzehnte diente auf diesen Standorten der Marktentlastung und hat in Regionen mit sehr hoher Inanspruchnahme infolge starker Reduzierung bzw. Verzichts der Düngung eine Aushagerung der Böden verursacht. Anhand eines langjährigen Versuchs (14 Jahre) auf 2 Standorten mit der Gehaltsklasse (GHK) A bzw. B zu Versuchsbeginn soll gezeigt werden, ob und wie eine mittlere Nährstoffversorgung (GHK C) wieder erreicht werden kann. Die Versuche befinden sich in der Werraaue (t`L) sowie im Thüringer Schiefergebirge (uL).

Bei extensivierungsbedingter Unterversorgung (GHK A bzw. B) bedurfte es bei Phosphat einer langjährigen, deutlich über dem Entzug liegenden Düngung (1,5facher P-Entzug), um die GHK C auf der Schieferschuttbraunerde zu erreichen, während auf dem ertragreicheren Auenstandort lediglich die GHK B erzielt wurde.

Eine Aufdüngung (1,3facher Entzug) des stark an Kalium unterversorgten Schieferverwitterungsbodens (GHK-B), der zudem über ein geringes K-Nachlieferungsvermögen verfügt, ist auch nach 14 Versuchsjahren noch nicht erreicht. Auf dem stark unterversorgten Flußauenstandort konnte durch langjährige, überhöhte K-Düngung (1,3facher Entzug) die Versorgungsstufe C erreicht werden.

Zwischen P- und K-Gehalt im Futter und der P-und K-Düngung besteht eine enge Beziehung. Die Mineralstoffgehalte der Pflanzen waren mehr vom Grünlandbestand, als von der analysierten P- bzw. K-Nährstoffversorgung des Bodens abhängig. Bei einer auf die Hälfte des Entzuges reduzierten P-Düngung unterschritten die P-Gehalte in den Pflanzen noch nicht den ernährungsphysiologisch angestrebten Richtwert von 0,30 % i. d. TS. Der Kaliumgehalt in der Pflanze folgte dem Versorgungsniveau des Bodens und der K-Düngermenge. Bereits bei einer Nährstoffzufuhr von 70 % des Entzuges lagen die Gehaltswerte deutlich über dem angestrebten Richtwert von 2 % i. d. TS. Eine unzureichende Grunddüngung führte nach Ausschöpfung der Bodennährstoffvorräte zu einer Verschlechterung der Pflanzenbestände und damit Minderung von Ertrag und vor allem Futterqualität.

Nach der Düngeverordnung ist ein Gleichgewicht zwischen voraussichtlichem Nährstoffbedarf und der Nährstoffversorgung zu gewährleisten. Für Dauergrünland stellt die Gehaltsklasse C die anzustrebende Versorgung des Bodens dar. Der ernährungsphysiologisch angestrebte Richtwert an P bzw. K in der Pflanze ist bereits bei einer unter dem Entzug liegenden Nährstoffzufuhr unabhängig vom Bodennährstoff erreicht worden.

Hohe Phosphor-Nachlieferung trotz dauerhafter P-Unterversorgung – Folgen für den P-Zustand und Ertrag eines trockenen Sandbodens

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

Zur Bemessung des Düngebedarfs sind der Nährstoffbedarf der Kulturpflanze und die Nährstoffnachlieferung aus dem Boden zu berücksichtigen. Im Fall des Thyrower Nährstoffmangelversuches auf einem trockenen Sandboden wurde festgestellt, dass dieser Boden trotz seiner Nährstoff- und Humusarmut ein enormes P-Nachliefervermögen besitzt. Nach mehr als 60 Versuchsjahren ohne P-Düngung wurden im Mittel noch 80-90 % der durch mineralische Volldüngung erzielten Rotationserträge erreicht. Bei Silomais konnte die P-Nachlieferung aus dem Boden fehlende P-Düngung zu über 90 % kompensieren. Es scheint jedoch, dass besonders in ertragsstarken Jahren die Wirkung langfristig unterlassener Düngung durch die P-Nachlieferung aus dem Boden zunehmend weniger ausgeglichen wird.

Da sich unter langjährigem P-Mangel der Gehalt an pflanzenverfügbarem DL-löslichen Phosphat im Boden seit mehr als 50 Jahren stabil auf dem Niveau der Versorgungsstufe A bis B hält, ist anzunehmen, dass bis jetzt die P-Nachlieferung aus Nährstoffpools erfolgt, die sich der regelmäßigen Kontrolle durch die DL-Extraktion entziehen.

Durch Untersuchungen des P-Gehalts in diversen Bindungsformen und Bodentiefen sollte geklärt werden, ob und in welchem Umfang eine Erschöpfung der P-Quellen im Boden bereits nachzuweisen ist.

Es wurde festgestellt, dass sich nach 72 Versuchsjahren die P-Verarmung (Gesamt-P) vor allem im Pflughorizont manifestiert hat, sich unterhalb des Pflughorizontes zwar andeutet, aber nicht mehr signifikant nachzuweisen ist. Keine Unterschiede gibt es in der Tiefe 75-100 cm. Deutlicher ist die Erschöpfung des DL-löslichen Phosphates, die sich bis in eine Tiefe von 75 cm fortsetzt. Bei extremer Unterversorgung sind die P_{DL}-Gehalte niedriger als die P_{CAL}-Gehalte.

Untersuchungen zu P-Fraktionen unterschiedlicher Löslichkeit wurden nur im Pflughorizont, in dem sich die Unterschiede infolge unterschiedlicher P-Düngung am stärksten zeigten, durchgeführt. Änderungen im Gesamt-P-Vorrat entfielen zu 35 % auf das DL-lösliche Phosphat und zu 42 % auf das anorganische NaOH-lösliche Phosphat (an Al- und Fe-Oxide gebunden), das damit eine erhebliche und gut pflanzenverfügbare P-Reserve darstellt. Die P-Konzentration der Bodenlösung ist bei langfristigem P-Mangel deutlich geringer als bei mineralischer Volldüngung, erreicht aber dennoch Werte um 0,1 mg l^{-1} P, die im Vergleich zu anderen Böden als hoch einzuschätzen sind (Schwarzerde (Bad Lauchstädt) 0,004 mg l^{-1}, Braunerde (Marienberg/Erzgeb.)<0,001 mg l^{-1}).

Insgesamt weisen diese Ergebnisse auf eine Verschlechterung des P-Zustandes hin. Folgen hinsichtlich einer verminderten P-Nachlieferung, die sich in abnehmenden Erträgen äußert, sind zu erwarten, lassen sich aber auch nach 72 Versuchsjahren noch nicht sicher nachweisen.

Phosphatfraktionen in langjährigen Phosphor-Düngungsversuchen

Steffens, D. (Gießen), Schäfer, H. (Gießen), Heyn, J. (Kassel), Koch, D. (Kassel)

In der vorliegenden Untersuchung sind wir der Frage nachgegangen, welche von drei Phosphorfraktionen (Ca-Phosphate, organisches gebundenes Phosphat, adsorbiertes Phosphat) im Boden nach Einstellung der P-Düngung zur P-Ernährung der Pflanzen beiträgt. Dazu wurden im Frühjahr 2011 Bodenproben aus dem Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-60 cm) von zwei seit 1984 bestehenden Phosphordüngungsversuchen gezogen. In den luftgetrockneten und auf<2 mm gesiebten Bodenproben wurde zunächst das CAL-extrahierbare Phosphat und der pH-Wert gemessen und die P-Fraktionen nach Kurmies (1972) bestimmt. Das Besondere der Feldversuche ist, dass in einer Variante seit 1984 kein P gedüngt wurde und in weiteren Varianten eine jährlich Düngung von 44 - bzw. 66 kg P/ha bis 1997 erfolgte, die dann auf null bzw. auf eine P-Entzugsdüngung umgestellt wurde. Phosphat wurde als Tripelphosphat gedüngt. Die Ergebnisse zeigen, dass die höchste P-Konzentration in der Fraktion des adsorbierten Phosphats vorlag. Die Fraktion der Ca-Phosphate wurde durch die P-Düngung nur kaum verändert. Im Gegensatz dazu zeigten die Fraktionen des adsorbierten und organisch gebundenen Phosphors eine Abhängigkeit zur P-Düngung.

Da die Ergebnisse der P-Fraktionierung nach Kurmies einer starken Variabilität unterliegen, haben wir die Konzentrationen von anorganischem und organischem Phosphor in 0,1 M NaOH plus 0,1 M Na_2SO_4 Bodenextrakten (1:20) analysiert. Die uns bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die Konzentration an pflanzenverfügbarem organischem Phosphor möglicherweise mit einer alkalischen Extraktionslösung erfasst werden können. Dazu bedarf es aber weiterer und eingehender Untersuchungen.

Einsatz des Mangan-Schnelltesters NN-Easy 55 zur Bestimmung von latentem Mangan-Mangel in Getreide: erste Praxiserfahrungen

Borchert, A. (Osnabrück), Olfs, H. (Osnabrück)

In der Praxis weisen Getreidebestände zunehmend eine unzureichende Versorgung mit Mangan auf. Ursache hierfür ist zumeist die eingeschränkte Pflanzenverfügbarkeit von Mangan aus dem Boden, besonders bei leichten Böden mit hohen Humusgehalten und pH-Werten >pH 6,0. Um Mangan-Mangel frühzeitig zu erkennen und geeignete Düngemaßnahmen durchzuführen, eignen sich Boden- und Pflanzenanalysen nur bedingt, da u. a. häufig lange Zeitabstände zwischen Beprobung und Analyseergebnis liegen.

Das NN-Easy 55, ein an der Universität Kopenhagen entwickeltes Handgerät zur Prognose des Mangan-Düngebedarfs, bietet die Möglichkeit direkt im Bestand den Mangan-Status der Pflanzen festzustellen. Das Funktionsprinzip basiert auf der Messung von Chlorophyll-Fluoreszenz an jüngsten, vollentwickelten Blättern. Als Messergebnis wird ein „PEU-Wert“ (= Plant Efficiency Unit) ausgegeben, anhand dessen in einer Tabelle abgelesen werden kann, ob eine Mangan-Düngung notwendig ist.

Seit Vegetationsbeginn 2012 wird das NN-Easy 55 im Rahmen eines 2-jährigen Forschungsprojektes in Wintergerste und -weizen eingesetzt. Im Fokus der ersten Untersuchungen stehen mögliche Einflüsse auf die Messwerte, wie u. a. Messposition auf dem Blatt sowie Haupttrieb vs. Nebentrieb. Auf dem Versuchsbetrieb der HS Osnabrück bilden Exaktversuche die Grundlage der zu verschiedenen BBCH Stadien erfassten Daten. Zur Überprüfung möglicher Sorteneffekte stehen an zwei Standorten Landessortenversuche der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zur Verfügung, in denen zu drei Terminen mit dem NN-Easy 55 Pflanzen gemessen werden und im Labor deren Mangan-Status analysiert wird.

Um Aussagen über eine geeignete Anzahl an Einzelmessungen zur Erfassung eines repräsentativen NN-Easy 55 Mittelwertes für Versuchsparzellen und Schläge treffen zu können, sind ca. 400 Parzellen und >30 unterschiedliche Schläge mehrfach intensiv beprobt worden. Abschließend wurde anhand eines Wintergerstenversuches die Eignung des Gerätes als Entscheidungshilfe zur Mangan-Düngung getestet. Darin wurden vier Varianten angelegt, die sich in Düngungszeitpunkt (Herbst/Frühjahr) und Düngermenge (0, 200, 400 bzw. 500 g Mn/ha) unterschieden. NN Easy 55 Messungen fanden vor Applikation sowie je 3, 7 und 14 Tage danach und zu den klassischen Beprobungsstadien BBCH 29/30, 32/34 und 39/51 statt. Blattanalysen auf Mangan sowie Bodenuntersuchungen wurden parallel durchgeführt.

Erste Ergebnisse zeigen, dass die NN-Easy Messwerte aufgrund der Blattmessposition variieren, jedoch nicht zwischen Haupt- und Nebentrieb. Sorteneffekte können teilweise nachgewiesen werden, allerdings waren die Sorten zu allen Terminen ausreichend mit Mangan versorgt. Weiter kann festgestellt werden, dass bei niedrigem Mangan-Status der Pflanzen die Streuung der Messwerte zunimmt. Unterschiedliche Mangan-Applikation führt zu signifikanten Messwertunterschieden innerhalb und zwischen den verschiedenen Messzeitpunkten.

Element- und Spurenelementzusammensetzung von Früchten, Blättern und Blütenblättern bei Äpfeln

Sager, M. (Wien), Österrreicher, M. (Wien)

Ob sich auch Blütenblätter dazu eignen, wird durch den Vergleich der Daten von Blättern und korrespondierenden Blütenblättern untersucht. Vorteilig bei der Analyse von Blütenblättern ist, dass die Daten einen Monat früher zur Verfügung stehen, und dass die Beprobung näher zum Ort der Frucht stattfindet, sodass zielgerichteter eingegriffen werden kann. Weiters interessiert, ob man aus der Zusammensetzung von Blättern oder Blütenblättern auf die Früchte schließen kann. Geeignete Spurenelementmuster könnten auch zum Nachweis von Sorte und Standort herangezogen werden.

In Apfelkulturen aus 6 verschiedenen Regionen Österreichs wurden von den gleichen Pflanzen Blütenblätter, Blätter im Mai, Blätter im August, sowie die Früchte beprobt. Der umgebende Boden wurde mit einem Stechbohrer beprobt.

Frische Blätter bzw. Blütenblätter wurden mit dest. Wasser gewaschen, gefriergetrocknet und in Druckbomben aufgeschlossen. Die Früchte wurden nach dem Waschen entstielt und in Gefrierbeuteln in heißem Wasser zerquetscht und gefriergetrocknet. Bestimmt wurden neben den üblichen Haupt- und Spurenelementen auch Li, Rb, Cs, Sr, Ba, die seltenen Erden und Ti, sowie die Nichtmetalle B, Si, P, S und Jod.

Blätter, Blütenblätter und Früchte sind unterschiedlich zusammengesetzt. Von Ende Mai bis August nahmen in den Blättern besonders Cd>Mn>Na>S>Cu ab, was physiologisch aktiveren Elementen entspricht. Hingegen nahmen Si>Pb>seltene Erden>Cr>Fe>Ba>Ca>Sr>J in den Blättern zu. Die Blütenblätter enthielten weniger Sr<Ba<Ca<Ni<Li<Si<Mg als die zugehörigen Blätter, jedoch mehr B>Rb>Cu>Fe, es kommt zu Verschiebungen innerhalb der Alkalimetalle und der seltenen Erden. Die Früchte enthielten, auch bezüglich Trockenmasse, weniger „Mineralstoffe“ als Blütenblätter. Relativ zu Blütenblättern angereichert waren Mo>J>Cs>seltene Erden>K, abgereichert hingegen Si<Mn<Al<Ti<Li.

Nimmt man die Daten von allen beprobten Sorten, Standorten und Unterlagen zusammen, so ergaben sich keine Zusammenhänge mit der Zusammensetzung der Früchte, ausgenommen das Verhältnis K/Rb. Unterteilt man jedoch nach Unterlagen, so korrelierten Frucht-Blatt bzw. Frucht-Blütenblatt für verschiedene Sorten am gleichen Standort zum Teil gut, aber die Trends waren nach Unterlage verschieden. Unter den Elementverhältnissen war das K/Rb Verhältnis in Blüte und Frucht, bzw in jüngeren und älteren Apfelblättern gleich, während das K/Na Verhältnis in der Reihe Blütenblatt- Apfelblatt Mai – Apfelblatt August – Frucht anstieg. Zur Charakterisierung der Böden wurden mobile Fraktionen (essigsäurelöslich, oxalatlöslich, Druckaufschluss ohne Flusssäure), sowie der Gesamtaufschluss mit Flusssäure herangezogen. Beziehungen zwischen Blatt-Blütenblatt-Frucht mit Bodenparametern werden aufgezeigt. Als charakteristisch für den Standort können die Molsumme der Lanthaniden, zusammen mit der Lanthanidenkontraktion, herangezogen werden.

V 049Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“

Wie müssen wir in Deutschland im Jahr 2050 Winterweizen mit Stickstoff düngen?

Zerulla, W. (Limburgerhof), Pasda, G. (Limburgerhof), Lex, M. (Limburgerhof)

Klimatologen prognostizieren für die Mitte des Jahrhunderts einen spürbaren Klimawandel. Insgesamt soll die Durchschnittstemperatur steigen und die Verteilung der Niederschläge sich verändern. Zahlreiche Konferenzen haben sich schon mit den möglichen Auswirkungen dieser Klimaveränderungen auf die landwirtschaftliche Produktionstechnik beschäftigt, oft ohne über das Spekulative hinauszugehen.

Um konkrete Hinweise darauf zu bekommen, wie sich die N-Düngung in Deutschland unter den beschriebenen Klimabedingungen zur Mitte des Jahrhunderts hinsichtlich optimaler Düngerform und Düngeraufteilung gestalten könnte, wurden in Deutschland vier Standorte festgelegt. In Zusammenarbeit mit einem meteorologischen Institut wurden dann in Westeuropa entsprechend vier korrespondierende Standorte definiert, die bereits heute das für 2050 prognostizierte Klima der vier deutschen Standorte aufweisen. Auf allen Standorten wurden in den Jahren 2010 bis 2012 in Feldversuchen (vierfach randomisierte Blockanlagen) die Dünger Harnstoff, Kalkammonsalpeter (KAS) und ENTEC® 26 in der von den Düngerexperten der jeweiligen Region empfohlenen Düngeraufteilung miteinander verglichen.

Ergebnisse:

- Im Durchschnitt der drei Versuchsjahre war die momentan übliche „deutsche“ Aufteilung der Dünger der „ausländischen“ überlegen.
- Die „deutsche“ Düngungsempfehlung war besonders dann von Vorteil, wenn ein relativ kühles Frühjahr auftrat. Bei frühen und warmen Frühjahren war dieses Düngungssystem dem „ausländischen“ zumindest ebenbürtig.
- Die höchsten Erträge wurden mit ENTEC® 26 (1 Gabe zu Vegetationsbeginn) gefolgt von KAS (3 Gaben) und Harnstoff (3 Gaben) erzielt.
- Die scheinbare Stickstoffausnutzung der Dünger wies die gleiche Reihenfolge auf.

Resümee:

Einschneidende Veränderungen der Düngungsempfehlungen werden auch bei Klimabedingungen, wie sie für die Mitte des Jahrhunderts prognostiziert sind, nicht notwendig werden.

V 050Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“

Auswertung aktueller Versuche zur P- und K-Düngung auf dem Grünland nach der Bilanzmethode

Zorn, W. (Jena), Hochberg, H. (Jena), Zopf, D. (Wandersleben), Kießling, G. (Jena)

Eine überwiegend extensive Grünlandbewirtschaftung mit langjährig negativen P- und K-Bilanzen hat in den letzten 20 Jahren zu einer erheblichen Reduzierung der P- und K-Versorgung der Grünlandböden in Thüringen geführt. Die Rückkehr zu einer bedarfsgerechten P- und K-Düngung auf dem Grünland erfordert experimentell belegte Richtwerte für die Düngebedarfsermittlung. Die Ableitung von Richtwerten für Gehaltsklasse und die daraus abzuleitende Düngermenge zum Erreichen des Optimalertrages besitzt dabei besondere Bedeutung.

Im Beitrag Hochberg et al. wird ein Überblick über die Ergebnisse einer im Jahr 1997 angelegten Versuchsserie zur P- und K-Düngung auf dem Grünland gegeben.

Statische P- und K-Versuche besitzen die Besonderheit, dass differenzierte Düngermengen zu einer Differenzierung des P- und K-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 des Datenmaterials nach der Bilanzmethode nach Richter und Kerschberger (1991). Dieses Verfahren ermöglicht die Berücksichtigung sowohl des P- bzw. K-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.

Die Abbildung zeigt als Beispiel Ergebnisse aus dem statischen K-Düngungsversuchs auf dem Schieferverwitterungsstandort Oberweißbach (Thüringen).

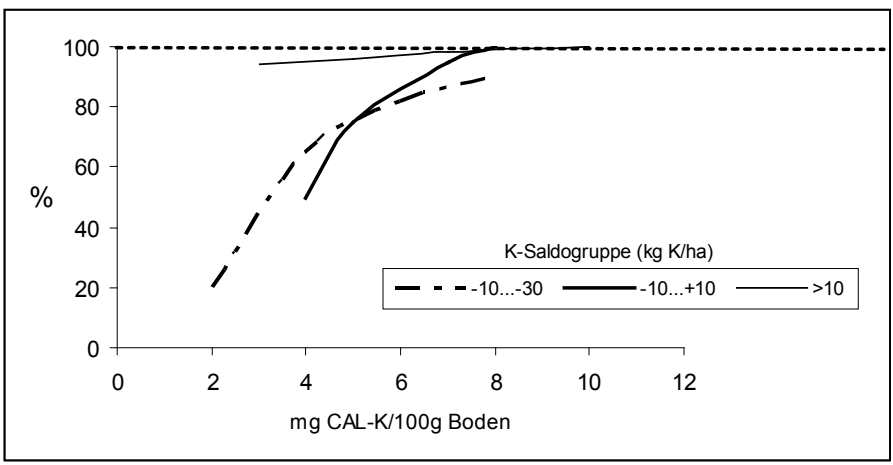


Abb.: Relativertrag für drei K-Saldogruppen in Abhängigkeit vom K-Gehalt im Boden (statischer K-Düngungsversuch Oberweißbach)

Aufbereitete Klärschlammasche als P-Dünger zu Raps und Mais

von Tucher, S. (Freising), Fleschhut, M. (Freising), Zeindl, R. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

Der weltweite Vorrat an Rohphosphaten aus Lagerstätten in guter Qualität zur Herstellung mineralischer P-Düngemittel ist begrenzt. Es ist jedoch zu erwarten, dass der globale Bedarf an P-Düngemitteln in den nächsten Jahren weiter ansteigen wird. Klärschlammaschen stellen eine nicht unbeträchtliche Ressource für das Recycling von Phosphor dar. Untersuchungen mit Klärschlammaschen zeigten jedoch oft eine unzureichende P-Verfügbarkeit für Pflanzen. Durch die Aufbereitung der Aschen mit Säuren wird ein höherer Anteil an wasserlöslichem P erwartet, was zu einer besseren Pflanzenverfügbarkeit führen sollte. Ziel der Versuche war es, die Wirkung eines P-Düngemittels zu prüfen, das auf der Basis von mit Phosphorsäure aufbereiteten Klärschlammaschen beruht. Hierzu wurden Gefäßversuche mit Raps und Mais auf zwei Böden mit unterschiedlichen pH-Werten durchgeführt.

Es wurden Gefäßversuche (5- bzw. 10-Liter-Gefäße) mit Raps und Mais in zwei Böden (Boden 1: uL; pH 5,5; CAL-lösliches P 1,3 mg/100g; Boden 2: uL; pH 7,5; CAL-lösliches P 0,9 mg/100g) angelegt, die mit 250 und 500 mg P/Gefäß in Form von mit Phosphorsäure aufbereiteten Klärschlammaschen („KSA_a“ Recophos®: 29,7 % Gesamt-P_2O_5 davon 69 % entsprechend 20,5 % wasserlösliches P_2O_5 in Exp. 1 bzw. 30,3 % (fein ø bis 2mm) und 40,0 % (grob ø bis 5mm) Gesamt-P_2O_5 in Exp. 2) gedüngt wurden. Zum Vergleich diente neben einer Kontrolle ohne P-Düngung eine Mineraldüngerreihe mit $Ca(H_2PO_4)_2$ in Höhe von 175, 250 und 500 mg P/Gefäß (Exp. 1, Mischung zum Gesamtboden) bzw. mit $NH_4H_2PO_4$ 250 und 500 mg P/Gefäß (Exp. 2, Mischung zum Gesamtboden und Banddüngung). Die Nährstoffe N, K, Mg und S wurden pflanzenbedarfsgerecht zugedüngt. Nach der Ernte von Raps wurde in beiden Böden ein Nachwirkungsexperiment mit Mais ohne erneute P-Düngung durchgeführt. Die Kulturdauer der Versuche betrug bis zu 72 Tagen. Es wurden die Trockenmasseerträge, die P-Gehalte (nach Mikrowellen-Druckaufschluss mit HNO_3/ H_2O_2 und P-Bestimmung mit ICP) und die P-Aufnahmen bestimmt.

Im sauren Boden 1 waren Erträge und P-Aufnahmen von Raps und Mais mit KSA_a auf beiden P-Stufen einer Düngung mit $Ca(H_2PO_4)_2$ ebenbürtig. Im neutralen Boden 2 zeigte Raps nach Düngung mit KSA_a gleiche Erträge und höhere P-Aufnahmen im Vergleich zur entsprechenden P-Stufe mit $Ca(H_2PO_4)_2$. In diesem Boden mit pH 7,5 blieben die Erträge und P-Aufnahmen von Mais mit KSA_a jedoch signifikant bis zu etwa 40 % unter dem Niveau von $Ca(H_2PO_4)_2$. Mais als Folgekultur nach Raps konnte jedoch auch im neutralen Boden 2 mit KSA_a vergleichbare Erträge erzielen wie mit $Ca(H_2PO_4)_2$. Nach einer Banddüngung war im neutralen Boden 2 die P-Aufnahme von Mais mit feinen und groben KSA_a Düngergranulaten gleich hoch wie mit $NH_4H_2PO_4$. Nach der Zumischung zum Boden erwies sich Applikation grober KSA_a Düngergranulate sich als ungünstiger im Vergleich zu $NH_4H_2PO_4$.

Aus den durchgeführten Gefäßversuchen kann geschlussfolgert werden, dass Klärschlammaschen nach Aufbereitung mit Phosphorsäure das Potenzial einer P-Wirkung besitzen, die

der vollständig wasserlöslicher Düngersalze entspricht. Dies gilt auch für eine im Jugendstadium P-ineffiziente Kultur wie Mais, insbesondere in einer Fruchtfolge mit P-effizienteren Pflanzen wie Raps oder wenn die P-Düngung im Band appliziert wird. Die erzielten Ergebnisse mit diesen und anderen Produkten aus aufbereiteten Klärschlammaschen sind in weiteren Versuchen abzusichern.

Phosphordüngewirkung neuer Produkte des Phosphorrecyclings - eine vergleichende Betrachtung

Römer, W. (Göttingen)

Hier wird berichtet über die agronomische Effizienz der im Rahmen der BMBF/BMU-Förderinitiative „Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor“ von 2004-2011 und des EU-Projektes SUSAN synthetisierten und an den Uni. Giessen und Göttingen sowie der FAL in Braunschweig getesteten P-Recyclingprpodukte:

Siebzehn P-Recyclingprodukte aus Klärschlammaschen (KSA), 1 Tiermehlasche, 1 Sinterphosphat aus Tiermehl, 1 Kupolofenschlacke, 9 Ca-Phosphat-Produkte aus der Ca-Kristallisation an CSH-Substraten und aus Fällungen (Ca $(OH)_2$, $CaCl_2$, etc.) wie P-ROC, Fix-P, SESAL, Pasch, Seaborne-Ca-Phosphat, mehrere chemisch reine Ca-Phosphate und Mg-Phosphate sowie Seaborne-Mg-Phosphat und Struvit-Produkte aus drei Institutionen (Pilotanlagen, Laboranlagen) wurden in diversen Gefäßversuchen als P-Dünger eingesetzt und zwar im Vergleich zu den wasserlöslichen Superphosphaten (SSP, TSP) und Rohphosphat. Es wurden Sand- und Lehmböden (pH-Werte 4,7 bis 6,8; CAL-P-Gehalte: 3,3, bis 4,9 mg/100 g Boden) und vorrangig Mais als Kulturpflanze benutzt. Die P-Aufnahme aus Superphosphat (P-Menge in den gedüngten Pflanzen minus P-Menge in den ungedüngten Pflanzen) wurde als Bezugsbasis gleich 100 % gesetzt und die P-Aufnahmen aus allen P-Recyclingprodukten dazu ins Verhältnis gesetzt. Folgende Resultate ergaben sich: Aus 65 % aller KSA-Produkte (= 15 Produkte) wurden weniger als 25 % des P der Superphosphatvarianten aufgenommen, in 26 % der Tests (=6 Produkte) zwischen 25-50 %. Mit nur einem Mg-haltigen Ascheprodukt wurden 67 % erreicht. Die Kupolofenschlacke erreichte auf dem sauren Sandboden nur 24 % aber auf dem neutralen Lehmboden gleiche Werte wie TSP. Die Ergebnisse für die Ca-Phosphate lagen zwischen 0 und maximal 50 %. Mg-Phosphat-Fällungsprodukte hatten stets eine bessere P-Lieferbereitschaft als adäquat erzeugte Ca-Phosphate. Die höchsten und sichersten Werte der P-Aufnahmen wurden mit $Mg\ NH_4\ PO_4 \cdot 6\ H_20$ (Struvit, MAP) erreicht. Es war dem TSP gleichwertig.

Mögliche Ursachen für die unterschiedlichen Wirkungen der P-Produkte sowie deren weitere Verwendung z. B. als Rohstoffe zur P-Düngerherstellung werden diskutiert.

Nährstoffrückgewinnung aus Schweinegülle mittels Kristallisation an reaktivem Substrat

Breuer, J. (Karlsruhe), Kurz, H. (Stuttgart), Schulz, R. (Stuttgart), Drescher, G. (Stuttgart), Ehbrecht, A. (Karlsruhe), Schuhmann, R. (Karlsruhe), Müller, T. (Stuttgart), Schenkel, H. (Stuttgart)

Ziel des vorgestellten Verbundprojektes (Projektpartner: KIT, Kompetenzzentrum für Materialfeuchte; Ing.-Büro Roth & Partner, Karlsruhe; Landesanstalt für Schweinezucht, Boxberg; Fa. Alltech, Weingarten; Universität Hohenheim) ist die Nährstoffentfrachtung von Schweinegülle mit dem aus der Abwassertechnik stammenden, vom KIT patentierten „P-RoC-Verfahren“. Hierdurch wird der in der Gülle enthaltene Phosphor in eine transportfähige und dosierbare Verwertungsform überführt und somit regional absetzbar. Zugleich ist es Ziel, das Nährstoffverhältnis im Biogassubstrat so zu verändern, dass die Ausbringung am Stickstoffbedarf der Kulturen orientiert erfolgen kann, ohne dass der Phosphatgehalt die ausgebrachte Menge limitiert. Im Rahmen des Projektes wird eine großtechnische Demonstrationsanlage für das P-RoC-Verfahren an der Landesanstalt für Schweinezucht in Boxberg aufgebaut.

Die mittels dieses Verfahrens generierten Produkte werden von der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie und dem Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fachgebiet Düngung und Bodenstoffhaushalt, an der Universität Hohenheim mittels Extraktionsverfahren und Pflanzversuchen auf Düngemitteltauglichkeit untersucht. Dabei spielen qualitativ neben dem Gesamtphosphatgehalt insbesondere die Phosphatverfügbarkeit, wertgebende Nebenbestandteile, die physikalische Eigenschaften und der Gehalt an unerwünschten Stoffen eine Rolle. Der Nachweis der Phosphat-Düngewirksamkeit im System Boden/Pflanze wird über Vegetationsversuche erbracht, wobei auch der Einfluss von Pflanzenarten mit unterschiedlichem Phosphataufschlussvermögen (Wurzelwachstum, Mykorrhizierung, Rhizosphäreneffekte) auf die Phosphataufnahme aus den Produkten untersucht wird.

Vergleich verschiedener Stickstoffdünger in Gefäßversuchen zu Sommergerste

Heyn, J. (Malsfeld), Koch, D. (Kassel)

In der landwirtschaftlichen Praxis werden seit einigen Jahren stabilisierte Stickstoffdünger zur Düngung landwirtschaftlicher Kulturen eingesetzt. Dies geschieht vor allen Dingen vor dem Hintergrund einer der Pflanze angepassteren Stickstofffreisetzung und der Einsparung von Überfahrten. Bei diesen stabilisierten Stickstoffdüngern handelt es sich um nitrifikationshemmende Entec (DMPP)- und Alzondünger (Dicyandiamid und 1H-1,2,4 Triazol). Ureasestabilisierte Harnstoffdünger haben bislang keine Verbreitung in der landwirtschaftlichen Praxis gefunden. Dabei kann Harnstoff auch von der Wurzel aufgenommen werden, wenn ein entsprechendes Angebot in der Rhizosphäre vorliegt. Aus diesem Grund wurde vom Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen in der Gefäßanlage Kassel Harleshausen ein Gefäßversuch mit unterschiedlichen Stickstoffformen (KAS; Harnstoff; ASS und „Urease Stabil“) durchgeführt. Neben der Stickstoffform wurden weitere Parameter in diesem Versuch variiert. Neben der Stickstoffmenge (0 g/Gefäß; 1 g/Gefäß und 2 g/Gefäß) wurden auch die Platzierung des Düngers (Erdoberfläche und Höhe des Saatguthorizontes) und die Wasserversorgung (Wasserkapazität 35 % und 70 %) variiert. Der Versuch wurde mit Sommergerste durchgeführt.

Die Harnstoffvarianten zeigten einen deutlich verzögerten Aufgang. Dieser war vor allem in den Varianten deutlicher ausgeprägt, in denen der Dünger auf der Erdoberfläche abgelegt wurde. Während der Vegetation fielen die Varianten mit dem Urease stabilisiertem Dünger durch die Nekrotisierung der Blattspitzen auf, die mit steigender Stickstoffmenge größere Blattbereiche einnahm.

Ergebnisse: Die Kornerträge der ureasestabilisierten Stickstoffdünger fielen gegenüber den anderen drei Stickstoffformen ab. Die KAS-gedüngte Sommergerste erzielte den höchsten Ertrag. Der Strohertrag verhielt sich spiegelbildlich zum Kornertrag. Die Gefäße mit „Urea Stabil“ erreichten den höchsten Strohertrag, die KAS-Varianten den niedrigsten Strohertrag.

Besonders interessant für die Diskussion um Klima- und Grundwasserschutz im zu erwartenden Klimawandel ist die Frage der Stickstoffertragswirkung bei unterschiedlicher Wasserversorgung. Wie nicht anderes zu erwarten, fiel der Kornertrag bei einer schlechteren Wasserversorgung ab. Hier zeigten die Harnstoff- und die Ammoniumdüngerform deutliche Vorteile bei der Kornertragsbildung. Steht die Ausnutzung des eingesetzten Stickstoffes im Vordergrund der Betrachtung, stellt man fest, dass alle Stickstoffformen bei einer guten Wasserversorgung besser ausgenutzt werden. Lediglich der ASS konnte bei einem reduzierten Wasserangebot besser verwertet werden.

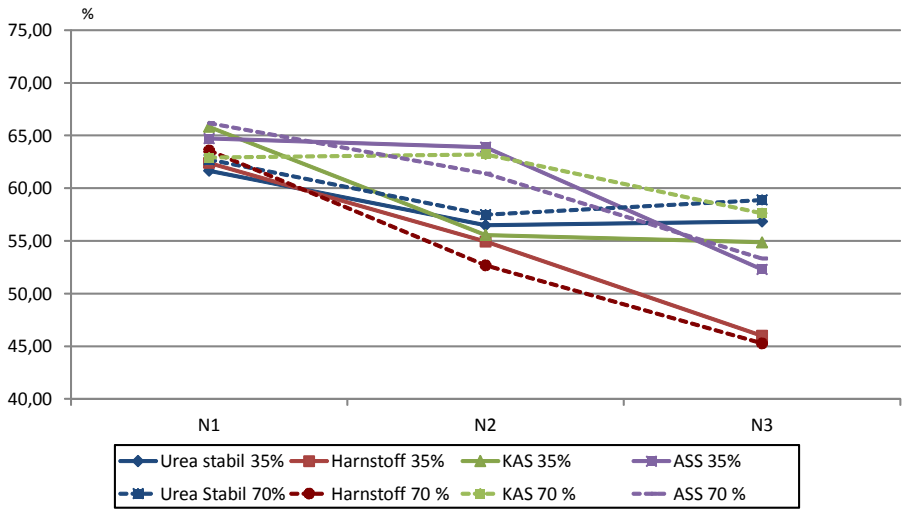


Abb.: Einfluss verschiedener N-Formen in unterschiedlichen N-Mengen bei unterschiedlichem Wasserangebot auf die N-Ausnutzung

Ertragsermittlung vom Grünland mittels manueller Schnittprobe

Koehler, B. (Poing), Thurner, S. (Freising), Diepolder, M. (Freising), Spiekers, H. (Poing)

Zur Verbesserung der Effizienz in der Futterwirtschaft sind Informationen über die Masse- und Nährstoffströme von grundlegender Bedeutung. Insbesondere vom Grünland ist die Erfassung der Erträge sowohl für den Landwirt als auch für die Aussagefähigkeit von Bilanzierungsmethoden entscheidend. Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben“ an der LfL wird eine mehrjährige Ermittlung und Analyse der Stoffströme an fünf Betrieben durchgeführt und verschiedene Methoden zur Ertragsermittlung vom Grünland untersucht. Dabei wurde eine Ertragsermittlung mittels Schnittprobe mit den Erträgen aus den Gesamtwiegungen an der Fuhrwerkswaage verglichen. An ausgewählten Schlägen der Betriebe wurden zu allen Schnitten bis maximal 2 Tage vor dem Mahdtermin mit Hilfe einer Rasenkantenschere manuelle Schnittproben (7 x 1 m² pro Schlag) vom Aufwuchs genommen. Bei einer gleichbleibenden Anzahl an Teilproben je Schlag wurden Schläge mit 1 - 14 ha Schlagfläche beprobt. Aus den Teilproben wird der mittlere TM-Ertrag auf Basis des FM-Ertrages und des TM-Gehaltes pro ha ermittelt. Die TM-Erträge mittels Schnittprobe (n = 169) weisen eine erhebliche Streuung gegenüber den Referenzwerten an der Fuhrwerkswaage auf (R^2 = 0,799). Weitere mögliche Faktoren wie Schlaggröße sowie Ernteverfahren (Feldverluste) sind nicht eindeutig zu charakterisieren.

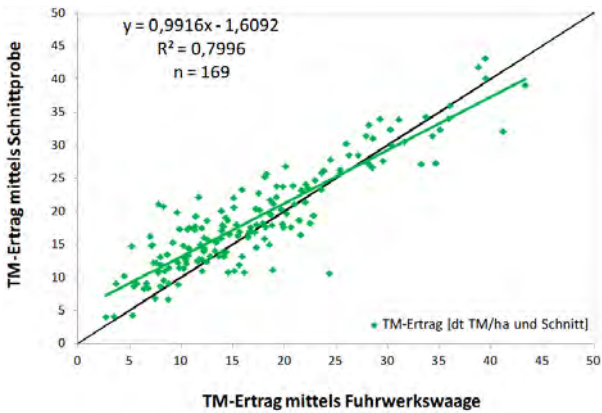


Abb.: Ertragsermittlung vom Grünland mittels einer manuellen Schnittprobe im Vergleich zur Wiegung an der Fuhrwerkswaage auf Schlagebene, an fünf Betriebsstandorten in Bayern, Erhebungszeitraum 2009 - 2011.

Eine Ertragsermittlung auf Schlagebene ist mit der Methode einer Schnittprobe prinzipiell möglich, zeigt aber bei einem eher aufwendigen Verfahren doch einige Unsicherheiten auf. Das Anwendungsgebiet liegt in der Ertragsermittlung im Bestand und in der Ertragsprognose, wobei weiterführend aus Ertragsmodellen noch Zuwächse berücksichtigt werden können. Für die Praxis empfiehlt sich zur Ertrags- und Feuchteermittlung u. a. die Onlinemessung am Feldhäcksler (Köhler et al., 2011).

Köhler, B., Spiekers, H., Diepolder, M., Thurner, S., 2011: Ertragserfassung als Voraussetzung für eine effiziente Grünlandnutzung. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 12, 92-98

Ermöglicht der Klimawandel zwei Ernten im Jahr vom selben Acker?

Flaig, H. (Karlsruhe), Mastel, K. (Außenstelle Rheinstetten-Forchheim)

Die Vegetationszeit hat in Baden-Württemberg in den letzten beiden Jahrzehnten bereits um rund 12 Tage zugenommen. Durch die potentiell längere Zeitspanne zur Ertragsbildung könnten zwei Ernten im Jahr als Marktfrucht möglich sein. Das LTZ Augustenberg hat 2009-2011 in der Rheinebene bei Ettlingen und in Rheinstetten-Forchheim den Anbau früh reifender Sorten von Sommergerste und Mais als Zweitkulturen nach früh räumenden Vorfrüchten (Frühkartoffeln, Wintergerste oder Winterraps) geprüft. Varianten mit optimalen Aussaatterminen für Mais und Sommergerste als Hauptfrucht nach einer Herbstbegrünung mit Senf dienten als Kontrolle. In Forchheim konnte 2011 die Auswirkung zusätzlicher Beregnung untersucht werden.

Die Erträge und Qualitäten der Zweitkulturen, insbesondere von Sommergerste, konnten nicht befriedigen. Gerade in trockenen Phasen im Juni/Juli kann es zu Auflaufproblemen und Wachstumsstockungen der Zweitkulturen kommen, insbesondere wenn die fehlenden Niederschläge über gute Bodenqualität nicht kompensiert werden können. Die wärmeliebende Segetalflora wie Unkrauthirsen gewann z. B. 2010 auf Grund fehlender Herbizide zum Schutz der Sommergerste ungeahnte Dominanz. Gerade nach Wintergerste bestand für Sommergerste ein erheblicher Krankheitsdruck durch Pilzbefall. Rechtzeitiger und ausreichender Pflanzenschutz ist essentiell.

Möglichst frühe Aussaat und Verwendung früh abreifender Sorten sind wichtig, damit ein befriedigender Trockenmassegehalt und -ertrag erzielt werden kann. Daher besteht nach Frühkartoffeln die berechenbarste Chance auf eine hinsichtlich Quantität und Qualität akzeptable Ernte von Zweitfrüchten. Silomais bietet die besten Chance auf einen verwertbaren Ertrag, früh gesät und bei entsprechender Spätsommerwitterung auch Körnermais. Bei Sommergerste kommt die Verwendung als Braugerste nicht in Frage. Tiefgründige Böden mit hoher nutzbarer Feldkapazität bieten bessere Bedingungen als leichte Böden. Auf leichten Böden ist die Beregenbarkeit der Zweitkulturen unabdingbar; es bleibt hier die Frage der Wirtschaftlichkeit.

Bewertung von Energiepflanzen in der Humusbilanz.

Brock, C. (Giessen), Bernert, S. (Giessen), Willms, M. (Müncheberg), Leithold, G. (Giessen)

Die Kennziffern zum Humusbedarf von Kulturpflanzen in den aktuell verfügbaren Humusbilanzmethoden und insbesondere dem Ansatz nach VDLUFA (2004) beruhen im Wesentlichen auf Auswertungen landwirtschaftlicher Dauerfeldversuche. Aufgrund des Fehlens einer solchen Versuchsbasis bzw. von entsprechenden Auswertungen in den wenigen verfügbaren Versuchen liegen allerdings für eine Vielzahl neuer Anbausysteme bislang keine empirischen Daten vor, die eine reproduzierbare Bewertung in der Humusbilanz ermöglichen. Dies gilt auch für Energiepflanzen-Anbausysteme, die in der Praxis stetig an Bedeutung gewinnen.

Vor diesem Hintergrund werden mit dem vorliegenden Beitrag Ergebnisse einer Modellierung von Humusbilanzkoeffizienten für verschiedene Energiepflanzen präsentiert und einer möglichen heuristischen Einordnung der ausgewählten Fruchtarten in das Bewertungsschema nach VDLUFA (2004) gegenübergestellt. Mit der Modellierung konnten plausible Werte ermittelt werden, die allerdings aufgrund der äußerst geringen Datenverfügbarkeit für die Parametrisierung sowie aufgrund der ausstehenden Validierung nur mit größter Vorsicht interpretiert werden können. Besonderer Forschungsbedarf zeichnet sich überdies bei der Bewertung mehrjähriger Kulturen (Topinambur, Durchwachsene Silphie) ab.

VDLUFA (2004): Humusbilanzierung. Standpunkt des VDLUFA. Eigenverlag VDLUFA, Speyer

Die Entwicklung des Düngemitteleinsatzes und der Nährstoffversorgung der Böden sowie die hieraus resultierenden ökologischen Effekte

Brod, H. (Speyer)

Der Einsatz mineralischer und organischer Düngemittel in der Landwirtschaft hat eine lange Tradition. Seit den Arbeiten von Sprengel (1828) und Liebig (1840) ist bekannt, dass die von der Pflanze dem Boden entzogenen Nährstoffen über die Düngung ersetzt werden müssen (Mineralstofftheorie).

Im Verlauf von etwa 100 Jahren hat sich der Handelsdüngerverbrauch in der deutschen Landwirtschaft vervielfacht. Mit der Intensivierung der Tierproduktion stieg ebenfalls der Wirtschaftsdüngereinsatz. Mit der vermehrten Nährstoffzufuhr in den Boden war ein Anstieg der Nährstoffvorräte sowie deren Mobilität und Verfügbarkeit verbunden.

Die düngungsbedingte Nährstoffanreicherung im Boden führte seit den 1980er Jahren vor allem bei N und P zu hohen Bilanzüberschüssen und hieraus resultierend zu Stoffeinträgen in andere Ökosysteme.

Die Zunahme der Kenntnisse über die Nährstoffströme in der Landwirtschaft hat zur Entwicklung einer Vielzahl von Gegenmaßnahmen geführt. Hierzu zählen u. a. ordnungsrechtliche Vorgaben (Düngeverordnung, EG-Düngemittelverordnung, EG-Nitratrichtlinie etc.), Reduzierung der Nährstoffausscheidungen über Fütterungsmaßnahmen, überbetriebliche Verwertung von Wirtschaftsdüngern, verbessertes Düngungsmanagement (teilflächenspezifische Bodenuntersuchung und Düngung, Pflanzenanalyse mittels N-Sensor, Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren, Einführung agrarpolitischer Förderinstrumente (z. B. „Cross Compliance“), Verknüpfung von Agrarumweltprogrammen mit Indikatorsystemen zur betrieblichen Umweltkontrolle und Optimierung (z. B. USL). Als Ergebnis dieser Vielzahl von Maßnahmen ist ein starker Rückgang der Flächenbilanz-Überschüsse bei N und P festzustellen. Der mittlere Saldo der P-Bilanz in der Landwirtschaft hat mittlerweile sogar negative Werte erreicht.

Die Situation der chinesischen Landwirtschaft in Pflanzenproduktion und Viehhaltung im Umkreis von Ballungszentren – ein Reisebericht

Schaaf, H. (Kassel), Philipp, W. (Hohenheim)

Es wird ein Beitrag zu den Düngewohnheiten mineralisch und organisch gegeben, etwas zu den Aufstallungsformen gesagt und die besondere Intensität der Produktion zwecks Ernährung einer grossen Bevölkerungszahl gesagt. Alles wird auch mit einigen Bildern unterlegt.

Nachhaltig optimale Bodenstruktur und praxisnahe Beurteilungskriterien

Heyn, J. (Kassel), Harrach, T. (Gießen), Schneider, M. (Bad Hersfeld), Vorderbrügge, T. (Wiesbaden)

1 Die Bodenstruktur als fragile Ressource

Neben dem Flächenverlust durch Überbauung stellen Erosion und Schadverdichtung das größte Gefährdungspotenzial für Ackerflächen dar. Dabei sind Erosion und Schadverdichtung teilweise ursächlich miteinander verknüpft. Primär hängt die Verdichtungsneigung einer Ackerfläche zwar von deren Standortgegebenheiten Textur und Feuchtezustand ab, dennoch üben Nutzungsart, Bodenbearbeitungssystem und Kulturzustand des Bodens einen größeren Einfluss aus. In der Praxis sind sowohl positive als auch negative Entwicklungstendenzen zu sehen.

2 Bedeutung des Bodengefügezustandes

Die Schaffung und Erhaltung eines optimalen Kulturzustandes des Bodens ist nicht nur im Hinblick auf das Ertragspotenzial von höchster Bedeutung, sondern auch für die Minimierung und Erleichterung des Bearbeitungsaufwandes und nicht zuletzt für den Erhalt der Bodensubstanz und die Vermeidung von Schädigungen, die durch Bodenabtrag entstehen können. Eine nachhaltige, ökologisch und ökonomisch optimierte Bodenbewirtschaftung stellt die hohe Kunst des Ackerbaues dar. Ein Leitbild für das anzustrebende Bodengefüge wird vorgestellt.

3 Wege zum Erreichen eines guten Bodengefügezustandes

Eine Optimierung des Bodengefüges lässt sich im Wesentlichen auf 2 Wegen erreichen: durch eine angepasste Bodenbearbeitung und durch Förderung der biologischen Aktivität, insbesondere der Regenwurmtätigkeit, wobei Letztere vor allem durch eine angepasste, am besten in Häufigkeit und Eingriffstiefe reduzierte Bodenbearbeitung verbessert wird. Beide Wege werden im Vortrag näher beschrieben.

4 Praxisnahe Gefügebeurteilung

Für den Landwirt ist ein effektives Gefügemonitoring seiner Ackerflächen von großer Bedeutung. Erster Schritt ist die oberirdische Flächenbetrachtung. Insbesondere bei extremer Witterungslage kann der Pflanzenbestand selbst untrügliche Hinweise auf den Bodenzustand liefern. Weitere Auskunft gibt die horizontweise vorzunehmende Spatendiagnose, am besten durch Vergleich von guten und schlechten Teilflächen. Hierzu wird auf die wichtigsten Beurteilungskriterien eingegangen. Auf die verschiedenen existierenden Anleitungsmethoden wird hingewiesen.

Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Ertrag und physikalische Bodeneigenschaften

Kahle, P. (Rostock), Lehmann, E. (Gülzow)

Zwischen dem traditionellen Pflügen als stärksten Eingriff in das Bodengefüge und der Direktsaat, ohne jegliche Bearbeitung, gibt es eine breite Spanne aufwandsgeminderter Verfahren. Die Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitungsintensität sollten bekannt sein, um zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Ressource Boden zu gelangen. Mit der vorliegenden Untersuchung soll geprüft werden, ob und inwieweit der mehrjährige Einsatz unterschiedlicher Bodenbearbeitungsverfahren zur Differenzierung der Erträge und der physikalischen Bodeneigenschaften beiträgt. Versuchsbasis bildet ein seit 2006 am Standort Dummerstorf (Mecklenburg-Vorpommern) durchgeführter Feldversuch mit 8 Bodenbearbeitungsvarianten.

Für die bodenkundlichen Untersuchungen wurden die Varianten Direktsaat, pfluglos flach (10 cm tief), pfluglos tief (20 cm tief) und Pflug (25 cm tief) ausgewählt. Je Bearbeitungsvariante wurde ein Bodenprofil angelegt und in 5 vertikale Tiefenstufen (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm und 40-50 cm) gegliedert. Parameter der bodenphysikalischen Untersuchung waren die Trockenrohdichte, das Porenvolumen, der Wasser- und Luftvolumenanteil, die Wasserretention und der Eindringwiderstand.

Der über 5 Jahre unter den Standortbedingungen der jungpleistozänen Moränenlandschaft Mecklenburg-Vorpommerns durchgeführte Praxisversuch zeigt, dass der Verzicht auf regelmäßiges Pflügen nicht mit Ertragsminderungen verbunden sein muss. Sowohl eine jährlich tiefe als auch eine jährlich flache pfluglose Bearbeitung führten zu Ertragsgleichheit, wobei einzelne Fruchtarten differenziert reagierten. Raps nach Weizen und Weizen nach Raps können problemlos pfluglos bestellt werden. Es deuten sich sogar Ertragsvorteile gegenüber dem regelmäßigen Pflugeinsatz an. Bei Weizen in Selbstfolge hat der Pflug zweifellos Vorteile. Bei pflugloser Stoppelweizenbestellung sind solche Grundregeln zu beachten, wie Einarbeitung der Erntereste in den Boden, Vermeidung von Frühsaaten oder der Anbau geeigneter resistenter Sorten. Nach Direktsaat gelang es überwiegend nicht, zufriedenstellende Pflanzenbestände zu etablieren.

Im Hinblick auf die bodenphysikalischen Eigenschaften ergaben sich deutliche Differenzierungen in Abhängigkeit von der Eingriffsintensität und -tiefe. Konventionelles Pflügen bewirkte erwartungsgemäß eine Auflockerung des Oberbodens sowie abnehmende Wasser- und zunehmende Luftvolumenanteile. Die Direktsaat zeichnete sich durch vergleichsweise geringe und über die Tiefe allmählich verlaufende Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften aus, ohne dass sich bislang ungünstige Verhältnisse für das Pflanzenwachstum einstellten. Bei der Auswahl geeigneter Bodenbearbeitungsvarianten sollten neben wirtschaftlichen zunehmend auch ökologische Aspekte berücksichtigt werden, um den wachsenden Anforderungen an Boden- und Wasserschutz zu genügen.

Nachhaltige Landnutzung hinsichtlich C, N, P, (S) in Deutschland bis 2020 unter Berücksichtigung nationaler Emissionsinventare und Nachhaltigkeitsindikatoren als Bestandteile der Nachhaltigkeitsstrategie von Deutschland (2002)

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

C, N, P (S) sind einerseits unentbehrliche Nährstoffe für Pflanze, Tier und Mensch, andererseits gefährden deren Emissionen an reaktiven Verbindungen im Übermaß auch deren Lebensqualität und Existenz. Entsprechend geben die **nationalen Emissionsinventare von Deutschland** Auskunft über Ausmaße und Entwicklungen dieser überwiegend anthropogen bewirkten Emissionen, wie z. B. die „Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2009 (VTI-Sonderheft 342/2011)“ und entsprechend dem „Nationalen Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2009 (UBA-Texte 11/2011)“. Nachhaltige Wirtschaftsweisen definierter Lebensbereiche sind einerseits stets systemar zugleich für alle Teilsektoren zu bewerten, schließen hier also z. B. zwingend für den Bereich Ernährung die Landwirtschaft mit Pflanzen- und Tierernährung, Humanernährung sowie entsprechender Abwasser- und Abfallwirtschaft ein. So erreichen z. B. aktuell (2004/2007) den Teller mit 4,4 kg N/E·a bzw. 0,46 kg P/E · a nur noch 8 bzw. 10 % vom in der Landwirtschaft eingesetzten N bzw. P mit 52 bzw. 4,4 kg/E·a. Andererseits gilt diese Forderung auch integriert simultan für C-, N-, P- (S)- Emissionsbewertungen und multimedialen C-, N-, S-Emissionsminderungsstrategien unter Ablehnung von „filetiertem“ Umweltschutz. Diesem Anspruch müssen andererseits auch die **an Schutzzielen orientierten Nachhaltigkeitsindikatoren** zugleich aus ökologischer (➔ Konsistenz), sozialer (➔ Suffizienz) und u. a. auch deshalb aus ökonomischer (➔ Effizienz) Sicht gerecht werden. Nur die solchermaßen an den kritischen C-, N-, P- (S-)-Eintragskonzentrationen und –raten der naturnahen Ökosysteme orientierten Emissionen und Überschusssalden entsprechend ca. jeweils den 2fachen Hintergrundwerten, ferner an der Bedarfsorientiertheit von Konsumtion hinsichtlich gesunder Ernährung und entsprechender Produktion unter Wahrung des Ressourcenschutzes sowie an der Einkommensauskömmlichkeit des Produzenten bewerteten Nachhaltigkeitsindikatoren sind geeignet und haben sich zudem auch langfristig bewährt. Hier geht dies z. B. aus den Inhalten von ca. 180 Publikationen von BNLA/BNELK zu dieser Thematik im Zeitraum 1994-2012 hervor. An Einzelbeispielen werden diese Sachverhalte mit aktuellen Daten erläutert und angesichts der Notwendigkeit zur Novellierung der Düngeverordnung (2007) auch betriebstypisch konkretisiert. Da sich die Emissionen an reaktivem C, N, P (S) der Landwirtschaft sowie auch diese Nachhaltigkeitsindikatoren und ihre Zielsetzungen im Zeitraum 1990-2009 nicht wesentlich verändert haben, ergeben sich bis 2020 auch weiterhin **notwendige Emissionsminderungen** hinsichtlich ihrer versauernden und eutrophierenden Auswirkungen von 60-80 % sowie ihrer Klimarelevanz von >80 %. - Diese unabdingbaren und weit reichenden Minderungsziele können auch hinsichtlich des Ressourcenschutzes (Konsistenz) ursächlich und hinreichend im Wesentlichen nur durch bedarfsorientierte Konsumtion insbesondere an tierischen Nahrungsmitteln auch auf der Grundlage der Nachhaltigkeitsindikatoren einer gesunden Ernährung erreicht werden (Suffizienz), im Ausmaß nur noch flankierend begleitet durch technische Maßnahmen zu weiteren Emissionsminderungen (Effizienz). Die Einkom-

mensauskömmlichkeit des Produzenten (Landwirt) obliegt dann der Steuerpolitik hinsichtlich der Erzielung preiswerter Nahrungsmittel, versehen mit entsprechenden Produktionsauflagen für die Landwirtschaft.

PFT-Gehalte in hessischen Klärschlämmen und Bioabfällen – Ergebnisse von Untersuchungen im Rahmen des Vollzugs der Düngemittelverkehrskontrolle

Schaaf, H. (Kassel), Stahl, T. (Wiesbaden), Falk, S. (Wiesbaden), Schäfer, J. (Kassel), Georgii, S. (Wiesbaden)

Die Ergebnisse und Prüfwerte von 120 Proben aus den Jahren 2009 bis 2011 werden statistisch aufbereitet, nach Percentilen ausgewertet und nach der Anzahl der GW-Überschreitung gemäß DüMV bewertet.

Water requirements of maize crop as affected by soil moisture depletion and water table level

Saffan, M. (Kafr-El-Sheikh)

The experiment was conducted during two successive seasons 2010-2011 under cropping maize at middle northern part of the Nile Delta. The aim of investigation was to study the response and water relations of maize plants to soil moisture depletions (SMD) by 40 , 50 and 65 % of available water as subplots with the interaction of main plots for three ground water table levels (shallow “near canal” ,middle “midway” , deep “near drain”).

Quantities of irrigation water in both seasons, as affected by soil moisture depletions, were in the sequence of 50 % SMD >65 % SMD >40 % SMD. Water consumption (ETc) of maize crop in the first season recorded the highest values in the order of 40 % SMD >50 % SMD >65 % SMD, while the sequence in the second season was differed to be 50 % SMD >40 % SMD >65 % SMD. In the same time, water table level observed a positive effect on the water consumption of the crop for the two growing seasons, in which ETc was higher as the water table level was closer to the root zone. Therefore, ETc values had the arrangement of high water table > midway ≥ low water table.

Crop coefficient (Kc) increased with increasing plant growth and reached the maximum at mid season, then dropped in maturity stage. Otherwise, Kc increased with increasing irrigation intervals as well as water table level in both growing seasons. Hence, Kc by 40 % SMD was the highest one as the result of the short irrigation intervals, followed by Kc using 50 % SMD and then Kc by 65 % SMD had the lowest one. Water use efficiency (WUE) and water applied use efficiency (WAUE) had a parallel trend in the two growing seasons as affected by SMD ratios and water table levels . Hence , they recorded the sequence of 50 % SMD >40 % SMD >65 % SMD at the first season , whereas the trend had a little bit difference in the second season to be 40 % SMD >50 % SMD >65 % SMD . Results of WUE and AWUE were completely reflected on the net income for each water unit, which found to be the highest in the first season using irrigation by 50 % SMD and by 40 % SMD in the second season.

Auswirkung der Trocknungsintensität bei der Probenvorbereitung von Silagen auf den Gehalt der Gärsäuren und das Gärsäurespektrum sowie deren Einfluss auf den Biogas- und Methanertrag

Pietschmann, S. (Jena), Petzold, S. (Jena), Hengelhaupt, F. (Jena), Gödeke, K. (Jena)

Bei der Trocknung von Silagen gehen flüchtige Substanzen, wie beispielsweise einige freie Fettsäuren und Alkohole, verloren. Dadurch kommt es je nach Stoffgehalt in der Silage zu einem eventuell nicht unerheblichen Gewichtsverlust der Probe und somit zu einer falschen Einschätzung des TS-Gehaltes. Dies ist schon seit längerem bekannt und somit ist in der Futtermittelanalyse die Korrektur des TS-Gehaltes eine weithin anerkannte Praxis. In Folge des Einsatzes von Silagen als Substrat für die Vergärung in Biogasanlagen wird auch hier die Forderung nach einer wissenschaftlichen Einschätzung der Auswirkung auf diese Verluste an Gärsäuren bei der Trocknung unterschiedlicher Silagen immer stärker.

In dem vorliegenden Versuch wurde siliertes Pflanzenmaterial von acht Maisproben, vier Weidelgrasproben, vier Sudangrasproben, einer Topinambur-Knolle-Probe und einer Dauergrünlandprobe in Hinblick auf den Verlust an Gärsäuren und Alkoholen bei der Trocknung und die darauffolgenden Auswirkungen auf die Vergärbarkeit und das Biogas- und Methanpotential untersucht. Getrocknet wurde ein Teil Frischmasseprobe hierbei jeweils bei 60 °C für 24 h und ein Teil dieser Probe danach bei 105 °C für 4 h. Folglich summiert sich die Probenanzahl auf insgesamt 54 Proben. Das Gärsäurespektrum wurde in Anlehnung an Versuche von Weißbach und Strubelt (2008) beschränkt, auf die Gehalte an Ethanol, Essigsäure, Propionsäure, Isobuttersäure, Buttersäure, Isovaleriansäure, Valeriansäure und Capronsäure die somit quanti- und qualifiziert wurden.

Die Analyse der Gärsäuren erfolgte durch einen wässrigen Aufschluss der Proben und der nachfolgenden Messung des Extrakts mittels Gaschromatographie.

Dieselben ursprünglichen Proben wurden sowohl im frischen Zustand als auch in den unterschiedlichen Trocknungsstufen mittels Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) auf die Methanausbeute und den Biogasertrag geprüft. Somit werden unmittelbare Zusammenhänge erkennbar.

Die Untersuchung dauert zur Zeit noch an. Es werden aussagekräftige Ergebnisse zur Präsentation erwartet.

Bodenwasserhaushalt bei konservierender Bodenbearbeitung als Baustein der Nachhaltigkeit

Flaig, H. (Karlsruhe), Schickler, J. (Rheinstetten-Forchheim)

An fünf Standorten in Baden-Württemberg wurden im Jahr 2011 Böden auf ihren Wassergehalt untersucht, die bereits 16 Jahre mit den Bodenbearbeitungsverfahren Pflug, Mulchsaat oder Direktsaat bewirtschaftet worden waren. Mobile TDR-Sonden erfassten die Bodenfeuchte von Mitte Juni bis in den Oktober hinein wöchentlich in vier Tiefenstufen. An zwei Standorten kamen zusätzlich stationäre FDR-Sonden in zwei Tiefenstufen zum Einsatz.

Ein Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Bodenfeuchte ist in der projektbedingt kurzen Messperiode zumindest auf den meisten Standorten nicht sicher nachzuweisen. An den niederschlagsreicheren und kühleren, aber auch an flachgründigen Standorten ließen sich keine signifikanten Unterschiede messen. Lediglich die wärmeren und trockeneren Standorte in Dossenheim und Efringen-Kirchen zeigen Ansätze einer Differenzierung der Bodenfeuchte, allerdings ergibt sich auch hier kein einheitliches Bild.

In Efringen-Kirchen – unter Mais – deuten sich höhere Bodenfeuchten der Direktsaatflächen in den oberen 40 cm und im Wasservorrat an, sind aber aufgrund der Variabilität innerhalb der gleichen Parzelle nicht eindeutig zu belegen. Möglicher Einflussfaktor ist neben der Mulchdecke auch die verzögerte Entwicklung der Kulturen auf den Direktsaatparzellen mit Einfluss auf die Transpiration. Wenn in Dossenheim Auswirkungen auf den Wassergehalt gemessen werden konnten, dann lediglich unterhalb von 50 cm und zumeist ohne Pflanzenbestand (Weizen nur bis Anfang Juli). Bei der Ermittlung des Wasservorrats im Solum macht sich dies bereits nicht mehr bemerkbar. Dennoch schnitt Winterweizen in Dossenheim im Versuchsjahr 2011 – mit seiner außergewöhnlichen Trockenheit in Frühjahr und Frühsommer – auf der Direktsaatparzelle hinsichtlich Ertrag und Qualität am besten ab. Erklärungsversuche und Vorschläge, wie ein künftiges detailliertes und mehrjähriges Messprogramm an ein oder zwei Standorten aussehen könnte, schließen das Poster ab.

Bodenwasserhaushalts-Indikator für das Land Brandenburg zur Beobachtung klimainduzierter Bodengefährdungen

Schleier, C. (Eberswalde), Bartsch, R. (Eberswalde), Schultz-Sternberg, R. (Eberswalde), Ritschel, J. (Potsdam)

Eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung muss auch eine standortangepasste Nutzung des Bodens berücksichtigen. Die prognostizierten Klimaänderungen, wie erhöhte Temperaturen und die Umverteilung von Niederschlägen, können in Deutschland und besonders in Brandenburg zu gravierenden Folgen für die Bodennutzung führen. Um eine nachhaltige Nutzung auch in Zukunft zu gewährleisten, ist es notwendig die klimainduzierten Veränderungen und daraus resultierende Gefährdungen zu beobachten. Deshalb ist im Rahmen des Projektes „Brandenburg spezifische Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) sowie Zusammenstellung von aussagefähigen Wirkungs- und Alarmschwellen“ ein Bodenwasserhaushalts-Indikator entwickelt worden.

Der Indikator beschreibt kritische Frühjahrstrockenheiten für Winterroggen auf grundwasserfernen Ackerstandorten. Frühjahrstrockenheit beeinflusst bereits aktuell die landwirtschaftliche Nutzung in Brandenburg. Winterroggen stellt eine der wichtigsten angebauten Fruchtarten in Brandenburg dar, ist trockentolerant und lässt sich nicht einfach durch andere Fruchtarten ersetzen.

Der Indikator ermittelt die tägliche Veränderung des Bodenwasservorrates für den Zeitraum vom 01. April bis 30. Juni für unterschiedliche Bodenarten. Anschließend wird die Anzahl der Tage ermittelt, an denen der Bodenwasservorrat unter für die Wasserversorgung des Winterroggens kritische Werte sinkt. Für diese Bereiche sind Schwellenwerte definiert worden.

Dazu wird ein Ausgangs-Bodenwasservorrat bestimmt, indem bodenartspezifische Werte der nutzbaren Feldkapazität (nFK) der Literatur entnommen und der Sättigungsgrad zu Beginn der Vegetationsperiode festgelegt werden. Tageswerte von Niederschlag, Minimum-, Maximum- und Mitteltemperatur werden herangezogen, um die Veränderung des Bodenwassergehaltes über eine Bilanzierung von zugeführten Niederschlägen und Evapotranspiration zu berechnen. Es wurde ein einfacher Ansatz der Berechnung der potenziellen Evapotranspiration nach Hargreaves gewählt. Eine Anpassung der potenziellen Evapotranspiration erfolgt über Minderungsfaktoren während Trockenphasen.

Als kritische Werte für die Wasserversorgung von Winterroggen sind das Unterschreiten von 30 % nFK und das Erreichen von 0 % nFK (vollständiges Austrocknen) definiert worden. Es werden für jedes Jahr die Anzahl der Tage ausgegeben, an denen diese Werte unterschritten bzw. erreicht wurden. Die Schwellenwerte wurden nach Auswertung von Daten von 11 Stationen für den Zeitraum von 1980 bis 2010 mit 45 Tagen (30 % nFK) und 10 Tagen (0 % nFK) festgelegt.

Der Indikator liefert eine einfach umsetzbare Methode für ein Klimamonitoring. Der modulare Aufbau ermöglicht die einfach Umsetzung von Anpassungen und genaueren Berechnungen, wenn weitere klimatische Eingangsgrößen verfügbar sind.

Charakterisierung der Eigenschaften von Gärresten aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Mumdey, A. (Jena), Zorn, W. (Jena), Reinhold, G. (Jena)

Problemstellung: Die zunehmende Erzeugung von Biogas in landwirtschaftlichen Biogasanlagen (BGA) hat eine deutliche Veränderung beim Anfall von Wirtschaftsdüngern und Einsatz in der Pflanzenproduktion zur Folge. In Thüringen werden zurzeit in 226 Biogasanlagen ca. 65 % der anfallenden Rindergülle und 38 % der Schweinegülle anaerob fermentiert und in ihren Eigenschaften verändert. Ausgehend von steigendem Anfall an Gärresten ist eine genaue Kenntnis über der Substrate hinsichtlich TS-Gehalt, Makro- und Mikronährstoffen erforderlich, um einen sachgerechten Einsatz als Wirtschaftsdünger zu gewährleisten.

Material und Methoden: Zwischen 2004 bis 2012 erfolgten in Thüringen in insgesamt 163 BGA Probenahmen aller Eingangssubstrate und der Gärreste. Ziel war die chemische und mikrobiologische Analyse und Beurteilung der eingesetzten Biogassubstrate sowie des anfallenden Gärrests. Dabei wurden ca. 600 verschiedene Substrat- und Gärrestproben auf TS-, oTS-, C_t-, Nährstoff- und Schwermetallgehalte, pH-Wert, Fettsäurewerte und teilweise auf Keimbelastung untersucht. Anlagenkonkret erfolgte über die Berechnung der Biogaserträge und Gärrestmengen ein Vergleich zu den gemessenen Gärrestkennwerten.

Ergebnisse: In den Thüringer Biogasanlagen werden Wirtschaftsdünger (73 %), nachwachsende Rohstoffe (24 %) und vereinzelt Abfälle eingesetzt. Aus den Analysenergebnissen wurden für die eingesetzten Materialien Substratdatenblätter mit mittleren TS- und Nährstoffgehalten, Fettsäurewerten sowie mikrobiologischem Status erstellt. Die Gärresteigenschaften unterscheiden sich erheblich in Abhängigkeit vom eingesetzten Substrat. Für einige Parameter treten immer die gleichen Eigenschaftsänderungen auf (Tabelle).

Tab.: Vergleich der Eigenschaften der errechneten Substratmischung und der Gärreste

Parameter	Einheit	Substrat		Gärrest	
		Mittelwert	s %	Mittelwert	s %
TM	% in FM	13,4	39 %	5,8	29 %
oTS	% der TM	81,5	5 %	71,8	7 %
NH4-N	% Nt	41,6	38 %	68,9	21 %
C:N	--	12	33 %	5,4	30 %
S	% in FM	0,06	34 %	0,04	78 %
P	% in FM	0,10	41 %	0,08	31 %
K	% in FM	0,32	27 %	0,30	27 %
Mg	% in FM	0,08	35 %	0,06	33 %
pH	--	6,89	7 %	7,71	3 %

Weiterhin wurden Gruppierungen für die einzelnen Substrate erstellt. Dabei wurde festgestellt, dass durch erhöhten Anteil an Wirtschaftsdüngern das C/N-Verhältnis geringer wird und die Verweilzeit reduziert werden kann. Aufgrund der der unterschiedlichen Mischsubstrate ist jedoch kein dominanter Einfluss der verschiedenen Gruppen erkennbar.

Einfluss der Unterfußdüngung auf die Biomasseentwicklung, die N-Aufnahme, die Wurzelverteilung und die Qualität von Kartoffeln

Fichtner, B. (Freising), Kellermann, A. (Freising), Schmid, H. (Freising), Ebertseder, T. (Freising)

Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss der Unterfußdüngung auf Biomasseentwicklung, N-Aufnahme, Wurzelverteilung und Qualität von Kartoffeln zu quantifizieren. Zu diesem Zweck wurde ein praxisnaher Versuch mit der Sorte Agria angelegt. Es wurde der Unterschied zwischen breitflächiger Einmischung des Düngers in den Damm und einer bandförmigen Ablage unterhalb der Saatknolle untersucht. Dabei wurden die unterschiedliche Grünfärbung, Biomasseaufwuchs, Stickstoffgehalte und die Wurzelverteilung an mehreren Terminen begutachtet. Zudem wurden die Erträge ermittelt und die Knollenqualität sowie Speise- und Veredelungseigenschaften überprüft.

So zeigten sich bei platzierter Düngung eine höhere Stickstoffaufnahme, eine höhere Stickstoffmenge und höhere Frischmasseerträge von Kraut und Knollen. Bei den Grabungen der Wurzelprofile konnte die Lage des Düngerbandes deutlich gemacht werden. Während der gesamte Dammbereich nach breitflächiger Dünung gleichmäßig durchwurzelt war, zeichnete sich die Unterfußdüngung durch eine Konzentration des Wurzelwachstums im Bereich des Düngerbandes aus.

Zwischen den beiden Varianten konnten keine signifikanten Ertragsunterschiede festgestellt werden. Bei der Bonitur der Knollen konnte aber ein höherer Stärkegehalt nach breitflächiger Düngung festgestellt werden. Durch platzierte Düngung ließ sich der Anteil übergroßer Knollen reduzieren und die Anteile mittlerer Sortierung erhöhen.

Damit einhergehend konnte auch die Anzahl an hohlherzigen Knollen reduziert werden.

Entwicklung der Betriebsbilanz auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof 1993-2006

Sommer, H. (Frankenberg)

Die Stärken des ökologischen Landbaus beruhen nach Ridaki und Kolbe (1997) auf der Betonung weitgehend geschlossener betrieblicher Stoffkreisläufe, wodurch eine Schonung der Umwelt und der Ressourcen erfolgt.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Eignung von Betriebsbilanzen als Nachhaltigkeitsindikator zur Einschätzung des betrieblichen Stoffkreislaufes eines landwirtschaftlichen Betriebes zu überprüfen. Untersucht wurde die Entwicklung der Betriebsbilanzen auf dem Lehr- und Versuchsbetriebe Gladbacherhof im Zeitraum 1993-2006. Der Betrieb wurde im genannten Zeitraum intensiviert, dies kommt durch eine Erhöhung des Viehbesatzes von 0,5 GV ha LF^{-1} auf 1,1 GV ha LF^{-1} zum Ausdruck. Der wachsende Bedarf an Futter wurde teilweise durch Futterzukauf gedeckt.

Die Intensivierung des Betriebssystems hat zu einer Öffnung des Stoffkreislaufes geführt, was sich am Beispiel der N-Betriebsbilanz deutlich nachweisen lässt. Ihr anfänglicher Saldo im Bereich von 25 kg N ha LF^{-1} stieg während des Untersuchungszeitraumes um jährlich 1,5 kg N ha LF^{-1} an und schloss am Ende mit +43 kg ab. Die vollständigen N- Betriebs-(= Hoftor)-bilanzen sind bei Sommer (2010) aufgeführt.

Der N-Saldo der Hoftorbilanz war während des ersten der drei Untersuchungsabschnitte (`93-`97, `97-`02, `02-`06) positiv. Die Salden stiegen hier bereits leicht an. Mit Beginn des zweiten Untersuchungsabschnittes wurde der Hoftor-N-Saldo mit 30 kg N ha LF^{-1} bilanziert, sank jedoch im Verlauf der nächsten drei Untersuchungsjahre auf ein Niveau von 20 kg N ha LF^{-1}, um schließlich verhältnismäßig stark auf 60 kg N ha LF-1anzusteigen.

Bleken et al. (2005) konnten nachweisen, das eine Intensivierung der Milchproduktion steigende Umweltbelastungen zur Folge hat. Sie sind nahezu immer auf im Verhältnis zum Nährstoffexport größere Nährstoffimporte in das System zurückzuführen (vgl. Cederberg et al., 2000, Bakken et al., 2005). Auch in der vorliegenden Untersuchung sind die steigenden Salden der Hoftorbilanzen Beleg dafür, dass durch die Erhöhung der Viehzahl langfristig mehr Nährstoffe in das Betriebssystem importiert als exportiert wurden.

Ertragsreaktion von verschiedenen Zweitfrüchten zur Biogasproduktion in Abhängigkeit vom Saattermin nach Erstfrucht Grünroggen und Roggen-Ganzpflanzensilage

Kern, A. (Freising), Priglmeier, S. (Moosburg), Zellner, F. (Moosburg), Ebertseder, T. (Freising)

Die immer weiter steigende Anzahl an Biogasanlagen und Verknappung landwirtschaftlicher Nutzflächen in Deutschland erfordert eine Optimierung der Energiegewinnung. Eine Möglichkeit besteht in der effektiven Gestaltung des Energiepflanzenanbaus durch ein Zweikultur-Nutzungssystem. In diesem Anbausystem werden eine winterannuelle Erstkultur und sommerannuelle Zweitkultur in einem Jahr geerntet und in der Biogasanlage vergoren.

Auf der Versuchsstation der Saaten Union GmbH in Bayern (Standort Moosburg: 440 m über NN, 7,7 °C mittlere Temperatur, 800 mm Niederschlag) wurden nach der Erstfrucht Winterroggen (Ernte: Mai bzw. Juni) verschiedene Sommerungen in vier verschieden Saatzeiten von Anfang Mai bis Mitte Juli gesät. Die daraus resultierende Reaktion der Trockenmasseerträge sowie Trockensubstanzgehalte der Zweitkulturen wurden in den Erntejahren 2008, 2009 und 2010 analysiert und bewertet.

Die Trockenmassebildung sowie Trockensubstanzgehalte der Zweitkulturen reagierten deutlich unterschiedlich in Bezug auf den Saattermin und der Kulturart. Silomais ist nach den Ergebnissen des Versuchs im Zweikulturnutzungssystem zu bevorzugen. Seine Vorteile lagen in dem hohen Ertragspotential (Sorte ‚Supresto‘ S220, 2008: 210 dt ha^{-1} TM) und Trockensubstanzgehalte von meist über 30 %. Die Sorghumsorten ‚Goliath‘ und ‚Hercules‘ lieferten ebenso vergleichbare Erträge, jedoch war die Silierbarkeit von Sorghum durch einen meist höheren Wassergehalt nicht immer gegeben. Mit zunehmend verzögerter Saat reagierten beide Kulturarten mit einem signifikanten Ertragsrückgang. Der Mais ‚Supresto‘ erzielte zur Saat Ende Juni bzw. Anfang Juli in 2009 nur noch 110 dt ha^{-1} TM und in 2008 lediglich 80 dt ha^{-1} TM.

Die Sommergetreidearten Gerste, Weizen, Triticale und Hafer konnten mit dem Ertragspotential der C4-Pflanzen nicht mithalten. In 2008 erreichte keine dieser Sommerungen mehr als 100 dt ha^{-1} TM. Durch die Verschiebung der Saatzeit ließen sich keine statistisch abgesicherten Schwankungen ableiten. Die Saat Ende Juni bzw. Mitte Juli tendierte zu einer Verbesserung der Ertragssituation. Für die Jugendentwicklung spielte die Tageslänge eine wichtige Rolle. Während die spät gesäten Bestände von den kürzer werdenden Tagen profitieren, war die Frühsaat mit zögerlicher Jugendentwicklung verbunden. Nicht zu unterschätzen war die Anfälligkeit der Getreidearten für Pilzkrankheiten. Die kranken Bestände reiften zu schnell ab und verursachten bei der Sommergerste ‚Simba‘ in 2009 Trockensubstanzgehalte von 45 % bis 50 %.

Eine Grasuntersaat im Getreide bewirkte insbesondere im kühleren und feuchteren Jahr 2010 signifikant hohe Erträge, in den Jahren zuvor brachte die Untersaat keine abgesicherten

Mehrerträge. Die Weidelgrasuntersaat im Mais war bis auf den Erosionsschutz nicht von Vorteil, da das Gras mit dem Mais um Wasser und Nährstoffe konkurrierte.

Zusammengefasst hat das Zweikultur-Nutzungssystem auf Standorten mit optimaler Wasserversorgung ein hohes Ertragspotential. Dabei ist Mais nach wie vor am besten für dieses Anbausystem, aber nur in einer sehr frühen Saat (Anfang Mai) geeignet.

Mineralische und organische Düngung in Dauerversuchen - Wirkung auf Erträge, Boden und N-Bilanz

Grunert, M. (Nossen), Albert, E. (Nossen)

Zur Aufklärung von Langzeiteffekten einer differenzierten Düngung auf Ertragsleistung und Bodeneigenschaften sind Dauerdüngungsversuche unverzichtbar. In einem 1966 auf zwei Standorten in Sachsen (Methau und Spröda) angelegten zweifaktoriellen statischen Versuch mit der Fruchtfolge Zuckerrüben, Sommergerste, Kartoffeln und Winterweizen werden die Auswirkungen steigender mineralischer N-Gaben in Kombination mit einer unterschiedlichen organischen Düngung (ohne, 200 dt/ha Stallmist bzw. 50 dt/ha Stroh) auf Ertrag, Humusgehalt, N-Bilanz, N_{min}-Vorrat und verfügbare P- und K-Gehalte des Bodens untersucht.

Im Versuchszeitraum von 1966 bis 2010 führten im Mittel steigende N-Gaben zu deutlichen Mehrerträgen, wobei die Stallmistvarianten stets die höchsten Erträge aufwiesen. Dieser positive Ertragseffekt blieb auch bei sehr hoher mineralischer N-Zufuhr mit allerdings unterschiedlicher Reaktion der angebauten Fruchtarten erhalten. Vor allem bei Kartoffel und Zuckerrübe wirkte Stallmist stark ertragsfördernd, während bei Winterweizen und Sommergerste die entsprechenden Mehrerträge wesentlich geringer ausfielen. Mit steigender mineralischer N-Düngung nahm bei allen Fruchtarten der auf Stallmist beruhende Mehrertrag grundsätzlich ab.

Die Humusgehalte nahmen auf beiden Standorten im Laufe der Versuchsdurchführung deutlich ab. Sie wurden bei unterlassener organischer Düngung nahezu halbiert. Bei Stallmistzufuhr konnten die Ausgangsgehalte nicht aufrecht erhalten werden, aber sie liegen gegenüber unterlassener organischer Düngung auf deutlich höherem Niveau. Die von der Strohdüngung ausgehende Wirkung auf den Humusgehalt war vergleichsweise schwach. Als Gründe für den Humusabbau werden der hohe Hackfruchtanteil in der Fruchtfolge, die hohen Humusausgangsgehalte und der Temperaturanstieg gesehen. Unter den Versuchsbedingungen wurde mit leicht negativen bis leicht positiven N-Bilanzsalden Höchsterträge realisiert.

Die N_{min}-Gehalte vor Winter nahmen mit steigendem N-Einsatz zu und zeigten eine ausgeprägte Abhängigkeit zu den N-Salden. Sie lagen bei Stallmistdüngung stets auf höherem Niveau.

Die langjährig differenzierte mineralisch-organische Düngung wirkte sich stark auf die DL-löslichen Gehalte an Phosphor und Kalium des Bodens aus. Die mit Stallmist zugeführten Mengen an P und K hoben im Vergleich zur Strohdüngung bzw. zur reinen mineralischen PK-Zufuhr die pflanzenverfügbaren Bodengehalte deutlich stärker an.

Minimierung von Nitrat-Austrägen und Ammoniak-Emissionen mithilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens in Maisfruchtfolgen

Tauchnitz, N. (Bernburg), Bischoff, J. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg), Wiese, F. (Lückstedt), Rupp, H. (Falkenberg), Meißner, R. (Falkenberg)

Die Streifenbearbeitung (strip-tillage) ist eine für Reihenkulturen geeignete Form der reduzierten Bodenbearbeitung, bei der eine Lockerung des Bodens nur in der zukünftigen Saatreihe erfolgt. Zwischen den gelockerten Streifen bleibt der Boden auf etwa zwei Dritteln der Fläche unbearbeitet und mit abgestorbenem Pflanzenmaterial bedeckt.

Ziel des Projektes ist es, zu untersuchen, inwieweit die Streifenbearbeitung (strip-tillage) zusammen mit Gülleunterflurdüngung (Gülle-strip-till) als ein wirksames erosionsminderndes Bewirtschaftungsverfahren zur Verbesserung der Stickstoff (N)-Effizienz in Maisfruchtfolgen beitragen kann. In diesem Zusammenhang werden gemeinsam mit Praxisbetrieben Versuche unter differenzierten Standortverhältnissen durchgeführt. Ein Schwerpunkt der Arbeiten besteht in der Erfassung von Nitrat(NO_3)-Austrägen über den Dränabfluss und der Quantifizierung der dabei auftretenden gasförmigen N-Verluste.

Das Untersuchungsgebiet (Lückstedt) liegt in der nördlichen Altmark in Sachsen-Anhalt. Es ist mit einem Dränmessfeld zur kontinuierlichen Erfassung von Dränabflüssen ausgestattet. Im Rahmen der geplanten Untersuchungen sollen folgende Bewirtschaftungssysteme miteinander verglichen werden:
Bewirtschaftungssystem I: praxisübliches Anbauverfahren mit intensiver ganzflächiger Bodenbearbeitung und breitwürfiger Gülleausbringung (gemäß DüV Einarbeitung der Gülle innerhalb von 4 Stunden)
Bewirtschaftungssystem II: erosionsminderndes und nährstoffeffizientes Verfahren mit Zwischenfruchtanbau und Gülle-strip-till (Gülleunterflurdüngung, Stabilisierung mit Nitrifikationsinhibitor PIADIN)

Für beide Bewirtschaftungssysteme wird im Feldversuch der Dränabfluss getrennt quantitativ erfasst und analysiert. Dabei ist aufgrund einer kontinuierlichen Aufzeichnung der Mengen und NO_3^--Konzentrationen des Dränabflusses eine zeitlich hoch aufgelöste Bestimmung der NO_3^--Frachten und damit die Quantifizierung des aus der Wurzelzone beider Bewirtschaftungsvarianten verlagerten NO_3^- möglich. Zudem werden parallel zum Feldversuch Untersuchungen in Lysimetern der nahegelegenen Lysimeterstation Falkenberg des Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ mit vergleichbarer Bewirtschaftung, Düngung und Bodenbearbeitung durchgeführt.

Im Poster werden die Versuchsanstellung, Messtechnik sowie erste Untersuchungsergebnisse des Projektes vorgestellt.

N-MASSENBILANZ zur Quantifizierung von N-Umsetzungsprozessen

Finck, M. (Karlsruhe)

Die N-MASSENBILANZ ist ein Bilanzierungsansatz, mit dem die wesentlichen N-Umsetzungsprozesse zwischen Boden und Pflanze auf regionaler Ebene in sich schlüssig abgebildet werden können (Finck, 2010).

Grundlage des Bilanzierungsansatzes ist die Annahme, dass für mineralische Böden ein Gleichgewicht zwischen N-Mineralisierung und N-Immobilisierung besteht, d. h. die N-Mineralisierung aus Humus und Ernteresten der N-Menge entspricht, die in der nicht erntbaren Restpflanze gebunden ist und so dem Boden zugeführt wird. Der Bilanzierungszeitraum reicht von Vegetationsbeginn bis Vegetationsbeginn, d. h. die kulturspezifische Bilanzierung erfolgt für die Vegetationszeit und den anschließenden Herbst-Winter-Zeitraum.

Diese Differenzierung basiert auf Abschätzungen zur Folgekultur unter der Annahme, dass die Kulturartenverteilung (z. B. einer Gemeinde) der des Vorjahres entspricht. Aus den kulturspezifischen Werten für die einzelnen Bilanzglieder werden flächengewichtete Mittelwerte für die Gemeinde ermittelt. Unter Hinzuziehung von Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngermenge können mit Hilfe des MS-Excel-basierten Berechnungsschemas N-MASSENBILANZ folgende mittlere jährliche N-Umsätze quantifiziert werden:
Mineraldüngermenge, im Anwendungsjahr verfügbarer N aus Wirtschaftsdünger, aus Anwendungen in den Vorjahren verfügbarer N aus Wirtschaftsdünger, N-Nachlieferung aus Ernteresten der Vorfrucht, N-Nachlieferung aus Zwischenfrüchten des Vorjahres, N-Abfuhr mit dem Erntegut, N-Bindung in der nicht erntbaren Restpflanze, N-Bindung der Winterungen im Herbst-Winterzeitraum, N-Aufnahme durch Zwischenfrüchte, N-Überschuss.

Der mittlere N-Überschuss eines Gebietes (z. B. Gemeinde) nach N-MASSENBILANZ entspricht der einfachen N-Flächenbilanz (N-Zufuhr über Düngung minus N-Abfuhr mit Ernteresten). Da mit der N-MASSENBILANZ aber die wesentlichen N-Umsetzungsprozesse differenziert und quantifiziert werden können, stellt diese einen sinnvollen ergänzenden Bilanzierungsansatz dar.

Optimierung der nachhaltigen Biomassebereitstellung von repräsentativen Dauergrünlandtypen für die Biogasproduktion GNUT-Biogas

Schmidt, F. (Jena), Gödeke, K. (Jena), Hochberg, H. (Jena)

Das FNR-Projekt „GNUT-Biogas“ befasst sich mit der Optimierung der nachhaltigen Biomassebereitstellung von repräsentativen Dauergrünlandtypen für die Biogasproduktion. Dazu werden von 2010 bis 2013 systematisch die Biomasseerträge und -qualitäten einschließlich Biogas- und Methanausbeuten von acht produktiven Dauergrünlandtypen unter vier verschiedenen Nutzungsvarianten ermittelt sowie eine ökonomische und ökologische Bewertung mittels Energie- und Treibbausgasbilanzierung der gesamten Biomassebereitstellungs- und Verwertungsstrategien durchgeführt. Bei den acht produktiven Dauergrünlandtypen handelt es sich um fünf Weidelgras-Weißkleeweiden (*Lolio Cynosuretum*) in Niedersachsen (ein Standort), Brandenburg (zwei Standorte) und Bayern (zwei Standorte), die sich hinsichtlich ihrer Ausprägung und Artenzahl bzw. -zusammensetzung in Abhängigkeit vom Standort unterscheiden, sowie um eine Wiesenfuchsschwanzwiese (*Alopecuretum pratensis*) in Sachsen, eine Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum elatioris*) und eine Goldhaferwiese (*Trisetetum flavescentis*) in Thüringen. Die vier Nutzungssysteme unterscheiden sich hinsichtlich Schnitthäufigkeit, Schnittzeitpunkt und eingesetzter Düngermenge und können wie folgt charakterisiert werden:

- Standorttypische Intensität (Futter für Milchvieh) - nachhaltig optimal
- Qualitätsfutterbereitung mit reduzierter N-Düngung
- Ausnutzung des Standortpotenziales
- Bestandespflegend.

Aus den ersten beiden Versuchsjahren 2010 und 2011 liegen die Biomasseerträge sowie die Biomassequalitäten des geernteten Grünguts und aus dem Versuchsjahr 2011 die Biomassequalitäten der Silagen und die ersten Biogas- und Methanausbeuten vor.

Das Projekt GNUT-Biogas wird durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe gefördert (FKZ 22007509)

P-Wirkung separierter Biogasgärreste zu Mais im Gefäßversuch

Ebertseder, F. (Freising), Rummel, P. (Freising), von Tucher, S. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

Biogasgärreste enthalten wertvolle Mineralstoffe, die möglichst umwelteffizient und verlustarm in den pflanzlichen Produktionsprozess zurückzuführen sind. Die Wirkung von Stickstoff und Schwefel in nicht-separierten Gärresten ist von der Herkunft und Zusammensetzung Gärreste abhängig. Für Phosphor in einem nicht separierten Gärrest aus der Cofermentation von Milchviehgülle, Mais und Weizenkorn wird berichtet, dass die P-Aufnahme von Mais und Amaranth der nach einer Düngung mit mineralischem P vergleichbar ist. Durch die Separierung von Gärresten entsteht vor allem für S und P eine ungleiche Verteilung zwischen Dünnseparaten und Feststoffen mit einer stärkeren Anreicherung in den Feststoffen. Die vorliegende Arbeit untersucht die P-Wirkung von Dünnseparaten und Feststoffen aus Biogasanlagen mit unterschiedlicher Substratzusammensetzung und Technologie in zwei Böden mit verschiedenen pH-Werten.

Es wurden Gefäßversuche (5-Liter-Gefäße) mit Mais in zwei Böden (Boden 1: uL; pH 4,8; CAL-lösliches P 2,1 mg/100g; Boden 2: uL; pH 6,5; CAL-lösliches P 2,6 mg/100g) angelegt, die mit 350 mg P/Gefäß in Form Dünnseparaten (73-84 mg P/100 g FM) und Feststoffen (167-431 mg P/100g FM) aus drei Biogasanlagen (Pilotanlagen-Monitoring, LfL Bayern) gedüngt wurden. Zum Vergleich diente neben einer Kontrolle ohne P-Düngung eine Mineraldüngerreihe mit $(NH_4)_2HPO_4$ in Höhe von 175, 350 und 700 mg P/Gefäß (Mischung zu 5,0 kg Boden; 0,5 kg Deckschicht ohne Düngung). Die mit den Gärresten und dem mineralischen P ausgebrachten Mengen an NH_4-N wurden ausgeglichen (1,5 g Mineral-N/Gefäß). Ausgeglichen wurden ebenso die Mengen an Mg (400-480 mg/Gefäß) und S (270-470 mg S/Gefäß). Die K- Ausgleichsdüngung belief sich auf 1000 mg K/Gefäß, wenn diese Menge nicht in Folge der Gärrestdüngung erreicht wurde. Die P-Wirkung der Gärreste wird an Hand der Trockenmasseerträge, der P-Gehalte (nach Mikrowellen-Druckaufschluss mit HNO_3/H_2O_2 und P-Bestimmung mit ICP) und der P-Aufnahmen ermittelt.

Nach einer Versuchsdauer von 42 Tagen zeigen die Pflanzen mit mineralischer P-Düngung auf beiden Böden eine deutliche Differenzierung mit erkennbarem P-Mangel ohne P-Düngung und erhöhtem Wachstum bis zur Höhe von 700 mg P/Gefäß. In beiden Böden erreicht die Wirkung von 350 mg P/Gefäß aus den Biogasgärresten nicht ganz die mineralische P-Düngung gleicher Höhe. Im Vergleich der Dünnseparate und Feststoffe ergibt sich abhängig vom Boden eine unterschiedliche Bewertung: während im Boden mit pH 6,5 die Feststoffe tendenziell schwächer wirken als die Dünnseparate, entwickelt sich der Mais im Boden mit pH 4,8 nach Düngung mit Feststoffen deutlich besser als mit Dünnseparaten. Im Posterbeitrag werden die abschließenden Ergebnisse zu Erträgen, P-Aufnahmen und ausgewählten Bodenparametern nach einer Versuchsdauer von ca. sieben Wochen präsentiert. Die Bedeutung der Herkunft der Gärreste für die P-Wirkung wird diskutiert. Die erzielten Ergebnisse sind in weiteren Versuchen abzusichern.

Potenzial einer Treibhausgasbilanzierung am Beispiel Hopfen

Han, Y. (Freising), Schraml, M. (Freising), Fuß, S. (Freising), Effenberger, M. (Freising)

Die deutliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen (THG) ist international und national ein elementares Ziel für den Klimaschutz. Die Bilanz dieser Gase ist als Nachhaltigkeitsindikator etabliert. Als bedeutende Quelle für THG gerät auch die Landwirtschaft immer mehr in den Fokus. Hopfen ist ein bedeutsames landwirtschaftliches Produkt in Bayern, dessen Anbau aufgrund der großen Gewinnmargen mit einem hohen Aufwand an Produktionsmitteln betrieben wird. Trotz der deshalb zu erwartenden hohen THG-Emissionen ist bis jetzt keine Bilanz erstellt worden, da Hopfen dem Brauprozess in der Dosierung eines Gewürzes zugeführt wird und somit in der THG-Bilanz des Bieres vernachlässigt wird. Ziel dieser Arbeit ist die Ermittlung der THG-Bilanz von Hopfen, um Potenziale zur Reduzierung der THG im Anbau von Hopfen aufzuzeigen und auch um einen Wert zur Vervollständigung der Bilanz von Bier zu liefern.

Die vorliegende Bilanz des Hopfenanbaus wurde entsprechend den Vorgaben der ISO 14044 (2006) einschließlich der Emissionen der Vorleistungen bis zum fertigen Hopfenprodukt (Pellet) erstellt. Um den Einfluss der Sortenwahl zu erfassen, wurde die Bilanz für den bedeutendsten Vertreter der Aromasorten („Hallertauer Tradition“, Ertrag: Ø 18,1 dt ha^{-1}; Alphasäure: Ø 6,4 %) bzw. der Bittersorten („Herkules“, Ertrag: Ø 22,5 dt ha^{-1}; Alphasäure: Ø 16,7 %) kalkuliert und bezogen auf die Fläche (ha), den Ertrag (kg Hopfendolden) und die Qualität (kg Alphasäure) bewertet. Sämtliche Daten zur Produktion entstammen den Veröffentlichungen und mündlichen Mitteilungen der Experten des Hopfenforschungszentrums Hüll. Daten zu den Emissionen der Vorleistungen und der weiteren Verarbeitung des Hopfens setzen sich aus Emissionsdaten der ecoinvent-Datenbank (Version 2.2) und mündlichen Mitteilungen der Zulieferer bzw. Verarbeiter (BayWa, Yara, Hopsteiner) zusammen.

Beim Anbau von Hopfen konnten im Durchschnitt der beiden Sorten drei Haupt-Emissionsquellen ausgemacht werden (in % der gesamten THG-Emissionen): 1. die Trocknung (40 %), 2. der Einsatz des Schleppers (17 %) und 3. die - in diesem Beispiel ausschließlich mineralische - Düngung (15 %). Die Hopfentrocknung ist z. Zt. energetisch noch nicht optimiert, weswegen dort in Zukunft deutliche Reduzierungen der THG-Emissionen erreicht werden sollten.

Bezogen auf die Fläche weist die Sorte „Hallertauer Tradition“ (8.095 kg CO_2e ha^{-1} a^{-1}) niedrigere Emissionen auf als die Sorte „Herkules“ (8791 kg CO_2e ha^{-1} a^{-1}). Dies kehrt sich um, wenn die Bilanz bezogen auf den Ertrag („Herkules“ 80 % der THG von „Hallertauer Tradition“) oder auf den Gehalt an Alphasäure („Herkules“ 35 % der THG von „Hallertauer Tradition“) ermittelt wird. Die Entscheidung für die „Hallertauer Tradition“ im Brauprozess „kostet“ somit das Dreifache an Treibhausgasemissionen.

Das Beispiel zeigt, dass eine THG-Bilanz ein wichtiges Werkzeug zur Hot-Spot-Analyse eines Produktionsprozesses darstellt, mit welchem gezielt Ansatzpunkte für die Reduzierung des Treibhauspotenzials entwickelt werden können.

Untersuchungen zur antioxidativen Kapazität in Speisekartoffeln

Haase, N. (Detmold)

Kartoffeln zählen in Deutschland zu den Grundnahrungsmitteln. Auch wenn der Verzehr frischer Speisekartoffeln seit mehr als 30 Jahren rückläufig ist, liefern Kartoffeln einen signifikanten Beitrag zur Tagesdosis an ernährungsphysiologisch relevanten Stoffen. Dabei machen die Antioxidantien einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an diesen Verbindungen aus.

In einem zweijährigen Versuch wurden verschiedene Sorten (n = 14) aus den Reifegruppen „früh“, „mittelfrüh“ und „spät“ sowohl im Herbst direkt nach der Ernte als auch nach einer sechsmonatigen Langzeitlagerung bei +8 °C (Einsatz eines Keimhemmungsmittels) in roher und verzehrsfertiger Form (gegart in Wasser) untersucht. Die Schale wurde in beiden Fällen vor der Untersuchung entfernt. Neben einer Bestimmung der ORAC-Aktivität (**O**xygen **R**adical **A**bsorbance **C**apacity) (Ou et al., 2001) als Summenwert wurde auch der Gesamtgehalt an phenolischen Verbindungen mit dem Folin-Ciocalteu-Reagenz (Singleton et al., 1999) analysiert.

Im Versuchsmittel war der ORAC-Gehalt in den gegarten Kartoffeln um 1,26 mmol Trolox-Äquivalente (TÄ) je kg Frischmasse (FM) höher als in den rohen Kartoffeln. Auch unter Beachtung einer besseren Verfügbarkeit im gegarten Kartoffelgewebe ist der erhöhte ORAC-Wert in diesen Mustern konträr zum Rückgang einiger wärmelabiler Substanzen (z. B. Ascorbinsäure). Jahresunterschiede in den absoluten Gehalten waren vorhanden. Die Rohkartoffel zeigte im Verlauf der Lagerung einen Anstieg des ORAC-Wertes an (7,39 zu 8,41 mmol TÄ kg^{-1} FM), während die verzehrsfertigen Proben einen leichten Rückgang verzeichneten (9,26 zu 8,98 mmol TÄ kg^{-1} FM).

Phenolische Substanzen (u. a. Chlorogensäuren) zeichnen sich durch eine hohe antioxidative Wirkung aus. Daher wurden die Proben (s.o.) auf den entsprechenden Gehalt hin untersucht (nur Proben aus 2010). Vergleichbar den ORAC-Werten stieg auch der Phenolgehalt im Rahmen der Zubereitung an (roh: 2,01 mg Gallussäure-Äquivalent (GAE) je Liter FM, gegart: 2,61 mg GAE l^{-1} FM). Entsprechendes galt für die Lagerungsphase. Im Herbst wiesen die gegarten Kartoffeln einen Phenolgehalt von 1,96 mg GAE l^{-1} FM auf, der sich bis zum Frühjahr auf 2,61 mg GAE l^{-1} FM erhöhte.

Damit kompensieren die phenolischen Substanzen der Kartoffel den Abbau wärme- und lagerlabiler Inhaltsstoffe wie das Vitamin C. Speisekartoffeln tragen also auch als Lagerware zu einer gesunden und bekömmlichen Ernährung bei. Da heutzutage diverse Vitamin C-Quellen zur Verfügung stehen, sollte der Vorteil einer Kartoffelhaltigen Ernährung mehr denn je auf andere antioxidativ wirksame Inhaltsstoffe bezogen werden.

Zur Einschätzung der Humusversorgung auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof

Sommer, H. (Frankenberg)

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Eignung von Humusbilanzsalden als Nachhaltigkeitsindikator zur Einschätzung der Humusversorgung eines landwirtschaftlichen Betriebes zu überprüfen. Angewendet wurden die Standard-Humuseinheitenmethodik nach LEITHOLD et al. (1997) sowie die erweiterte Methode mit Hilfe des Modells REPRO (HÜLSBERGEN 2002). Untersucht wurde die Entwicklung der Humusversorgung auf dem Lehr- und Versuchsbetriebe Gladbacherhof im Zeitraum 1993-2006.

Die Auswertung der Humusbilanzen hat gezeigt, dass die Humusreproduktion zu wesentlichen Teilen durch die organische Ersatzleistung aus dem wirtschaftseigenen Dünger bestimmt wurde. Die Zunahme der **Humuszufuhr** von 0,84 auf 1,12 HE ha^{-1} Ackerland hat schließlich zu steigenden Humussalden geführt.

Die **Humussalden** des Lehr- und Versuchsbetriebs Gladbacherhof haben sich während des gesamten Untersuchungszeitraumes kontinuierlich positiv entwickelt. Jährlich konnten tendenziell 0,03 Humuseinheiten je Hektar Ackerland angereichert werden. Insgesamt zeigte sich eine gute Humusversorgung des Ackerlandes. Innerhalb der drei festgelegten Entwicklungsabschnitte (`93-`97, `97-`02, `02-`06) zeigte sich jedoch ein differenziertes Bild dieser Entwicklung: Der Humussaldo war im ersten Entwicklungsabschnitt trotz einer positiven Tendenz deutlich negativ, eine einfache Reproduktion war nicht gegeben. Durch die strukturellen Verbesserungen der Nährstoffersatzleistungen konnte der Saldo in der zweiten Entwicklungsetappe auf durchschnittlich 0,20 HE ha^{-1} Ackerland verbessert werden, in der dritten Entwicklungsetappe konnte eine tendenzielle Abnahme des Humussaldos auf unter 0,20 HE ha^{-1} beobachtet werden. Diese Abnahme war bei der erweiterten Methode stärker zu erkennen. Trotz der tendenziell abnehmenden Entwicklung des Saldos im letzten Untersuchungsabschnitt wurde die Humusreproduktionsleistung des Betriebssystems insgesamt verbessert. Abschließend bleibt zu resümieren, dass die Humusbilanzmethodik als Nachhaltigkeitsindikator dazu geeignet erscheint, die Entwicklung der Humusversorgung auf einem landwirtschaftlichen Betrieb zu interpretieren.

Erosionsindikator für das Land Brandenburg zur Beobachtung klimainduzierter Bodengefährdungen

Bartsch, R. (Eberswalde), Schleier, C. (Eberswalde), Schultz-Sternberg, R. (Eberswalde), Ritschel, J. (Potsdam)

Durch die prognostizierten Klimaänderungen, wie erhöhte Temperaturen, die Umverteilung von Niederschlägen und eine Zunahme von Starkniederschlagsereignissen können sich in Deutschland und besonders in Brandenburg gravierende Folgen für die Bodennutzung ergeben. Um auch in Zukunft weiterhin den Boden landwirtschaftlich nutzen zu können wie bisher, ist es notwendig die klimainduzierten Veränderungen und daraus resultierende Gefährdungen zu beobachten. Deshalb ist im Rahmen des Projektes „Brandenburg spezifische Boden-Indikatoren für ein Klimamonitoring im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) sowie Zusammenstellung von aussagefähigen Wirkungs- und Alarmschwellen“ ein Indikator zur Beobachtung der Gefährdung durch Wassererosion auf Ackerflächen entwickelt worden.

Da eine direkte Beobachtung der Erosion im Rahmen eines kontinuierlichen Monitorings als schwierig angesehen wird, wurde der Indikator Wassererosion nach dem DPSIR-Modell im Bereich der Response-Indikatoren angesiedelt. Er zielt auf die Beobachtung von potentiell wassererosionsgefährdeten Anbauflächen und ermittelt inwieweit die Landwirte Mais auf diesen Standorten anbauen, und ob sie ihr Anbauverhalten an die Veränderungen des Klimas entsprechend anpassen. Als Indikatorpflanze wurde der Mais gewählt, da er im Anbau eine erst spät geschlossene Pflanzendecke ausbildet. Darüber hinaus besitzt er durch die Nutzung als Futter- und Energiepflanze eine zunehmende Flächenrelevanz, die auch zukünftig zu erwarten ist.

Zur Beobachtung werden zwei Kriterien definiert, die eine Einstufung in nicht gefährdet, gering gefährdet (Kriterium 1) und stärker gefährdet (Kriterium 2) zulassen. Sie basieren auf der Einstufung der potentiellen (natürlichen) Erosionsgefährdung nach den Stufen der DIN 19708 (DIN 19708). Kriterium 1 ist definiert durch eine Zugehörigkeit der Maisfläche zu den Gefährdungsklassen > 1. Kriterium 2 liegt vor, wenn sich die Fläche in einer Gefährdungsklasse >3 befindet. Hierfür werden die Flächendaten mit den Daten zur Erosionsgefährdung in einem GIS verschnitten.

Der Indikator wird in Form der Prozentanteile der Maisflächen in den jeweiligen Kriterien angegeben. Die Ausgabe kann in verschiedenen räumlichen Einheiten vorgenommen werden, z. B. Landkreisebene oder Landesebene. Als eine potentiell steigende Gefährdung wird eine Zunahme der Anteile von Maisflächen in den Kriterien 1 und 2 gewertet. Wobei die Annahme der Gefährdung nur als gesichert gilt, wenn die Zunahme über mehr als ein Jahr beobachtet wird.

Durch seine einfache Bearbeitbarkeit und die Verfügbarkeit der Daten ist eine Erweiterung bzw. Anwendbarkeit für andere Indikatorpflanzen und räumliche Ebenen vorstellbar. Der Indikator hat deshalb auch Eingang in den Vorschlag für das deutschlandweite Indikatorensystem der DAS gefunden.

Indikatoren für „green economy“ im europäischen Landwirtschaftssektor

Schleier, C. (Eberswalde), Brozio, S. (Eberswalde), Piorr, H. (Eberswalde)

Eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft in Europa schließt auch die Entwicklung von „green economy“ im Europäischen Landwirtschaftssektor mit ein. Da die wichtigsten Impulse und Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft auf europäischer Ebene gesetzt werden, muss ein genaueres Verständnis über die territoriale Verteilung von Entwicklungspotenzialen und Hemmnissen vorhanden sein. Im Rahmen eines von der EU geförderten Projektes werden die regionalen Potenziale für green economy auch im Landwirtschaftssektor erarbeitet.

Auf NUTS-2 bzw. -3 Ebene werden anhand von Indikatoren die regionalen Potenziale qualitativ definiert und entwickelt. In einem ersten Schritt erfolgt eine Sektorenbeschreibung unter besonderer Berücksichtigung von Chancen und Grenzen nachhaltiger Entwicklung. Darauf basierend werden Indikatoren definiert und berechnet, die die Entwicklungspotenziale für ganz EU27 aufzeigen. Grundlage bilden die von der Europäischen Kommission definierten Agrar-Umweltindikatoren. Begrenzend auf die Genauigkeit und räumliche Auflösung der Indikatorenberechnung wirkt die Verfügbarkeit von statistischen Daten.

Nachhaltige P-Haushalte in Deutschland auf der Grundlage der aktuellen P-Versorgung landwirtschaftlich genutzter Böden und der Gleichstellung von Wirtschaftsdünger mit Mineraldünger-P bei der Düngebedarfsermittlung

Isermann, K. (Hanhofen)

Nachhaltige P-Haushalte ergeben sich systemar für die gesamten Bereiche von Ernährung und (Bio-)Energiewirtschaft unter besonderer Beachtung jeweils der Landwirtschaft bei Erfüllung hierzu zugleich ökonomischer, ökologischer und sozialer Notwendigkeiten integriert mit ebensolchen C-, N-, (S-) Haushalten (s. hier Vortrag „Nachhaltige Landnutzung hinsichtlich C, N, P, (S)…)“. **Die P-Düngebedarfsermittlung** richtet sich nach der P-Abfuhr nachhaltig erzeugter Ernteprodukte und der aus nachhaltiger Sicht optimalen P-Versorgung der Böden. Bereits seit 1983 bis 2012 fachlich sehr gut belegte Ziele sind einerseits das Anstreben und die Erhaltung der Gehaltsklasse B mit 3,0-5,0 mg CAL-/DL-P/100 g Boden und entsprechender P-Entzugsdüngung sowie andererseits die maximal mögliche P-Abreicherung der mit >5,0 mg P/100 g Boden zu hoch angereicherten Böden innerhalb der Abreicherungsklassen C bis E (F) durch unverzügliche Unterlassung jeglicher P-Zufuhr. Diese nachhaltige Düngebedarfsermittlungen ergeben sich, wie vielfach belegt, zugleich aus ökonomischer (P-Effizienz), ökologischer (P-Konsistenz bzgl. Eutrophierung) und sozialer (Suffizienz, auch Schutz der endlichen P-Ressourcen) Sicht. Hierbei ist der im Boden befindliche anorganische und bisher nicht bewertete organische P gleichermaßen langfristig zu 100 % pflanzenverfügbar, also auch für das Algenwachstum in den Oberflächengewässern. Auch demzufolge wird der in den Wirtschaftsdüngern und Gärresten enthaltene P dem Mineraldünger-P bei der Düngebedarfsermittlung gleichgestellt. Unter zusätzlicher Beachtung der **aktuellen P-Versorgung der Böden** (DLG-Merkblatt 349/2008) ergibt sich langfristig somit nur noch ein P-Düngebedarf auf 21 % des Ackerlandes bzw. 41 % des Grünlandes. Zielführend war demgemäß vornehmlich in den NBL bis 2003 die Zunahme des Anteils der Erhaltungsklasse B von Ackerland auf 20-30 % ursächlich bewirkt durch Einschränkung der Tierproduktion nach 1989 um ca. -60 %. – Dessen ungeachtet befürwortet die Düngeverordnung (DÜV 2007) als auch deshalb die amtliche Beratung weiterhin extrem nichtnachhaltig anstelle der Erhaltungsklasse B jene von C sowie die P-Düngung in den Abreicherungsklassen C, D, E (F) sogar (DÜV) weit (+8,7 kg P/ha · a) über den P-Entzug hinaus. Dies gilt auch für die Ausweisung angeblich tolerierbarer P-Höchstfrachten von Wirtschaftsdüngern auf der Grundlage ohnehin nichtnachhaltiger aufgebrachter N-Mengen von 170 bzw. 230 kg N/ha·a, entsprechend bei Rindern mit 35-48 bzw. bei Schweinen von 50-67 kg P/ha · a mit dem Ziel der weiteren Aufrechterhaltung der Massentierhaltung eines Mehrfachen von 50 kg Tier-LG / E sowie 1,0 GV auch hier mit P versorgbarer LF/ ha · a. Ursächlich bewirken diese **vorsätzlichen (N- und) P-Düngefehlempfehlungen** auch weiterhin nichtnachhaltig vornehmlich in den ABL ein ineffizientes und paradoxes P-Management zunehmender P-Beaufschlagung der Böden mit zunehmender P-Anreicherung, seit 1990 unverändert ca. 80 % zu hohe P-Einträge in das Grundwasser und in die Oberflächengewässer sowie Plünderung der endlichen P-Ressourcen zum unermesslichen Schaden von Umwelt, Mitwelt und Nachwelt. Ausdruck dessen ist auch, dass aktuell (2010) mit 0,46 kg P/E· a nur noch 10 % der P-Zufuhr der Landwirtschaft von 4,4 kg P/ E· a den Teller erreichen.

Einfluss von Restfeuchte und Silierzusätzen auf Futterwert und Gärparameter feuchtkonservierter Ackerbohnen

Baumgärtel, T. (Jena), Herzog, E. (Jena)

Ackerbohnen weisen zur Ernte oftmals nicht die zur Einlagerung geforderte Restfeuchte auf. Neben der Trocknung kommt auch eine Feuchtkonservierung in Betracht. Während es sich unter Luftabschluss bei Restfeuchten bis 20 % eher um eine Lagerung unter CO_2-Atmosphäre handelt, entwickelt sich bei Restfeuchten von mehr als 30 % bereits mikrobielle Aktivität und es kommt zu einer Silierung. In der vorliegenden Studie wurden Modellsilagen in 1-L-Weckgläsern (n = 3) angefertigt. Dazu wurden trocken geerntete Ackerbohnen grob geschrotet und auf Feuchtegehalte von 17, 26 und 35 % rückbefeuchtet. Als Zusätze wurden ein chemisches Präparat aus Propionsäure und Na-Benzoat bzw. ein biologisches Siliermittel (heterofermentative Milchsäurebakterien, MSB) gegen eine unbehandelte Kontrolle geprüft. Die Silierdauer betrug 90 Tage.

Ein Einfluss der Restfeuchte auf Futterwertparameter zeigte sich mit höheren XF- und geringeren XP- und XS-Gehalten nur bei 17 % Feuchte, wobei die Kontrolle dabei im Vergleich zu MSB- bzw. Säurezusatz die geringsten XF- und die höchsten XP-Gehalte aufwies. Ausgehend von einem XZ-Gehalt von im Mittel 3,1 % der TS (17 % Feuchte) kam es mit zunehmendem Feuchtegehalt zu einem vollständigen XZ-Abbau. Bei 26 bzw. 35 % Feuchte konnte kein Einfluss der Zusätze auf den Futterwert nachgewiesen werden. Bei Zusatz von MSB bzw. Säure kam es mit steigender Restfeuchte zu einer pH-Absenkung, die sich in der MSB-Variante am stärksten zeigte (von 6,1 auf 4,5). In der Kontrolle blieb der pH-Wert nahezu konstant (5,6; 5,9; 5,7). Sowohl die Ethanol- und Gärsäurekonzentrationen als auch der NH_3-N-Anteil fielen aufgrund der insgesamt hohen TS-Gehalte sehr gering aus. Eine Abhängigkeit vom Feuchtegehalt war jedoch zu erkennen. Bei 35 % Feuchte wurde bei Zusatz von MSB weniger Ethanol bzw. bei Säurezusatz weniger Essigsäure gebildet. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die luftdichte Lagerung feuchter Ackerbohnen eine Alternative zur Trocknung darstellen kann, wobei sich mit zunehmender Feuchte ein Zusatz von MSB als vorteilhaft erweist.

Bestimmung von Estern und anderen flüchtigen organischen Substanzen (VOC) in Silageextrakten mithilfe der Gaschromatographie

Weiß, K. (Berlin), Sommer, G. (Berlin)

Einführung: In der landwirtschaftlichen Praxis wurde im Zusammenhang mit Problemen bei der Verfütterung von Maissilagen oftmals ein atypischer Geruch der Silagen nach Klebstoff bzw. Fruchtestern festgestellt. Erste Untersuchungen wiesen Ethylester in wässrigen Silageextrakten nach, die mittels Destillation und GC-Methode für Gärungsnebenprodukte in Spirituosen (Adam et. al, 1995) analysiert wurden ($GC_{GÄT}$). In der vorliegenden Arbeit wurde das Ziel verfolgt, eine GC_{SIL}-Methode ohne vorherige Destillation und durch Direkteinspritzung des wässrigen Silageextraktes anwenden zu können. Dazu wurden Methanol, Propanol, 1-Butanol, 2-Butanol, Ethylacetat (EA), Ethyllactat (EL) und darüber hinaus Aceton gaschromatographisch analysiert und Wiederfindung und Präzision ermittelt.

Material und Methoden: VOC in wässrigen Silagextrakten wurden gaschromatographisch (GC 2010 AF, Fa. Shimadzu) mit FID-Detektor und Optima–Wax-Säule innerhalb von 15 min. bestimmt. Nach Vergleichsanalysen zwischen den GC-Methoden mit und ohne Destillation ($GC_{GÄT}$-GC_{SIL}) wurden Wiederfindung und Präzision (s%) der GC_{SIL}-Methode anhand von Modellösungen (Standardlösung) und wässrigen Silageextraktlösungen ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion: Bei der GC-Messung von Modellösungen wurde eine mittlere Wiederfindung zwischen 95 % für EA und 99 % für EL, bei einem s % von 9 % bzw. 3 % bestimmt. Für Aceton, Methanol, 1- und 2-Butanol lag die Wiederfindung bei 101 %, für Propanol bei 103 %, und s % zwischen 4 % und 10 % (Methanol). Bei Analyse der VOC in Silageextrakten mit $GC_{GÄT}$ und GC_{SIL} zeigte sich, dass mit beiden Methoden vergleichbare, aber relativ hohe s % zwischen Versuchswiederholungen (n=3) zu verzeichnen waren. Bei der GC-Messung (n=5) von 10 Maissilageextrakten wurden Estergehalte zwischen 59 und 885 mg/kg TM mit s %<10 % analysiert. Die Präzision der VOC-Bestimmung in Silageextrakten wurde anhand von Silageproben, die sowohl unterschiedlich lange im Frost lagerten als auch aus 3 Versuchswiederholungen stammten, ermittelt. EA und EL wurden bei wiederholter Extraktion einer Silageprobe als auch bei Versuchswiederholung jeweils mit s %<12 % bestimmt. Die VOC verflüchtigen sich bei längerer Lagerung der Silageproben im Frost nicht. Die 2-Butanol-Analyse ist unsicher.

Schlussfolgerungen: Mit der vorgestellten GC_{Sil}-Methode können die Ester EA und EL aus gefrosteten Silageextrakten nach Kaltwasserextraktion direkt gaschromatographisch mit ausreichender Präzision bestimmt werden. Darüber hinaus werden Aceton, Propanol, Methanol, 1- und 2- Butanol ausgewiesen, die relative Standardabweichung liegt jedoch insbesondere für 2-Butanol und Methanol höher.

Zusammenfassung: Ester und andere flüchtige organische, geruchsintensive Substanzen können mit der vorgestellten gaschromatographischen Methode direkt aus dem Kaltwasserextrakt der Silageprobe bestimmt werden.

Molekularbiologischer Nachweis von Hefen in Mais- und Grassilagen aus Milchviehbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern

Kieckhäven, S. (Rostock), Büsing, K. (Rostock), Priepke, A. (Dummerstorf), Janczyk, P. (Rostock), Zeyner, A. (Rostock; Halle)

Fragestellung: Das Auftreten von Hefen in Silagen ist nachweislich belegt. Abhängig von der Art und der Anzahl sind Hefen in der Lage eine Herabsetzung der Silagequalität zu induzieren. Dabei gelten Silagen erst ab der Überschreitung eines kritischen Gehaltes (Grassilage: >2 Mio KBE/g; Maissilage: >10 Mio KBE/g), welcher das 10-fache des jeweiligen Orientierungswertes repräsentiert, als nicht mehr unverdorben (VDLUFA, 2012). Die Orientierungswerte der VDLUFA-Methode basieren auf Untersuchungsergebnissen von Planproben, die durch Bestimmung der Lebendkeimzahl bei Kultivierung auf bestimmten Nährböden gewonnen wurden. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse werden produkttypische und verderbanzeigende Hefen in einer Keimgruppe zusammengefasst. Auch unabhängig von dem genannten Regelwerk erfolgt der Nachweis von Hefen in Silagen mittels kulturabhängiger Methoden, entweder als Verfahren per se oder als Zwischenschritt vor einer molekularbiologischen Identifizierung der kultivierten Organismen auf Speziesebene. Mehr als fraglich ist dabei, ob alle potentiell in Silage vorkommenden Hefen kultivierbar sind. Die Hypothese dieser Arbeit war, dass die direkte molekularbiologische Untersuchung adäquat aufbereiteter Originalproben durch die Umgehung von Anzuchtverfahren eine objektivere qualitative Charakterisierung des Mykobioms von Silagen erlaubt. Das Ziel der Studie bestand darin, an Proben aus Praxisbetrieben ein molekularbiologisches Verfahren zum kulturunabhängigen Nachweis und zur Identifikation von Hefen aus Mais- und Grassilagen zu entwickeln.

Material und Methoden: Insgesamt wurden 13 Silagen (Anschnittflächen von 6 Mais- und 7 Grassilagen) von 6 Milchviehbetrieben aus Mecklenburg-Vorpommern beprobt. Um die auftretenden Hefezellen bestmöglich vom Pflanzenmaterial zu lösen, wurden 4 verschiedene Aufbereitungsansätze auf ihre Effizienz getestet. Die Isolation der genomischen DNA erfolgte mit 3 unterschiedlichen Extraktionskits und anschließender DNA-Konzentrationsmessung. Der Einsatz erprobter Primer in einer zweistufigen Polymerasekettenreaktion (PCR) ermöglichte die Amplifikation spezifischer DNA-Fragmente. Eine Überprüfung der Bandenausprägung erfolgte mittels nachfolgender Gelelektrophorese. Die Amplifikate mit den ausgeprägtesten Banden (2 Isolate pro Silageprobe) wurden in einer Denaturierenden Gradientengelelektrophorese (DGGE) weiter differenziert. Auftretende dominante Banden wurden ausgeschnitten, reamplifiziert, aufgereinigt und anschließend sequenziert. Ein Abgleich zwischen den gefundenen Sequenzen und den Einträgen der Datenbank des National Center for Biotechnology Information (NCBI) mit dem Suchalgorhithmus „Basic Local Alignement Search Tool“ (BLAST) ermöglichte eine Identifikation der vorhandenen Hefearten.

Ergebnisse: Die Isolation fungaler DNA aus den Mais- und Grassilagen verlief erfolgreich. Die höchsten DNA-Konzentrationen wurden bei der Kombination aus der Aufbereitung mit einem Dispergierer (ESGE-Zauberstab®, Mettlen) und der DNA-Isolation mit dem FastDNA® Spin Kit (MP Biomedicals, Illkirch) erreicht. Obwohl in allen Isolaten DNA nachweisbar war, ließen sich

nur aus 10 (Grassilage 4, Maissilage 6) der 13 Proben Hefe-DNA-Fragmente amplifizieren. Die eingesetzten Amplifikate differenzierten sich in der DGGE in klar abgegrenzte Banden. Bandenmuster und Bandenintensität variierten dabei zwischen den Betrieben, stimmten aber innerhalb der Wiederholungen größtenteils überein. Mittels Sequenzierung wurden in der Maissilage *Kazachstania (K.) exigua*, *K. unispora*, *Candida (C.) humilis*, *Naumovozyma (N.) castellii* und *Sporobolomyces (S.) ruberrimus* identifiziert. In der Grassilage wurden ebenso *K. exigua*, *N. castellii*, aber auch *Pichia (P.) kudriavzevii* detektiert. Die Hefe *N. castellii* war in der Maissilage und die Hefe *K. exigua* (anamorphe Form: *C. holmii*) in der Grassilage die scheinbar dominierenden Hefespezies.

Schlussfolgerung: Die vorgestellte molekularbiologische Methode ist für die Isolierung und Differenzierung von Hefen aus Silagen geeignet. Im Rahmen dieser Studie wurden neben Hefen, deren Vorkommen in Silagen bereits dokumentiert wurde (*K. exigua*, *C. humilis*, *N. castellii*, *P. kudriavzevii*), zusätzlich auch weitere Hefen identifiziert (*K. unispora*, *S. ruberrimus*). Die Methode erlaubt zumindest auf dem gegenwärtigen Stand weder einen quantitativen Nachweis noch eine Differenzierung zwischen lebenden und toten Hefen. Eine bessere Beschreibung der biologischen Vielfalt stellt jedoch einen Wert an sich dar und erlaubt in der Folge ggf. gezielt spezifische Hefen im Zusammenhang mit auftretenden Leistungseinbußen oder Erkrankungen zu diskutieren und näher zu untersuchen. In der näheren Zukunft sollte an einer größeren Anzahl Silageproben Daten erhoben und dabei vor allem die Reproduzierbarkeit der Aussagen der Methode innerhalb paralleler Ansätze überprüft werden.

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.), 2012: Methode 28.1.4, Verfahrensanweisung zur Mikrobiologischen Qualitätsbeurteilung – Verbandsmethode. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III Die chemisch Untersuchung von Futtermitteln, 3. Auflage, 8. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag, Darmstadt

Laboranalytische Untersuchungen zum Einfluss des Klimawandels auf die chemische Zusammensetzung und den Futterwert von Weizen und Gerste

Wroblewitz, S. (Braunschweig), Hüther, L. (Braunschweig), Manderscheid, R. (Braunschweig), Dänicke, S. (Braunschweig)

Steigende atmosphärische CO_2-Konzentrationen beeinflussen u. a. die Konzentration verschiedener pflanzlicher Inhaltsstoffe, was sich auch auf die Nährstoffzusammensetzung von Futterpflanzen auswirken kann. Im Rahmen eines laufenden Projektes wurde daher Getreide, das unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen angebaut wurde, laboranalytisch charakterisiert, um Unterschiede in der Inhaltsstoffzusammensetzung zu identifizieren und mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Futterwert abschätzen zu können. Dabei sollte auch geprüft werden, ob sich mögliche negative Effekte der sogenannten „CO_2-Düngung“ durch eine unterschiedliche Stickstoffdüngung beeinflussen lassen.

Material und Methoden: Für die Untersuchungen standen Winterweizen und Wintergerste aus Braunschweiger FACE- (Free Air Carbon Dioxide Enrichment) Versuchen zur Verfügung, die zum Einen bei 380 ppm und zum Anderen bei 550 ppm atmosphärischer CO_2-Konzentration sowie mit unterschiedlicher Stickstoffdüngung angebaut wurden. Zu den wichtigsten Untersuchungsparametern für die Getreidekörner gehörten neben den Rohnährstoffen (Weender-Analyse) weitere Faserfraktionen (ADF, NDF, Lignin), Mengen- und Spurenelemente sowie Stärke und Zucker.

Ergebnisse: Erste Analysenergebnisse zeigten bei allen vier Getreideproben eine Abnahme des Rohproteingehaltes durch erhöhte CO_2-Konzentration sowie einen signifikanten Anstieg mit zunehmender N-Düngung (Tabelle).

Tab.: Rohproteingehalte (g/kg T) von Gerste und Weizen in Abhängigkeit von der CO_2-Konzentration und der N-Düngung

Behandlung	Gerste 2003	Gerste 2000	Weizen 2005	Weizen 2002
380 ppm CO_2, 100 % N*	110,43	121,43	126,22	149,47
380 ppm CO_2, 50 % N*	92,38	99,04	101,33	133,27
550 ppm CO_2, 100 % N*	97,32	101,72	109,63	140,95
550 ppm CO_2, 50 % N*	82,35	81,41	86,83	118,5
CO_2	***0,0667***	**0,0021**	**0,0005**	***0,0875***
N-Düngung	**0,0234**	**0,0013**	**0,0002**	**0,0202**
CO_2-N Interaktion	0,7559	0,7143	0,1817	0,5784

* N-Düngungsempfehlung [kg/ha]: Gerste 264/ 105, Weizen 181/91 (100/50 %)

Darüber hinaus konnten bei Gerste z. T. signifikante Effekte einer erhöhten CO_2-Konzentration auf die Faserfraktionen sowie eine CO_2-N-Interaktion bei den Zuckergehalten festgestellt werden. Bei Weizen ergaben sich durch erhöhte CO_2-Konzentration und unterschiedliche N-Düngung Effekte auf den Stärkegehalt. Eine weitere Charakterisierung der Kohlenhydrat- und Proteinfraktionen ist geplant.

Proteinqualität von Rapssaat und daraus hergestelltem Rapsextraktionsschrot im Vergleich

Schöne, F. (Jena), Pöschmann, S. (Jena), Bargholz, J. (Jena), Bähr, R. (Jena), Müller, K. (Jena), Eggers, J. (Berlin)

Das Erhitzen bei der Herstellung bzw. Verarbeitung der Futtermittel verändert Inhaltsstoffe, insbesondere Proteine/Aminosäuren. Rapsextraktionsschrot (RES), der Rückstand nach Ölentzug aus der Saat, hat durch die hydrothermische Behandlung (Toastung) im Vergleich zur Rapssaat (RS) eine geringe bis starke Hitzeschädigung erfahren. In RES aus 8 großen Ölmühlen und den entsprechenden Ausgangs RS waren die Proteinlöslichkeit, wichtige essentielle Aminosäuren und das verfügbare Lysin zu bestimmen. Die Glucosinolate des Rapses gelten als hitzeempfindlich, weshalb deren Analyse einbezogen wurde.

Methoden: Für die Bestimmung des löslichen Proteins wurde die Probe in 0,2 %iger KOH-Lösung mittels Ultra Turrax aufgeschlemmt und nach Zentrifugation im Überstand der Proteingehalt ermittelt (VDLUFA Methodenbücher 1976 bis 2007). Die Proteinlöslichkeit entspricht dem Anteil löslichen Proteins am Gesamtprotein – jeweils über die N-Bestimmung nach Kjeldahl auf Basis von 16 % N im Protein. Die Aminosäurenanalyse nach salzsaurer Hydrolyse mittels Ionenaustauschchromatographie betraf das Lysin, Methionin, Cystin und Threonin. Das verfügbare = reaktive Lysin wurde nach 65stündiger Guanidierung der Probe mit Methylisoharnstoff ermittelt, das ist die dabei equimolar entstehende Menge an Homoarginin. Die Glucosinolatbestimmung in den Rapsfuttermitteln erfolgte mittels HPLC.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen: Trockenmasse, Eiweiß und Fett in den RS und RES waren im Bereich der tabellierten Konzentrationen – das Rohprotein am Minimum, das Rohfett am Maximum der bereits älteren Angaben (DLG 1991). Der Fettentzug bedingt im RES ein Mehr an fettfreier Substanz, besonders an Rohprotein. Der Gehalt der Glucosinolate in der Saat und im RES entsprach mit im Mittel 15,3 und 9,6 mmol/kg T aktuellen Monitoringergebnissen (Jentsch et al. 2011, Weber 2012). Das Toasten verringerte die Proteinlöslichkeit drastisch. Der Lysingehalt bezogen auf 100 g Rohprotein war im RES im Vergleich zum RS um 7 % vermindert. Ebenfalls zeigte sich unter der Feucht-Warm-Behandlung eine Verminderung der Lysinverfügbarkeit von 96,7 % im RS auf 92,3 % ($P<0,001$) im RES, und das verfügbare Lysin bezogen auf 100 g Rohprotein verringerte sich um 11 % (Tabelle). Es bestand ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Glucosinolatabbau durch das Toasten (das ist bezogen auf fettfreie Trockenmasse der Glucosinolatgehalt Saat minus RES) und der Lysinverfügbarkeit im RES ($R^2 = 0,71$; $P<0,01$).

Tab.: Ausgewählte Ergebnisse für die Rapssaaten (RS) und die daraus hergestellten Rapsextraktionsschrote (RES) – n = 8, Mittelwert (x) und Standardabweichung (s). Signifikanz aller Mittelwertsdifferenzen zwischen RS und RES.

		Trockenmasse	Rohprotein	Rohfett	Protein-löslichkeit	Lysin	Verfügbares Lysin	Glucosinolate
		g/kg T	g/kg T	g/kg T	%	g/100g RP	g/100g RP	mmol/kg FFT
RS	x	947	198	480	73,4	6,9	6,6	29,8
	s	5	4	10	2,4	0,3	0,3	2,1
RES	x	911	377	33	43,1	6,4	5,9	9,9
	s	7	5	8	8,0	0,2	0,2	3,9

FFT – fettfreie Trockenmasse; T – Trockenmasse; RP – Rohprotein

Rapsmonitoring für eine bessere Positionierung von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Fütterung besonders der Schweine

Weber, M. (Iden), Graf, T. (Jena), Schöne, F. (Jena)

Der Siegeszug des Rapses am Eiweißfuttermittelmarkt – der deutsche Verbrauch an Rapsfuttermitteln verdoppelte sich im vergangenen Jahrzehnt annähernd von 1,8 Millionen auf 3,2 Millionen Tonnen (Verband der Ölmühlenindustrie Deutschlands, OVID 2011) – hat sich vor allem in der Rinderfütterung vollzogen. Ein weiterer Anstieg des Rapsfuttermitteleinsatzes wäre über die Schweine denkbar, unter der Voraussetzung einer besseren Kenntnis des Rapsextraktionsschrotes (RES), aber mehr noch des Rapskuchens (RK), welcher in seiner Zusammensetzung stärker schwankt.

Methoden: Vorliegende Untersuchungen bestanden im Hauptteil aus einem Monitoring von RK, produziert in 10 dezentralen Ölpressen in Thüringen und Hessen und dem Monitoring von RES der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen (UFOP), durchgeführt seit 2006. Die Analysen der Rohnährstoffe mit Ermittlung der Umsetzbaren Energie (metabolisable energy, ME) erfolgten für die RK in der TLL, für die RES im Hessischen Landeslabor Kassel. Die Glucosinolate (GSL) wurden in der TLL bestimmt. Für die Beurteilung in der Fütterung werden drei bereits publizierte Versuche mit geprüften Anteilen an RK im Futter für Mastschweine von 5 bis 15 % herangezogen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen: Trockenmasse, Eiweiß und Fett in den RK und RES (Tabelle 1) waren im Bereich der Futtermitteltabellen (DLG, 1991, 1997). Der stärkere Fettentzug im RES bedingt im Vergleich zum RK das Mehr an fettfreier Substanz, besonders an Rohprotein. Andererseits bleibt der “Verdünnungseffekt” des höheren Fettanteiles des RK auf den Gehalt der Rohfaser weitgehend aus und der Gehalt der GSL des RK ist mit 19 mmol/kg T sogar doppelt so hoch wie der des RES. Bei dem einfachen Pressen findet in der Regel kein Abbau der GSL statt, wogegen sich der niedrige GSL-Gehalt im RES aus dem Abbau durch den Wasserdampf und die Hitze beim Toasten erklärt. Die ME Schwein ist entsprechend dem höheren Fettgehalt im RK höher als im RES.

Nicht aufgeführt sind die Gehalte des Lysins im RK mit 6 g/100g Rohprotein, kennzeichnend für die hohe Qualität des Rapseiweißes, und des Phosphors in einer Konzentration von >10 g/kg T, wodurch Rapsfuttermittel die teuren Phosphorzusätze im Futter reduzieren können. Die Testung des im Vergleich zu RES GSL-reicheren RK am – verglichen mit dem Rind für GSL empfindlichen Schwein – ist der „worst case“ für Raps in der Tierernährung. Hier bestätigen die Schweinemastversuche mit 5 bis 15 % Anteil RK bzw. bis 3 mmol GSL/kg Futter einen kritischen Glucosinolatgehalt von 1,5 mmol/kg Futter, bei dessen Überschreiten eine Leistungs- bzw. Wirtschaftlichkeitsverschlechterung in der Schweinemast riskiert wird.

Tab.: Ausgewählte Bestandteile von Rapskuchen aus 10 Ölpressen (Monitoring Thüringen Hessen, 2006/2007) und von Rapsextraktionsschrot aus 8 großen Ölmühlen des UFOP Monitorings im gleichen Zeitraum, Mittelwerte und von-bis Bereiche, ME = umsetzbare Energie

Bestandteil		Rapskuchen (23 Proben)		Rapsextraktionsschrot (40 Proben)	
Trockenmasse (T)	g/kg	915	(898 – 937)	897	(keine Angaben)
Rohprotein (RP)	g/kg T	347	(310 – 373)	377	(342 – 398)
Rohfett	g/kg T	142	(106 – 173)	38	(16 - 54)
Rohfaser	g/kg T	128	(113 - 133)	131	(116 – 149)
Rohasche	g/kg T	66	(61 – 72)	81	(75 – 98)
Glucosinolate	mmol/kg T	19,0	(9,7 – 24,8)	9,6	(3,5 – 19,2)
ME Schwein	MJ/kg T	14,1	(13,4 –14,7)	10,8	(10,6 – 11,1)

Kalium-Gehalte im Mischfutter - Monitoring des VFT

Grünewald, K.-H. (Bonn), Danier, J. (Freising), Steuer, G. (Groß-Umstadt)

Kalium ist ein wichtiges Mengenelement in der Pflanzen und Tierernährung. Die relativ hohen Gehalte in Pflanzen, vor allem Gräser, führen üblicherweise zu einer ausreichenden, teils sogar „zu hohen“ Versorgung der Tiere. Eine Ergänzung der Rationen bzw. Mischfutter mit Kalium ist daher nicht nötig. Beim Tier sind v. a. physiologische Funktionen, wie die Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks, der Nährstofftransport und der Säure-Basen-Haushalt bedeutsam. In der Fütterung ist insbesondere bei Milchkühen und Sauen die Kalium-Versorgung wegen der Berechnung der Kationen-Anionen-Bilanz relevant. Daneben wird im Rahmen der von der Düngeverordnung geforderten Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen neben Stickstoff und Phosphor diese Berechnung auch für Kalium verlangt.

In den vergangenen Jahren ist aufgrund der geringeren Erlöse der Landwirte und dem allgemeinen Bestreben zur besseren Ausnutzung der Nährstoffe die Düngung eingeschränkt worden. Die Verfahren bei der Verarbeitung pflanzlicher Produkte/Lebensmittel wurde teils geändert, so dass sich die anfallenden Nebenprodukte, die in der Fütterung eingesetzt werden, verändert haben. Auch wird bei der üblichen Futtermittelanalyse Kalium nicht unbedingt berücksichtigt, weder bei Grobfutter, Getreide noch bei Mischfutter.

Um die Kalium-Gehalte im Mischfutter für Nutztiere einschätzen zu können, wurde aus den im Rahmen des VFT-Warentests beprobten Mischfuttermitteln eine Stichprobe (n=309) ausgewählt und die Kalium-Gehalte bestimmt.
Die nachfolgende Tabelle zeigt die ermittelten Kalium-Gehalte für die einzelnen Futtertypen mit Mittelwert und Spanne auf.

Tab.: Kalium-Gehalte im Mischfutter (g/kg)

	Rinder-mischfutter	Alleinfutter f. Schweine	Ergänzungsfutter f. Schweine	Legehennenfutter (AF, Ergänz.)
n	108	124	45	32
Mittelwert	1,09	0,74	1,34	0,88
min - max	0,69 – 1,89	0,55 – 1,33	0,21 – 2,06	0,69 -1,72

Die Ergebnisse zeigen gegenüber den früheren Untersuchungen Verschiebungen in den Kalium-Gehalten. Auch wenn es sich um Mischfutter mit ggf. modernerer/neuerer Konzeption und teils anderen Komponenten handelt, ist doch festzuhalten, dass die Gehalte an Kalium insgesamt niedriger liegen als vor der Jahrtausendwende.

Potenziale des Einsatzes von verarbeiteten tierischen Proteinen als Futtermittel

Stockinger, B. (München), Schätzl, R. (München)

Schlachtmehle sind seit der BSE-Krise Anfang 2001 nicht mehr zur Fütterung an Nutztiere zugelassen. Zugleich werden jedoch jährlich rund 2 Mio. t Rohprotein nach Deutschland importiert, um den Bedarf in der Tierernährung zu decken.

Schlachtnebenprodukte werden in drei Kategorien eingeteilt, wobei Material der Kategorie 3 zwar für den menschlichen Verzehr geeignet, aber im Handel nicht absetzbar ist. 2010 wurden in Deutschland rund 400.000 t verarbeitete tierische Proteine (VTP) mit einem Rohproteingehalt von ca. 190.000 t erzeugt. In etwa 56 % der Mehle wurden in die Heimtierfuttermittelindustrie abgesetzt, die restlichen 44 % gelangten in die Düngemittelproduktion. Während zirka 70 % der erzeugten Mehle Wiederkäuer- oder Mischmaterial als Ausgangsprodukt hatten, waren es bei rund 14 % reines Geflügel- und bei 16 % reines Schweinematerial.

Derzeit als Dünger verwendete VTP könnten in der Nutztierfütterung einen höherwertigen Einsatz erfahren. Die vorgeschlagenen Richtlinien zur Wiederzulassung sehen auch zukünftig ein Verbot der Verfütterung von und an Wiederkäuer vor. Da die Geflügelmehle im Heimtierfutter bereits sinnvoll verwendet werden, stünde als Potential für Nutztiere nur Schweinematerial zur Verfügung, das gegenwärtig als Dünger ausgebracht wird. Eine Wiederzulassung könnte in Deutschland eine Menge von 88.000 t Mehl mit einem Rohproteingehalt von 36.000 t wieder in den Futtermittelkreislauf bringen. Hinzu kommt noch, je nach Ausgangsmaterial der Mehle, der hohe Gehalt an Phosphor. In etwa 5.000 t gut verdaulicher Phosphor könnten so wiedergewonnen werden.

Aus dem Substitutionswert der VTP sowie aus dem Zusatznutzen durch optimale Phosphorausnutzung in der Fütterung ließe sich eine zusätzliche Wertschöpfung von rund 30 Mio. € erzielen. Darüber hinaus könnten über 37.000 ha Sojaanbaufläche und 23.000 bis 56.000 t CO_2-Äquivalente eingespart werden. Bemessen nach ihren Inhaltsstoffen hätten die VTP als Futtermittel einen Substitutionswert zwischen 30 und 78 €/dt. Der Substitutionswert als Dünger hingegen liegt zwischen 10 und 24 €/dt.

Einfluss des Einsatzes von Migulatoren auf Basis von Natur-Klinoptilolith in der Ferkelaufzucht

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

1. Fragestellung

Es wurde die Auswirkung des Einsatzes von 2 % IPUSAGRO F 300, einem Natur-Klinoptilolith (Fa IPUS-Mineral- & Umwelttechnologie GmbH in Rottenmann, Österreich), im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe in der Ferkelaufzucht geprüft, wobei die Aufzuchtleistung und die Gesundheitsdaten je 24 Ferkeln je Gruppe erhoben wurden.

2. Zusammenfassung

Bei der Dosierung von 2 % IPUSAGRO F 300 in die Basismischung wurde der Nährstoffgehalt verdünnt und der Energiegehalt um 3,3 % reduziert.

- Es gab in beiden Gruppen keine gesundheitlichen Auffälligkeiten oder Durchfallsprobleme.
- In der Absetzphase (bis 14. Tag nach dem Absetzen) erreichte die Versuchsgruppe um 3,6 % höhere Tageszuwächse.
- In der Aufzuchtsphase zeigte sich eine Überlegenheit der Versuchsgruppe um 4,8 % bei den Tageszunahmen.
- Die Futterverwertung der beiden Gruppen war in der Absetzphase identisch und in der Aufzuchtphase in der Versuchsgruppe nur geringfügig (1 %) geringer.
- Berücksichtigt man den geringeren Energiegehalt im den Futtermischungen der Versuchsgruppe, ergibt sich in der Absetzphase eine um 2,8 % bessere Energieverwertung. In der Aufzuchtphase verbesserte sich die Energieverwertung in der Versuchsgruppe um 3,5 %.

Insgesamt kann aus den Versuch geschlossen werden, dass bis zu 2 % IPUSAGRO F 300 in der Ferkelaufzucht eingesetzt werden können, weil keine negativen Einflüsse auf die Futteraufnahme oder Gesundheit festzustellen waren. Zusätzlich waren auch bei sehr guten Gesundheitsstatus Verbesserungen des Tageszuwachses und der Energieverwertung erkennbar.

Ableitung der Proteinversorgung von weiblichen Aufzuchtrindern

Rutzmoser, K. (Poing), Ettle, T. (Poing)

Während der Aufzucht vom Kalb bis zur Trächtigkeit und Kalbung von Rindern entwickelt sich die Verdauung vom Monogaster zum Wiederkäuer, was bei der Beschreibung der Proteinversorgung berücksichtigt werden muss.

Der Nettobedarf an Rohprotein hat den Erhaltungsbedarf zu decken. Das sind unvermeidliche (endogene) Verluste und wie folgt (als Rohprotein) definiert:

Harnverluste (endogen) = (5,9206*log10(W) – 6,76) * 6,25

Kotverluste (endogen) = (2,19*TM kg) * 6,25

Oberflächenverluste = (0,018*$W^{0,75}$) * 6,25.

Der Nettobedarf umfasst auch das Rohprotein im Fleischansatz, dafür wird vereinfacht ein konstanter Anteil von 175 g RP je kg Zuwachs angesetzt.

Das Verhältnis von Nettobedarf zum Bruttobedarf, der sich auf Rohprotein oder nXP bezieht, wird als Ausnutzungsrate (in %) ausgedrückt.

Solange das Kalb überwiegend als Monogaster verdaut, muss das Rohprotein des Futters den Bedarf abdecken. Der Nettobedarf wird mit der Ausnutzung verrechnet und ergibt die erforderliche Rohproteinaufnahme.

Ist das Rind zum Wiederkäuer entwickelt, bezieht sich die Proteinversorgung auf die Anflutung an nutzbarem Protein (nXP) am Dünndarm. Dieses besteht aus Protein der Pansenmikroben und unabgebautem Futterprotein. Der Faktor der Ausnutzung zum Nettobedarf wird hier auf nXP aus dem Futter bezogen.

Die Ausnutzung verändert sich vom milchernährten Kalb mit 72 % auf 43 % beim ausgebildeten Wiederkäuer. Gestuft nach Lebendgewicht werden folgende Ausnutzungsraten (Leitpunkte) vorgeschlagen:

bis 40 kg Lebendgewicht	72 % Ausnutzung
80 kg Lebendgewicht	68 % Ausnutzung
120 kg Lebendgewicht	62 % Ausnutzung
160 kg Lebendgewicht	54 % Ausnutzung
200 kg Lebendgewicht	50 % Ausnutzung
300 kg Lebendgewicht	45 % Ausnutzung
ab 400 kg Lebendgewicht	43 % Ausnutzung

Dazwischen liegende Gewichte werden gleitend verbunden.

Beim Wiederkäuer ist auch die Versorgung der Pansenmikroben mit Rohprotein bzw. N zu beachten. Die Bildung von Mikrobenprotein wird mit der Energie verknüpft, mit 1 MJ ME im Futter werden 10,1 g Protein in den Mikroben gebildet. Wird ein Rückfluss von 15 % des N über den Pansen-Leber-Kreislauf angesetzt, sind 10,1*0,85 = 8,6 g abgebautes Protein erforderlich. Dafür sind bei einer mittleren Abbaurate von 25 % des Proteins 8,6/0,75 = 11,5 g Futterprotein (je MJ ME) erforderlich. Der jeweils größere Wert (aus Nettobedarf mit Ausnutzungsrate oder für Pansenmikroben) wird als Rohproteinbedarf genommen.

Beim Vergleich der gemessenen Aufnahme an Rohprotein in einem Fütterungsversuch mit Aufzuchtrindern wurden die abgeleiteten Richtwerte erfüllt.

Einsatz von thermisch behandelter Rapssaat bei Milchkühen

Dunkel, S. (Jena), Alert, H. (Köllitsch), Trauboth, K. (Jena), Anemüller, H. (Großgeschwenda), Reichelt, D. (Kamsdorf)

Aus Versuchen mit Milchkühen zum Einsatz von Rapsextraktionsschrot im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot zeigte sich, dass Raps- und Sojaextraktionsschrote in der Wiederkäuerfütterung unter Beachtung der unterschiedlichen Energiegehalte und der Proteinwerte voll austauschbar sind. Während beim Rapsextraktionsschrot vorrangig der Protein- und Energiegehalt die Einsatzmenge bestimmen, wird diese beim Rapskuchen und dem Rapssamen durch den Fettgehalt begrenzt, der in der Gesamtration 800 bis 1.000 g (etwa 5 % der aufgenommenen Trockenmasse) nicht überschreiten sollte.

Im Rahmen der Thüringer Innovationsförderung wurde ein Projekt zum Einsatz von thermisch behandelter Rapssaat in der Milchkuhfütterung zur Produktion von Milch mit einem möglichst hohen Gehalt an gesundheitsfördernden ungesättigten Fettsäuren durch die Agrar GmbH „Steinerne Heide“ Großgeschwenda in enger Zusammenarbeit mit der Landmolkerei Schwarza e.G. beantragt und durch die TLL sowie durch das LfULG begleitet.

Der innovative Charakter des Projektes besteht darin, dass durch den Prozess der thermischen Behandlung des Futtermittels (Mikronisierung) das darin enthaltene Fett pansenstabiler wird. Durch die Wärmebehandlung von Rapssaat wird aber auch eine weitere einheimische Proteinquelle erschlossen, die zur Einsparung oder Ersatz von Importeiweißfuttermitteln beitragen kann. Die Erhebungen im Produktionsbetrieb umfassten die Parameter Milchleistung, Futterrationen, Tiergesundheit, Stoffwechsel, Fruchtbarkeit sowie BCS und RFD im Laktationsverlauf. Zudem konnten 2 Untersuchungsdurchgänge zur Pansenfermentation von mikronisierter Rapssaat an vier hochleistenden pansenfistulierten Kühen im lateinischen Quadrat am LVG Köllitsch durchgeführt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit den Rationen im zweiten Versuch (>6 % Rohfett in der TM) die Zielstellung der Landmolkerei Schwarza e.G. für die Rohmilch erreicht wurde (Verhältnis Ölsäure zu Palmitinsäure >1). Trotz erhöhter Rohfettmengen von 7-10 % in der Rationstrockenmasse konnten keine negativen Auswirkungen auf die Pansenfermentation festgestellt werden. Welche Rolle dabei die Micronisierung spielt, wäre durch in situ Untersuchungen der Einzelfuttermittel im Pansen zu klären.

Untersuchungen zur Phosphatkonzentration im Kotwasser von Milchkühen bei Einsatz unterschiedlicher P-Quellen im Futter

Haese, E. (Stuttgart), Haidle, L. (Stuttgart), Steingaß, H. (Stuttgart), Schollenberger, M. (Stuttgart), Boguhn, J. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

Die Phosphatkonzentration im Kotwasser wird mitunter als Indikator für die Phosphor (P)-Versorgungssituation von Milchkühen herangezogen.

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Auswirkungen einer P-Zulage aus unterschiedlichen Quellen auf die Phosphatkonzentration im Kotwasser zu überprüfen und deren Aussagekraft mit weiteren Indikatoren (Phosphatkonzentration im Blut, Gesamt-P-Gehalt im Kot) zu vergleichen. Des Weiteren sollten Kenntnisse zur Aussagekraft der Phosphatkonzentration im Kotwasser einer einzelnen Stichprobe gewonnen werden.

24 laktierende Kühe erhielten in einem 4x4 lateinischen Quadrat 4 Rationen mit unterschiedlichem P-Gehalt aus verschiedenen P-Quellen (Kontrolle (K): 0,42 % P; Mineralischer P (MP): 0,51 % P; Rapsextraktionsschrot (RES) + Rapssaat (RS): 0,53 % P; RES + Rapsöl (Öl): 0,50 %). Die P-Versorgung lag bei allen Rationen oberhalb des Bedarfes. Zur Gewinnung der Sammelproben wurden über einen Zeitraum von 7 Tagen zwei mal täglich (5 und 16 Uhr) rektal Kotproben entnommen und für jedes Tier gepoolt. Um die Schwankungen der P-Ausscheidung im Tagesverlauf zu erfassen, erfolgte die Kotentnahme an einem Tag zusätzlich zu 3 weiteren Zeitpunkten (9, 13, 20 Uhr). An 3 Tagen der Sammelperiode wurden zusätzlich Blutproben entnommen (Tabelle).

Tab.: P-Konzentrationen im Kotwasser, im Kot und im Blutserum; n=24

Ration	Phosphat im Kotwasser (g/kg Frischkot) Uhrzeit der Probenahme						P im Kot (g/kg TM)	Blut (mmol/l)
	5	9	13	16	20	Sammelprobe		
K	0,44	0,51	0,47	0,43	0,39	0,40a	8,19a	1,93a
MP	0,60	0,61	0,58	0,58	0,53	0,49b	10,60b	2,11b
RES + RS	0,53	0,62	0,64	0,54	0,47	0,53c	11,20c	2,00a
RES + Öl	0,64	0,69	0,65	0,66	0,57	0,55c	11,17c	1,98a
Mittelwerte	0,55A	0,61A	0,59A	0,55A	0,49B	0,49B		

Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede ($p<0,05$) innerhalb der Zeile (groß) bzw. Spalte (klein)

Sowohl die Höhe der P-Zulage als auch die P-Quelle nahmen signifikanten Einfluss auf die Phosphatkonzentration im Kotwasser und die Gesamt-P-Konzentration im Kot. Die Phosphatkonzentration im Blut ermöglichte dagegen keine Rückschlüsse auf die Höhe der P-Versorgung.

Im Tagesverlauf veränderte sich die Phosphatkonzentration im Kotwasser, dies betraf jedoch alle Rationen in ähnlicher Weise. Die Beprobung einer Gruppe von Tieren zu lediglich einem Zeitpunkt erscheint daher ähnlich geeignet wie die Beprobung über einen Zeitraum von mehreren Tagen. Die Entnahme der Proben sollte aber bei allen Tieren möglichst zeitgleich erfolgen.

Ergebnisse zu Mykotoxinuntersuchungen aus der amtlichen bayerischen Futtermittelüberwachung (Poster)

Meiser, H. (Oberschleißheim), Ruhland, M. (Oberschleißheim), Schlicht, C. (Oberschleißheim), Wehr, U. (Oberschleißheim), Felsner, M. (Oberschleißheim)

Futtermittel müssen neben den Anforderungen an Nährwert und Schmackhaftigkeit auch gewisse Vorgaben bezüglich ihrer schädlichen Rückstände erfüllen. Ein Schimmelpilzbefall auf Futtermitteln mit seinen verschiedenartigen Mykotoxinen kann durch seine gesundheitsschädigende Wirkung, je nach Art und Menge der aufgenommenen Mykotoxine zu tierschutzrelevanten Erkrankungen, wirtschaftlichen Verlusten und durch die Übertragung (carry over) der Mykotoxine auf Lebensmittel zu einer latenten Gesundheitsgefahr beim Verbraucher führen.

Über einen Zeitraum von über 3 Jahren wurden mehr als 1.500 Futtermittelmittelproben, die für Lebensmittel liefernde Tiere bestimmt waren, auf Mykotoxine hin untersucht. Mit Hilfe der LC-MS/MS-, HPLC (Fluoreszenz)- und ELISA-Technik wurden in den Einzelfuttermitteln (Grundfuttermittel, Getreide, sojahaltige und sonstige Futtermittel) und Mischfuttermitteln (Ergänzungs- und Alleinfutter) Aflatoxin B1, Ochratoxin A, Fumonisine B1+ B2, Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA), T2-/ HT2-Toxin in unterschiedlichen Konzentrationen gefunden.

Die ermittelten Messergebnisse zeigten in nur wenigen Fällen eine klare Überschreitung der vorgeschriebenen Höchstgehalte oder Orientierungswerte. Allerdings konnten, in mehr als einem Drittel der untersuchten Proben, Mykotoxingehalte oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze ermittelt werden. Wird Zugrunde gelegt, dass die hierfür verantwortlichen Schimmelpilze ohne Entdeckung und weitere Behandlung weiter auswachsen können, so muss von einem latenten bis deutlich erhöhten Risiko für die Bildung von Mykotoxingehalten oberhalb der Grenzwerte ausgegangen werden. Gesundheitsschädigungen bei den aufnehmenden Tieren und – wie beim „carry over“ von Aflatoxinen in Lebensmittel beschrieben – beim Verbraucher sind dann die möglichen Folgen. Während in soja- u. maishaltigen Futtermitteln Aflatoxingehalte häufiger anzutreffen waren, als in den restlichen Futtermitteln, wiesen getreide- und maishaltige Futtermittel besonders häufig Gehalte an DON auf.

Die Untersuchungen zeigen auch, dass T2-Toxin in nahezu allen Futtermittelarten nachzuweisen war. In den Proben, in denen neben T2-Toxin auch auf andere Mykotoxine untersucht wurde, zeigte das T2-Toxin meist die höheren Gehalte.

Untersuchungen von Futtermitteln aus der amtlichen Futtermittelüberwachung Bayerns auf Glyphosat und dessen Metaboliten AMPA

Ruhland, M. (Oberschleißheim), Meiser, H. (Oberschleißheim), Felsner, M. (Oberschleißheim)

Glyphosat (N-(Phosphonomethyl)-Glycin), der weltweit am häufigsten eingesetzte Herbizidwirkstoff, wirkt unselektiv auf sämtliche ein- und zweikeimblättrige Pflanzen, indem es ein Enzym zur Synthese aromatischer Aminosäuren (5-Enolpyruvylshikimat-3-phosphat-Synthase) hemmt und dadurch zum Absterben der Pflanze führt. Da auch Nutzpflanzen gegenüber Glyphosat empfindlich sind, ist die Anwendung auf die Sikkation vor der Ernte und die Unkrautbekämpfung im konventionellen Ackerbau im Vorauflaufverfahren oder nach der Ernte begrenzt.

Durch den Anbau gentechnisch veränderter (gv) glyphosatresistenter Nutzpflanzen (z. B. Roundup-Ready Sojabohne) ist auch eine Unkrautbekämpfung während des Wachstums der Nutzpflanze möglich, weil solche Pflanzen mit Hilfe der gentechnischen Veränderung ein Glyphosat-unempfindliches Enzym ausbilden und diese Pflanzen den Wirkstoff aufnehmen können ohne geschädigt zu werden. In der gv Pflanze kann es dabei jedoch zu Rückständen von Glyphosat und dessen Metaboliten kommen.

Die Unbedenklichkeit von Glyphosat steht immer wieder in der Diskussion, was nicht nur an der Wirkung dieses Herbizids selbst, sondern auch an der Kombination von Glyphosat mit den sogenannten Polyoxyethylierten Alkylaminen (POEA) liegt, die als Formulierungshilfsstoffe im Präparat enthalten sind. Für Glyphosat steht hierbei die chronische Toxizität bei einer wiederholten Aufnahme von Glyphosatrückständen aus Lebens(Futter)mitteln im Vordergrund, was in einem für unbedenklich erklärten Expositionsgrenzwert, als ADI-Wert (acceptable daily intake) von 0.3 mg/kg KG Mensch (EFSA) berücksichtigt wird.

Da über die Glyphosatbelastung bei den in Bayern verwendeten Futtermitteln keine Informationen vorliegen, untersuchte das LGL im vergangenen Jahr insgesamt 36 Proben, darunter 21 Proben Sojaextraktionsschrot, 12 Proben Getreide, sowie jeweils eine Probe Sojaöl, Sojaproteinkonzentrat und Maiskleber auf Glyphosat und dessen Hauptmetaboliten Aminomethyl-Phosphonsäure (AMPA).

Insgesamt wurde in 17 von 36 Proben (46 %) Glyphosat und in 13 Proben zusätzlich der Metabolit AMPA festgestellt. Vor allem die Sojaextraktionsschrote waren zu 71,4 % (15 von 21 Proben) mit Glyphosat-Rückständen zwischen 0,34 und 2,83 mg/ kg belastet. In 13 dieser Proben war zusätzlich der Metabolit AMPA mit Gehalten von 0,03-1,71 mg/kg feststellbar. Von den 12 untersuchten Getreideproben wurde nur in zwei Gersteproben Glyphosat festgestellt (0,05 und 0,21 mg/kg). Die übrigen 19 Futtermittel waren frei von Glyphosat und AMPA. Die für pflanzliche Futtermittel geltende Höchstgehalte nach Anhang II VO (EG) Nr. 396/2005 von 20 mg/kg für Gerste, Hafer und Soja, 10 mg/kg für Weizen und 1 mg/kg für Mais, wurden in keiner der untersuchten Proben erreicht.

Perfluoroktansäure (PFOA) in Futtermitteln; jahreszeitliche Belastung ausgewählter Standorte

Schlicht, C. (Oberschleißheim), Knapp, H. (Erlangen), Wehr, U. (Oberschleißheim)

PFOA gehört zur Gruppe der perfluorierten Tenside (PFC). Wegen seiner oberflächenaktiven Eigenschaft ist auch PFOA in Industrie und Haushalt weit verbreitet (UBA, 2009). Aufgrund ihres ubiquitäten Vorkommens und der toxikologischen Eigenschaften (EFSA, 2008; BfR, 2008) waren PFC bereits mehrfach Gegenstand von Untersuchungen im Futtermittelbereich (LGL, 2012; LFU, 2012; Dennhöfer, 2011) ohne dass der Wirkungspfad „Boden-Pflanze“ gezielt untersucht wurde. Im Zusammenhang mit der PFOA-Problematik im Raum Gendorf, Bayern (Industrieller Einsatz von PFOA als Produktionshilfsstoff, LFU, 2012) hatte das LGL die Gelegenheit, sich an der Untersuchung von Futterpflanzen (hier: z. B. Wiesengras) zu beteiligen und die Ergebnisse einer Risikobeurteilung hinsichtlich Tiergesundheit und „carry over“ innerhalb der Nahrungskette zu unterziehen.

Es wurden gezielt Flächen ausgewählt, die von einer PFOA-Belastung betroffen waren (Ergebnisse Teilprojekt „Boden“ nicht beschrieben) und die Futtermittel z. T. mehrfach über die gesamte Vegetationsperiode hinweg praxisnah beprobt. Neben PFOA wurde vorsorglich auch die Ersatzsubstanz DONA, sowie Rohasche bestimmt.

Die Auswertung bei Wiesengras ergab, dass von insgesamt 30 Proben nur sieben über der PFOA-Bestimmungsgrenze (0,7 µg/kg 88 % TS) lagen. Der maximale Gehalt wurde mit 4,0 µg /kg 88 % TS ermittelt. Die weiteren Untersuchung ergaben, dass in 20 Wiesenproben DONA oberhalb der Bestimmungsgrenze (0,3 µg/kg 88 % TS) nachgewiesen werden konnte. Der maximale Gehalt lag bei 3,3 µg/kg 88 % TS.

Bei beiden Stoffen ist -sofern bestimmbar- ein Anstieg des Gehaltes über die Sommermonate erkennbar, der zum Herbst hin wieder abnimmt. Ein Zusammenhang zwischen PFOA bzw. DONA und Rohasche (Indikator anhaftender Bodenpartikel) war nicht erkennbar. Die Untersuchungsergebnisse liefern für Wiesengras keine Hinweise, dass eine Gesundheitsgefährdung von Nutztieren oder die Gefahr einer verstärkten Anreicherung der beiden Substanzen in daraus produzierten tierischen Lebensmitteln bestand.

Umweltbundesamt (UBA), 2009: Per- und polyfluorierte Chemikalien, Einträge vermeiden - Umwelt schützen. http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3812.pdf

European Food Safety Authority (EFSA), 2008: Scientific Opinion 653: Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts; http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/653.pdf

Bundesamtes für Risikobewertung (BfR), 2008: Stellungnahme 004/2009 http://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitliche_risiken_durch_pfos_und_pfoa_in_lebensmitteln.pdf

Bayer. Landesamt f. Gesundheit u. Lebensmittelsicherheit (LGL), 2012: PFT in Futtermitteln http://www.lgl.bayern.de/tiergesundheit/futtermittel/futtermittelsicherheit/perfluorierte_tenside/index.htm

Bayer. Landesamt f. Umwelt (LfU), 2012: PFOA-Problematik im Raum Gendorf http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/analytik_org_stoffe_perfluorierte_chemikalien/pfoa_gendorf/index.htm

Dennhöfer, J. (2011): Untersuchungen zum „Carry-over“ von Perfluorierten Tensiden aus Futtermitteln und Tränkwasser in tierische Lebensmittel am Modell der Legewachtel. Dissert., LMU München

Die Optimierung von Milchviehrationen auf Aminosäuren verringert die Stickstoffausscheidung und verbessert die Stickstoffeffizienz

Parys, C. (Hanau)

Eiweißfuttermittel sind knapp und teuer. Um den Bedarf an allen Aminosäuren zu decken, wird bei hochleistenden Milchkühen häufig Eiweiß vorgehalten. Dieses überschüssige Eiweiß im Futter gelangt zunächst als Ammoniak ins Blut. Es muss in der Leber energieaufwändig zu Harnstoff umgewandelt werden, der dann über Milch und Urin ausgeschieden wird. Stickstoffexkretionen sind die bedeutendste Quelle des klimaschädlichen Lachgases.

Durch eine optimierte Aminosäurenversorgung lässt sich der Eiweißgehalt einer Ration senken. Grundlage ist eine maximale Synthese von mikrobiellem Protein im Pansen, die durch eine ausreichende Versorgung mit Nichtstärkekohlenhydraten sowie pansenabbaubarem Protein erreicht wird. Nach den Vormägen hat die Milchkuh wie der Monogaster einen Bedarf an Aminosäuren. Die am Dünndarm anflutenden Aminosäuren stammen aus dem mikrobiellen und dem pansenstabilen Protein (UDP), dazu kommt das endogene Protein im Darm. Die Aminosäurenzusammensetzung des am Dünndarm nutzbaren Rohproteins (nXP) schwankt in Abhängigkeit der verwendeten Futtermittel sowie deren UDP-Anteil, ist aber nicht unbedingt auf den Bedarf abgestimmt.

Ausgehend von einer vorhandenen Ration werden mit Hilfe eines Rationsbewertungsprogramms (AminoCow) deren Mengen an metabolisierbaren Aminosäuren berechnet. Ausreichend strukturierte Rohfaser (NDF aus Grundfutter), fermentierbare Kohlenhydrate und pansenabbaubares Protein müssen sichergestellt sein. Anschließend wird die Zufuhr an metabolisierbaren Aminosäuren mit dem geschätzten Bedarf verglichen und optimiert.

Durch die Rationsgestaltung auf Basis metabolisierbarer Aminosäuren lässt sich der Eiweißgehalt einer Ration senken. Die geringere Ammoniakbildung entlastet die Leber. In der Ration steht mehr Volumen für wichtige Nährstoffe zur Verfügung. Die N-Ausscheidung wird reduziert und die N-Effizienz kann signifikant verbessert werden.

Quantifizierung der Methanemissionen in einem freibelüfteten Milchviehstall bei Gras- oder Maissilage betonten Mischrationen

Hippenstiel, F. (Bonn), Schiefler, I. (Bonn), Büscher, W. (Bonn), Beintmann, S. (Kleve), Pries, M. (Münster), Südekum, K.-H. (Bonn)

Methan ist mit einem CO_2-Äquivalent von 23 eines der bedeutendsten Treibhausgase. In zahlreichen Studien wurde *in vivo* am Einzeltier in Respirationskammern oder *in vitro* untersucht, wie Methanemissionen beim Wiederkäuer durch Fütterungsmaßnahmen vermindert werden können. Langfristige Messungen auf Stallebene gibt es bisher kaum. Deshalb sollte auf Stallebene geprüft werden, ob Methanemissionen aus der Milchviehhaltung durch Variation der Grobfutterart vermindert werden können.

Die Untersuchungen wurden im Versuchstall der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick in Kleve in Kooperation mit dem Institut für Landtechnik der Universität Bonn durchgeführt. Der quergelüftete Stall wird mittels Folienrollos in drei gleich große, lüftungstechnisch getrennte Segmente unterteilt. Die Bestimmung der Gaskonzentrationen basierte auf der Tracergastechnik und wurde vom Institut für Landtechnik durchgeführt. In den ersten 30 Versuchstagen erhielten 2 Gruppen zu je 48 Tieren eine Mischration, deren Trockenmasse (TM) zu gleichen Anteilen aus Gras- und Maissilage (jeweils 380 g/kg) bestand. In den darauffolgenden 120 Tagen erhielt eine Gruppe eine grassilagebetonte (GRAS) Ration (600 g/kg TM Grassilage, 110 g/kg TM Maissilage) während die andere Gruppe ein maissilagebetonte (MAIS) Ration (167 g/kg TM Grassilage, 590 g/kg TM Maissilage) erhielt. In allen Phasen wurde dasselbe pelletierte Milchleistungsfutter nach energiekorrigierter Milchleistung zugeteilt. Alle Futteraufnahmen wurden tierindividuell erfasst. Die tägliche Datenerfassung beinhaltete Futteraufnahme, TM-Gehalt der Mischration, Milchmenge, Tiergewicht sowie Innenraumkonzentrationen der klimarelevanten Gase im jeweiligen Luftraum.

In der ersten Fütterungsphase, in der beide Gruppen die gleiche Ration erhielten, wurden TM-Aufnahmen (TMA, Kuh/Tag) von 21,7 kg (± 1,2; GRAS) und von 22,3 kg (± 0,6; MAIS) ermittelt. Die mittleren Methanemissionen betrugen übereinstimmend 246 (± 27) g/(Kuh x Tag). Auch bezogen auf die Einheit TMA konnte kein Unterschied in den Methanemissionen festgestellt werden ($p = 0{,}297$). Für die bisher ausgewerteten Daten der getrennten Fütterung betrugen die TMA (Kuh/Tag) im Mittel 20,0 kg (± 0,8; GRAS) und 22,3 kg (± 0,7; MAIS). Die Methanemissionen pro Kuh und Tag lagen in der Gruppe MAIS bei 232 g (± 10) und bei der Gruppe GRAS bei 250 g (± 16). Bezogen auf ein Kilogramm TMA wurden somit – wegen der höheren TMA der Gruppe MAIS – für diese bis zu 27 % niedrigere Methanemissionen ermittelt ($p < 0{,}001$). Diese Daten stimmen gut überein mit Literaturangaben, die mit unterschiedlichen Methoden ermittelt wurden.

Die Untersuchungen werden mit weiteren Variationen der Rationszusammensetzung sowie der Prüfung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Nährstofffraktionen und den Methanemissionen fortgeführt.

DAIRYMAN-Sustainability Factor als integrierender Faktor zur Bemessung der Nachhaltigkeit von Milchviehbetrieben in Nordwesteuropa

Elsäßer, M. (Aulendorf), Jilg, T. (Aulendorf), Herre, A. (Aulendorf), Herrmann, K. (Aulendorf), Hummler, T. (Aulendorf)

Nachhaltigkeit von Milchviehbetrieben wird bekanntlich von einer Vielzahl von einzelnen Parametern bestimmt, die üblicherweise den drei Gruppen Ökonomie, Ökologie und Soziales zugeordnet werden. Indizes wurden von mehreren Forschergruppen unter Berechnung verschiedener Einzelfaktoren erfasst und berechnet. Hier seien genannt der Ansatz von Elsäßer et al., 2006; KUL nach Breitschuh et al., (KTBL Schrift Nr 473, 2010). Auch in anderen europäischen Ländern, z. B. Frankreich und Belgien gibt es solche Erfassungs- und Bewertungsansätze.

Im Rahmen des von der EU geförderten Interreg IVB Projektes DAIRYMAN, an dem 14 Partner aus Frankreich (u. a. das Institut d´Elevage), den Niederlanden (u. a. Universität Wageningen), ILVO in Flandern, Libramont in Wallonien, Teagasc in Irland und auch das LAZBW Aulendorf als deutscher Partner beteiligt sind, arbeiten 135 Milchviehbetriebe aus den unterschiedlichen Ländern in einem Netzwerk zusammen. Jede dieser Farmen wird in einer dreijährigen Periode hinsichtlich ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte untersucht. Insgesamt werden auf jeder Farm in jedem der 3 Untersuchungsjahre mehr als 100 Einzelparameter erfasst (u. a. auch Treibhausgasemission, Landschaftselemente, Nährstoffbilanzen, Nährstoffeffizienzen). Gleichzeitig wurde anfänglich für jeden Betrieb ein Entwicklungskonzept vorgelegt, das am Ende der Untersuchungsperiode an Hand der Parameter bewertet wird.

Der Dairyman Sustainability Factor ist durch seine spezifische Auswahl an Parametern ein möglicher Ansatz zum Vergleich der Betriebe untereinander und erlaubt auf der Basis vorhandener Daten somit auch einen Vergleich der Produktionssysteme zwischen den einzelnen am Projekt beteiligten Milchregionen, weil die Datensätze zwischen den beteiligten Partnern abgeglichen wurden und nun vergleichbar sind (Bohnen und Hennaert, 2012). Gleichzeitig kann mit ihm auch eine Bewertung im Zeitverlauf erfolgen. Der Erfolg der eingeleiteten Änderungen in den Betrieben wird dadurch sichtbar und leicht vergleichbar. Er ist damit eine wesentliche Verbesserung gegenüber den ansonsten vorgenommenen Verbesserungen an Einzelerfolgsfaktoren. Im Moment ist allerdings der Bewertungsprozess für die Einzelfaktoren noch nicht abgeschlossen. Der hier vorgestellte Faktor ist trotzdem einer der wenigen Ansätze der auf einen zwischen europäischen Partnerländern balancierten Datensatz zugreifen kann und Quervergleiche zwischen den Ländern ermöglicht, die seither meist an nicht vergleichbaren Einzelparametern gescheitert sind.

Vergleichende Untersuchungen zur Abschätzung von Trockenmasseverlusten in Fahrsiloanlagen

Ostertag, J. (Poing), Köhler, B. (Poing), Spiekers, H. (Poing)

Futterverluste vom Feld bis in den Futtertrog sind ein wesentlicher Indikator einer nachhaltigen Landwirtschaft. Um Silierverluste abzuschätzen, werden unterschiedliche Verfahren angewendet. Hierzu gehören Silierversuche im Labormaßstab (Weckgläser o. ä.) und das Einbringen von sogenannten Bilanznetzen in Praxissilos. Darüber hinaus wurden von Köhler et al. (2012), komplette Silos nach dem „total in/total out“-Prinzip untersucht. Um diese Verfahren miteinander vergleichen zu können, wurden alle drei Methoden bei der Ernte von Gras und Mais angewendet.

Um die Ergebnisse vergleichen zu können, wurden die Laborsilos und Bilanznetze mit identischem Ausgangsmaterial gefüllt, welches möglichst genau das gesamte Erntegut im Silo wiederspiegelte. Die Bilanznetze wurden nach der Bergung sofort tiefgefroren, Masse und korrigierter TM-Gehalt wurden später bestimmt. Bei der Befüllung des Praxissilos wurde von allen gewogenen Wagenladungen eine Teilprobe entnommen. Diese wurden schlagbezogen vereinigt und daraus der TM-Gehalt bestimmt. Die aus den Silos entnommene Menge wurde jeweils verwogen und wöchentlich die TM bestimmt.

Der Vergleich der TM-Verluste bei den jeweiligen Verfahren zeigt auf, dass im Laborversuch erwartungsgemäß mit den geringsten Verlusten und Streuungen zu rechnen ist (Tabelle). Jedoch weisen auch die Bilanznetze relativ geringe Verluste auf, die Streuung liegt höher. Die ermittelten TM-Verluste waren bei der total in/total out-Methode erwartungsgemäß am höchsten, da zusätzliche Oberflächen-, Rand- und Entnahmeverluste erfasst werden. Die Auswertung von 26 Grassilos ergab im Mittel einen TM-Verlust von 9 % und bei 18 Maissilos von 10 %. Die Referenzmethode für Aussagen in der Praxis ist die total in/total out-Methode, deren routinemäßige Anwendung ist durch enorm hohen Aufwand und geringe Standardisierbarkeit jedoch erschwert. Ergebnisse aus Laborsiloversuchen und Bilanznetzen lassen Rückschlüsse auf Gärverluste zu und genügen nicht zur Abschätzung der tatsächlichen Verluste in Praxissilos.

Tab.: TM-Verluste (%) bei Gras- und Maissilagen im Verfahrensvergleich

Standort	Material 2011	Variante	TM-Verluste $\bar{x}$ (min – max)		
			Laborsilo	Bilanznetz	Silobilanz
Kempten	Gras 1. Schnitt	Kontrolle	5,0 (4,9 – 5,1)	5,7 (5,4 – 5,9)	7,0
		MSB_{hetero}	4,5 (4,3 – 4,6)	5,7 (4,5 – 6,8)	-
Grub	Gras 1. Schnitt	MSB_{hetero}	4,8 (4,6 – 5,1)	7,1 (6,0 – 9,9)	10,5
Grub	Mais	Kontrolle	4,4 (4,4 – 4,5)*	**	**
		MSB_{hetero}	5,0 (5,0 – 5,1)	1,5 (0,8 – 2,9)	**

* nach 206 Tagen; ** in Arbeit; MSB_{hetero} = Zusatz heterofermentativer Milchsäurebakterien

Köhler, B., Diepolder, M., Ostertag, J., Thurner, S., Spiekers, H. 2012: Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos, Proceedings of the XVI International Silage Conference 2 - 4 July 2012, Hämeenlinna, Finland, 318

Untersuchungen zur Durchführung der Probenahme von Grassilage bei Rund- und Quaderballen

Leberl, P. (Stuttgart), Fischer, M. (Stuttgart), Hartung, K. (Stuttgart), Schenkel, H. (Stuttgart)

Die Grassilagebereitung in Form von Siloballen ist in bestimmten Betriebsformen wie der Mutterkuh-, Pferde- oder Schafhaltung weit verbreitet und kommt in geringerem Umfang auch in der Milchviehhaltung vor. Für eine zuverlässige Aussage über die in den Ballensilagen enthaltenen wertgebenden Inhaltsstoffe ist eine repräsentative Probenahme notwendig. Für Ballensilagen wurden nach Kenntnis der Autoren bislang noch keine Untersuchungen unter Einbeziehung statistischer Modelle zur Ableitung einer Vorgehensweise zur Probenahme durchgeführt.

In der vorliegenden Arbeit wurden mit einem modifizierten Anschnittbohrer jeweils 26 Rundballen (RB) zweier Versuchsflächen sowie 25 Quaderballen (QB) mit insgesamt 1154 Einzelproben (EP) beprobt. Bei den RB wurden die Probenahmevarianten sieben EP über die plane Oberfläche des geschlossenen Ballens gleichmäßig verteilt mit zwei EP von der Außenseite bis hin zur Ballenmitte und jeweils zehn EP aus dem geöffneten Ballen miteinander verglichen. Bei den QB erfolgte die Gegenüberstellung der Entnahme von sechs EP gleichmäßig verteilt über die plane Oberfläche des geschlossenen Ballens zu wiederum zehn EP des geöffneten Ballens.

Nach schonender Vortrocknung bei 60°C und anschließender Vermahlung auf 1mm wurden die Rohnährstoffgehalte der Grassilagen über Nahinfrarotspektroskopie ermittelt, der Rohaschegehalt nach VO EG Nr. 152/2009 III M. Für die statistische Auswertung wurde für jeden einzelnen Parameter eine Varianzanalyse mit SAS für Windows in der Version 9.1 durchgeführt. Der Vergleich der Probenahmevarianten erfolgte über die Berechnung der Differenzen der kleinsten Mittelwertquadrate. Anhand der Berechnung der Kovarianzen wurde bei den RB die Interaktion von Versuchsfläche und Probenahmevariante dargestellt.

Die Ergebnisse wiesen bei den Parametern Trockensubstanz, Neutrale Detergenzienfaser nach Veraschung, Zucker und Rohasche die höchsten Standardabweichungen und damit Schwankungen innerhalb der einzelnen Siloballen auf. Die Kovarianzen der Probenahmevarianten für RB zeigten unabhängig von der Versuchsfläche jeweils die geringsten Werte bei allen Untersuchungsparametern für die Methode des Durchstichs von außen nach innen. Bei den QB konnte ein signifikanter Einfluss der Lokalisierung der Entnahmestellen auf der Ballenoberfläche beobachtet werden.

Als Fazit wird festgestellt, dass Rundballen mit einem Einstich von der Mitte der Außenseite des Ballens durch alle Schichten hindurch bis zur Ballenmitte repräsentativ beprobt werden können. Bei Quaderballen sollten mindestens zwei EP je Ballen von der Oberseite in möglichst großem Abstand voneinander entnommen werden.

Bewertung des Aufwuchses von der Kurzrasenweide („Kurzgras“) mit der In situ-Technik und dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System

Mayr, C. (Freising), Metwally, A. (Freising), Weindl, P. (Freising), Zeller, F. (Freising), Bellof, G. (Freising)

Fragestellung

Wie ist der ruminale Proteinabbau (Proteinfraktionen, UDP) des Aufwuchses von der Kurzrasenweide („Kurzgras“) zu charakterisieren?

Material und Methoden

Von einer etablierten Kurzrasenweide mit zwei verschiedenen Düngevarianten (Variante 1 (N= 112,5 kg/ha) vs. Variante 2 (N= 90 kg/ha)) wurden Aufwuchsproben zum Zeitpunkt Mitte Juli 2010 gewonnen und für die nachfolgend dargestellten Untersuchungen herangezogen. Mithilfe der In situ-Technik wurde das ruminale Abbauverhalten der Nährstoffe dieser Proben an vier pansenfistulierten nicht laktierenden Kühen der Rasse „Deutsche Holstein“ überprüft. Ergänzend dazu wurden die Grasproben mit dem „Cornell Net Carbohydrate and Protein System“ (CNCPS) bewertet.

Ergebnisse

Das untersuchte Gras (Variante 1 = 22,1 % RP; Variante 2 = 23,7 % RP) enthielt geringe Anteile an NPN-Verbindungen (9,1 %) und unverfügbarem Protein (5,6 %), wodurch sich hohe Anteile an Reinprotein (85,3 %) ergaben. Diese unterlagen einer hohen ruminalen Abbaubarkeit und Abbaugeschwindigkeit.

Des Weiteren konnte eine hohe potentielle Abbaubarkeit der Trockenmasse (85,4 %) sowie eine im Vergleich zu Wiesengras fast doppelt so hohe Abbaugeschwindigkeit von im Mittel 14,5 %/h der nicht löslichen aber abbaubaren Fraktion b festgestellt werden. Die mit mehr N versorgte Variante 1 zeigte eine minimal geringere TS- Abbaubarkeit (Δ = - 1,5 %).

Sowohl durch die In situ- als auch die In vitro-Methode wurden UDP-Anteile von etwa 30 % (bei einer unterstellten Passagerate von 8 %/h) festgestellt. Der Einfluss der Düngung auf die Proteinabbaubarkeit konnte in dieser Versuchsanordnung nicht eindeutig geklärt werden. Die Variante 2 wies numerisch geringere UDP- Werte im Vergleich zur Variante 1 auf.

Schlussfolgerungen

Sowohl die In situ-Technik als auch die In vitro-Methode (CNCPS) belegen, dass das Protein im Kurzgras deutlich höhere UDP-Anteile aufweist als das Protein im Gras von Wiesen und Umtriebsweiden.

Vergleich von Maisgenotypen mit unterschiedlicher Restpflanzenverdaulichkeit

Pries, M. (Münster)

Neuere Untersuchungen zeigen, dass zwischen den Maissorten zum Teil deutliche Unterschiede in der Verdaulichkeit der Restpflanze bestehen. Sorten mit hoher Restpflanzenverdaulichkeit besitzen ebenfalls das Potential zur Lieferung energiereicher Maissilagen, ohne hierbei einseitig den Stärkegehalt zu erhöhen. Dieser Umstand entschärft die Anflutung von leicht verdaulichen Kohlenhydraten im Pansen und hilft damit, Maissilage betonte Rationen wiederkäuergerechter zu gestalten.

Beim hier geprüften Genotypen A handelt es sich gemäß Sortenliste um eine kolbenbetonte Maissorte mit harmonischer Abreife der Restpflanze. Der Genotyp B ist eine qualitätsbetonte Silomaissorte mit langsamer Restpflanzenabreife und hoher Restpflanzenverdaulichkeit. Für beide Genotypen wurde im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, Kleve, der Futterwert von Restpflanzenmaterial, Maissilage sowie daraus erstellter Totaler Mischrationen im Rahmen von Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Hammeln bestimmt. Des Weiteren wurde ein Fütterungsversuch mit 2 x 24 Kühen der Rasse DH über 113 Tage durchgeführt.

Die chemische Zusammensetzung des Restpflanzenmaterials beider Genotypen war vergleichbar. Bei Genotyp B wurde die organische Masse mit 66,3 % besser verdaut als bei Genotyp A (63,5 %). Insbesondere die die Zellwandfraktion beschreibenden Größen Rohfaser, ADFom und NDFom wiesen bei Genotyp B teilweise eine signifikant bessere Verdaulichkeit auf. Demzufolge ergab sich für das Restpflanzenmaterial von Genotyp B ein etwas höherer Energiegehalt. In der Verdaulichkeitsmessung ergaben sich eine signifikant höhere Verdaulichkeit der organischen Masse, der Rohfaser sowie des organischen Rests für die Maissilage des Genotyps B. Bezüglich der Energiekonzentration wurde für den Genotypen B eine Überlegenheit von etwa 0,50 MJ NEL/kg TM ermittelt.

Die Verdaulichkeitsmessungen für die aus den Silagen erstellten Totalen Mischrationen zeigten Vorteile für die Mischration, in der der Genotyp B eingemischt war. Entsprechend des Verdünnungseffekts waren die Unterschiede in der Verdaulichkeit und im Energiegehalt aber nicht signifikant.

Im Fütterungsversuch mit den Milchkühen wurden mit 32,4 kg (TMR mit Genotyp A) bzw. 32,0 kg ECM je Kuh und Tag (TMR mit Genotyp B) vergleichbare Milchleistungen erreicht.

Die Kühe, die die TMR mit dem Genotypen B erhielten, wiesen einen höheren Lebendmassezuwachs in der Größenordnung von 22 kg während des Versuchs auf, worin eine bessere Energieversorgung bei Einsatz von Silagen des Genotypen B zum Ausdruck kommt.

Strategien zur Erhöhung des Anteils heimischer Eiweißfuttermittel in der Nutztierfütterung

Stockinger, B. (München), Schätzl, R. (München)

In Deutschland werden jährlich etwa 3,9 Mio. t Rohprotein in Form von konzentrierten Eiweißfuttermitteln an Nutztiere verfüttert. Demgegenüber steht eine inländische Erzeugung von rund 1,5 Mio. t Rohprotein, vor allem durch Rapsanbau. Da die eigene Erzeugung nicht ausreicht, um den inländischen Bedarf zu decken, entsteht eine Eiweißlücke von 2,4 Mio. t Rohprotein. Sie wird zu 95 % mit Importen von Sojabohnen und Sojaextraktionsschrot aus Übersee geschlossen.

Die Ansatzpunkte zur Reduktion der Eiweißlücke sind vielfältig. Durch eine Erhöhung des RP Gehaltes im Grünland (v. a. durch Verbesserung der Erntetechnik) und durch einen verstärkten Einsatz von derzeit exportiertem Rapsextraktionsschrot in der Rinderfütterung könnten die Importe von Sojaschrot reduziert werden. In der Fütterung von Schweinen sowie von Geflügel könnten 10 bis 15 % Eiweißfutter eingespart werden, wenn die Mehrphasenfütterung konsequenter durchgeführt und verstärkt freie Aminosäuren eingesetzt würden. Auch die Ausweitung des Anbaues von heimischen Körnerleguminosen (Futtererbse, Ackerbohne und Lupine) auf je 1 % der derzeitigen Getreidefläche (6,6 Mio. ha) würde helfen die Eiweißlücke zu minimieren (Tabelle).

Tab.: Abschätzung der Einsparpotentiale für Sojaschrot in Deutschland

	Tsd. t RP
3 % RP aus dem Grundfutter zusätzlich	220
Reduzierung der Exporte an Rapsextraktionsschrot um 25 %	170
Effizientere Fütterung von Schweinen und Geflügel	175
Ausdehnung von Eiweißfrüchten auf 1 % der Getreidefläche	60
Summe	625

Übersicht zu den in der Praxis angebotenen Ergänzungsfuttermitteln für Schafe und Lämmer im Rahmen einer Untersuchung des VFT Mischfuttertestes

Leberl, P. (Stuttgart), Grünewald, K.-H. (Bonn)

Während der Verein Futtermitteltest (VFT) bereits seit vielen Jahren Warentests zur Information und Qualitätsbeurteilung von Mischfuttermitteln für Rinder, Schweine, Geflügel und Pferde durchführt, wurden nun erstmals auch Schaffutter untersucht.
Insbesondere in der Lämmermast, aber auch in der Laktation stellen die Tiere hohe Ansprüche an die Versorgung mit Nährstoffen, Energie und Mineralstoffen sowie Vitaminen. Zusätzlich zur Grundversorgung mit Grobfutter kommen in diesen Leistungskategorien neben betriebseigenen Futtermischungen auch häufig handelsübliche Kraftfuttermischungen zum Einsatz.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden im Zeitraum Oktober 2010 bis März 2011 insgesamt 35 Schaffutter aus verschiedenen Regionen Deutschlands beprobt und auf Einhaltung der Deklarationsangaben untersucht sowie die Fütterungshinweise der Hersteller gegenübergestellt.

Tab.: Analysierte Nährstoff- und Mineralstoffgehalte (%) im Schaffutter sowie abgeleitete umsetzbarer Energie (MJ/kg) nach GfE (2009)

		XA	XP	XL	XF	ME	Ca	P
Lämmer und Mutterschafe (n=10)	MW	6,8	17,6	3,7	9,3	10,9	1,12	0,58
	Min	5,6	15,9	2,6	6,4	10,3	0,64	0,41
	Max	8,2	18,9	4,3	12,4	11,5	1,70	0,82
Lämmer (n=17)	MW	7,5	17,9	3,2	6,7	11,0	1,37	0,57
	Min	6,1	16,5	2,2	3,2	10,2	0,99	0,40
	Max	9,2	19,7	4,4	10,8	11,6	1,60	0,81
(Mutter)-Schafe (n=8)	MW	7,7	16,5	3,1	8,8	10,6	1,42	0,57
	Min	7,1	14,8	2,2	5,4	10,1	1,00	0,50
	Max	8,4	18,1	4,3	11,5	10,8	1,85	0,68

Wie aus obenstehender Tabelle ersichtlich, erfolgte nicht immer eine Zuordnung der Schaffutter in bestimmte Futtertypen bzw. Einsatzbereiche (Lämmer versus Mutterschafe). Dies spiegelt sich auch in dem weit differierenden Spektrum der untersuchten Nährstoff- und Mineralstoffgehalte wider. Die Deklarationstreue ergab eine Übereinstimmung von 93,9 %, woraus sich eine Beanstandungsquote von 6,1 % ergibt, die deutlich höher im Vergleich zum Mittelwert von 3,8 % anderer im VFT geprüfter Mischfuttermittel aus dem Jahr 2010 ausfällt.

Bei 7 von 35 geprüften Schaffuttern fehlen die für den Schafhalter wichtigen Füt-terungshinweise ganz, teils werden lediglich Empfehlungen zur Futtermenge, teils werden detaillierte Angaben zu Einsatzmenge und Einsatzbereichen gegeben. Dementsprechend wichtig ist für den Schafhalter die Möglichkeit einer Übersicht über die Konzeption der am Markt befindlichen Schaffutter.

Einsatz von Trockenschlempen (DDGS) und freien Aminosäuren (AS) in der Milchviehfütterung

Koch, C. (Münchweiler), Lehnen, S. (Stuttgart), Romberg, F. (Münchweiler), Steingaß, H. (Stuttgart), Dusel, G. (Bingen), Potthast, C. (Ochsenfurt), Südekum, K.-H. (Bonn)

Schlempen sind ein Nebenprodukt der Ethanolherstellung. Trockenschlempen (DDGS) stellen eine Alternative zum Einsatz von Raps- und Sojaextraktionsschrot in der Milchviehfütterung dar. Bedingt durch produktionstechnische Unterschiede sowie verschiedene Ausgangsrohstoffe entstehen Schlempen mit einer sehr großen Variabilität der Rohnährstoffgehalte. In Abhängigkeit von der Verarbeitung und der verwendeten Rohstoffe schwanken die Rohprotein(XP)-gehalte sowie die UDP-Anteile beträchtlich. DDGS ist ein interessantes heimisches Eiweißfuttermittel und sehr gut mit Rapsextraktionsschrot (RES) vergleichbar, wobei allerdings Trockenschlempen arm an Lysin und Methionin sind.

Im Rahmen eines Fütterungsversuches des DLR-Westpfalz an der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, wurde in einem 3 x 3 lateinischen Quadrat mit je 20 Kühen der Einfluss von DDGS und DDGS ergänzt mit den pansengeschützten Aminosäuren Lysin und Methionin (DDGS + AS) im Vergleich zu RES als alleinige Proteinquelle untersucht. Die eingesetzte Trockenschlempe ProtiGrain der Firma CropEnergies AG wurde aus den Rohstoffen Weizen, Mais, Gerste und Zuckersirupen hergestellt. Die Rationen (TMR) bestanden aus 12 % Pressschnitzelsilage, 26 % Grassilage, 17 % Maissilage und 6 % Heu/Stroh. Der Anteil an RES betrug 17 %, der an DDGS 20 %, der Anteil an Getreide betrug 20 % bzw. 17 %, jeweils bezogen auf Trockenmasse (TM). Jeder Versuchsdurchgang bestand aus einer Adaptationsperiode von 2 Wochen und einer Messperiode von 5 Wochen mit täglicher tierindividueller Erfassung der Futteraufnahme und Milchleistung und wöchentlicher Bestimmung der Milchzusammensetzung. Die Futteraufnahmen der drei Gruppen unterschieden sich nicht. Alle Gruppen erzielten eine mittlere Milchmenge von 30,6 kg ECM.

Trockenschlempe kann als alleiniges Proteinfuttermittel in Mengen von bis zu 4 kg TM bei hochleistenden Milchkühen ohne Leistungseinbußen eingesetzt werden.

Tab.: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

	Kontrolle	DDGS	DDGS + AS
TM-Aufnahme (kg)	21,8	21,4	21,8
Milch (kg)	30,4	30,5	30,4
ECM (kg)	30,6	30,6	30,6
Fett (%)	4,02	4,03	4,03
Eiweiß (%)	3,54	3,46	3,48
Fett (kg)	1,21	1,22	1,22
Eiweiß (kg)	1,06	1,04	1,05

Vergleich von drei verschiedenen Trockenschlempen (DDGS) in Rationen für Milchkühe

Westreicher, E. (Stuttgart), Kaiser, R. (Stuttgart), Steingaß, H. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

Durch die in der EU ausgeweitete Bioethanolproduktion werden DDGS zunehmend als Komponenten in Milchleistungsfutter verwendet, als alleiniger Proteinträger in Rationen für Milchkühe kommen sie bislang jedoch selten zum Einsatz. Ziel der vorliegenden Arbeit war zu prüfen, ob DDGS als alleinige Proteinergänzung in Rationen für Milchkühe mittlerer Leistung geeignet sind und ob Unterschiede zwischen DDGS verschiedener Hersteller bestehen. Die Versuchsanordnung erfolgte in einem 4x4 lateinischen Quadrat mit 6 Tieren pro Gruppe der Rasse Deutsche Holstein. Die Dauer jeder Versuchsperiode betrug 7 Tage Adaptation und 21 Tage Datenerfassung. Die Tiere erhielten 4 Rationen als TMR auf Basis von Maissilage, Grassilage, Heu und Getreide. Die Proteinergänzung der Kontrollration bestand aus Rapsextraktionsschrot (RES), in den Versuchsrationen wurde RES vollständig durch DDGS von drei verschiedenen Herstellern ersetzt. Der Anteil der Prüffutter betrug 15-18 % der Gesamt-Trockenmasse (TM).

Tab.: Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltstoffe der Versuchsgruppen

		Ration				
		Kontrolle (RES)	DDGS 1	DDGS 2	DDGS 3	SEM[1]
TM-Aufnahme	kg/d	22,0	21,6	21,7	21,5	0,43
Milch	kg/d	31,3[ab]	31,7[a]	31,3[ab]	30,4[b]	1,03
FECM[2]	kg/d	31,2	31,4	31,3	30,6	0,98
Fett	%	3,99	4,02	4,06	4,12	0,14
	kg/d	1,23	1,26	1,25	1,23	0,05
Eiweiß	%	3,59[a]	3,43[b]	3,48[b]	3,50[ab]	0,05
	kg/d	1,12[a]	1,08[ab]	1,08[ab]	1,06[b]	0,03
Laktose	%	4,81[b]	4,93[a]	4,90[a]	4,90[a]	0,04
	kg/d	1,50[ab]	1,56[a]	1,54[ab]	1,50[b]	0,05

[a, b] kennzeichnen signifikante Differenzen (P<0,05), [1] Standardfehler; [2] Fett- und Eiweißkorrigierte Milch

Weder auf die TM-Aufnahme noch auf die FECM wurde ein Einfluss des Proteinfuttermittels festgestellt. Bei der Milchleistung gab es zwischen RES, DDGS 1 und DDGS 2 keine Unterschiede. Signifikant waren die Unterschiede zwischen DDGS 1 und DDGS 3. Bei Fettgehalt und Fettleistung gab es keine Unterschiede zwischen den Behandlungen. Der Eiweißgehalt war bei Fütterung der RES-Ration höher als bei DDGS 1 und DDGS 2. Auch die Eiweißleistung war bei Einsatz von RES mit 1,12 kg/d höher als bei DDGS 3 mit 1,06 kg/d. Der Laktosegehalt war bei allen drei DDGS Varianten signifikant höher im Vergleich zu RES, was ein Defizit an essenziellen Aminosäuren (AS) andeuten könnte. DDGS ist bei Kühen im mittleren Laktationsstadium in Mengen bis 4 kg/Tag einsetzbar. Ob Leistungsunterschiede bei frischlaktierenden Kühen aufgrund unterschiedlicher Versorgung mit essentiellen AS auftreten, ist weiter zu prüfen.

Beschreibung der ME-Aufnahme von weiblichen Aufzuchtrindern

Rutzmoser, K. (Grub), Ettle, T. (Grub)

Bei der Fütterung von Aufzuchtrindern soll das Angebot an Energie mit der erwarteten Leistung zusammen passen. Bei der Ableitung des ME-Bedarfes wird die Energie für Erhaltung und Leistung unterschieden.

In einem Versuch der LfL zur Frage unterschiedlichen Erstkalbealters wurden die Futter- und Leistungsdaten vom Kalb (ab etwa 50 kg) bis zum Abkalben erfasst. Die Gesamtaufnahme der Energie als MJ ME/Tag wurde aufgeteilt in den Erhaltungsbedarf und den verbleibenden Leistungsbedarf.

Der Bedarf für die Erhaltung ist bei wachsenden Rindern auf das metabolische Lebendgewicht W bezogen mit 0,53 * $W^{0,75}$ MJ ME/Tag. Dieser Wert gilt eigentlich nur für wiederkäuende Rinder. Kälber mit einer monogastrischen Verdauung können mehr Energie für Umsetzungen aus dem Futter nutzen. Um diesen Effekt auszugleichen, wird bei jungen Kälbern ein niedrigerer Erhaltungsbedarf angesetzt, bei 40 kg Lebendgewicht 0,29 MJ je $W^{0,75}$ und gleitend auf 0,53 MJ je $W^{0,75}$ bis 160 kg Lebendgewicht gesteigert.

Aus dem Leistungsbedarf, der ME-Aufnahme ohne Erhaltung oder ME für Leistung wird die ME-Verwertung errechnet, indem die Tageszunahme durch die ME Leistung geteilt wird, ausgedrückt in g Zunahme je ME Leistung. Diese Verwertung verändert sich mit dem Lebendgewicht, begründbar mit einer Verschiebung des Fettanteiles am Zuwachs. Abgestimmt mit den Ergebnissen des Versuches werden für weibliche Kälber und Aufzuchtrinder bei bestimmten Lebendgewichten so bezeichnete Leitpunkte der ME-Verwertung festgelegt:

bis 40 kg Lebendgewicht	64 g Zunahme/ME Leistung
80 kg Lebendgewicht	58 g Zunahme/ME Leistung
120 kg Lebendgewicht	52 g Zunahme/ME Leistung
160 kg Lebendgewicht	46 g Zunahme/ME Leistung
200 kg Lebendgewicht	42 g Zunahme/ME Leistung
400 kg Lebendgewicht	35 g Zunahme/ME Leistung
ab 600 kg Lebendgewicht	32 g Zunahme/ME Leistung

Bei zwischen den Leitpunkten liegenden Gewichten wird die ME-Verwertung gleitend verbunden. Die Gesamt-ME-Aufnahme errechnet sich aus Erhaltungsfaktor * $W^{0,75}$ und dem Leistungsbedarf aus Tageszunahme (g) / ME-Verwertung (nach W).

Diese Vorgehensweise geht bei gleichem Lebendgewicht von einer konstanten Verwertung der ME Leistung aus, unabhängig von der Höhe der Zunahmen. Um diese Voraussetzung zu prüfen, sind ME Leistung und Zunahmen innerhalb einer Gewichtsklasse zu betrachten, womit der Einfluss des Gewichtes auf Erhaltungsbedarf und ME-Verwertung vernachlässigbar ist.

Wird die Aufteilung in Untergruppen über und unter den Mittenwerten sowohl nach Zunahme wie nach ME Leistung vorgenommen, zeigen sich in allen hinreichend besetzten Gewichtsklassen nahezu gleiche ME-Verwertungen.

Untersuchungen zur Ausmast von Ochsen aus der Mutterkuhhaltung

Steinberger, S. (Poing), Prischenk, R. (Bayreuth), Pickl, M. (Poing), Ettle, T. (Poing), Spiekers, H. (Poing)

Eine systematische, grasbasierte Rindfleischproduktion aus der Mutterkuhhaltung stellt eine mögliche Alternative zur Milchproduktion für Grünlandstandorte dar. Deshalb wurden über drei Jahre hinweg die Mast- und Schlachtleistungsdaten von 61 Ochsen (Fleckvieh) erhoben. Die Kastration erfolgte mit ca. 3-4 Monaten. Die Kälber wurden in den Wintermonaten geboren und anschließend mit ihren Müttern für etwa 7 Monate auf einer Kurzrasenweide ohne Zufütterung (Vollweide) gehalten. Die gesamte Säugedauer betrug zehn Monate, so dass Kühe und Kälber nach der Weideperiode bis zum Absetzen nochmals gemeinsam aufgestallt wurden. Während der Stallhaltungsperioden kam Grassilage ergänzt mit Stroh/Heu und Mineralstoffen zur Anwendung. Nach dem Absetzen wurden zwei Versuchsgruppen gebildet. Beiden Gruppen wurde Grassilage ad libitum angeboten. Gruppe I erhielt keine Kraftfuttererergänzung. Gruppe II erhielt 1,0 kg Kraftfutter je Tier und Tag, ab einem mittleren Gruppengewicht von 550 kg wurde die Menge auf 2,0 kg/Tier erhöht.

Die Kastraten erreichten bis zum Absetzen 1.300 g tägliche Zunahmen bei einem Absetzgewicht von 436 kg (Tabelle). Während der Versuchsperiode erreichte Gruppe I tägliche Zunahmen von 981 g bei einem Mastendgewicht von 627 kg. Gruppe II erreichte bei gleichem Mastendgewicht tägliche Zunahmen von 1.069 g (+ 91 g). Die Ochsen mit Kraftfutterzulage wiesen eine stärkere Verfettung des Schlachtkörpers auf (12 x Fettklasse 4). Dies spiegelte sich auch in der gemessenen Rückenfettdicke wider. Die Untersuchung zeigte, dass eine konsequente Weideführung als Kurzrasenweide bei Winterkalbung sehr hohe Zuwachsleistungen bei den Kälbern ermöglicht. Bei der anschließenden Mast mit Grassilage war die Verwertung der mittleren Kraftfutterzulage von 1,5 kg/Tag gering. Die Differenz lag bei mäßiger Grassilagequalität höher (+ 140 g/Tag, Versuchsjahr 2) als bei guter Qualität (+ 64 g/Tag Versuchsjahr 1). Weitere Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von Absetzern nach einer zehnmonatigen Säugdauer werden derzeit durchgeführt.

Tab.: Mast- und Schlachtleistung der Ochsen im Mittel des Untersuchungszeitraumes in Abhängigkeit der Kraftfutterversorgung

	Bis Absetzen		Versuchszeitraum			Schlachtung		
Gruppe	Absetz-gew., kg	tgl. Zun., g	Mastend-gew. kg	tgl. Zun. g	RFD, mm	Handels-klasse	Fett-klasse	Alter, d
I	435	1304	627	981	1,57	4xU 27xR	23x3 7x4	501
II	437	1310	628	1069	1,67	4xU 26xR	1x2 17x3 12x4	488

Vergleichende Bewertung von Milchviehrationen auf Basis von Luzerne-, Gras- und Maissilagen: Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Trautwein, J. (Bingen), Südekum, K.-H. (Bonn), Steingaß, H. (Stuttgart), Dusel, G. (Bingen), Koch, C. (Münchweiler), Romberg, F. (Münchweiler), Landfried, K. (Münchweiler)

Luzerne (*Medicago sativa L.)* weist neben vorzüglichen ackerbaulichen Eigenschaften wie etwa guter Fruchtfolgewirkung und hohem Ertragspotential vor allem auf sommertrockenen Standorten auch günstige Futterwerteigenschaften auf. Sie hat einen hohen Rohproteingehalt und kann auf Grund ihrer Struktureigenschaften einen wichtigen Beitrag zu einer wiederkäuergerechten Ration liefern.

In einem Fütterungsversuch wurden Luzerne-, Gras- und Maissilagen in unterschiedlichen Kombinationen in Form einer Gesamt-Mischration (TMR) an laktierende Kühe verfüttert. In der Kontrollration (GM) bestand die Trockenmasse (TM) des Grobfutters aus 50 % Grassilage und 50 % Maissilage. Die 3 Rationen, die Luzernesilage enthielten, wiesen folgende Grobfutterzusammensetzung in der TM auf: 50 % Luzerne- und 50 % Grassilage (LG), 50 % Luzerne- und 50 % Maissilage (LM) und je ein Drittel Luzerne-, Gras- und Maissilage (LGM). Die TMR wurden so konzipiert, dass das nutzbare Rohprotein am Duodenum (nXP) bei allen Rationen auf ähnlichem Niveau lag. Der Fütterungsversuch wurde mit einer Herde von ca. 60 laktierenden Kühen durchgeführt. Die gesamte Herde wurde über einen Zeitraum von jeweils 6 Wochen (2 Wochen Adaption, danach 4 Wochen Datenerfassung) mit der gleichen Ration gefüttert. Danach fand die Umstellung der TMR auf die nächste Ration statt. Auf diese Weise wurden 7 Rationen nacheinander verfüttert, wobei die Rationen 1, 3, 5 und 7 die Kontrollration mit jeweils identischer Zusammensetzung darstellten.

Die tägliche Aufnahme an TMR lag zwischen 20,8 und 22,3 kg TM/Tier und waren in den Luzernerationen höher als in den Kontrollrationen ($p<0,05$). Die höchste Futteraufnahme ($p<0,001$) wurde bei der Verabreichung von LM erzielt. Alle Rationen mit Luzernesilage reduzierten jedoch signifikant die absolute und energiekorrigierte Milchmenge sowie den Milchproteingehalt und den täglichen Milchproteinertrag. Gegenüber GM war mit LG ein Anstieg des Milchfettgehaltes zu verzeichnen (4,3 % versus 3,9 %; $p<0,001$). Zusätzlich wurden die Verdaulichkeiten der Silagen an Hammeln ermittelt. Für Luzernesilage wurde gegenüber Gras- und Maissilage eine signifikant geringere Verdaulichkeit der Bruttoenergie, der organischen Masse und des Rohfettes bestimmt. Luzernesilage wies gegenüber Grassilage auch eine geringere Verdaulichkeit der Detergenzienfaserfraktionen auf.

In dieser Studie erwies sich vor allem die Kombination aus Luzerne- und Maissilage (50:50) vorteilhaft im Hinblick auf die Futteraufnahme. Der späte Schnittzeitpunkt führte jedoch zu einer geringen Energiedichte der Luzernesilage und damit auch der TMR, die trotz höherer Futteraufnahme der Milchkühe nicht kompensiert werden konnte und daher zu einem Abfall der Milchleistung führte.

Bewertung der Strukturversorgung bei Mastbullen mit einem Strukturindex

Rutzmoser, K. (Grub), Schuster, H. (Grub)

Wiederkäuer brauchen eine ausreichende Versorgung mit strukturwirksamen, faserigen Futtermitteln. Wenn die Strukturwirkung einer Futtermischung gut eingeschätzt werden kann, sind zu hohe Mengen an Kohlenhydraten, in der Regel aus Kraftfutter, mit den schädlichen Auswirkungen auf Pansenmotorik und Futteraufnahme besser zu erkennen und zu vermeiden.

Auf Arbeiten aus Hohenheim aufbauend kann die Aufnahme an strukturwirksamer Faser der Menge an pansenabbaubaren Kohlenhydraten (pab KH) gegenüber gestellt werden. Bei „verträglichen“ Mengen an pab KH sind stabile Verhältnisse im Pansen zu erwarten, bei zu hoher Aufnahme an pab KH unter gegebener Versorgung mit Strukturfaser sind kritisch niedrige pH-Werte im Pansen möglich.

Aus Daten mit Milchkühen wurde eine so bezeichnete Schwellengleichung abgeleitet, welche abhängig von der Strukturfaseraufnahme die Menge an pab KH beschreibt, mit der ein Schwellen-pH-Wert von 6,15 zu erwarten ist. Nach den genannten Arbeiten ist ein pH-Wert im Pansen über 6,15 als Tagesmittenwert für stabile Fermentationsbedingungen anzustreben.

Als pab KH wird die Summe von Zucker und pansenabbaubare Stärke genommen, als strukturwirksame Faser kann die NDFom oder die Rohfaser, jeweils aus Grobfutter (GF) eingesetzt werden, alle Werte als Mengen (kg) je Tag. Da bei Mastbullen sich mit dem Lebendgewicht W die Futteraufnahme deutlich verändert, werden die Mengen für die Schwellengleichung eines Strukturindexes auf ein Standardgewicht von 700 kg mit der Exponentialfunktion 0,62 ($W^{0,62}$) korrigiert. Der Faktor, mit dem die Strukturfaser und pab KH multipliziert werden, ist das Verhältnis $700^{0,62}/W^{0,62}$. Für diese korrigierten Mengen wurden folgende Schwellengleichungen abgeleitet:

pab KH (NDF) (Schwelle pH 6,15) = 1,32 + 0,5 NDFom (GF)

pab KH (R.faser) (Schwelle pH 6,15) = 1,6 + 1,0 Rohfaser (GF)

Der Strukturindex wird festgelegt als Faserfraktion geteilt durch die Summe von Faserfraktion und Kohlenhydrate (in kg/Tag) als Index von 100:

Strukturindex = Faserfraktion / (Faserfraktion + Kohlenhydrate) * 100

Um einen Strukturindex mit einem Richtwert von 50 bei der Schwelle zu erhalten, werden die pab KH nach der Schwellengleichung umgerechnet:

Strukturindex NDF = NDFom(GF)/(NDFom(GF) + (pab KH–1,32)/0,5) * 100

Strukturindex R.faser = R.faser(GF)/(R.faser(GF) + (pab KH–1,6)/1,0) * 100

Dabei sind die Mengen (kg/Tag) jeweils nach dem Lebendgewicht W mit dem Verhältnis $700^{0,62}/W^{0,62}$ korrigiert.

An Berechnungen kann gezeigt werden, wie beispielsweise die Zulage von Heu oder der Austausch von Körnermais gegen Weizen den Strukturindex verändert und bei welchen Mengen die Strukturversorgung (Strukturindex 50) als ausreichend zu bewerten ist.

In vitro-Untersuchungen zum azidogenen Potenzial von Futtermitteln für Wiederkäuer

Böttger, C. (Bonn), Trautwein, J. (Bingen), Südekum, K.-H. (Bonn)

Futtermittel für Wiederkäuer unterscheiden sich in ihrem Risiko, säurebedingte Pansenstörungen hervorzurufen. Einflüsse auf dieses azidogene Potenzial haben das Abbauverhalten sowie die intrinsische Pufferwirkung. Schwerpunkt der vorliegenden Studie war die Ermittlung des azidogenen Potenzials in vitro nach Wadhwa et al. (2001; J. Dairy Sci. 84, 1109-1117). Diese Methode beruht auf der Charakterisierung von Futtermitteln anhand eines Säurebildungswertes (acidogenicity value, AV), der über die Lösung von Kalzium (Ca) aus Kalziumkarbonat ($CaCO_3$) nach einer *in vitro*-Inkubation bestimmt wird.

Eine nach methodischen Voruntersuchungen festgelegte Vorgehensweise wurde zur exemplarischen Ermittlung der AV verschiedener Luzerneproben (Grünfutter, künstlich getrocknet) angewendet. Die Proben unterschieden sich in Sorte (n = 18) und Erntestandort (A und B). Nach einer 24-stündigen *in vitro*-Inkubation in Pansensaft-Puffer-Gemisch wurden Teilproben der Inkubationsmedien entnommen und $CaCO_3$ zugegeben. Die Teilproben wurden gemischt, zentrifugiert und anschließend die Ca-Konzentration im Überstand bestimmt. Aus dieser Konzentration wurde der AV berechnet und als mg Ca/g Futter-Trockenmasse (TM) angegeben. Es erfolgte eine Korrektur für Ca, welches nicht aus $CaCO_3$, sondern im Verlauf der Inkubation aus der Futterprobe freigesetzt wurde. Eine Bestimmung erfolgte in zwei Durchgängen, für die AV sich teilweise unterschieden. Die Unterschiede waren jedoch weniger gravierend als in vorhergehenden Studien zum AV.

Die AV (mg Ca/g TM) für die verschiedenen Luzerneproben variierten von 3,01 ± 0,26 bis 5,54 ± 0,55. Es zeigten sich signifikante Einflüsse von Sorte ($p<0,001$) und Standort ($p<0,001$). Im Mittel waren die Säurebildungswerte für Standort B (4,26 ± 0,63) niedriger gegenüber Standort A (4,76 ± 0,55). Weiterhin traten Interaktionen zwischen Sorte und Standort auf ($p<0,001$). Die Säurebildungswerte für zwei als Kontrollen untersuchte Standardfuttermittel – ein mäßig verdauliches Heu und ein Konzentratfutter – lagen bei 2,81 ± 0,55 bzw. 6,38 ± 0,26.

Eine vergleichende Betrachtung mit Literaturwerten war aufgrund bisher eingeschränkter Forschung und mangelnder Standardisierung der Methode durch andere Autoren nicht möglich. In Voruntersuchungen stellte sich die photometrische Ca-Bestimmung als problematisch heraus. Auf der Grundlage dieser Arbeit sind weitergehende Arbeiten zur *in vitro*-Ermittlung der Säurebildung zu empfehlen, die unter anderem methodische Aspekte wie Standardisierung und Ermittlung der Ca-Konzentration behandeln sollten.

Kalkulation der Nährstoffausscheidungen beim Rind

Spiekers, H. (Poing), Pries, M. (Münster), Grünewald, K.-H. (Bonn), Ettle, T. (Poing)

Im Rahmen der Dünger-Verordnung werden die Nährstoffausscheidungen der Nutztiere nach Standardverfahren kalkuliert (DLG, 2005). Für die Rinder ist eine Aktualisierung der Werte vorgesehen. Dies beinhaltet die Gehalte für die angesetzten Futtermittel, die Produkte Milch und Fleisch sowie die Ausgestaltung der Produktionsverfahren. Bei den Verfahren werden die erhöhten Endgewichte und die größere Bandbreite in der Milchleistung berücksichtigt. So wird ergänzend die Stufe 12.000 kg Milch/Kuh und Jahr eingeführt. Beim Zuwachs werden neuere Ergebnisse zum Rohproteingehalt berücksichtigt.

Die Gehalte in den Futtermitteln wurden auf Basis einer Abfrage des Bundesarbeitskreises der Fütterungsreferenten zu den vorliegenden Analyseergebnissen der Untersuchungslabore und des Vereins Futtermitteltest (VFT) von 2009 bis 2011 aktualisiert. Es finden die Gehalte der nachstehenden Tabelle Anwendung. Gegenüber den früheren Untersuchungen sind die Verschiebungen in den Gehalten an Phosphor und Kalium auffällig. Die Gehalte an Kalium liegen insgesamt niedriger und beim Phosphor zeigen sich beim Grobfutter und dem Getreide geringere und beim Mischfutter höhere Gehalte.

Tab.: Zur Kalkulation der Nährstoffausscheidung angesetzte Werte

Futtermittel	**XP**	**N**	**P**	**K**	**ME**
	g/kg TM				**MJ/kg TM**
Maissilage	77	12,3	2,2	11	10,9-11,2
Grassilage	155	24,8	3,3	25	10,0-10,4
Gras/Weide	190	30,4	3,8	28	10,5-10,8
Heu	115	18,4	2,7	21	9,5
Getreide	128	20,5	3,4	4,9	13,1
Raps/Soja	440	70,4	9,9	19	13,1
MLF (18/3)	205	32,8	6,8	13	12,3
MLF (20/7,0)	227	36,3	6,5	11	12,8

In den kalkulierten Nährstoffausscheidungen ergeben sich insbesondere beim Kalium Abschläge gegenüber DLG (2005) auf Grund der insgesamt geringeren Gehalte. Die Plausibilität der Daten wird an aktuellen Versuchsergebnissen zur Fütterung bei Jungrindern, Mastbullen und Milchkühen geprüft.

DLG (2005): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, Arbeiten der DLG/Band 199, DLG-Verlag

Einfluss einer proteinreduzierten Fütterung auf Leistung und Harn-N-Ausscheidungen bei Fleckviehkühen

Weltin, J. (Kiel), Jilg, T. (Aulendorf), Susenbeth, A. (Kiel)

Ziel des Versuches war es zu prüfen, ob die RNB einer Ration bei gleichbleibendem Gehalt an nXP negativ gehalten und damit die Stickstoffausscheidung der Milchkuh gesenkt werden kann, ohne die Leistung negativ zu beeinflussen.

Dazu wurden die Auswirkungen zweier Futterrationen (direkt) miteinander vergleichen. Die Ration RNB+ sollte sich nach den derzeit gängigen Empfehlungen der GfE für Milchkühe richten und demnach eine leicht positive ruminale Stickstoffbilanz vorweisen. In der Ration RNB- sollte die ruminale Stickstoffbilanz geringfügig negativ gehalten werden. Für den Versuch wurde ein Change-Over-Design gewählt mit 2 Wochen Vorperiode zu Adaptierung an die Rationen und 4 Wochen Versuchperiode zur Datenerfassung. Der Versuch wurde mit 30 Kühen (15 je Behandlung) durchgeführt und dauerte insgesamt 12 Wochen. Die Rationen enthielten (in % der TM) 2,8 % Gerstenstroh, 26,1 % Grassilage, 29,8 % Maissilage, 12,5 % Rapsextraktionsschrot, 27,0 % Getreidemischung, 0,7 % Mineralfutter und 0,5 % Na-Bicarbonat. Den Kühen der Gruppe RNB+ wurden 120 Gramm eines Ergänzungsfuttermittels mit 80 % Harnstoff verfüttert. Die Rationen wurden als Mischrationen angeboten. Die UDP-Anteile wurden nach Shannak et al. (2000) bestimmt. Für Stroh wurde der Wert der DLG-Tabelle eingesetzt.

Ergebnisse

Tab. 1: Energie- und Nährstoffgehalte der eingesetzten Rationen laut Futteruntersuchungen

Komponenten	errechnete TMR	
	(RNB-)	(RNB+)
NEL (MJ/kg TS)	6,98	6,98
nXP (g/kg)	179	180
RNB (g/kg)	-2,67	0,24
RNB, g N/Tag	-50,5	4,7

Tab. 2: Ergebnisse

Parameter	Phase 1				Phase 2			
	(RNB+)		(RNB-)		(RNB+)		(RNB-)	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Futteraufnahme (kg TS/d)	22,9	0,6	23,0	0,6	22,7	0,6	22,4	0,6
Milchmenge (kg/d)	$31,4^{a,d}$	1,6	$30,8^{a,b}$	1,6	$28,5^{c,d}$	1,6	$29,5^{b,c}$	1,6
Eiweiß (%)	$3,68^{b,c}$	0,06	$3,58^{c,d}$	0,06	$3,74^{a,b}$	0,06	$3,75^{a,d}$	0,06
Fett (%)	$4,08^{a,b}$	0,11	$4,15^{a,d}$	0,11	$4,07^{b,c}$	0,11	$3,93^{c,d}$	0,11
Menge ECM (kg/d)	$32,0^{a,d}$	1,4	$31,7^{a,b}$	1,4	$29,1^{c,d}$	1,4	$29,6^{b,c}$	1,4
Milchharnstoffgehalt (mg/dl)	$28,1^{b}$	0,8	$18,6^{d}$	0,8	$32,5^{a}$	0,8	$24,0^{c}$	0,8

$P<0,05$

Die Ergebnisse zeigen , dass eine Reduzierung der RNB von +5 auf -50 keine Auswirkungen auf

Futteraufnahme und Milchleistung hat. Durch die Senkung der RNB konnten Milchharnstoffgehalte um ca. 9 mg/100 ml gesenkt werden. Die kalkulierten Harn-N-Auscheidungen betrugen bei Behandlung RNB+ im Schnitt 394 g N/Tag, bei Behandlung RNB- im Schnitt 386 g/Tag.

Kupfer- und Zinkgehalte im Schweine-Mischfutter (VFT-Monitoring)

Grünewald, K.-H. (Bonn), Danier, J. (Freising), Steuer, G. (Groß-Umstadt)

Regelmäßig wird mit Hinweis auf Umwelt- und Bodenschutz die Verminderung von Ausscheidungen in Boden, Wasser und Luft als wichtig dargestellt. Dies betrifft vor allem auch Schwermetalle, wobei es sich teilweise aber um für die Versorgung der Tiere notwendige Spurenelemente handelt.

Seitens der Tierernährung ist eine ausreichende Versorgung mit Energie, Nähr-, Mineral- und Wirkstoffen bei gleichzeitiger Vermeidung von Überversorgungen erwünscht. Die Einstellung bedarfsdeckender Gehalte in der Ration / Mischung erfolgt über eine Ergänzung mit Mischfutter (Mineralfutter, Ergänzungsfutter, Alleinfutter) auf Basis der Kenntnisse zum Bedarf, und den Gehalten in einzelnen Futtermitteln.

In den zurückliegenden Jahren wurden mehrfach von unterschiedlicher Seite Erhebungen zu den tatsächlichen Gehalten bei Kupfer (Cu) und Zink (Zn) im Mischfutter durchgeführt. Nach Absenkung der futtermittelrechtlichen Höchstgehalte im Jahr 2004 wurde im Jahr 2006 eine entsprechende Untersuchung durchgeführt, die im Vergleich zu älteren Erhebungen von 2001 deutliche Absenkungen im Futter (außer bei Cu im Futter für Ferkel) aufzeigt.

Auch im Hinblick auf die Überarbeitung der Düngemittel-VO sind Daten über die Cu und Zn-Gehalte im Futter nutzbar.

Vor diesem Hintergrund sind aktuell folgende Fragen zu beantworten:

- wie hoch liegen die Gehalte im Mischfutter je nach Zieltier und Futtertyp?
- wurden die Gehalte im Mischfutter weiter abgesenkt oder blieben sie gleich?
- in welcher Form werden diese Spurenelemente zugelegt?

Aus den im Rahmen des VFT-Warentests beprobten Mischfuttermitteln wurde eine Stichprobe der Schweinemischfutter (Alleinfutter und Ergänzer) (n=135) ausgewählt und die Cu und Zn-Gehalte bestimmt

Die angegebenen Zusätze werden nach deren Verbindung getrennt erfasst und die ermittelten Gehalte (nativ + Zusätze) werden mit den deklarierten Werten (Zusatz) verglichen. Die Gehalte im Futter werden (bei Ergänzungsfutter unter Berücksichtigung des Getreideanteils) mit den ernährungsphysiologischen Richtwerten sowie den futtermittelrechtlichen Höchstwerten verglichen.

Die Ergebnisse liegen derzeit noch nicht vor.

Untersuchungen zur Ausscheidung von Inositolphosphaten im Kot von Milchkühen bei unterschiedlicher Phosphorversorgung

Haese, E. (Stuttgart), Steingaß, H. (Stuttgart), Schollenberger, M. (Stuttgart), Boguhn, J. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

Rund zwei Drittel des Phosphors (P) in pflanzlichen Samen sind als Phytate (Salze der Phytinsäure ($InsP_6$)) gespeichert. Die Mikroorganismen im Pansen des Wiederkäuers sind in der Lage, das zur Hydrolyse erforderliche Enzym Phytase zu bilden. Allerdings wird dieser Hydrolysevorgang von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst.

Ziel der vorliegenden Studie war es, die P-Verdaulichkeit sowie den Abbau von Inositolphosphaten (InsP) bei unterschiedlicher Rationsgestaltung an Milchkühen zu untersuchen.

In einem 4x4 lateinischen Quadrat erhielten 24 laktierende Kühe (mittlere Milchleistung: 31 kg/d) 4 verschiedene Rationen mit unterschiedlichen P-Zulagen. Einer Grundration aus Maissilage, Grassilage und Heu wurden verschiedene Kraftfuttermischungen zugemischt, deren Grundkomponenten im Wesentlichen identisch waren. Unterschiedliche P-Gehalte wurden durch Zulage von mineralischem P oder durch Austausch einzelner Komponenten durch Rapsprodukte erzielt (Kontrolle (K): 0,42 % P; Mineralischer P (MP): 0,51 % P; Rapsextraktionsschrot (RES) + Rapssaat (RS): 0,53 % P; RES + Rapsöl (Öl): 0,50 % P). Die Analyse der InsP erfolgte mittels Ionenaustauschchromatographie (HPLC).

Tab.: P-Aufnahme und -Verdaulichkeit sowie $InsP_6$-Aufnahme und -Abbau; n=24

Ration	P-Aufnahme (g/d)	P-Verdaulichkeit (%)	$InsP_6$-Aufnahme (g/d)	$InsP_6$-Abbau (%)
K	95a	55b	34a	92b
MP	116b	47a	45b	91a
RES + RS	123c	47a	97c	95c
RES + Öl	117b	46a	103d	96d

Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede ($p<0,05$) innerhalb der Spalte

Der $InsP_6$-Abbau lag zwischen 91 und 96 %. Dies bestätigt, dass beim Wiederkäuer nicht grundsätzlich von einer vollständigen Hydrolyse des $InsP_6$ ausgegangen werden kann. Die Rationsgestaltung nahm Einfluss auf den $InsP_6$-Abbau. Bei geringen $InsP_6$-Konzentrationen in der Ration bewirkte die Zulage von mineralischem P einen geringfügigen, aber signifikanten Rückgang des $InsP_6$-Abbaus von 92 auf 91 %. Bei erhöhter $InsP_6$-Aufnahme stieg der $InsP_6$-Abbau an (95 und 96 %). Dies deutet auf eine mögliche Hemmung der Phytaseaktivität im Pansen durch mineralischen P bzw. auf eine höhere Phytaseproduktion der Mikroorganismen bei steigendem $InsP_6$-Gehalt im Pansen hin.

Niedrigere Phosphorylierungsstufen der InsP lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze ($InsP_5$) bzw. waren nicht nachweisbar. Der P-Gehalt der Rationen lag oberhalb des Bedarfes, weshalb die P-Verdaulichkeit in den Zulagestufen unabhängig von der P-Quelle zurückging.

In vivo-Untersuchungen zum Einfluss kontrollierter Fermentationsprozesse auf den Gehalt an verdaulichem Phosphor in Rationen für wachsende Schweine

Schemmer, R. (Bonn), Drüing, B. (Bonn), Südekum, K.-H. (Bonn)

Die Anwendung von Flüssigfuttermischungen einschließlich der gezielten Nutzung kontrollierter Fermentationsprozesse in der Ernährung insbesondere junger Schweine umfasst verschiedene Aspekte. Durch Beibehaltung der flüssigen Futterkonsistenz nach dem Absetzen wird der Dehydratation und einem Einbruch der Futteraufnahme vorgebeugt. Neben der Möglichkeit, verstärkt kostengünstige flüssige Komponenten in die Ration aufzunehmen (wie z. B. Koppelprodukte aus der Bioethanolproduktion), kommt zudem ernährungsphysiologischen Aspekten wie der Verbesserung der Nährstoffverdaulichkeit eine besondere Bedeutung zu. Im vorliegenden Beitrag wird speziell die Verbesserung der Phosphor-(P)-Verdaulichkeit durch kontrollierte Fermentationsprozesse geprüft.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden die Futtermittel nach der Vorschrift zur Bestimmung des verdaulichen P der GfE (1994; Proc. Soc. Nutr. Physiol. 2, 113-119) im Differenzversuch auf ihre P-Verdaulichkeit untersucht. Es wurde eine Futtermischung aus Weizen (58 %), Gerste (26 %), Sojaextraktionsschrot (15 %) und Sojaöl (1 %) erstellt. Zunächst wurde jede Komponente einzeln an vier Börgen geprüft. Im Anschluss wurde die Futtermischung sowohl im trockenen als auch im fermentierten Zustand verfüttert. Die komplette fermentierte Futtermischung wurde in einem Batchverfahren zu Beginn des Versuchs angesetzt; sie wies einen Trockenmasse-(TM)-Gehalt von 30 % auf.

Die Gesamt-P-Gehalte der untersuchten Futtermittel betrugen 3,50 g/kg TM für Weizen, 3,96 g/kg TM für Gerste und 6,81 g/kg TM für Sojaextraktionsschrot. Als *in vivo* P-Verdaulichkeiten für Gerste und Sojaextraktionsschrot wurde ein Wert von 51 % ermittelt. Für Weizen betrug die P-Verdaulichkeit 70 %. Im anschließenden Versuch zur Analyse der P-Verdaulichkeit der unfermentierten und fermentierten Futtermischungen wurde für die trockene Futtermischung eine P-Verdaulichkeit von 64 % ermittelt. In der fermentierten Variante lag die P-Verdaulichkeit mit 81 % noch wesentlich höher.

Die Ergebnisse belegen deutlich, dass durch die Fermentation von Futtermitteln ein enormes Einsparpotential bezüglich der Verwendung von mineralischen Futterphosphaten vorhanden ist. Besonders in viehintensiven Regionen kann hierdurch der Eintrag an ungenutztem P in die Gülle reduziert werden. Jedoch muss hierfür sowohl die benötigte Technik im Betrieb vorhanden sein als auch einwandfreie hygienische Bedingungen im Fütterungssystem eingehalten werden. Hierzu werden weitere Untersuchungen benötigt.

Indikatoren zur Bewertung der Energieeffizienz und Treibhauswirkung der Milchviehhaltung

Frank, H. (Freising), Schmid, H. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

Vor dem Hintergrund der Verknappung fossiler Energieressourcen und der Diskussion um die Treibhausgasemissionen (THG) der Landwirtschaft steigt die Notwendigkeit, die Nachhaltigkeit und Klimarelevanz landwirtschaftlicher Betriebssysteme zu bewerten. Für die Milchviehhaltung liegen bislang keine in der Praxis anwendbaren Modelle vor, die den fossilen Energieeinsatz und die entstehenden Treibhausgasemissionen vollständig erfassen. Hierfür wurde ein Modell entwickelt, das den produktbezogenen Energieeinsatz und die produktbezogenen Treibhausgasemissionen der Milchproduktion in Praxisbetrieben in einer vollständigen Bilanz abbildet. Diese Indikatoren ermöglichen den Vergleich und die Bewertung verschiedener Betriebs- und Produktionssysteme.

Die Anwendung des Modells fand in den Jahren 2009 und 2010 in 12 ökologischen und 12 konventionellen Milchviehbetrieben in dem von der BLE und dem vTI geförderten Projekt „Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben“ statt.

Der mittlere auf das Produkt Milch bezogenen Energieeinsatz liegt in den ökologischen Betrieben bei 2,29 MJ (kg ECM)$^{-1}$, in den konventionellen Betrieben bei 2,50 MJ (kg ECM)$^{-1}$. Die größten Energieinputs kommen durch die Futtererzeugung zustande, wobei der Rationsgestaltung und dem Einsatz von Zukauffuttermitteln (z. B. Raps- oder Sojaextraktionsschrot) große Bedeutung zukommt. Auch die Milchgewinnung und die Färsenaufzucht haben erheblichen Anteil am Energieeinsatz. Die produktbezogenen THG-Emissionen betragen 0,98 kg CO_{2eq} (kg ECM)$^{-1}$ in den ökologischen und 1,05 kg CO_{2eq} (kg ECM)$^{-1}$ in den konventionellen Betrieben. Die größten THG-Quellen sind die Methanemissionen, die Emissionen aus der Färsenaufzucht und die Futtererzeugung. Hier können insbesondere die Humusdynamik und die Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen durch Sojaanbau die Bilanz maßgeblich beeinflussen.

Der Vergleich der Betriebe auf Grundlage dieser Indikatoren zeigt, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben die systembedingten Unterschiede zwischen ökologischem und konventionellem Landbau übertreffen können. Dies bestätigt die Notwendigkeit einer einzelbetrieblichen Betrachtung und Optimierung.

Klimawirkungen und Nachhaltigkeitsparameter in der Milchviehhaltung - Ergebnisse aus Herdenvergleichen ökologischer und konventioneller Betriebe

Paulsen, H. (Trenthorst), Blank, B. (Trenthorst), Schaub, D. (Trenthorst), Rahmann, G. (Trenthorst)

Im Rahmen des Projekts ‚Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen‘ wurde in 44 ökologischen und konventionellen Betrieben in Deutschland die Milchviehhaltung anhand von Betriebsbefragungen, Ergebnissen der Milchleistungsprüfung und des Fütterungsregimes der Jahre 2009-11 analysiert. Die Ergebnisse zeigen wie erwartet eine Durchmischung leistungsstarker und leistungsschwacher Betriebe beider Bewirtschaftungssysteme. Im Mittel weisen die ökologisch geführten Milchvieherden eine ca. um ein Viertel geringere Milchleistung auf als die konventionellen (ökologisch 4307-9289, konventionell 6130-10.588 kg Milch Kuh^{-1} $Jahr^{-1}$). Dagegen ist die mittlere Nutzungsdauer der Tiere (nach ersten Kalbung) in ökologischen Betrieben ein Jahr länger (ökologisch 39 Monate, Spannbreite 25-59 Monate, konventionell 27 Monate, Spannbreite 18-37 Monate). Die Lebenseffektivität (kg Milch pro Lebenstag) der ökologischen Herden lag zwischen 6,1-14,8 kg d^{-1}, die konventioneller Herden zwischen 7,6-15,4 kg d^{-1} Milch. Alle untersuchten ökologischen Betriebe gewährten ihren Tieren Weidegang, bei den konventionellen Betrieben hatte mehr als die Hälfte ganzjährige Stallhaltung. Potentielle Nachhaltigkeitsindikatoren, die auf eine tiergerechte Haltung im Betrieb hinweisen können, wie „Nutzungsdauer der Tiere“ und „Dauer des Weidegangs“ können aus der Erhebung nicht ohne ergänzende Analyse des Tiergesundheitsstatus, der Haltung und des Managements in den Betrieben bewertet werden.

Die Treibhausgas(THG)-Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe und aus Wirtschaftsdüngern bei Lagerung, Ausbringung und Weidegang wurden für sechs ausgewählte Betriebe beispielhaft mit Rechenansätzen der deutschen Emissionsberichterstattung errechnet. Es ergaben sich Werte zwischen 0,54 und 0,96 kg CO_2-eq kg ECM^{-1}. Die verdauungsbedingten Methan-Emissionen machten davon 50 und 70 % aus. Bei der Berechnung wird jedoch ein Abgleich zwischen Futterbedarf nach der Herdenmilchleistung und dem Futterangebot hergestellt. Auch die aufgenommenen Futtermengen, -qualitätsschwankungen und -verluste sind oft nur unzureichend zu ermitteln. Da auch die Wirtschaftsdüngermengen und -qualitäten aus den Futtermengen errechnet werden, basieren die THG-Emissionen dann auf Rechenwerten, für die hohe Schwankungsbreiten anzunehmen sind. Da für eine effiziente Milchproduktion ist eine hochwertige gleichmäßig gestaltete Grundfutterration Voraussetzung ist, ist dies in Betrieben zunächst sicherzustellen. Die Homogenität und die damit verbundene, notwendige verbesserte Dokumentation erhöht dann die Aussagekraft und Anwendbarkeit von Modellen. Ansätze zur Verminderung der THG-Emissionen aus der Verdauung und Futterbereitstellung können dann leichter integriert werden.

Für den Nachhaltigkeitsindikator „Klimawirksamkeit“ in der Milchproduktion sind die innerbetriebliche Futtererzeugung und das Fütterungsmanagement sowie die Verminderung von THG-Emissionen aus den Wirtschaftsdüngern nach wie vor entscheidende Kenngrößen.

Ermittlung der Partikelgrößenverteilung in mehlförmigen Futtermitteln

Freitag, M. (Soest), Döhne, D. (Soest), Pfeiffer, J. (Soest), Stalljohann, G. (Münster)

Bei Schweinen begünstigt ein hoher Anteil sehr feiner Futterpartikel die Entstehung von Magengeschwüren (Flatlandsmo u. Slagsvold, 1971; Kirchgeßner et al., 1985; Wolf u. Kamphues, 2007; Große Liesner, 2008; Betscher et al., 2010). Grob vermahlenes Futter ist jedoch aus ökonomischen Gründen aufgrund des dann erhöhten Futteraufwands problematisch (Melnichouk, 2002). Daher ist eine Aufteilung des Futters in unterschiedliche Partikelgrößen anzustreben. Empfehlungen zur Partikelgrößenfraktionierung werden von mehreren Autoren gegeben, variieren jedoch erheblich. Dies liegt unter anderem daran, dass die Analyse der Partikelgrößen nicht mit einheitlichen Verfahren durchgeführt wurde, da bisher keine standardisierte Methode existiert.

Entwicklung einer Siebmethode: Es wurde die Laborsiebmaschine Typ AS 200 control (Retsch GmbH) mit Sieben der Maschenweiten 2 mm/1 mm/0,5 mm und 0,25 mm verwendet. Als Material wurde Ferkelfutter eingesetzt, da dies den höchsten Anteil feiner Partikel aufweist. Mittels univariater Varianzanalyse wurden die Futtermengen auf den einzelnen Sieben bei unterschiedlichen Siebdauern und Amplituden verglichen.

Zwischen Dauer- und Intervallbetrieb ergab sich kein Unterschied, daher wurden alle weiteren Untersuchungen im Dauerbetrieb durchgeführt. Gemäß der Betriebsanleitung des Herstellers der Laborsiebmaschine wurden 50 g Futtermittel mit den Amplituden 1/1,5/2 und 2,5 bei einer Siebdauer von 3, 5, 7 und 10 Minuten gesiebt (5-10 Wiederholungen pro Einstellung). Vergleichskriterium war die Größe der Fraktion <0,25 mm.

Ergebnisse: Bei 10 Minuten (min) Siebdauer ergaben sich zwischen den Amplituden (A) keine signifikanten Unterschiede. Daher wurden für die weiteren Untersuchungen nur noch die materialschonenderen Amplituden 1 und 1,5 verwendet. Bei Amplitude 1,5 war die Partikelfraktionierung bereits bei einer Siebdauer von 7 min beendet. Ebenso war bei A 1,5 die Fraktionsgröße <0,25 mm bei allen Siebdauern signifikant größer; es konnte mit A1,5 also die genauere Trennung der Partikel erreicht werden.

Tab.: Größe der Fraktion <0,25 mm in Abhängigkeit von Siebdauer und Amplitude (Fraktionsgrößen in % der Gesamtprobe, n=10, außer 11 min / A 1,5: n = 19)

	Siebdauer (Minuten)			
	7	9	10	11
Amplitude 1,0 mm	18,6 %	19,6 %	20,0 %	21,3 %
Amplitude 1,5 mm	21,7 %	21,8 %	22,3 %	21,7 %

Die Ergebnisse zeigen, dass für feine Futterpartikel (<0,25 mm) bei einer Siebdauer von 7 Minuten bei Amplitude 1,5 gute Partikelfraktionierungen zu erreichen sind. Für den routinemäßigen Einsatz wird daher diese Einstellung empfohlen.

Zur Modellierung von N-Stoffwechselparametern als Basis für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Ausschöpfungsstrategien für Wachstumspotenziale bei Masthähnchen und Mastschweinen

Liebert, F. (Göttingen), Wecke, C. (Göttingen)

Insbesondere unter Nachhaltigkeitsaspekten kommt der Beantwortung der Frage nach wissenschaftlich begründeten Ausschöpfungsstrategien für tierzüchterisch etablierte Wachstumspotenziale bei Lebensmittel produzierenden Tieren eine besondere Bedeutung zu. Ressourcen schonende Veredlungssysteme stellen in diesem Zusammenhang eine aktuelle Herausforderung dar. Tradierte Zielstellungen zur „maximalen Nutzung der Wachstumspotenziale“ müssen zugleich unter dem Aspekt der hohen Konvertierungsverluste bei der tierischen Veredlung zunehmend hinterfragt werden und vor allem auch einer stoffwechselökonomischen Prüfung standhalten.

In einer Reihe von Studien an Masthähnchen und Mastschweinen wurden in den zurückliegenden Jahren mit Hilfe von Stickstoffbilanzmessungen und Wachstumsversuchen mit Erfassung des Körperproteinansatzes in unterschiedlichen Wachstumsabschnitten experimentelle Daten zur Effizienz der Proteinverwertung in Bezug zu Proteinqualität und Proteinzufuhr erhoben. Auf dieser experimentellen Basis konnten umfangreiche Modellierungen mit dem Ziel vorgenommen werden, Orientierungen für minimierte N-Verluste je Produkteinheit abzuleiten. Als validiertes Instrumentarium stand hierfür ein nichtlineares N-Verwertungsmodell zur Verfügung, das in den letzten Jahren insbesondere unter Einbeziehung der gemessenen Gesamtwirkung von Aminosäuren der Futtermittel systematisch weiterentwickelt werden konnte. Mit Berücksichtigung der Harn-N-Verwertungsverluste, die die Kot-N-Verluste über den Verdauungstrakt mehrfach übersteigen können, sind alle entscheidenden Verlustebenen im Fokus und damit innerhalb der physiologischen Grenzen beeinflussbar.

Aus den bisher vorgenommenen Modellierungen für die genannten Tierarten ist der Schluss abzuleiten, dass unter den eingangs genannten Aspekten keinesfalls höchste tierindividuelle Leistungsziele gefordert werden können. Die Zusammenhänge zwischen dem erzielten Ausschöpfungsgrad des Leistungspotenzials und den beobachteten N-Verlusten je Produkteinheit (in der Regel je Einheit N-Ansatz also) lassen durchgängig ein Minimum im Bereich mittlerer Leistungen erkennen. Ein zusätzliches Steuerungsinstrument bietet sich ausschließlich über eine weitere Optimierung der Aminosäurebalance im Futter. Nur bei gleichzeitiger Sicherstellung höchster Übereinstimmungsgrade zwischen dem physiologischen Bedarf und der über die Fütterung realisierten Bedarfsdeckung sind unter dem Aspekt der Ressourceneffizienz höhere Leistungsziele zu rechtfertigen.

Die erzielten Resultate der Untersuchungen sollen im Beitrag umfassend zur Diskussion gestellt werden, nicht zuletzt unter dem Aspekt des vorliegend favorisierten Kriteriums zur Nachhaltigkeitsbewertung.

Element- und Spurenelementzusammensetzung von Milch als Indikator für Herkunft und Fütterung

Hobegger, M. (Wien), Sager, M. (Wien)

Zur Frage der Herkunft/ Authentizität von Milch wurden Spurenelementmuster in Milch von Fleckvieh und Braunvieh, sowie von sämtlichen verabreichten Futtermitteln und dem Tränkewasser untersucht. Es wurden 16 Betriebe aus 3 geologisch verschiedenen Regionen Österreichs ausgewählt, und pro Betrieb die Milch von 5 Kühe einzeln proportional über einen Melkvorgang beprobt. Die Milch wurde gefriergetrocknet, zwei voneinander unabhängigen Druckaufschlüssen unterworfen, und darin 42 Elemente mit ICP-OES bzw. ICP-MS bestimmt.

Milchkühe nehmen den überwiegenden Teil der Elementfrachten aus lokal generierter Grassilage bzw. Heu oder Gras auf, wie z. B. Al, Ba, K, Li, Rb, Si, Sr, Ti und seltene Erden. Durch den Konsum von bis zu 100 Litern pro Tag kann auch das Tränkewasser bei z. B. Li, Na, Mg und Sr, aber nicht bei Kalium, eine Rolle spielen. Regionale Unterschiede zeigten sich bei Ba, Cs, K, Li, Rb, S, Si und Sr- Gehalt der Milch. Als Indikator für Stallhaltung bzw. Weidehaltung eignen sich besonders die Elementverhältnisse K/Rb und K/Cs, aber auch Li/Cs und selbst Na/S, sowie der Jodgehalt.

Gleichartig analysierte Milchpulverproben aus Südafrika unterschieden sich besonders durch ihren höheren Mangan und niedrigeren Molybdängehalt, sowie durch unterschiedliche Ca/Sr, Y/Eu und Si/B- Elementverhältnisse.

Bekanntlich enthält Milch hohe Mengen an Phosphor, Kalium, Calcium und Schwefel, aber auch eine Größenordnung mehr Jod als die Vegetation. Bor und Silizium waren geringer als in Pflanzen, aber immer bestimmbar. Einige Elementgehalte lagen häufig an oder unter der Nachweisgrenze, wie die seltenen Erden, Cd, Pb, Ni, Tl, V und Al. Die Milch des Fleckviehs hatte tendenziell mehr Ca und Na, hingegegen weniger Cu, Jod und Mo als die Milch von Braunvieh.

Aktuelle IT-Trends und deren Relevanz im Labor

Flekna, J. (Neufahrn)

Die Informationstechnik produziert Trends am laufendem Band. Die Lebensdauer dieser Hypes ist allerdings so manches Mal ziemlich kurz. Im Vortrag werden u. a. folgende Fragen und Entwicklungen behandelt:

Was hat BYOD und Consumerization mit der Labordatenverarbeitung zu tun? Die vom Consumer-Markt angetriebene Verwendung von Smartphones und Tablets stellen die Labor-IT vor neue Herausforderungen. Mit Win7, Linux, iOS, Android, Bada, Win8 und weiteren angekündigten Betriebssystemen ergeben sich Konsequenzen für die Anwendungsentwicklung.

Online ist im Trend - und was passiert in der offline-Situation? Viele der neuen IT-Möglichkeiten setzen eine Internet-online-Verbindung voraus. In der Praxis wie z. B. bei der Vor-Ort-Probenahme ist diese aber nicht zwingend sichergestellt.

Die Erfolgsgeschichte QR-Tag und der Nutzen für die Laborpraxis. QR-Tags und andere 2D-Barcodes eröffnen neue Möglichkeiten für die Laborautomation.

Modernes LIMS - Neuer Wein in alten Schläuchen! Der frühere Softwaregattungsbegriff LIMS hat nur noch wenig mit dem heutigen LIMS zu tun. Wurden beispielsweise früher nur strukturierte Daten verarbeitet, können heute verschiedenste Datentypen vom Datensatz bis zur Videodatei verwaltet werden.

Diese und weitere aktuelle IT-Themen werden auf ihre Relevanz für die Labordatenverarbeitung untersucht und ggf. anhand von Pragmatis-Lösungen vorgestellt.

Wie kommen meine Daten ins LIMS? Von der Auftrags- und Probenanlage über Vor-Ort-Parameter-Erfassung bis zur Geräteanbindung

Köller, C. (Bochum)

Datenarten: Um welche Daten bzw. Datenarten handelt es sich? Eine Unterscheidung bei Daten könnte die Zuordnungsebenen der Daten sein: Einerseits „Kopfdaten“ auf der Ebene Auftrag oder Probe und andererseits „Ergebnisdaten“ auf der Ebene Prüfpunkt, Parameter oder Verfahrensschritt.

Bei Kopfdaten handelt es sich um Informationen wie z. B. Name und Anschrift des Auftraggebers, Ansprechpartner im Labor, Rechnungsadresse, gewünschter Fertigstellungstermin, Probenmatrix, Probenherkunft, Probenbezeichnung. Daten können aber auch in Form von Dateien, die im LIMS zu Aufträgen und Proben zugeordnet werden können vorliegen, wie z. B. Auftragserläuterung vom Auftraggeber oder gescannte Probenahmeprotokolle vom Probenehmer. Bei Ergebnisdaten handelt es sich um Werte, die durch eine Analyse erzeugt werden. Auch hier können einerseits Einzeldaten in Form von Mess- oder Ergebniswerten vorliegen oder ganze Dateien als Ergebnis zum Prüfpunkt zugeordnet werden, wenn z. B. bildgebende Verfahren eingesetzt werden.

Kopfdaten: Während der Anlage von Aufträgen oder Proben müssen bestimmte Kopfdaten in das System eingegeben werden, damit eine valide Eingabe abgespeichert werden kann. Ein LIMS überwacht eine Eingabe in diese Pflichtfelder während der ersten Erfassung. Im Laufe der Bearbeitung können zu unterschiedlichen Zeitpunkten weitere Informationen zu den Kopfdaten hinzukommen oder vorhandene Kopfdaten geändert werden. Stammen die Informationen zu den Kopfdaten von Personen außerhalb des Labors? Liegen diese Daten bereits in elektronischer Form, am besten in bestimmten Dateiformaten vor? Dann können aus diesen Dateien einfach Aufträge und Proben erzeugt werden. Oder ist ein Auftraggeber bereit, seine Daten in einem Webportal zur Anmeldung einzutragen? Dann sollte ihm diese Möglichkeit gegeben werden können.

Ergebnisdaten: Ergebnisdaten können außer- und innerhalb des Labors erzeugt werden. Außerhalb des Labors können z. B. während der Probenahme vor Ort Parameter gemessen werden. Im Labor werden Ergebnisse entweder manuell oder durch Prüfsysteme erzeugt und müssen ihren Weg in das LIMS finden. Es soll noch eine Zwischenberechnung mit den Rohdaten durchgeführt werden? Auch dafür sollte das LIMS eine Funktionalität bereitstellen. Es findet eine Vorverarbeitung in einer Auswerte-Software statt? Dann wird auch das berücksichtigt! Sowohl Rohdaten als auch die ausgewerteten Daten können in das LIMS fließen, je nach Fragestellung, zur statistischen Auswertung. Eine online-Datenübernahme sollte immer dort erfolgen, wo es wirtschaftlich vertretbar ist. Dem einmaligen Aufwand der Anbindung steht die automatische sichere Datenübernahme ohne Tippfehler beim Abschreiben gegenüber.

Zusammenfassung: Der Vortrag möchte zeigen, dass die zu verschiedenen Zeitpunkten anfallenden Daten in ein LIMS online übernommen werden können und dadurch eine höhere Datenqualität und größere Datensicherheit geschaffen wird.

Untersuchungen zum Einfluss des Mahlens auf die Trockenmasse-Gehalte von Winterweizenkorn

König, V. (Jena), Bargholz, J. (Jena), George, K. (Jena)

Der Trockensubstanzgehalt (TS) ist als wesentlicher Parameter der Getreideanalytik die Grundlage zur Berechnung des Erntertrages. In der Untersuchungsmethode ist vorgeschrieben, dass die Probe bei der Vorbereitung zur TS-Bestimmung unter Vermeidung von Feuchtigkeitsänderungen zerkleinert werden soll. Dabei ist die Erwärmung bei der Probenmahlung eine potenzielle Störquelle. Zielstellung der Untersuchungen war insbesondere die Prüfung, ob eine Vortrocknung bei 60° C mit Feuchtedifferenzbestimmung vor der Vermahlung den Fehler durch Erwärmung bei der Mahlung auf die Trockensubstanz-Gehalte (TS) verringern kann.

Methodik: Die Untersuchungen sind in zwei Versuchsserien durchgeführt worden, bei denen trockene Partien Winterweizen mit TS-Gehalten >90 % i. d. Frischsubstanz (FS) durch Wasserzusatz auf TS-Gehalte im Bereich von 80-90 % TS i. d. FS eingestellt worden sind. Vor der Vermahlung sind die Proben bei 60°C über ca. 15 Stunden getrocknet (Vortrocknung) und aus der Ein- und Rückwaage der entsprechende Wasserverlust ermittelt worden. Der Wasserverlust ist nach der Ermittlung des TS-Gehalts bei Trocknung mit 130°C in der gemahlenen Proben in die Berechnung des endgültigen TS-Gehalts eingegangen. Weiterhin wurde der Einfluss von unterschiedlichen Vermahlungsgraden mit unterschiedlichen Mühlentypen geprüft. Darüber hinaus sind die Temperaturen im Mahlgut bei den Versuchsvarianten unmittelbar nach dem Mahlvorgang gemessen worden.

Ergebnisse: Die Versuche haben im Trend ergeben, dass die Erwärmung des Mahlguts mit zunehmender Feuchte der Getreidekörner vor der Mahlung absinkt. Bei Kornfeuchten im üblichen Bereich von 12 bis 16 % weist das Mahlgut Temperaturen von 25 bis 35°C auf (Tabelle). Weiterhin ist die Temperatur im Mahlgut bei Mahlfeinheit von 1 mm höher als bei 4 mm.

Tab.: Temperaturen im Mahlgut

Mühlentyp/ Mahlfeinheit	Maßzahl	Eingestellte TS-Gehalte % i. d. FS				
		80	82	84	86	88
		Temperaturen (°C)				
Ultrazentrifugalmühle/ 4 mm	Mittelwert	23,4	24,2	25,4	25,2	26
	Spannweite	22 -**26**	23 -**25**	25 -**26**	24 -**27**	25 -**27**
Ultrazentrifugalmühle/ 1 mm	Mittelwert	28,0	29,6	31,4	32,6	30
	Spannweite	25 -**31**	28 -**32**	30 -**33**	31 -**35**	28 -**32**
Fallzahlmühle/0,8 mm	Mittelwert	25,6	28,2	30	29,4	30,8
	Spannweite	24 -**26**	27 -**29**	28 -**31**	27 -**30**	30 -**31**

In den Versuchen hat sich gezeigt, dass bei unterlassener Vortrocknung meist statistisch gesichert höhere TS-Gehalte im Vergleich zu den durch differenzierte Wasserzugabe eingestellten Soll-TS-Gehalten vorlagen. Bei Vortrocknung der Weizenkörner stimmten die Analysewerte mit Abweichungen von ± 0,5 % weitgehend mit den Soll-TS-Gehalt überein.

Daraus resultiert einerseits, dass die Vortrocknung des Winterweizens bei 60°C den Einfluss des Wasserverlusts durch Mahlen auf die TS-Gehalte auf ein akzeptables Minimum minimiert. Andererseits zeigen die Ergebnisse, dass die bei den Varianten mit Vortrocknung aufgetretene Erwärmung des Mahlguts bis auf 35°C nicht beachtet werden muss. In den Varianten mit Vortrocknung war auch der Vermahlungsgrad des Mahlguts nicht relevant.

Bestimmung von Ergotalkaloiden in Getreide mittels ELISA

Wuppermann, F. (Dorfen)

Ergot alkaloids are secondary metabolites of *Claviceps* species mainly found on grass and cereals, respectively. The alkaloids are highly toxic towards humans as well as animals. Therefore, a control of cereals intended for food or feeding stuff production is mandatory in order to prevent any intoxication.

At present, the concentration of ergot alkaloids is only determined indirectly via the determination of the amount of sclerotia in the corresponding cereal, where according to Regulation EC 824/2000 a maximum of 500 mg sclerotia in 1 kg (0,05 % w/w) of cereals is allowed. Considering an average total ergot alkaloid content of 0.2 % in the sclerotia, a tolerable maximum of 1,000 µg/kg would be the consequence.

In 2005, the EFSA stated the opinion that validated procedures need to be established to measure the ergot alkaloid content. Up to date several methods have been developed; all of them being comparatively time-consuming.

An alternative to the long-lasting methods and the need of high-sophisticated HPLC systems is the determination of ergot alkaloids via an Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA).

A novel ELISA for the determination of the sum of ergot alkaloids in cereals, including the –ines as well as –inines, and with a cut-off value of 1,000 µg/kg is presented.

As an example the results for the ELISA used for the ergot alkaloid determination in wheat are discussed and compared with the corresponding LC-MS data, which show a good correlation. With a duration of less than 2 h, the assay is comparatively fast, can be operated by less trained personnel, and does not require expensive analytical devices.

Neue Methoden für die Rückstandsanalytik mit GC-MS/MS

Dabiri, R. (Dreieich)

Die Anforderungen an die heutige Rückstandsanalytik steigen in zunehmendem Maße. Nachweisgrenzen werden immer weiter gesenkt, Ergebnisse immer schneller und mit entsprechender Sicherheit erwartet.

Um dem steigenden Kostendruck und Preisverfall entgegen zu wirken, wird die Probenvorbereitung immer weiter vereinfacht. Früher wurden Proben unter Verwendung klassischer GC-Methoden mehrfach vermessen. Heutige Multikomponentenmethoden müssen in der Lage sein, z. B. 200 bis 400 Pestizide in einem Analysenlauf zu erfassen.

Um beispielsweise eine maximale Anzahl an Pestiziden in stark matrixhaltigen Proben in einem Analysenlauf erfassen zu können, empfiehlt sich der Einsatz eines GC-MS/MS Systems. Durch die immer einfachere Probenvorbereitung verbleibt deutlich mehr Matrix in den zu messenden Proben als z. B. bei der Aufarbeitung nach der klassischen S19-Methode.

Dies führt zwangsläufig zu mehr Interferenzen und erschwert eine sichere Identifizierung der Analyten oder macht sie gar unmöglich.

Bestimmung von ndl-PCB mittels GC-MSMS in Futtermitteln

Künnemeyer, J. (Stade)

Die Gruppe der Polychlorierten Biphenyle (PCB) umfasst eine Reihe von 209 einzelnen Organochlorverbindungen, die industriell in großem Maßstab eingesetzt wurden. Aufgrund ihrer unterschiedlichen toxikologischen Wirkungsweise unterscheidet man zwischen den sogenannten dioxin-ähnlichen PCB (dl-PCB) und den sogenannten nicht-dioxin-ähnlichen PCB (ndl-PCB). Zwar wurde der Einsatz von PCB aufgrund ihres zum Teil erheblich toxischen Potentials und der hohen Bioakkumulierbarkeit im Rahmen der Stockholmer Konvention verboten, aber durch den weit verbreiteten Einsatz haben sich PCB in der Natur angereichert, wodurch ein stetiger Eintrag in die Nahrungskette ermöglicht wurde.

Mit Erlass der Verordnung VO (EG) 277/2012 hat die Kommission erstmals auch für die ndl-PCB Höchstgehalte in Futtermitteln festgelegt. Galt bis dahin für jedes einzelne PCB-Kongener ein Richtwert von maximal 5 µg/kg, so gilt seit in Kraft treten der VO (EG) 277 für die meisten Futtermittel ein Höchstgehalt der Summe der sechs Indikator-PCB von 10 µg/kg (88 % Trockenmasse). Zeitgleich mit der Einführung dieser Höchstgehalte wurden mit Erlass der Verordnung VO (EG) 278/2012 strikte Anforderungen an die Untersuchungsverfahren zur amtlichen Kontrolle der ndl-PCB gestellt, die die Analytik vor neue Herausforderungen stellt.

Das vorgestellte Verfahren basiert auf VDLUFA Methode Bd.III.18.6.1 zur Bestimmung der Organochlorpestizide und PCB mittels Kapillargaschromatographie (GC) und wurde für den Einsatz der Tandem-Massenspektrometrie (MS-MS) modifiziert. Ein großer Vorteil der Methode besteht in ihrem modularen Aufbau. Die Methode bietet eine Vielzahl von Extraktions- und Aufreinigungsverfahren, so dass für die unterschiedlichsten Futtermittelmatrices jeweils die günstigste Kombination ausgewählt werden kann. Ist Beispielsweise für ein Alleinfuttermittel für Hühner die Kombination von Soxhlet-Extraktion, Gelpermeationschromatographie (GPC) und Aufreinigung an einer Kieselgel-Säule zielführend, so ist für ein Lachsöl eine direkte Aufreinigung auf einer „schwefelsauren“ Kieselgel-Säule aufgrund der begrenzten Fett-Kapazität der GPC und den damit schwindenden Bestimmungsgrenzen oftmals die bessere Analysenstrategie.

Der Einsatz eines Triplequadrupol Massenspektrometers ermöglicht nicht nur die erforderliche Sensitivität, sondern durch das Multiple-Reaction-Monitoring (MRM) gewinnt man im Vergleich zum Elektroneneinfangdetektor (ECD) oder zum klassischen Singlequadrupol-Massenspektrometer auch deutlich an Selektivität. Die Kombination von Tandemmassenspektrometire und die Verwendung einer speziellen Polycarboran-siloxan Phase minimieren den Einfluss von Störsubstanzen, Begleitstoffen und isobaren Interferenzen, so dass die Auswertung der Chromatogramme deutlich vereinfacht wird.

Multi-Methode zur Bestimmung von Penicillinen und Cephalosporinen in tierischer Matrix mit LC-MS/MS

Bohm, D. (Berlin), Stachel, C. (Berlin)

Viele Infektionskrankheiten bei Tieren erfordern den Einsatz von antibakteriellen Substanzen (Antibiotika), wozu auch die Penicilline und Cephalosporine gehören. Die Anwendung von Antibiotika ist in der landwirtschaftlichen Praxis zur Behandlung von Tieren sehr verbreitet und kann zu Rückständen in als Lebensmittel genutzten tierischen Produkten führen. Als Konsequenz wurden mit EU-Regularien, wie der Richtlinie 96/23/EG, Untersuchungsprogramme von Lebensmitteln tierischen Ursprungs festgelegt bzw. mit der Verordnung (EG) Nr. 470/2009 Höchstmengen in Form von MRL-Werten für Tierarten/Matrix-Kombinationen eingeführt. Zum Nachweis von Antibiotika werden u. a. hochempfindliche physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden wie die LC-MS/MS-Kopplung eingesetzt. Die gestiegene Leistungsfähigkeit dieser Methoden gestattet die Bestimmung einer großen Zahl von Analyten in einem Lauf. Daher werden Multi-Methoden zur simultanen Bestimmung verschiedener Substanzen und auch mehrerer Substanzgruppen in der Rückstandsanalytik tierischer Matrizes in wachsendem Umfang eingesetzt. So können mit wenigen Multi-Methoden nahezu alle geforderten Substanz/Matrix-Kombinationen der Gruppe B1 (Stoffe mit antibakterieller Wirkung einschließlich Sulfonamide und Chinolone) aus Anhang I der Richtlinie 96/23/EG im NRL für Rückstände von TAM untersucht werden.

Die vorgestellte Methode für Penicilline und Cephalosporine ergänzt eine bereits eingeführte Multi-Methode zum Nachweis von Sulfonamiden, Tetracyclinen, Makroliden, Lincosamiden, Chinolonen, Pleuromutilinen, Diamino-Pyrimidin-Derivaten und Dapson.

Nach einer Extraktion mit einem Puffergemisch wird die Extraktreinigung mit einer SPE-Säule auf Polymer-Basis durchgeführt. Die sich anschließende LC-MS/MS-Analyse mit Trennung der Substanzen auf einer C18-Säule und Messung in einem Triple-Quadrupol-Massenspektrometer liefert qualitative und quantitative Ergebnisse.

Die Validierung der Bestätigungsmethode erfolgt nach einem alternativen In-House-Konzept unterstützt durch die Software „InterVal“ und unter Berücksichtigung der Entscheidung der EU-Kommission 2002/657/EG. Die Validierungsparameter wie die kritischen Konzentrationen CCα und CCβ, die Reproduzierbarkeit, die Wiederholbarkeit und die Wiederfindung entsprechen den Forderungen der Entscheidung.

Schnelle flüssigkeitschromatographische Bestimmung von Saccharide

Trenkle, A. (Karlsruhe), Kuzner, H. (Karlsruhe)

Mit dieser Methode können Saccharide in pflanzlichem Material und in Futtermitteln bestimmt werden. Dazu wird die getrocknete und gemahlene Probe mit einem Methanol-Wassergemisch extrahiert, der Rohextrakt mit Aktivkohle gereinigt und die Messlösung filtriert. Die flüssigkeitschromatographische Analyse erfolgt mit einer Nucleosil-Carbohydrate-Säule, isokratisch mit einem Acetonitril-Wasser-Eluenten und einem flüssigkeitschromatographischen Messsystem mit einem Brechungsindexdetektor (RID). Auch in sehr inhaltstoffreichen Proben beispielsweise in Tabak können Mono- und Disaccharide damit problemlos nebeneinander quantifiziert und der entsprechende Gesamtzuckergehalt berechnet werden (Abbildung).

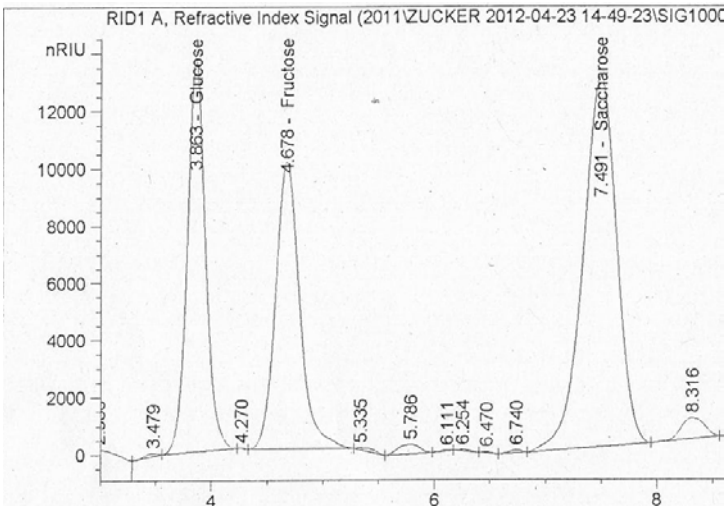


Abb.: Bestimmung von Glucose, Fructose und Saccharose in Tabak

Nach enzymatischer oder hydrolytischer Spaltung ist außerdem die quantitative Bestimmung von Poylsacchariden wie z. B. Stärke oder Inulin möglich. Dieses Schnellverfahren bietet gegenüber den gängigen amtlichen Methoden zur Saccharidbestimmung etliche Vorteile.

NMR-Spektroskopie in der Pflanzenzüchtung - Technologie, Möglichkeiten und Anwendungen

Geyer, R. (Regensburg)

Weltweit arbeiten Pflanzenzüchter daran gesunde, widerstandsfähige und ertragreiche Pflanzen zu züchten. Für den Erfolg dieser Vorhaben und um die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, wie steigende Weltbevölkerung, Klimawandel oder die Umstellung der Energiegewinnung zu meistern, sind leistungsfähige Methoden zur Züchtungsoptimierung nötig.

Die LipoFIT Analytic GmbH nutzt einen neuen, innovativen Ansatz, basierend auf der Kernspinresonanzspektroskopie (NMR), um Pflanzenzüchter und die verarbeitende Industrie bei der Analyse und Optimierung von Züchtungsprojekten, Prozessabläufen oder in der Qualitätskontrolle zu unterstützen.

Mit Hilfe der NMR-Spektroskopie können in nur einer Messung alle Inhaltsstoffe in einer Probe simultan und über einen großen dynamischen Konzentrationsbereich von 6 Größenordnungen erfasst werden. Relativ geringe Probenmengen (ca. 500 µl) können einfach (Durchflussverfahren), schnell (Hochdurchsatz möglich) und direkt (ohne oder mit geringfügiger Vorbehandlung) vermessen werden. Das resultierende Spektrum beinhaltet die Signale aller in der Probe vorhandenen organischen Substanzen, d. h. es bildet die qualitative und quantitative Information aller Substanzen der Probe ab. Die Summe an Informationen wird von LipoFIT genutzt, um mit eigenen automatisierten Auswerteverfahren relevante Zusammenhänge zu extrahieren, die keiner anderen Methode zugänglich sind. Mit diesem Ansatz können komplexe Fragestellungen beantwortet und z. B. der Wirkstoffgehalt oder der optimale Erntezeitpunkt bestimmt, sowie die Auswahl geeigneter Pflanzen für die weitere Züchtung erleichtert werden.

LipoFIT unterstützt bereits verschiedene Projekte und liefert wertvolle Daten z. B. über den Kohlenhydratgehalt und die Konzentrationen einzelner Zucker in Weidelgras oder den Gehalt diverser Primär- und Sekundärmetabolite in großen Süßlupinenkollektiven. Im Rahmen der Arnikazüchtung werden mit Hilfe der NMR-Spektroskopie Pflanzen zur weiteren Züchtung selektiert, die überwiegend das weniger allergene Dihydrohelenalin enthalten. Im weiteren Verlauf kann dann die Verteilung des Wirkstoffs in der Pflanze bestimmt werden, um die Auswahl z. B. der zu erntenden Pflanzenteile zu erleichtern. Weiterhin können auch Fragestellungen bearbeitet werden, die nur unter Einbeziehung einer großen Zahl von Merkmalen und deren Zusammenhängen zuverlässig beantwortet werden können. Mit diesem Ansatz ist es, wie am Beispiel von Senf bereits erfolgreich gezeigt wurde, unter anderem möglich, Sorten anhand des Saatguts zu identifizieren.

Um Züchtungsprojekte erfolgreich zu optimieren und zu verkürzen ist es notwendig, umfassende Informationen über Stoffkonzentrationen, deren Zusammenhänge und Abhängigkeiten zu erhalten. Da viele Eigenschaften von mehreren Parametern abhängig sind, hat die auf der NMR-Spektroskopie basierende Untersuchung und Erkennung von Signaturen enorme Vorteile. Vor allem bei komplexen Systemen erreicht dieses Verfahren eine deutlich bessere Vorhersagekraft als Einzelparameteranalysen.

Prozessmanagement mit NIR-Online in Mehl- u. Futtermittelmühlen

Köbel, T. (Walldorf)

Real time control and security are the main arguments for deciding for a process control with NIR-Online in grain and feed milling and other industries worldwide.

A classical flour mill shows for example how online process control with NIR-Online is applicable at four strategical points in order to maximize full visualisation, documentation, quality and on top yield and profit.

Acceptance at grain intake: The mills control the raw material (grain) more detailed, reliable and consequent. Immediate transparency of a complete load is possible through NIR-Online analysers. Quality segregation starts already at intake, based on the actual values the miller is able to store in different cells. If deviations from target values (moisture and protein) are noticed the de load will be stopped automatically.

Grain mixing: Still today many mills are still limited to control samples at this process step, likely only samples are controlled manually in laboratory and deliver only scattered information about the quality of the milling grain. By using NIR-Online technology, before the first milling the grain mixtures can be controlled gapless and in real-time. Even the tempering of grain will be under full control. For constant flour quality the mills have to check their grain mixtures accurate and continuously.

Milling process: NIR-Online Process analysers with CCD camera, NIR and VIS spectra control the quality of flour by measuring moisture, protein, ash and specks real-time. Online specks control allows permanently security for sifter damages. By producing main- and by flour blending by ash values could be realized. The miller can set up a gapless quality control for all flour types and can fulfil individual customer demands very flexible. Through the automatic adjustment of ash higher profit according flour type specifications are given.

Laboratory NIR-Online supplies same technology and calibrations for online (process) and laboratory. The lab unit is used to control pre and average grain samples, customized end flour, and to verify new varieties.

NIR-Online’s prediction software SX-Suite includes also so called “automatic calibration”, which integrates the results in the existing measurement setting automatically. The software of NIR-Online GmbH delivers modern report functions, according and for GMP regulations and traceability. At any time the miller will have full visualisation and documentation of his production processes.

Quality variations in the production can be analysed and adjusted in seconds. Long waiting for laboratory results is history. For foreign grain and dockage trend the system with additional high-resolution camera is recommended. The image analyses gives additionally trust by visualisation of entire processes.

Welches Extraktionsmittel sollte bei der Analyse von pflanzenaufnehmbarem Stickstoff im Boden verwendet werden?

Herbst, F. (Halle), Meyer, L. (Halle Wittenberg), Gans, W. (Bernburg)

Die Pflanzen decken ihren Stickstoffbedarf hauptsächlich aus der Aufnahme von Nitrat- und Ammonium-Ionen aus dem Boden. Zum Nachweis dieser N-Formen ist eine Extraktion des Bodens notwendig. Dazu werden von jeher verschiedene wässrige Salzlösungen eingesetzt. Die am häufigsten verwendeten Substanzen sind KCl, NaCl, $CaCl_2$, K_2SO_4, $KAl(SO_4)_2$, wobei diese darüber hinaus in verschiedenen Konzentrationen und in einem unterschiedlichen Extraktionsverhältnis zum Boden zum Einsatz kommen.

Mit der Entwicklung des N_{an}-Verfahrens Anfang der 1970er Jahre wurde zur Analyse des pflanzenaufnehmbaren Stickstoffs eine 2 N KCl-Lösung bzw. seit 1980 eine 1 N KCl-Lösung verwendet. Bei der Mitte der 1970er Jahre entwickelten N_{min}-Methode kam ursprünglich als Extraktionsmittel eine Mischung von 1 N NaCl-Lösung und 0,1 N $CaCl_2$-Lösung zum Einsatz. Seit 1991 ist nach der VDLUFA-Methode eine 0,0125 M $CaCl_2$-Lösung das Standardextraktionsmittel der N_{min}-Methode. Dieses Extraktionsmittel wird nicht nur bei der N_{min}-Methode, sondern auch bei sonstigen Untersuchungen zum pflanzenaufnehmbaren Stickstoff eingesetzt.

Im Beitrag werden Ergebnisse aus zwei Analysenserien vorgestellt, bei denen in verschiedenen Böden Analysen auf Nitrat- und Ammonium-N nach der Extraktion mit Lösungen aus 1 N KCl, 1 N NaCl + 0,1 N $CaCl_2$, 0,0125 M $CaCl_2$ und reinem H_2O erfolgte. Während zur Nitratanalyse zwischen den Extraktionsmitteln keine wesentlichen Unterschiede bestanden, lagen bei der Ammoniumanalyse beträchtliche Differenzen zwischen diesen vor.

Aus den Ergebnissen wird geschlussfolgert, dass bei einer Bodenuntersuchung auf pflanzenaufnehmbarem Stickstoff vor Beginn zu prüfen und entscheiden ist, welches Extraktionsmittel sich am besten für die jeweilige Untersuchungsfrage eignet. Bei spezifischen N-Bodenanalysen sollte nicht zwingend auf die Standard-VDLUFA-Methode mit 0,0125 M $CaCl_2$-Lösung als Extraktionsmittel zurückgegriffen werden. Nach einer unmittelbar vorausgegangenen NH_4-haltigen bzw. organischen Düngung sollte auch eine Analyse des NH_4-N erfolgen und deshalb für die Extraktion ein K-haltiges oder das ursprüngliche Extraktionsmittel der N_{min}-Methode (1 N NaCl + 0,1 N $CaCl_2$) herangezogen werden.

Spektroskopische Gülleschnellanalytik: Evaluierung der verfügbaren Methoden

Wenzl, W. (Irdning)

Spektroskopische Methoden werden wie zur Bewertung von Futter zunehmend auch bei Boden, Kompost und Gülle eingesetzt. Die NIRS-Schnellanalytik kann einerseits kostengünstige Hofdaten zur Qualitätsbestimmung landwirtschaftlicher Ressourcen bereitstellen, aber auch die quantitative Beschreibung von Stoffströmen bzw. Nährstoffbilanzierungen erleichtern. Betriebliche Gegebenheiten können realistischer abgebildet werden, als dies mit Tabellenwerten möglich ist.

Um eine Evaluierung der jeweiligen Vorgehensweise objektivierbar zu gestalten, sind standardisierte Methoden erforderlich. Bei der Bewertung von Gülle werden zumeist klassische Buchmethoden eingesetzt. Es werden aber neben den etablierten Methoden auch neue spektroskopische Verfahren benutzt, für die eine Standardisierung notwendig ist.

Ein Ringversuch aus dem Jahr 2011 hatte zum Ziel, Routineverfahren und eine neue NIR-Methode unter Einsatz einer zeolithisch nanoporösem Trägersubstanz (IPUS - Nanobag®) zu vergleichen. Im Rahmen der erweiterten Methodenevaluierung wurde auch die praxisbewährte FT - NIR - Methode des Instituts für Düngemittel und Saatgut der LUFA Nord - West neben der in Kooperation mit dem LFZ Raumberg - Gumpenstein entwickelten NIRS - Trägertechnik getestet. Bei diesem Methodenvergleich wurden 10 Rinder- und 10 Schweinegüllen unter Mitwirkung von 4 Laboratorien analysiert. Die Ergebnisse werden im Vergleich zum Gülle - Ringversuch aus dem Jahr 2011 dargestellt.

Anwendung der Fließinjektionsanalyse bei der N-P-K-Analytik

Koller, K. (Dresden), Schöne, A. (Radebeul)

Bei der Analyse von Nährstoffen in Düngemitteln oder Boden-Extrakten wird neben der photometrischen Bestimmung von ortho-Phosphat, Nitrat und Ammonium das Flammenfotometer zur Detektion von Kalium verwendet. Im Rahmen einer Diplomarbeit ist ein modular aufgebautes System entwickelt worden, bei der aus einer Probe in einem Analysenlauf die Nährstoffe Nitrat, Ammonium, ortho-Phosphat und Kalium vermessen werden können.

Bei der Parallelbestimmung der Parameter Nitrat, Ammonium, ortho-Phosphat und Kalium aus einer Probe besteht die Herausforderung darin, ein modulares System zu entwickeln, bei der innerhalb einer Software sowohl Ergebnisse von Extinktionssignalen der photometrischen Detektoren als auch Emissionsmessungen zur Bestimmung von Kalium darstellbar sind. Außerdem muss ein paralleler Eintrag der Probe in alle Messkanäle realisiert werden.

Die flammenfotometrische Bestimmung von Kalium hat den Vorteil, dass keine Reagenzien zudosiert werden müssen. Die Intensität der emittierten Strahlung ist bei geringen Analytkonzentrationen linear proportional zur Konzentration des Elements. Bei der praktischen Umsetzung der flammenfotometrischen Messung ist zu berücksichtigen, dass eine lineare Abhängigkeit nur innerhalb eines begrenzten Konzentrationsbereiches gilt, so dass die Probe gegebenenfalls inline vorverdünnt werden muss, bevor sie im Flammenfotometer zerstäubt wird. Die in allen Fließanalyseverfahren vorhandene Dispersion wird bei der Anpassung der geforderten Messbereiche durch Einsatz verschiedener Schlauchreaktoren, Probeschleifen und zusätzlicher Zumischung von Wasser erreicht.

Als Ergebnis der Diplomarbeit steht ein Analysensystem zur Verfügung, bei der Bodenextrakte, Wasserproben oder Düngemittel mit geringem Zeitaufwand und Reagenzienbedarf in einem weiten Konzentrationsbereich präzise vermessen werden können. Im Vortrag werden Messprinzipien, verschiedene Messbereiche sowie Vergleichsmessungen vorgestellt.

NIR-Spektrometrie als Werkzeug zur Bestimmung von C- und N-Vorräten in heterogenen Böden

Dannenmann, M. (Garmisch-Partenkirchen), Kiese, R. (Garmisch-Partenkirchen), Geitlinger, H. (Dreieich)

Die Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte in Böden sind von zentraler Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit und stellen zudem eine Senke für atmosphärische Treibhausgase wie Kohlendioxid (CO_2) und Lachgas (N_2O) dar. Landnutzungsänderungen haben weltweit zu einer Reduzierung der Bodenkohlenstoffvorräte geführt und damit einen wesentlichen Teil zum Anstieg der atmosphärischen CO_2-Konzentrationen beigetragen. Jedoch könnte durch bestimmte landwirtschaftliche Praktiken eine „Rekarbonisierung“ der Böden und dadurch eine Stabilisierung der atmosphärischen CO_2-Konzentrationen erreicht werden. Auf der anderen Seite könnte der erwartete Klimawandel zu weiteren C- und N-Verlusten aus Böden beitragen. Deshalb stehen die Quantifizierung der Boden-C- und N-Speicher und ihre Reaktion auf verschiedene Bewirtschaftungsformen sowie verändertes Klima derzeit im Fokus der Forschung.

Eine hinreichend genaue Quantifizierung der C- und N-Speicher im Boden wird jedoch durch deren große horizontale und vertikale Heterogenität enorm erschwert. Die somit erforderliche Beprobungsdichte mit großer Probenanzahl und entsprechendem Arbeits- und Kostenaufwand beim Einsatz klassischer Verfahren erfordert eine schnellere Analysemethode.

Die Nahinfrarotspektroskopie kann durch ihre einfache und schnelle Nutzung eine Lösung zur Beschleunigung der Analyse von Boden-C- und N-Konzentrationen bieten. Durch die Minimierung der nasschemischen Methoden hilft die NIR-Spektroskopie zudem Kosten zu sparen. Mit einer geeigneten NIR-Methode können somit schnell und präzise die C- und N-Vorräte auch in tiefgründigen und räumlich heterogenen Böden basierend auf sehr großem Probendurchsatz bestimmt werden.

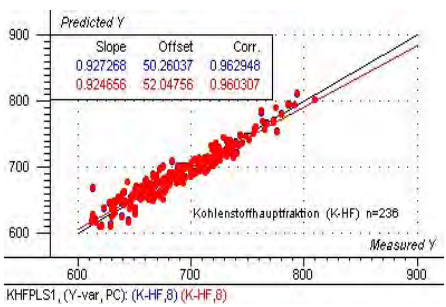
Berechnete und gemessene Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnisse in Fraktionen von Grundfutter

Wenzl, W. (Irdning)

Im Bewertungsschema für Futter nach dem CORNELL-System (Cornell Net Carbohydrate and Protein Systems - CNCPS) werden 4 Kohlenhydrat-Fraktionen: A, B_1, B_2, C unterschieden: 2 Nichtstruktur-Kohlenhydratfraktionen (A als Zucker und B_1 als Stärke bzw. zellplasmatischer, mit den Plasmaproteinen des Zellinneren in Zusammenhang stehender Kohlenstoff), sowie 2 Struktur-Kohlenhydratfraktionen (B_2 als verdauliche Strukturkohlenhydrate der Zellwand im Verbund von Hemicellulosen und Cellulosen und Fraktion C als nicht verfügbare Strukturkohlenhydrate der heteropolymeren, mit Lignin vernetzten Gerüstsubstanzen).

Einerseits zur Bewertung der Futterverdaulichkeit andererseits im Hinblick auf das Potential an unverdauten Kohlenhydratquellen für die Gas- bzw. Säurebildung in Gülle ist eine Unterteilung des Rohkohlenstoffs der pflanzlichen Biomasse von analytischem Interesse. Über anaerobe Abbauwege kann organisches Material in Karbonsäuren bzw. in methanreiches Biogas umgewandelt werden. Der Anteil an lignocellulären Gerüststrukturen der verholzten Biomasse ist für die enzymatische Hydrolyse der Polysaccharide in Mono- und Oligosaccharide entscheidend und stellt daher auch ein Hindernis einer fermentativen Versäuerung von Reststoffen in der Gülle in einem besonders umweltrelevanten Zwischenstadium des Stoffkreislaufs dar. Eine analytische Unterteilung der Kohlenhydrate ausgehend vom gesamten Rohkohlenstoff könnte daher nicht nur „eingangsseitig“ am Futtertisch zur Optimierung des Protein/Energieverhältnisses der Rationen, sondern auch „ausgangsseitig“ stallfallend zur Prognose der Qualität und einer gezielten Absenkung des pH-Werts von Gülle beitragen.

Von einer größeren Anzahl von Raufutterproben (n >853) wurden 100 Proben einer C/N Elementaranalyse zugeführt und die bestimmten Kohlenstoffgehalte einer rechnerisch ermittelten Kohlenstoffhauptfraktion (Rohkohlenstoff in Analogie zu Rohprotein) gegenübergestellt. Dabei ergab sich ein Umrechnungsfaktor von 1,65. In 100 g einer durchschnittlichen Rohkohlenstofffraktion liegen daher ca. 60 g Reinkohlenstoff vor, analog dazu, wie in 100 g Rohprotein ca.16 g Reinstickstoff enthalten sind. Die Verteilung von verfügbaren Hauptnährstoffen in den Zellfraktionen Plasma und Zellwand ist schließlich für den Futterwert entscheidend.



Sowohl der Rohkohlenstoffanteil als auch der Reinkohlenstoff in den Komponenten des Futters ist einer NIR-spektroskopischen Analyse gut zugänglich (Abbildung). So können die C/N-Verhältnisse als mikrobiologisch relevante Eigenschaften des Zellinhalts und jene des heteropolymeren Stützgewebes im Hinblick auf den Futterwert und in der Folge auch auf die Güllequalität kosteneffizient ermittelt werden.

Abb.: NIR-Kalibration des Rohkohlenstoffanteils von Raufutter

Direkte Bestimmung der Hydrid bildenden Elemente As, Se, Sb u. a. in landwirtschaftlichen Proben mit dem neuen iCAP Q ICP-MS

Naumann, B. (Jena)

An Hand von realen Proben aus dem Bereich Lebens- und Futtermittel sowie Fermentationsproben werden die Wirkungen verschiedener Funktionen moderner Quadrupol ICP-MS auf die Analytik bisher eher schwieriger Elemente wie Se, As, Sb, Cr etc. gezeigt.
Solche Werkzeuge/ Funktionen der Q ICP-MS sind:

- Skimmer Konus mit speziellem Inlet
- Kollisions- / Reaktionszelle CRT mit H_2/ Helium- Gemisch
- Kinetische Energiediskriminierung (KED) in der CRT
- Hochpass-Filter in der CRT

Es werden die Kriterien Nachweisvermögen, Stabilität, Untergrund für reale Aufschlussproben behandelt.

Abb.: iCAP Q ICP-MS

Quantitative Analyse von Jod in Futter- und Lebensmitteln mittels ICP-MS

Leiterer, M. (Jena), Schöne, F. (Jena), Hofer, G. (Linz), Spörl, K. (Jena), Vogler, M. (Dresden), Uhlig, S. (Dresden)

Grundlage für die Diagnose und Bewertung der Jodversorgung im Hinblick auf Mangel bzw. ein Zuviel sind ausreichend empfindliche, validierte Analysenverfahren. Für die quantitative Analyse des Jodgehaltes in Futter- und Lebensmitteln haben sich zwei unterschiedliche Extraktionsverfahren etabliert (1. EN 15111:2007 – Extraktion mit TMAH, 2. VDLUFA-MB VII, 2.2.2.3 – Extraktion mit NH_4OH). Für die Detektion wird jeweils die Massenspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) eingesetzt.

In einem Ringversuch (VDLUFA 150/2011/Q) der Fachgruppe VIII Umwelt- und Spurenanalytik des VDLUFA wurden unter Beteiligung von 22 Laboratorien aus Deutschland, Österreich und Tschechien beide Extraktionsverfahren anhand von sechs unterschiedlichen Proben (Milchpulver, Fischmehl, Braunalgen, Wiesengras, Mineral- sowie Alleinfutter, beide dotiert) verglichen. Die Herkunft der Trockenmilchprobe bzw. die dotierten Mengen bei den im Labor präparierten Proben waren den Ringversuchsteilnehmern vorher nicht bekannt. Zusätzlich wurden von einigen Laboratorien fünf weitere Analysenverfahren angewendet. Die Organisation der Ringanalyse erfolgte in Kooperation zwischen der TLL und der AGES.

Die statistische Auswertung des Ringversuchs erfolgte nach DIN 38402-45:2002-04 mit dem Programm PROLab 2.14.2.2/2011 bzw. PROLab Plus 2.14.2.3/2011 (quo data). Eine zusätzliche statistische Schätzung der Messwertverteilung mittels Kerndichteschätzung (KDE) in Anlehnung an das harmonisierte Protokoll (IUPAC, 2006) ergab für die Ringversuchsproben Fischmehl, Wiesengras und dotiertes Alleinfutter bimodulare Verteilungen von Laborwerten, welche im unterschiedlichen Extraktionsgrad der TMAH-Methode und der NH_4OH-Methode begründet sind. Auch bei der dotierten Mineralfuttermischung weicht die KDE-Kurve von der Normalverteilung ab, so dass für alle Proben zusätzlich eine getrennte Auswertung für die beiden o. g. Normverfahren erfolgte.

Der Konzentrationsbereich der Ringversuchsproben lag zwischen 0,3 mg I/kg und 800 mg I/kg. Während sich bei den Proben Milchpulver, dotiertes Mineral- sowie dotiertes Alleinfutter die Ringversuchsmittelwerte für beide Extraktionsverfahren nur geringfügig unterschieden, resultierten für die Proben Fischmehl, Braunalgen und Wiesengras erhebliche Unterschiede. Die relativen Vergleichsstandardabweichungen variierten im Bereich von 9,2 % (Braunalgen, TMAH) bis 31,4 % (Fischmehl, NH_4OH). Die Prüfung der Richtigkeit erfolgte anhand des zertifizierten Gehaltes der Milchprobe SRM 1549 (NIST), sowie anhand der dotierten Jodmengen bei der Alleinfutter- und Mineralfuttermischung. Die im Ringversuch ermittelten Wiederfindungsraten (NH_4OH/TMAH) betrugen 103,3/100,9 % (Milchpulver), 76,5/92,1 % (Mineralfuttermischung) sowie 104,7/128,7 % (Alleinfuttermischung). Ursachen für die Abweichungen werden diskutiert sowie Applikationsbeispiele der Analysenverfahren aus dem Bereich der Tierernährung vorgestellt.

Die Ringversuchsdatenbank der Fachgruppe „Bodenuntersuchung“ – Vorstellung und Auswertungen

Übelhör, W. (Karlsruhe), Hartwig, H. (Karlsruhe)

Seit einigen Jahren werden in der Fachgruppe „Bodenuntersuchung“ die berechneten Maßzahlen (Mittelwerte, absolute und relative Vergleichs- und Wiederholstandardabweichungen, HorRat) von abgeschlossenen Ringversuchen in einer Excel-Tabelle gespeichert.

Folgende Probenarten und Ringversuche werden erfasst:

- Boden (Ringversuche der Fachgruppe Bodenuntersuchung seit 1993, Ringversuche für Laborzulassung nach Fachmodul Abfall seit 1999, Ringversuche aus Bayern seit 2007)
- Kultursubstrate (Ringversuche des AK „Gärtnerische Kultursubstrate“ seit 1997)

Gegenwärtig liegen für die Matrix Boden Ergebnisse von 2.000 Untersuchungen (Elemente, Methoden, Proben) vor. Von der Matrix Kultursubstrate sind ca. 800 Untersuchungen gesammelt.

Bei Boden gibt es zur Zeit für 6 Analyten über 80 Ergebnisse, wobei Kalium im CAL-Extrakt und pH in $CaCl_2$-Suspension mit 95 Ergebnissen am häufigsten vorliegen. Zu 28 Analyten liegen zwischen 30 und 46 Ergebnisse vor. Hierbei handelt es sich in der Regel um Untersuchungsparameter, die nicht Standard sind, aber trotzdem in den Ringversuchen der Fachgruppe Bodenuntersuchung untersucht wurden. Sehr selten untersuchte Analyten wie pH in wässriger Suspension oder Fe im EDTA-Auszug sind nur mit jeweils 6 Proben vertreten.

Das Datenmaterial kann für folgende Auswertungen verwendet werden:

- Berechnung der Messunsicherheit (Anhang E5 des Methodenbuches I)
- Berechnung der unteren Grenze des Arbeitsbereiches
- Vergleich von aktuellen mit abgeschlossenen Ringversuchen
- Entwicklung der Untersuchungsqualität von Analyten über einen längeren Zeitraum
- Qualitätsvergleich von verschiedenen Methoden
- Qualitätsvergleich von neuen mit alten Methoden
- Vergleich von unterschiedlichen Ringversuchstypen

Zusammenfassung: Die Datensammlung der Ringversuche beinhaltet das Ergebnis von vielen Ringversuchen in komprimierter Form und ist in dieser Größe im VDLUFA einmalig. Dadurch können die Ergebnisse von aufwändigen und kostspieligen Ringversuchen auch nach deren Abschluss weiterhin Verwendung finden.

Internationaler VDLUFA-Ringversuch zur Düngemitteluntersuchung - sind moderne Methoden mit den klassischen vergleichbar?

Breuer, J. (Karlsruhe), Dittrich, B. (Leipzi), Kießling, G. (Jena), Klages, S. (Speyer), Paradies-Severin, I. (Hameln), Severin, K. (Hannover), Übelhör, W. (Karlsruhe)

Die amtliche Untersuchung von Düngemitteln, die nach der EU-Verordnung 2003/2003 als EG-Düngemittel deklariert sind, muss mit Methoden erfolgen, die im Anhang dieser Verordnung abgedruckt sind. Die hier vorgeschriebenen Methoden basieren zum erheblichen Teil auf Verfahren der klassischen quantitativen chemischen Analyse (Gravimetrie, Titrimetrie). Ein Vorteil solcher Verfahren ist oft die besonders gute Präzision, gerade bei hohen Analytgehalten, wie sie in Düngemitteln gegeben sind. Allerdings haben solche Verfahren im Laboralltag auch zahlreiche Nachteile. Dazu gehören vor allem ein hoher Zeit- und Personalbedarf bei der Durchführung und die Verwendung problematischer Gefahrstoffe. Daher besteht bei den Untersuchungslaboren zunehmend das Bedürfnis, moderne Verfahren der Elementanalytik (Elementaranalyse, instrumentelle spektrometrische Verfahren) für die amtliche Untersuchung von Düngemitteln einzusetzen. In der Fachgruppe Düngemittel des VDLUFA e.V. wurden entsprechende Verfahren erarbeitet und validiert und im Band II des VDLUFA-Methodenbuchs veröffentlicht. Diese Verfahren können für die amtliche Untersuchung von national in Deutschland zugelassenen Düngemitteln verwendet werden, nicht aber für die Untersuchung von EG-Düngemitteln.

Seit 2008 organisiert die Fachgruppe III - Düngemittel - des VDLUFA jährlich einen internationalen Ringversuch zur Untersuchung von Düngemitteln. Bei diesem Ringversuch können die Labore neben den offiziellen amtlichen Methoden auch Ergebnisse berichten, die mit modernen instrumentellen Methoden erarbeitet worden sind. Im Jahr 2011 wurde in diesem Ringversuch eine Probe Kornkali mit Magnesium untersucht. Die Ergebnisse wurden nach Endbestimmungsverfahren getrennt ausgewertet und in Form von Boxplots dargestellt.

Diese Auswertung ergibt für die Bestimmung aller untersuchten Elemente (Kalium, Magnesium, Natrium, Schwefel, Chlor) eine sehr gute Übereinstimmung klassischer und moderner Analyseverfahren. Bei der Bestimmung von Schwefel mittels Gravimetrie zeigt sich bei einigen Laboren eine Tendenz zu fälschlich niedrigen Gehalten, was möglicherweise auf mangelnde Übung mit diesem klassischen Verfahren zurückzuführen ist. Bei Durchführung der Endbestimmung mit modernen instrumentellen Verfahren ist dies nicht zu beobachten. Tendenziell ist die Streuung der Ergebnisse bei den modernen instrumentellen Verfahren nach VDLUFA-Methodenbuch geringer als bei den klassischen amtlichen Methoden. Diese Auswertung der internationalen Düngemittelringversuche des VDLUFA nach Methoden soll fortgeführt werden, um die Vergleichbarkeit moderner instrumenteller Methoden für die Untersuchung von Düngemitteln zu belegen und ihre Etablierung insbesondere im Normenwesen zu unterstützen.

Moderne Analytik von ELOS in pflanzlichen Rohstoffen im Bioenergie- und Futtermittelbereich

Stadler, B. (Salzwedel), Henkelmann, G. (Freising)

Die Futterqualität wurde in der Vergangenheit ausschließlich über Rohnährstoffe der Weender Futtermittelanalyse bestimmt. Neuere Formeln zur Energiebewertung basieren auf die Analysen nach van Soest, die die vormalige Rohfaseranalyse durch die Differenzierung der Faseranteile NDFom, ADFom und ADL ersetzt. Ein echter Parameter für die Verdaulichkeit bzw. für die zu Methan umwandelbare Stoffmenge steht hiermit jedoch noch nicht zur Verfügung. In der Regel sind Schätzungen der organischen verdaulichen Substanz ohne Verdauungsversuche beim Tier über das in vitro-Pansensaftverfahren (HFT) und der Methode nach Tilley und Terry (1963) zur Bestimmung der enzymlöslichen organischen Substanz (ELOS) möglich. Daher kommt der schnellen, effizienten und zuverlässigen Messung von ELOS in pflanzlichen Rohstoffen und Futtermitteln eine große Rolle zu. Auch wenn in letzter Zeit die NIRS-Technik im Bereich der Energieeinschätzung verstärkt Einzug gehalten hat, ist doch eine präzise Referenzmessung für die Bestimmung dieses gewichtigen Parameters ein ganz entscheidender Faktor für die Güte der Berechnungen.

ELOS-Bestimmung: Die Untersuchung auf enzymlösliche organische Substanzen (ELOS) in Pflanzen erfolgt in der Regel nach der VDLUFA Methode VDLUFA Band III, 6.6.1. Dabei wird das zu untersuchende Futter mit Verdauungsenzymen behandelt, und somit die Abbaubarkeit des Futters im Verdauungstrakt des Tieres simuliert.

1. Probe mit Pepsin-Salzsäurelösung vermischen
2. 24 h, 40°C, 45min, 80°C
3. Vermischung mit Cellulaselösung
4. 24 h bei 24°C inkubieren
5. Erfassung der unverdauten organischen Masse durch Trocknen, Veraschen, Wiegen

In einer vergleichenden Studie wurde dieses sehr zeitaufwendige Verfahren mit dem ANKOM Daisy II-In-vitro Inkubator durchgeführt. Mit diesem System können unter Anwendung der ANKOM Filterbag-Technologie bis zu 100 Proben, verteilt auf 4 Flaschen, gleichzeitig bearbeitet werden. Weiterhin kann dieses System für die ADL-Bestimmung von bis zu 100 Proben gleichzeitig eingesetzt werden.

Durch umfangreiche Vergleichsuntersuchungen mit zertifizierten Referenzmaterialien soll die Gleichwertigkeit der FilterBag Technologie mit den konventionellen Methoden nachgewiesen werden.

Zusammenfassung: Die neue energetische Bewertung für Gras- und Maisprodukte und die Möglichkeit diese ebenfalls in dem Bereich der Bioenergie einzusetzen, erhält durch die Verwendung von z. B. ELOS oder EULOS und der differenzierten Faserfraktionen statt der Rohfaser eine deutlich Verbesserung und ermöglicht eine präzisere Vorhersage als dies in der Vergangenheit möglich war.

Vergleich von pH-Wert Messmethoden: VDLUFA A5.1.1 - DIN ISO 10390:2005

Nusche, H. (Leipzig)

Es existieren verschiedene offizielle pH-Wert Bestimmungsmethoden. Die DIN ISO 10390:2005 und die VDLUFA Methode A 5.1.1 werden davon wahrscheinlich am meisten genutzt.

In diesem Vergleich geht es darum herauszufinden, ob beide Methoden gleichwertig sind. Wichtig ist dies vor allem für akkreditierte Labore. Bei einem Nachweis der Gleichwertigkeit können Untersuchungsstellen, die im gesetzlich geregelten Bereich analysieren, sowohl mit der einen als auch mit der anderen Methode arbeiten. Damit haben Labore einen größeren Spielraum.

In der Routineanalytik setzen sich bei dem Parameter pH-Wert immer mehr automatische Messsystem durch. Diese Laborroboter wenden meist die VDLUFA-Methode an, da das Aufrühren der Suspension leichter umzusetzen ist, als das über Kopf schütteln. Ein Nachweis der Gleichwertigkeit wäre damit auch von ökonomischem Interesse für die Labore, die solch ein automatisches Messsystem besitzen oder planen.

Die Vergleichsmessungen wurden an ca. 140 Böden verschiedener geografischer Herkunft durchgeführt. Des Weiteren sind Ergebnisse von Enqueten der Fachgruppe II mit verwendet worden.

Erste Auswertungen zeigen, dass die Messergebnisse beider Methoden sehr ähnlich sind und mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,992 sehr stark korrelieren. Weitere statistische Tests werden folgen, um eine belastbare Aussage zu erhalten

Fette und Öle im Bereich der Bioenergie

Stadler, B. (Salzwedel), Henkelmann, G. (Freising)

Die energetische Nutzung von Biomasse in Form von Biogas, thermischer Verwertung oder als Biotreibstoff ist die weltweit am häufigsten verwendete natürliche Energiequelle. Schon im Jahre 2010 konnte die Biomasse in Deutschland zu über 30 % zur regenerativen Stromerzeugung beitragen. Durch die Photosynthese speichern Pflanzen die Energie in Form von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen. Dabei können, wie im Falle des Rapsöls direkt Biodieseltreibstoffe erzeugt werden oder nach Umwandlung in einem Fermenter als Biogas genutzt werden. Die Methangasausbeute von Energiepflanzen ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung. Ein wichtiger Faktor ist dabei der Fettgehalt. Daher kommt der Messung von Ölen und Fetten im Bereich der Bioenergie eine große Rolle zu.

Systeme für die Fettanalytik - Vergleich der FilterBag-Technik mit den konventionellen Methoden:

1. Fettbestimmung (nasschemisch): Grundsätzlich werden Fette und Öle aus NawaRo, Sonnenblumen und Raps in einem routinemäßigen Verfahren nach der VDLUFA Verbandsmethode Band III, 5.1.3 (Rohfett in Ölsaaten), untersucht. Im Bereich der Futtermittel ist das Rohfett ein wichtiger Faktor zur Beurteilung des Futterwertes, aber auch für den Bereich der Bioenergie wird es verwendet. Die Genauigkeit liegt bei ca. 1-2 %.

2. Fettbestimmung (NMR-spektroskopisch): Fett aus Raps, Sonnenblumen und Soja wird routinemäßig nach der VDLUFA Verbandsmethode Band III, 5.1.4 (Ölgehalt von Raps und Rübensamen) untersucht. Bei diesem Verfahren wird die getrocknete fetthaltige Probe eingewogen, im Oxford NMR für 2 x 60 s gemessen und gegen einen Standard abgeglichen. Die Genauigkeit liegt bei ca. 2 %.

3. ANKOM FilterBag-Technologie - Systeme für die Fettanalyse: Das ANKOM^{HCL}-Hydrolysesystem und der ANKOM^{XT15} Extraktor sind vollautomatische Systeme zur schnellen Durchführung der Hydrolyse und der Lösungsmittelextraktion von Fett- und Ölproben. Es können gleichzeitig bis zu 20 Proben mit einer Hydrolysezeit von 60 min bearbeitet werden. Die Fettextraktion erfolgt anschließend von 15 Proben gleichzeitig im geschlossenen Extraktionsgefäß bei einer Temperatur oberhalb des Siedepunktes von Petrolether. Die Extraktionszeit beträgt in Abhängigkeit von der Probenmatrix 10 - 30 Minuten. Das Befüllen mit Lösungsmittel, die eigentliche Extraktion, Spülen und Destillation des Lösungsmittels erfolgen vollautomatisch.

Zusammenfassung: Die Probenvorbereitung ist für alle Methoden gleich schwierig, denn die homogene Zerkleinerung der Ölsaaten ist oft unvollständig und quantitativ schwer zu bewältigen. Die Extraktion des Fetts ist im Soxhlet-Verfahren sehr zeitaufwändig, und der Chemikalienaufwand und damit die Kosten relativ hoch. Mit der ANKOM FilterBag-Technologie ist der Probendurchsatz wesentlich höher, der Lösungsmittelverbrauch liegt bei 0,5 ml / Probe.

Einbindung eines Flammenfotometers als Detektor in ein automatisiertes Mehrkanal-FIA-System

Koller, K. (Radebeul), Schöne, A. (Radebeul)

Es wird ein modulares Analysensystem gezeigt, mit welchem parallel die bei der Analyse von Nährstoffen wichtigen Parameter ortho-Phosphat, Nitrat, Ammonium und Kalium gemessen werden können. Dabei gestattet die Software der MLE GmbH zur Steuerung der FIA-Analysatoren neben der Erfassung der gemessenen Extinktionen bei den photometrischen Methoden auch die Auswertung der Emissions-Signale eines Flammenfotometers zur Detektion von Kalium.

Das Analysesystem **FIAmodula** verwendet standardisierte photometrische Analyseverfahren. Mit einer zusätzlichen Auswerteeinheit kann der Messplatz um ein Flammenfotometer (z. B. BWB technologies Flame fotometer) erweitert und somit die Nährstoffe automatisiert und mit einem hohen Probendurchsatz analysiert werden. Ein integrierter Diluter ermöglicht die automatisierte Herstellung von Standards aus Stammlösungen sowie die Vorverdünnung von Proben.

Im Poster werden Vergleichsmessungen im CAL-Extrakt nach VDLUFA A 6.2.1.1. aufgezeigt.

FIAmodula zur photometrischen Bestimmung von Ammonium-N

- DIN EN ISO 11732: Überführung von Ammonium in Ammoniak und Diffusion durch eine gaspermeable Membran
  Messbereich: 0,02 ... 20 mg/l NH_4-N

FIAmodula zur photometrischen Bestimmung von Nitrat-N

- DIN EN ISO 13395: Reduktion von Nitrat zu Nitrit und Diazotierung mit Sulfanilamid /NED
  Messbereich: 0,02 ... 30 mg/l NO_3-N

FIAmodula zur photometrischen Bestimmung von ortho-Phosphat-P

- ISO DIS 15681-1: Umsetzung mit Molybdat und anschließender Reduktion zu Molybdänblau
  mit Zinn-II-Chlorid/ Hydroxylamin
  Messbereich: 0,02 ... 10 mg/l o-PO_4-P

FIAmodula zur flammenfotometrischen Bestimmung von Kalium

- Messung flüssiger Düngemittel direkt bzw. Messung von K in Böden im CAL-Extrakt entsprechend Methodenbuch VDLUFA Bd1, A.6.2.1.1.
  Messbereich: 1 ... 1000 mg/l K

Fast multi-element analysis of heavy metals in soil and sediment samples using HR-CS AAS – contrAA®

Büttel, O. (Jena), Özmen, B. (Jena)

Atomic absorption spectroscopy (AAS) is a well established method for element analysis because of its low operating costs, simplicity and freedom of interferences, but suffers from the restriction of being a single-element technique. Inductively coupled plasma emission spectroscopy (ICP OES) is another popular technique for similar purposes because of its multi-element capabilities, but at the cost of high gas consumption and spectral and non-spectral interferences that require a high skill level of the operator.

Differenzierung und Quantifizierung von *Tilletia caries* und *T. controversa* mittels PCR

Wagner, W. (Karlsruhe), Zgraja, G. (Karlsruhe), Niepold, F. (Braunschweig)

Der Weizensteinbrand (*Tilletia caries*) und der Zwergsteinbrand (*T. controversa*) sind bedeutende Phytopathogene und Mykotoxinbildner in Getreide und Gräsern, was vor allem das starke Befallsjahr 2011 wieder vor Augen führte. Laborkontrollen stellen dabei sicher, dass die Sporen dieser Pilze nicht weiter über Saatgut verbreitet werden und dass von Sporen und Mykotoxinen wie Trimethylamin bei Futtermitteln keine Gefährdung für Mensch und Tier ausgehen. Verschiedene klassische Nachweismethoden mit Haemocytometer (z. B. ISTA-Methode) oder Filtration (z. B. LTZ-Methode) sind aufwändig durchzuführen und insbesondere bei der Quantifizierung fehlerbehaftet. Zudem ist die Artdifferenzierung mikroskopisch anhand morphologische Kriterien nicht immer zweifelsfrei möglich. Ziel der Arbeiten war es, für diese Fragestellungen molekularbiologische Alternativen zu entwickeln.

Zur Unterscheidung der beiden Arten wurde mit RPB2 ein DNA-Abschnitt ausgewählt, dessen Sequenz sich bei beiden Arten unterscheidet und unterschiedliche Schnittstellen für Restriktionsenzyme, z. B. für HinfI, enthält. Mittels PCR und Restriktionsfragmentlängenpolymorphismus (RFLP) wird hierbei ein Amplifikat mit einer Größe von 630bp generiert, das im Falle von *T. caries* in 3 Fragmente (170bp, 210bp, 250bp) gespalten wird, und bei *T. controversa* in 2 Fragmente (210bp, 420bp). Die Nachweisgrenze dieser Methode liegt bei ca. 200 Sporen/Vese.

Zur Quantifizierung von *Tilletia spp.* hat sich eine real time PCR-Methode mit TaqMan-Sonde bewährt, die von McNeil 2004 entwickelt worden ist. Hier liegt die Nachweisgrenze bei 1 Spore/Vese. Für die Etablierung der Quantifizierung für Saatgut- oder Futtermitteluntersuchungen wurde eine mit *T. controversa* stark befallene Weizenprobe als Standard definiert und die Sporenanzahl nach der LTZ-Filtermethode bestimmt. Dem entsprechend wurden die Einwaagen bzw. Anzahl der untersuchten Körner aus der LTZ-Filtermethode übernommen.
Die Methoden werden in Zusammenarbeit mit dem Julius Kühn Institut validiert.

Bestimmung von Antibiotika in sächsischen Güllen

Hanschmann, G. (Leipzig)

Im Poster wird die Entwicklung einer LC-MS/MS-Methode zur Antibiotikabestimmung in Gülle vorgestellt, die im Moment 10 Sulfonamide, 4 Tetracycline, 6 Macrolide, 4 Fluorchinolone, 3 Phenicole sowie ein Pleuromutilin und ein Diaminopyrimidin bei Wiederfindungen zwischen 40 und 70 % bestimmen kann. Die Bestimmungsgrenzen liegen zwischen 10 und 30 µg/kg.

Mit dieser Methode wurden 2010 und 2011 insgesamt 58 sächsische Güllen untersucht. Die Güllen aus 2010 waren Zufallsproben, die Güllen aus 2011 wurden von 22 sächsischen Rinder- und Schweinezuchtbetrieben zur Verfügung gestellt.

35 % dieser Proben enthielten detektierbare Rückstände obiger Antibiotika mit einem Maximalgehalt von 1 mg/kg Frischsubstanz. Prozentual am häufigsten wurden die Tetracycline gefunden, gefolgt von Tiamulin, einem Pleuromutilin.

Diese ersten Ergebnisse waren zusammen mit Literaturerkenntnissen Anlass für ein Projekt des Landesamtes für Umwelt und Geologie und der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft in Sachsen zum Thema: „Antibiotika aus der Nutztierhaltung in der Umwelt“, welches im Januar 2012 begonnen wurde und an dem sich die oben genannten 22 Praxisbetriebe beteiligen. Es umfasst unter anderem ein Antibiotika-Monitoring in der Gülle jeweils zum Zeitpunkt der Ausbringung auf die Felder. Die Ergebnisse der Güllebeprobung im ersten Halbjahr 2012, die im Moment noch nicht vorliegen, werden in die Auswertung der letzten beiden Jahre mit eingearbeitet und im Poster mitgeteilt.

140 Jahre Saatgutprüfung in Augustenberg, Karlsruhe

Leist, N. (Karlsruhe), Jonitz, A. (Karlsruhe)

In Baden entstand vor 140 Jahren unter Leopold Just die dritte Saatgutprüfstelle weltweit. Nach einem kurzen Abriss der Geschichte von der universitären Einrichtung zur Baden-Württembergischen Prüfstelle und deren Arbeitsschwerpunkte in den letzten Jahren werden die neueren Entwicklungen in einem sich wandelnden Umfeld vorgestellt. Davon sind nicht nur die Aufgabenwahrnehmung im Saatgutbereich betroffen – Untersuchung, Forschung, Beratung – sondern auch die Verbandsaktivitäten in den verschiedenen Gremien auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene. Ein Konzept für eine nutzerorientierte Ausrichtung der Saatgutprüfung, das neben den amtlichen Vorgaben sowohl die Interessen der Saatgutwirtschaft als auch der Saatgutverbraucher berücksichtigt, soll in die Zukunft weisen.

Bestimmung der Sortenechtheit mittels Elektrophorese in den ISTA Vorschriften - Entwicklung und Stand

Jonitz, A. (Karlsruhe), Leist, N. (Karlsruhe)

Bereits seit 80 Jahren wird die Elektrophorese zur Trennung von Proteinen eingesetzt, jedoch erst 1975 wies der Franzose Autran ihre Brauchbarkeit und ihre Aussagesicherheit für die Bestimmung von Sorten im landwirtschaftlichen Bereich nach. In Folge finden sich 1986 die ersten Methoden in Kapitel 8, Echtheit von Art und Sorte, der ISTA Vorschriften. Inzwischen ist sowohl das Spektrum der Methoden gewachsen und neben der PAGE liegen auch Methoden für SDS-PAGE und IEF vor – Isoenzymsysteme sind entwickelt, sodass für die wichtigen Arten und Fragestellungen Lösungen vorliegen.

Neben der Entstehung und Entwicklung der Methoden wird eine Wertung bezüglich des Routine Einsatzes in der Saatgutprüfung versucht und anhand einiger Paradefälle vorgestellt. Abschließend wird ein Überblick zum heutigen Stand der Elektrophorese in der Saatgutprüfung gegeben.

Mechanismen der Auswuchsfestigkeit in Getreide

Weber, M. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

Auswuchs ist das sichtbare Austreten von Wurzel und Spross aus der Karyopse in der Ähre und kann im Getreideanbau bei ungünstigen Wetterbedingungen zu beachtlichen Ernteeinbußen führen, da Parameter wie die Höhe des Ertrages, die Lagerfähigkeit und in vielen Fällen die Verarbeitungsqualität beeinträchtigt werden.

Sorten von Roggen (*Secale cereale* L.) und Triticale (*x Triticosecale* Wittm.) zeigen allgemein eine deutlich schlechtere Auswuchsfestigkeit als Sorten von Weizen (*Triticum aestivum* L.). Für Pflanzenzüchter stellt sich insbesondere in Jahren mit guten Abreifebedingungen ohne natürlichen Auswuchs die Frage, wie auf Auswuchsfestigkeit in diesen Jahren selektiert werden kann.

Die Anfälligkeit für Auswuchs hängt eng mit der Keimruhe zusammen. Ihr Ausmaß wird bei Getreide unter anderem durch das Vorkommen keimhemmender Inhaltsstoffe in den Spelzen oder die Empfindlichkeit des Embryos auf diese Inhibitoren bestimmt. Als Grundlage für die Entwicklung geeigneter Selektionsmerkmale für die Pflanzenzüchter soll zunächst dieser Mechanismus anhand einer Literaturübersicht ursächlich beschrieben und phänotypisch nachgewiesen werden. Zudem werden Bestimmungsmethoden dargestellt, die eine Klassifikation nach Auswuchsfestigkeit ermöglichen sollen. Allerdings zeigen diese Bestimmungsmethoden deutliche Unterschiede hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Anwendbarkeit auf die drei o.g. Getreidearten. Diese Unterschiede werden aufgezeigt und diskutiert.

Entwickelt Sommerhartweizen (*Triticum durum* Desf.) unter den Bedingungen des mitteldeutschen Trockengebietes eine primäre Keimruhe?

Knorre, S. (Halle), Förster, K. (Halle)

Mit einer Anbaufläche von 8.500 ha (2011) ist Sachsen-Anhalt in Deutschland im Hartweizenanbau führend. Die größten Durum-Vermehrungsflächen befinden sich im Harzvorland. Das Klima des Harzvorlandes wird durch den Regenschatten des Harzes geprägt. Im langjährigen Mittel liegt der Jahresniederschlag im Mitteldeutschen Trockengebiet zwischen 491 mm und 564 mm, die Durchschnittstemperatur je nach Standort zwischen 8,7 °C und 9,6°C. Die Keimfähigkeit des produzierten Durumsaatgutes unterliegt zwischen den Standorten sowohl innerhalb eines Jahres als auch zwischen den Jahren großen Schwankungen. Im Jahr 2010 führten ungünstige Erntebedingungen in vielen Betrieben zu einem starken Auswuchs. Es stellt sich die Frage, ob innerhalb des Durumsortenspektrums Unterschiede in der Ausprägung einer primären Keimruhe zu finden sind. In den Jahren 2009 und 2010 durchgeführte Untersuchungen lieferten erste, vorsichtige Hinweise darauf.

Zur Klärung der Frage, ob Durum während der Reife eine primäre Dormanz entwickelt, wurde 2011 in Etzdorf ein Feldversuch mit den Sommerhartweizensorten Duramar, Floradur und Orjaune sowie zum Vergleich mit der Sommerweichweizensorte Ethos angelegt. Um physiologisch gleich alte Ähren zu gewinnen, wurden zu Blühbeginn Einzelähren markiert. Ernte und Aufbereitung begannen am 21. Tag nach Blühbeginn. Die Keimfähigkeit der Körner wurde analog zur Methodik von Ichinose et al. (2002) bei 12 °C und 20 °C bestimmt.

Das Versuchsjahr 2011 war am Standort Etzdorf in der Kornfüllungs- und Reifephase durch hohe Niederschläge im Juni (62,1 mm) und Juli (161,8 mm) geprägt. Besonders die hohen Niederschläge im Juli sind untypisch für das Mitteldeutsche Trockengebiet. Die Monatsdurchschnittstemperaturen lagen bei 17,3 °C (Juni) und 16,8 °C (Juli), mit einem Minimum bei 5,9 °C und einem Maximum bei 31,4 °C.

21 Tage nach Blühbeginn unterscheidet sich die Keimfähigkeit der Hartweizensorten deutlich voneinander, und auch von der des Sommerweichweizens Ethos. Dargestellt wird der weitere Entwicklungsverlauf der Keimfähigkeit bis zur Vollreife. Die Ergebnisse werden hinsichtlich des Einflusses von Sorte, Witterungsverlauf und physiologischer Reife auf Dormanz und Keimfähigkeit der Sorten diskutiert.

Triebkraftbestimmung bei Sojabohnen – Leitfähigkeitstest versus Erdkalttest

Voit, B. (Freising)

Die Sojabohne ist eine Kurztagspflanze mit verhältnismäßig hohen Temperaturansprüchen. Zum Keimen und Auflaufen benötigt die Sojabohne deshalb eine deutlich höhere Temperatur als Getreide. Die Keimfähigkeit wird bei 25°C im sterilen Quarzsand festgestellt. Eine Triebkraftprüfung ist gesetzlich nicht vorgeschrieben. Nicht in jedem Frühjahr liegen die Bodentemperaturen bei 15°C und darüber, die für einen problemlosen Feldaufgang notwendig sind. In Jahren mit kaltem oder nasskaltem Frühjahr werden besondere Ansprüche an die Saatgutqualität gestellt, d. h. eine hohe Triebkraft ist notwendig.

Für die Sojabohne ist in den ISTA Vorschriften die Bestimmung der Triebkraft mittels der Leitfähigkeitsprüfung vorgeschrieben. Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit des Quellwassers aus dem Samengewebe ermöglicht eine Schätzung zur Triebkraft der Saatgutpartie. Saatgutpartien mit einem hohen Elektrolyt-Eluat, also mit hoher Leitfähigkeit des Wassers werden als wenig triebkräftig beurteilt. Dagegen werden Partien mit geringem Eluat und damit niedriger Leitfähigkeit als hoch triebkräftig eingestuft. Das Ergebnis wird in µS cm^{-1} g^{-1} berichtet. Damit ist aber noch kein Zusammenhang zum Feldaufgang hergestellt. Nach Literaturangaben sind Partien mit Werten von<24 µS cm^{-1} g^{-1} gut geeignet für eine Aussaat unter ungünstigen Bedingungen. Liegen die Werte bei 43 µS cm^{-1} g^{-1} und darüber sind die Partien für ungünstige Bedingungen nach der Aussaat nicht geeignet.

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass gut messbare und reproduzierbare Ergebnisse festgestellt werden. Die Nachteile der Methode sind zum einen, dass geringste Abweichungen im Untersuchungsablauf, wie z. B. Kalibrierung des Messgerätes, Wasserqualität, Sauberkeit, Wassergehalt der Untersuchungsprobe und eine Saatgutbehandlung zu falschen Ergebnisse führen und zum anderen kein direkter Bezug zum Feldaufgang hergestellt werden kann. Daher ist es naheliegend auf die bereits vorhandene Triebkraftprüfmethode bei Mais, den Erdkalttest, zurückzugreifen. Da Mais und Sojabohnen zur gleichen Zeit ausgesät werden bietet es sich an die Methode von Mais auf Sojabohnen zu übertragen.

Die Ergebnisse des offiziell vorgeschriebenen Leitfähigkeitstestes werden mit den Ergebnissen der Triebkraftprüfung für Mais miteinander verglichen.

Nachweis über die Dauer der Infektionsfähigkeit von Steinbrand- (*Tilletia caries*) und Zwergsteinbrandsporen (*Tilletia controversa*) im Boden und Stallmist unter Berücksichtigung verschiedener Fruchtfolgen in Biobetrieben

Bauer, R. (Freising)

Für das Forschungsprojekt wurden frisch mit Steinbrand und Zwergsteinbrand befallene Flächen bei Biobetrieben ausgewählt. Die Bewirtschaftung der Parzellen erfolgt mit verschiedenen Fruchtfolgen. Die Versuche werden dreijährig, mehrortig (Nord-, Mittel- und Südbayern) und mit jeweils vier Wiederholungen bei einer Parzellengröße von 10 m² durchgeführt .

Durch die unterschiedliche Bewirtschaftung der Parzellen ergibt sich, dass der Boden unterschiedlich bedeckt und bewachsen ist. Bei der Dauerbrache wird der Boden stets offen gehalten und ist damit intensiv der direkten Sonneneinstrahlung, dem Regen und anderen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Beim Kleegras, das in den Fruchtfolgen als ein-, zwei- und dreijähriges Fruchtfolgeglied angebaut wird, ist der Boden stets bedeckt und durchwurzelt und damit vor Witterungseinflüssen weitgehend geschützt. Alle Parzellen sind doppelt angelegt mit und ohne Stallmist. Anhand dieser völlig gegensätzlichen Bewirtschaftung soll überprüft werden, ob sich Unterschiede in der Infektionsfähigkeit bzw. Lebensfähigkeit der Brandsporen feststellen lassen.

In den Getreidefruchtfolgen erfolgt nach der Ernte ein Zwischenfruchtanbau mit Senf. Den Senfölen wird eine sporenabtötende bzw. keimhemmende Wirkung auf die Brandsporen nachgesagt. Damit soll überprüft werden ob die „Biofumigation“ tatsächlich stattfindet.

Beim Weizenanbau erfolgt die Saatzeit praxisüblich. Bei jedem Anbau wird der Ährenbefall mit Brandkrankheiten bonitiert. Ebenso wird das Erntegut und der Boden nach der Ernte auf Brandsporenbefall untersucht. Die Fruchtfolgen bestehen z. T. aus frühräumenden Hauptfrüchten wie Erbsen und Kleegras. Damit ist für eine Senf-Zwischenfrucht vor der Weizensaat in der Regel noch ausreichend Zeit. Deshalb wird nach den Futtererbsen Senf angebaut um zu testen, ob nicht unmittelbar vor der Weizensaat der höchste Wirkungsgrad der „Biofumigation“ festzustellen ist.

Von jeder Parzelle werden zweimal jährlich Bodenproben entnommen und das Sporenpotential ermittelt. Es soll aber nicht nur der absolute Wert des Sporenpotentials im Boden, sondern das infektionsfähige Potential festgestellt werden.

Verbesserung der Saatgutqualität bei der Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum* L.)

Trölenberg, D. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart), Jonitz, A. (Karlsruhe)

Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) ist beheimatet in den gemäßigten Breiten Nordamerikas. In Deutschland wird sie bisher kaum angebaut. Sie birgt allerdings ein hohes Potential als nachwachsender Rohstoff zur Biogasproduktion durch ihre hohen Biomasse- und Methanerträge. Die großen, gegenständigen, zusammengewachsenen Blätter des Korbblütlers können Tau und Regenwasser auffangen und so das limitierte Wasser an trockenen Standorten effektiv nutzen. Die großen gelben Blüten dienen als Bienenweide und bereichern die Kulturlandschaft, die häufig durch Monokulturen geprägt ist. *Silphium perfoliatum* L. könnte im Bioenergiesektor eine Konkurrenzkultur zu Mais darstellen, da Biomasse- und Methanerträge vergleichbar mit denen von Mais sind und somit der Entwicklung hin zur Maismonokultur entgegenwirken. Die Durchwachsene Silphie birgt zu alldem noch positive ackerbauliche Eigenschaften dank der perennierenden Anbauart. Im zweiten Jahr nach der Bestandesetablierung hat sie ihr Ertragspotential erreicht. Man geht von einer Nutzungsdauer eines Bestandes von etwa 10 Jahren aus.

Um sich diese positiven Eigenschaften zu Nutze machen zu können, muss ein gesunder und lückenloser Bestand etabliert werden. Dies ist momentan nur durch Jungpflanzenanbau möglich. Bestandesetablierungen durch die Aussaat von Samen zeigten oft einen sehr lückenhaften Bestand, da bei geringer Saatdichte nur ein geringer Feldaufgang zu beobachten war. Es wird vermutet, dass das Saatgut der Durchwachsenen Silphie dormant ist und daher nur eine sehr geringe Keimfähigkeit zeigt. In dem hier vorgestellten Projekt werden hierzu Untersuchungen durchgeführt, um die Saatgutqualität zu verbessern. Eine Methode der Dormanzbrechung beruht auf der Behandlung gequollenen Saatguts mit niedrigen Temperaturen (Vorkühlung). Dabei wird unterschieden, ob eine Vorkühlung mit konstanter Temperatur durchgeführt wird, oder mit Wechseltemperaturen. Mit Wechseltemperaturen ist es möglich, die natürlichen Temperaturbedingungen während der Überwinterung der Samen in der Natur zu simulieren. Hierzu werden möglichst unterschiedliche Temperaturamplituden untersucht.

Vorläufige Ergebnisse zeigen eine höhere Keimbereitschaft schon während der Vorkühlungsphase bei sehr hohen Temperaturamplituden. Weiterhin wird versucht, die Dormanz durch Vorwärmen oder einer Behandlung mit verschiedenen Konzentrationen von Gibberellinsäure zu brechen.

Modellierung der Streuung von Keimfähigkeitsergebnissen

Deplewski, P. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

Im Zuge der Saatgutprüfung wird die Keimfähigkeit an Stichproben ermittelt. Deshalb streuen die Ergebnisse der Wiederholungen innerhalb eines Tests wie auch die Ergebnisse der Tests in demselben oder von verschiedenen Labors. Die von Miles 1963 eingeführte Modellierung dieser Streuungen mittels der Binomialverteilung wird bis heute in den ISTA Vorschriften zur Etablierung von Toleranztabellen verwendet. Häufig wurde nun aber in Ringversuchen und auch in Auswertungen von Datensätzen einzelner Labore festgestellt, dass die Streuung zwischen den 4 Wiederholungen eines Tests niedriger ist, als die nach dieser Verteilung berechnete Zufallsstreuung. Die Konsistenz dieser Befunde entspricht nicht den Modellannahmen. Verschiedene Ursachen werden hierfür in der Literatur diskutiert. Ziel des Beitrages ist es, unter Verwendung verschiedener Annahmen und unter Nachvollziehen der Probenreduktionsverfahren in den verschiedenen Situationen zutreffende statistische Modelle aufzustellen und die sich hieraus ergebenden Streuungen zwischen den Wiederholungen aufzuzeigen.

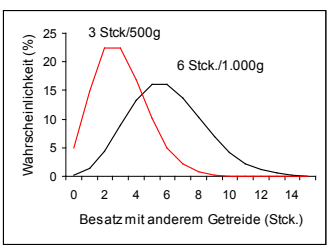
Toleranztabellen für die Zusammenfassung von Prüfergebnissen mehrerer Getreidepartien auf einem Attest

Jackisch, W. (Dresden), Krellig, B. (Nossen), Mildner, U. (Nossen), Wustmann, G. (Dresden)

Die ISTA-Vorschriften bieten für die Bewertung und Homogenitätseinschätzung von Saatgutpartien aller Arten verbindliche Toleranzen, die je nach Untersuchungsfrage auf ein- oder zweiseitigen Tests und unterschiedlichen Signifikanzschranken basieren. Nur für Gräser und kleinkörnige Futterpflanzen wurden Toleranzen für die Zusammenfassung mehrerer Partien auf einem Attest fixiert. Es fehlen somit Spannweiten für die Zusammenfassung von Prüfergebnissen mehrerer Getreidepartien auf einem Attest, die in einem Vermehrungsbetrieb erzeugt und in einem Großsilo lagern. Für diese Fälle könnten durch die Analogie des Problems die Spielräume der ISTA-Vorschriften (Kapitel 17) zur Anwendung gelangen, die es gestatten Prüfergebnisse von maximal 10 Gräserpartien auf einem Attest zu vereinen, falls die Ergebnisse der einzelnen Partien sich nicht signifikant voneinander unterscheiden. Da für die Kalkulation dieser Spielraumtabellen nur die Angabe einer Signifikanzschranke von 1 %, jedoch keine Berechnungsformel in Abhängigkeit von der Anzahl der eingelagerten Partien angegeben ist, erfolgte eine Nachrechnung für die ausgewiesenen Reinheits-, Keimfähigkeits- und Besatzspielräume mit der bekannten und im Versuchswesen häufig angewandten Formel des multiplen t-Tests: .

$$GD_{\alpha\%} = t_{\alpha\%} \cdot \sqrt{s^2 \cdot (l - 1/l)}$$

Im Ergebnis ist eine weitgehende Übereinstimmung der überprüften Spielräume für die Reinheits- und Keimfähigkeitsprozentsätze festzustellen, Abweichungen von ±0,1 % in den Reinheits- und von ±1 % in den KF-Toleranzen traten in mehreren Fällen auf. Das Überprüfungsergebnis für die Besatzspielräume kann scheinbar nicht übereinstimmend sein, da die Untersuchungsmasse für Getreide nach ISTA 1.000 g und nach EU-Recht 500 g beträgt.



Die theoretische Verteilung für Prüfergebnisse von Weizenpartien mit einem tatsächlichen Besatz von drei Samen anderer Getreidearten in 500 g (p% = 0,024) weisen bei Untersuchungen mit 500 g und 1.000 g deutliche Differenzen auf.

Trotzdem sind die ISTA-Spielräume auch für die Besatzprüfung mit 500 g gültig, da bei der Poisson-Verteilung der Erwartungswert und die Varianz ($\mu = \sigma^2$) identisch sind. Aus statistischer und pflanzenbaulicher Sicht sind damit die ISTA-Toleranztabellen 17.1 – 17.3 ebenfalls für die Zusammenfassung der Prüfergebnisse mehrerer Getreidepartien auf einem Attest anwendbar.

Maissortenbestimmung und Bestimmung der Hybridqualität mittels Mikrosatelliten-Analyse

Wagner, W. (Karlsruhe), Zgraja, G. (Karlsruhe)

Die Bestimmung der Arten- und Sortenechtheit bei Saatgut, ihrer Homogenität und ihrer Hybridqualität wird bei einer Reihe von Kulturarten seit vielen Jahren zuverlässig durch die IEF-Methode gelelektrophoretisch durchgeführt. Bei neueren Sorten reicht die Untersuchung des Proteinmusters in manchen Fällen jedoch nicht mehr aus, um diese stets eindeutig differenzieren zu können.

Im Falle von Mais (*Zea mays*) wurde daraufhin eine molekularbiologische Methode entwickelt, die die Möglichkeit bietet, die Differenzierung von Sorten auf DNA-Ebene vorzunehmen. Mit der sogenannten Mikrosatelliten-Analyse (SSR -Simple Sequence Repeat) wurden bislang 43 Maissorten aus den Jahren 2010 - 2011 untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Kombination aus mindestens 7 SSR-Loci ausreicht, um innerhalb dieses Kollektivs alle Sorten eindeutig identifizieren zu können. Die Methodik bietet das Potential, eine noch weitaus höhere Anzahl an Maissorten auseinanderhalten zu können. Im Bedarfsfall können hierfür einzelne weitere SSR-Loci aus dem bekannten Mais-Genom hinzugenommen werden.

Mit derselben Technik können zudem auch die gemeinsamen genetischen Merkmale für Hybridsorten und ihren Elternlinien bestimmt werden.

Die eingesetzte Methode basiert auf einer Fluoreszenzdetektion kapillarelektrophoretisch aufgetrennter PCR-Produkte, die bei entsprechender technischer Ausstattung einfach und zuverlässig durchgeführt werden kann. Bei Reihenuntersuchungen von Einzelkörnern, wie sie mit etablierten Techniken bei Untersuchungen auf Homogenität und Hybridqualität durchgeführt werden, ist jedoch der zeitliche und finanzielle Aufwand zu bedenken.

Zehn Jahre Maissaatgutmonitoring auf gentechnische Verunreinigungen in Thüringen (2002-2012)

Domey, S. (Jena), Mehnert, R. (Jena)

Seit 2002 wird in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) im Rahmen der amtlichen Saatgutverkehrskontrolle stichprobenartig Saatgut auf gentechnische Veränderungen untersucht. Entsprechend des von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Gentechnik (LAG) Ende 2005 verabschiedeten Handlungsleitfadens zur „Harmonisierten experimentellen Saatgutüberwachung auf GVO-Anteile“ (www.lag-gentechnik.de), wonach die Beprobung von inländisch erzeugtem Saatgut bereits in den Saatgutaufbereitungsstellen parallel zur Saatgutanerkennung vorgenommen werden soll, beschränken sich die Untersuchungen seit 2006 vorrangig und ab 2007 ausschließlich auf Importmaissaatgut. Da in Thüringen kein Saatgut aufbereitet wird, aber das in Deutschland aufbereitete und anerkannte Rapssaatgut weitgehend den Markt abdeckt, wird im TLL-Labor routinemäßig kein Rapssaatgut mehr geprüft.

Die GVO-Analytik erfolgt entsprechend der Empfehlung des Saatgutkonzeptes des Unterausschusses Methodenentwicklung der LAG.

Während der zehnjährigen Kontrollen konnte nur in den Jahren 2008, 2009, 2010 und 2012 vereinzelt ein GVO nachgewiesen werden. Dabei handelte es sich in allen vier Fällen um MON810 meist in Anteilen unter 0,1 %. (s. Tabelle). Alle diese Proben wurden nach gründlicher Recherche bei den Saatguthändlern aus dem Verkehr gezogen.

Tab.: Anzahl Proben mit GVO während des Maissaatgutmonitorings in Thüringen (2002-2012)

Jahr	**Anzahl Proben gesamt**	**Anzahl Proben mit GVO**	**GVO-Gehalt**	**GVO-Event**
2008	42	1	0,3 %	MON810
2009	34	2	<0,1 %	MON810
2010	36	1	<0,1 %	MON810
2012	35	1	<0,1 %	MON810

Der Radicle-Emergence-Test – eine neue ISTA-Methode für die Triebkraftbestimmung bei *Zea mays*

Gierke, U. (Zossen), Belkner, C. (Zossen)

Triebkraftprüfungen dienen in erster Linie der besseren Qualitätsbeurteilung von Saatgutpartien, insbesondere hinsichtlich einer zügigen Bestandesetablierung auch unter suboptimalen Bedingungen. Bei den bisher nicht standardisierten Triebkraftbestimmungen werden vor allem die Temperatur, der Wasserhaushalt, das Substrat oder mechanische Stressoren variiert, um ein möglichst natürliches Milieu in der Keimphase zu modellieren. In letzter Zeit werden immer öfter indirekte Methoden oder Schnelltests zur Triebkraft geprüft bzw. bei einigen Fruchtarten auch schon standardisiert angewendet. In den ISTA-Vorschriften 2012 ist im Kapitel 15 – Triebkraftprüfung – der Keimwurzeltest (Radicle-Emergence-Test) für Mais neu enthalten.

In ersten Untersuchungen wurden in den Saatgutprüfstellen in Halle und Wünsdorf 3 Maispartien auf ihre Keimfähigkeit und ihre Triebkraft (Kalttest und Keimwurzeltest) untersucht. In einem Feldaufgangsversuch auf 4 Versuchsstandorten wird überprüft, inwieweit sich Beziehungen zwischen der neuen Labormethode zum tatsächlichen Feldaufgang herleiten lassen.

Tab. 1: Übersicht Standortbedingungen der Versuchsstandorte

Standort	Bernburg	Wahlbeck	Gadegast	Paulinaue
Bodenart	Lehm (L)	Lehm (L)	Lehmiger Sand (lS)	Humoser Sand
Ackerzahl	90	70-80	33-40	30
Höhenlage (m)	80	240	93	29
Temperatur- Langjähriges Mittel (°C)	9,1	8,6	8,7	9,3
Niederschlagssumme-Langjähriges Mittel (mm)	469	491	574	536

Es wurden Versuchsstandorte gewählt, die sich hinsichtlich ihrer Standortbedingungen teilweise erheblich unterscheiden (Tabelle).

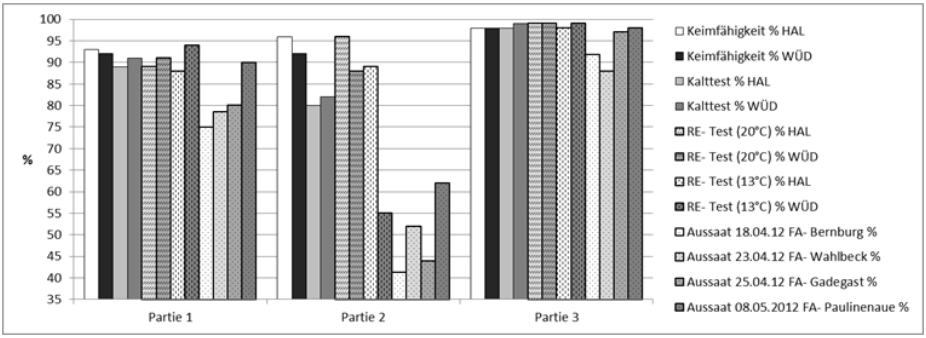


Abb.: Keimfähigkeit, Kalttest, Keimwurzeltest und Feldaufgang (FA) von drei Maispartien

Erste Ergebnisse zeigen bei den Partien 1 und 3 in den Laboruntersuchungen zur Keimfähigkeit, dem Kalttest und den Keimwurzeltests recht gute Übereinstimmungen und Beziehungen (Abbildung). Die Partie 2 reagiert in den einzelnen Untersuchungen und in den beiden Laboren differenzierter. Die Feldaufgangsergebnisse sind hier eher unbefriedigend. Bei allen drei Partien schwanken die Feldaufgänge mehr oder weniger stark auf den Standorten. Eine Beziehung zwischen Triebkraftuntersuchungen und dem Feldaufgang lässt sich aufgrund des geringen Probenumfangs vorerst nicht ableiten, lediglich muss man bei stark schwankenden Triebkraftergebnissen mit ungenügenden Feldaufgangsraten rechnen. Es ist zu vermuten, dass nur eine Triebkraftmethode je Saatgutpartie und Standort eine eher begrenzte Aussagekraft hat.

Weitere Untersuchungen zielen auf Variationsmöglichkeiten der beiden Keimwurzeltests ab, um möglichst unterschiedliche Keimungsbedingungen parallel zu testen und so ein objektiveres Bild zur Triebkraft einer Saatgutpartie zu erhalten.

Autorenliste

Dr. habil. Albert, Erhard 86
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Nossen

Dr. Alert, Hans-Joachim..... 110
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Köllitsch

Anemüller, Henry..... 110
Agrar GmbH „Steinerne Heide“
Großgeschwenda

Dr. Armbruster, Martin 46
Landwirtschaftliches Untersuchungs- u.
Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Arndorfer, Michaela..... 36
Institut für Ökologischen Landbau,
Universität für Bodenkultur Wien
Wien

Dr. Aulwurm, Uwe 147
LCTech GmbH
Dorfen

Bähr, Ralf-Peter 102
Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft (TLL)
Jena

Bargholz, Jürgen..... 102, 145
Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft (TLL)
Jena

Bartsch, Robert 80, 94
Hochschule für nachhaltige Ent-
wicklung Eberswalde (FH)
Eberswalde

Bauer, Robert 175
Bayerisches Landesanstalt für Land-
wirtschaft Institut für Pflanzenbau
und Pflanzenzüchtung, Saatgutun-
tersuchung / Saatgutforschung
Freising

Baumecker, Michael..... 55
Humboldt-Universität zu Berlin
Berlin

Baumgärtel, Tina..... 97
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

Dr. Baumgarten, Andreas..... 7
AGES- Österreichische Agentur für Gesund-
heit und Ernährungssicherheit GmbH
Wien

Beintmann, Silke 117
Landwirtschaftskammer Nordrhein-
Westfalen LZ Haus Riswick
Kleve

Belkner, Christine 181
Landesamt für Verbraucherschutz, Land-
wirtschaft und Flurneuordnung des Landes
Brandenburg Referat 45 - Saatenanerkennung
Zossen

Prof. Dr. Bellof, Gerhard 121
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
FB Land- u. Ernährungswirtschaft
Freising

Bernert, Silke..... 69
Justus-Liebig-Universität Giessen
Giessen

Dr. Bischoff, Joachim 87
Landesanstalt für Landwirtschaft,
Forsten und Gartenbau
Bernburg

Dr. Bischoff, Reiner..... 46
Landwirtschaftliches Untersuchungs- u.
Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Dr. Blank, Britta 139
Thünen-Institut für Ökologischen Landbau
Trenthorst

Boguhn, Jeannette..... 111, 136
Universität Hohenheim (450) In-
stitut für Tierernährung
Stuttgart

Dr. Bohm, Detlef **150**
Bundesamt f. Verbraucherschutz u. Lebensmittelsicherheit (BVL)
Berlin

Borchert, Anne **57**
Hochschule Osnabrück
Osnabrück

Böttger, Christian **131**
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften - Abteilung Tierernährung
Bonn

Breitschuh, Thorsten **32**
VAFB Thüringen e.V.
Jena

Dr. Brentrup, Frank **10**
YARA GmbH & Co.KG Institut f. Pflanzenernährung u. Umweltforschung
Dülmen

Dr. Breuer, Jörn **64, 162**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Dr. Brock, Christopher **25, 28, 69**
Justus-Liebig-Universität Giessen
Giessen

Dr. Brod, Hans-Georg **70**
VDLUFA e. V.
Speyer

Brozio, Sybille **95**
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)
Eberswalde

Prof. Dr. Büscher, Wolfgang **117**
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Landtechnik
Bonn

Dr. Büsing, Kirsten **99**
Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, AUF, Universität Rostock
Rostock

Büttel, Oliver **167**
Analytik Jena AG
Jena

Bystricky, Maria **38**
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Freising

Dr. Dabiri, Reza **148**
Thermo Fisher Scientific
Dreieich

Prof. Dr. Dr. Dänicke, Sven **121**
FLI, Institut für Tierernährung
Braunschweig

Danier, Jürgen **106, 135**
Bioanalytik Weihenstephan (ZIEL)
Freising-Weihenstephan

Dr. Dannenmann, Michael **157**
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Garmisch-Partenkirchen

Deplewski, Peter **177**
Universität Hohenheim (350) Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik
Stuttgart

Dr. Diepolder, Michael **48, 67**
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Freising

Dr. Dittrich, Barbara **162**
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Geschäftsbereich 6 - Labore Landwirtschaft
Leipzig

Döhne, Dorothee **140**
Fachhochschule Südwestfalen Fachbereich Agrarwirtschaft
Soest

Domey, Sabine **180**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

Drescher, Günter **64**
Universität Hohenheim (710) Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie
Stuttgart

Drüing, Benjamin **137**
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften - Abteilung Tierernährung
Bonn

Dunkel, Silke **110**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

Prof. Dr. Dusel, Georg **125, 129**
Fachhochschule Bingen
Bingen

Ebertseder, Florian **50, 90**
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften, Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Freising-Weihenstephan

Prof. Dr. Ebertseder, Thomas **82, 84**
Fakultät für Land- und Ernährungswirtschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Freising

Dr. Effenberger, Mathias **50, 91**
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Freising

Dr. Eggers, Jörg **102**
OVID Verband
Berlin

Ehbrecht, Anke **64**
Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Materialfeuchte
Karlsruhe

Prof. Dr. Elsäßer, Martin **118**
LAZBW
Aulendorf

Prof. Dr. Engels, Christof **8**
Humboldt-Universität zu Berlin Inst. f. Pflanzenbauwissenschaften, FG Pflanzenernährung und Düngung
Berlin

Dr. Ettle, Thomas **109, 127, 128, 132**
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing

Falk, Sandy **76**
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor Abteilung Landwirtschaft und Umwelt
Wiesbaden

Dr. Felgentreu, Dieter **22**
Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
Berlin

Felsner, Martin **113, 114**
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Oberschleißheim

Fichtner, Benjamin **82**
Fakultät für Land- und Ernährungswirtschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Freising

Dr. Finck, Margarete **41, 88**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Fischer, Markus **120**
Landesanstalt für landwirtschaftliche Chemie, Universität Hohenheim
Stuttgart

Prof. Dr. Flachowsky, Gerhard **18**
Friedrich-Loeffler-Institut / FLI Institut für Tierernährung
Braunschweig

Dr. Flaig, Holger **68, 79**
Landwirtschaftliches Technologie-
zentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Flekna, Juergen **143**
Pragmatis GmbH
Neufahrn

Fleschhut, Monika..... **61**
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenste-
phan Department für Pflanzenwissenschaf-
ten, Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Freising

Dr. Förster, Karin..... **173**
Martin-Luther-Universität Hal-
le-Wittenberg, IAEW
Halle (Saale)

Frank, Helmut **138**
Technische Universität München
- Lehrstuhl für Ökologischen Land-
bau und Pflanzenbausysteme
Freising

Prof. Dr. Frank, Thomas..... **36**
Institut für Zoologie, Universi-
tät für Bodenkultur Wien
Wien

Dr. habil. Franko, Uwe..... **25**
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UfZ
Halle (Saale)

Prof. Dr. Freitag, Mechthild..... **140**
Fachhochschule Südwestfalen Fach-
bereich Agrarwirtschaft
Soest

Dr. Friedel, Jürgen K...... **36**
Institut für Ökologischen Landbau,
Universität für Bodenkultur Wien
Wien

Dr. Fürstenfeld, Fred..... **43**
Bodengesundheitsdienst GmbH
Ochsenfurt

Fuß, Stefan **91**
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenzüchtung und Pflanzenbau
Freising

Gaberle, Knut **44**
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten
und Gartenbau Sachsen-Anhalt Abt. 2
Bernburg

Gans, Wolfgang **150**
Landesanstalt für Landwirtschaft, Fors-
ten und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Landesanstalt für Landwirtschaft, Fors-
ten und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Bernburg

Dr. Geitlinger, Hilmar..... **157**
Thermo Fisher Scientific
Dreieich

George, Klaus **145**
Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Georgii, Sebastian..... **76**
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor
Abteilung Landwirtschaft und Umwelt
Wiesbaden

Dr. Geyer, Roland..... **152**
LipoFIT Analytic GmbH
Regensburg

Gierke, Ulrich **181**
Landesamt für Verbraucherschutz, Land-
wirtschaft und Flurneuordnung des Landes
Brandenburg Referat 45 - Saatenanerkennung
Zossen

Dr. Gödeke, Katja **12, 31, 78, 89**
Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft (TLL)
Jena

Graf, Torsten **104**
Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Graf von Bassewitz, Heinrich **5**
Rat für Nachhaltige Entwicklung
Berlin

Grunert, Michael **86**
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Nossen

Dr. Grünewald, Karl-Hermann **106, 124, 132, 135**
Verein Futtermitteltest (VFT) e. V.
Bonn

Dr. Günther, Christof **6**
BASF SE
Ludwigshafen

Dr. Haase, Norbert U. **92**
Max Rubner-Institut
Detmold

Haese, Eva **111, 136**
Universität Hohenheim (450) Institut für Tierernährung
Stuttgart

Haidle, Louisa **111**
Universität Hohenheim (450) Institut für Tierernährung
Stuttgart

Han, Yu **91**
Technische Universität München
Freising

Hanschmann, Gudrun **169**
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Geschäftsbereich 6 - Labore Landwirtschaft
Leipzig

Prof. Dr. Harrach, Tamas **72**
Justus-Liebig-Universität
Gießen

Dr. Hartung, Karin **120**
Institut für Pflanzenbau und Grünland, Fachgebiet Bioinformatik
Stuttgart

Prof. Dr. Dr. hc. Hartung, Jörg **16**
Tierärztliche Hochschule Hannover
Hannover

Hartwig, Heiner **161**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Heiner, Barbara **36**
Institut für Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur Wien
Wien

Heinz, Sabine **48**
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Freising

Hengelhaupt, Frank **78**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Henkelmann, Günter **163, 165**
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Abt. Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
Freising

Dr. Herbst, Friedhelm **24, 154**
123
Halle

Dr. Herre, Anita **118**
LAZBW
Aulendorf

Herrmann, Katja **118**
LAZBW
Aulendorf

Herzog, Elke **97**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

Dr. Herzog, Felix **33**
2FDEA-ART Federal Department of Economic Affairs, Research Station ART
Zürich

Dr. Heuwinkel, Hauke..... 50
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Freising

Dr. Heyn, Johannes.....56, 65, 72
Malsfeld

Dr. Hinrichs, Alexander..... 11
QS Qualität und Sicherheit GmbH
Bonn

Hippenstiel, Friederike..... 117
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften - Abteilung Tierernährung
Bonn

Hobegger, Manuela..... 142
AGES- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Kompetenzzentrum Elemente
Wien

Dr. Hochberg, Hans 54, 60, 89
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Hofer, Gerhard-Franz..... 160
AGES- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Linz

Holenstein, Hildegard..... 27
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Zürich

Dr. Horn, Dietmar..... 43
EUF-Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit
Ochsenfurt

Prof. Dr. Hülsbergen, Kurt-Jürgen..... ..... 13, 33, 34, 35, 138
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Freising

Hummler, Theresa..... 118
LAZBW
Aulendorf

Dr. Hüther, Liane..... 24
FLI, Institut für Tierernährung
Braunschweig

Dr. Isermann, Klaus 74
Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur (BNELK)
Hanhofen

Isermann, Renate..... 96
Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur (BNELK)
Hanhofen

Dr. Isermann, Klaus 96
Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur (BNELK)
Hanhofen

Dr. Jackisch, Winfried 178
Dresden

Dr. Janczyk, Pawel 99
Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, AUF, Universität Rostock
Rostock

Dr. Jilg, Thomas 118, 133
LAZBW
Aulendorf

Dr. Jonitz, Andrea 171, 176
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Dr. Kahle, Petra..... 73
Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Kainz, Max..... 33
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Freising

Kaiser, Ralf **126**
Universität Hohenheim (450) Institut für Tierernährung
Stuttgart

Kamrath, Gesa **39**
JKI - Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde
Braunschweig

Kellermann, Adolf **82**
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Freising

Kern, Andreas **84**
Fakultät für Land- und Ernährungswirtschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Freising

Kieckhäven, Sebastian **99**
Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, AUF, Universität Rostock
Rostock

Dr. Kiese, Ralf **157**
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Garmisch-Partenkirchen

Kießling, Günter **52, 60, 162**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Kirsten, Fabian **47**
Universität Leipzig, Institut für Geographie
Leipzig

Dr. Klages, Susanne **162**
VDLUFA e. V.
Speyer

Dr. Klose, Ralf **21**
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Geschäftsbereich 6 - Labore Landwirtschaft
Leipzig

Dr. Knapp, Holger **115**
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Erlangen

Knorre, Stephan **173**
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, IAEW
Halle

Köbel, Thomas **153**
NIR-Online GmbH
Walldorf

Koch, Wernfried **44**
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt Abt. 2
Bernburg

Dr. Koch, Christian **125, 129**
Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle
Münchweiler

Koch, Dierk **56, 65**
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Kassel

Köhler, Brigitte **67, 119**
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing

Dr. Kolbe, Hartmut **25**
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Nossen

Koller, Katja **156, 166**
MLE GmbH Dresden
Radebeul

Köller, Claus **144**
t&p
Bochum

Dr. König, Volkmar **145**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Krellig, Bernd **178**
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat Saatgut und Sortenwesen
Nossen

Prof. Kruse, Michael 172, 176, 177
Universität Hohenheim (350) Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik
Stuttgart

Dr. Kücke, Martin 39
JKI - Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde
Braunschweig

Kuhn, Gisbert 48
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Freising

Dr. Kuka, Katrin..... 25
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UfZ
Halle (Saale)

Dr. Künnemeyer, Jens..... 149
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) Futtermittelinstitut Stade
Stade

Dr. Kurz, Hannes..... 64
Universität Hohenheim (710) Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie
Stuttgart

Kuzner, Heike..... 151
Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg
Karlsruhe

Dr. Landfried, Karl..... 129
Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung Hofgut Neumühle
Münchweiler

Dr. Leberl, Patricia 120, 124
Landesanstalt für landwirtschaftliche Chemie, Universität Hohenheim
Stuttgart

Dr. Lehmann, Eckhard 73
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
Gülzow

Lehnen, Sabrina 125
Institut für Tierernährung (450), Universität Hohenheim
Stuttgart

Prof. Leist, Norbert..... 170, 171
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Dr. Leiterer, Matthias 160
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

Prof.Dr. Leithold, Günter 25, 28, 69
Justus-Liebig-Universität Giessen
Giessen

Lex, Matthias..... 42, 59
BASF SE Agrarzentrum Limburgerhof APR/B
Limburgerhof

Prof. Dr. habil. Liebert, Frank..... 141
Georg-August-Universität, Department für Nutztierwissenschaften, Lehrstuhl für Tierernährung
Göttingen

Dr. Machulla, Galina..... 47
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Fachbereich Produktionsmittel
Leipzig

Dr. Manderscheid, Remy..... 154
VTI, Institut für Biodiversität
Braunschweig

Marbot, Bettina 27
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Zürich

Mastel, Klaus..... 68
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Rheinstetten-Forchheim

Mayr, Christoph..... 121
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
FB Land- u. Ernährungswirtschaft
Freising

Mehnert, Rüdiger **101**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

PD Dr. Meiser, Heribert **113, 114**
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Oberschleißheim

Prof. Meißner, Ralph **87, 138**
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ
Falkenberg

Dr. Metwally, Abdallah **121**
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Tierwissenschaften, Lehrstuhl für Tierernährung
Freising

Meyer, Lutz **121**
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Inst. f. Agrar- u. Ernährungswissenschaften Professur Pflanzenernährung
Halle Wittenberg

Dr. Michels, Klaus **109**
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Mildner, Uwe **178**
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat Saatgut und Sortenwesen
Nossen

Dr. Ing.-agr. Mokry, Markus **109**
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Müller, Mario **109**
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Müller, Kerstin **102**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Prof. Dr. Müller, Torsten **64**
Universität Hohenheim (340i) Institut für Kulturpflanzenwissenschaften
Stuttgart

Mumdey, Andreas **81**
Ernst-Abbe-Fachhochschule
Jena

Dr. Naumann, Bernd **159**
Thermo Fisher GmbH
Jena

Dr. Niepold, Frank **168**
Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)
Braunschweig

Dr. Nitzsche, Olaf **47**
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Fachbereich Produktionsmittel
Leipzig

Nusche, Hagen **164**
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Geschäftsbereich 6 - Labore Landwirtschaft
Leipzig

Dr. Oberholzer, Hans-Rudolf **25, 27**
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Zürich

Prof. Dr. Olfs, Hans-Werner **20, 57**
Hochschule Osnabrück
Osnabrück

Österreicher, Margot **58**
AGES- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Kompetenzzentrum Elemente
Wien

Dr. Ostertag, Johannes **119**
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing

Dr. Özmen, Burcu **167**
Analytik Jena AG
Jena

Papaja-Hülsbergen, Susanne 36
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, TU München
Freising

Dr. Paradies-Severin, Inge 162
LUFA Nord-West
Hameln

Dr. Parys, Claudia..... 116
Evonik Industries AG
Hanau

Dr. Pasda, Gregor..... 42, 59
BASF SE Agrarzentrum Limburgerhof APR/B
Limburgerhof

Dr. Paulsen, Hans Marten 139
Thünen-Institut für Ökologischen Landbau
Trenthorst

Petzold, Stefan 78
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Pfeiffer, Juli..... 140
Fachhochschule Südwestfalen Fachbereich Agrarwirtschaft
Soest

Dr. Philipp, Werner..... 71
Universität Hohenheim (340) Institut für Pflanzenernährung
Hohenheim

Pickl, Maximilian 128
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht
Poing

Picone, Sabrina..... 46
Landwirtschaftliches Untersuchungs- u. Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Pietschmann, Sebastian..... 78
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Prof. Dr. Piorr, Hans-Peter 95
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)
Eberswalde

Pöschmann, Sandra 102
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Potthast, Christine 125
Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt
Ochsenfurt

Pralle, Herbert..... 20
Hochschule Osnabrück
Osnabrück

Dr. Priepke, Antje 99
Institut für Tierproduktion, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
Dummerstorf

Dr. Pries, Martin 122, 117, 132
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen Referat 33
Münster

Priglmeier, Stefan 84
Saaten-Union, Versuchsstation Moosburg
Moosburg

Prischenk, Rainer 128
Landwirtschaftliche Lehranstalten Bayreuth
Bayreuth

Prof. Dr. Rahmann, Gerold 139
Thünen-Institut für Ökologischen Landbau
Trenthorst

Raschbacher, Sven..... 48
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Freising

Reichelt, Dirk 110
Agrargenossenschaft e.G. Kamsdorf
Kamsdorf

Dr. Reinhold, Jürgen **25**
Förderverband Humus e. V.
Zossen

Dr. Reinhold, Gerd **81**
Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft (TLL)
Jena

Reinicke, Frank **26**
Institut für Nachhaltige Land-
bewirtschaftung e.V.
Halle

Dr. Riepert, Frank **22**
Julius Kühn-Institut Bundesforschungsin-
stitut für Kulturpflanzen (JKI) Ökologische
Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
Berlin

Dr. Ritschel, Jürgen **80, 94**
Landesamt für Umwelt, Gesundheit
und Verbraucherschutz Brandenburg
Referat T6 - Altlasten, Bodenschutz
Potsdam

Prof. Dr. Rodehutscord, Markus **111, 126, 136**
Universität Hohenheim Institut für Tierernäh-
rung
Stuttgart

Dr. Romberg, Franz-Josef **125, 129**
Dienstleistungszentrum länd-
licher Raum Westpfalz
Münchweiler

Römer, Wilhelm **63**
Pflanzenernährung
Göttingen

Rufener, Beat **27**
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Zürich

Dr. Ruhland, Monika **113, 114**
Bayerisches Landesamt für Gesund-
heit und Lebensmittelsicherheit
Oberschleißheim

Rummel, Pauline **90**
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenste-
phan Department für Pflanzenwissenschaf-
ten, Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Freising

Dr. Rupp, Holger **87, 107**
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ
Falkenberg

Dr. Rutzmoser, Karl ..... **109 , 127 , 130**
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing

Prof. Dr. Saffan, M. M. **77**
Kafr-El-Sheikh University
Ägypten

Dr. Sager, Manfred **58, 142**
AGES- Österreichische Agentur für Ge-
sundheit und Ernährungssicherheit
GmbH Kompetenzzentrum Elemente
Wien

Dr. Schaaf, Harald **71, 76**
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor
Abteilung Landwirtschaft und Umwelt
Kassel

Schäfer, Jörg **76**
RP
Kassel

Schäfer, Henning **56**
Institut für Pflanzenernährung
Gießen

Dr. Schätzl, Robert **107, 123**
Bayerische Landesanstalft für Landwirt-
schaft, Institut für Agrarökonomie
München

Schaub, Dagmar **139**
Johann Heinrich von Thünen-Insti-
tut für Ökologischen Landbau
Trenthorst

Schemmer, Ralph **137**
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Uni-
versität Institut für Tierwissenschaf-
ten - Abteilung Tierernährung
Bonn

Prof. Dr. Schenkel, Hans 120, 64
Universität Hohenheim (710) Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie
Stuttgart

Schickler, Jutta..... 79
LTZ Augustenberg Außenstelle
Rheinstetten-Forchheim

Schiefler, Inga 117
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Landtechnik
Bonn

Dr. Schleier, Caroline 80, 94, 95
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)
Eberswalde

Dr. Schlicht, Claus 113, 115
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Oberschleißheim

Schmid, Harald 82, 138
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Technische Universität München
Freising

Prof. Dr. Schmidhalter, Urs 90, 61
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften, Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Freising

Schmidt, Florian 158
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Schneider, Marco 72
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Bad Hersfeld

Schollenberger, Margit..... 111, 136
Universität Hohenheim (450) Institut für Tierernährung
Stuttgart

Schöne, Antje 156, 166
MLE GmbH Dresden
Radebeul

Prof. Schöne, Friedrich 102, 104, 160
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Schraml, Martine 91
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Insitut für Landtechnik und Tierhaltung
Freising

Dr. Schrödter, Matthias 87,123
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
Bernburg

Schröter, Hubert..... 52, 29
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Schuhmann, Rainer 64
Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Materialfeuchte
Karlsruhe

Prof. Dr. Schultz-Sternberg, Rüdiger..... 80, 94
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)
Eberswalde

Dr. Schulz, Rudolf 64
Universität Hohenheim (340i) Institut für Kulturpflanzenwissenschaften
Stuttgart

Dr. Schuster, Hubert 130
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing

Dr. Schweitzer, Kathlin..... 55
Humboldt-Universität zu Berlin
Berlin

Dr. Severin, Karl 162
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Hannover

Dr. Siebrecht, Norman.....33, 34, 35
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Freising

Sommer, Gabriele 98
Humboldt Universität zu Berlin
Berlin

Dr. Sommer, Hendrik..... 83, 93
ESCON Business KG
Frankenberg

DI Dr. Spiegel, Heide..... 15
AGES- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Wien

Dr. Spiekers, Hubert 67, 119, 128, 132
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing

Spörl, Kathrin 160
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL
Jena

Dr. Stachel, Carolin 79
Bundesamt f. Verbraucherschutz u. Lebensmittelsicherheit (BVL)
Berlin

Stadler, Barbara..... 163, 165
Gesellschaft für Analysentechnik HLS
Salzwedel

Dr. Stahl, Thorsten..... 76
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor Abteilung Landwirtschaft und Umwelt
Wiesbaden

Dr. Stalljohann, Gerhard..... 140
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Münster

Prof. Dr. Steffens, Diedrich 56
Institut für Pflanzenernährung
Gießen

Steinberger, Siegfried 128
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing

Dr. Steingaß, Herbert 111, 125, 126, 129, 136
Universität Hohenheim (450) Institut für Tierernährung
Stuttgart

Steuer, Georg..... 106, 135
DLG e. V. VFT-Koordinierungsstelle
Groß-Umstadt

Stockinger, Barbara 107, 123
Bayerische Landesanstalft für Landwirtschaft, Institut für Agrarökonomie
München

Dr. Strumpf, Thomas 22
Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
Berlin

Prof. Dr. Südekum, Karl-Heinz.....
.....125, 13, 131, 129,117
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften - Abteilung Tierernährung
Bonn

Prof. Dr. Sundrum, Albert..... 19
Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
Witzenhausen

Prof. Dr. Susenbeth, Andreas 133
Institut für tierernährung und Stoffwechselphysiologie
Kiel

Dr. Tauchnitz, Nadine 40, 87
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
Bernburg

Thurner, Stefan..... 67
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierhaltung und Landtechnik
Freising

Trauboth, Katrin **110**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

Trautwein, Julia **129, 131**
Fachhochschule Bingen
Bingen

Dr. Trenkle, Armin **151**
Landwirtschaftliches Technologie Zentrum (LTZ) Augustenberg
Karlsruhe

Trölenberg, Denise **176**
Universität Hohenheim (350) Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik
Stuttgart

Dr. Übelhör, Walter .....**161 , 162**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Dr. Uhlig, Steffen **160**
quo data Gesellschaft für Qualitätsmanagement und Statistik mbH
Dresden

Vogler, Markus **160**
quo data Gesellschaft für Qualitätsmanagement und Statistik mbH
Dresden

Voit, Benno..... **174**
Bayerisches Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Saatgutuntersuchung / Saatgutforschung
Freising

Dr. von Tucher, Sabine..... **61, 90**
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften, Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Freising

Dr. Vorderbrügge, Thomas..... **72**
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Wiesbaden

Dr. Wagner, Wolfgang **168,179**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Dr. Walter, Ernst **41**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Weber, Monica..... **172**
Universität Hohenheim (350) Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik
Stuttgart

Dr. Weber, Manfred **104**
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Iden

PD Dr. Weber-Blaschke, Gabriele..... **38**
Lehrstuhl für Holzwissenschaft, Technische Universität München
Freising

Dr. habil Wecke, Christian **141**
Georg-August-Universität, Department für Nutztierwissenschaften, Lehrstuhl für Tierernährung
Göttingen

Dr. Wehr, Ulrich **113, 115**
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Oberschleißheim

Weindl, Peter **121**
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
FB Land- u. Ernährungswirtschaft
Freising

Weiser, Christian **26**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Jena

Dr. Weiß, Kirsten **98**
Humboldt Universität zu Berlin
Berlin

Weisskopf, Peter 27
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Zürich

Weltin, Jessica 133
Institut für Tierernährung und
Stoffwechselphysiologie
Kiel

Dr Wenzl, Wilfried.....30, 155, 158
HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Irdning

Westreicher, Edwin 126
Universität Hohenheim (450) Institut für Tierernährung
Stuttgart

Ao. Univ.-Prof. Dr. Wetscherek, Wolfgang ... 108
Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie
Wien

Dr. Wetscherek-Seipelt, Gabriela 108
Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie
Wien

Wiese, Frank..... 87
Agrargenossenschaft "Altmärkische Höhe" e.G.
Lückstedt

Prof. Dr. Wiesler, Franz 46
Landwirtschaftliches Untersuchungs- u. Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Dr. Willms, Matthias 69
Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
Müncheberg

Wolfrum, Sebastian 33, 34
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Freising

Wroblewitz, Stefanie..... 101
FLI, Institut für Tierernährung
Braunschweig

Dr. Wuppermann, Frederik 147
LCTech GmbH
Dorfen

Dr. Wustmann, Gisela 178
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Saatgutprüfstelle
Dresden

Zeindl, Robert..... 61
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Pflanzenwissenschaften, Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Freising

Dr. Zeller, Frederike 121
TUM, Wissenschaftszentrum Weihenstephan Department für Tierwissenschaften , Lehrstuhl für Tierernährung
Freising

Zellner, Fran-Xaver 84
Saaten-Union, Versuchsstation Moosburg
Moosburg

Dr. Zerulla, Wolfram 42, 59
BASF SE Agrarzentrum Limburgerhof APR/B
Limburgerhof

Prof. Dr. Zeyner, Annette 99
Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, AUF, Universität Rostock; Professur für Tierernährung, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Rostock; Halle

Zgraja, Gabriele 168, 179
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Prof. Dr. Zollitsch, Werner J. 9
Universität für Bodenkultur (BOKU)
Wien

Zopf, Dorit 54, 60
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Wandersleben

Dr. Zorn, Wilfried.....29, 52, 60, 81
Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft (TLL)
Jena

Inhalt

V 001 Plenartagung 5
Globale Nachhaltigkeitsziele in der Landwirtschaft
Graf von Bassewitz, H. (Berlin)

V 002 Plenartagung 6
SET – ein neuer Ansatz zur Nachhaltigkeitsbewertung
Günther, C. (Ludwigshafen)

V 003 Plenartagung 7
Genügen klassische analytische Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung?
Baumgarten, A. (Wien)

V 004 Plenartagung 8
Nährstoffbilanzen als Indikatoren für Nachhaltigkeit
Engels, C. (Berlin)

V 005 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – gemeinsamer Teil 9
Life Cycle Assessment – Aussagekraft und Grenzen im Kontext tierischer Produktionssysteme
Zollitsch, W. (Wien)

V 006 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – gemeinsamer Teil 10
Ressourcenverbrauch und Ressourceneffizienz
Brentrup, F. (Dülmen)

V 007 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – gemeinsamer Teil 11
Nachhaltigkeit -Ein Thema für die gesamte Wertschöpfungskette Fleisch
Hinrichs, A. (Bonn)

V 008 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Pflanzliche Erzeugung 12
Was zeichnet nachhaltig umweltgerechte Landwirtschaftsbetriebe aus? Analyseergebnisse des Umweltsicherungssystems Landwirtschaft (USL)
Gödeke, K. (Jena)

V 009 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Pflanzliche Erzeugung 13
Sind Öko-Betriebe nachhaltiger als konventionelle? Welche Indikatoren sind dabei heranzuziehen?“
Hülsbergen, K. (Freising)

V 010 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Pflanzliche Erzeugung 15
Humus - ein geeigneter Indikator für eine nachhaltige Bodennutzung?
Spiegel, H. (Wien)

V 011 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Tierische Erzeugung 16
Tierwohl - ein Teil der Nachhaltigkeit in der Nutztierhaltung?
Hartung, J. (Hannover)

V 012 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Tierische Erzeugung 18
Herausforderungen an eine nachhaltige Futterpflanzenzüchtung sowie an Futterbau und Fütterung aus Sicht der Tierernährung
Flachowsky, G. (Braunschweig)

V 013 Workshop „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft: Bestimmung und Eignung“ – Schwerpunkt Tierische Erzeugung 19
Strategien zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz in der ökologischen Nutztierhaltung
Sundrum, A. (Witzenhausen)

V 014 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“ 20
Statuserhebung zur Versorgung von Böden und Pflanzen mit den Mikronährstoffen Kupfer, Zink und Mangan im nord-westdeutschen Raum
Pralle, H. (Osnabrück), Olfs, H. (Osnabrück)

V 015 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“ 21
Arsen und Cadmium in Winterweizen
Klose, R. (Leipzig)

V 016 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“ 22
Erhebung von Gesamtkupfer, anderen anthropogen eingetragenen Schwermetallen und Nährelementen in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Böden deutscher Wein-, Hopfen- und Baumobstbaugebiete - ein Statusbericht
Strumpf, T. (Berlin), Riepert, F. (Berlin), Felgentreu, D. (Berlin)

V 017 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“ 23
Auswirkungen von Kupfereinträgen im Weinbau auf die Regenwurmzönose – Ergebnisse von Labor- und Feldbeprobungen
Felgentreu, D. (Berlin), Riepert, F. (Berlin), Baier, B. (Berlin), Strumpf, T. (Berlin)

V 018 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Mikronährstoffe/Schwermetalle“ 24
(Kurzzeit-)Wirkung von Faktoren auf den pH-Wert des Bodens
Herbst, F. (Halle)

V 019 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Humus“ 25
Humusbilanzen - Konzepte, Anwendung und Perspektiven
Brock, C. (Giessen), Franko, U. (Halle), Oberholzer, H. (Zürich), Kuka, K. (Halle), Leithold, G. (Giessen), Kolbe, H. (Nossen), Reinhold, J. (Zossen)

V 020 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Humus“ 26
Deutschlandweite Berechnung von Humusbilanzen und der Einfluss von veränderten Produktionsbedingungen sowie einem erweiterten Energiepflanzenanbau
Weiser, C. (Jena), Reinicke, F. (Halle)

V 021 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Humus“ 27
Validierung von Humusbilanzen in Schweizer landwirtschaftlichen Dauerfeldversuchen
Oberholzer, H. (Zürich), Holenstein, H. (Zürich), Marbot, B. (Zürich), Rufener, B. (Zürich), Weisskopf, P. (Zürich)

V 022 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Humus“ 28
Modellbasierte Überprüfung von Humusbedarfskoeffizienten für Fruchtarten im ökologischen Landbau
Brock, C. (Giessen), Leithold, G. (Giessen)

V 023 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Humus“ 29
Kompostdüngung - ein Beitrag zur nachhaltigen Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf Ackerland
Schröter, H. (Jena), Zorn, W. (Jena)

V 024 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Humus“ 30
Nachlieferungspotenzial und Zwiebelschalenmodell der organischen Bodensubstanz: Was sagen uns Mehrfachextrakte und deren C/N-Verhältnisse?
Wenzl, W. (Irdning)

V 025 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Indikatoren“ 31
Das Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL) - eine objektive Bewertung von Nachhaltigkeitsleistungen landwirtschaftlicher Betriebe
Gödeke, K. (Jena)

V 026 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Indikatoren“ 32
Wie umweltverträglich ist die Deutsche Landwirtschaft?
Breitschuh, T. (Jena)

V 027 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Indikatoren“ 33
Ergebnisse des EU-Projektes „“BioBio - Indikatoren für Biodiversität in biologischen und extensiven Landwirtschaftssystemen““ aus der Fallstudie zu Gemischtbetrieben in Südbayern
Wolfrum, S. (Freising), Siebrecht, N. (Freising), Kainz, M. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising), Herzog, F. (Zürich)

V 028 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Indikatoren“ 34
Biodiversität im Nachhaltigkeitsmanagement von Landwirtschaftsbetrieben - Anforderungen und Realisierung eines Indikators
Siebrecht, N. (Freising), Wolfrum, S. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

V 029 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Indikatoren“ 35
Bodenerosion im Nachhaltigkeitsmanagement von Landwirtschaftsbetrieben - Anforderungen und Realisierung eines Indikators
Siebrecht, N. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

V 030 P 57 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Indikatoren“ 36
Einfluss und Indikatoreignung von Bewirtschaftung und Habitat-ausstattung hinsichtlich Regenwurmartenzahlen im Marchfeld, Ostösterreich
Heiner, B. (Wien), Arndorfer, M. (Wien), Frank, T. (Wien), Papaja-Hülsbergen, S. (Freising), Friedel, J. (Wien)

V 031 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“ 38
Integration von Bodenqualität und Nährstoffkreisläufen in Ökobilanzen von Energiepflanzen
Bystricky, M. (Freising), Weber-Blaschke, G. (Freising)

V 032 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“ 39
Einfluss von N-Menge und Düngeverfahren (oberflächlich versus Flüssigdüngerinjektion) auf die N-Konzentrationen im Sickerwasser – Ergebnisse 4jähriger Freilandmessungen
Kamrath, G. (Braunschweig), Kücke, M. (Braunschweig)

V 033 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“ 40
Einfluss von Leguminosen in Maisfruchtfolgen auf die Sickerwasser-menge und den Nitrataustrag anhand von Lysimeteruntersuchungen
Tauchnitz, N. (Bernburg), Bischoff, J. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg), Rupp, H. (Falkenberg), Meißner, R. (Falkenberg)

V 034 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“ 41
Abschätzung des N-Auswaschungspotenzials auf Basis der Mineral-N-Bilanz
Finck, M. (Karlsruhe), Walter, E. (Karlsruhe)

V 035 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“ 42
Einfluss der Stickstoffmenge auf Ertrag und Qualität von Winterraps und das Treibhausgas-Minderungspotenzial bei der Biodieselproduktion aus Rapsöl
Pasda, G. (Limburgerhof), Zerulla, W. (Limburgerhof), Lex, M. (Limburgerhof)

V 036 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Landwirtschaft und Umwelt“ 43
Entwicklung der Phosphor- und Kaliumgehalte in Böden
Fürstenfeld, F. (Ochsenfurt), Horn, D. (Ochsenfurt)

V 037 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Organische Düngung/Bodenbewirtschaftung“ 44
Grundbodenbearbeitung, Fruchtfolgegestaltung und Düngung im ökologisch viehlosen Ackerbau der Magdeburger Börde
Koch, W. (Bernburg), Gaberle, K. (Bernburg)

V 038 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Organische Düngung/Bodenbewirtschaftung“ 45
Einsatz flüssiger Wirtschaftsdünger im Maisanbau - Düngungsverfahren im Vergleich
Mokry, M. (Karlsruhe), Müller, M. (Karlsruhe), Michels, K. (Karlsruhe)

V 039 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Organische Düngung/Bodenbewirtschaftung“ 46
Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungsintensität und organischer Düngung auf Erträge und Bodenparameter - dargestellt am Beispiel des IOSDV-Versuchs der LUFA Speyer
Armbruster, M. (Speyer), Picone, S. (Speyer), Bischoff, R. (Speyer), Wiesler, F. (Speyer)

V 040 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Organische Düngung/Bodenbewirtschaftung“ 47
Auswirkungen langjähriger differenzierter Bodenbewirtschaftung auf bodenmikrobielle Eigenschaften von zwei sächsischen Standorten
Kirsten, F. (Leipzig), Machulla, G. (Leipzig), Nitzsche, O. (Leipzig)

V 041 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Organische Düngung/Bodenbewirtschaftung“ 48
Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen
Diepolder, M. (Freising), Raschbacher, S. (Freising), Heinz, S. (Freising), Kuhn, G. (Freising)

V 042 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Organische Düngung/Bodenbewirtschaftung“ 50
Was bestimmt das Restgaspotenzial von Gärresten? - Ergebnisse aus dem Monitoring der Bayerischen Pilotbiogasanlagen
Ebertseder, F. (Freising), Heuwinkel, H. (Freising), Effenberger, M. (Freising)

V 043 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung I“ 52
Untersuchungen zur P- und K-Dynamik in Ackerböden- Ergebnisse aus Thüringer Feldversuchen
Zorn, W. (Jena), Schröter, H. (Jena), Kießling, G. (Jena)

V 044 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung I“ 54
Zur Wiedererlangung der Nachhaltigkeit nach Grünlandextensivierung
Hochberg, H. (Jena), Zopf, D. (Jena)

V 045 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung I“ 55
Hohe Phosphor-Nachlieferung trotz dauerhafter P-Unterversorgung – Folgen für den P-Zustand und Ertrag eines trockenen Sandbodens
Schweitzer, K. (Berlin), Baumecker, M. (Berlin)

V 046 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung I“ 56
Phosphatfraktionen in langjährigen Phosphor-Düngungsversuchen
Steffens, D. (Gießen), Schäfer, H. (Gießen), Heyn, J. (Kassel), Koch, D. (Kassel)

V 047 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung I“ 57
Einsatz des Mangan-Schnelltesters NN-Easy 55 zur Bestimmung von latentem Mangan-Mangel in Getreide: erste Praxiserfahrungen
Borchert, A. (Osnabrück), Olfs, H. (Osnabrück)

V 048 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung I“ 58
Element- und Spurenelementzusammensetzung von Früchten, Blättern und Blütenblättern bei Äpfeln
Sager, M. (Wien), Österrreicher, M. (Wien)

V 049 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“ 59
Wie müssen wir in Deutschland im Jahr 2050 Winterweizen mit Stickstoff düngen?
Zerulla, W. (Limburgerhof), Pasda, G. (Limburgerhof), Lex, M. (Limburgerhof)

V 050 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“ 60
Auswertung aktueller Versuche zur P- und K-Düngung auf dem Grünland nach der Bilanzmethode
Zorn, W. (Jena), Hochberg, H. (Jena), Zopf, D. (Wandersleben), Kießling, G. (Jena)

V 051 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“ 61
Aufbereitete Klärschlammasche als P-Dünger zu Raps und Mais
von Tucher, S. (Freising), Fleschhut, M. (Freising), Zeindl, R. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

V 052 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“ 63
Phosphordüngewirkung neuer Produkte des Phosphor-recyclings - eine vergleichende Betrachtung
Römer, W. (Göttingen)

V 053 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“ 64
Nährstoffrückgewinnung aus Schweinegülle mittels Kristallisation an reaktivem Substrat
Breuer, J. (Karlsruhe), Kurz, H. (Stuttgart), Schulz, R. (Stuttgart), Drescher, G. (Stuttgart), Ehbrecht, A. (Karlsruhe), Schuhmann, R. (Karlsruhe), Müller, T. (Stuttgart), Schenkel, H. (Stuttgart)

V 054 Öffentliche Sitzung „Pflanzliche Produktion: Pflanzenernährung und Düngung II“ 65
Vergleich verschiedener Stickstoffdünger in Gefäßversuchen zu Sommergerste
Heyn, J. (Malsfeld), Koch, D. (Kassel)

P 01 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 67
Ertragsermittlung vom Grünland mittels manueller Schnittprobe
Koehler, B. (Poing), Thurner, S. (Freising), Diepolder, M. (Freising), Spiekers, H. (Poing)

P 02 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 68
Ermöglicht der Klimawandel zwei Ernten im Jahr vom selben Acker?
Flaig, H. (Karlsruhe), Mastel, K. (Außenstelle Rheinstetten-Forchheim)

P 03 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 69
Bewertung von Energiepflanzen in der Humusbilanz.
Brock, C. (Giessen), Bernert, S. (Giessen), Willms, M. (Müncheberg), Leithold, G. (Giessen)

P 04 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 70
Die Entwicklung des Düngemitteleinsatzes und der Nährstoffversorgung der Böden sowie die hieraus resultierenden ökologischen Effekte
Brod, H. (Speyer)

P 05 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 71
Die Situation der chinesischen Landwirtschaft in Pflanzenproduktion und Viehhaltung im Umkreis von Ballungszentren – ein Reisebericht
Schaaf, H. (Kassel), Philipp, W. (Hohenheim)

P 06 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 72
Nachhaltig optimale Bodenstruktur und praxisnahe Beurteilungskriterien
Heyn, J. (Kassel), Harrach, T. (Gießen), Schneider, M. (Bad Hersfeld), Vorderbrügge, T. (Wiesbaden)

P 07 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 73
Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Ertrag und physikalische Bodeneigenschaften
Kahle, P. (Rostock), Lehmann, E. (Gülzow)

P 08 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 74
Nachhaltige Landnutzung hinsichtlich C, N, P, (S) in Deutschland bis 2020 unter Berücksichtigung nationaler Emissionsinventare und Nachhaltigkeitsindikatoren als Bestandteile der Nachhaltigkeitsstrategie von Deutschland (2002)
Isermann, K. (Hanhofen), Isermann, R. (Hanhofen)

P 09 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 76
PFT-Gehalte in hessischen Klärschlämmen und Bioabfällen –Ergebnisse von Untersuchungen im Rahmen des Vollzugs der Düngemittelverkehrskontrolle
Schaaf, H. (Kassel), Stahl, T. (Wiesbaden), Falk, S. (Wiesbaden), Schäfer, J. (Kassel), Georgii, S. (Wiesbaden)

P 11 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 77
Water requirements of maize crop as affected by soil moisture depletion and water table level
Saffan, M. (Kafr-El-Sheikh)

P 12 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 78
Auswirkung der Trocknungsintensität bei der Probenvorbereitung von Silagen auf den Gehalt der Gärsäuren und das Gärsäurespektrum sowie deren Einfluss auf den Biogas- und Methanertrag
Pietschmann, S. (Jena), Petzold, S. (Jena), Hengelhaupt, F. (Jena), Gödeke, K. (Jena)

P 13 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 79
Bodenwasserhaushalt bei konservierender Bodenbearbeitung als Baustein der Nachhaltigkeit
Flaig, H. (Karlsruhe), Schickler, J. (Rheinstetten-Forchheim)

P 14 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 80
Bodenwasserhaushalts-Indikator für das Land Brandenburg zur Beobachtung klimainduzierter Bodengefährdungen
Schleier, C. (Eberswalde), Bartsch, R. (Eberswalde), Schultz-Sternberg, R. (Eberswalde), Ritschel, J. (Potsdam)

P 15 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 81
Charakterisierung der Eigenschaften von Gärresten aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen
Mumdey, A. (Jena), Zorn, W. (Jena), Reinhold, G. (Jena)

P 16 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 82
Einfluss der Unterfußdüngung auf die Biomasseentwicklung, die N-Aufnahme, die Wurzelverteilung und die Qualität von Kartoffeln
Fichtner, B. (Freising), Kellermann, A. (Freising), Schmid, H. (Freising), Ebertseder, T. (Freising)

P 17 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 83
Entwicklung der Betriebsbilanz auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof 1993-2006
Sommer, H. (Frankenberg)

P 18 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 84
Ertragsreaktion von verschiedenen Zweitfrüchten zur Biogasproduktion in Abhängigkeit vom Saattermin nach Erstfrucht Grünroggen und Roggen-Ganzpflanzensilage
Kern, A. (Freising), Priglmeier, S. (Moosburg), Zellner, F. (Moosburg), Ebertseder, T. (Freising)

P 19 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 86
Mineralische und organische Düngung in Dauerversuchen - Wirkung auf Erträge, Boden und N-Bilanz
Grunert, M. (Nossen), Albert, E. (Nossen)

P 20 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 87
Minimierung von Nitrat-Austrägen und Ammoniak-Emissionen mithilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens in Maisfruchtfolgen
Tauchnitz, N. (Bernburg), Bischoff, J. (Bernburg), Schrödter, M. (Bernburg), Wiese, F. (Lückstedt), Rupp, H. (Falkenberg), Meißner, R. (Falkenberg)

P 21 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 88
N-MASSENBILANZ zur Quantifizierung von N-Umsetzungsprozessen
Finck, M. (Karlsruhe)

P 22 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 89
Optimierung der nachhaltigen Biomassebereitstellung von repräsentativen Dauergrünlandtypen für die Biogasproduktion GNUT-Biogas
Schmidt, F. (Jena), Gödeke, K. (Jena), Hochberg, H. (Jena)

P 23 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 90
P-Wirkung separierter Biogasgärreste zu Mais im Gefäßversuch
Ebertseder, F. (Freising), Rummel, P. (Freising), von Tucher, S. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

P 24 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 91
Potenzial einer Treibhausgasbilanzierung am Beispiel Hopfen
Han, Y. (Freising), Schraml, M. (Freising), Fuß, S. (Freising), Effenberger, M. (Freising)

P 25 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 92
Untersuchungen zur antioxidativen Kapazität in Speisekartoffeln
Haase, N. (Detmold)

P 26 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 93
Zur Einschätzung der Humusversorgung auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof
Sommer, H. (Frankenberg)

P 27 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 94
Erosionsindikator für das Land Brandenburg zur Beobachtung klimainduzierter Bodengefährdungen
Bartsch, R. (Eberswalde), Schleier, C. (Eberswalde), Schultz-Sternberg, R. (Eberswalde), Ritschel, J. (Potsdam)

P 28 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 95
Indikatoren für „green economy“ im europäischen Landwirtschaftssektor
Schleier, C. (Eberswalde), Brozio, S. (Eberswalde), Piorr, H. (Eberswalde)

P 29 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 96
Nachhaltige P-Haushalte in Deutschland auf der Grundlage der aktuellen P-Versorgung landwirtschaftlich genutzter Böden und der Gleichstellung von Wirtschaftsdünger mit Mineraldünger-P bei der Düngebedarfsermittlung
Isermann, K. (Hanhofen)

P 30 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 97
Einfluss von Restfeuchte und Silierzusätzen auf Futterwert und Gärparameter feuchtkonservierter Ackerbohnen
Baumgärtel, T. (Jena), Herzog, E. (Jena)

P 31 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 98
Bestimmung von Estern und anderen flüchtigen organischen Substanzen (VOC) in Silageextrakten mithilfe der Gaschromatographie
Weiß, K. (Berlin), Sommer, G. (Berlin)

P 32 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 99
Molekularbiologischer Nachweis von Hefen in Mais- und Grassilagen aus Milchviehbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern
Kieckhäven, S. (Rostock), Büsing, K. (Rostock), Priepke, A. (Dummerstorf), Janczyk, P. (Rostock), Zeyner, A. (Rostock; Halle)

P 33 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 101
Laboranalytische Untersuchungen zum Einfluss des Klimawandels auf die chemische Zusammensetzung und den Futterwert von Weizen und Gerste
Wroblewitz, S. (Braunschweig), Hüther, L. (Braunschweig), Manderscheid, R. (Braunschweig), Dänicke, S. (Braunschweig)

P 34 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 102
Proteinqualität von Rapssaat und daraus hergestelltem Rapsextraktionsschrot im Vergleich
Schöne, F. (Jena), Pöschmann, S. (Jena), Bargholz, J. (Jena), Bähr, R. (Jena), Müller, K. (Jena), Eggers, J. (Berlin)

P 35 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 104
Rapsmonitoring für eine bessere Positionierung von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Fütterung besonders der Schweine
Weber, M. (Iden), Graf, T. (Jena), Schöne, F. (Jena)

P 36 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 106
Kalium-Gehalte im Mischfutter - Monitoring des VFT
Grünewald, K.-H. (Bonn), Danier, J. (Freising), Steuer, G. (Groß-Umstadt)

P 37 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 107
Potenziale des Einsatzes von verarbeiteten tierischen Proteinen als Futtermittel
Stockinger, B. (München), Schätzl, R. (München)

P 38 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 108
Einfluss des Einsatzes von Migulatoren auf Basis von Natur-Klinoptilolith in der Ferkelaufzucht
Wetscherek, W. (Wien), Wetscherek-Seipelt, G. (Wien)

P 39 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 109
Ableitung der Proteinversorgung von weiblichen Aufzuchtrindern
Rutzmoser, K. (Poing), Ettle, T. (Poing)

P 40 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 110
Einsatz von thermisch behandelter Rapssaat bei Milchkühen
Dunkel, S. (Jena), Alert, H. (Köllitsch), Trauboth, K. (Jena), Anemüller, H. (Großgeschwenda), Reichelt, D. (Kamsdorf)

P 41 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 111
Untersuchungen zur Phosphatkonzentration im Kotwasser von Milchkühen bei Einsatz unterschiedlicher P-Quellen im Futter
Haese, E. (Stuttgart), Haidle, L. (Stuttgart), Steingaß, H. (Stuttgart), Schollenberger, M. (Stuttgart), Boguhn, J. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

P 42 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 113
Ergebnisse zu Mykotoxinuntersuchungen aus der amtlichen bayerischen Futtermittelüberwachung (Poster)
Meiser, H. (Oberschleißheim), Ruhland, M. (Oberschleißheim), Schlicht, C. (Oberschleißheim), Wehr, U. (Oberschleißheim), Felsner, M. (Oberschleißheim)

P43 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 114
Untersuchungen von Futtermitteln aus der amtlichen Futtermittelüberwachung Bayerns auf Glyphosat und dessen Metaboliten AMPA
Ruhland, M. (Oberschleißheim), Meiser, H. (Oberschleißheim), Felsner, M. (Oberschleißheim)

P44 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 115
Perfluoroktansäure (PFOA) in Futtermitteln; jahreszeitliche Belastung ausgewählter Standorte
Schlicht, C. (Oberschleißheim), Knapp, H. (Erlangen), Wehr, U. (Oberschleißheim)

P45 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 116
Die Optimierung von Milchviehrationen auf Aminosäuren verringert die Stickstoffausscheidung und verbessert die Stickstoffeffizienz
Parys, C. (Hanau)

P 46 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 117
Quantifizierung der Methanemissionen in einem freibelüfteten Milchviehstall bei Gras- oder Maissilage betonten Mischrationen
Hippenstiel, F. (Bonn), Schiefler, I. (Bonn), Büscher, W. (Bonn), Beintmann, S. (Kleve), Pries, M. (Münster), Südekum, K.-H. (Bonn)

P 47 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 118
DAIRYMAN-Sustainability Factor als integrierender Faktor zur Bemessung der Nachhaltigkeit von Milchviehbetrieben in Nordwesteuropa
Elsäßer, M. (Aulendorf), Jilg, T. (Aulendorf), Herre, A. (Aulendorf), Herrmann, K. (Aulendorf), Hummler, T. (Aulendorf)

V 055 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 119
Vergleichende Untersuchungen zur Abschätzung von Trockenmasseverlusten in Fahrsiloanlagen
Ostertag, J. (Poing), Köhler, B. (Poing), Spiekers, H. (Poing)

V 056 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 120
Untersuchungen zur Durchführung der Probenahme von Grassilage bei Rund- und Quaderballen
Leberl, P. (Stuttgart), Fischer, M. (Stuttgart), Hartung, K. (Stuttgart), Schenkel, H. (Stuttgart)

V 057 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 121
Bewertung des Aufwuchses von der Kurzrasenweide („Kurzgras“) mit der In situ-Technik und dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System
Mayr, C. (Freising), Metwally, A. (Freising), Weindl, P. (Freising), Zeller, F. (Freising), Bellof, G. (Freising)

V 058 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 122
Vergleich von Maisgenotypen mit unterschiedlicher Restpflanzenverdaulichkeit
Pries, M. (Münster)

V 059 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 123
Strategien zur Erhöhung des Anteils heimischer Eiweißfuttermittel in der Nutztierfütterung
Stockinger, B. (München), Schätzl, R. (München)

V 060 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 124
Übersicht zu den in der Praxis angebotenen Ergänzungsfuttermitteln für Schafe und Lämmer im Rahmen einer Untersuchung des VFT Mischfuttertestes
Leberl, P. (Stuttgart), Grünewald, K.-H. (Bonn)

V 061 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 125
Einsatz von Trockenschlempen (DDGS) und freien Aminosäuren (AS) in der Milchviehfütterung
Koch, C. (Münchweiler), Lehnen, S. (Stuttgart), Romberg, F. (Münchweiler), Steingaß, H. (Stuttgart), Dusel, G. (Bingen), Potthast, C. (Ochsenfurt), Südekum, K.-H. (Bonn)

V 062 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 126
Vergleich von drei verschiedenen Trockenschlempen (DDGS) in Rationen für Milchkühe
Westreicher, E. (Stuttgart), Kaiser, R. (Stuttgart), Steingaß, H. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

V 063 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 127
Beschreibung der ME-Aufnahme von weiblichen Aufzuchtrindern
Rutzmoser, K. (Grub), Ettle, T. (Grub)

V 064 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 128
Untersuchungen zur Ausmast von Ochsen aus der Mutterkuhhaltung
Steinberger, S. (Poing), Prischenk, R. (Bayreuth), Pickl, M. (Poing), Ettle, T. (Poing), Spiekers, H. (Poing)

V 065 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 129
Vergleichende Bewertung von Milchviehrationen auf Basis von Luzerne-, Gras- und Maissilagen: Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe
Trautwein, J. (Bingen), Südekum, K.-H. (Bonn), Steingaß, H. (Stuttgart), Dusel, G. (Bingen), Koch, C. (Münchweiler), Romberg, F. (Münchweiler), Landfried, K. (Münchweiler)

V 066 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 130
Bewertung der Strukturversorgung bei Mastbullen mit einem Strukturindex
Rutzmoser, K. (Grub), Schuster, H. (Grub)

V 067 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 131
In vitro-Untersuchungen zum azidogenen Potenzial von Futtermitteln für Wiederkäuer
Böttger, C. (Bonn), Trautwein, J. (Bingen), Südekum, K.-H. (Bonn)

V 068 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 132
Kalkulation der Nährstoffausscheidungen beim Rind
Spiekers, H. (Poing), Pries, M. (Münster), Grünewald, K.-H. (Bonn), Ettle, T. (Poing)

V 069 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 133
Einfluss einer proteinreduzierten Fütterung auf Leistung und Harn-N-Ausscheidungen bei Fleckviehkühen
Weltin, J. (Kiel), Jilg, T. (Aulendorf), Susenbeth, A. (Kiel)

V 070 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 135
Kupfer- und Zinkgehalte im Schweine-Mischfutter (VFT-Monitoring)
Grünewald, K.-H. (Bonn), Danier, J. (Freising), Steuer, G. (Groß-Umstadt)

V 071 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 136
Untersuchungen zur Ausscheidung von Inositolphosphaten im Kot von Milchkühen bei unterschiedlicher Phosphorversorgung
Haese, E. (Stuttgart), Steingaß, H. (Stuttgart), Schollenberger, M. (Stuttgart), Boguhn, J. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

V 072 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 137
In vivo-Untersuchungen zum Einfluss kontrollierter Fermentationsprozesse auf den Gehalt an verdaulichem Phosphor in Rationen für wachsende Schweine
Schemmer, R. (Bonn), Drüing, B. (Bonn), Südekum, K.-H. (Bonn)

V 073 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 138
Indikatoren zur Bewertung der Energieeffizienz und Treibhauswirkung der Milchviehhaltung
Frank, H. (Freising), Schmid, H. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

V 074 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 139
Klimawirkungen und Nachhaltigkeitsparameter in der Milchviehhaltung - Ergebnisse aus Herdenvergleichen ökologischer und konventioneller Betriebe
Paulsen, H. (Trenthorst), Blank, B. (Trenthorst), Schaub, D. (Trenthorst), Rahmann, G. (Trenthorst)

V 075 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 140
Ermittlung der Partikelgrößenverteilung in mehlförmigen Futtermitteln
Freitag, M. (Soest), Döhne, D. (Soest), Pfeiffer, J. (Soest), Stalljohann, G. (Münster)

V 076 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 141
Zur Modellierung von N-Stoffwechselparametern als Basis für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Ausschöpfungsstrategien für Wachstumspotenziale bei Masthähnchen und Mastschweinen
Liebert, F. (Göttingen), Wecke, C. (Göttingen)

V 077 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 142
Element- und Spurenelementzusammensetzung von Milch als Indikator für Herkunft und Fütterung
Hobegger, M. (Wien), Sager, M. (Wien)

V 078 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 143
Aktuelle IT-Trends und deren Relevanz im Labor
Flekna, J. (Neufahrn)

V 079 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 144
Wie kommen meine Daten ins LIMS? Von der Auftrags- und Probenanlage über Vor-Ort-Parameter-Erfassung bis zur Geräteanbindung
Köller, C. (Bochum)

V 080 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 145
Untersuchungen zum Einfluss des Mahlens auf die Trockenmasse-Gehalte von Winterweizenkorn
König, V. (Jena), Bargholz, J. (Jena), George, K. (Jena)

V 081 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 147
Bestimmung von Ergotalkaloiden in Getreide mittels ELISA
Wuppermann, F. (Dorfen)

V 082 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 148
Neue Methoden für die Rückstandsanalytik mit GC-MS/MS
Dabiri, R. (Dreieich)

V 083 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 149
Bestimmung von ndl-PCB mittels GC-MSMS in Futtermitteln
Künnemeyer, J. (Stade)

V 084 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 150
Multi-Methode zur Bestimmung von Penicillinen und Cephalosporinen in tierischer Matrix mit LC-MS/MS
Bohm, D. (Berlin), Stachel, C. (Berlin)

V 085 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 151
Schnelle flüssigkeitschromatographische Bestimmung von Sacchariden
Trenkle, A. (Karlsruhe), Kuzner, H. (Karlsruhe)

V 086 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 152
NMR-Spektroskopie in der Pflanzenzüchtung - Technologie, Möglichkeiten und Anwendungen
Geyer, R. (Regensburg)

V 087 Öffentliche Sitzung „Analytik I“ 153
Prozessmanagement mit NIR-Online in Mehl- u. Futtermittelmühlen
Köbel, T. (Walldorf)

V 088 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 154
Welches Extraktionsmittel sollte bei der Analyse von pflanzenaufnehmbarem Stickstoff im Boden verwendet werden?
Herbst, F. (Halle), Meyer, L. (Halle Wittenberg), Gans, W. (Bernburg)

V 089 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 155
Spektroskopische Gülleschnellanalytik: Evaluierung der verfügbaren Methoden
Wenzl, W. (Irdning)

V 090 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 156
Anwendung der Fließinjektionsanalyse bei der N-P-K-Analytik
Koller, K. (Dresden), Schöne, A. (Radebeul)

V 091 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 157
NIR-Spektrometrie als Werkzeug zur Bestimmung von C- und N-Vorräten in heterogenen Böden
Dannenmann, M. (Garmisch-Partenkirchen), Kiese, R. (Garmisch-Partenkirchen), Geitlinger, H. (Dreieich)

V 092 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 158
Berechnete und gemessene Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnisse in Fraktionen von Grundfutter
Wenzl, W. (Irdning)

V 093 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 159
Direkte Bestimmung der Hydrid bildenden Elemente As, Se, Sb u. a. in landwirtschaftlichen Proben mit dem neuen iCAP Q ICP-MS
Naumann, B. (Jena)

V 094 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 160
Quantitative Analyse von Jod in Futter- und Lebensmitteln mittels ICP-MS
Leiterer, M. (Jena), Schöne, F. (Jena), Hofer, G. (Linz), Spörl, K. (Jena), Vogler, M. (Dresden), Uhlig, S. (Dresden)

V 095 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 161
Die Ringversuchsdatenbank der Fachgruppe „Bodenuntersuchung“ – Vorstellung und Auswertungen
Übelhör, W. (Karlsruhe), Hartwig, H. (Karlsruhe)

V 096 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 162
Internationaler VDLUFA-Ringversuch zur Düngemitteluntersuchung - sind moderne Methoden mit den klassischen vergleichbar?
Breuer, J. (Karlsruhe), Dittrich, B. (Leipzi), Kießling, G. (Jena), Klages, S. (Speyer), Paradies-Severin, I. (Hameln), Severin, K. (Hannover), Übelhör, W. (Karlsruhe)

V 097 Öffentliche Sitzung „Analytik II“ 163
Moderne Analytik von ELOS in pflanzlichen Rohstoffen im Bioenergie- und Futtermittelbereich
Stadler, B. (Salzwedel), Henkelmann, G. (Freising)

P 48 Posterpräsentation „Analytik“ 164
Vergleich von pH-Wert Messmethoden: VDLUFA A5.1.1 - DIN ISO 10390:2005
Nusche, H. (Leipzig)

P 49 Posterpräsentation „Analytik“ 165
Fette und Öle im Bereich der Bioenergie
Stadler, B. (Salzwedel), Henkelmann, G. (Freising)

P 50 Posterpräsentation „Analytik“ 166
Einbindung eines Flammenfotometers als Detektor in ein automatisiertes Mehrkanal-FIA-System
Koller, K. (Radebeul), Schöne, A. (Radebeul)

P 51 Posterpräsentation „Analytik“ 167
Fast multi-element analysis of heavy metals in soil and sediment samples using HR-CS AAS – contrAA®
Büttel, O. (Jena), Özmen, B. (Jena)

P 52 Posterpräsentation „Analytik“ 168
Differenzierung und Quantifizierung von *Tilletia caries* und *T. controversa* mittels PCR
Wagner, W. (Karlsruhe), Zgraja, G. (Karlsruhe), Niepold, F. (Braunschweig)

P 53 Posterpräsentation „Analytik“ 169
Bestimmung von Antibiotika in sächsischen Güllen
Hanschmann, G. (Leipzig)

V 098 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 170
140 Jahre Saatgutprüfung in Augustenberg, Karlsruhe
Leist, N. (Karlsruhe), Jonitz, A. (Karlsruhe)

V 099 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 171
Bestimmung der Sortenechtheit mittels Elektrophorese in den ISTA Vorschriften - Entwicklung und Stand
Jonitz, A. (Karlsruhe), Leist, N. (Karlsruhe)

V 100 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 172
Mechanismen der Auswuchsfestigkeit in Getreide
Weber, M. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

V 101 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 173
Entwickelt Sommerhartweizen (*Triticum durum* Desf.) unter den Bedingungen des mitteldeutschen Trockengebietes eine primäre Keimruhe?
Knorre, S. (Halle), Förster, K. (Halle)

V 102 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 174
Triebkraftbestimmung bei Sojabohnen – Leitfähigkeitstest versus Erdkalttest
Voit, B. (Freising)

V 103 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 175
Nachweis über die Dauer der Infektionsfähigkeit von Steinbrand- (*Tilletia caries*) und Zwergsteinbrandsporen (*Tilletia controversa*) im Boden und Stallmist unter Berücksichtigung verschiedener Fruchtfolgen in Biobetrieben
Bauer, R. (Freising)

V 104 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 176
Verbesserung der Saatgutqualität bei der Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum* L.)
Trölenberg, D. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart), Jonitz, A. (Karlsruhe)

V 105 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 177
Modellierung der Streuung von Keimfähigkeitsergebnissen
Deplewski, P. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

V 106 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 178
Toleranztabellen für die Zusammenfassung von Prüfergebnissen mehrerer Getreidepartien auf einem Attest
Jackisch, W. (Dresden), Krellig, B. (Nossen), Mildner, U. (Nossen), Wustmann, G. (Dresden)

P 54 Posterpräsentation „Saatgut“ 179
Maissortenbestimmung und Bestimmung der Hybridqualität mittels Mikrosatelliten-Analyse
Wagner, W. (Karlsruhe), Zgraja, G. (Karlsruhe)

P 55 Posterpräsentation „Saatgut“ 180
Zehn Jahre Maissaatgutmonitoring auf gentechnische Verunreinigungen in Thüringen (2002-2012)
Domey, S. (Jena), Mehnert, R. (Jena)

P 56 Posterpräsentation „Saatgut“ 181
Der Radicle-Emergence-Test – eine neue ISTA-Methode für die Triebkraftbestimmung bei *Zea mays*
Gierke, U. (Zossen), Belkner, C. (Zossen)

Autorenliste
Inhalt