Verband Deutscher Landwirtschaftlicher
Untersuchungs- und Forschungsanstalten

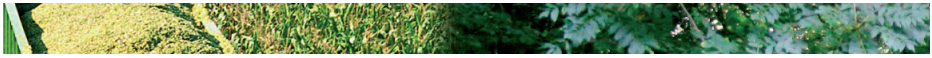
121. VDLUFA-KONGRESS
Kurzfassung der Referate

15. - 18.
September
2009
Karlsruhe

Generalthema:

Produktivität und Umweltschonung in der Landwirtschaft – ein Widerspruch?

Der Kongress wird vom VDLUFA in Zusammenarbeit mit dem Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe und dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg, Karlsruhe, durchgeführt.



© 2008 by VDLUFA-Verlag, Darmstadt

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

Herausgeber:
Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungs anstalten, 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, D-67346 Speyer
Telefon: 06232 / 136121, Fax: 06232 / 136122, E-Mail: info@VDLUFA.de

Endredaktion:
Dr. H.-G. Brod, c/o LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, D-67346 Speyer

Layout:
Thomas Dräger, c/o LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, D-67346 Speyer

Die inhaltliche, orthographische und grammatikalische Verantwortung liegt beim Autor.

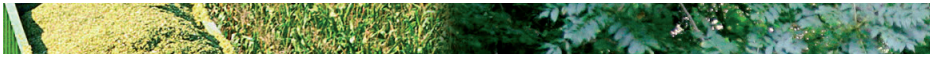
Wir bedanken uns für die freundliche Unterstützung durch:
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum, Baden-Württemberg
Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Karlsruhe.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM

ltz
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

Naturkundemuseum Karlsruhe



Inhaltsübersicht

Sitzung: Laborgeräteaussteller I 4
Sitzung: Pflanzliche Produktion und Umwelt 13
Sitzung: Pflanzenschutz 18
Sitzung: Pflanzenproduktion 22
Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 48
Sitzung: Düngung I 78
Sitzung: Freie Themen 89
Sitzung: Bodenuntersuchung 96
Sitzung: Saatgut 101
Sitzung: Laborgeräteaussteller II 112
Sitzung: Düngung II 119

Von der Probennahme bis zum Report: Aktueller Stand der GC- Technologie

Christian Zühlke, LECO Instrumente GmbH, Mönchengladbach

Aufgrund der tägliche wachsenden Anforderungen an die Nachweisgrenzen und einer immer komplexer werdenden Matrix, sind die Anforderungen an die Meßsysteme ständig gestiegen. Was damals noch mittel Quadrupol und Iontrap Systemen ausreichend analysiert werden konnte, entspricht heute häufig nicht mehr dem Standard. So haben verbesserte Techniken, wie Triplequad, MALDI oder Comprehensive GCxGC –TOF MS Einzug gehalten. Natürlich muss man aber auch die Entwicklung in der Probenvorbereitung mit beleuchten, die natürlich auch ein entscheidender Faktor bei Identifizierung und Quantifizierung der Komponenten ist.

Die Firma LECO hat sich nun sich nun schon seit über 10 Jahren auf den Bereich Time of Flight Massenspektrometrie spezialisiert, unter anderem auch in Verbindung mit der zweidimensionalen gaschromatographischen Trennung. Dabei beruht unsere Technik auf einer klassischen Ionisierung in einer wartungsfreien EI – Quelle, anschließender Beschleunigung im Flugrohr bis zum sogenannten Reflektron (Ionenspiegel). Dort werden die Ionen abgebremst und in Gegenrichtung wieder beschleunigt, wobei dabei eine Auftrennung der Moleküle aufgrund unterschiedlicher kinetischer Energie erfolgt. Die Moleküle mit geringerer Energie erreichen somit den Detektor schneller als die Moleküle mit höherer Energie. Im Vergleich zu den Sektorfeldgeräten und Quadrupolen erreichen beim TOF praktisch alle aus der Ionenquelle heraus beschleunigten Ionen den Detektor, was zu einer hohen Empfindlichkeit führt. Somit scannen wir zu jeder Zeit der Messung den gesamten Massenbereich und können dabei mit bis zu 500 Spektren/Sekunden (Datenpunkten pro Peak) erreichen. Dies ermöglicht es uns bei komplexer Matrix Verunreinigung ab zu trennen und mehr Komponenten bei kleineren Nachweisgrenzen zu identifizieren.

Darüber hinaus ermöglicht uns das TOF Massenspektrometer auch den Einsatz einer zweidimensionalen Gaschromatographie (Comprehensive GCxGC). Bei der eindimensionalen Chromatographie kann es vorkommen, dass von den zu trennenden Substanzen zwei oder mehrere gleich schnell vorankommen und somit an derselben Stelle landen. Hat man nun keine ausreichende Anzahl an Spektren (Datenpunkte) zur Verfügung, versagt eine Trennung aufgrund der unterschiedlichen Massen. Deshalb wird bei der Comprehensive GCxGC zusätzlich jeder Probenbestandteil einer zweiten Trennung unterzogen. Dadurch erfolgt einerseits eine Trennung der überlagerten Komponenten aufgrund von Polaritätsunterschieden und andererseits erfolgt eine Reduktion der Peakbreite, was einen Empfindlichkeitsgewinn zur Folge hat. Alles zusammen führt dazu, dass diese Technik ihre Stärke vor allem in der Identifizierung und Quantifizierung komplexer Gemische hat und obendrein noch schnell und einfach ist.

Der Vortrag soll Ihnen nun einmal anhand von realen Proben aus dem Bereich Boden und Futtermittel, die uns von der Lufa zur Verfügung gestellt wurden, beide Techniken gegenüber stellen und somit die Vorzüge dieser nun schon seit Jahren in vielen Bereichen etablierten TOF Technik in Bezug auf Trennung, Identifizierung und Quantifizierung gezeigt werden und ihr Interesse an dieser schnellen und einfachen Analytik wecken.

Auf zu neuen Horizonten bei der schnellen Analyse von Lebensmittel- und Umweltproben, Ermöglicht durch Triple Quad LC/MS mit Dynamic MRM und UHD Accurate Mass Q-TOF LC/MS

Thomas Glauner, Agilent Technologies Sales & Services GmbH Co. KG, Waldbronn

Ein Großteil unserer Lebensmittel werden heutzutage unter Anwendung von Agrochemikalien produziert, um die Nutzpflanzen vor Schädlingen zu schützen. Obwohl die positiven Aspekte des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln überwiegen, wird die zunehmende Zahl von Pestiziden, die in Lebensmitteln und der Umwelt gefunden werden, immer mehr zum Problem. Aus diesem Grund ist die Verfügbarkeit von zuverlässigen Screening-Methoden für die Pestizidanalytik im Ultraspurenbereich unverzichtbar. Für das Pestizid-Screening haben sich zwei Strategien bewährt: das sogenannte "Target-Screening" mit Hilfe von hochempfindlichen und spezifischen Triple-Quadrupol LC/MS Systemen sowie das "Non-Target-Screening" mit hochauflösenden Q-TOF Geräten durch das Monitoring der exakten Masse der Substanzen und dem Vergleich mit Datenbanken. Bahnbrechende Neuerungen bei Hard- und Software steigern die Leistungsfähigkeit vieler wichtiger LC/MS Applikationen in bislang ungeahnte Dimensionen.

Im Bereich des "Target-Screenings" mit Triple Quad LC/MS erlaubt die Verwendung von intelligenten Softwarelösungen wie dem MassHunter Optimizer, Dynamic MRM und Pestizid-Datenbanken eine signifikante Steigerung der Produktivität im Labor. Eigenschaften wie das schnelle pos/neg-Schalten und die Steigerung der Empfindlichkeit und Ionisierbarkeit durch den Einsatz der Agilent Jet Stream-Ionisierung spielen dabei ebenfalls eine wichtige Rolle. In Kombination mit ultra-hochauflösenden LC-Trennungen kann die Analysenzeit erheblich verkürzt werden, was sich in einem günstigeren Preis pro Probe bemerkbar macht.

Eine Grundvoraussetzung für das "Non-Target-Screening" von Pestiziden in komplexen Proben ist eine sehr gute Empfindlichkeit, die akkurate Masse, eine stabile Massenachse sowie höchste Massen¬auflösung. Die Agilent UHD Accurate-Mass Q-TOF LC/MS Systeme wurden daraufhin optimiert, beste Datenqualität und fortschrittliche analytischen Methoden für das Profiling, die Identifizierung und Charakterisierung, sowie die Quantifizierung von niedermolekularen Substanzen zu liefern. Die ideale Plattform für das "Non-Target-Screening" ist das 6540 Q-TOF, denn es erlaubt bei Empfindlichkeiten im Femtogram-Bereich herausragende Leistungsfähigkeit im MS/MS-Modus in Bezug auf Massengenauigkeit und Auflösung, ohne Kompromisse bei hoher Datenrate eingehen zu müssen.

Das Agilent 1290 Infinity LC-System verfügt über das kleinstmögliche Delay-Volumen sowie größtmögliche Flexibilität bezüglich des LC-Flusses und des Betriebsdrucks und ermöglicht damit schnelle, ultrahochaufgelöste LC-Trennungen. Die Agilent 1290 Infinity LC wird komplett durch die MassHunter MS-Software gesteuert und trägt dazu bei, die Leistungsfähigkeit der Agilent LC/MS Systeme noch weiter zu steigern. Anhand von Beispielen zur Pestizidanalytik in Lebensmittel- und Wasserproben wird offensichtlich, wie bei kürzeren Analysenzeiten die Auflösung verbessert und dadurch Matrixeffekte reduziert werden können. Dies wirkt sich in einer verbesserten Nachweisempfindlichkeit und Identifizierungsrate in komplexen Matrices aus und führt zu signifikant gesteigertem Durchsatz in Screening-Assays.

Umweltanalytik mit ICP-MS – zwischen Routine und Forschung

Michael Paul, Thermo Fisher Scientific GmbH, Dreieich

Umweltanalytik ist das vielleicht größte Marktsegment der ICP-Massenspektrometrie. Zahlreiche Laboratorien im öffentlichen und privaten Bereich untersuchen tagtäglich neben unzähligen Wasser-, Boden- und Klärschlammproben viele andere Probentypen.

So unterschiedlich die Proben auch scheinen, so haben sie doch erstaunlich viele Gemein-samkeiten. Ein zentrales Problem der anorganischen Spurenanalytik mit der ICP-MS sind spektrale Interferenzen und dadurch hervorgerufene falsch positive Resultate. Eine weitere Schwierigkeit bei der Erzielung akkurater Ergebnisse ist in schwankenden Matrixgehalten zu sehen, die zu einer Reihe nichtspektraler Störungen führen können. Schließlich ist ein ausrei-chend großer dynamischer Arbeitsbereich mit hoher Linearität notwendig.

Dieser Beitrag beschreibt Möglichkeiten die aufgeführten Schwierigkeiten zu beseitigen. Dazu werden u.a. die Wirkungen hochauflösender Massenspektrometer und moderner Kollisions-/ Reaktionszellen beschrieben sowie Maßnahmen zur Verringerung nichtspektraler Störungen vorgestellt.

Außerdem werden einige Anwendungen von Chromatographie-Kopplungen vorgestellt, in denen die in Umweltproben enthaltenen Elementgesamtgehalte in die unterschiedlichen präsenten Spezies aufgeschlüsselt werden.

Halbierung der Analysenzeiten in ICP-OES und ICP-MS durch intelligente Probenaufgabe

Michael Petrich, PerkinElmer LAS GmbH, Rodgau

Die Analyse von Alkali- und Erdalkalielementen, essentiellen und toxischen Spurenelementen, Phosphor und Schwefel in aufgeschlossenen oder extrahierten Pflanzenproben, Böden, Klärschlämmen, Futter- und Düngemitteln stellen einen beträchtlichen Teil der Untersuchungen in den Labors der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten dar. Diese Analysen werden überwiegend mit den Analysentechniken ICP-OES und ICP-MS durchgeführt.

Eine neue Serie von Probengebern gestattet eine erhebliche Verkürzung der Analysenzeiten. Dies führt zu Einsparungen bei Unterhaltskosten (Argon, Strom), Verbrauchsmitteln (Fackeln, Konen) und verlängert die Standzeit der Spektrometer. Die Probengeber arbeiten nach dem Fließinjektionsprinzip.

Füllschritt:

Die neue Probe wird zum Spektrometer gefördert und gleichzeitig wird die Sprühkammer mit Spüllösung gespült.

Injektionsschritt:

Die Probe wird analysiert und gleichzeitig wird bereits die Probenkapillare gespült. Das vermindert die Zahl der Teilprozesse einer Analyse von 4 auf 2. Die Probe wird dabei über eine Vakuumpumpe gefördert. Die Förderrate beträgt 20 ml/min. Deshalb dauert das Ansaugen der Probe wenige Sekunden. Die peristaltische Pumpe mit den kontaminationsanfälligen Pumpenschläuchen wird dagegen nur noch zum Spülen und Abpumpen der Sprühkammer sowie zur Förderung des internen Standards eingesetzt. Die Probe selbst kommt nur noch mit inerten PTFE-Schläuchen in Kontakt.

Analyse umweltrelevanter Parameter mit der ICP-OES

Torsten Vogt, SPECTRO Analytical Instruments GmbH, Kleve

Die Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppelten Plasmen hat sich seit ihrer Entwicklung in den 60er und 70er-Jahren zu einem Standardverfahren der Elementanalytik entwickelt. Dies liegt vor allem darin begründet, dass dieses Analysenverfahren eine simultane Multielementbestimmung bei hoher Matrixverträglichkeit gegenüber unterschiedlichsten Probenarten ermöglicht. Deswegen wird die ICP-OES bei der Analyse umweltrelevanter Parameter in unterschiedlichsten Probenarten eingesetzt. Das Anwendungsspektrum reicht von der klassischen Wasseranalyse z.B. von Trink- und Abwässern, die zum Teil vollautomatisiert im Online-Betrieb erfolgt, über Bodenanalytik bis hin zur Analyse von Haupt-, Neben- und Spurenbestandteilen von Düngemitteln, sowie die Analyse komplexer, hoch matrixbelasteter Proben. In Zeiten von knappen Ressourcen spielt insbesondere die Schnelligkeit und Kostenreduktion wie aber auch ein automatisierter und intelligenter Probenablauf eine wichtige Rolle, um die Aufgaben im Labor erfolgreich zu realisieren. Neben der Leistungsfähigkeit des eigentlichen Gerätes werden hierbei zunehmend auch Anforderungen an die Software der Spektrometer gestellt. Diesem Anspruch werden die ICP-Spektrometer SPECTRO ARCOS und SPECTRO GENESIS der Fa. Spectro durch ihr herausragendes Optikkonzept und die hochflexible Software, Smart Analyzer Vision, gerecht. Anhand von Beispielen bei der Trendanalyse von Bodenproben zeigt sich trotz des hohen Probendurchsatzes von 2 Proben pro Minute noch die Nachvollziehbarkeit der Analysenergebnisse durch die Vollspektrenerfassung von Proben mit nachgelagerten Rekalkulationsmöglichkeiten. Hierbei ist eine nochmalige Verfügbarkeit bzw. deren Nachmessung nicht notwendig. Desweiteren wird an Beispielen gezeigt, wie in hochkomplexen Matrices auch durch chemometrische Korrekturen richtige und präzise Ergebnisse für interessierende Elemente erzielt werden können.

Termin- und Kapazitätsplanung im Labor: Fakten ersetzen das Bauchgefühl

Claus Köller, Triestram und Partner GmbH, Bochum

Fakten für die Planung

Wie kann das Labor differenziert sehen, was an Laboraufträgen anliegt – und diese dann zuverlässig planen?

Mit realen Parametern stellt eine Termin- und Kapazitätsplanung in einem LIMS das Auftragsmanagement in serviceorientierten Laboratorien auf die Grundlage solider Daten und Fakten. Damit unterstützt sie die Erfahrung und Intuition der Laborleitung gerade dort, wo Faktoren wie ein zunehmender Kunden- und Mitarbeiterstamm, dynamische Auftragsvolumina, erhöhter Termindruck, zahlreiche Abteilungen und unterschiedliche Laborstandorte den Überblick bisher erschweren. Ressourcen werden effizient genutzt, und Überlast und Unterlast, mit all ihren wirtschaftlichen und organisatorischen Konsequenzen, werden vermieden.

Die Termin- und Kapazitätsplanung ermöglicht es, Informationen über vorhandene Ressourcen – personelle ebenso wie geräte- und verfahrensbezogene Ressourcen – derart auszuwerten, dass aktuelle Situationen aus sämtlichen auftragsrelevanten Bearbeitungsschritten zuverlässig abgebildet werden. Auf Basis dieser Informationen wird eine gesicherte Termin-, Personal- und Gerätekapazitätsplanung mit wirtschaftlich optimaler Auslastung erstellt.

Die Ressourcen im Fokus

Grundlage für die Planungsalgorithmen sind erweiterte Stammdaten über vorhandene Personal- und Geräteressourcen. Darüber hinaus können arbeitsorganisatorische Abhängigkeiten und Zusammenhänge wie z. B. erforderliche Probenvorbereitung, Rüstzeiten und logistische Aspekte auf Methoden- und Analysenebene für einen optimalen Workflow beschrieben werden.

Die Auftragspositionen und Methoden werden dabei systematisch in ihre einzelnen Bearbeitungsschritte, die so genannten Blöcke, unterteilt. Unterschieden wird zwischen den drei Blocktypen „Personal“ (d. h. Belegung einer Personalressource), „Gerät“ (Belegung einer Geräteressource) und „Standzeit“ (keine Ressourcenbelegung).

Vorhandene Kapazitäten können auf drei verschiedene Arten erfasst werden: per Vorbelegung aus den Stammdaten, per Schnittstelle aus einem Zeiterfassungssystem oder bei Bedarf auch manuell. Bei der Erfassung per Hand – z. B. bei Krankheit eines Mitarbeiters oder ungeplantem Ausfall eines Gerätes - werden die Daten des Zeiterfassungssystems überschrieben, welches wiederum die Daten der Vorbelegung überschreibt. Durch die Abbildung von Abhängigkeiten und Verknüpfungen der Bearbeitungsschritte untereinander gleichen die Planungs- und Terminierungsalgorithmen denen der Netzplantechnik.

Feintuning für die Terminplanung

Durch den Abgleich mit vorhandenen Ressourcen, gewünschten Lieferzeiten, festgelegter Bear-

beitungspriorität und möglichem Auslastungsgrad der jeweiligen Ressource erfolgt die Berechnung der frühesten und spätesten Anfangs- und Endtermine. Auf dieser Grundlage werden die einzelnen Bearbeitungsschritte eingeplant und den jeweiligen Ressourcen nach Priorität sortiert zugeordnet. Hierdurch wird eine optimale Nutzung vorhandener Ressourcen erreicht.

Auch der Probenversand zwischen unterschiedlichen Standorten, Gebäuden oder Etagen eines Labors wird in der Terminplanung berücksichtigt. Hierzu können Versandregeln erstellt werden, die Sender und Empfänger sowie späteste Versanduhrzeit und standardmäßige Ankunftsuhrzeit beim Empfänger enthalten. Wird eine Sendung nach der spätesten Versanduhrzeit versendet, so verzögert sich der Versand z. B. um einen Tag oder eine Stunde, je nach Planungshorizont. Auch die Dauer der Verzögerung ist durch das individuell erstellbare „Versandregelwerk“ konfigurierbar.

Die Auswirkungen und Vorgaben der Termin- und Kapazitätsplanung werden in einem Auswertedialog für den schnellen und unkomplizierten Überblick als Blockdiagramme visualisiert. Je nach Detaillierungsgrad wird die Auslastung einer Ressource für einen definierten Zeitraum en bloc oder heruntergebrochen auf die einzelnen Proben dargestellt.

In serviceorientierten Labors müssen häufig verbindliche Termine schon im Vorfeld vor Auftragsvergabe oder Probenregistrierung zugesichert werden. Auch bei dieser Was-Wäre-Wenn-Simulation unterstützen Dialogmodule das Labormanagement und den Vertrieb beim Treffen konkreter Terminzusagen und simulieren die Auswirkungen dieser Zusagen auf die gesamte Termin- und Auslastungssituation.

Rückdestillation von Lösemitteln am Beispiel von Acetonitril in ultrareiner Qualität mit der Teflondrehband-Technologie

Klaus Braun, ANTEC GmbH, Sindelsdorf

Durch die Liefer- und Preissituation für Acetonitril, ist vielen Anwendern ihre grundsätzliche Abhängigkeit für den Bezug von ACN unangenehm bewusst geworden.

Auch wenn sich diese Situation wieder entspannt hat, besteht der Wunsch, sich, wenn auch nicht vollständig, so doch zu einem größeren Teil durch Verbrauchsmengenreduzierung sowie die Rückdestillation von ACN unabhängig von der Liefersituation zu machen.

Es wird ein Überblick über die mit der Teflonband-Technologie mit 50 theoretischen Böden erreichbaren Qualitäten des recycelten ACN gegeben, weiterhin wird der wirtschaftliche Aspekt (Kosten – Nutzen) der Wiedergewinnung von ACN behandelt.

Roches LightCycler® 1536 Real-Time-PCR-System definiert Hochdurchsatz neu

Dierk Evers, Roche Diagnostics GmbH, Mannheim

PCR-basierte Genanalysen können nur dann im großen Maßstab durchgeführt werden, wenn Signalerzeugung, Signalerfassung und Signalauswertung hochreproduzierbar ablaufen. Temperatursteuerung, optische Signalerfassung und die Algorithmen, die zur qualitativen und quantitativen Charakterisierung der Gene verwendet werden, müssen hochpräzise und verlässlich sein. Das LightCycler® 1536-System von Roche Applied Science erfüllt all diese Anforderungen. Die Plattform nutzt eine spezielle 1536-Well-Platte und bietet so die Möglichkeit, besonders schnelle DNA- und RNA-Analysen auf qPCR-Basis in einem Array-ähnlichen Format durchzuführen.

Auswertungen aus 20 Jahren SchALVO-Herbstkontrollaktion

Walter Übelhör, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Karin Bechtold, Karlsruhe, Heiner Hartwig, Karlsruhe, Margarete Finck, Karlsruhe

Seit 20 Jahren wird im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung von Baden-Württemberg (SchALVO) im Herbst in Wasserschutzgebieten eine Vielzahl von Bodenproben meist in 3 Schichten und bis 90 cm Tiefe entnommen. Die Proben werden auf den Gehalt an Nitratstickstoff untersucht. Zu den jeweiligen Standorten werden Angaben zur Vorfrucht bzw. Hauptfrucht, Zwischenfrucht und dem aktuellen Pflanzenbestand erhoben. Obwohl in den letzten Jahren der Umfang der Probenahme deutlich zurückgefahren worden ist, kann heute ein Datenpool mit über einer Million Datensätzen ausgewertet werden.

Folgende Darstellungen werden im Referat gezeigt:

- Entwicklung der Probenahmeanzahl und des Nitratgehaltes in den einzelnen Jahren
- Die Bedeutung der vorhergehenden Hauptfrucht auf den Nitratgehalt
- Die Wirkung einer Zwischenfrucht auf den Nitratgehalt
- Die Höhe des Nitratgehaltes bei unterschiedlichen Pflanzenbeständen zur Zeit der Probenahme
- Der Einfluss der Kultur Raps als Vor- oder Folgefrucht auf den Nitratgehalt
- Die Abhängigkeit des Nitratgehaltes von verschiedenen Maisnutzungen in unterschiedlichen Regionen

Die Auswertungen werden soweit möglich mehrjährig vorgenommen, wobei durch entsprechende Auswerteverfahren die stark schwankende Probenzahl in den einzelnen Jahren berücksichtigt wird.

Nitrataustrag in gefährdeten Grundwasserkörpern Baden-Württembergs und maßgebliche Ursachen für dessen zeitliche Entwicklung

Margarete Finck, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Therese Hintemann, Karlsruhe, Insa Otten Karlsruhe, Martina Reinsch, Karlsruhe

In Baden-Württemberg wurden mit dem Modell STOFFBILANZ_BW der N-Austrag und die Nitratkonzentration im Sickerwasser für 23 nach WRRL gefähr-dete Grundwasserkörper (gGWK) abgeschätzt. Da die Berechungen für die Modellierungsjahre 1980, 1995 und 2005 erfolgten, ist eine Trendbetrachtung möglich.

Die wesentlichen Ursachen für die festgestellte Trendentwicklung der N-Salden für die Ackerbaufläche werden dargestellt:

- Entwicklung des Viehbesatzes,
- Mineraldüngereinsatz,
- Atmosphärische N-Deposition,
- N-Abfuhr (Erträge) und
- Änderung der Kulturartenverteilung.

Auch Landnutzungsänderungen wie Grünlandumbruch und Flächenversiegelung beeinflussen die flächendeckende N-Austragsfracht des gGWK. Zielgröße der WRRL ist allerdings nicht die N-Fracht, sondern die Nitratkonzentration im Grundwasser. Deshalb wurden mit dem Modell STOFFBILANZ_BW die Nitratkonzentrationen berechnet, die über den Sickerwasserpfad ins Grundwasser gelangen.

Aufgrund der unterschiedlichen Standorteigenschaften (Klima, Boden, Vegetati-on) variiert die Sickerwassermenge innerhalb Baden-Württembergs sehr stark. Daraus berechnen sich regional-spezifisch erheblich unterschiedliche Nitratkon-zentrationen im Sickerwasser, welche die verschiedenen Empfindlichkeiten einzelner Regionen hinsichtlich der N-Salden verdeutlichen.

Die zukünftige Entwicklung des Nitrataustrags wird wesentlich von den Anbau-entscheidungen der Landwirte abhängen, die von der Preisentwicklung für Dün-ger und landwirtschaftliche Produkte oder von agrarpolitischen Rahmenbedin-gung geprägt werden. Änderungen in der Kulturartenverteilung und der Bewirt-schaftungsintensität sind zu erwarten. Auch der Klimawandel wird sich auf den Nitrataustrag auswirken. Zur Erreichung der Qualitätsziele der WRRL hat somit die Umsetzung wasserschutzrelevanter Maßnahmen wie der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) und des Agrarumweltprogramms MEKA einen hohen Stellenwert.

Treibhausgasemissionen und Bindung von Kohlenstoff Luxemburger Landwirtschaftsbetriebe: Methoden, Ergebnisse, Verbesserungspotentiale

Rocco Lioy, CONVIS - Société Coopérative, Ettelbrück

Vor dem Hintergrund des Kyoto-Protokolls und der Bemühungen, die Emissionen an Treibhausgasen aus der Landwirtschaft zu reduzieren bzw. Kohlenstoff vermehrt zu binden, hat man bei CONVIS, eine luxemburgische Dienstleistungsgenossenschaft aktiv auf dem Gebiet der Rinder- und Schweinehaltung, eine CO2-Bilanz für an Beratungsprogrammen teilnehmende Mitglied-Betriebe durchgeführt. Die Höhe der für den Zeitraum 2004-2006 geschätzten Emissionen (Tab.1) war mit 8,7 t CO2-Äquivalente/ha fast zehnmal höher als die über regenerative Energieträger und Speicherung von Humus im Boden im selben Zeitraum erzielte Kohlenstoffbindung (Tab.2).

Tab.1.

Emissionsposten	kg CO2/ha	kg CH4/ha	kg N2O/ha	kg CO2-Äq./ha
Modul Betriebsmittel	2.019,7	7,1	2,6	2.964,3
Modul Tierproduktion	0	122,2	3,8	3.757,9
Modul Pflanzenproduktion	391,3	0	5,0	1.936,2
Treibhausgasemissionen gesamt	2.410,9	129,3	11,4	8.658,4
Treibhausgaswirksamkeit (CO2-Äq./ha)	2.410,9	2.714,9	3.533,9	8.658,4
Treibhausgaswirksamkeit (%)	28%	31%	41%	100%

Tab.2.

Bindungsposten	kg CO2-Äq./ha
Biodiesel (Raps auf Stillegung)	16,9
Strom und Wärme aus Biogas	181,7
Umwandlung von Acker in Grünland	77,2
Positive Humusbilanz	290,3
Reduzierte Bodenbearbeitung (Mulchsaat)	319,4
Kohlenstoff-Bindung gesamt	885,4

Da keine allgemeingültige Methode zur Erfassung der Kohlenstoffspeicherung unter Grünland (dieses macht gut 50% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Luxemburgs aus) vorhanden ist, konnte eine mögliche C-Bindung unter Wiesen und Weiden vorerst keine Berücksichtigung finden. Ebenso wurde die reine CO2-Bindung in der Biomasse von Pflanzen und Tieren nicht berücksichtigt, da diese als solche keine CO2-Senke im Sinne des Kyoto-Protokolls darstellt. Im Vortrag wird auf diese sowie andere methodische Unsicherheiten eingegangen. Desweiteren werden Möglichkeiten und Hindernisse zur Verbesserung der CO2-Bilanz landwirtschaftlicher Betriebe in Luxemburg diskutiert.

N2O-Spurengasflüsse eines sandigen Bodens der Vorderpfalz unter gemüsebaulicher Nutzung

Reiner Ruser, Universität Hohenheim, Stuttgart, Martin Arnbruster, LUFA Speyer, Franz Wiesler, LUFA Speyer, Torsten Müller, Universität Hohenheim, Stuttgart

Lachgas (N2O) ist ein klimarelevantes Spurengas, sein Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt beträgt 8%, zudem ist es am stratosphärischen Ozonabbau beteiligt. Mehr als 50% der weltweiten anthropogenen N2O-Emissionen stammen aus landwirtschaftlich genutzten Böden. Für den Gemüsebau liegen derzeit kaum verlässliche Daten zur N2O-Freisetzung vor, Maßnahmenempfehlungen zur Minderung der N2O-Freisetzung sind aus ackerbaulichen Systemen abgeleitet und auf Gemüsebauflächen bisher nicht validiert. Ziel der in unserem Beitrag vorgestellten Untersuchungen war es deshalb, die N2O-Freisetzung aus Gemüsebauflächen auf annueller Basis zu bestimmen und verschiedene Maßnahmen auf ihr Reduktionspotential hin zu testen.

Die Spurengasmessungen werden seit Oktober 2008 mindestens wöchentlich auf Gemüsebauparzellen des Rinkenbergerhofs nahe Speyer mit der ‚closed chamber' Methode in je 4facher Wiederholung bestimmt. Dabei wurden Versuchsvarianten gewählt, die sich hinsichtlich der langjährigen N-Bilanzen stark unterschieden (zwischen +10 und +312 kg N ha-1 a-1). Neben der Düngermenge (Faustzahlen vs. N-Expert) wurde zudem der Einsatz eines Nitrifikationshemmstoffs, die Abfuhr der Ernterückstände zur energetischen Nutzung sowie eine aufgelockerte Fruchtfolge untersucht. In den untersuchten Parzellen waren Saugkerzen und TDR-Sonden installiert. Mit Hilfe der Wassergehalte des Bodens, der Nmin-Konzentrationen und der Bodentemperatur sollen die N2O-Emissionen parametrisiert werden.

Wie erwartet, waren die N2O-Emissionen nach der Ernte des in 2008 angebauten Spinats sehr gering. Im Februar und März 2009 kam es infolge längerer Frostperioden zu stark erhöhten N2O-Emissionen während Auftauphasen. Die mittleren N2O-Flussraten lagen dabei mit bis zu 1600 µg N2O-N m-2 h-1 in der selben Größenordnung wie sie von schwereren Standorten berichtet wurden. Es lässt sich bereits jetzt die Tendenz erkennen, dass hohe Flussraten während der Frost/Tau-Zyklen in den Varianten auftraten, welche hohe Bilanzüberschüsse aufwiesen. Die kumulativen N2O-Emissionen für den Zeitraum 1.10.08 bis 19.03.09 betrugen zwischen 1,1 kg N2O-N ha-1 (Sommerbegrünung) und 4,3 kg N2O-N ha-1 (Düngung nach Faustzahlen). Vor allem wegen der hohen räumlichen Variabilität der N2O-Freisetzung während Taus waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Prüfgliedern bislang nicht signifikant. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich spätestens mit differenzierter N-Düngung auch hier spezifische Emissionsniveaus ausbilden werden, die sich i. d. R. dann auch statistisch signifikant unterscheiden.

In dem Beitrag werden die während der Vegetationsperiode '09 fortgesetzten Messungen vorgestellt und die Maßnahmen zur Emissionsminderung diskutiert.

Umsetzung eines Stickstoff-Überschusssaldos der Landwirtschaft von 50 kg N/ha LF. a bis 2020, als wesentliches Teilziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie für ein Nachhaltiges Deutschland (2002/ 2008)

Klaus Isermann, Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur, Hanhofen, Renate Isermann, Hanhofen

Zurückgehend auf bereits zuvor erhobenen gleichlautende Forderungen z.B. von BNLA/BNELK, SRU, UBA und BMU (1999-2008) zur Entwicklung nachhaltiger Nährstoff-hauhalte nicht nur in der Landwirtschaft, sondern multisektoral/systemar sowie multimedial im gesamten Ernährungsbereich von Landwirtschaft, Humanernährung sowie zugeordneter Abfall- und Abwasserwirtschaft–aktuell aber auch der Biomassen(~energie) –Wirtschaft-fordert nunmehr auch die Bundesregierung [Nationale Nachhaltigkeitsstrategie (2002), Fortschrittsbericht (2002)] als u.a. 1 von 8 Nachhaltig-keitsindikatoren zur nachhaltigen Landnutzung exemplarisch für den Nährstoff N ein Überschusssaldo der Landwirtschaft spätesten (illusorisch) bis 2010 von 80 und (rea-lisierbar) bis 2020 von 50 kg N / ha LF. a (Hoftorbilanz). Begleitet werden diese Forde-rungen vom UBA mit seiner „Multimedialen Stickstoff- Emissionsminderungsstrategie“ auch mit entsprechenden Beiträgen von BNELK (2008). – So beträgt aktuell (Ø2001/2003) dieses N-Überschusssaldo der Landwirtschaft nach Bach und Frede (2007) 106 kg N/ha .a mit einem N-Input von 166 kg N/ha . a. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der gesamten N-Anlieferung durch Deposition von 30 sowie durch Netto-Mineralisation von Grünland-Umbrüchen von 29 sowie der Niedermoor-Kultivierung von 9 kg N/ha. a weist Isermann (2008) bei einem effektiven N-Angebot von nunmehr 219 kg N/ha . a ein entsprechendes Überschusssaldo von 159 kg N/ha . a aus. – Unter Einhaltung der kritischen N-Eintragsraten und –Konzentrationen zugleich in allen Umweltbereichen wird hier mit einem effektiven N-Angebot von nur noch 85 kg N/ha. a für spätestens 2020 das geforderte N-Überschusssaldo von 50 kg N/ha . a ausgewiesen. – Dessen Umsetzung beruht im Wesentlichen auf: 1.Als Grundvoraussetzung hinsichtlich gesunder Humanernährung auf nachhaltiger Tier-Konsumtion und –Produktion mit einem Viehbestand von maximal 0,1 GV/E= 50 kg LG/E und Viehbesatzdichten von maximal 1,0 GV/ha mit Nährstoffen versorgbarer LF. 2.Weitgehendem Verzicht auf Futtermittel- und Nahrungsmittel-Exporte und –Importe. 3. Ca. 2-fach höherer biologischer N-Fixierung und Einsatz von einwandfreien SERO-Düngern. 4. Reduktion der N-Deposition auf 10 kg N/ha LF.a. 5.Trendumkehr hinsichtlich Grünlandumbruch und Niedermoorkultivierung.6.Umweltverträgliche Biomassen (~energie) Wirtschaft. 7.Demzufolge Rückgang des Mineraldünger-N-Einsatzes von 106 auf 40 kg N/ha. 8.Flankierend technische Minderungsmaßnahmen. - Dementsprechend werden z.B. auch die C-(Humus)- und P-Bilanzen nachhaltig gestaltet, letztere unter Beseitigung des Paradoxons der Unbleichbewertung von Mineraldünger-P bzw. Wirtschaftsdünger-P hinsichtlich der P-Zufuhr in den einzelnen P-Gehaltsklassen mit der gemeinsamen Zielsetzung einer Erhaltsklasse von aktuell B/ Anfang von C. – Die politische Umsetzung somit nachhaltiger C-, N-, P-, S-Haushalte und somit auch ihre ökonomische Tragfähigkeit für die Landwirtschaft erfolgt im Wesentlichen durch: 1.Nährstoff-Überschusslenkungsabgaben bzw. –Zuwendungen; 2. Besteuerung von Nahrungsmitteln (u. Biomasse, ~energie) anstelle von 7% mit 19% in einem 1. Schritt und deren Rückführung in die Landwirtschaft; 3. Dadurch Wegfall sämtlicher Agrarsubventionen (2006: 6,4 (D) + 6,5 (EU) = 12,9) Mrd. €). Das Einsparungspotential vermiedener Krankheiten durch Überernährung von 120 Mrd. €/a sowie Kostenersparnis von somit vermiedenen Umweltschäden ähnlicher Größenordnung erlauben jegliche beliebige Preisgestaltung für Agrarprodukte zugleich mit der Durchsetzung von Quotenregelungen.

Weniger ist mehr - gezielter Pflanzenschutz gegen Monilia an Zwetschenfrüchten

Stephanie Fritsch, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Stuttgart, Jan Hinrichs-Berger, Stuttgart

In den letzten Jahren treten in Baden-Württemberg und anderen Regionen mit intensivem Zwetschenanbau verstärkt und weit verbreitet Probleme mit Fäulnis im Nacherntebereich auf. Obwohl augenscheinlich gesunde Zwetschenfrüchte von den Erzeugern für die Vermarktung erfasst werden, kommt es im Lager bzw. auf dem Weg zum Kunden innerhalb von nur sechs Tagen nach Anlieferung zur Fäulnis der Früchte. Als Hauptschaderreger wurden die Monilia- Arten laxa und fructigena identifiziert.

Zur Monilia-Fäule im Lager kam es unabhängig von der Intensität des Pflanzenschutzeinsatzes. So trat die Fäule an Früchten aus Anlagen mit einem intensiven Fungizideinsatz auf, in anderen Anlagen mit nur geringem Pflanzenschutzmitteleinsatz war die Monilia-Fruchtfäule jedoch zu vernachlässigen. Dies führte zu den Annahmen, dass die Pflanzenschutzmittel nicht mehr wirksam sind oder zu einem falschen Zeitpunkt in der Entwicklung von Baum und Pilz eingesetzt wurden.

Die epidemiologischen Untersuchungen haben ergeben:

1. Die gegen Monilia an Zwetschen zugelassenen Fungizide sind wirksam wie in vitro-Sensitivitätsscreenings von verschiedenen Monilia-Isolaten aus der Region, Fungizidversuche im Freiland und im Labor ergeben haben.
2. Die kritische Infektionszeit für die Monilia-Krankheit, die an Zwetschenfrüchten nach der Ernte sichtbar wird und die zu den Reklamationen des Handels und des Verbrauchers führt, liegt hauptsächlich kurz vor und während der Ernte.
3. Für eine Infektion der Frucht durch Monilia-Konidien sind Verletzungen erforderlich. Sie können keine Früchte mit intakter Fruchtschale infizieren.
4. Die Erntebedingungen sind besonders kritisch. Mit zunehmender Feuchtigkeit (Blatt- und Fruchtnässe) steigt das Infektionsrisiko dramatisch an. Durch eine sorgfältige, verletzungsarme Ernte sinkt das Befallsrisiko gegenüber einer schnellen Ernte im Akkord deutlich.

Auf Basis dieser Ergebnisse wird der Fungizideinsatz optimiert. So erscheint eine Monilia-Bekämpfung nur zur Blüte und ab dem Umfärben der Früchte bis zur Ernte angezeigt, wenn gleichzeitig eine längere Blattnässedauer vorliegt oder zu erwarten ist. Sollte es zur Blüte und in der letzten Phase vor der Ernte trocken sein, kann vermutlich auch in dieser Phase auf einen Fungizideinsatz verzichtet werden. Allerdings ist eine Fungizidbehandlung zwischen Blüte und Umfärben notwendig, wenn es beispielsweise durch Hagelschlag und Sonnenbrand zu Fruchtverletzungen kommt. Das Ziel muss generell sein, den Monilia-Befallsdruck in der Anlage so gering wie möglich zu halten. Dazu gehört das konsequente Entfernen von Fruchtmumien und anderen infizierten Pflanzenteilen aus der Anlage. Auf diese Weise sind gesunde Zwetschenfrüchte zu produzieren.

Rübenkopfälchen - Schadensminderung mit toleranten Zuckerrübensorten

Peter Knuth, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Stuttgart

Stängelnematoden (Ditylenchus dipsaci) gehören weltweit zu den bedeutendsten pflanzenparasitären Nematoden. Insbesondere in den gemäßigten Breiten schädigen diese unscheinbaren nur etwa 1 mm großen Fadenwürmer, die mit bloßem Auge nicht erkennbar sind, mehrere hundert Wirtspflanzenarten. An Zuckerrüben verursacht die sogenannte Rübenrasse von Ditylenchus dipsaci die Kopffäule der Zuckerrüben (bei Zuckerrüben hat sich daher die deutsche Bezeichnung „Rübenkopfälchen“ etabliert). Auf befallenen Flächen erreichen die Ertragsverluste Werte von über 50%, zudem ist der bereinigte Zuckerertrag von geschädigten Rüben reduziert. Von den Rübenanbaugebieten Baden-Württembergs sind v.a. die Landkreise Heilbronn, Ludwigsburg und der Main-Tauber-Kreis betroffen.

Bis Ende der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts konnten Rübenkopfälchen mit Bodenentseuchungsmitteln chemisch bekämpft werden. Nach dem Wegfall dieser Mittel (Auslaufen der Zulassungen) war zunächst keine Möglichkeit mehr vorhanden, auf befallenen Flächen die Schäden zu begrenzen. Da Neuzulassungen von Nematiziden zur Bekämpfung der Kopf-fäule nicht zu erwarten sind, wäre die Züchtung gegen D. dipsaci resistente Zuckerrübensorten eine Option der Bekämpfung. Doch Erfolge in der Resistenzzüchtung sind in absehbarer Zeit nicht zu erwarten, da bislang keine Resistenzgene in der Kulturform Beta vulgaris oder den Wildformen B. patellaris, B. webbiana und B. procumbens bekannt sind. Aber zumindest zur Sicherung des Rübenertrages kann den betroffenen Landwirten eine Lösung angeboten werden. Feldversuche im Rheinland und in Baden-Württemberg haben gezeigt, dass bei einigen Zuckerrübensorten deutliche Unterschiede in der Symptomausprägung der Rübenkopffäule bestehen. Zur Bonitur der Versuche wurden zur Erntezeit pro Sorte 120 Rüben im Bereich der Boden-oberfläche geköpft und der Anteil der verfaulten Rübenkopfschnittfläche ge-schätzt. Als besonders anfällig hat sich die Sorte ‚Dorena’ mit bis zu 72,2% verfaulter Rübenkopfschnittfläche (Versuchsjahr 2006) herausgestellt. Im Ver-gleich dazu sind Sorten wie ‚Syncro’ oder ‚Prestige’ mit 15,1% bzw. 13,8% verfaulter Rübenkopfschnittfläche im selben Versuch als tolerant einzustufen.

Diese verminderte Empfindlichkeit (Toleranz) einiger Zuckerrübensorten ersetzt allerdings keine Bekämpfung des Rübenkopfälchens, da auch in toleranten Sorten eine Vermehrung des Schädlings stattfindet und so evtl. andere Kulturen in der Fruchtfolge geschädigt werden können. Langfristig wäre es daher wün-schenswert, dass den Landwirten gegen das Rübenkopfälchen resistente Zuckerrübensorten angeboten werden können.

Die Verwirrmethode gegen Traubenwickler - ein exzellentes Beispiel für wirtschaftliche Effizienz und Umweltschonung

Walter Kast, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Weinsberg

Die Verwirrmethode gegen Traubenwicklerarten Eupoecilia ambiguella und Lobesia botrana wird seit dem Jahr 1985 in Baden-Württemberg erfolgreich praktiziert. Auf zirka 75% der Rebfläche des Landes erfolgt die Bekämpfung des wichtigsten Schädlings der Weinrebe seit mehr als 20 Jahren ausschließlich mit diesem Verfahren.

Bei der Einführung der Verwirrmethode herrschte unter den Winzern große Skepsis bezüglich der Wirkungssicherheit dieser Methode. Mitzunehmender Populationsdichte war theoretisch mit einer zunehmenden Anzahl von Zufalls-treffen der beiden Geschlechter zu rechnen. Da eine einzige Begattung bei Schmetterlingen für die Ablage der kompletten Eier des Weibchens ausreicht, bestand die Gefahr, dass bei besonders starkem Befallsdruck die Wirkung des Verfahrens schlagartig zusammenbricht. In den Jahren 1987 bis 1989 traten in Baden-Württemberg mehrere Fälle mit starkem Befall in Flächen auf, die mit der Verwirrmethode behandelt worden waren. Vergleichende Kontrollen in traditionell mit Insektiziden behandelten Flächen ergaben jedoch in den meisten Fällen einen höheren Restbefall. Die Winzer hatten diese Flächen jedoch nicht kontrolliert und gingen generell von einer hundertprozentigen Wirksamkeit der Insektizide aus. Die Problemfälle nahmen jedoch von Jahr zu Jahr ab, da mit dem Aufbau stabiler Nützlingspopulationen die Sicherheit des Verfahrens immer größer wurde.

Entgegen den ursprünglichen Erwartungen hat die Abundanz von Gelegenheitsschädlingen eher abgenommen. Außerordentlich günstig sind die Auswirkungen auf Nützlinge, wodurch erheblichen Einsparungen bei Akariziden führten. Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie der mit Pheromonen behandelten Flächen und Flächen, die mit Insektiziden behandelt wurden ergaben drastische Unterschiede in der ökologischen Wertigkeit zu Gunsten der Pheromon-behandelten Rebflächen. Als Beleg hierfür können mit deutlich höheren Arten- und Individuenzahlen bei Laufkäfern (Carabidae) eingeführt werden aber auch andere Insektenarten, die beim Einsatz von Insektiziden keine Überlebenschancehn haben, zum Beispiel Apoideae (Wildbienen, Furchenbienen) und ganz besonders langlebige Arten wie die Kamelhalsfliegen (Raphidioptera). Das Ökosystem Rebflächen entwickelte sich durch den Verzicht auf Insektizide zu einem relativ stabilen System.

Der außerordentlich erfolgreiche, großflächige Einsatz von Pheromonen zur Regulierung ist ein exzellentes Beispiel dafür, dass intelligente biotechnische Methoden eine nachhaltige und gleichzeitig kostengünstige Lösung von Problemen mit Schaderreger in der Landwirtschaft sein können.

Literatur: Kast, W. K. (1997): Flurbereinigte Weinberge - Stiefkinder der Ökologen. Schwäbische Heimat 48(2), 144 - 149.

Walch, H. (1991): Faunistisch-ökologische Untersuchungen in flurbereinigten Weinbergen im mittleren Neckarraum. Diss. Universität Hohenheim, 235pp.

Bienenschäden 2008 im Rheintal - Analytik, Ursachen, Konsequenzen

Armin Trenkle, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe

Ende April Anfang Mai 2008 kam es im Rheintal zwischen Rastatt und der Schweizer Grenze zu einer nahezu flächendeckenden und zunächst unerklärlichen Schädigung der Bienenvölker. Zur gleichen Zeit wurde in diesem Gebiet der Mais ausgesät, der mit dem extrem bienentoxischen Stoff Clothianidin gebeizt war. Vor allem die Bienenvölker in Nähe der Maisanbauflächen waren besonders betroffen. Zur Klärung des Schadenfalls wurden tote Bienen, Waben, Bienenbrot, Pollen, pflanzliches Material in Nachbarschaft zu den Maisfeldern, Obst, Gemüse und Honig mit der VDLUFA-Methode 3.3.7.1 Methodenbuch Bd. VII auf bienentoxische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) untersucht. Die umfangreichen Untersuchungen und Feldversuche mit verschiedenen Sämaschinen belegten eindeutig einen Zusammenhang zwischen der Maisausaat und dem Bienensterben in der Rheinebene. Ältere Maschinen, die den clothianidinhaltigen Abrieb nach oben abbliesen, in Verbindungen mit Saatgut, minderer Beizqualität, kontaminierten während der Aussaat die benachbarten blühenden Kulturen. Durch Kontakt mit belasteten Blüten und Pflanzenteilen wurden die Honigbienen vergiftet oder zumindest geschädigt (Abbildung 1).

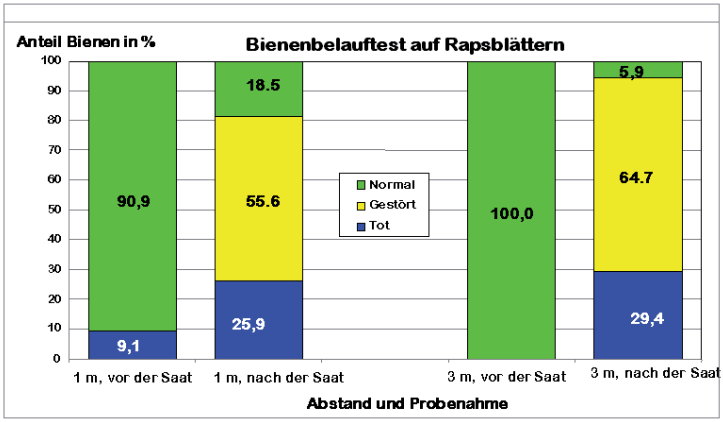


Abbildung 1: Wirkung clothianidinhaltiger Rapspflanzen auf Bienen

Als Konsequenzen dieses dramatischen Schadenfalls dürfen bei der Aussaat mit Saatgut, das mit bienentoxischen gebeizt wurde, künftig nur abluftarme Sämaschinen zum Einsatz kommen. Außerdem muss die Beizung des Saatgutes die vom Hersteller geforderte Qualität erreichen. Deshalb wird in diesem Jahr das gebeizte Saatgut auf Abriebfestigkeit und unerwünschte bienentoxische Wirkstoffe untersucht.

GIS-basierte Modellierung von N-Austrägen in den gefährdeten Grundwasserkörpern Baden-Württembergs als Beispiel für GIS-Anwendungen in der Landwirtschaft

Therese Hintemann, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Margarete Finck, Karlsruhe, Insa Otten, Karlsruhe, Martina Reinsch, Karlsruhe

Im Rahmen der Umsetzung der WRRL in Baden-Württemberg sollte die Emissionssituation für 23 hinsichtlich der Nitratbelastung als gefährdet eingestufte Grundwasserkörper (gGWK) dargestellt und bewertet werden. Zur Abschätzung der wesentlichen N-Austragspfade und -quellen wurde das GIS-basierte Modell STOFFBILANZ der TU Dresden weiterentwickelt. Ziel war eine transparente und nachvollziehbare Berechnung, welche die regionalspezifische Bewirtschaftung abbildet und einfach durchführbar ist.

Das auf Rasterdaten basierende Modell berechnet auf Grundlage von statistischen Daten zunächst kulturspezifische N-Salden. Auf dieser Basis werden entsprechend der Kulturartenverteilung die N-Bilanzen für verschiedene Hauptnutzungsformen ermittelt, deren regionale Zuordnung zuvor anhand von Satellitenbildern (LandSat-Daten) erfolgte. In einem weiteren Berechnungs-schritt werden die atmosphärische Deposition, die Denitrifikation im Boden und gegebenenfalls die erhöhte N-Nachlieferung aus Moorböden einbezogen, um unterschiedliche Standortfaktoren auf Rasterebene zu berücksichtigen. Auf der gleichen Ebene wird die Nitratkonzentration im Sickerwasser durch den Bezug der N-Salden auf die mit dem Grundwasserneubildungsmodell (GWN_BW) berechnete Sickerwassermenge ermittelt.

Für alle 23 gGWK wurden flächendeckend Berechnungen für die Zeiträume 1980, 1995 und 2005 durchgeführt. Ergebnisse sind räumlich differenzierte Karten zum N-Saldo [kg N/ha] und zur Nitratkonzentration im Sickerwasser [mg NO3/l]. Letztere wurde anhand von Messungen der Nitratkonzentrationen im Grundwasser plausibilisiert.

Mit den Karten zur Nitratbelastung und den regionalspezifischen Informationen zu Bodeneigenschaften, Sickerwassermengen und landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsweise liegen fachliche Grundlagen für eine gezielte Maßnahmenplanung zur Reduzierung des Nitratgehalts im Grundwasser vor. Besonders vorteilhaft ist die hohe Auflösung (Gemarkungen) bei der Abbildung von Maßnahmen.

Ergebnisse der Modellierung des Stickstoffaustrags am Beispiel des gefährdeten Grundwasserkörpers Rhein-Neckar

Insa Otten, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Margarete Finck, Karlsruhe, Therese Hintemann, Karlsruhe, Martina Reinsch, Karlsruhe

Als Beispiel für einen gefährdeten Grundwasserkörper (gGWK) werden das Gebiet des gGWK Rhein-Neckar, bestehend aus 17 Gemeinden mit einer Flächenausdehnung von 47400 ha, und die für dieses Gebiet berechneten N-Salden und Nitratkonzentrationen im Sickerwasser dargestellt. Im Modell STOFFBILANZ_BW wird vereinfachend angenommen, dass der N-Saldo komplett in das Sickerwasser eingetragen wird. Mit dem Modell sind die Stickstoffausträge im Bereich der gefährdeten Grundwasserkörper in Baden-Württemberg mit einer räumlichen Auflösung von 250 x 250 m für die Jahre 1980, 1995 und 2005 berechnet worden.

Die dem Modell zugrundeliegenden Landnutzungsdaten (LandSat 1975, 1993 und 2000) zeigen über die Jahre einen Rückgang der Ackernutzung um 10 % sowie einen deutlichen Rückgang der Grünlandnutzung um 61 %. Im Jahr 2005 beträgt die Ackerfläche 14000 ha und die Grünlandfläche 2050 ha. Die Sied-lungsfläche ist im gleichen Zeitraum um 42 % auf knapp 16000 ha gestiegen.

Die Modellberechnungen ergeben im gGWK Rhein-Neckar flächenhaft deutlich rückläufige Stickstoffüberschüsse, die bereits jetzt mit Ausnahme noch vorhan-dener regionaler und lokaler Belastungsschwerpunkte auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau liegen. Dabei ist der Rückgang sowohl der N-Salden als auch der Nitratkonzentration unter Ackernutzung im Vergleich zur Landwirtschaftsfläche und zur Gesamtfläche des gGWK am stärksten. Der Flächenanteil der Raster, die eine Nitratkonzentration über 50 mg NO3/l aufweisen, ist im Betrachtungszeitraum von anfänglichen 53 % (1980) auf 14 % (2005) zurückgegangen. Zum rückläufigen und damit positiven Trend haben Bewirtschaftungsfaktoren wie der Rückgang der mineralischen und organischen Düngung beigetragen sowie steigende Erträge, welche die kulturspezifischen N-Salden haben sinken lassen. Der hohe Anbauumfang von Kulturen mit stark rückläufigem N-Saldo (z.B. Körnermais, Zuckerrüben und Winterweizen) trägt hier ganz besonders zur Verringerung des N-Saldos im Ackerbau bei. Hinzu kommt der Rückgang der atmosphärischen Deposition, der sich auf die N-Salden aller Hauptnutzungsformen reduzierend ausgewirkt hat. Gegenläufige Faktoren wie Grünlandumbruch haben die Trendentwicklung abgeschwächt, aber nicht oder nur auf kleinräumiger Betrachtungsebene umgekehrt.

Zu beachten ist, dass die sehr niedrigen Sickerwassermengen im westlichen und teilweise im zentralen Bereich des gGWK bereits bei geringen Stickstoffausträgen zu hohen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser führen.

Auch wenn daher die aktuelle Landnutzung und Bewirtschaftungsweise (Kulturarten, bedarfsangepasste Düngung) sich schon recht positiv entwickelt haben, sind zusätzlich grundwasserentlastende Maßnahmen erforderlich, damit der „gute Zustand“ im Grundwasser nach WRRL in absehbarer Zeit erreicht wird.

Unterschiede im Restnitratgehalt nach dem Anbau von Körner- und Saatmais

Karin Bechtold, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Walter Übelhör, Karlsruhe

Im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) Baden-Württembergs werden jährlich zum Vegetationsende die Böden in Wasserschutzgebieten in 3 Schichten bis 90 cm Tiefe auf Rest-Nitratgehalte kontrolliert.

Für die Auswertung wurden die 10 Gemarkungen des südlichen Oberrheins mit der häufigsten Saatmaisproduktion im Untersuchungszeitraum 1991 - 2008 selektiert. Die im Vergleich größere Anzahl der jedes Jahr beprobten Standorte (n von 50 - 300, im Mittel 120) hat sich dabei im Laufe der Jahre von Körnermais nach Saatmais verschoben. Nur in wenigen Jahren war die Beprobungshäufigkeit der beiden Maisnutzungen ähnlich.

Ein Problem bei der Saatmaiserzeugung ist der geringere Ertrag und damit auch der geringere Stickstoffentzug der Inzuchtlinien und Einfachhybriden im Vergleich zum Körnermais. Erst im Jahr 2003 wurde mit dem Ermitteln von Ertragszahlen für die seltene Kultur Saatmais, die aus klimatischen Bedingungen nur in diesem Gebiet im Süden Deutschlands angebaut wird, begonnen, um gemäß der Düngeverordnung nach Entzug düngen zu können.

Mit der Novellierung der SchALVO 2001 wurden die Landwirte dazu verpflichtet eine Untersaat bzw. Gründüngung in die Kultur Saatmais nach abgeernteter Vaterreihe einzusäen. Bei der Körnermaisproduktion ist eine Begrünung freiwillig.

Auf dem Poster werden die Entwicklung des Rest-Nitratgehaltes und der Anteil der Flächen mit Zwischenfrucht an der Gesamtfläche je Kultur über die Jahre dargestellt. Bis 1994 hinterlässt Körnermais im Vergleich mit Saatmais die höheren Restnitratwerte. Ab 1995 ist dieses Verhältnis umgekehrt. Der Anteil begrünter Flächen liegt bei Saatmais bei ca. 80 %. Zwischen 1993 und 2000 wurden auch Körnermaisflächen zu ca. 50 % begrünt. Auffallend ist der ab 2004 bei Saatmais abnehmende Zwischenfruchtanteil.

Eine weitere Abbildung zeigt das Verhältnis des Rest-Nitratgehaltes der beiden Maisnutzungen zur Standardkultur Getreide, die bezüglich des Nitratgehaltes relativ stabil ist. Während bis 2005 die Nitratgehalte nach der Maisnutzung zum Teil in doppelter und auch dreifacher Höhe über dem Getreide lagen, hat sich dieses Verhältnis in den letzten drei Jahren stark verbessert. Die Bodengehalte der beiden Maisnutzungen liegen nahe an denen des Getreides oder relativ häufig sogar darunter.

Darstellung der Grundnährstoffversorgung der Böden Baden-Württembergs im Internetangebot des LTZ Augustenberg

Heiner Hartwig, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Walter Übelhör, Karlsruhe

In Baden-Württemberg ist das Landwirtschaftliche Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg zuständig für die Bodendatenbank Grundnährstoffe. In dieser Datenbank werden u.a. die Untersuchungsergebnisse der wichtigsten Bodenparameter (P, K, Mg und pH) festgehalten. Ziel ist es möglichst verlässliche Aussagen über die Versorgungssituation der Böden treffen zu können. Seit 1995 haben sich über 1,15 Million Ergebnisse angesammelt und ermöglichen so auch Aussagen über zeitliche Entwicklungen.

Anschließend an die Bodenanalyse erfolgt nach den aktuell gültigen Regeln eine Einstufung des Messwertes in Abhängigkeit von Nutzung und Bodenart in ein 5-klassiges System (A bis E). Eine übersichtliche Darstellung zum Vergleich von einzelnen Regionen Baden-Württembergs wird möglich, wenn man aus der Klassenverteilung einer Region eine Maßzahl ermittelt. Der prozentuale Anteil einer Klasse wird dabei mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert und dann die fünf Produkte addiert. Es wurden subjektiv Grenzen festgelegt und den errechneten Maßzahlen wird entsprechend eine Zustandsstufe und Farbe zugewiesen.

Nach diesem Schema bzw. nach den oben genannten Kriterien wurden zuerst die Kennzahlen errechnet und dann verschiedene Karten erstellt, die im November 2007 zum ersten Mal im Internet zum Abruf bereitgestellt wurden. Die 32 aktuellen Karten sind über das Internetangebot des LTZ Augustenbergs (www.ltz-augustenberg.de) abrufbar. Das Datenmaterial wurde nach folgenden Kriterien selektiert und ausgewertet:

- 2 Zeiträume (1995 - 2000, 2001 - 2007)
- 4 Nutzungen (Acker, Grünland, Obst, Reben)
- 4 Nährstoffe (pH-Wert, Phosphor, Kalium, Magnesium)

Mit diesem Verfahren kann leicht eine Darstellung mit unterschiedlichen Abgrenzungen wie Gemarkung, Gemeinde, Kreis oder Regierungsbezirk realisiert werden.

Im Internetangebot des LTZ Augustenberg sind gegenwärtig die Karten auf Gemeindebasis als GIF-Datei mit einer Pixelzahl von 6.600 mal 8.400 (entspricht 55 Megapixel) gespeichert. Damit kann sich der Anwender einen Überblick über ganz Baden-Württemberg verschaffen. Die große Pixelzahl gibt ihm jedoch auch die Möglichkeit, eine relativ kleine Region vergrößert darzustellen und die Bildqualität ist immer noch sehr gut.

Freisetzung von klimarelevanten Gasen bei Einsatz eines Gärrestes mit Zusatzstoffen in einem Laborversuch

Friedhelm Herbst, Universität, Halle/S., Wolfgang Gans, Halle/S., Florian Stange, Halle/S.

In einem BMELV-Projekt wird an der Freisetzung der Gase CO2, CH4, N2O und NH3 nach der Ausbringung von Gärresten aus Biogasanlagen mit nachwachsenden Rohstoffen gearbeitet. Dabei werden verschiedene Applikationsmethoden und Zusatzstoffe untersucht, die eine Minderung der Freisetzung bewirken könnten. Im Poster wird über die Ergebnisse eines Laborversuches berichtet, in welchem Gärrest gemeinsam mit Stroh, Rübenblatt und Silosaft appliziert wurde. Der verwendete Boden war ein lehmiger Sand mit einem pH-Wert von 5,4 und einem Wassergehalt bei Versuchsansatz von 35% der maximalen Wasserkapazität. Der Gärrest stammte aus einer Biogasanlage mit einer Monovergärung von Maissilage und hatte einen pH-Wert von 8,0. Die applizierte Gärrestmenge betrug äquivalent 100 kg NH4-N/ha.

Der Einsatz des Gärrestes erhöhte die Freisetzung aller Gase, am stärksten von Lachgas und Kohlendioxid. Der gemeinsame Einsatz zusammen mit Stroh senkte die Freisetzung von Ammoniak und Lachgas, erhöhte die Kohlendioxidfreisetzung und hatte auf die Methanfreisetzung keinen Einfluss. Durch den Einsatz mit Rübenblatt wurde nur die Ammoniakfreisetzung gesenkt und die Freisetzung der übrigen Gase erhöht. Der Silosaftzusatz erhöhte die Freisetzung aller Gase.

Über die CO2-Äquivalente der Gase wurde eine Summenbildung über alle Gase vorgenommen. Dabei kann die Summe als „Klimawirkung“ betrachtet werden. Für Rübenblatt und Silosaft wurde auf die Weise eine negative und für Stroh eine positive Wirkung ermittelt. Der gemeinsame Einsatz mit Stroh senkte die Freisetzung von CO2-Äquivalenten auf 77 % (um 23%) im Vergleich zu ohne Zusatz. Die Summe der Freisetzung von NH3-N und N2O-N in absoluten N-Mengen wird als „N-Wirkung“ bewertet. Diese ist für den Zusatz von Stroh positiv und für Rübenblatt und Silosaft negativ.

Die Ursachen für die Wirkungsunterschiede sind in der differenzierten chemischen Zusammensetzung der Zusatzstoffe zu sehen. Der hohe Anteil an leicht abbaubaren organischen Substanzen beim Rübenblatt und Silosaft begünstigte offensichtlich die Freisetzung der Gase. Dagegen wirkte beim Stroh seine N-immobilisierende Wirkung der N-Freisetzung entgegen.

Die erzielten Ergebnisse gelten vorläufig nur für die geprüften Bedingungen und bedürfen einer Überprüfung durch weitere Untersuchungen.

Die Arbeiten wurden mit Mitteln des BMELV / FNR gefördert (FKZ 22025207)

Einsatz des Modells „EROSION-3D“ beim Bodenerosionsschutz im Gemüsebau - dargestellt am Beispiel der Gemeinde Neuhausen/Lkrs. Esslingen

Therese Hintemann, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Erich Unterseher, Karlsruhe

Das Problem von Bodenerosion und Oberflächenabfluss im Lössgebiet auf den Fildern südöstlich von Stuttgart hat seit der Ausweitung des Gemüseanbaus bei Starkregenereignissen deutlich an Schärfe gewonnen. Nachdem in den letzten Jahren infolge von Gewitterregen extreme Schäden auf den Äckern selbst, aber insbesondere auch an Verkehrswegen und an vielen Gebäuden im Ortskern auftraten, wandten sich die Gemeinde Neuhausen sowie die Bodenschutz- und die Landwirtschaftsverwaltung an das LTZ Augustenberg mit dem Anliegen ein erosionshemmendes Bodennutzungskonzept zu entwickeln.

Zunächst wurde eine Ursachenanalyse im Gelände durchgeführt und die Schadensdokumentationen der örtlichen Behörden ausgewertet. Zusätzliche Anhaltspunkte lieferte eine ABAG-basierte Gefährdungskarte. Bei Gesprächen „am runden Tisch“ mit betroffenen Landwirten, den zuständigen Verwaltungen sowie den landwirtschaftlichen Landesanstalten (LVG Heidelberg und LTZ Augustenberg) einigte man sich auf folgende Vorgehensweise:

a) Unter Federführung der Institutionen der Gemüsebauberatung werden Praxis-Anbauversuche durchgeführt, da im Gegensatz zu den ackerbaulichen Hauptfrüchten für die Kulturen im Gemüsebau kaum empirische Daten zu erfolgversprechenden erosionsmindernden Anbauverfahren vorliegen,

b) Parallel dazu werden verschiedene Nutzungsszenarien, u.a. die Nullvariante sowie veränderte Bewirtschaftungsweisen, mittels des bewährten Erosionsprognosemodells „EROSION-3D“ gerechnet - zunächst für ein besonders betroffenes Teileinzugsgebiet der Gemeinde Neuhausen/Lkrs. Esslingen.

Das Modell „EROSION-3D“ ermöglicht:
- einzugsgebietsbezogene (hangbezogene) und
- ereignisbezogene Ergebnisse sowie
- die Identifikation von Abtrags- und Depositionsbereichen.

Auf dieser Datengrundlage können die Effekte unterschiedlicher Schutzmaßnahmen anschaulich räumlich dargestellt werden, was die Akzeptanz des Konzeptes bei den betroffenen Landwirten, Bürgern und Behörden in erheblichem Maß fördert. Dieses Vorgehen hat sich bereits bei einem ähnlich gelagerten Fall im Ortenaukreis/Südbaden bewährt, in welchem amtliche Anordnungen von Maßnahmen nach Bodenschutzrecht zugunsten einer einvernehmlichen vertraglichen Lösung vermieden werden konnten.

Es werden erste Ergebnisse des Vorhabens vorgestellt.

Prüfung einer N-Stabilisierung (N-Form) auf flachgründigen Böden

Markus Mokry, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Mario Müller, Karlsruhe

Auf einem trockenen, flachgründigen Versuchsstandort (max. Durchwurzelungstiefe 60 cm) wurden von 2000 bis 2008 Versuche zur Prüfung der N-Form mit Getreide, Mais und Kartoffeln zu nachfolgenden Versuchsfragen durchgeführt:

- Kann durch Einsatz eines N-Stabilisators die Effizienz der N-Düngung auch auf trockenen und flachgründigen Standorten verbessert werden (veränderte Niederschlagsverteilung!).
- Kann aus Kostengründen die Zahl der N-Teilgaben reduziert werden?
- Welche N-Form ist dann zu wählen?

Tabelle: Erträge im Versuchsmittel

N-Düngung*) (kulturspez.)	Getreide	Körnermais	Kartoffeln
	[dt TM GE/ha] bzw. [rel. zu KAS]		
Kontrolle	21,1	52,9	40,8
KAS (geteilt)	42,8	81,8	64,4
ASS + Entec 26	**100**	**97**	**114**
Alzon 46	**121**	**106**	**--**
Entec 26	**111**	**109**	**113**

Im Versuchsmittel - im Einzeljahr insbesondere zu Mais bei einem Ertragsniveau von 80 bis 90 dt TM/ha noch deutlicher - waren die Erträge der Varianten „ohne N-Aufteilung mit N-Stabilisierung“ in allen Versuchsjahren höher als auf den Kontrollen mit praxisüblicher - aufgeteilter - N-Düngung (s. Tabelle).

Die Rohproteingehalte waren konzentrationsbedingt geringfügig niedriger. Daher sollte im Falle der Produktion von beispielsweise Qualitätsweizen eine entsprechende Düngungsmaßnahme eingeplant werden.

Die N-Ausnutzung war im Versuchsmittel kulturabhängig um etwa 3 bis 10 % (unter Berücksichtigung der N-Nachlieferung des Standortes) mit Stabilisierung höher als in der Kontrollvariante.

Die Nmin-Werte lagen in allen Versuchsjahren - unabhängig von der Düngerform - auf einem standortbedingt sehr niedrigen Niveau. Hieraus ist zu schließen, dass selbst bei einmalig hohen N-Gaben die Gefahr einer unkontrollierbaren N-Auswaschung - selbst ohne Begrünung - gering ist, da eine zeitige N-Gabe mit Stabilisierung regelmäßig auftretende (Frühsommer-) Trockenheit, aber auch längere Regenperioden nur geringe Verluste zur Folge hat bzw. der Stickstoff der wachsenden Pflanze optimal im durchwurzelbaren Bodenraum zur Verfügung steht.

Schätzung teilflächenspezifischer Stickstoff-Responsekurven im Winterraps

Ingo Pahlmann, Universität, Kiel, Ulf Böttcher, Kiel, Karla Müller, Kiel, Henning Kage, Kiel

Zur Entwicklung teilflächenspezifischer Düngealgorithmen, sowie der Abschätzung von Potentialen und Wirkung solcher Algorithmen können Analysen teilflächenspezifischer N-Responsekurven einen wertvollen Beitrag leisten.

Auf Flächen, die eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung besonders lohnend erscheinen lassen, erweist sich die Schätzung solcher Responsekurven nach konventionellen Methoden mittels wiederholter N-Steigerungsstufen jedoch häufig als schwierig oder nicht möglich.

Zur Erhebung des Ertrages in einer N-Steigerungsstufe mittels Parzellendrusch lässt sich diese Parzelle nicht beliebig verkleinern. Folglich bewirkt die typische, hohe kleinräumliche Variabilität der für eine teilflächige Bewirtschaftung interessanten Flächen, dass Bereiche, welche in sich als homogen angesehen werden können, nur für die Erhebung weniger Messpunkte ausreichend Platz bieten. Dies führt dazu, dass die Zahl der Messpunkte häufig nur knapp die Zahl der aus ihnen zu schätzenden Parameter übersteigt.

Auf mit Winterraps bestellten Betriebsschlägen des Versuchsgutes Hohenschulen, Kiel, wurden in den Jahren 2005 und 2006 Versuche zur Variabilität von Standortfaktoren und Bestandesparametern durchgeführt.

Entsprechend der hohen kleinräumigen Variabilität der Schläge stellte sich das Problem, die jeweiligen 4 N-Stufen an einer Position nicht wiederholt anlegen zu können, ohne den in sich homogenen Teilflächencharakter an den jeweiligen Positionen zu verlieren.

Mit verschiedenen Ansätzen wurde aus den Ergebnissen des Parzellendrusches der N-Steigerungsstufen für jede dieser Positionen eine teilflächenspezifische N-Responsekurve geschätzt. Dabei wurden verschiedene Funktionsformen und eine alternative Vorgehensweise bei der Parameterschätzung auf Ihre Eignung zur Beschreibung von Teilflächen hin untersucht.

An den Daten der Jahre 2005 und 2006 konnte gezeigt werden, dass ein Schätzverfahren mittels teilflächenübergreifender Parameterschätzung zu einer Reduktion der zu schätzenden Parameterzahl und verbesserten Ergebnissen führen kann. Gleichzeitig führt dieser Ansatz zu einem leicht zu beherrschenden und gleichzeitig flexiblen N-Responsekurven-Modell, das es erlaubt in einfacher Weise Aussagen über Effekte und Potentiale teilflächenspezifischer N-Düngung zu treffen.

Wirkung von Komposten und Wirtschaftsdüngern in Kombination mit steigender mineralischer N-Düngung auf Ertragsleistung und N-Haushalt

Erhard Albert, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Leipzig, Patricia Daubitz, Leipzig

In einem 1996 auf einem Löss-Lehm-Standort angelegten statischen Düngungsversuch wird die Wirkung von Stallmist, Gülle, Bio- und Grüngutkompost (jeweils 150 kg Gesamt-N/ha alle 3 Jahre) in Kombination mit steigendem mineralischen Stickstoffeinsatz auf die Ertragsleistung von Silomais, Winterweizen und Wintergerste untersucht. Des Weiteren wurde der Einfluss der differenzierten Düngung auf N-Bilanzsalden, N-Verwertung, Netto-N-Mineralisierung und Nmin-Gehalte nach der Ernte analysiert.

Steigender mineralischer N-Einsatz bewirkte bei Winterweizen und Wintergerste sehr hohe Mehrerträge. Bei Silomais fielen diese wesentlich geringer aus. Die Wirkung von Stallmist und Gülle war vor allem bei unterlassener und suboptimaler mineralischer N-Düngung bemerkenswert hoch und die der Komposte wesentlich geringer. Mit steigendem mineralischen N-Einsatz nahm die Vorteilswirkung der organischen Düngung zwar ab, sie konnte aber auch durch optimale mineralische Stickstoffgaben nicht voll substituiert werden. Die Ertragsreaktion der angebauten Fruchtarten auf die organische Düngung war nicht einheitlich. Silomais und Winterweizen profitierten von der organischen Düngung wesentlich stärker als die Wintergerste in abtragender Fruchtfolgestellung.

Die N-Bilanzsalden wurden stark von der Höhe der mineralischen N-Düngung beeinflusst. Sie lagen in den Prüfgliedern mit organischer Düngung stets auf höherem Niveau.

Mit steigender mineralischer N-Düngung wurde sowohl die N-Verwertung aus organischen Düngern als auch die Netto-N-Mineralisierung vermindert. Dabei erreichte Gülle die höchsten Werte und die Komposte die geringsten. Die Nmin-Gehalte nach der Ernte nahmen mit steigender mineralischer N-Zufuhr vor allem in Verbindung mit Gülledüngung deutlich zu.

Nach 12-jähriger Versuchsdurchführung waren die Effekte auf den Humusgehalt, den Nt-Vorrat und bodenphysikalische Kenngrößen noch vergleichsweise gering und ließen sich statistisch nicht sichern.

Einfluss der Biokompostdüngung auf Kenngrößen der Wasserstabilität in einem Luvisol

Rudolf Schulz, Universität Hohenheim, Stuttgart, Riyad Al Sharif, Stuttgart, Jörn Breuer, Stuttgart, Torsten Müller, Stuttgart

Seit 1997 wird in einem Langzeitfeldversuch ausgereifter Biokompost entsprechend 100 bzw. 400 kg Gesamt-N ha-1a-1 (ca. 10 bzw. 40 t TS ha-1a-1) ± bedarfsgerechter mineralischer Düngung zu W-Weizen, Mais und S-Gerste (Fruchtfolge) ausgebracht und mit einer optimierten mineralischen N-Düngung sowie einer Kontrolle ohne Düngung verglichen. In der Variante mit hoher Kompostgabe ohne mineralische Ergänzungsdüngung wurde seit 2003 kein Kompost mehr ausgebracht („Nachhaltigkeitsuntersuchung“).

Im Jahr 2008 nach über 10 Jahren Versuchsdauer wurde überprüft, ob durch den infolge Biokompostausbringung erwarteten erhöhten Gehalt an organischer Substanz die Bodenstruktur im Oberboden messbar verbessert wurde.

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Oberboden erhöhte sich signifikant in der Reihenfolge: Kontrolle = mineralische N-Düngung < 100 kg N ha-1a-1 Biokompost (± mineral. N-Düngung) = 400 kg N ha-1a-1 Biokompost bis 2003 < 400 kg N ha-1a-1 Biokompost und korrelierte positiv (r2=0,81) mit der durch die Perkolationsmethode bestimmten Stabilität der Bodenaggregate von 1-2 mm Ø, die ebenfalls in der genannten Reihenfolge signifikant anstieg. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Untersuchung der Wasserstabilität der Aggregate < 0,25 mm Ø mit einem Nasssiebungsverfahren.

Die infolge Kompostdüngung verbesserte Bodenstruktur dürfte eine wesentliche Ursache für die im Vergleich zur optimierten mineralischen N-Düngung erhöhten Erträge bei den Düngungsvarianten 100 kg N ha-1a-1 Biokompost (+ mineral. N-Düngung) und 400 kg N ha-1a-1 Biokompost sein.

Anorganische und organische S-Fraktionen nach langjähriger mineralischer und organischer Düngung

Saskia Förster, Universität Bonn, Gerhard Welp, Bonn, Heinrich Scherer, Bonn

Für die Untersuchungen wurden Bodenproben eines seit 1962 laufenden Dauerdüngungsversuchs des Agrikulturchemischen Instituts (jetzt: INRES-Pflanzenernährung) der Universität Bonn in Meckenheim verwendet. Beim Boden handelt es sich um eine Parabraunerde aus Löß (18 % Ton, 76 % Schluff, 6 % Sand). Die Fruchtfolge ist dreigliedrig (Hackfrucht - Getreide - Getreide). Folgende Düngungsvarianten wurden untersucht: Mineraldünger als Kontrolle (MIN), 4,5 t und 9 t Stallmist-TM ha-1 (FYM), 30 t und 120 t Kompost-TM ha-1 (COM) und 5 t und 20 t Klärschlamm-TM ha-1 (SS). Die organische Düngung erfolgt alle drei Jahre vor der Hackfrucht.

Mittels einer sequenziellen Extraktion wurden die Gehalte an wasserlöslichem und adsorbiertem Sulfat-S quantifiziert. Nach einer HI-Reduktion und einer Gesamtschwefel-Bestimmung wurden die Gehalte an Sulfatestern (C-O-S) und direkt an C gebundenem Schwefel (C-S) berechnet.

Sowohl die Gesamtgehalte an Schwefel als auch die S-Mengen in den untersuchten Fraktionen sinken in Abhängigkeit von der Düngung in der Reihenfolge COM > SS > FYM > MIN. Die organisch gedüngten Varianten sind somit gegenüber der rein mineralisch gedüngten Kontrolle nicht nur im Hinblick auf den Vorrat an organischem Schwefel, sondern auch im Hinblick auf den leicht verfügbaren anorganischen Schwefel im Vorteil. Bei allen Varianten liegt dabei der größte Teil des Schwefels in organischer und nur ein geringer Teil in anorganischer Form vor. Der Anteil an Sulfatestern ist stets deutlich höher als der Anteil des direkt an C gebundenen Schwefels.

Bodenproben der mineralisch gedüngten Variante und der Varianten mit der jeweils hohen organischen Düngerzufuhr wurden genutzt, um Bodenaggregate verschiedener Größen zu gewinnen (< 0.002 mm, 0.002 mm - 0.02 mm, 0.02mm - 2 mm). In diesen Proben wurden ebenfalls die oben genannten S-Fraktionen analysiert. Die einzelnen Aggregatfraktionen weisen bei abnehmender Größe einen steigenden Schwefelgehalt auf. Da die kleineren Aggregate jedoch nur einen sehr geringen Teil an der Gesamtbodenmasse ausmachen, ist ihr Einfluss auf den Gesamtschwefel-Gehalt des Bodens im Vergleich mit den größeren Aggregaten eher gering.

Wirkung von Schwefel aus Biogasgärresten auf Ertrag und Qualität von Weizen

S. Von Tucher, Freising, S. Bermuth, Freising, H. Wieser, Freising, U. Schmidhalter, Freising

Keine Kurzfassung vorhanden.

Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts

E.E.Y. El-Badrawy, A.H.M. Ramadan, A.A.A. Selo, Home Economics Dept., Faculty of Specific Education, Mansoura University, Mansoura, Egypt

Tomato peel extracts obtained by using different solvents; petroleum ether, chloroform, ethyl acetate and methanol were assayed for their antioxidant activity. Preliminary chemical composition, minerals content, amino acids, fatty acids and phenolic compounds of the peels were determined. Antioxidant activities of the extracts were evaluated by determination of peroxide, malondialdhyde (MDA), P-anisidine and total carbonyl values during four weeks storage of cottonseed oil at 60ºC. Also, the 1, 1- diphenyl-2-picrylhydrazine (DPPH) radical scavenging was carried out. The results revealed that most of the extracts showed significant increases in DPPH scavenging activity as compared to butylated hydroxy toluene (BHT), an artificial antioxidant. On the other hand, significant decreases in peroxide, P-anisidine, MDA and carbonyl values were observed in the oil samples treated with the extracts in comparing with the untreated sample (control).

Möglichkeiten und Grenzen für die Verbreitung moderner Agroforstsysteme in Baden-Württemberg

Anja Chalmin, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Rheinstetten

Im Rahmen des Vortrags/Posters sollen folgende Themen erläutert werden:

- die Definition von Agroforstsystemen;
- der aktuelle Stand der Verbreitung traditioneller und moderner Agroforstsysteme in Baden-Württemberg;
- die Unterschiede zwischen traditionellen und modernen Agroforstsystemen (anhand von Erläuterungen, begleitet durch Abbildungen aus dem Land Baden-Württemberg);
- die Möglichkeiten der Etablierung von Agroforstsystemen in Baden-Württemberg aus betriebswirtschaftlicher, rechtlicher und naturschutzfachlicher Sicht;
- die Grenzen der Etablierung von Agroforstsystemen in Baden-Württemberg aus betriebswirtschaftlicher, rechtlicher und naturschutzfachlicher Sicht.

Ergebnisse einer Langzeituntersuchung zur Charakterisierung und Optimierung von NawaRo-Biogasanlagen

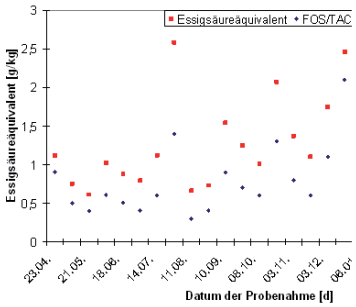
Jenny Roitsch, Universität Bonn, Wolfgang Büscher, Bonn

Die energetische Nutzung von Biomasse in Biogasanlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme ermöglicht eine Verringerung der Treibhausgas-Emissionen. Allerdings lässt sich der Beitrag zum Umweltschutz nur realisieren, wenn die eingesetzte Anlagentechnik und das Anlagenmanagement als optimal einzustufen sind. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wird eine Verfahrensbewertung von Nawaro-Biogasanlagen durchgeführt, um aus einer Schwachstellenanalyse, die technische und biologische Aspekte berücksichtigt, Optimierungspotenziale abzuleiten. Es erfolgte eine intensive Anlagenbetreuung von 12 Monaten, um einen kompletten Jahreszyklus bewerten zu können.

Methodische Vorgehensweise

In Zusammenarbeit mit der LUFA Oldenburg wurden folgende Parameter im 2-wöchigen Rhythmus untersucht: pH-Wert, TS, oTS, Leitfähigkeit, Salzgehalt, NH4-N, FOS/TAC und Fettsäuren. Das Gärsubstrat aus den Fermentern wurde zusätzlich auf einen Spurenelementmangel überprüft. Darüber hinaus wurden die Inputmaterialien auf ihre Inhaltstoffe analysiert. Spezielle Gärtests lieferten Erkenntnisse bzgl. des Gärrestpotenzials im Endlager. Zur Einschätzung aller technischen und energetischen Prozessparameter wurden die täglichen Inputmengen sowie die Massenanteile der Substratkomponenten erfasst. Die Laufzeiten und Intervalle von Feststoffdosierern, Rühwerken und Pumpen wurden dokumentiert. Weitere wichtige Prozessparameter waren Temperatur, Gasmenge, thermische Leistung und elektrische Leistung, Eigenstromverbrauch der Anlage sowie die Betriebsstunden des Blockheizkraftwerkes. Auch die betrieblichen Störfälle der Biogasanlage wurden erfasst und ausgewertet, um die Optimierung technischer Aspekte gewährleisten zu können. Als zusätzliche Methode wurde das Qualitätssystem nach dem DLG QMS-Biogas angewendet. Das Hauptanliegen des QM-Systems ist die Optimierung von Prozessen der Verfahrenstechnik, des Umweltschutzes, der menschlichen Kompetenz, der betrieblichen Transparenz und der Wirtschaftlichkeit. Ergebnisse dieses QM-Systems fließen in die Schwachstellenanalyse ein.

Ausgewählte Ergebnisse



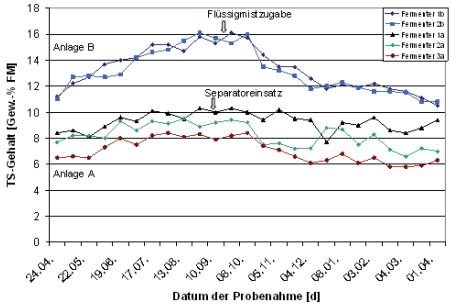


Abb.1: Essigsäureäquivalente und FOS/TAC-Werte im Zeitverlauf Abb. 2: Anstieg des TS-Gehaltes

1. Die biologische Prozessstabilität war während des Versuchszeitraumes vorhanden (s. Abb.1).

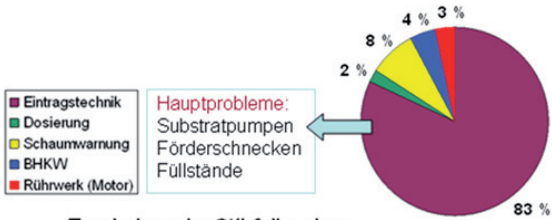
2. Als problematisch erwies sich dagegen der Anstieg des TS-Gehaltes bei beiden Anlagen, so dass Gegenmaßnahmen getroffen werden mussten, um die Rühr- und Pumpfähigkeit nicht einzuschränken (s. Abb. 2).

3. Durch die fehlende Folienabdeckung der Maissilage konnte eine deutliche Nacherwärmung verbunden mit Energieverlusten festgestellt werden. Qualitätsverluste lagen besonders in den Randbereichen des Silos vor.

Tab.1: TS- und Energiegehalte (NEL) der Maissilage aus verschiedenen Schichten

	oben	**mitte**	**unten**
TS (%)	19,1	28,3	31,2
NEL (MJ/kg)	6,2	6,8	6,7

4. Die Auswertung der Störfallanalyse hat ergeben, dass besonders die Eintragstechnik Probleme bereitet.



Ergebnisse der Störfallanalyse

5. Die Ergebnisse aus Qualitätsmanagement und Zertifizierung sind im Sommer 2009 zu erwarten.

Sago Factory waste water purification in the Salem region of Tamil Nadu, South India using a biogas plant

Gero Benckiser, Universität Gießen, Ranjith Kumar, Gießen, Maya Soora, Gießen, Dananjeyan Balachandar, Gießen, Krishnamurthy Kumar, Gießen

In the Salem district 700,000 t Cassava tubers are annually produced for starch extraction and are processed in approximately 1000 factories with capacities of 2 to 10 t starch per day. The total Indian Cassava tuber production amounts to 5.8 x 106 tonnes. Starch extraction from tubers and its conversion into commercial sago, needs a lot of water, 30000 to 40000 l per t starch. Since the Salem district suffers under water shortage Sago factory owners are interested in reusing purified waste waters for starch extraction.

Sago factory waste waters, released during the whole year, are differ-rently composed. Between waste waters of the Cassava tuber delivering campaign (season) and the off-season, where dried proportions of the first extraction of the season are further processed, differences exhibit mainly in the organic carbon and nitrogen loads as e.g. total solids and volatile solids in the waste water. Generally Sago factory waste waters are acidic (pH 4.5-5.3), contain cyanides (strong respiration inhibitors), and develop awful odours due to spontaneous fermentations. For reducing environmental impacts some Sago factory owners have invested into biogas plants through which roughly one third to half of the produced waste water is channelled.

For developing a sophisticated water purification system we started to characterize the waste water for various chemical and microbial parameters. The purification success of the biogas plants is judged comparing parameters of in- and outflows from biogas plants of differently sized Sago factories. First results reveal that the cyanide contents may range between 0.01 and 1.02 mg CN L-1 (cyanide toxicity threshold 5 µg CN L-1), the fermenting, methanogenic and denitrifying bacteria between 107 and 109, 400 and 106, 180 and 360 cfu ml-1, respectively. Though CN seems to serve bacteria as N-source and biogas plants unravel a certain purification success, the fact that only proportions of the waste water are presently channelled through a biogas plant recalls further purification steps.

Auswirkung langjähriger pflugloser Bodenbearbeitung auf Gefügeeigenschaften

Rainer Paul, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena

Pfluglose Bodenbearbeitung verändert das Gefüge. Besonders auffallend sind diese Veränderungen im Anschluss an die gelockerte Schicht. Berichtet wird von einer Verbesserung technologischer und für die Pflanzenentwicklung wichtiger Eigenschaften. So wird der Boden stabiler und früher sowie mit höheren Lasten befahrbar, kann aber von den Wurzeln gut erschlossen werden. Die Drainageleistung soll sich verbessern, ebenfalls die Speicherfähigkeit für Bodenwasser. Das wäre durch die Neubildung von Mittelporen möglich. Schließlich erhöht die Humusauflage den Gehalt an Dauerhumus im Boden und bildet so eine Senke für CO2.

Die Gefügeverbesserungen werden wesentlich von einem wachsenden Besatz mit tiefgrabenden Regenwürmern herbeigeführt. Sie schaffen Poren mit sehr hoher Drainageleistung und transportieren organische Substanz in tiefere Bodenschichten.

Untersuchungen auf praxisüblich bewirtschafteten Bodendauerbeobachtungsflächen bestätigen eine Zunahme der Trockenrohdichte in der nicht mehr gelockerten Bodenschicht. Damit verbessert sich auch die Tragfähigkeit des Bodens. Ebenso nimmt die Stabilität der Aggregate dieser Schicht erheblich zu.

Die Dichtezunahme erfolgt aber auf Kosten des Grobporensystems. Betroffen sind zunächst die weiten, dann die engeren Grobporen.

Zwar wird der Verlust mit Neubildungen von Bioporen in Grenzen ausgeglichen, dennoch vermindert sich die Durchlässigkeit für Wasser und Gase. Offensichtlich zerstören knetende Druckwirkungen die Kontinuität dieser Poren. So bleibt die Durchlässigkeit des Bodens auch bei Grobporenvolumina > 8 % unzureichend.

Die Wasserspeicherfähigkeit verbessert sich scheinbar, weil sich der Volumenanteil an Bodenluft vermindert. Betrachtet man die Masseanteile, erkennt man keine Veränderung bzw. bei fortgeschrittener Verdichtung eine Abnahme des Wassergehaltes, wenn enge Grobporen verloren gehen. Der Mittelporengehalt bleibt unverändert.

Die Zunahme der Aggregatstabilität resultiert aus der Umformung krümeliger Aggregate zu Polyedern hoher Dichte. Deren Porensystem besteht vor allem aus Feinporen. Die Pflanzenwurzeln können diese Poren nicht erschließen. Verbesserungen sind nur möglich, wenn diese Aggregate aufgelöst und neue aus den Fragmenten aufgebaut werden können. Im dichten Bodenverband ist das nicht zu erwarten, wohl aber, wenn sie mit wendender Bearbeitung an die Oberfläche gebracht werden. Ebenso langjährige Beobachtungen auf periodisch gepflügten Ackerflächen zeigen, dass das Pflügen Grobporengehalt und Durchlässigkeit verbessert und diese Eigenschaften in den pfluglosen Perioden auf höherem Niveau erhalten bleiben.

Vorteilswirkungen der pfluglosen Bodenbearbeitung auf das Gefüge sind unter Praxisbedingungen auch auf scheinbar gut geeigneten Böden nicht sicher.

Bodenbiologische Auswirkungen einer mehrjährigen Applikation unterschiedlicher organischer und mineralischer Dünger auf Wiese und Mähweide

Holger Flaig, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Martin Elsäßer, Aulendorf

In einem langjährigen Versuch des LAZBW Aulendorf wurden auf einem normalerweise nach biologisch-dynamischen Gesichtspunkten wirtschaftenden Betrieb im württembergischen Alpenvorland acht unterschiedliche Düngesysteme mit verschiedenen organischen und mineralischen Düngern in ihrer Wirkung auf Dauergrünland verglichen. Die Varianten wurden sowohl unter Wiesen- als auch unter Mähweidenutzung (2 Weidegänge im Jahr) geprüft. Die bodenbiologischen Abschlussuntersuchungen mit Probenahme 2005 umfassten die Bestimmung der mikrobiellen Biomasse (über substratinduzierte Respiration), die Stickstoffmineralisierung und den P-Umsatz (Aktivität der alkalischen Phosphatase). Diese Parameter wurden differenziert nach den Horizonten 0-10 und 10-30 cm analysiert.

Die Untersuchung der mikrobiellen Biomasse ergab insbesondere bei Schnittnutzung teilweise erhebliche Unterschiede innerhalb der einzelnen Wiederholungen einer Düngevariante. Bei der Analyse der alkalischen Phosphatase waren solche Unterschiede noch augenfälliger. Als bestimmender Faktor wurde der pH-Wert des Bodens herauskristallisiert. Poolt man die Daten für Biomasse und Boden-pH (0-10 cm) über alle Wiederholungen, Dünge- und Nutzungsvarianten und trägt die Biomassegehalte in Abhängigkeit vom pH-Wert auf, so ergibt sich eine Regressionsgerade mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,911. Dasselbe Verfahren ergibt bei den Aktivitäten der Phosphatase eine Gerade mit Bestimmtheitsmaß 0,914. Das heißt, etwaige Unterschiede zwischen den Nutzungs- und Düngevarianten sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf unterschiedliche pH-Werte zurückzuführen, die vorhanden waren bzw. sich im 20-jährigen Versuchszeitraum herausgebildet haben.

Während Biomasse (und Phosphatase) bei der Variante „Gülle mit Hüttenkalk-Zusatz“, mit einigem Abstand gefolgt von „Mistkompost“, pH-bedingt am höchsten sind, findet man sowohl bei Schnitt-, als auch bei Mähweidenutzung die höchsten Erträge (2004) bei der Variante „Mineraldüngung NPK“, gefolgt von „Wechseldüngung organisch/mineralisch“ oder „Gülle ohne Zusätze“ (Schnitt) bzw. „Mistkompost“ (Mähweide). Die Gehalte an mikrobieller Biomasse spiegeln sich also nicht in der Ertragsleistung wider. Lediglich in der ertragsschwächsten Düngevariante ohne Stickstoff sind auch die Biomassegehalte am niedrigsten.

Das Potential zur Stickstoffmineralisierung ist bei Weidenutzung generell höher als unter Wiese, was möglicherweise auf die zusätzliche Zufuhr von N-haltiger organischer Substanz über die Tierausscheidungen zurückzuführen ist. Boden unter Düngevarianten mit mineralischem Stickstoff zeigt in beiden Nutzungen die geringste Mineralisierungsleistung. Die höchste N-Mineralisierungskapazität weisen die Varianten „Stallmist/Jauche“ „Mineraldüngung PK ohne N“ (Schnitt) bzw. „Mistkompost“ (Weide) auf.

Pflanzenerträge und Beikrautaufkommen unter dem Einfluss unterschiedlicher Systeme der Grundbodenbearbeitung im Ökologischen Dauerfeldversuch Gladbacherhof

Franz Schulz, Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof, Villmar, Christopher Brock, Gießen, Günter Leithold, Gießen

Die Vorteile der reduzierten oder pfluglosen Grundbodenbearbeitung sind weitgehend bekannt. Im Ökologischen Landbau bestehen jedoch noch immer große Vorbehalte gegen eine reduzierte Intensität der Grundbodenbearbeitung, weil ein erhöhter Beikrautdruck erwartet wird. Um Lösungen zu diesem Problem zu finden, wurde 1998 ein zweifaktorieller Dauerfeldversuch mit 3 sechsfeldrigen Fruchtfolgen und 4 unterschiedlichen Systemen der Grundbodenbearbeitung auf dem Ökologischen Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof der Universität Gießen angelegt.

Auf die 3 Fruchtfolgen (mit und ohne Viehhaltung) soll in diesem Beitrag nur am Rande eingegangen werden. Die 4 Varianten der Grundbodenbearbeitung waren I) ein 30 cm tief wendender Pflug, II) ein Zweischichtenpflug, III) ein 15 cm tief wendender Pflug und IV) ein Flügelschargrubber+Zinkenrotor als pfluglose Variante. In diesem Beitrag sollen besonders die Auswirkungen der Bodenbearbeitungssysteme auf die Erträge und die Segetalflora in der 2. Rotation der Jahre 2004 bis 2008 vorgestellt werden.

In Tab. 1 sind die Erträge der angebauten Kulturen dargestellt:

Tabelle 1: Einfluss der Bodenbearbeitungssysteme auf die Erträge in dt ha-1

Jahr	Fruchtart	Bodenbearbeitungssysteme			
		P 30	ZP 30/15	P15	FR 30/15
2004	Luzernekleegras in GM-V in dt TM ha^{-1}	128 a	133 a	129 a	132 a
	Hafer in VL-GB und VL-KL in dt TM ha^{-1}	36,5 a	37,5 a	41,8 a	28,8 b
2005	Luzernekleegras in GM-V und VL-GB in dt TM ha^{-1}	99,9 a	104 a	103 a	104 a
	Ackerbohnen in VL-KL in dt TM ha^{-1}	38,1 a	35,3 a	35,6 a	31,2 a
2006	Winterweizen in GM-V, VL-GB, VL-KL in dt TM ha^{-1}	37,5 a	36,2 a	38,3 a	30,0 b
2007	Kartoffeln in GM-V, VL-GB, VL-KL in dt FM ha^{-1}	216 a	202 a	195 a	212 a
2008	Winterweizen in GM-V in dt TM ha^{-1}	60,6 a	58,2 a	58,5 a	59,6 a
	Erbsen in VL-GB und VL-KL in dt TM ha^{-1}	34,4 a	36,6 a	34,8 a	32,6 a

Innerhalb der Umrandungen unterscheiden sich Mittelwerte mit ungleichen Buchstaben signifikant ($P<0.05$)

Eine bedeutende Ertragswirksamkeit durch Beikraut, erhoben als Beikrautanteil in den Koppelprodukten, konnte nicht festgestellt werden. Mindererträge in der pfluglosen Variante sind eher auf eine geringere Nährstoffverfügbarkeit zurückzuführen.

Vergleich von Ringversuchen der Fachgruppe „Bodenuntersuchung“ mit Ringversuchen, die als Grundlage einer Laborzulassung durchgeführt werden

Walter Übelhör, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Heiner Hartwig, Karlsruhe

Seit einigen Jahren werden von der Fachgruppe II „Bodenuntersuchung“ die statistischen Maßzahlen Mittelwert, Vergleichs- und Wiederholstandardabweichung und HORRAT von Boden-Ringversuchen in einer umfangreichen Excel-Tabelle gesammelt.

Zur Zeit sind in der Tabelle zwei Ringversuchstypen gespeichert:

- Ringversuche der Fachgruppe II: Dieser jährlich durchgeführte Ringversuch dient Laboratorien, die dem VDLUFA angehören, zur Qualitätssicherung. Gleichzeitig werden aus diesen Ringversuchen aber auch statistischen Maßzahlen der einzelnen Methoden gebildet. Auch zur Entwicklung neuer Messverfahren werden die Ringversuche verwendet. Seit 1992 liegen Daten von 35 Bodenproben vor. An diesem Ringversuch nehmen bei den Standarduntersuchungen 20 bis 25 Labors (Mitglieder des VDLUFA) teil. Als zu bestimmende Merkmale werden sehr viele Mengen- und Spurennährstoffe, jedoch keine Schwermetalle im Königswasseraufschluss angeboten.

- 5-Länder-Ringversuche der südlichen Bundesländer im abfallrechtlichen Bereich: Diese Ringversuche werden seit 1999 im Rahmen der Labornotifizierung zur Kompetenzfeststellung jährlich durchgeführt. Bis 2009 wurden insgesamt 22 Proben bei einer Teilnehmerzahl von ca. 90 untersucht. Die Teilnehmer sind überwiegend Privatlabors. Untersucht werden die Grundnährstoffe sowie die in den Abfallverordnungen geforderten Gesamtschwermetalle.

Wirklich vergleichbar in den beiden Ringversuchstypen sind nur die Ergebnisse der Grundnährstoffe. Es werden deshalb nach Versuchstyp farblich differenzierte Punktediagramme gezeigt, in welchen HORRAT-Werte und Vergleichsstandardabweichungen in Abhängigkeit vom Mittelwert/Sollwert für die Merkmale pH, P, K und Mg aufgetragen sind.

Es liegt dann kein qualitativer Unterschied zwischen den beiden Ringversuchstypen vor, wenn die farblich unterschiedlichen Punkte innerhalb einer einzigen Punktewolke liegen. Das bedeutet, dass Privatlabors Analysen der Bodengrunduntersuchung ähnlich gut wie VDLUFA-Mitglieder durchführen.

Einsatz von Flächenmonitoring und GIS beim Aufbau eines Versuchsfeldes im ökologischen Landbau

Therese Hintemann, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Mario Müller, Karlsruhe, Gabi Schwittek, Karlsruhe, Markus Mokry, Karlsruhe

Im Zuge der Intensivierung des Versuchswesens im ökologischen Landbau (sorten- und produktionstechnische Versuche) wird derzeit am LTZ Augustenberg eine ehemals konventionell bewirtschaftete Ackerfläche „umgestellt“.

Um die knappe Fläche optimal zu nutzen und in der Annahme, dass auf Grund von Flächenzusammenlegungen und in Folge unterschiedlicher Bewirtschafter die künftige Versuchsfläche sehr inhomogen sein kann, wurden folgende Planungsschritte unternommen:

- Einholung der Basis-Flächeninformation mittels „Gemeinsamen Antrag“ über FIONA
- Erstellen des Flurstücksteckbriefs mittels „GISELa“
- Rasterbeprobung (7 * 10 m) zur Erfassung der Bodenkenndaten in 2 Schichten (0 - 30 cm und 30 - 60 cm). Erfasst werden flächendeckend die Grundnährstoffe einschl. pH-Wert, Humus- und Gesamt-N-Gehalte sowie an jedem 4. Messpunkt zusätzlich die Kationenaustauschkapazität sowie die Korngrößenzusammensetzung.
- Mittels GIS werden diese Kenngrößen den jeweiligen Messpunkten zugeordnet und in die Fläche extrapoliert.

Auf dieser Datengrundlage werden die Versuche geplant und für die zukünftige Bewirtschaftung mittels GPS eingemessen. Die räumliche Darstellung der Kenndaten ist nicht nur hilfreich bei der Versuchsplanung, sondern vereinfacht auch die Plausibilisierung der Ergebnisse. Zusätzlich wird durch den räumlichen Bezug die Präsentation der Ergebnisse anschaulicher.

Die Verarbeitungsqualität von Kartoffeln – Vorhersagemodelle

Norbert Haase, Max Rubner-Institut, Detmold

Die Anforderungen an zuverlässige und rasche Qualitätsfeststellungen nehmen deutlich zu. Dieses gilt gleichwohl für die Verarbeitungsbetriebe mit ihrer jeweiligen Rohwarenannahme als auch für die Kartoffelzüchter mit ihren umfangreichen Nachkommenschaftsprüfungen.

Ein Blick in andere Branchen zeigt, dass die Nah-Infrarotspektroskopie vielfach das dominierende Instrument für aussagekräftige Vorhersagen geworden ist (Bsp. Getreide; Futtermittel). In der Kartoffelwirtschaft hingegen ist diese Technik der Qualitätsabschätzung noch im Forschungsstadium.

Die Detmolder Arbeitsgruppe befasst sich seit mehr als 10 Jahren mit der Nah-Infrarotspektroskopie. Im Beitrag werden zum einen methodische Ansätze und zum anderen konkrete Modelle zur Verarbeitungsqualität vorgestellt.

In einem Zeitraum von 1999 bis 2007 wurden spektrale Informationen von zahlreichen Kartoffelproben gesammelt (n = 2500). Für die Modellerstellung wurden 2 Vorgehensweisen gewählt, das interaktive und das retrospektive Verfahren. Im ersten Verfahren erfolgte eine Modellerstellung nach dem ersten Probenjahr. In den Folgejahren wurden die Modelle mit Extremproben erweitert. Alternativ dazu wurden sämtliche spektrale Informationen zunächst zusammengefasst und erst danach das Modell erstellt, wobei jeweils interne als auch externe Validierungsproben zum Einsatz kamen.

Qualitätsmodelle wurden für die Merkmale
- Trockenmasse- /Stärkegehalt,
- Gehalt an Gesamtzucker,
- Gehalt an Saccharose,
- Gehalt an reduzierenden Zuckern,
- Farbwert Trockenspeisekartoffeln (Helligkeit; L-Wert),
- Chipsqualität (Helligkeit; L-Wert) sowie
- Pommes frites-Qualität (Qualitätsnote)

erstellt. Die retrospektive Vorgehensweise ergab insgesamt die bessere Übereinstimmung mit den Referenzwerten, wobei sich die einzelnen Merkmale sich teilweise deutlich in der Vorhersageleistung unterschieden. So war es für die beiden Merkmale „Trockenmasse“ und „Stärkegehalt“ möglich, eine hohe Vorhersagequalität zu erzielen (R^2 = 0,97 bzw. 0,93). Aufgrund des absolut niedrigen Gehaltes an Zuckern war deren Vorhersagemöglichkeit weniger gut (Gesamtzucker: R^2 = 0,89; Saccharose: R^2 = 0,79; reduz. Zucker: R^2 = 0,53). Merkmale ohne direkte Wechselwirkung zwischen elektromagnet. Strahlung und Materie ließen sich mit mittlerer Qualität vorhersagen (Farbe TROKA: R^2 = 0,63; Farbe Kartoffelchips R^2 = 0,89; Pommes frites-Note: R^2 = 0,46).

Damit war es insgesamt mit der NIR-Technik möglich, Qualitätsmerkmale der Kartoffel in ihrer jeweiligen Qualitätsausprägung zu erfassen.

Der Pflanzenschutzwarndienst in Baden-Württemberg

Bernhard Bundschuh, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Stuttgart

Der durch Schadorganismen an Pflanzen ausgelöste Krankheits- und Schadensverlauf wird wesentlich durch das Wetter beeinflusst. Für die Pflanzenproduktionsberater sind deshalb Wetterdaten in ihrer täglichen Arbeit unentbehrlich. In den vergangenen 15 Jahren wurde in Baden-Württemberg durch die ehemalige Landesanstalt für Pflanzenschutz (heute Abteilung 3 des LTZ Augustenberg) ein flächendeckendes Netz von Wetterstationen in den Anbaugebieten aufgebaut. Die Wetterdaten dieser Stationen werden den Pflanzenproduktionsberatern an den Landratsämtern online zur Verfügung gestellt und werden dann über Computerprogramme dargestellt und ausgewertet. Diese Daten sind eine sehr wichtige Grundlage der staatlichen Beratung im integrierten Pflanzenschutz. Durch die gezielte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln kommt dieses Engagement letztendlich dem Verbraucher, dem Landwirt und der Umwelt zu Gute. Das Land Baden-Württemberg leistet damit einen wertvollen Beitrag zur Gewährleistung der wirtschaftlichen Produktion qualitativ hochwertiger pflanzlicher Erzeugnisse.

Mehrkanalige Bestimmung verschiedener Nährstoffe in Bodenextrakten – Flexible Lösungen in der Bodenanalyse

Antje Schöne, Medizin- und Labortechnik Engineering GmbH, Radebeul

Das FIA-System der MLE

- verwendet standardisierte photometrische Analysenverfahren
- ist schnell betriebsbereit durch gasblasenfreies Flüssigkeitssystem
- gestattet automatische Verdünnung bei Messbereichsüberschreitung
- benötigt als kompaktes Analysensystem wenig Platz
- ist aufgrund der verwendeten Fließinjektionstechnik sparsam im
    - Probenverbrauch
    - Chemikalienverbrauch
    - manuellen Arbeitsaufwand
- die Datenerfassung und –verwaltung erfolgt über eine komfortable Windows-Software

Die Konfiguration des FIA-Systems und die Auswahl der Analysenparameter erfolgt

- kundenspezifisch, wahlweise mit bis zu 8 Parametern parallel
- ein einfaches Nachrüsten mit weiteren Modulen ist möglich

Typisches Beispiel eines 4-kanaligen Analysesystems für die Bodenanalyse zur Bestimmung folgender Parameter aus dem Calciumchlorid-Extrakt:

Phosphat nach DIN EN ISO 15681-1
Messbereich: 0,02 … 20 mg/l PO4-P
Probendurchsatz: max 50 Proben pro Stunde

Nitrat nach DIN EN ISO 13395
Messbereich: 0,02 … 30 mg/l NO3-N
Probendurchsatz: max. 45 Proben pro Stunde

Ammonium mit Gasdiffusion nach DIN EN ISO 11732
Messbereich: 0,02 … 50 mg/l NH4-N
Probendurchsatz: max. 50 Proben pro Stunde

Sulfat in Anlehnung an DIN 38405 D5, Teil 2
Messbereich:5 … 200 mg/l SO4
Probendurchsatz: max. 44 Proben pro Stunde

Vorbereitung von leichten, schwach gepufferten Böden auf die Applikation von Biogasgülle

Hans Unterfrauner, BoWaSan, Graz, Walter Somitsch, IPUS, Rottenmann, Robert Peticzka, Uni Wien, Stefan Brauneis, Uni Wien

Biogasgüllen und Gärrückstände, die auf leichten, schwach gepufferten Böden appliziert werden, können zu folgenden Auswirkungen führen (zB Förderung der Versauerung, Überfrachtung des Sorptionskomplexes mit K, Zerstörung der Aggregate, Förderung der Verschlämmung).

In einem 5 monatigen Feldversuch wurde eine kalkfreie Lockersedimentbraunerde (lehmiger Sand) durch Vorlage verschiedener Produktmischungen auf die Applikation von Biogasgülle vorbereitet. Auf den Versuchsflächen (P0=Nullfläche, PB=nurBiogasgülle, P1=nanopöroses Al-Silikat, P2= Mischkalk+Magnesit, P3= Mischkalk+Magnesit+Gips+nanoporöses Al-Silikat) wurden die Produktmischungen auf Maisstoppel ausgebracht, 2 Tage später erfolgte die Applikation der Biogasgülle (50m3/ha, 75% Maissilage-25%Schweinegülle). Die Beprobung erfolgte 2, 17 und 20 Wochen nach der Applikation.

Die applizierte Biogasgülle bedingte einen starken Anstieg der K Konzentration in der Bodenlösung. Dies führte dazu, dass an den Austauschern adsorbierte Säure zum Teil mobilisiert wurde (z.B. Fläche PB Abnahme von 47 auf 27%). Da der Boden ein schwaches Puffersystem besitzt und die freigesetzte Säure nicht neutralisieren konnte, stieg die leicht austauschbare Säure an (z.B. Fläche PB von 5,3 auf 17,6%) und der pH Wert sank. Bei der Fläche P3 wurden die Säureparameter im Boden nicht negativ beeinflusst.

Der Sorptionskomplex wurde von K überschwemmt. Auf der Fläche PB bewirkte dies nach 2 Wochen eine Verminderung der Ca Sättigung von > 20%, der Anteil des Mg trat hinter jenem des K zurück. Diese adhoc Veränderung führte u.a. zu einer physikalischen Bodendegradation.

Die Aggregatstabilität sankt auf der Fläche PB um > 10%, die Flächen P1 und P3 konnten die Degradation weitgehend abfedern. Nach 20 Wochen war die Aggregatstabilität auf der Fläche P3 deutlich besser als auf P0.

Die Verschlämmung (Verminderung der Infiltration) wurde durch die dispergierten Kolloide verursacht. Die Unterschiede auf den Flächen sind signifikant. Auf den Flächen mit einer Produktvorlage ist die Infiltrationsrate über 6 Stunden im Schnitt um 15% höher als auf PB. Bei P3 beträgt der Unterschied >30%. Dies bedeutet ein höheres Wasserspeichervermögen, verminderte Erosion, schnelleres Abtrocknen und bessere Befahrbarkeit im Frühjahr.

Werden auf leichten, schwach gepufferte Böden Biogasgüllen appliziert, so kann die Vorlage einer Produktmischung (P3) zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit beitragen. Bei der Mischung P3 werden gelöstes K adsorbiert, Ca und Mg freigesetzt und mobilisierte Säuren neutralisiert.

Die Bedeutung der Zentrale Landwirtschaftliche Kontroll- und Untersuchungsanstalt (ÚKZÚZ) als administrative Einrichtung in Bezug auf Überwachung und Ausführung landwirtschaftlicher Untersuchungen

Petr Vaculik, ÚKZÚZ , Brno, Jaroslav Stana, Brno, Miroslav Florian, Brno

Außer anderen Tätigkeiten übt ÚKZÚZ fachliche Aufsicht über Markteinführung, Lagern und Anwendung der Futtermittel, Düngemittel, Substraten und Hilfsstoffe aus. Alle diese Kommoditäten stellen aus der Sicht der landwirtschaftlichen Praxis Eintritte in die Produktion dar, bei denen nicht nur der Preis sondern auch die Qualität und nicht zuletzt die Sicherheit eine Schlüsselrolle spielen. Nur der Einklang dieser Eigenschaften mit den Anforderungen des Landwirtes kann bei Erlangung einer guten Effektivität der Produktion helfen. Dabei liegt es meistens nicht in der Macht der einzelnen Agrarunternehmer jeden Eintritt gerade aus der Sicht der Qualität und Sicherheit zu prüfen. Dazu existieren noch andere, öffentliche Interessen, wie z.B. Schutz der Lebensmittelsicherheit, Boden-, Wässer- oder Atmosphäreschutz. Deshalb existiert die unabhängige staatliche Aufsicht, die den Schutz dieser Interessen gewährleisten soll.

Auf dem Gebiet der Futtermittel, das einen der Bausteine des Lebensmittelsicherheitssystems darstellt, werden von ÚKZÚZ verschiedene Aktivitäten gewährleistet, wie vor allem Registrierung und Zulassung der Futtermittelbetriebe. ÚKZÚZ führt auch die fachliche Aufsicht in den einzelnen Betrieben durch und entnimmt Futtermittelproben, analysiert und wertet sie aus. Der Verbraucher kann dann also sicher sein, dass auf dem Markt ein Kontrollmechanismus existiert, der ständig sein Interesse verteidigt, d.h. den Einkauf von hochwertigen und sicheren Lebensmitteln.

Die Aufsicht über Düngemittel und andere Bodeneintritte ermöglicht eine dauerhaft hohe Qualität der verkauften Erzeugnisse zu sichern und schützt zusätzlich Böden und die Umwelt allgemein vor Beschädigung. ÚKZÚZ spielt eine wichtige Rolle bei Beschränkung der Risiken der Wasserverschmutzung, der Bodenfruchtbarkeit und Kontaminierung der pflanzlichen Produktion, in dem ÚKZÚZ rationale Anwendung der Düngemittel überwacht und die Forderungen auf Düngemittelsicherheit durchsetzt, was den Gehalt an Risikostoffen betrifft.

Gut funktionierende, unabhängige und transparente Staataufsicht spielt also eine wichtige Rolle bei Verbraucherschutz und zugleich führt sie zu mehr effektiven und konkurrenzfähigen Agrarproduktion und trägt auch zum Umweltschutz bei.

Umsetzung nachhaltiger Tier-Konsumtion und – Produktion in Deutschland und EU-27

Renate Isermann, Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur, Hanhofen, Klaus Isermann, Hanhofen

Der Ernährungsbereich von Landwirtschaft, Humanernährung sowie entsprechender Abwasser- und Abfallwirtschaft ist in zunehmendem Maße auch gemeinsam mit der Biomassen(~energie-)Wirtschaft die bei Weitem bedeutendste menschliche Aktivität hinsichtlich der Schädigung von Mensch und Umwelt z.B. in der EU-27. So betragen z.B. in Deutschland auf insgesamt 3-5fach zu hohem Niveau die Anteile des Ernährungsbereiches an: 1. den gesamten Krankheitskosten nur durch Überernährung mit 120 Mrd. €/a = 48%; 2. der Eutrophierung: 80%; 3. der Versauerung: 40%; 4. dem Klimawandel: 26%; 5. der Gefährdung der Biodiversität: 80% mit jeweiligen Anteilen der Massentierhaltung von ca. 80, 70, 90, 70 und 70%. Damit einher geht deren wesentliche Beteilung an 9 von 11 Hauptbedrohungen der Böden sowie Plünderung der P-Vorräte der Lithosphäre. – Aus den (inter-)nationalen Empfehlungen der Humanernährungswissenschaften zum Verzehr tierischer Nahrungsmittel, insbesondere von Fleisch (23 kg/E. a, anstelle aktuell 62 kg/E. a), leitet sich ein maximal tolerierbarer Viehbestand von 0,1 GV/E = 50 kg LG/E = 0,8faches des durchschnittlichen Gewichtes der Einwohner (60 kg) ab, also ein Viehbestand von maximal 8,2 Mio. GV. Aktuell ist der Tierbestand aber einschließlich des jährlichen Umtriebes (Schwein, Geflügel, etc.) 19,2 Mio. GV = 0,23 GV/E = 1,9 faches des durchschnittlichen Einwohnergewichtes(EUROSTAT 2007). Daraus leitet sich in Deutschland aus insgesamt nachhaltiger Sicht eine notwendige Reduktion der Viehbestände von -57% ab, in der EU-27 von -64%. Zudem belegen mehr als 30 Dauerversuche mit annährend 1000 akkumulierten Versuchsjahren ausnahmslos, dass aus ebenfalls nachhaltiger Sicht nur eine maximale Viehbesatzdichte von 1,0 GV ja ha mit Nährstoffen versorgbarer LF toleriert werden kann. In Deutschland (2005) betreiben 71% der 396 581 Betriebe auf 80% der LF (17,0 Mio ha) Viehhaltung, davon aber bereits 53% der viehhaltenden Betreibe mit einer Besatzdichte > 1,0 GV/Ha LF auf 40% ihrer LF (13,6 Mio ha). Die LF der viehhaltenden Betriebe von 8,1 Mio. ha reicht also bereits aus, um den maximal tolerierbaren Viehbestand von 8,2 Mio. GV mit einem maximal tolerierbaren Viehbesatz von ? 1,0 GV/ha LF aufrecht zu erhalten. Infolgedessen müssen aus nachhaltiger Sicht 53% der aktuell viehhaltenden Betriebe und 40% ihrer LF zu Marktfruchtbetrieben umgestaltet werden, die nur noch solche Agrarerzeugnisse liefern, die den Konsumenten direkt erreichen (z.B. Brot-, Braugetreide, Ölsaaten, etc.) und somit die mit C, N, P, (S), K hypertrophierten Böden sowie die Umwelt rasch und wirkungsvoll entlasten. Umgesetzt werden diese Strukturveränderungen durch Nährstoffüberschuss-Lenkungsabgaben/Zuwendungen und zielgerichtet durch Mehrwert-Besteuerungen der Nahrungsmittel in einem 1. Schritt von 7 auf 19% und deren Rückführung zu den Landwirten (s. 1. Beitrag BNELK hier: Pflanzenproduktion). Technische Maßnahmen zum Umweltschutz und weitere Nährstoff-Effizienzsteigerung haben dann nur noch flankierenden Charakter. Der vielfältige und unermessliche volkswirtschaftliche Nutzen zum Schutz der Mit-, Nach- und Um-welt einer solchermaßen dann nachhaltigen Tierhaltung als ausschlaggebende Bestandteile einer insgesamt nachhaltigen Ernährungs- du Biomassen(~energie-)Wirtschaft mit ebensolchen nachhaltigen Nährstoffhaushalten wird ausführlich dargestellt, auch im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsstrategie der EU-27 und von Deutschland mit Zielerfüllung bis 2020.

Erste Ergebnisse eines Methodenvergleichs zwischen EU- bzw. VDLUFA-Methoden und einer Multimethode mit SPE clean-up zur Bestimmung der Vitamine A, E und D3 in Futtermitteln

Jens Schönherr, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Leipzig

Untersuchungen auf Vitamin A und E im Bereich der amtlichen Futtermittelkontrolle sind mit den in der VO (EG) 152/2009 beschriebenen Einzelmethoden durchzuführen. Für die Bestimmung des Vitamin D3 steht die Methode 13.8.1 (VDLUFA-Methodenbuch III) zur Verfügung. Die genannten Methoden basieren alle auf demselben Prinzip: Heißverseifung im alkalischen Milieu; Flüssig-Flüssig Extraktion; bei Vitamin D3: Clean-up mittels halbpräparativer HPLC; HPLC mit UV- bzw. Fluoreszenz-Detektion.

Im CEN TC 327 wird aktuell diskutiert, ob eine Methode zur Bestimmung der Vitamin A und E in einem Analysengang und mit SPE clean-up (solid phase extraction) genormt werden sollte.

Unter diesem Aspekt wurde geprüft, ob eine solche Methodenvariante vergleichbare Ergebnisse zu den o.g. Methoden erbringt. Dazu wurde ein Aliquot derselben Verseifungslösung parallel mit den o.g. Methoden und mit der Methodenvariante, in welcher der flüssig-flüssig Extraktionsschritt durch ein SPE clean-up mittels Chromabond XTR-Säule (nach PETROVA, J., ÚKZÚZ, Praha, CZ; http://www.ukzuz.cz) ersetzt wurde, untersucht.

Die Vitamine A, E und D3 wurden beim SPE clean-up in einem Analysengang untersucht.

Zur statistischen Auswertung standen Datenpaare von 35 Futtermitteln für Vitamin A (Bereich: 4000 - 6500000 IE/kg), 36 für Vitamin E (Bereich: 18 - 8000 mg/kg) und 24 für Vitamin D3 (Bereich: 1000 - 650000 IE/kg), zur Verfügung.

Mittels t-Test für gepaarte Stichproben wurde geprüft, ob die Ergebnisse der Methodenvarianten vergleichbar sind. Für alle drei Vitamine zeigte der Test, dass sich die Ergebnisse der Methodenvarianten nicht unterscheiden.

Die hohe Korrelation zwischen den Methodenvarianten wird durch folgende Bestimmtheitsmaße beschrieben:

Vitamin A: R2=0,9972; Vitamin E: R2=0,9951; Vitamin D3: R2=0,9996.

Diese ersten Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Bestimmung von Vitamin A und E in einem Analysengang (auch eine Multimethode für Vitamin A, E und D3 wäre möglich) als auch der Ersatz der flüssig-flüssig Extraktion durch ein SPE clean-up ein Ansatz wäre, mit dem sowohl personelle (kürzere Analysenzeit) als auch materielle Ressourcen (Einsparung wesentlicher Mengen organischer Lösungsmittel) bei vergleichbaren Analysenergebnissen, eingespart werden könnten.

Unter diesem Blickwinkel sollten die Normungsbemühungen auf europäischer Ebene unterstützt werden.

Bestimmung von Blei und Cadmium in Futtermitteln – ein Methodenvergleich

Holger Hrenn, Universität Hohenheim, Stuttgart, Jörn Breuer, Stuttgart, Hans Schenkel, Stuttgart

In der Richtlinie 2005/87/EG wurde die Bestimmung von Blei und Cadmium in Futtermitteln mit einer Fußnote neu geregelt. Diese „neue“ Methode sieht keinen klassischen Aufschluss mehr vor, sondern eine einfache Extraktion mit verdünnter siedender Salpetersäure.

Beim klassischen Aufschluss wird die gemahlene Probe bei 450 °C verascht, die Asche mit Salzsäure extrahiert und abfiltriert. Anschließend wird der Filter verascht und die Asche wiederum mit Salzsäure behandelt. Die Salzsäureextrakte werden jeweils zur Trockene eingedampft, der Rückstand mit Salzsäure aufgenommen und vereinigt, verdünnt und dann erfolgt die Messung.

Es wurden beispielhaft Vertreter häufiger Futtermitteltypen mit beiden Methoden auf ihren Gehalt an Blei und Cadmium untersucht. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung beider Methoden. Werden die Ergebnisse in einem Diagramm gegeneinander aufgetragen, so ergeben sich für das Bestimmtheitsmaß (r2) für beide Elemente Werte von größer als 0,99.

An einer mineralischen Probe wurde für das Extraktionsverfahren nach EU-Fußnote exemplarisch die Abhängigkeit des Verhältnisses von Einwaage und Volumen der Extraktionslösung überprüft. Die Ergebnisse zeigen z. B., dass mit steigenden Einwaagen der analysierte Gehalt an Blei deutlich absinkt.

In zusätzlichen Untersuchungen wurden Proben ausgewählt und mittels Druckaufschluss als weiterer gängiger Aufschlussmethode untersucht. Hierbei wurden verschiedene Säuren zum Aufschluss eingesetzt und die Ergebnisse mit den beiden anderen Verfahren verglichen. Es zeigt sich, dass bei den untersuchten Proben aus dem Druckaufschluss höhere Werte resultieren.

Gemäß der Methodenkaskade in der amtlichen Futtermittelkontrolle ist bei Futtermitteln die Extraktion mit Salpetersäure anzuwenden, auch wenn es hierzu keine ausformulierte Methode gibt. Es können allerdings auch gleichwertige Extraktionsverfahren verwendet werden, wenn diese nachweislich den gleichen Extraktionswirkungsgrad besitzen. Die ermittelten Ergebnisse zeigen dies für den klassischen Aufschluss für die geprüften Einzel- und Mischfuttermittel, nicht jedoch für den Druckaufschluss. Hier scheinen weitere Untersuchungen notwendig zu sein. Wobei anzumerken ist, dass die neue Methode und der Druckaufschluss im Vergleich zum klassischen Aufschluss eine deutliche Arbeitserleichterung bedeuten.

LC-MS-MS Analysenmethode für die Detektion und Quantifizierung von Melamin in Futtermitteln

Alexandra Hütteroth, Untersuchungsamt, Karlsruhe

Melamin ist eine organische Verbindung mit hohem Stickstoffanteil, die Lebens- und Futtermitteln zugesetzt wurde, um einen hohen Proteinanteil vorzutäuschen. Hohe Konzentrationen an Melamin, die über einen langen Zeitraum aufgenommen werden, können zu Nieren- und Blasenerkrankungen führen. Nach Vorfällen von Melaminbefunden in Lebensmitteln aus China, hat die EU mit der Entscheidung 2008/798/EG der Kommission Untersuchungen von Erzeugnissen mit mindestens 15% Milcherzeugnissen und Ursprung in China angeordnet. Danach werden alle Erzeugnisse mit Melamingehalten über 2,5 mg/kg vernichtet.

Bereits im Jahre 2007 wurden nach Berichten von erkrankten Heimtieren (Hunde und Katzen) in den USA Futtermittel auf Melamin untersucht. Dabei zeigte sich, dass Getreidegluten für die Produktion von Heimtiernahrung mit Melamin versetzt wurde.

Eine kürzlich durchgeführte Studie in den USA hat die Möglichkeit von Melaminrückständen in Fischmuskulatur aus mit Melamin angereicherten Futtermitteln für Aquakulturen untersucht. Danach sind Rückstände in Fischen im ppb-Bereich möglich.

In der Untersuchungsmethode des CVUA Karlsruhe wird Melamin in Futtermitteln nach trifluoressigsaurer Extraktion und Aufreinigung an einer Kationenaustauschersäule mittels Flüssigkeitschromatographie-Tandem- Massenspektrometrie bestimmt. Mit dieser Methode können Melaminkontaminationen von bis zu 6 µg/kg nachgewiesen werden (Nachweisgrenze).

Untersuchungen zum Futterwert von Hafer in der Pferdefütterung

A. Heinrich, Technische Universität München, Freising, Jürgen Danier, Freising, Frieder Jörg Schwarz, Freising

In der Pferdefütterung ist Hafer nach wie vor sowohl als Einzelkomponente als auch als Bestandteil von Mischfutter das wichtigste Krippenfutter. Allerdings fehlen neuere, spezifische Untersuchungen, inwieweit die Nährstoffgehalte variieren und auch den häufig älteren Tabellenangaben entsprechen. Vorliegend wurden daher gezielt Haferproben von pferdehaltenden Betrieben bzw. vergleichend dazu von Sortenversuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) hinsichtlich ihrer Nährstoffgehalte untersucht.

In die Analysen wurden insgesamt 21 Proben (14 Proben von Praxisbetrieben, Probenentnahme Januar 2008, 7 Proben LfL (Gelb(2)-, Weiß(3)-, Schwarz(2)hafer, Erntejahr 2007) einbezogen. Die Bewertung erfolgte nach Hektolitergewicht, Farbe, Geruch, Trockenmasse, Rohnährstoffgehalten, pflanzlichen Gerüstsubstanzen, Stärke, Zucker, Mengen- und Spurenelementen, Aminosäure- und Fettsäuregehalten sowie Gehalten an Vitamin E. Einige wichtige Kenngrößen sind nachfolgend als Mittelwerte mit den Min./Max.-Werten (bezogen auf Trockenmasse) aufgeführt: Rohprotein (%): 12,4 (9,4 – 15,3); Rohfaser (%): 13,7 (11,0 – 17,3); Rohfett (%): 4,22 (3,27 – 5,54); Stärke (%): 40,5 (36,3 – 50,3); NDForg (%): 41,0 (35,5 – 46,6); Calcium (g): 1,10 (0,89 – 1,27); Phosphor (g): 4,29 (3,73 – 4,89); SFA (% der Gesamtfettsäuren): 18,9 (16,2 – 23,0); MUFA (% der Gesamtfettsäuren): 40,5 (35,8 – 46,7); PUFA (% der Gesamtfettsäuren): 40,6 (31,3 – 45,3). Auffällig sind die insgesamt sehr hohen Abweichungen zwischen den Einzelproben, wobei die Herkunft (Praxisbetrieb, LfL) oder Sorte (Gelb-, Weiß-, Schwarzhafer) keinen eindeutigen Zusammenhang zu den Nährstoffgehalten erkennen ließ.

Ein Verfahren zur Schätzung der Dünndarmverdaulichkeit von Aminosäuren beim Schwein.

Karl Rutzmoser, Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing, Hermann Lindermayer, Poing, Günther Propstmeier, Poing

Die Bewertung der Aminosäuren auf der Ebene der Dünndarmverdaulichkeit wird als das genauere Verfahren angesehen. Während für Bruttogehalte an Aminosäuren hinreichend Tabellenwerke zur Verfügung stehen, wurden die Dünndarmverdaulichkeiten bisher nur an einer begrenzten Anzahl an Futtermitteln festgestellt (GfE 2006). Da das Rohprotein nahezu die Summe der Aminosäuren darstellt, ist eine Verknüpfung von scheinbarer Verdaulichkeit des Rohproteins (sVQ RP) mit der Dünndarmverdaulichkeit von Aminosäuren (dVQ AS) naheliegend. Zur Ableitung von Gleichungen wurden die veröffentlichten Werte der Dünndarmverdaulichkeiten von 22 Futtermitteln heran gezogen (GfE 2006). Futtermittel mit einer größeren Anzahl von Versuchen (über 12) und besser gesicherten Werten wurden eigens betrachtet.

Die Schätzgleichungen wurden nach der allgemeinen Form aufgebaut:

$$dVQ\ AS = a + b * (100 - sVQ\ RP) ** c$$

Dabei wird die scheinbare Rohproteinverdaulichkeit (sVQ RP, aus DLG-Tabellen - Schweine 1991) mit dem Abzugsglied (100 – sVQ RP) in den unverdaulichen Teil umgewandelt. Das Absolutglied a wird 100 gesetzt, das ergibt bei einer sVQ RP von 100 auch eine dVQ AS von 100, was für reine Aminosäuren zutrifft. Das Steigungsmaß b wird so eingestellt, dass die Abweichungen klein werden. Mit dem Exponentfaktor c erhält die Funktionslinie die passende Krümmung.

Die folgenden Schätzgleichungen wurden für die in der Schweinefütterung bedeutsamen Aminosäuren approximativ abgeleitet:

Aminosäure	Schätzgleichung
dVQ Lysin	= 100 – 0,8 * (100 – sVQ RP) ** 1,1
dVQ Methionin	= 100 – 2,8 * (100 – sVQ RP) ** 0,6
dVQ Cystin	= 100 – 5,0 * (100 – sVQ RP) ** 0,5
dVQ Threonin	= 100 – 3,8 * (100 – sVQ RP) ** 0,6
dVQ Tryptophan	= 100 – 7,0 * (100 – sVQ RP) ** 0,4
dVQ Isoleucin	= 100 – 5,8 * (100 – sVQ RP) ** 0,4
dVQ Leucin	= 100 – 3,0 * (100 – sVQ RP) ** 0,6
dVQ Valin	= 100 – 6,4 * (100 – sVQ RP) ** 0,4

Die sVQ RP sind für alle Futtermittel für Schweine (DLG 1991) verfügbar und die Gleichungen anwendbar. Die Schätzwerte der dVQ AS ergeben mit den Bruttogehalten die Gehalte an dv AS in den Futtermitteln, welche in die Futterberechnung einfließen und auf den Bedarf abgestimmt werden können.

Die Differenzen der dv AS aus Schätzwerten und GfE-Vorgaben streuen meist gering um 0,2 bis 1 g je kg Futter.

DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen - Schweine, 6. Auflage, Frankfurt a. Main. GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt a. Main.

Bestimmung des nutzbarem Rohproteingehaltes von Grassilagen in vitro mittels modifiziertem Hohenheimer Futterwerttest (moHFT)

Patricia Leberl, Universität Hohenheim, Stuttgart, Hans Schenkel, Stuttgart

Nach Betriebszweigauswertungen verschiedener Bundesländer ist eine hohe Grundfutterleistung in Milchviehbetrieben auch mit höheren Deckungsbeiträgen verbunden. Bei der Grundfutterleistung kommt dem Futterwert von Grassilagen eine wichtige Bedeutung zu. Futterwert-wertbestimmend sind neben den charakteristischen Rohnährstoffgehalten wie beispielsweise Rohprotein (XP) und Rohfaser (XF) vor allem auch die Gehalte an Energie (ME bzw. NEL) und nutzbarem Rohprotein (nXP). Letzteres wird bislang rechnerisch ermittelt, wobei einheitliche Abbaubarkeiten (85 bzw. 80 %) in Abhängigkeit vom XP verwendet werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden 24 Grassilagen verschiedener Schnitte, unterteilt in jeweils drei XP-Klassen (11 %/16 %/21 %) auf ihren Gehalt an nXP untersucht und mit der Berechnung nach DLG 1997 verglichen. Die Rohnährstoffgehalte der Silagen wurden über NIRS ermittelt, das Reinprotein wurde nach der Methode von Barnstein bestimmt. Die Analyse des nXP erfolgte in vitro mit dem moHFT nach Steingaß et al., 2001 über 8 und 48 h mit anschließender NH3-Destillation. Das effektive nXP wurde für die Passageraten (PR) 2, 4 und 6 %/h berechnet.

Tabelle 1: nXP-Gehalte von Grassilagen in vitro

	n	TS	XP	XF	ADF	ME	Rein-protein	nXP ber.	nXP bei PR 2 %	4 %	6 %/h
1. Schnitt	4	340	113	305	358	9,6	73	122	107	108	109
	4	335	165	262	309	10,3	87	138	132	139	143
	4	337	213	225	270	11,1	100	154	133	154	166
Folgeschnitte	5	449	114	256	337	9,5	76	122	111	114	116
	4	404	165	243	309	9,9	99	134	126	138	146
	3	385	213	219	285	10,2	122	144	123	153	168

Nährstoffgehalte (TS, XP, XF, ADF, Reinprotein, nXP) in g/kg TS, ME in MJ/kg TS

Die Grassilagen wiesen bei Gliederung in Rohproteinklassen unabhängig von der Schnittnummer vergleichbare nXP-Gehalte auf.

Bei einer PR von 4 %/h ergaben sich die besten Übereinstimmungen mit den nach DLG 1997 berechneten nXP-Gehalten. Es zeigte sich bei der Berechnung einer linearen Regression eine enge Beziehung zwischen XP bzw. ADF-Gehalt und nXP mit einem R2 von 76,2 % bzw. 75,7 %, während zwischen Reinprotein- bzw. Energiegehalt und nXP-Gehalt mit 63,2 % bzw. 54,6 % ein Zusammen-hang in loserer Form vorlag.

DLG, 1997: Futterwerttabellen Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt

Steingaß, H., D. Nibbe, K-H. Südekum, P. Lebzien, H. Spiekers, 2001: Schätzung des nXP-Gehaltes mit Hilfe des modifizierten Hohenheimer Futterwerttests und dessen Anwendung zur Bewertung von Raps- und Sojaextraktionsschroten. 113. VDLUFA Kongress, 114.

Ruminale Abbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit von frischem und siliertem Maisstroh

Abdallah Metwally, Technische Universität München, Freising, Frieder Jörg Schwarz, Freising

In verschiedenen Regionen der Welt ist die ausreichende Bereitstellung von Grundfutter für die Wiederkäuerernährung nicht gewährleistet. Daher werden oft sehr unterschiedliche pflanzliche Ressourcen in der Gesamtration berücksichtigt. Diese sind vorab hinsichtlich ihres Futterwertes ausreichend zu charakterisieren. Vorliegend wurde Maisstroh (MS), das nach der Körnermaisernte (23.10.) gehäckselt (Häcksellänge 2-3 cm) wurde, unterschiedlichen Behandlungen unterworfen: MS, frisch (tiefgefroren) (1); MS, siliert (ohne Zusatz) (2); MS, siliert (mit Harnstoff) (3); MS, siliert (mit Kofasil liquid) (4); MS, siliert (mit Kofasil grain) (5). Das MS (frisch) hatte einen Trockenmasse(T)gehalt von 41,3 % und Gehalte (% i.d.T) an XA von 13,2, an XP von 4,6 und an XF von 32,8. Die Silagequalität war insgesamt sehr gut bis akzeptabel. In 2 Durchgängen mit insgesamt 24 Schafen (n = 5 bzw. 4 pro Behandlung, mittleres Lebendgewicht 75,8 kg pro Tier) wurden die Gesamtverdaulichkeit und Futteraufnahme erfasst. Die Versuchszeit umfasste nach einer Adaptationszeit eine 12-tägige Vorperiode und eine 10-tägige Sammelperiode. Harnstoff und Sojaschrot wurden zur XP-Ergänzung eingesetzt. Das Futter wurde den Schafen dreimal täglich in einer Gesamtmenge von 2,5 kg vorgelegt. Das nicht verzehrte Futter wurde verwogen, analysiert und bei der Verdaulichkeitsberechnung berücksichtigt. Die Futteraufnahme variierte nur gering von durchschnittlich 0,9 bzw. 1,0 kg T pro Behandlung und Schaf. Die mittlere Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) betrug in den einzelnen Behandlungen 49,7 (1), 56,3 (2), 54,2 (3), 50,8 (4) und 52,1 (5). Mit dem gleichen Futtermaterial wurde auch die ruminale Abbaubarkeit der T mittels der in situ – Messung bestimmt (Kurtz und Schwarz, 2007). Vergleichbar zur Gesamtverdaulichkeit ergaben sich effektive ruminale T-Abbaubarkeiten (in %) bei einer Passagerate von k = 0,06 von 42,2 (1), 46,9 (2), 44,7 (3), 42,5 (4) und 44,0 (5). Insgesamt zeigten sich damit bei dem silierten Material – insbesondere bei der Variante „ohne Zusatz“ – etwas höhere Abbauraten bzw. Gesamtverdaulichkeiten als bei frischem Material.

Verdaulichkeit von pansengeschützten Fetten beim Schaf

Christoph Schröder, Technische Universität München, Freising, Frieder Jörg Schwarz, Freising

Die Energieaufnahme hochleistender Milchkühe ist insbesondere im ersten Laktationsdrittel aufgrund einer nur langsam ansteigenden Futteraufnahme gegenüber der Energieabgabe nicht ausreichend, so dass nach Möglichkeiten einer zusätzlichen Energieversorgung gesucht wird. Eine Variante kann der Einsatz pansengeschützter Fette sein. Fett zeichnet sich gegenüber Kohlenhydraten durch eine höhere Energiekonzentration aus. Voraussetzung für die Energiebereitstellung ist jedoch eine ausreichend hohe Verdaulichkeit. Große Bedeutung hinsichtlich der Verdaulichkeit kommt u. a. der Art der technischen Behandlung des Fettes zu. Vorliegend wurde in zwei Versuchen (V1, V2) mit Schafen (V1: n = 6, V2: n = 4 pro Behandlung) die Verdaulichkeit von Ca-verseiften Fetten und von fraktionierten Fettsäuren („geschütztem Fett“) vergleichend überprüft. Die Untersuchungen erfolgten im Differenzversuch (Grundration: Heu (58,4 % i.d.T), Kraftfutter (41,6 % i.d.T), Versuchsration: Grundration (92,3 % i.d.T), Fettzulage (7,7 % i.d.T)). Die Gesamtfettgehalte der Versuchsrationen betrugen in V1 9,0 bzw. 9,8 % und in V2 8,4 bzw. 8,2 % i.d.T, die Rohfaser- und Rohproteingehalte 15,8 bzw. 17,6 % i.d.T und 13,0 bzw. 16,0 % i.d.T. In beiden Versuchen wurden eine 11-tägige Vor- und eine 10-tägige Sammelperiode eingehalten. Die Ca-verseiften Fette (2 verschiedene Herkünfte) erreichten eine Fettverdaulichkeit von im Mittel 90,2 ± 6,6 % (79,6 – 94,6 %) in V1 und von ebenfalls 90,2 ± 3,6 % (87,4 – 95,1 %) in V2. Demgegenüber lagen die Fettverdaulichkeiten der fraktionierten Fettsäuren (2 verschiedene Herkünfte) im Mittel nur bei 78,2 ± 20,2 % (44,4 – 93,1 %) in V1 und sogar nur bei 36,4 ± 30,0 % (8,5 – 72,4 %) in V2. Für diese pansengeschützten Fette muss auf die hohe Abweichung zwischen den Einzeltieren und die damit beschränkte Aussagekraft hingewiesen werden.

Einfluss einer Feuchtkonservierung von Weizen auf den ruminalen Abbau von Trockenmasse und Stärke in sacco

Herbert Steingaß, Universität Hohenheim, Stuttgart, Katrin Mahlkow, Futterkamp

Weizen zeichnet sich durch ein hohes Ausmaß und eine rasche Geschwindigkeit des ruminalen Abbaus der Trockenmasse (TM) und insbesondere der Stärke (XS) aus. Die Folge ist, dass Weizen auch bei hoher Passagerate nur wenig Durchflussstärke liefert und bei hohen Anteilen an Weizen, besonders in Maissilage betonten Rationen leicht das Problem einer (sub)akuten Pansenacidose entstehen kann.

Winterweizen der Sorte Dekan wurde nach der Ernte in zwei Partien geteilt. Ein Teil wurde getrocknet, der andere mit einem TM-Gehalt von 64% mit 3L/t einer Wirkstoffkombination aus Na-Benzoat, Na-Propionat und Propionsäure (BPP) behandelt, gequetscht und im Folienschlauch mehr als 150 Tage siliert. Von diesem Feuchtweizen erfolgte zum Zeitpunkt des Einsilierens (Tag 0), nach 30 und nach 150 Tagen eine Probenahme. Diese Proben wurden zusammen mit der getrockneten Variante sowie einer trockenen Variante mit BPP mit einem in situ-Verfahren über 0, 1, 2, 4, 8, 16, 24, und 48 h im Pansen von 2 ruminal fistulierten Kühen inkubiert. Im Futter und den Rückständen erfolgte eine Bestimmung von TM und XS, letzteres mit einem enzymatischen Verfahren. Die Abbauparameter und der effektive ruminale Abbau (EDeg) wurden für Passageraten von 4 und 8 %/h nach McDonald (1981) berechnet.

Parameter des ruminalen Abbaus und effektiver Abbau der XS

		a (%)	a + b (%)	c (% / h)	EDeg4 (%)	EDeg8 (%)
getrockneter Weizen	ohne BPP	30,0	97,4	79,5	94,2	91,2
	mit BPP	35,5	96,9	83,6	94,1	91,5
Feuchtweizen	Tag 0	29,3	97,5	58,6	93,1	89,3
	Tag 30	76,8	99,8	20,0	96,0	93,2
	Tag 150	85,2	99,7	24,4	97,7	96,1

a = lösliche Fraktion; b = unlösliche abbaubare Fraktion; c = Abbauratenkonstante von b.

Die beiden getrockneten Varianten sowie der Feuchtweizen am Tag 0 unterscheiden sich nicht in ihren Abbauparametern (a, b, c) und folglich auch nicht im effektiven XS-Abbau. Mit ca. 90% effektivem Abbau (EDeg8) werden Daten von Offner et al. (2003) bestätigt. Mit zunehmender Silierdauer des Feuchtweizens erhöht sich die lösliche Fraktion der XS auf über 80% und folglich EDeg8 auf über 96%.

Durch die Feuchtkonservierung sinkt der ohnehin schon niedrige Gehalt an Durchflusstärke bei Weizen noch weiter. Dies ist bei der praktischen Rationsgestaltung unbedingt zu berücksichtigen.

McDonald, I. (1981): J. Agric. Sci. (Camb.), 96, 251.
Offner, A., Bach, A., Sauvant, D. (2003). Anim. Feed Sci. Technol. 106, 81.

In vitro-Untersuchungen zur Verdaulichkeit des Rohproteins von Rapsextraktionsschroten

Verena Rief, Universität Hohenheim, Stuttgart, Herbert Steingaß, Stuttgart, Markus Rodehutscord, Stuttgart

Rapsextraktionsschrot (RES) ist beim Herstellungsprozess vielfältigen thermisch-mechanischen Beanspruchungen unterworfen. Dies ist einerseits der Grund dafür, dass RES beim Wiederkäuer einen relativ hohen Gehalt an UDP aufweist, andererseits ist dadurch aber auch die Gefahr einer Beeinträchtigung der intestinalen Verdaulichkeit des Rohproteins (XP) bzw. des UDP verbunden.

Bei neun repräsentativen Proben von RES aus deutschen Ölmühlen wurde die intestinale XP-Verdaulichkeit mit Hilfe der zweistufigen Methode der Pepsin-Pankreatinlöslichkeit nach Boisen und Fernandez (1995) untersucht. Bei diesen Schroten war in vorausgegangenen Untersuchungen bereits die Verdaulichkeit der Aminosäuren bei caecectomierten Hennen ermittelt worden (Rezvani et al. 2009). Die Proben wurden in jeweils 6-facher Wiederholung geprüft.

XP-Verdaulichkeit in vitro bei RES (n=9)

		Mittelwert	± S	Minimum	Maximum
XP	g/kg TM	387	14	367	410
VQ XP in vitro	%	70,7	4,0	64,0	78,6

Bei den 9 RES sind erhebliche Unterschiede in der XP-Verdaulichkeit in vitro festzustellen. Es besteht eine negative Beziehung der Proteinverdaulichkeit in vitro zum Gehalt an NDF (R2 = 0,71), nicht hingegen zum Gehalt an Rohfaser. Außerdem kann eine positive Relation zum Gehalt an Gesamt-Glucosinolaten (R2 = 0,29) nachgewiesen werden. Ein signifikant positiver Zusammenhang besteht außerdem zwischen der XP-Verdaulichkeit in vitro und der Lysinverdaulichkeit in vivo bei Hennen (R2 = 0,64), während zur Verdaulichkeit der übrigen essenziellen Aminosäuren keine bzw. nur schwächer ausgeprägte Beziehungen bestehen.

Die Methode der Pepsin-Pankreationlöslichkeit ist empfindlich genug, um ein Screening hinsichtlich der intestinalen Proteinverdaulichkeit vornehmen und u. A. eine Proteinschädigung nachweisen zu können. Eine Kalibrierung der Methode an Proben mit bekannter praecaecaler XP-Verdaulichkeit erscheint daher lohnend.

Boisen, S., Fernandez, J.A. (1995): Anim. Feed Sci. Technol. 51, 29.
Rezvani, M., Kluth, H., Bulang, M., Rodehutscord, M. (2009): Proc. Soc. Nutr. Physiol. 18, 131.

Untersuchungen zum Isoflavongehalt von Sojaextraktionsschrot aus verschiedenen Sojabohnenanbaugebieten

Ulrich Meyer, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Braunschweig, M. Hünerberg, Braunschweig, Dietmar Kammerer, Braunschweig, Reinhold Carle, Braunschweig, Gerhard Flachowsky, Braunschweig

Isoflavone haben eine Strukturähnlichkeit zum Hormon Östrogen und besitzen als sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe ohne Nährstoffcharakter sowohl bei Menschen als auch bei Tieren eine geringe hormonelle Wirksamkeit. Eine wichtige Quelle für Isoflavone in Nahrungs- und Futtermitteln ist die Sojabohne. In der Wiederkäuerernährung spielen aber auch andere Leguminosen, wie z.B. Rotklee als Herkunft für diese Substanzen eine Rolle. Das Bundesinstitut für Risikobewertung schätzt ein, dass nicht von einer Unbedenklichkeit von Isoflavonen in der Humanernährung auszugehen ist (BfR 2007). In Tierversuchen wurden u.a. Beeinträchtigungen der Schilddrüsenfunktion festgestellt. In der Literatur sind bisher keine hinreichenden Angaben zum Übergang von Isoflavonen aus dem Futter in von Tieren erzeugte Lebensmittel verfügbar. Weiterhin fehlen Werte zum Gehalt in Futtermitteln unterschiedlicher regionaler Herkunft.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb, Sojaextraktionsschrotproben aus weltweit bedeutsamen Sojabohnenanbaugebieten (Argentinien, Brasilien, USA) hinsichtlich ihres Gehalts an Isoflavonen zu untersuchen. Hierzu wurden jeweils sechs Chargen aus den genannten Herkunftsländern beprobt und auf ihren Gehalt an Weender Rohnährstoffen und Isoflavonen untersucht.

Herkunft	T g/kg	XA	XP	XL	XF
		g/kg T			
Argentinien	903	75	531^{b}	33	35
Brasilien	889	71	571^{a}	27	43
USA	898	75	544^{b}	32	47
p*		0,126	< 0,001	0,135	0,076
PSEM**		3	9,5	2,3	2,8

* Signifikanzniveau: p>0,05 ** PSME = pooled standard error of means

Der mittlere Rohproteingehalt der brasilianischen Sojaextraktionsschrotchargen lag mit 571 g/kg T auf hohem Niveau. Die Proben der anderen Herkünfte wiesen signifikant geringere Werte auf.

Die acht aufgeführten Isoflavone konnten in allen Proben quantifiziert werden, wobei die höchsten Gehalte in den Proben argentinischen Ursprungs zu finden waren. Die Untersuchung zusätzlicher Chargen zur Erweiterung der Datenbasis ist wünschenswert.

Herkunft	Daidzin	Glycitin	Genistin	Malonyl-daidzin	Malonyl-genistin	Daidzein	Glycitein	Genistein	Gesamt-gehalt
					mg/kg T				
Argentinien	596^{a}	181^{a}	1066^{a}	276^{a}	513^{a}	172^{a}	190^{a}	82^{a}	3076^{a}
Brasilien	298^{b}	142^{b}	607^{b}	80^{b}	175^{b}	122^{b}	67^{b}	81^{a}	1572^{b}
USA	326^{b}	113^{b}	535^{b}	297^{a}	500^{a}	53^{c}	96^{b}	24^{b}	1944^{b}
p*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PSEM**	35,0	8,9	38,1	25,0	33,5	10,5	12,6	8,3	116,0

* Signifikanzniveau: p>0,05 ** PSME = pooled standard error of means

Einfluss einer gestaffelten Supplementierung von zwei unterschiedlichen Selenquellen auf Leistungsmerkmale von Broilern

Ingrid Halle, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Braunschweig, Hans Schenkel, Stuttgart

Selen (Se) ist als essentielles Spurenelement bekannt. Se kommt im tierischen Organismus in verschiedenen Proteinen vor und ist funktioneller Bestandteil von Enzymen, wodurch es eine wichtige Rolle beim Schutz der Zellmembranen vor oxidativer Zerstörung spielen kann. Der Bedarf an Se für Broiler wird vom NRC (1994) mit 0,15 mg pro kg Futter und von der GfE (1999) mit 0,17 mg beziffert. Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, den Einfluss einer gestaffelten Anreicherung des Futters mit einer anorganischen (Selenit) oder einer organischen Se-Quelle (Selenomethionin) auf Leistungsmerkmale von wachsenden Broilern zu untersuchen.

Für den Versuch über 35 Tage an Broilern wurden 504 männliche Küken (Ross 308) in 7 Gruppen mit jeweils 6 Abteilen a 12 Tieren aufgeteilt. Das Futter wurde zur freien Aufnahme angeboten. Se wurde dem Futter in Konzentrationen von 0,1 g, 0,2 g und 0,4 mg pro kg Broilerfutter zugesetzt. Am Ende des Versuches wurde aus jedem Abteil ein Broiler der dem Abteilmittelwert entsprach ausgeschlachtet. Die Se-Analyse erfolgte in Fleisch und Leber.

Die Futteraufnahme der Broiler war zwischen den Gruppen nur in der Tendenz unterschiedlich (Tab. 1). Die Broiler aus den Gruppen mit 0,2 mg und 0,4 mg Se aus Selenit sowie 0,1 mg, 0,2 mg und 0,4 mg Se aus Selenomethionin erreichten eine gesichert höhere Mastendmasse und einen günstigeren Futteraufwand als die Broiler aus der Kontrolle und der Gruppe mit 0,1 mg Se aus Selenit. Aus der Ausschlachtung ergaben sich keine Unterschiede in den wertvollen Fleischteilen und Organgewichten zwischen den Gruppen.

Tabelle 1: Leistungsmerkmale der Broiler (Mittelwerte, P<0,05)

Se-Quelle mg/kg	Futteraufnahme, g/d	Mastendmasse, g/Tier	Futteraufwand, kg/kg
Kontrolle	92	2136 b	1,539 a
Selenit 0,1	92	2174 b	1,508 a
0,2	95	2310 a	1,468 b
0,4	95	2328 a	1,448 b
Selenomethionin 0,1	95	2314 a	1,462 b
0,2	93	2319 a	1,430 b
0,4	95	2315 a	1,460 b

VFT-Sonderuntersuchung - Vitamin A im Mischfutter

Karl-Hermann Grünewald, Verein Futtermitteltest e.V., Bonn, Georg Steuer, Groß-Umstadt

Vitamin A ist ein fettlösliches, für Mensch und Tier essentielles Vitamin. Durch seine Beteiligung beim Aufbau und Schutz von Haut und Schleimhäuten (Epithel Schutzfunktion) wirkt es auf die Fruchtbarkeit und die Infektionsabwehr (Widerstandskraft, Immunreaktion), daneben wirkt es auch bei der Regulation der Wachstumsvorgänge. Da Vitamin A nicht in den pflanzlichen Futtermitteln vorkommt, werden den Mischfuttermitteln üblicherweise ausreichende Mengen an Vitamin A zugegeben.

Bei der Versorgung der Tiere mit Vitamin A ist eine ausreichende Bedarfsdeckung (Minimalbedarf, Zusatz für Stress und Zusatzeffekte) zu beachten und eine unnötige Überversorgung zu vermeiden, da diese zu deutlich erhöhten Gehalten in Lebensmitteln (z.B. Akkumulation in der Leber) führt.

Um die Gehalte in dem in der Praxis eingesetzten Mischfutter einschätzen zu können, wurde aus den im Rahmen des VFT-Warentests beprobten Futtern eine Stichprobe auf Vitamin A untersucht. Die Stichprobe umfasst 154 Futter aus dem Zeitraum Winter 2005 und Winter 2008.

Tabelle: analysierte Vitamin A-Gehalte im Mischfutter

	n	**Mittel I.E./kg**	**von - bis I.E./kg**	**Dekl.-abw. ?**	**?**
Rinderfutter (Ergänzer)*	70	13.181	3.825 – 41.365	6	1
Alleinfutter f. Mastschweine	34	9.287	6.400 – 15.000	0	0
Alleinf. f. Sauen + Ferkel	30	14.800	1.448 – 24.121	4	1
Ergänzungsf. f. Schweine *	20	44.538	14.900 – 103.400	1	1

* Gehalte der Ergänzungsfutter sind auf Alleinfutter / Tagesration umzurechnen

Alle Mischfutter für Schweine und bis auf 5 MLF auch alle Rinderfutter wiesen einen Vitamin A-Zusatz auf. Die deklarierten Vitamin A-Gehalte wurden in der Regel durch die Analyse bestätigt, in 14 Fällen wurden die deklarierten Gehalte unter- (11x) bzw. überschritten (3x). Bei den Alleinfuttern reichten die ermittelten Vitamin A-Gehalte mit einer Ausnahme (Ferkelfutter mit Deklarationsunterschreitung) für die Deckung des ernährungsphysiologischen Bedarfes aus und überschritten diesen deutlich, was unter Berücksichtigung der in der Praxis anstehenden „Stress-Situation“ für die einzelnen Tiere und den genannten Zusatzeffekten (Immunreaktionen) z.T. erwünscht ist. Die futtermittelrechtlichen Grenzen für die Vitamin A-Gehalte in Mastfutter wurden nicht überschritten.

Zur Beurteilung der ausreichenden Gehalte und der Einhaltung der rechtlichen Grenzen ist bei den Ergänzungsfuttermitteln neben dem ermittelten Gehalt der Anteil des Ergänzers an der Gesamtration zu berücksichtigen.

Einfluss der mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen auf die Niacinanflutung am Duodenum bei Milchkühen

Inka-Donata Niehoff, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Braunschweig, Peter Lebzien, Braunschweig, Liane Hüther, Braunschweig, Gerhard Flachowsky, Braunschweig, Ulrich Meyer, Braunschweig

Niacin spielt im Stoffwechsel eine große Bedeutung. Niacinzulagen in Rationen von Milchkühen führten zu inkonsistenten Ergebnissen. Vermutlich hat die Rationsgestaltung wesentlichen Einfluss auf den Niacinabbau und die Neusynthese im Pansen.

Um einen Beitrag zu dieser Thematik zu leisten, wurden an 10 doppelt fistulierte Milchkühe (Pansen, Duodenum) der Rasse Deutsche Holstein drei verschiedene Rationen mit einem Grundfutter:Kraftfutter-Verhältnis von 1/3 Kraftfutter und 2/3 Grundfutter (LC), 1/2 Kraftfutter und 1/2 Grundfutter (MC) bzw. 2/3 Kraftfutter und 1/3 Grundfutter (LC) ohne und mit zusätzlicher Niacinzulage (+ NA) in Höhe von 6 g Nicotinsäure pro Tier und Tag gefüttert. Die Versuchsdurchführung ist im Detail bei Niehoff (2009) beschrieben.

Aus den Untersuchungen konnten enge Beziehungen zwischen mikrobieller Proteinsynthese und Niacinbildung am Duodenum abgeleitet werden (Abbildung 1). Je g mikrobielles Protein erschienen 2 mg Niacin je Tag mehr am Duodenum. Die mikrobielle Proteinmenge korrelierte hochsignifikant (r = 0,92) mit der Niacinanflutung am Duodenum.

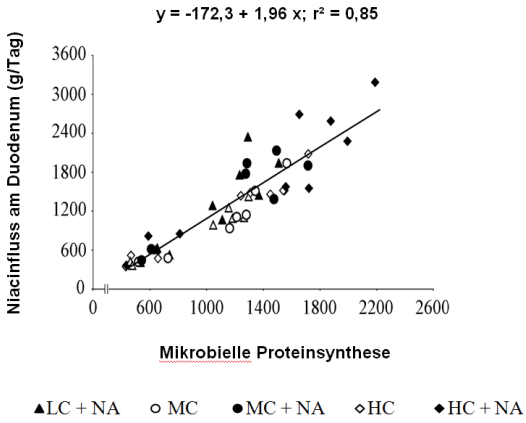


Abbildung 1: Beziehung zwischen der mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen und der Niacinanflutung am Duodenum

Untersuchungen zum Einsatz von Milchaustauscher in der Fresseraufzucht mit Fleckvieh

Thomas Ettle, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing, Anton Obermaier, Jena, Hubert Schuster, Poing, Hubert Spiekers, Poing

In Bayern ist die Fresseraufzucht im Lebendmassebereich von 80 bis 200 kg ein etabliertes Verfahren der arbeitsteiligen intensiven Rindermast mit Fleckvieh. Vor dem Hintergrund stark schwankender Preise für Milchaustauscher (MAT) und in der Praxis immer noch sehr hohen MAT-Einsatzmengen wurde in mehreren Versuchen geprüft, ob mit niedrigeren Einsatzmengen pro Tier bzw. mit kostengünstigeren Produkten (reduzierter Magermilchpulveranteil) in Abhängigkeit von der Tränkedauer gute Aufzuchtergebnisse erzielt werden können.

Bisher wurden 2 Fütterungsversuche mit jeweils 2 x 21 männlichen Fleckviehtieren im Gewichtsbereich von etwa 80 bis 200 kg abgeschlossen. Kraftfutter und Milchaustauscher wurden jeweils nach Plan am Automaten angeboten, Maissilage und Heu wurden als Mischung ad libitum vorgelegt.

In Versuch 1 wurde bei einheitlicher MAT-Konzentration von 100 g/l über unterschiedliche Tränkekurven eine Gesamtaufwandmenge an MAT von 25 bzw. 20 kg /Tier in den Versuchsgruppen 1 bzw. 2 angestrebt. Bei einer Tränkedauer von 37 Tagen wurde ein MAT mit einem Magermilchpulveranteil von 40 % eingesetzt. Die Zuwachsleistungen unterschieden sich mit 1151± 133 und 1172 ± 101 g/Tier und Tag in den Gruppen 1 und 2 nicht. Bei vergleichbarer Kraftfutteraufnahme kompensierten die Tiere in Gruppe 2 die reduzierte MAT-Aufnahme offensichtlich über eine erhöhte Grobfutteraufnahme, so dass die Nährstoffzufuhr zwischen den Gruppen vergleichbar blieb.

In Versuch 2 wurden die Gruppen 1 bzw. 2 über einen MAT mit 40 % bzw. 10 % Magermilchpulveranteil versorgt. Je Tier wurden 20 kg MAT bei einer Tränkedauer von 37 Tagen eingesetzt. Es wurde für beide Gruppen ein einheitlicher Tränkeplan verwendet. Die Zuwachsleistungen in den Gruppen 1 bzw. 2 lagen bei 1120 ± 132 und 1123 ± 132 g/Tier und Tag. Bei vergleichbarer Kraftfutter- und MAT-Aufnahme war die Grobfutteraufnahme in Gruppe 2 etwas höher als in Gruppe 1. insgesamt wurden so die etwas niedrigeren XP-Gehalte des MAT mit 10 % Magermilchpulveranteil kompensiert, so dass die XP- (und ME) – Aufnahme zwischen den Gruppen vergleichbar war.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass unter den vorliegenden Bedingungen und dem realisierten Leistungsniveau durch die Reduktion der MAT-Einsatzmengen oder die Verwendung kostengünstigerer Produkte mit vermindertem Magermilchpulveranteil erhebliches Einsparungspotential ohne Beeinträchtigung der tierischen Leistung besteht.

Unterschiedliche Aufzuchtintensität von Jungrindern und deren Auswirkungen auf Milchleistung und Nutzungsdauer

Silke Dunkel, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Katrin Trauboth, Jena, Wassili Ochrimenko, Jena, Hans-Jürgen Löhnert, Jena

In einem Mehrländerprojekt mit 5 Landesanstalten der neuen Bundesländer zum Thema „Verbesserung der Gesundheit, Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer von Kühen der Rasse Deutsche Holstein durch optimale Intensität der Jungrinderaufzucht“ wurden unterschiedliche Fragestellungen nach vorheriger Abstimmung bearbeitet. Dabei wurden in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft in zwei Einzelfütterungsversuchen mit je 20 wachsenden Jungrindern/Gruppe der Einfluss eines unterschiedlichen Ernährungsniveaus (24 bzw. 28 Monate Erstkalbealter) getestet. Als hochtragende Färsen wurden die Tiere aus der Versuchsstation der TLL wieder in die Milchviehanlagen eingestallt. Bis zu ihrem Ausscheiden werden die Tiere weiter auf Milchleistung, Tiergesundheit und Nutzungsdauer untersucht.

Die Milchmengenleistungen und die Gehalte an Fett und Eiweiß in der Milch sind sowohl für die ersten 100 Tage der Laktation als auch für den Zeitraum der abgeschlossenen 1. Laktation (305 Tage) in der Tabelle wiedergegeben.

Während der ersten 100 Tage lag die ermolkene Milchmenge für die Gruppe mit 24 Monaten Erstkalbealter (EKA) um 4,4 % nicht signifikant höher. Im Verlauf der Laktation zeigte sich, dass Kühe mit 28 Monaten EKA bei der 305-Tage-Leistung ihre Milchleistung steigerten. Dieser Unterschied war nicht statistisch zu sichern.

Bis zum 305. Laktationstag konnte kein Effekt der unterschiedlichen Erstkalbealter auf die Milchinhaltsstoffe nachgewiesen werden. In den ersten 100 Tagen hatten die Milchkühe mit 24 Monaten EKA beim Milcheiweißgehalt einen leichten Vorteil. Bis zum 305. Tag erreichten die Kühe mit 28 Monaten EKA tendenziell einen etwas höheren Milcheiweißgehalt. Milchkühe mit 28 Monaten EKA wiesen im Laktationsverlauf einen um 0,1 % höheren Fettgehalt auf. Die Einschmelzung von Körperfett könnte zu diesem Trend beigetragen haben.

Der Anteil der Tiere, die bis zum 305. Lakationstag gemerzt wurden, lag bei den Tieren mit 28 Monaten EKA um 5 % höher als in der Gruppe mit 24 Monaten EKA. Hauptabgangsursache waren hier Stoffwechselerkrankungen.

Tabelle: Mittlere Milchmenge und -inhaltsstoffe während der 1. Laktation (305 Tage, p>0,05)

Kennzahl	Dimension	Erstkalbealter		Erstkalbealter	
		n	24 Monate	n	28 Monate
Milchmenge 1.- 100. Tag	kg	35	3250	35	3107
Milcheiweiß 1.- 100. Tag	%		3,12		3,07
Milchfett 1.- 100. Tag	%		3,9		4,0
Milchmenge 305 Tage	kg	33	9091	31	9179
Milcheiweiß 305 Tage	%		3,34		3,36
Milchfett 305 Tage	%		4,0		4,1

ANKOM Technologie – Systeme für die Fettanalytik Vergleich der FilterBag-Technik mit den konventionellen Methoden

Barbara Stadler, HLS - Gesellschaft für Analysentechnik, Salzwedel

Filter Bag DesignXT4 Filter Bags (Fettextraktion)
beidseitig mit Teflon laminiertes Polymer – 2 - 3µ

Systeme für die Fettanalyse
ANKOMHCl Hydrolyse System
Das ANKOM HCL - Hydrolysesystem liefert eine schnelle und sparsame Methode zur Durchführung der Hydrolyse als Vorbereitung für die Lösungsmittelextraktion von Fett- und Ölproben. Durch den Einsatz der FilterBag Technologie ist der Hydrolyseprozess stark vereinfacht worden.

- 15 – 20 Proben gleichzeitig
- Teflon Behälter
- Automatische Temperaturkontrolle und Spülung
- Vollautomatisch und sicher
- Kein Glasbruch
- Keine Säuredämpfe

ANKOM XT15 Extraktor
Der ANKOMXT15 ist ein vollautomatisches System für die Durchführung von Fettextraktionen. Die Extraktionszeit beträgt in Abhängigkeit von der Probenmatrix 20 - 60 Minuten.

- Automatische Zuführung des Lösungsmittels
- Verkürzte Extraktionszeit
- Erhöhte Extraktionstemperatur bis 90 °C
- Filtration bei 2 - 3 µ (Porenweite)
- 15 Proben gleichzeitig, >150 Extraktionen/Tag
- Reduzierter Lösungsmittelverbrauch
- >97 % Lösungsmittelrecycling
- offiziell anerkannte Methode für die Rohfettbestimmung

Vergleichsmessungen Fett mit Hydrolyse
Durch umfangreiche Vergleichsuntersuchungen mit zertifizierten Referenzmaterialien und der Teilnahme an Ringversuchen konnte die Gleichwertigkeit der FilterBag Technologie mit den konventionellen Methoden nachgewiesen werden.

Untersuchungen zur Belastung von Getreidestroh mit Fusarium-Toxinen und Ochratoxin A

Sarah Sondermann, Universität Hohenheim, Stuttgart, Margit Schollenberger, Stuttgart, Dirk Rohweder, Stuttgart, Sven Dänicke, Braunschweig, Winfried Drochner, Stuttgart

Zur Feststellung der bundesweiten Belastung von Getreidestroh mit Fusarientoxinen und Ochratoxin A wird ein Screening mit amtlich entnommenen Proben aus 2 Erntejahren und aus allen Bundesländern entsprechend ihrem Strohaufkommen durchgeführt. Die Ergebnisse aller Toxine werden mit den Angaben auf den bei der Probenahme mit eingereichten Fragebögen korreliert und statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse der Analyse des Erntejahres 2007 werden vorgestellt.

Material und Methoden: Die Bestimmung von 13 Trichothecenen erfolgte mittels GC/MS nach Festphasenextraktion am Institut für Tierernährung in Hohenheim, die Analyse von Zearalenon (ZEA) und Ochratoxin A (OA) wurde mittels HPLC/Fluoreszenzdetektion nach immunoaffinitätschromatographischer Auf-reinigung am Friedrich-Loeffler-Institut in Braunschweig durchgeführt.

Ergebnisse: Bei den 106 Proben des Erntejahres 2007 handelte es sich um 47, 41 und 16 Proben an Weizen-, Gersten- und sonstigem Stroh.

Deoxynivalenol (DON) war das dominierende Trichothecen hinsichtlich der Häufigkeit des Vorkommens und der Gehalte. Weiterhin wurden in den Proben die Typ-B Trichothecene Nivalenol (NIV), Fusarenon-X, 3- und 15- Acetyldeoxynivalenol (3- und 15-ADON), die Typ-A Trichothecene Scirpentriol, 15-Monoacetoxyscirpenol, 4, 15-Diacetoxyscirpenol, T-2 Toxin (T-2), HT-2 Toxin (HT-2), T-2 tetraol und T-2 triol sowie ZEA nachgewiesen. Lediglich die Toxine Neosolaniol und OA wurden in keiner Probe gefunden.

Es ergaben sich signifikante Unterschiede für die Toxingehalte von DON, 15- und 3- ADON und HT-2 bei dem Vergleich von Weizen- und Gerstenstroh. Die Gehalte an ZEA waren in Weizenstroh tendenziell höher als in Gerstenstroh, die Toxinkonzentrationen von NIV und T-2 zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Signifikant höhere DON Gehalte ergaben sich für Strohproben nach wendender im Vergleich zur nicht wendenden Bodenbearbeitung. Hingegen war bei nicht wendender Bodenbearbeitung bei den Toxinen 15-ADON und T-2 ein signifikant höherer Toxingehalt im Stroh zu beobachten. Signifikant höhere Gehalte der Toxine NIV und ZEA fanden sich in Proben mit der Vorfrucht Mais im Vergleich zu Proben mit anderer Vorfrucht.

Auch bei der Toxinverteilung innerhalb Deutschlands (Nord-Südverteilung) wurden für einige A-Trichothecene signifikante Unterschiede beobachtet.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMVEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Charakterisierung der chemischen Zusammensetzung und weiterer Futterwertmerkmale von Futtermitteln aus Milchviehbetrieben des Ökologischen Landbaus

I. Breer, Bonn, M. Kalff, E. Leisen, Karl-Heinz Südekum, Bonn

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen und der ideelle Anspruch an die Wirt-schaftsweise im Ökologischen Landbau führen zu differierenden Anbaustrategien im Vergleich zur konventionellen Wirtschaftsweise. Dies hat zur Folge, dass zum einen teils ganz andere Futtermittel eingesetzt werden, zum anderen die im Ökologischen Landbau produzierten Futtermittel sich in ihren Inhaltsstoffen und damit in Futterwertmerkmalen von konventionell produzierten Futtermitteln unterscheiden können. Die derzeit zur Verfügung stehenden Tabellenwerke basieren vornehmlich auf konventionell produzierten Futtermitteln und sind daher für die Rationsplanung von ökologischen Betrieben nur beschränkt einsetzbar.

Ziel dieser Arbeit war es, ökologisch produzierte Futtermittel in Nordrhein-Westfalen (NRW) zu charakterisieren und im Hinblick auf ausgewählte Inhaltsstoffe mit Futtermitteln konventioneller Herkunft zu vergleichen. Dies geschah mit besonderem Augenmerk auf ihre Eignung für Milchviehrationen. Insgesamt wurden 1.708 Futtermittelproben ökologischer Herkunft ausgewertet, davon 1.653 Grobfuttermittelproben, 51 Einzelfuttermittel und drei Mischfuttermittel. Die Proben stammten aus NRW aus den Jahren 1998 bis 2007. Sie wurden in Kategorien eingeteilt und mittels beschreibender Statistik (Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum sowie Anzahl der Proben für die jeweiligen Variablen) charakterisiert. Die Ergebnisse wurden anschließend – mangels direkter Vergleichswerte zu orts- und zeitnah erfassten konventionellen Futtermitteln – mit Werten konventioneller Futtermittel aus Futtermitteltabellen sowie verfügbaren Auswertungen ökologisch produzierter Futtermittel verglichen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die in der Literatur berichteten Unterschiede im Hinblick auf die Inhaltsstoffe bestätigt werden können. Die botanische Zusammensetzung der Grünlandbestände sowie das Vegetationsstadium scheinen hier eine große Rolle zu spielen. Zur Energie- und insbesondere Proteinergänzung der Milchkuhrationen wird eine große Bandbreite an Einzelfuttermitteln eingesetzt, da die in der konventionellen Fütterung verbreiteten Ölsaatextraktionsschrote verboten sind. Weiterhin weist die Bewertung der Inhaltsstoffe auf einen Bedarf für ein besseres Erntemana-gement hin. Die großen Schwankungen der Inhaltsstoffe in den Futtermitteln unterstreichen die Bedeutung gezielter und regelmäßiger Futtermittelanalysen als erste Voraussetzung für eine bedarfsgerechte Versorgung der Tiere. Derzeit vorhandene Tabellenwerte sind allenfalls zur groben Orientierung nutzbar, eine exakte Rationsplanung auf Basis von Analysenergebnissen ist aber – wegen der noch größeren Variabilität der Werte – gerade im Ökologischen Landbau unerlässlich.

Neue Erkenntnisse zur Bildung flüchtiger Substanzen in Maissilagen

Kirsten Weiß, Humboldt-Universität, Berlin, Christine Kalzendorf, Oldenburg, Jan Zittau, Berlin, Horst Auerbach, Bitterfeld

Ausgehend von Problemen in der Praxis bei der Verfütterung von geruchsintensiven Maissilagen (fruchtesterähnlicher Geruch) hinsichtlich Rückgang von Futteraufnahme, Milchleistung und Tiergesundheit war das Ziel der vorliegenden Arbeit, flüchtige und geruchsintensive Verbindungen in Silagen qualitativ und quantitativ zu bestimmen.

In einem Screening wurden 10 auffällige Maissilageproben aus der Praxis mittels GC-MS (n=3) bzw. spezieller GC (n=7) nach Destillation der flüchtigen Hauptkomponenten auf Vorkommen und Gehalt an Acetaldehyd, 5 Estern sowie 14 Alkoholen untersucht. Außer hohen Milchsäure(MS)-, Essigsäure(ES)- und Ethanolgehalten wurden insbesondere Methanol (bis 480 mg/kg TM), Propanol (bis 19000 mg/kg TM), 2-Butanol (bis 1165 mg/kg TM) und Ethylacetat (EA) (bis 789 mg/kg TM) bzw. Ethyllactat (EL) (bis 1263 mg/kg TM) nachgewiesen. Die Korrelationen zwischen dem Gehalt an Estern und Ethanol (R2= 0,73 bzw. 0,85) waren hoch. Die Korrelation zwischen jeweiliger Säure und deren Ethylester (MS–EL: R2=0,09; ES-EA: R2=0,93) waren unterschiedlich stark ausgeprägt.

In einem mehrfaktoriellen Laborsilierversuch mit Silomais wurde der Einfluss von verzögertem Einsilieren, Lufteinfluss während der Lagerung sowie Lagertemperatur auf Gärqualität, Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten und Hefen, Gärverluste, aerobe Stabilität sowie Bildung von 20 flüchtigen, geruchsintensiven Verbindungen (siehe Screening) nach ca. 100 Tagen Lagerung in jeweils dreifacher Wiederholung geprüft (AnovaF-Statistik).

Bei verzögertem Einsilieren, erhöhter Lagertemperatur (35°C) und Lufteinwirkung während der Lagerung waren die MS-, Ethanol- und Estergehalte tendenziell reduziert. Entsprechend niedrigere Gehalte an Estern, insbesondere an EL, gegenüber Lagerung bei 20° C und Luftabschluss, wurden bestimmt. In der Tendenz waren die Konzentrationen an sowohl 2-Butanol, als auch Methanol und Propanol am höchsten unter Luftabschluss bei 20°C.

In einem dritten Teil wurde die Bildung flüchtiger Substanzen in Maissilagen ohne/mit Zusatz heterofermentativer Milchsäurebakterien (zur Variation des Gärproduktmusters) während des Gärprozesses nach 2, 14, 28, 42 und 90 Tagen anaerober Lagerung bei 20°C untersucht. Es zeigte sich, dass relativ hohe Konzentrationen an MS, ES, Ethanol, 2-Butanol sowie den Estern EA und EL gebildet wurden. Die Bildung von Estern im Gärungsverlauf wurde in hohem Maße durch die Ethanolbildung beeinflusst.

Fazit: Die Silierbedingungen (Luft, Temperatur) hatten entscheidenden Einfluss auf den Gehalt an Gärsäuren und Ethanol sowie deren Ester. Silagen mit deutlich erhöhten Ethanolgehalten, die besonders unter strikt anaeroben Bedingungen und bei 20°C während der Lagerung auftraten, wiesen dann auch erhöhte Gehalte an geruchsintensiven flüchtigen Komponenten wie Estern und 2-Butanol, Methanol sowie Propanol auf. Nach den vorliegenden Ergebnissen wird geschlussfolgert, dass die Esterbildung in Silagen eine rein chemische Reaktion ist.

In vitro-Untersuchungen an ausgewählten Proteinfuttermitteln zur Verdaulichkeit des pansenstabilen Proteins im Dünndarm

A. Kivitz, Universität Bonn, Karl-Heinz Südekum, Bonn

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Ermittlung der Dünndarm-Verdaulichkeit des pansenstabilen Futterproteins (undegradable feed protein, UDP) verschie-dener überwiegend proteinreicher und/oder speziell vor dem Abbau im Pan-sen geschützter Futtermittel mittels einer dreistufigen, enzymatischen in vitro-Methode. Der Versuchsumfang beinhaltete 33 Futtermittel mit einem Schwerpunkt auf Raps- und Sojafuttermitteln. Davon wurden im Vorfeld 13 Futtermittel einer thermischen Behandlung und 10 einer chemischen Behandlung zur Verringerung des ruminalen Rohproteinabbaus unterzogen. Speziell für experimentelle Zwecke wurden fünf Futtermittel hergestellt, die restlichen Proben wurden aus dem Handel bezogen. Die Rohproteingehalte der Futtermittel lagen zwischen knapp 15 und 50 %.

Die Futtermittel wurden zunächst einer Verdauung mit einer Streptomyces gri-seus-Protease zur Simulation des ruminalen Rohproteinabbaus mit anschlie-ßender Pepsin-Pankreatin-Verdauung (Labmagen-Dünndarm-Verdauung) unterzogen. Darauf folgte eine Schätzung der intestinalen Verdaulichkeit des UDP. Die Konzentration der verwendeten S. griseus-Protease wurde auf den Gehalt an Reinprotein (true protein, TP) des Futtermittels standardisiert. Die Durchführung der Methode begann mit der Bestimmung des Reinproteingehaltes. Die Inkubation der Futtermittel beinhaltete als ersten Schritt eine 18-stündige Verdauung in einer Pufferlösung, die ein Protease:TP-Verhältnis von 41 Einheiten/g TP aufwies. Die getrockneten Rückstände dieses Schrittes wurden 1 h in einer Pepsin-HCl-Lösung inkubiert und im Anschluss fand an den Residuen eine 24-h Verdauung mit Pankreatin statt.

Die intestinale Verdaulichkeit des Reinproteins betrug zwischen 18 % für Rapsschalen und 88 % für ein gezielt formaldehydbehandeltes Sojaextrak-tionsschrot. Sojaprodukte wiesen im Mittel eine um etwa 10 Prozentpunkte höhere intestinale Proteinverdaulichkeit auf, allerdings gab es auch Rapsprodukte, die höhere Werte als einzelne Sojaprodukte aufwiesen.

Der Vergleich der experimentell ermittelten Werte mit Literaturdaten ergab sowohl Übereinstimmungen als auch erhebliche Abweichungen. Dies deutet auf weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich der intestinalen Verdaulichkeit des UDP hin. Die verwendete enzymatische in vitro-Methode zur Untersuchung der Verdaulichkeit des UDP im Dünndarm erscheint geeignet, um Konzentrat-futtermittel zu analysieren und zu bewerten. Zumindest können durch diese Methode verschiedene Futtermittel richtig rangiert werden. Ob die absoluten Werte plausibel und zutreffend sind, bedarf weiterer Studien, die aber durch das völlige Fehlen von in vivo-Werten erschwert werden.

Untersuchungen zur Silierung von Biertrebern

Gotlind Weber, BAG - Budissa Agroservice GmbH, Malschwitz, Ehrengard Kaiser, Berlin

In einem umfangreichen Forschungsprojekt, durchgeführt in den Jahren 2006 bis 2007, wurde untersucht, welchen Qualitätsveränderungen frische Nasstreber von der Abholung in den Brauereien über den Transport bis zur Lagerung und Entnahme aus den geöffneten Silos unterliegen. Es sollte geklärt werden, unter welchen Voraussetzungen Biertreber, trotz des potentiellen Verderbrisikos, erfolgreich gelagert werden können. Dabei wurde vor allem die neu entwickelte Siliertechnologie für Nasstreber - das Truckbaggingverfahren - als Alternative zu herkömmlichen Siliermethoden detailliert untersucht. Bei diesem Verfahren werden die fließfähigen Nasstreber direkt vom Transportfahrzeug in einen Folienschlauch verkippt.

Frische Nasstreber wurden sowohl bei Beladung der Transportfahrzeuge in den Brauereien als auch bei Ankunft am Silierort untersucht. Die Rohnährstoffgehalte der frischen Treber aus verschiedenen Brauereien schwankten nur geringfügig. Alle 101 Proben wurden als mikrobiologisch unbedenklich eingestuft und waren meist frei von Hefen und Schimmelpilzen. Zu beachten ist aber die geringe aerobe Stabilität, die nur bei 1 bis 2 Tagen lag.

Nasstreber wurden sowohl in Freigärhaufen als auch mittels Direktverkippung in Folienschläuchen siliert. Es wurden der Einfluss von Sickersaft, einem Siliermittelzusatz und der Lagerzeit auf die Silagequalität untersucht.

Insgesamt wurden 12 Siloschläuche mit je 25 t Nasstreber gefüllt. Die Qualität der Silagen war unabhängig von der Lagerzeit (14, 42, 90 und 178 Tage) nach der anaeroben Lagerung in allen Schläuchen sehr gut. Bei Schlauchöffnung wurde in keiner Probe Buttersäure gefunden, niedrige Essigsäuregehalte (0 – 14,4 g/kg TM) und nur Spuren von Alkohol (0 – 7,6 g/kg TM). Hefen wurden nur in 11 von 52 Proben in unbedenklichen Konzentrationen bis 2,5 x 105 KBE/kg FM nachgewiesen und Schimmel nur in einer von 52 Proben in niedrigen Konzentrationen (8,5 x 102 KBE/kg FM). Die niedrige aerobe Stabilität der frischen Biertreber wurde durch die anaerobe Lagerung nicht verbessert, ein Zusatz von 3 l/t Mais Kofasil liquid konnte allerdings die aerobe Stabilität der Nasstreber auf 4,3 Tage erhöhen. Ein direkter Vergleich der Silagequalität von einem Schlauch, in dem der Sickersaft während der 6monatigen Lagerzeit gehalten wurde und einem zweiten, aus dem der Sickersaft ungehindert abließen konnte, ergab, dass der Sickersaft die Treberqualität nicht beeinflusste. Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den Silageproben verschiedener Schichten beider Schläuche gefunden.

Während in den Folienschläuchen immer sehr gute Nasstrebersilagen erzeugt wurden, war der Siliererfolg im Freigärhaufen unterschiedlich. In einem Teilversuch war die Qualität der Nasstrebersilagen ebenfalls sehr gut in einem weiteren wurden dagegen hohe Buttersäuregehalte von 26,8 g/kg TM und erhöhte Essigsäuregehalte von 32,4 g/kg TM gefunden. Die unbefriedigende Silagequalität wurde vermutlich durch eine Kontamination während der Einsilierung verursacht.

Parameter des Proteinwerts von Biertrebern beim Wiederkäuer

Natascha Seifried, Universität Hohenheim, Stuttgart, Patricia Leberl, Stuttgart, Herbert Steingaß, Stuttgart

Biertreber ist ein weltweit geschätztes Futtermittel für Wiederkäuer. Neben seinem beträchtlichen Energiegehalt, der in den letzten Jahren durch eine Reihe von Untersuchungen abgesichert werden konnte, gibt es bezüglich des Proteinwertes noch immer unvollständige bzw. divergierende Angaben.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den ruminalen Abbau der Trockenmasse (TM) und des Rohproteins (XP) an einem repräsentativen Probenkollektiv von Biertrebern zu bestimmen. Zehn Proben von Biertrebern (9 siliert, 1 frisch) aus Einsendungen von Praxisbetrieben wurden nach Trocknung (60°C) ohne weitere Vermahlung mit einem in situ-Verfahren über 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 und 72 h im Pansen von 2 ruminal fistulierten Kühen inkubiert. Aus der Differenz zwischen dem Auswaschverlust (0 h) und der wasserlöslichen Fraktion wurden die Verluste an kleinen Partikeln berechnet und der XP-Abbau um diese Größe korrigiert (Weisbjerg et al. 1990). Die Abbauparameter und der effektive ruminale Abbau (EDeg) wurden für Passageraten von 5 und 8 %/h nach McDonald (1981) berechnet. Zusätzlich erfolgte mit dem erweiterten Hohenheimer Futterwerttest (Steingaß et al. 2001) die Bestimmung der Gehalte an effektivem nXP (nXPe) und UDP für die o.g. Passageraten.

Parameter des Proteinwertes von Biertreber (n=10)

			Mittelwert	Standardabw.	Minimum	Maximum
TM		g/kg	251	10	235	261
XP		g/kg TM	273	27	236	331
in situ XP	a	%	3,0	3,3	0,2	7,4
	b	%	78,5	5,9	70,2	86,4
	c	%/h	8,0	1,8	5,5	10,3
	EDeg 5	%	50,4	3,4	45,4	56,4
	EDeg 8	%	41,4	3,8	35,6	47,9
HFT	nXPe 5	g/kg TM	189	12	163	209
	nXPe 8	g/kg TM	224	14	198	251

Biertrebersilagen enthalten wenig lösliches XP (a) und weisen einen relativ hohen potenziellen XP-Abbau (b) auf. Aufgrund der niedrigen XP-Abbaurate (c) resultiert jedoch ein geringer effektiver XP-Abbau von ca. 50 bzw. 40 %. Damit sind die Werte der vorliegenden Untersuchungen sehr gut mit denen der Futterwerttabelle der Niederlande vergleichbar. Dagegen wird in den DLG-Futterwerttabellen mit 60 % ein höherer Abbau angegeben. Die im HFT ermittelten Proteinwerte stimmen gut mit den in situ ermittelten Daten überein (R2 = 0,47/0,73 für UDP 5/UDP 8).

Literatur: CVB (2000): Veevoedertabel, Lelystad.
DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (1997). DLG-Verlag Frankfurt.
McDonald, I. (1981): J. Agric. Sci. (Camb.), 96, 251.
Steingaß, H., Nibbe, D., Südekum, K.-H., Lebzien, P., Spiekers, H. (2001): 113. VDLUFA-Kongress, Kurzfassung, 114.
Weisbjerg, M.R., Bhargava, P.K., Hvelplund, T., Madsen, J. (1990): Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, No. 679.

Einfluss der Fütterung von getrockneter Schlempe (Weizen, Gerste, Zucker), Raps- oder Sojaextraktionsschrot auf Harnstoffgehalt und GLDH-Aktivität im Blut bei Mastbullen

Heribert Meiser, RKW Süd, Würzburg, Thomas Ettle, Poing, Hubert Spiekers, Poing, Wolfgang Preißinger, Poing, Christine Potthast, Ochsenfurt

In der Aufzucht von Fleckvieh-Fressern zeigten sich bei Einsatz von Getreideschlempe im Vergleich zu Raps- bzw. Sojaextraktionsschrot etwas niedrigere Tageszunahmen [1]. Neben den als Ursache diskutierten niedrigen Lysingehalten könnten die Ursachen jedoch auch in anderen Bereichen zu suchen sein. Daher wurden in vorliegender Untersuchung neben den Auswirkungen des Einsatzes von getrockneter Schlempe im Austausch gegen Raps- oder Sojaextraktionsschrot auf die Leistung in der intensiven Bullenmast mit Fleckvieh auch Blutparameter zur Beschreibung der Nährstoffversorgung und des Gesundheitsstaus erhoben.

Es wurde ein Fütterungsversuch mit 135 Mastbullen im Lebendmassebereich von 220 bis ca. 730 kg durchgeführt. Insgesamt 3 Futtergruppen verteilten sich dabei auf jeweils 4 Buchten (2 Buchten Vollspaltenboden und 2 Buchten Tretmist je Futtergruppe. Im Vollspaltenbodenstall je Versuchsgruppe jeweils eine Bucht mit oder ohne Gummiauflage). In den Futtergruppen wurden Sojaextraktionsschrot (SES), Rapsextraktionsschrot (RES) und getrocknete Schlempe auf Basis Weizen-Gerste-Zucker (Schlempe) als alleinige Eiweißfuttermittel in einer TMR eingesetzt. Hinsichtlich der Energie- und Rohproteinversorgung erfolgte eine Anpassung der TMR auf Basis Maissilage, Stroh und Kraftfutter für die Mastabschnitte Anfangs-, Mittel- und Endmast. Blutproben (n=9 je Gruppe) wurden zu Mastbeginn, zweimal im Mastverlauf sowie bei der Schlachtung (genüchterte Tiere) entnommen. Zur Schlachtung erfolgte weiterhin die Entnahme von Leberproben zur patho-histologischen Untersuchung, die derzeit noch in Durchführung ist.

Daten zur Mast- und Schlachtleistung wurden bereits vorgestellt [2]. Bei einem insgesamt relativ niedrigen Proteinversorgungsniveau, das jedoch zwischen den Versuchsgruppen im Mittel der Mast vergleichbar war, war die Mastleistung in der Gruppe Schlempe gegenüber der Gruppe Sojaextraktionsschrot verschlechtert, während sich die Gruppe Rapsextraktionsschrot nicht von den Vergleichsgruppen unterschied.

Die GLDH-Werte, als spezifische Indikatoren der Lebergesundheit, lagen im Mittel in den Fütterungsgruppen zwischen 9,5 und 21 U/l. Bei insgesamt hohen Standardabweichungen innerhalb der Gruppen kann auf eine leichte Leberbelastung einzelner Tiere geschlossen werden. Die Harnstoffwerte als Mittelwerte im Blutserum waren in der Gruppe SES über den ganzen Versuchszeitraum am höchsten und in der Gruppe Schlempe am niedrigsten. Mit <20 mg/dl bewegten sich die Blutharnstoffgehalte für die Raps- und Schlempe-Gruppe teilweise am unteren Ende des physiologischen Bereiches.

[1] Spiekers, H., Urdl, M., Preißinger, W., Gruber, L. (2006): 5. BOKU-Symposium Tierernährung, Tagungsband, 25-34
[2] T. Ettle, A. Obermaier, W. Preissinger, L. Hitzlsperger, H. Meiser H. Spiekers, C. Potthast (2009): Forum angewandte Forschung in der Rinder- u. Schweinefütterung. 58-61

Einsatz von Rapskuchen in Rationen hochleistender Milchkühe

Christian Koch, Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Münchweiler, Herbert Steingaß, Stuttgart, Franz-Josef Romberg, Münchweiler, Karl E. Landfried, Münchweiler, Karl-Heinz Südekum, Bonn

Rapskuchen kann als energiereiches Eiweißfuttermittel bezeichnet werden. Da Rapskuchen in der chemischen Zusammensetzung und im Futterwert je nach Verarbeitungsintensität variiert, resultieren unterschiedliche Rohfett- und Rohprotein-(XP)-Gehalte. Vielfach wird gefordert, den Rohfettgehalt in Milchkuhrationen auf 50 g/kg Trockenmasse (TM) zu begrenzen, um negative Auswirkungen größerer Mengen ungeschützter Fette auf die Faserverdauung und Pansenfermentation zu vermeiden. Deshalb werden häufig obere Einsatzgrenzen von 2 kg/(Kuh x Tag) eingehalten. In einem Fütterungsversuch an der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, Münchweiler, wurde nun geprüft, welche Auswirkungen höhere Mengen Rapskuchen (4 kg/(Kuh x Tag) auf biologische Leistungs- und Stoffwechselkenngrößen sowie die Milchfettzusammensetzung und Pansenfermentation haben. Hierzu standen 70 Milchkühe der Rasse „Deutsche Holstein" zur Verfügung. Die gesamte Herde war entweder Kontrollgruppe oder zeitlich versetzt Versuchsgruppe. Der Versuch gliederte sich in sieben Versuchsabschnitte zu je sieben Wochen. Die ersten 14 Tage dienten der Adaptation der Tiere an die Ration und die folgenden fünf Wochen dienten der Datenerfassung. Als Grobfutterkomponenten wurden Gras- und Maissilage (4 bzw. 7 kg TM/(Kuh x Tag)) sowie Heu (1,5 kg TM/(Kuh x Tag)) verwendet. Das Grobfutter- zu Kraftfutter-Verhältnis in der TM betrug im Mittel 60:40. Die Rationen enthielten in der TM im Mittel aller Versuchsabschnitte 16 % XP, 15 % nutzbares XP am Duodenum (nXP) und 7,1 MJ NEL/kg. Der Glucosinolatgehalt im Rapskuchen (vorläufige Analysen) lag bei 25,5 mmol/kg. Wesentliche Ergebnisse des Fütterungsversuchs sind der Tabelle zu entnehmen.

Abschnitt:	1 K	2 RK	3 K	4 RK	5 K	6 RK+RES	7 K
TM-Aufnahme, kg/Tag	21,6	21,0*	20,2	21,4*	19,8	21,0*	20,7
Milch, kg/Tag	28,3	29,1	29,4	31,9*	29,4	32,5*	32,2
Fett, %	4,20	3,92*	4,20	3,94*	4,04	3,78*	3,61
Eiweiß, %	3,56	3,48*	3,48	3,35*	3,21	3,24	3,24
Fett, kg	1,17	1,13*	1,22	1,24*	1,18	1,21	1,15
Eiweiß, kg/Tag	0,99	1,00	1,01	1,05*	0,93	1,03*	1,03

K: Kontrolle, RK: Rapskuchen, RES: Rapsextraktionsschrot; *: signifikante Unterschiede ($p<0,05$) zwischen Versuchsration und der jeweils vor- und/oder nachgelagerten Kontrollphase

Bei 4 kg Rapskuchen je Kuh und Tag stieg die Milchleistung (teils signifikant), der Milchfettgehalt war dagegen deutlich reduziert. Die TM-Aufnahmen waren gegenüber der Kontrollration teilweise ebenfalls erhöht. Die zum Teil gesichert höheren Milchfett- und Milcheiweißmengen in den Versuchsrationen ergeben sich aus den gestiegenen Milchleistungen.

Ableitung neuer Energieschätzgleichungen für Rindermischfutter

Martin Pries, Landwirtschaftskammer NRW, Münster, Annette Menke, Münster E. Tholen, Universität Bonn, Karl-Heinz Südekum, Universität Bonn

Anhand der Daten aus der energetischen Futterwertprüfung wird gezeigt, dass die bisher nach GfE (1996) geltenden Schätzgleichungen insbesondere energiereiche Milchleistungsfutter systematisch unterschätzen.

Mit Hilfe von 349 Datensätzen aus Verdaulichkeitsmessungen für Rindermischfutter an Hammeln in den Einrichtungen Haus Riswick und der Landesanstalt für Landwirtschaft, Grub, werden neue Energieschätzgleichungen unter Verwendung der Rohnährstoffgehalte, der Detergenzienfasern sowie der in vitro Größen Gasbildung und Cellulaselösigkeit abgeleitet und deren Schätzgenauigkeit diskutiert. Die folgenden beiden Gleichungen erweisen sich dabei am vorteilhaftesten:

	Modell 2a	**Modell 2b**
Absolutglied	7,17	9,67
XA	-0,01171	-0,01698
XP	+0,00712	+0,00340
XL	+0,01657	+0,01126
XS	+0,00200	+0,00123
NDForg		-0,00097
ADForg	-0,00202	
Gb	+0,06463	
ELOS		+0,00360
R^2	0,79	0,76
Schätzfehler, %	1,89	2,04

Angaben: Rohnährstoffgehalte in g/kg TM, Gasbildung (Gb) in ml/200 mg TM

Ein Verfahren zur Schätzung der Dünndarmverdaulichkeit von Aminosäuren beim Schwein

Karl Rutzmoser, Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing, Hermann Lindermayer, Poing, Günther Propstmeier, Poing

Die Bewertung der Aminosäuren auf der Ebene der Dünndarmverdaulichkeit wird als das genauere Verfahren angesehen. Während für Bruttogehalte an Aminosäuren hinreichend Tabellenwerke zur Verfügung stehen, wurden die Dünndarmverdaulichkeiten bisher nur an einer begrenzten Anzahl an Futtermitteln festgestellt (GfE 2006). Da das Rohprotein nahezu die Summe der Aminosäuren darstellt, ist eine Verknüpfung von scheinbarer Verdaulichkeit des Rohproteins (sVQ RP) mit der Dünndarmverdaulichkeit von Aminosäuren (dVQ AS) naheliegend. Zur Ableitung von Gleichungen wurden die veröffentlichten Werte der Dünndarmverdaulichkeiten von 22 Futtermitteln heran gezogen (GfE 2006). Futtermittel mit einer größeren Anzahl von Versuchen (über 12) und besser gesicherten Werten wurden eigens betrachtet.

Die Schätzgleichungen wurden nach der allgemeinen Form aufgebaut:

$$dVQ\ AS = a + b * (100 - sVQ\ RP) ** c$$

Dabei wird die scheinbare Rohproteinverdaulichkeit (sVQ RP, aus DLG-Tabellen - Schweine 1991) mit dem Abzugsglied (100 – sVQ RP) in den unverdaulichen Teil umgewandelt. Das Absolutglied a wird 100 gesetzt, das ergibt bei einer sVQ RP von 100 auch eine dVQ AS von 100, was für reine Aminosäuren zutrifft. Das Steigungsmaß b wird so eingestellt, dass die Abweichungen klein werden. Mit dem Exponentfaktor c erhält die Funktionslinie die passende Krümmung.

Die folgenden Schätzgleichungen wurden für die in der Schweinefütterung bedeutsamen Aminosäuren approximativ abgeleitet:

Aminosäure	Schätzgleichung
dVQ Lysin	= 100 – 0,8 * (100 – sVQ RP) ** 1,1
dVQ Methionin	= 100 – 2,8 * (100 – sVQ RP) ** 0,6
dVQ Cystin	= 100 – 5,0 * (100 – sVQ RP) ** 0,5
dVQ Threonin	= 100 – 3,8 * (100 – sVQ RP) ** 0,6
dVQ Tryptophan	= 100 – 7,0 * (100 – sVQ RP) ** 0,4
dVQ Isoleucin	= 100 – 5,8 * (100 – sVQ RP) ** 0,4
dVQ Leucin	= 100 – 3,0 * (100 – sVQ RP) ** 0,6
dVQ Valin	= 100 – 6,4 * (100 – sVQ RP) ** 0,4

Die sVQ RP sind für alle Futtermittel für Schweine (DLG 1991) verfügbar und die Gleichungen anwendbar. Die Schätzwerte der dVQ AS ergeben mit den Bruttogehalten die Gehalte an dv AS in den Futtermitteln, welche in die Futterberechnung einfließen und auf den Bedarf abgestimmt werden können.

Die Differenzen der dv AS aus Schätzwerten und GfE-Vorgaben streuen meist gering um 0,2 bis 1 g je kg Futter.

DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen - Schweine, 6. Auflage, Frankfurt a. Main. GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt a. Main.

Veränderung der Rohprotein- und Phosphorgehalte im Mischfutter für Schweine und Geflügel – aus dem VFT-Warentest 1998-2008

Karl-Hermann Grünewald, Verein Futtermitteltest e.V., Bonn, Georg Steuer, Groß-Umstadt

In der Schweine- und Legehennenhaltung hat es in den zurückliegenden Jahren eine deutliche Steigerung der Leistungen gegeben. Dies betrifft die Parameter Wurfzuwachs, tägliche Zunahme, Eizahl und auch den Futteraufwand. Höhere Leistungen sind nur durch die Versorgung mit größeren Mengen an Energie- und Nährstoffen oder einer besseren Verfügbarkeit der Nährstoffe im Futter möglich. Im Rahmen der Fütterung ist dies über Zuteilung einer größeren Futtermenge oder durch stärker konzentrierte Futter möglich.

Gleichzeitig rückten seit Ende der 80'er Jahre in zunehmendem Maße die Auswirkungen landwirtschaftlicher Produktion auf die Umwelt in den Fokus und es wurde eine Reduzierung der Nährstoffausscheidungen gefordert.

Auf Basis der Mischfutterprüfung des VFT kann aus Daten zu den Energie- und Nährstoffgehalten eine Übersicht zur Entwicklung der Gehalte im Mischfutter und zur Nährstoffversorgung der Tiere erstellt werden. Wegen der gestiegenen Energie- und Nährstoffkonzentration der Futter, wurden zum besseren Vergleich der Werte die Protein- und Phosphorgehalte auf den Energiegehalt bezogen.

Tabelle: Analysierte Gehalte in Alleinfuttermitteln für Schweine und Legehennen

Futt.typ	1998					2008				
	ME	XP	P	XP	P	ME	XP	P	XP	P
	MJ/kg	g/kg		g/MJ		MJ/kg	g/kg		g/MJ	
FAZ I	13,9	186	6,3	13,4	0,46	14,2	181	5,6	12,8	0,40
FAZ II	13,3	181	6,4	13,6	0,48	13,6	179	5,4	13,2	0,40
Säugef.	13,0	176	6,7	13,5	0,51	13,1	172	5,6	13,2	0,43
Tragef.	11,8	148	5,7	12,6	0,49	12,0	146	5,0	12,2	0,45
Mastfut.	13,1	172	5,7	13,1	0,43	13,1	169	4,9	12,9	0,37
Legefut.	11,2	171	6,3	15,3	0,56	11,4	169	5,1	14,8	0,45

FAZ = Ferkelaufzuchtfutter; Säugef. = Säugefutter; Tragef. = Tragefutter; Mastfut. = Schweinemastfutter (Universalmast); Legefut. = Legehennenfutter

Die Daten zu Energie und Lysin zeigen auf, dass die Futter heute stärker konzentriert sind. Dies gilt gleichfalls bei Bezug der Aminosäuren auf die Energie. Die Gehalte an Rohprotein sind aktuell für einzelne Futtertypen etwas höher, meist niedriger, die Phosphor-Gehalte durchweg deutlich niedriger als 1998. Bei Bezug auf die Energie zeigen sich für Rohprotein und Phosphor deutlich geringere Konzentrationen auf. Dies kann durch der verstärkte Verwendung zugesetzter Aminosäuren und den i.d.R. üblichen Zusatz von Phytase erklärt werden.

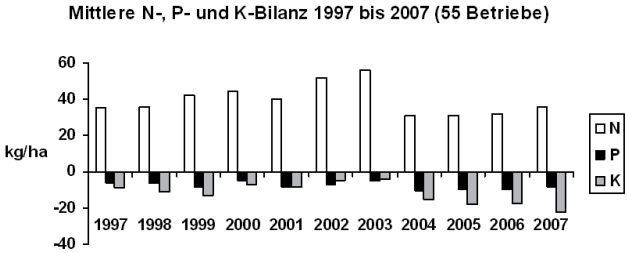
Dies zeigt, dass eine Verminderung der Nährstoffausscheidungen erreicht wird.

Ergebnisse elfjähriger Stickstoff-, Phosphor-, Kalium- und Magnesiumbilanzen Thüringer Landwirtschaftsbetriebe

Wilfried Zorn, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Hubert Schröter, Jena, Lothar Herold, Jena

Ein effizientes Nährstoffmanagement stellt eine wichtige Grundlage für eine erfolgreiche und nachhaltige Landbewirtschaftung dar. In diesem Zusammenhang ermöglicht die Nährstoffbilanzierung eine rückwirkende Bewertung der ausgebrachten Düngung und gibt Hinweise auf eventuelle Optimierungspotenziale. Mit dem Inkrafttreten der Düngeverordnung von 1996 sind Landwirtschaftsbetriebe ab 10 ha LF verpflichtet, einen Nährstoffvergleich für N, P und K zu erstellen. Nach der Novellierung der Verordnung im Jahr 2006 ist die Verpflichtung zur Berechnung der K-Bilanz entfallen.

Seit dem Erntejahr 1997 kontrolliert und wertet die TLL jährlich die Nährstoffvergleiche von 120 bis 180 Thüringer Landwirtschaftsbetrieben nach der Feld-Stall-Bilanz aus. Die Auswertung erfolgt anonym und liefert wichtige Aussagen zum Nährstofffluss in der Thüringer Pflanzenproduktion. Für 55 repräsentative Landwirtschaftsbetriebe mit ca. 60.000 ha LF liegen die Nährstoffbilanzen für insgesamt elf Düngejahre (1997 bis 2007) vor. Auf dieser Grundlage sind repräsentative Aussagen über das Düngeverhalten der Thüringer Landwirte möglich.



Der mittlere Jahres-N-Saldo ist im Auswertungszeitraum immer positiv. Die Schwankungen der Mittelwerte resultieren überwiegend aus der Variabilität der Jahreserträge und Nährstoffabfuhren. Die Streubreite der jährlichen N-Salden ist erheblich. In Betrieben mit sehr hohen N-Bilanzsalden wurden die Ursachen der geringen N-Effizienz ermittelt und gemeinsam mit den Landwirten Optimierungspotenziale aufgezeigt. Im Beitrag wird detailliert auf die Zusammenhänge eingegangen.

Die P- und K-Salden liegen dagegen im negativen Bereich und haben zu einer dramatischen Abnahme der P- und K-Versorgung der Böden geführt, wobei sich der Flächenumfang sehr niedriger und niedriger P-Gehalte dramatisch vergrößert hat.

Stagnierendes Ertragsniveau – Ist die Intensität der Düngung schuld?

Wolfram Zerulla, BASF SE, Limburgerhof

Betrachtet man die Entwicklung der Getreideerträge seit dem 2. Weltkrieg, so ist bis zum Ende des 20. Jahrhunderts ein stetiger Anstieg festzustellen. Ab etwa dem Jahr 2000 stagnieren jedoch die Erträge auf hohem Niveau. Als mögliche Ursachen für diese Beobachtung kommen verschiedene ertragsbeeinflussende Faktoren in betracht:

- negative Auswirkung der Witterung
- die Pflanzenzüchtung vernachlässigte das Zuchtziel Ertragshöhe
- Pflanzenschutzmaßnahmen führen seit der Jahrtausendwende zu keiner weiter verbesserten Ertragssicherung
- negative Effekte vereinfachter Fruchtfolgen
- Flächenverluste besonders von Böden mit hoher Bonität
- Rückgang der Düngungsintensität
- etc.

Hinsichtlich der Düngungsintensität der deutschen Landwirtschaft ist festzustellen, dass die N-Düngung seit Mitte der 90-er Jahre stagniert und die P- und K-Düngung seit Mitte der 80-er Jahre kontinuierlich rückläufig ist.

Anhand von dreijährig durchgeführten aktuellen N-Steigerungsversuchen wird dargestellt, ob mit den momentanen N-Düngungsempfehlungen nur suboptimale oder aber weiterhin ökonomisch optimale Erträge erzielt werden.

Ergebnisse aus aktuellen P-Dauerdüngungsversuchen erlauben die Abschätzung, auf welches Ertragspotential durch eine unterlassene oder suboptimale Düngung verzichtet wird. Es ist mit diesen Versuchen auch möglich abzuschätzen, wie sind die in vielen Bundesländern beobachtete Verschiebung der Bodengehaltsklassen in Richtung geringerer Versorgung ertraglich auswirkt.

Eine Schwefel-Düngung zu stark S-bedürftigen Kulturen wie z.B. Winterraps gehört seit Ende der 90-er Jahre weitgehend zu einer Standardmaßnahme. Eine S-Düngung zu Getreide ist dagegen vielfach noch die Ausnahme. Anhand von Ergebnissen aus einjährigen Versuchen auf fruchtbaren Ackerstandorten lässt sich ableiten, inwieweit eine S-Düngung zu Getreide Mehrerträge nach sich zieht. Diese Ergebnisse geben einen Hinweis darauf, ob mit dieser Düngungsmaßnahme das Ertragspotenzial von Getreide verbessert werden könnte.

NH3-Verlustpotenziale bei Harnstoffdüngung auf unterschiedlichen Böden: Ergebnisse von Modellversuchen und Erhebungsuntersuchungen mit 105 agrarisch genutzten Böden aus Deutschland

Alexander Wissemeier, BASF SE, Limburgerhof, W. Weigelt, Limburgerhof, Gregor Pasda, Limburgerhof, Wolfram Zerulla, Limburgerhof

Bei globalen Betrachtungen stellen tierische Ausscheidungen mit Abstand die größte Quelle von Ammoniak(NH3)-Einträgen in die Atmosphäre dar. Dünge-mittelanwendungen folgen an zweiter Stelle. Bezogen auf Handelsdünger gehen von Harnstoff sowohl der absoluten Menge nach als auch bei prozen-tualer Betrachtung die größten gasförmigen NH3-N Verluste aus (Bouwman et al., 2002). NH3-Emissionen von Harnstoff sind Folge der hydrolytischen Spaltung des Harnstoffs im Boden. Zwischen Böden sind Unterschiede im Verlustpotenzial an NH3 nach Harnstoffdüngung bekannt. Für Deutschland war daher von Interesse, sich einen Überblick über mögliche NH3-N Verluste nach Harnstoffdüngung zu verschaffen.

Hierzu konnte an einer Auswahl Böden unterschiedlichster Provenienzen in Modellversuchen unter kontrollierten Bedingungen das Verlustpotenzial mit den Parametern (i) Boden-pH, (ii) pH-Pufferung des Boden und (iii) der Urease-Aktivität der Böden über multiple Regressionsanalysen mit hoher Bestimmtheit beschrieben werden. Die ermittelte Vorhersagegleichung wurde dann auf 105 Oberböden aus agrarischer Nutzung angewendet. Die Bodenproben stammten dabei aus 10 Bundesländern von der Nord- und Ostseeküste bis zum Voralpenland. Die Auswahl erfolgte zufällig nach Opportunität ohne geographisch-bodenkundlicher a priori Festlegungen alleine mit dem Ziel einer möglichst breiten Abdeckung der Fläche der Bundesrepublik.

Die Spannweite der pH-Werte der Böden reichte von 4,1 bis 7,6 (arithmetisches Mittel pH 6,8). Der Boden mit der höchsten Urease-Aktivität war ca. 20fach aktiver als der Boden mit der niedrigsten Aktivität. Als quantitatives Maß der wichtigen pH-Pufferung der Böden wurde das H+-Nachlieferungspotenzial nach Zugabe definierter KOH-Mengen zum Boden bestimmt.

Für den Untersuchungszeitraum von 14 Tagen ergaben sich nach Obenauf-Düngung von gekörntem Harnstoff kumulierte NH3-N Verluste im Mittel der 105 Böden von 50 % des gedüngten Harnstoff-N. Die Spannweite der NH3-N Verlustpotenziale lag zwischen 20 und 80 % des gedüngten Harnstoff-N. Vergleichsuntersuchungen in der Volatilisationsanlage nach Harnstoffdüngungen mit einer Reihe außereuropäischer Böden bestätigte diese Spannweite als typisches Verlustpotenzial agrarischer Böden. Hinzuweisen bleibt, dass die in Laboruntersuchungen mit unbewachsenem Boden, ständigem Luftzug und fehlenden Niederschlägen ermittelten Werte ein maximales Potenzial abbilden. N-Aufnahme durch die Pflanze, Windstille, Einarbeitung in den Boden oder Niederschläge sind Einflussfaktoren, die geeignet sein können NH3-N Verluste zu vermindern. In einem weiteren Kongress-Beitrag (Wissemeier et al., Einfluss von Platzierung…) wird diesen Aspekten, zum Teil mit überraschenden Ergebnissen, weiter nachgegangen.

Einfluss von Platzierung, Boden, Bodenfeuchte und der Zeit zwischen Düngung und Niederschlägen auf die NH3-Verluste aus Harnstoff

Alexander Wissemeier, BASF SE, Limburgerhof, W. Weigelt, Limburgerhof, U. Thiel, Limburgerhof

Wird Harnstoff über den Boden gedüngt, ist dessen hydrolytische Spaltung bei gegebenem Boden eine Funktion der Temperatursumme des Bodens, wie wir in Modellversuchen zeigen konnten. Katalysiert wird die Spaltung des Harnstoffs vom ubiquitär in Böden vorhandenen Enzym Urease, dessen Herkunft pflanzlich oder mikrobakteriell sein kann. In jedem Fall entsteht durch Urease-Aktivität zunächst immer das Gas Ammoniak (NH3), das dann temperatur-, pH- und bodenabhängig mit dem nicht flüchtigen Ion Ammonium (NH4+) im Gleich-gewicht steht. Auf Grund dieser Sachverhalte ist es naheliegend, dass die Einarbeitung von Harnstoff in den Boden eine geeignete Maßnahme sein sollte, gasförmige NH3-N Verluste zu verringern oder zu vermeiden. Der gleichen Rationalität folgt, dass Niederschläge geeignet sein können, NH3-N Verluste nach Obenaufdüngung von leicht wasserlöslichem Harnstoff zu vermindern oder zu vermeiden.

Die Frage der NH3-N Verluste in Abhängigkeit von Böden, Bodenfeuchte, Niederschlägen sowie der Harnstoff-Platzierung wurde in pflanzenbaulichen Gefäßversuchen und in Modellversuchen ohne Pflanzen nachgegangen.

Zu den bemerkenswerten Ergebnissen der Untersuchungen gehört, dass eine Platzierung des Harnstoffs in 4 cm Bodentiefe bei leichten Böden zu den gleichen gasförmigen NH3-N Verlusten führte wie die Obenauf-Düngung unter ansonsten gleichen Bedingungen. Diesbezügliche Unterschiede zeichnen sich nur bei schwereren Böden ab. Damit in Übereinstimmung standen die Ergebnisse pflanzenbaulicher Versuche, bei denen gezeigt werden konnte, dass selbst eine Bewässerung von oben unmittelbar nach der Düngung (simulierte Niederschläge, Harnstoff-Einwaschung) bei leichtem Boden nicht in der Lage war, NH3-N Verluste vollständig zu vermeiden. Beim Vergleich zwischen Böden konnte herausgearbeitet werden, dass Unterschiede im NH3-N Verlustpotenzial der Böden wesentlich von deren pH-Puffervermögen abhingen. In die gleiche Richtung wiesen auch die Ergebnisse mit den unterschiedlichen Angebots-formen des Harnstoffs: Nicht umhüllter, körniger Harnstoff bewirkte die größten NH3-N Verluste, kleine Harnstoffkörner geringere als große Körner und sehr langsam freigesetzter weil optimal umhüllter Harnstoff praktisch keine. Damit übereinstimmend ließen sich geringere NH3-N Verluste aus Harnstoff in AHL als bei gekörntem Harnstoff messen.

Bei trockenem Boden traten keine volatilen NH3-N Verluste auf. Unter diesen Bedingungen förderten Niederschläge die Verluste dramatisch.

Zusammenfassend ergibt sich, dass pauschalisierende Aussagen auf Lehrbuch-niveau ungeeignet sind NH3-N Verluste von Harnstoff hinreichend zu beschreiben. Die Untersuchungen werden in einem Schema zusammengefasst, in das dynamische Bodeneigenschaften, sowie Wasser- und Positionseffekte des Düngeharnstoffs im Boden mit eingehen.

Effizienz der Harnstoffdüngung unter Freilandbedingungen

Gregor Pasda, BASF SE, Limburgerhof, Wolfram Zerulla, Limburgerhof, M. Lex, Limburgerhof

In den beiden vorangegangenen Beiträgen von Wissemeier et al. wurde auf die Bedeutung von Boden-, Management- und Witterungsbedingungen für die NH3-Verluste bei Harnstoffdüngung ausführlich eingegangen. Alle Ergebnisse stammten aus einem deutschlandweiten Boden-Survey und Modellversuchen, die unter kontrollierten Umweltbedingungen durchgeführt wurden. Diese Ergebnisse wiesen mit gasförmigen NH3-N-Verlustpotenzialen zwischen 20 und 80 % des gedüngten Stickstoffs auf das sehr hohe Verlustpotenzial bei Harnstoffanwendung hin.

Anhand von Düngungsversuchen (35 einjährige Versuche aus 2005 bis 2008, Standorte überwiegend in Süddeutschland) zum Vergleich von Kalkammonsalpeter (KAS) und Harnstoff wurde untersucht, ob und wenn ja, wie stark sich das NH3-Verlustpotenzial von Harnstoff unter Freilandbedingungen auf verschiedene Merkmale von Winterweizen auswirkt. Es zeigte sich, dass im Mittel aller Versuche Harnstoff KAS bezüglich der untersuchten Ertrags-, Qualitäts- und Effizienzmerkmalen zum Teil deutlich unterlegen war (Tab. 1). In der Mehrzahl der Versuche traf dies auch für den Einzelversuch zu.

Tab. 1: Wirkung von Harnstoff im Vergleich zu Kalkammonsalpeter (KAS) auf ausgewählte Merkmale von Winterweizen (n = 35, 2005-2008)

Merkmal	KAS	Harnstoff (% von KAS)	Spanne (% von KAS)	Anz. Versuche	
				H < KAS	H > KAS
Kornertrag	84,1 dt/ha	**95,8**	77,6 – 104,0	29	6
Rohprotein-gehalt	13,4 %	**98,4**	85,6 - 107,4	23	12
N-Entzug Korn	167,5 kg N/ha	**93,9**	79,0 – 104,8	29	6
N-Leistung	19,7 kg Korn/kg N	**90,2**	69,3 – 115,2	29	6
scheinbare N-Ausnutzung	53,2 %	**89,5**	65,9 – 110,0	29	6

Vergleicht man die Daten aus Tabelle 1, so fällt auf, dass sich zwischen KAS und Harnstoff bezüglich des N-Entzuges durch das Korn im Mittel nur eine Differenz von ca. 10 kg N/ha ergab. Dieser relativ geringe Unterschied im N-Entzug erklärt nicht hinreichend den Ertragsunterschied von 4,2 % (= 3,5 dt/ha). Offensichtlich spielt neben einem geringeren N-Angebot auch der Zeitraum der eingeschränkten N-Verfügbarkeit eine Rolle. Dies spiegelt sich z.B. beim Vergleich der Ertragskomponenten wider: So war der Minderertrag von Harnstoff vor allem auf eine geringere Kornzahl pro Ähre zurückzuführen.

Effiziente N-Düngungsstrategien im Getreidebau

Axel Link, Yara GmbH & Co. KG, Dülmen

Seit vielen Jahren werden Alternativen zur traditionellen dreigeteilten N-Düngung im Getreidebau diskutiert. Das Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung Hanninghof hat deshalb zwischen 1996 und 2008 insgesamt 120 Feldversuche in Winterweizen durchgeführt, um verschiedene N-Düngungsstrategien zu testen. Die Versuche waren regional weit gestreut und lagen überwiegend in West-, Nord- und Ostdeutschland.

Geprüft wurden folgende Düngungsstrategien:

1) Die traditionelle dreigeteilte N-Düngung (Bestockung, Schossen, Ähren-schieben) mit Kalkammonsalpeter (KAS), breitwürfig ausgebracht.

2) Platzierte N-Düngung mit Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) zu Schossbeginn. Einmalapplikation als Band mit dem Schleppschlauch, angelehnt an das CULTAN-Verfahren.

3) Einmalapplikation mit KAS, breitwürfig ausgebracht zu Schossbeginn (nur in 71 Versuchen geprüft).

Die Höhe der N-Düngung war in allen Varianten jeweils gleich. Sie wurde zu Vegetationsbeginn, basierend auf dem Nmin-Gehalt des Bodens, ermittelt (Sollwert-Konzept). Sie lag im Durchschnitt bei 183 kg N/ha (184 kg N/ha in den 71 Versuchen mit KAS Einmalapplikation).

Im Mittel aller Versuche hat sich die Strategie der dreigeteilten N-Düngung bewährt. Die geteilte N-Düngung war der N-Platzierung sowohl ertraglich als auch hinsichtlich der Kornqualität überlegen. Darüber hinaus bietet nur die geteilte N-Düngung die Möglichkeit zur gezielten Bestandesführung durch Anpassung der N-Düngermenge in der Vegetationsperiode.

Muß aus arbeitswirtschaftlichen Gründen dennoch die Anzahl der Überfahrten reduziert und deshalb eine Strategie der Einmalapplikation gewählt werden, dann ist die aufwändige Strategie der N-Platzierung nicht notwendig. Im Mittel der 71 Versuche mit KAS-Einmalapplikation war diese Strategie der N-Platzierung mittels AHL-Einmalapplikation ebenfalls überlegen.

Tabelle 1: Ertrag und Proteingehalt bei verschiedenen N-Düngungsstrategien

Strategie	Ertrag (dt/ha)	Proteingehalt (%)	Anzahl Versuche
3 x KAS	94,5	12,1	120
1 x AHL	89,1	12,0	
3 x KAS	92,2	12,4	71
1 x AHL	86,5	12,1	
1 x KAS	88,0	12,5	

Ammonium-Depot-Düngung zu Winterweizen im Feldexperiment

Sebastian Donath, Universität Hohenheim, Stuttgart, Johannes Döhler, Stuttgart, Imanuel Großmann, Stuttgart, Rudolf Schulz, Stuttgart, Sabine Gruber, Stuttgart, Wilhelm Claupein, Stuttgart, Torsten Müller, Stuttgart

Bei der NH4+-Depot-Düngung wird eine NH4+-dominierte N-Düngung in einer einzigen Gabe zu Beginn der Vegetationsperiode platziert verabreicht.

Fragestellung. In Feldversuchen mit Winterweizen wurde überprüft, (I.) ob eine platzierte Oberflächenapplikation NH4+-betonter N-Dünger zur Ausbildung eines NH4+-Depots führt, (II.) ob sich im Vergleich zu einer betriebsüblichen geteilten N-Düngung gleich hohe Erträge und Rohproteingehalte erzielen lassen, und (III.) ob das NH4+-Depot zur Ernte aufgebraucht ist. Zusätzlich wurde untersucht, ob bei einmaliger N-Düngung eine Platzierung erforderlich ist, oder eine breitwürfige Applikation der N-Dünger ausreicht.

Material und Methoden. Die Versuche wurden 2007 und 2008 zusammen mit Landwirten auf jeweils sieben bzw. acht Feldern in den Landkreisen Tübingen und Biberach in Baden-Württemberg durchgeführt. Bodenart ist Lehm (L, sL, uL, tL). Jedes Feld des statistischen Streulagenversuchs enthielt bis zu sechs Düngungsvarianten mit gleicher N-Menge, angelegt als Streifenanlage ohne Wiederholungen. Die Varianten waren: (1.) betriebsübliche geteilte N-Düngung: (1.1) KAS, (1.2) Harnstoff; (2.) eine breitwürfige N-Gabe: (2.1) KAS, (2.2) Harnstoff; (3.) NH4-Depot-Streifenapplikation: (3.1) AHL in BBCH 29, (3.2) AHL in BBCH 31, (3.3) Harnstoff, und (4.) Kontrolle ohne N-Düngung (nur 2008).

Die Versuche wurden als Blockanlage konzipiert, wobei ein Feld einen Block und die jeweiligen Felder Wiederholungen darstellten. Die Auswertung erfolgte über eine Kovarianzanalyse.

Ergebnisse. (I.) Die platzierte Oberflächenapplikation führte zur Ausbildung eines NH4+-Depots. Während z. B. in 2008 im Depot bis zu 240 mg NH4+-N kg-1 Boden gemessen wurden, waren in der Umgebung meist weniger als 10 mg NH4+-N kg-1 Boden vorhanden. (II.) Die Kornerträge der Düngungsvarianten waren (Ausnahme: Kontrolle) in beiden Jahren nicht signifikant voneinander verschieden. Während die Rohproteingehalte im Jahr 2007 in der Variante (2.2) „Depot Harnstoff“ signifikant geringer waren, gab es in 2008 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten, auch nicht in den einmalig breitwürfigen Varianten (Ausnahme: Kontrolle). (III.) Das NH4+-Depot war zur Ernte aufgebraucht. Nachernte-Nmin-Proben (0-30 cm) zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen betriebsüblicher und NH4+-Depot-Düngung.

Schlussfolgerungen. Eine platzierte Applikation von NH4-Düngern führte auf den untersuchten Standorten zur Bildung eines NH4+-Depots, das nach der Ernte vollständig entleert wurde. Kornerträge und Rohproteingehalte waren vergleichbar hoch wie bei geteilter breitwürfiger Applikation (bei geringerem Arbeits- und Machschienenaufwand).

Offene Fragen (1) Sind die auf den untersuchten Standorten (Lehmböden; Klimabedingungen SW-Deutschlands) erzielten Ergebnisse auf andere Standorte, insbesondere leichtere Böden, übertragbar? (2) Ist es erforderlich, bei Qualitätsweizen die Ammonium-Depot-Düngung mit einer N-Spätgabe zu kombinieren? Zur Beantwortung dieser Fragen werden die Feldversuche fortgesetzt.

N-Aufnahme, Ertrag und Ertragskomponenten von Winterraps in Abhängigkeit von der N-Form mit und ohne Nitrifikationsinhibitor

Thomas Appel, Fachhochschule, Bingen, Ingo Pahlmann, Kiel, Stefan Wilmsmann, Bingen, Felix Glas, Bingen

Nitrifikationsinhibitoren können dazu genutzt werden, Ammoniumdünger vor einer schnellen Nitrifikation im Boden zu bewahren und so eine Ernährung der Pflanzen mit Ammonium zu fördern. RapsAS ist ein ammoniumbetonter Mischdünger, der unter anderem Nitrat, Ammonium und einen Nitrifikationsinhibitor (DMPP) sowie Magnesium, Schwefel und Bor enthält. Neben den physiologischen Vorteilen der Ammoniumernährung spricht in der Praxis für diesen Dünger, dass die gesamte vom Raps benötigte N-Menge zu Vegetationsbeginn in einer einzigen Gabe appliziert werden kann. Aufgrund des vor Nitrifikation geschützten Ammoniumanteils ist der Stickstoff vor Auswaschung geschützt und steht den Pflanzen über eine längere Phase als kontinuierlich fließende N-Quelle zur Verfügung. Bei dieser Düngestrategie wird zum einen die Überfahrt für eine zweite N-Gabe gespart und außerdem wird das potenzielle Risiko einer Verspätung bei der zweiten N-Gabe vermieden. Ob diese Düngungsstrategie (einmalige N-Gabe zu Vegetationsbeginn) unter den frühsommertrockenen Standortbedingungen in Bingen wirklich erfolgreich ist, wurde in Feldversuchen überprüft.

In den Jahren 2005 bis 2007 wurden Feldversuche mit unterschiedlichen N-Düngerformen mit und ohne Nitrifikationsinhibitor DMPP angelegt und die N-Aufnahme und der Ertrag gemessen. Mit folgenden vier N-Düngestrategien wurde außerdem untersucht, mit welchen Ertragskomponenten der Winterraps die unterschiedliche N-Verfügbarkeit kompensiert:

a) ASS zu Vegetationsbeginn + KAS im Stadium 30/31 (= konventionelle Düngung)

b) ASS zu Vegetationsbeginn + KAS verspätet appliziert (im Stadium 57/59)

c) RapsAS (NH4- und NO3-N mit Nitrifikationsinhibitor) zu Vegetationsbeginn

d) UreaS (Harnstoffdünger) einmalige Gabe zu Vegetationsbeginn.

Die gedüngte N-Menge betrug in allen Varianten 170 kg N/ha.

Signifikante Unterschiede im Ertrag oder der N-Akkumulation im Spross bis zum Ende der Blüte waren nicht zu beobachten. Die Analyse der Ertragskomponenten ergab, dass in den Varianten mit Harnstoff oder geteilten N-Gaben ein relativ großer Teil des Ertrags von den Seitentrieben höherer Ordnung stammte. Dies führte zu einer ungleichmäßigeren Abreife als bei der RapsAS-Variante. Bei der RapsAS-Variante waren die Seitentriebe 1. Ordnung besonders stark am Ertrag beteiligt, was eine einheitlichere Abreife der Schoten zur Folge hatte.

Grünlanddüngung mit N-Flüssigdüngerinjektion: Einfluss von Injektionshäufigkeit und N-Menge auf Ertrag, Qualität und N-Entzug

Ralf Reinhardt, Universität, Bonn, Martin Kücke, Braunschweig, Heinrich Scherer, Bonn

Auf vier Standorten [Braunschweig und in der Köln-Aachener Bucht (Heinsberg, Aldenhoven und Dürboslar)] werden in den Jahren 2007 bis 2009 Feldversuche zur Auswirkung einer Injektionsdüngung mit Ammoniumsulfatlösung im Vergleich zu einer konventionellen Düngung mit Kalkammonsalpeter durchgeführt. Dabei wird die Anzahl der N-Düngergaben (eine Teilgabe vor jedem Aufwuchs vs. eine Teilgabe vor jedem zweiten Aufwuchs) sowie die N-Düngermenge (betriebsüblich vs. -25%) variiert. Untersucht wird der Einfluss dieser Faktoren auf folgende Parameter: Trockenmasseertrag, Rohproteingehalt, Futterqualität, N-Düngeeffizienz und Nitratauswaschung.

Die zum jetzigen Zeitpunkt vorliegenden gemittelten Versuchsergebnisse von 2007 und 2008 zeigen, dass der Trockenmasseertrag und der N-Entzug des ersten Aufwuchses bei betriebsüblicher N- Düngermenge mit 45,3 dt TM/ha und 121,3 kg N/ha nach Injektionsdüngung auf ähnlichem Niveau lagen wie nach konventioneller Düngung mit 46,6 dt TM/ha und 124,8 kg N/ha. Auch die untersuchten Qualitätsparameter des Grases unterschieden sich zwischen den Düngeverfahren nicht. Bei einer um 25 % reduzierten N-Düngermenge zeichnet sich ein Vorteil der Injektionsdüngung ab. Bei diesem Verfahren wurden mit einem mittleren Ertrag von 42,3 dt TM/ha und einem N-Entzug von 122,6 kg N/ha vergleichbare Ergebnisse wie bei betriebsüblicher Stickstoffintensität erzielt. Bei der konventionellen Düngung ging der Ertrag auf 40,7 dt TM/ha und der N-Entzug auf 105,4 kg N/ha zurück. Hieraus lässt sich ableiten, dass eine N-Injektionsdüngung im Grünland problemlos möglich ist und gleichzeitig die N-Düngermenge verringert werden kann.

Durch eine Reduktion der N-Düngergaben wurden die Erträge bei beiden N-Düngeverfahren verringert und die Qualitätsparameter verschlechtert. Weder mit der Injektionsdüngung noch mit der konventionellen Düngung konnte mit einer einmaligen Düngerapplikation zu zwei Aufwüchsen die N-Versorgung für beide Aufwüchse sichergestellt werden. Bei dieser N-Verteilung kam es zu einer Überversorgung des ersten Aufwuchses mit einer entsprechend verminderten Versorgung des zweiten Aufwuchses. Hieraus lässt sich ableiten, dass auch eine N-Injektionsdüngung für zwei Aufwüchse nicht praktikabel ist.

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

N-Umsatz im Boden nach Applikation verschiedener N-Dünger im Ökologischen Freilandgemüseanbau

Johannes Kreppold, Fachhochschule Weihenstephan, Freising, Thomas Ebertseder, Freising, Urs Schmidhalter, Freising, Hauke Heuwinkel, Freising

Aufgrund der hohen Ansprüche vieler Gemüsearten an ihre N-Versorgung besteht im Ökologischen Freilandgemüsebau ein großer Bedarf zur Optimierung der N-Düngestrategien. Innerhalb eines dreijährigen Forschungsprojektes untersuchte diese Arbeit das Potential einer Weißkleegrünmulchdüngung zu Lauch im Vergleich zu einer Düngung mit einem organischen Handelsdünger (Maltaflor spezial®) und zur rein mineralischen Düngung (Ca(NO3)2) im Hinblick auf die N-Verfügbarkeit im Boden.

Auf der Versuchstation für Ökologischen Landbau der TU München in Viehhausen bei Freising, Oberbayern, wurde dazu im Juni 2007 ein einfaktorieller Versuch in dreifacher Wiederholung mit Lauch (‚Wintergrüner') angelegt (16 Pfl./m², 50 cm Reihenweite). Die Düngung erfolgte entsprechend der Erfahrungen aus den Vorjahren mit Maltaflor in 2 Gaben (108+69 kg N/ha), mit Weißklee und Nitrat in je drei Gaben (72+194+84 bzw. 53+53+53 kg N/ha); die Kontrollvariante blieb ungedüngt. Untersucht wurde der N-Umsatz im Boden anhand einer zweiwöchigen Nmin-Beprobung (0-15-30 cm) und über vierwöchige In-Situ Inkubationen wurzelfreien Bodens im Feld bis zur Ernte im Oktober. Dies bildete die N-Nettomineralisation bzw. Immobilisation in engen Zeitabschnitten ab.

Es zeigte sich, dass die organischen Dünger zu 46% (Grünmulch) und 57% (Maltaflor) als Nitrat im Boden wiedergefunden wurden. Von der Nitratdüngung fand sich 80% wieder. Die Nettonitrifikation war im Sommer in 0-15 cm Tiefe deutlich von der N-Düngemenge und der N-Form beeinflusst. Später im Jahr und in 15-30 cm Tiefe fiel dieser Effekt deutlich schwächer aus. In der obersten Bodenschicht wurde pro Tag bis zu 2,5 kg N/ha freigesetzt. Im September, wenn der N-Bedarf des Lauch noch relativ hoch ist, kam es nur mit Grünmulch noch zu einer schwachen Nettonitrifikation. Nach der ersten Düngung führte Grünmulch zu einer schwachen N-Immobilisierung. Trotz der großen Unterschiede in der ausgebrachten N-Menge war der Nach-Ernte Rest an Nmin im Boden zwischen den Varianten nicht signifikant verschieden - nach den Werten mit Nitratdüngung aber am höchsten.

Im Gesamtkonzept eines Ökologischen Feldgemüseanbaus kann damit eine Düngung mit (Klee) grünmulch prinzipiell eine Alternative zur Anwendung organischer Handelsdünger darstellen. Neben der Nutzung des Mulch-N schon im Aufwuchsjahr und der Neutralität dieses Düngers innerhalb der N-Bilanz, sind noch weitere positive Wirkungen zu erwarten. So in der Unkrautunterdrückung und, gerade im nassen September 2007 auf dem Lösslehmstandort sehr auffällig, auch in der Verminderung der Verschlämmung und Verkrustung der Bodenoberfläche. Die notwendige Mechanisierung der Grünmulchdüngung für eine großflächige Anwendung ist auf Basis von Lösungsansätzen einzelner Landwirte noch weiter zu entwickeln.

Nährstoff- und Humuswirkung organischer Dünger – dargestellt am Beispiel des IOSDV-Versuchs der LUFA Speyer

Martin Armbruster, LUFA Speyer, Rainer Bischoff, LUFA Speyer, Franz Wiesler, LUFA Speyer

In Deutschland werden etwa 42 % der gesamten Stickstoffdüngermenge in Form wirtschaftseigener Dünger, Klärschlamm oder Kompost ausgebracht. Das Interesse an der Nutzung des in den organischen Düngern enthaltenen Nährstoffpotentials ist gerade in Zeiten sehr hoher Düngemittelpreise wieder stark gestiegen und auch aus Sicht des Umwelt- und Ressourcenschutzes von größter Relevanz. Bei der Kombination von organischer und mineralischer Düngung bestehen komplexe, langfristige Wechselwirkungen, die auch nur in langfristig angelegten Dauerversuchen untersucht werden können. Eine entsprechende Versuchserie wurde 1984 mit den „Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuchen (IOSDV)“ auf verschiedenen Standorten in Europa angelegt. Dabei wird die Wirkung einer Kombination von organischer (Stallmist, Ernterückstände/ Zwischenfrüchte) und mineralischer Düngung auf Ertrag und Qualität der Ernteprodukte sowie die Stickstoffausnutzung untersucht.

Der auf der Versuchsstation Rinkenbergerhof der LUFA Speyer durchgeführte IOSDV-Versuch belegt eindeutig die positiven Effekte einer organischen Düngung auf die Humusgehalte im Boden sowie die Erträge von Zuckerrüben, Winterweizen und Wintergerste. In allen Varianten ohne organische Düngung erniedrigte sich der Humusgehalt nach 23 Jahren von 1,43 auf 1,03 bis 1,22 %. Durch eine Stallmistgabe von 300 dt FM ha 1 im dreijährigen Rhythmus konnte der Ausgangswert dagegen in etwa gehalten und durch den Verbleib der Ernterückstände auf dem Feld sogar in der Regel leicht erhöht werden. Der Vergleich der Messwerte mit nach dem VDLUFA-Standpunkt „Humusbilanzierung“ berechneten Humusgehaltsänderungen ergab für diesen leichten Sandstandort gute Übereinstimmungen.

Bei niedriger mineralischer N-Düngung waren die Effekte organischer Düngung auf die Erträge stärker und spiegeln vor allem die Nährstoffwirkung des organischen Düngers wider. Positive Effekte bei hoher mineralischer N-Düngung sind dagegen vorwiegend auf die Humuswirkung, insbesondere dessen positive Effekte auf bodenphysikalische Eigenschaften zurückzuführen. Genauso wie auf die positiven Eigenschaften der organischen Düngung verweist der Versuch aber auch auf deren Risiken, das heißt insbesondere relativ hohe N-Bilanzüberschüsse und niedrigere Ausnutzungsgrade der zugeführten N-Menge. So war die N-Ausnutzung von Stallmist und den Ernterückständen ohne N-Mineraldüngung selbst bei einem über 20-jährigen Versuchszeitraum mit 21 bis 24 % sehr niedrig. Umgekehrt war die N-Ausnutzung mit 57 bis 62 % am höchsten in den Varianten mit mineralischer N-Düngung ohne jede organische Düngung.

Biomassenutzung und Bodenfruchtbarkeit – ein Widerspruch?

Jörg Zimmer, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Stahnsdorf, Rainer Schade, Luckenwalde

In der Landbaupraxis findet gegenwärtig eine zunehmend intensivere Auseinandersetzung um jedes Gramm erzeugter Biomasse und um jeden Hektar nutzbarer Ackerfläche statt. Der Nahrungs- und Futtermittelproduktion steht der Energiepflanzenanbau zur Biodiesel- und Biogasproduktion und thermischen Biomassennutzung gegenüber. Zudem werfen ein riesiger Strohbedarf zur Herstellung von BtL-Kraftstoffen und die thermochemische Verwertung von Gärrückständen ihre langen Schatten voraus. Unberücksichtigt bleibt, dass Ackerboden nur begrenzt verfügbar und in seiner Fruchtbarkeit nachhaltig zu erhalten ist. Neben der Versorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen ist eine optimale Humusversorgung unserer Böden Grundvoraussetzung zur nachhaltigen Sicherung ihrer Ertrags- und Leistungsfähigkeit. Geeignete Methode zu deren Beurteilung und Bemessung ist die Humusbilanzierung

Im Vortrag werden die Ergebnisse der Humusbilanzierung für das Land Brandenburg und den Landkreis Teltow-Fläming für den Zeitraum 2003 bis 2008 vorgestellt.

Bilanzierungsgrundlage sind die VDLUFA-Richtwerte zur Humusbilanzierung (VDLUFA-Standpunkt Humusbilanzierung, 2004; untere Werte). Die Ermittlung des Humusbedarfs erfolgte anhand der Anbaufläche der im Bilanzzeitraum angebauten Fruchtarten. Zur Bemessung der Humuszufuhr sind der ertragsbedingte Anfall an Koppelprodukten, der Anfall an organischem Dünger aus der Tierhaltung sowie deren Stroheinstreu- und Futterstrohbedarf, der Gärsubstrat-Input in Biogasanlagen, der Anfall an Gärrückständen und die Zufuhr an organischen Düngern aus landwirtschaftsfremden Erzeugungsquellen kalkuliert worden.

Ausgehend vom aktuellen Humusbilanzstatus 2008 werden die Auswirkungen des zunehmenden Biomassebedarfs infolge der weiter ansteigenden Anzahl an Biogasanlagen und die Folgen einer vollständigen Entnahme von Stroh sowie Gärrückstand aus dem landwirtschaftlichen Stoffkreislauf aufgezeigt.

Im Land Brandenburg ist Stroh der wichtigste zur Verfügung stehende organische Dünger. Aktuell kann davon ausgegangen werden, dass die Humusreproduktion der humusarmen diluvialen Ackerböden Brandenburgs abgesichert ist, wenn 50 % des nach Bedarfsdeckung der Viehhaltung verbleibenden Strohanfalls zur Düngung genutzt werden. Die Humusbilanzergebnisse für den Landkreis Teltow-Fläming weisen jedoch sehr prägnant darauf hin, dass eine weitere standortundifferenzierte Forcierung der Biomasseproduktion bereits kurzfristig dazu zwingt alles anfallende Getreidestroh für die organische Düngung zu verwenden. Andernfalls dürfte ein Verlust an Bodenfruchtbarkeit künftig nur unschwer zu vermeiden sein.

Leistungspotenzial und Nährstoffbedarf von Energiepflanzenfruchtfolgen in klimatisch begünstigten Regionen Deutschlands

Sandra Kruse, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Rheinstetten

Einleitung: Dem Energiebedarf in Deutschland kann u.a. durch die Vergärung von Pflanzen in Biogasanlagen zur Strom- und Wärmegewinnung entsprochen werden. Der großflächige Anbau von ertragsstarkem Energiemais v. a. in Monokultur ist jedoch aus ökologischer Sicht erheblicher Kritik ausgesetzt. Es stellt sich die Frage, ob Fruchtfolgen mit wechselnden Haupt- und Zwischenfrüchten eine nachhaltige Anbau-Alternative von Energiepflanzen darstellen können.

Material und Methoden: Im Rahmen des von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) geförderten Forschungsprojektes EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) werden seit 2005 am Standort Ettlingen (Baden-Württemberg, 117 m ü NN, ø Niederschlagssumme: 700 mm, ø Jahrestemperatur: 11,1 °C) neun Fruchtfolgen hinsichtlich ihres Ertragspotenzials, aber auch hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Folgewirkungen geprüft.

Ergebnisse: Die ersten Fruchtfolgerotationen (2005 - 2008) weisen als ertragsstärkste Kulturen Mais bzw. Sorghum mit einem Trockenmasse- (TM-) Ertrag von bis zu 256 bzw. 210 dt TM/ha auf, wobei C4-Pflanzen basierte Fruchtfolgen einen aufsummierten Ertrag von 700 dt TM/ha erzielen (Sonnenblume, Wintertriticale, Sorghum, Mais, Winterweizen: 703 dt TM/ha). Getreidebasierte bzw. Ackerfutter-Fruchtfolgen zeigen sich dagegen kaum konkurrenzfähig (Hafer, Triticale, Raps, Winterweizen: 366 dt TM/ha; Sommergerste, Luzernegras, Winterweizen: 433 dt TM/ha). Neben den hohen Erträgen weisen die maisbasierten Fruchtfolgen aber auch hohe Nährstoffentzüge und negative Humusbilanzen auf. Bei einem Maisertrag von 256 dt TM/ha wurden 292 kg Stickstoff, 56 kg Phosphor und 272 kg Kalium pro ha*a abgefahren. Darüber hinaus wird beim Energiemaisanbau von einer Humuszehrung (- 560 kg Humus-C/ha*a) ausgegangen. Aufsummiert weist die ertragsstärkste Fruchtfolge in der vierjährigen Rotation eine Humusbilanz von -780 kg Humus-C/ha auf. Der Anbau von Zwischenfrüchten kann dagegen ebenso wie die Rückführung von organischem Kohlenstoff über Gär- bzw. Erntereste die Humusbilanz ausgleichen.

Zusammenfassung: Unter nahezu optimalen klimatischen Bedingungen ist der Anbau von C4-Pflanzen in Kombination mit einer Ganzpflanzennutzung von Wintergetreide am ertragreichsten. Damit jedoch die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleibt, muss primär die Rückführung von Gärresten und/oder der Zwischenfruchtanbau auf die produzierende Fläche sichergestellt werden.

Zusammengefasst werden im Rahmen des Forschungsprojektes Energiepflanzenfruchtfolgen ganzheitlich (über Biomasse- und Energieerträge, Nährstoff- und Humusbilanzen, Wirtschaftlichkeit) bewertet. Somit können die gewonnenen Ergebnisse der landwirtschaftlichen Praxis als Entscheidungshilfe zum nachhaltigen Anbau von Kulturarten zur Biomasseproduktion dienen.

Energiepflanzenanbau zur Biogasgewinnung auf ostdeutschen Diluvialstandorten

Gunter Ebel, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Güterfelde, Gert Barthelmes, Güterfelde

Aus den vierjährigen Fruchtfolgeversuchen am Standort Güterfelde des innerhalb vom BMELV über die FNR deutschlandweit geförderten Verbundprojektes: „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“ werden die Ergebnisse und Empfehlungen folgend zusammengefasst.

Im bundesweiten Vergleich ist auf den zur Vorsommertrockenheit neigenden ostdeutschen Diluvialstandorten mit einem geringeren Ertragsniveau zu rechnen. Das ist bei der Flächenplanung für den Energiepflanzenanbau zur Biogasgewinnung zu berücksichtigen. Im Versuchszeitraum 2005 bis 2008 führten stark abweichende Jahreswitterungen mit Extremereignissen zu erheblichen Ertragsschwankungen bei den mehrjährig geprüften Fruchtarten. Im Jahr 2007 wurden durch das warme Frühjahr und die günstige Niederschlagsverteilung ab Mai hohe Ganzpflanzenerträge für Mais als Hauptfrucht (190 dt TM ha-1) und für Sudangras in Zweitfruchtstellung (bis 150 dt TM ha-1) erzielt. Diese Erträge liegen somit deutlich über denen der Vorjahre bzw. 2008. 2008 wurde mit bis zu 110 dt TM ha-1 Winterroggen der höchste Getreideganzpflanzenertrag (160 % zu 2007) im Beprobungszeitraum ermittelt. Witterungsbedingt konnten im Jahr 2007 die optimalen Trockenmassegehalte zur Ernte eher eingehalten werden als in den durch Trockenheit geprägten Jahren 2006 und 2008. Besonders für Jahre mit anhaltender Trockenheit zur Blüte und Fruchtentwicklung ist der in anderen Regionen Deutschlands ermittelte Zusammenhang zwischen Entwicklungsstadien und TM-Gehaltsverlauf für Standorte mit leichten Böden in Ostdeutschland (Ackerzahlen < 35) zu präzisieren. Die Gesamterträge der neun geprüften Fruchtfolgen variierten in der vierjährigen Aufwuchsleistung nach Abschluss der ersten Rotation zwischen ca. 270 dt TM ha-1 und 425 dt TM ha-1. Die 2. Versuchsanlage erbrachte im Zeitraum 2006 bis 2008 Erträge von ca. 155 bis 355 dt TM ha-1.

Fruchtfolgen mit Mais, Sorghumgräsern und Getreide für die Ganzpflanzennutzung (besonders Roggen) sowie standortangepasste Ackerfuttermischungen sind in Kombination mit dem Marktfruchtanbau unter den Bedingungen ostdeutscher Diluvialstandorte empfehlenswert. Entscheidend für die Einbeziehung mehrschnittigen Ackerfutters als Gärsubstrat, wie z. B. Luzernegras auf grundwasserfernen Sandstandorten ab AZ 30, wird die Abwägung der Vor- und Nachteile aus der zurzeit noch ausstehenden ökonomischen und ökologischen Bewertung sein. Zur Ganzpflanzenverwertung als Gärsubstrat sind die Pflanzenarten Topinambur, Sonnenblumen, Winterraps sowie die Zwischenfrüchte Senf und Ölrettich auf Grund der geringen TM-Erträge und –gehalte nicht oder nur bedingt geeignet.

Die Aussagekraft der Batchmethode zur Messung des Gasertragspotentials von Substraten

Hauke Heuwinkel, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Andreas Gronauer, Freising

Seit der Förderung von NawaRo zur Vergärung in Biogasanlagen durch das EEG, kommt der Bestimmung des Gasertragspotentials von Substraten eine große Bedeutung zu. Sowohl in der Anlagenkonzeption, als auch beim Aufbau von Fruchtfolgen und nicht zuletzt in der Pflanzenzüchtung sind diese Daten essentiell. Die Vielfalt möglicher Messansätze im Batchversuch hat erstmalig die VDI 4630 (2006) dargestellt und grundsätzliche Angaben zur Vorgehensweise aufgeführt. Eine VDLUFA-Methodenvorschrift zu diesem Thema ist aktuell in Arbeit, wozu bereits auch erste Ringversuche erfolgten. In der Unterschiedlichkeit der Batchansätze sowohl in der Dimensionierung der Gärgefäße, als auch in der Gaserfassung, wird regelmäßig ein Einfluss auf das Ergebnis vermutet. Geeignete Daten sind dazu bisher aber nicht veröffentlicht. Deshalb stellt dieser Beitrag die Vorgehensweise am Institut für Landtechnik (ILT) der LfL Bayern zur Diskussion, um eine Basis für größere Vergleiche zu schaffen.

Die Batchversuche am ILT werden in 2 L Laborflaschen durchgeführt. Zum Ansatz steht Impfschlamm in einem Technikumsfermenter (3,5 m³) zur Verfügung, der täglich mit 3 kg oTS/m³ aus Bullengülle (80%) und Milchvieh-TMR (20%) gefüttert wird. 600 ml Impfschlamm werden mit derselben Menge Wasser und 20 g TM des zu prüfenden Substrates versetzt. Die Gaserfassung erfolgt kontinuierlich mit Microgaszählern. Das gebildete Gas von drei Wiederholungen wird in einem Gassammelsack zusammengeführt. Je Liter gesammeltes Gas erfolgt die Untersuchung auf den Gehalt an CH4, CO2 und O2. Neben den zu untersuchenden Substraten werden mikrokristalline Zellulose und ein getrockneter, 10 mm vermahlener Silomais als Standardmaterial eingesetzt. Eine ungefütterte Kontrolle dient der Beschreibung der Gasbildung aus dem Impfschlamm.

Hier werden Daten vorgestellt, die die Reproduzierbarkeit und Präzision der Messung an Zellulose und Silomais darstellen. Darüber hinaus wird der Einfluss des Impfschlammes und seines Zustandes auf die Gasbildung und deren Variation mit und ohne Substrat diskutiert.

Es zeigte sich, dass der Impfschlamm allein eine Variation der Daten von 8% bedingt, die unabhängig von seiner Vorbehandlung war. Sowohl mit Silomais, als auch mit Zellulose kam es zu keiner Änderung der Variabilität. Stattdessen war oftmals eine Interaktion zwischen Impfschlamm und Substrat an unerklärlich hohen Gasausbeuten erkennbar.

Diese Effekte sind in zukünftigen Untersuchungen und der Methodenentwicklung zu berücksichtigen. Inwieweit eine Korrektur über ein Referenzmaterial diese Problematik entschärfen könnte wird ebenso diskutiert, wie die Aussagekraft einzelner Messwerte im Rahmen von Anlagenberatung, Fruchtfolgegestaltung und Pflanzenzüchtung.

Zusammensetzung und Düngewirkung von Gärresten aus der Biogaserzeugung

Hubert Schröter, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Wilfried Zorn, Jena, Gerd Reinhold, Jena

Der zunehmende Anfall von Gärrückständen aus der Biogaserzeugung erfordert zu deren effektiven und umweltverträglichen Einsatz im Pflanzenbau Kenntnisse über deren Zusammensetzung und Düngewirkung.

In Abhängigkeit von den vergorenen Stoffen (Wirtschaftsdünger, Biogaspflanzen, Abfälle) sowie der Prozessführung in der Biogasanlage können sich Nährstoffgehalt und -löslichkeit sowie weitere wichtige Eigenschaften erheblich unterscheiden. Bisher fehlen ausreichende Daten zur Zusammensetzung und Düngewirkung von Gärresten aus der Biogaserzeugung, welche die verschiedenen Inputstoffe berücksichtigen. Weiterhin sind Empfehlungen zu Ausbringungszeitpunkt, Ausbringungstechnologie und Humuswirkung im Gesamtsystem des Pflanzenbaus erforderlich. Eine Erhebungsuntersuchung im Jahr 2008 erbrachte folgende mittlere Eigenschaften von Rindergülle und Gärrückständen.

Tabelle 1: Ergebnisse der Erhebungsuntersuchung

Substratart		TM	N_{gesamt}	NH_4-N	C_{org}	pH-Wert
		%	%	%	%	
Rindergülle	Mittel	8,90	0,39	0,20	4,00	7,0
n = 60	s	3,64	0,10	0,07	1,60	0,4
Biogasgülle	Mittel	5,79	0,42	0,31	2,27	7,7
n = 60	s	1,76	0,09	0,10	0,76	0,2

Der NH4-N-Anteil am Gesamt-N-Gehalt erhöhte sich durch den Biogasprozess von ca. 50 % vor der Vergärung auf fast 75 % in den Gärresten. Die Vergärung bewirkt einen Anstieg des mittleren pH-Wertes von 7,0 auf 7,7. Der im Biogasprozess erfolgende Abbau des Gehaltes an organischer Trockenmasse führte auch zu einer Reduzierung des Corg-Gehaltes von 4,0 auf rund 2,3 %.

Zur Untersuchung der N-Düngewirkung von Biogasgülle wurde in der TLL ein Gefäßversuch mit Silomais durchgeführt. Geprüft wurden unvergorene und vergorene Gülle aus derselben Biogasanlage. Der Gesamt-N-Gehalt beider Dünger unterschied sich nur unwesentlich. Dagegen wies die Biogasgülle einen Ammoniumanteil von 75 % des Gesamt-N-Gehaltes auf, die Rohgülle jedoch nur einen Anteil von 55 %. Daraus resultierte eine deutlich höhere Gabe an sofort verfügbarem Stickstoff durch Düngung der Biogasgülle. Das Ergebnis des Gefäßversuches zeigt, dass die Düngung von Biogasgülle in jeder N-Stufe im Vergleich zu Rohgülle zu höheren Erträgen führte. Im Mittel aller N-Stufen betrug der Mehrertrag durch Biogasgülle 31%.

Im Beitrag werden aktuelle Ergebnisse zum Nährstoffgehalt von Gärresten aus der Vergärung verschiedener Rohstoffe, deren N-Düngewirkung sowie N-Mineraldüngeräquivalente aus Gefäß-, Mikroparzellen- und Feldversuchen vorgestellt.

Inhaltsstoffe von Gärresten sowie Möglichkeiten zu ihrer geordneten pflanzenbaulichen Verwertung

Markus Mokry, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Wolfgang Wagner, Karlsruhe

Gärreste sind nach einer Vergärung in Biogasanlagen im Endlager anfallende gülleähnliche Materialien zur pflanzenbaulichen Verwertung. Gärreste sind flüssige Düngemittel, weisen wesentliche Nährstoffgehalte an N (> 1,5 % in TS) und P2O5 (> 0,5 % in TS) sowie wesentliche Gehalte an verfügbarem N (> 10 % bez. auf Gesamt-N) auf.

Da Wirtschaftsdünger und Gärreste auch Senken für Schadstoffe darstellen, so dass sie neben den nützlichen häufig auch unerwünschte Inhaltsstoffe aufweisen, wird eine ausgewogene Rechtsgrundlage benötigt, die sowohl die mit der Anwendung von Wirtschaftsdüngern und Gärresten verbundenen Restrisiken auf ein tolerierbares Mindestmaß beschränkt, als auch ein Recycling nützlicher Stoffe und damit den Schutz der natürlichen Ressourcen ermöglicht. Die Rechtsgrundlagen erleichtern die Beurteilung der Gärreste sowohl aus der Sicht ihres Nutzenspektrums, aber auch möglicher Restrisiken im Sinne eines produktionsbezogenen Bodenschutzes.

Risikobewertung

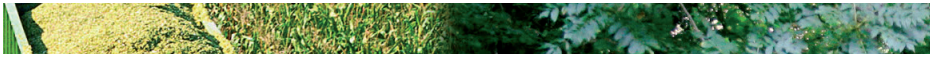
Im Sinne einer nachhaltigen Verwertung der Gärreste aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist es unumgänglich, Risiken und Nutzen im Zuge einer Verwertung zu kennen und in die Systeme einer modernen Pflanzenproduktion - insbesondere bei sich ändernder Ertragsintensität - einzubauen. Unter Beachtung der realen Frachten (n. BioAbfV) sind bei ordnungsgemäßer Düngung bei den Schwermetallen keine Risiken ersichtlich. Nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen sind die Seuchen-, aber auch die Phytohygiene gewährleistet, da insbesondere die etwas kritischeren Gärprodukte nach BioAbfV weiterhin unter Kontrolle stehen.

Nutzenbewertung

Die Grundnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium müssen wegen ihrer sehr guten Löslichkeit in der Düngebilanz vollständig angerechnet werden! Begrenzend kann nach DüV (§§ 5 und 6) Phosphor sein (Überbilanzen!). Bei ordnungsgemäßer Düngung ist die Zufuhr an Kalk mit ca. 1t/ha CaO niedriger als eine Erhaltungskalkung.

Flüssige Gärreste besitzen eine sehr gute N-Verfügbarkeit im Anwendungsjahr (ca. 80 % MDÄ), ähnlich wie Schweinegülle, jedoch besser als Rindergülle. Je höher der Anteil organischer N-Düngung zur aktuellen Kultur bzw. in der Fruchtfolge ist, desto wichtiger ist es, termingerecht, d.h. zeitnah zum Pflanzenbedarf und stets mit NH3-konservierender Applikationstechnik zu arbeiten und die N-Düngung dem Ertragsniveau des Standorts anzupassen. Unter Beachtung der Vorgaben der guten fachlichen Praxis, bei realistischer, standortabhängiger Ertragskalkulation sowie bei Beachtung der Vorgaben der DüV sind bei der Düngung mit Gärresten derzeit keine unkontrollierbaren Beeinträchtigungen von Boden und Grundwasser zu erwarten.

Die Humuswirkung flüssiger bzw. fester Gärreste ist mit der von Rindergülle bzw. Rinderfestmist vergleichbar! Für einen ausreichenden Humusersatz ist die Zufuhr weiterer C-Quellen oder eine Anpassung der Fruchtfolge - besonders bei der Verwendung flüssiger Gärreste - mittelfristig nötig. Eine



Ausnahme stellen Marktfruchtbetriebe mit hohem Anteil an Energiepflanzen in der Fruchtfolge dar. Diese sind bei Auffälligkeiten flächenspezifisch gesondert zu betrachten!

Zusammenfassung

(Flüssige) Gärreste besitzen ein hohes Nährstoffpotential, das in den Stoffkreislauf des landwirtschaftlichen Betriebs zurückgeführt werden muss. Hierbei ist zu beachten, dass die N-(Anfangs-)Wirkung - beschrieben als Mineraldüngeräquivalent (MDÄ) - in Abhängigkeit vom Gehalt an mineralischem und leicht abbaubarem organischen Stickstoff sehr schnell und hoch, aber auch wie Gülle schwieriger zu steuern ist. Besonders ist auf eine verlustarme Ausbringung insbesondere zu Kulturen mit hohem N-Bedarf - wie Mais - zu achten. Die Höhe der Düngung mit Gärresten hat sich wie bei den flüssigen Wirtschaftsdüngern nach der guten fachlichen Praxis zu richten.

Für die Abschätzung der Humus- und Nährstoffwirkung sind Kenntnisse über Gehalt und Stabilität der organischen Substanz ebenso wichtig wie die Verhältnisse mineralischer und organisch gebundener Nährstoffe zueinander sowie das C/N-Verhältnis des organischen Düngers. Demzufolge besitzen separierte (feste) Gärreste eine stärkere Humus-aufbauende Wirkung, flüssige Gärreste dagegen eine bessere Nährstoffwirkung im Anwendungsjahr.

Die im Rahmen eines Gärrest-Monitorings nach BioAbfV in Baden-Württemberg untersuchten Risikopotentiale sind durchwegs als sehr gering und gut steuerbar einzustufen.

Einfluss von biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf biologische Bodenqualitätsparameter im DOK Langzeitversuch

Hans-Rudolf Oberholzer, Agroscope Reckenholz-Tänikon, Zürich, Andreas Fließbach, Frick, Paul Mäder, Frick, Jochen Mayer, Zürich

Im DOK-Feldversuch in Therwil, Schweiz werden seit 1978 folgende landwirtschaftlichen Anbausysteme verglichen: Konventionell (CONFYM, mineralische und organische Düngung, synthetische Pflanzenschutzmittel), biologisch organisch (BIOORG, organische Düngung, mechanische Unkrautbekämpfung und biologische Krankheits- und Schädlingsbekämpfung) sowie biologisch-dynamisch (BIODYN, organische Düngung mit kompostiertem Mist, Pflanzenschutz wie BIOORG,aber ohne Cu, biologisch-dynamische Präparate). Diese 3 Systeme werden in 2 Düngungsintensitätsstufen entsprechend 0.7 (1) bzw. 1.4 DGVE (2) pro ha durchgeführt. Sie werden verglichen mit den Verfahren CONMIN (konventionell bewirtschaftet, rein mineralische Düngung, 1. Fruchtfolgeperiode ungedüngt) und NOFERT (ungedüngte Kontrolle). Die siebenjährige Fruchtfolge mit 2 Jahren Klee-Grasmischung, Zwischenkulturen, Abfuhr aller Erntenebenprodukte und Bodenbearbeitung waren in allen Anbausystemen identisch. CONFYM und CONMIN wurden im Jahr 1999 mit 2.7 t CaCO3 pro ha, CONMIN im Jahr 2005 mit zusätzlichen 2 t pro ha gekalkt, da der pH-Wert unter den Wert gefallen war, bei dem eine Kalkung empfohlen wird. Im März 2006, nach 4 Fruchtfolgeperioden, wurden in allen Parzellen Bodenproben aus einer Tiefe von 0-20 cm entnommen und darin mikrobielle Biomasse nach der SIR- und der Fumigations-Extraktions-Methode, Bodenatmung und Dehydroganaseaktivität bestimmt. Die Ergebnisse wurden varianzanalytisch ausgewertet mit Einbezug der signifikanten Kovariablen „pH-Wert von 1977“ und „Tongehalt von 2006“. Mehrfache Mittelwertsvergleiche wurden mit einem post-ANOVA Tukey-HSD Test durchgeführt. Dargestellt sind die Least Square-Mittelwerte.

Verfahren	Biomasse C_{mic} CFE (µg/g)		Biomasse SIR (µg/g)		Basalatmung (µg CO_2/g*h)		DHA (µg TPF/g*h)	
NOFERT	223	f	246	e	0.27	d	5.0	e
CONMIN	272	e	315	d	0.37	abc	6.8	d
BIODYN1	351	bcd	345	bcd	0.34	bd	8.3	bcd
BIOORG1	317	cd	316	d	0.34	cd	7.3	cd
CONFYM1	305	de	333	cd	0.34	abcd	7.2	d
BIODYN2	440	a	422	a	0.38	ac	10.9	a
BIOORG2	389	b	384	abc	0.38	ab	9.3	ab
CONFYM2	359	bc	390	ab	0.37	abc	8.8	bc

Das biologisch-dynamische Verfahren (BIODYN) wies für die mikrobielle Biomasse CFE und die Dehydrogenase die höchsten Werte auf, zeigte für die mikrobielle Biomasse SIR und die Bodenatmung aber keine signifikanten Unterschiede zu den andern Anbausystemen mit gleich hohen Hofdüngergaben. Aufgrund der organischen Düngung mit Mist und Gülle, einer weitgestellten Kleegrasfruchtfolge und dem Anbau von Gründüngungen unterscheiden sich das biologisch-organische (BIOORG) und das konventionelle Verfahren (CONFYM), die den grössten Teil der biologischen bzw. der konventionellen ÖLN- (Cross Compliance-) Betriebe in der Schweiz repräsentieren, bei kontrolliertem pH-Wert in keinem der bodenbiologischen Parameter signifikant.

Eine Schnellmethode (NIRS) zur Bestimmung von Stickstoff und Kohlenstoff der wasserlöslichen organischen Substanz (WOS) in Bodenextrakten

Wilfried Wenzl, HBLFA Raumberg Gumpenstein, Irding, Wilfried Hartl, Wien, Ivoneta Diethart, Wien, Hans Unterfrauner, Graz

Der Erforschung von Indikatoren, mit deren Hilfe ökologische Auswirkungen des Klimawandels auf den Boden erkannt werden können, kommt in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung eine steigende Bedeutung zu Darüber hinaus werden in der Landwirtschaft zunehmend ökonomische Sachzwänge wirksam, die in der Urproduktion Einsparungen an Betriebsmittel notwendig machen. Die organische Routineanalytik ist auf die Bestimmung des Gesamtstickstoffs und des Kohlenstoffs im Humus beschränkt. Zu den organischen Reserven zählen aber auch Fraktionen, die im Zusammenhang mit dem bodenverfüg-baren Stickstoff und Kohlenstoff aber auch als Faktoren der Bodenfruchtbarkeit genannt werden. Die N-Corg Fraktionen des Bodens in der WOS können mittels Elementaranalyse im Sicker- oder Oberflächenwasser als temporäre Zufalls-größen oder in definierten Extrakten als spezifische Bodenkennwerte ermittelt werden. Die Anwendung der Nahen Infrarotspektroskopie zur Ermittlung von praxisrelevanten Bodenmerkmalen wurde von verschiedenen Autoren verfolgt.

Es wurde in der vorliegenden Arbeit anhand von Phosphatpufferauszügen die Frage beantwortet, wie WOS mit verschiedenen Applikationsverfahren (Filtertechnik mit Glasfaserfilter oder Trägertechnik mit Zeolith) an den Messstrahl herangebracht und mit qualitätsgesicherten Kalibrationsdaten anwendbare NIRS Modelle erstellt werden können, die eine praxistaugliche und kostengünstige Schnellanalyse der Nachlieferung von Stickstoff und Kohlen-stoff aus dem Boden ermöglichen.

Abb 1 CFA und Elementaranalyse

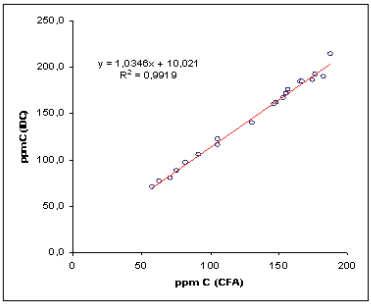
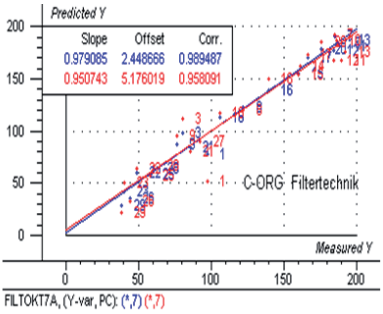


Abb 2 NIRS- Modell für Corg von C in Bodenextrakten



Boden- und reliefbedingte Unterschiede auf Schlägen erfordern eine teilflächendifferenzierte Bodenuntersuchung

Karl Severin, Landwirtschaftskammer, Hannover, Jürgen Boess, Hannover

In Deutschland weisen viele Schläge boden- und reliefbedingt mehr oder weniger starke kleinräumige Unterschiede in den Standortbedingungen auf. Diese Heterogenitäten werden verstärkt durch unterschiedliche Bewirtschaftungsweisen und Bewirtschaftungsintensitäten der Bewirtschafter. Solche Heterogenitäten eines Schlages führen zu inhomogen aufgebauten Pflanzenbeständen, daraus resultierenden stark differenzierenden Erträgen sowie boden- und entzugsbedingten Unterschieden bei der Nährstoffversorgung.

Trotz der umfangreichen Innovationen bei der Bereitstellung von Geodaten ist es bisher schwer möglich, durch Vereinigung einzelner Verfahrensschritte – Erstellung der Hofbodenkarte, Bodenuntersuchungen, Ermittlung der Nährstoffkarte, Ermittlung der Düngerapplikationskarte, Düngung – eine teilflächenspezifische Düngung durchzuführen.

Im Rahmen des Projektes „Einführung der GPS/GIS-Technologie in die Betriebsführung landwirtschaftlicher Betriebe der Vogler-Region“ wurde ein Verfahren zur teilflächenspezifischen Bodenuntersuchung erarbeitet. Grundlage hierfür war die Erstellung einer Hofbodenkarte auf Basis der Bodenschätzung durch das LBEG. Diese Karte wird durch eine Übersichtskartierung auf den einzelnen Schlägen des Betriebes validiert. In die Hofbodenkarte fließen die persönlichen Erfah-rungen der Bewirtschafter ein. Weitere Unterlagen sowie geophysikalische Messungen und Ernteertragsdaten werden eingearbeitet. Auf Grundlage der Hofbodenkarte werden für Phosphor, Kalium, Magnesium und Kalk teilflächenspezifische Bodenuntersuchungen durchgeführt. Eine Methodik hierfür wurde erarbeitet und den Landwirten und Untersuchungslaboratorien als Norm zur Verfügung gestellt.

Grundlage für die Probenahme ist die Auswahl möglichst homogener, bodenkundlich einheitlicher Flächen. Die Beprobungsflächen werden auf der Hofbodenkarte nach der Textur im Ober- und Unterboden, nach der Reliefposition, nach den aberodierten Kuppen und Kolluvien am Hangfuß sowie nach der Nutzungsgeschichte ausgewählt.

Durch Verknüpfung von Hofbodenkarte und Probenahmekarte mit den jeweiligen Bodenanalysenergebnissen werden teilschlagspezifische Nährstoffkarten und Applikationskarten für die einzelnen Betriebe erstellt.

Zwischen den einzelnen Teilflächen der jeweiligen Schläge streuen die Bodengehalte zwischen den Gehaltsklassen A einerseits und D bzw. E andererseits. So hat der Tongehalt des Oberbodens der einzelnen Teilflächen eines Schlages einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Kalium- und Magnesiumgehalte. Niedrige Nährstoffgehalte wurden auf Flächen mit hohen nutzbaren Feldkapazitäten und hohe Nährstoffgehalte auf Teilflächen mit niedrigen Feldkapazitäten ermittelt.

Die nFK hat über die Ertragshöhe und die damit verbundenen Entzugshöhen einen Einfluss auf die Bodengehalte.

Einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Nährstoffgehalte im Boden und die pH-Werte einzelner Schläge sowie deren Teilschläge hat die Nutzungsgeschichte.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass eine Bodenuntersuchung sowohl die kleinräumigen Bodenunterschiede als auch die Teilschläge mit unterschiedlicher Nutzungsgeschichte erfassen sollte.

Neue Gerätetechnik bei der Elektro-Ultrafiltration (EUF) hilft bei der Prognose der Phosphorverfügbarkeit auf kalkhaltigen Böden

Christian Horn, Fachhochschule, Bingen, Thomas Appel, Bingen, Dietrich Steffens, Gießen

Der Gerätebestand des EUF-Labors in Rain am Lech wurde vor einigen Jahren erneuert. Die neuen EUF-Apparaturen bieten auch neue gerätetechnische Möglichkeiten, nämlich die Aufzeichnung der Temperatur in der Suspension sowie des Verlaufs von Spannung und Stromstärke während der Filtration.

Voruntersuchungen haben gezeigt, dass der Verlauf dieser Messkurven für unterschiedliche Böden charakteristisch ist („Bodenfingerprints“). Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen war es, die aufgezeichneten Bodenfingerprints dazu zu nutzen, ungewöhnliche Böden zu identifizieren und die Aussagekraft der EUF-Ergebnisse für die Prognose des Düngebedarfs zu verbessern. Versuche mit Elektrolytzugaben in die EUF-Zellen hatten gezeigt, dass die Bodenfingerprints vor allem für die Interpretation des EUF-extrahierbaren Phosphors wertvolle Informationen liefern können. Bei sehr hohen Elektrolytgehalten im Boden (meistens ist das in der Praxis reaktives Carbonat) wird zur Begrenzung des Stromflusses die Spannung während der Elektro-Ultrafiltration heruntergeregelt. Dies beeinträchtigt die P-Extraktion.

Um festzustellen, ob mithilfe des Spannungsverlaufes, die Phosphorverfügbarkeit im Boden mit der EUF-Methode besser beurteilt werden kann, wurden zwei Gewächshausversuche mit Zuckerrüben in Gießen und in Bingen durchgeführt. Auf sieben unterschiedlichen Böden mit und ohne Phosphordüngung wurden Zuckerrüben angebaut. Acht weitere Böden wurden verwendet, um Zuckerrüben in 120-Liter-Containern anzubauen. Die Böden enthielten zum Teil hohe Mengen an reaktivem Kalk (z.T. Schwarzerden aus Österreich mit über 80% Carbonat). Alle Böden wurden vorher mit der CAL- und der EUF-Methode untersucht. Bei der CAL-Methode wurde die pH-Korrektur angewandt und bei der EUF-Methode der Spannungsverlauf mit der neuen Gerätetechnik aufgezeichnet. Es zeigte sich, dass es schwierig ist, die Phosphorverfügbarkeit auf stark kalkhaltigen Böden einzuschätzen. Durch die Berücksichtigung des Spannungsverlaufes während der Elektro-Ultrafiltration ist allerdings eine Verbesserung möglich.

Zehn Jahre Energie- und Nährstoffbilanzierung in Luxemburg: Die Erfolge einer Beratung im Spannungsfeld Ökonomie-Ökologie

Rocco Lioy, CONVIS - Société Coopérative, Ettelbrück, Jürgen Albers, Ettelbrück, Tom Dusseldorf, Ettelbrück, Dorothee Klöcker, Ettelbrück, Romain Reding, Ettelbrück

Die Beratungsabteilung von CONVIS (eine luxemburgische Dienstleistungsgenossenschaft aktiv auf dem Gebiet der Rinder- und Schweinehaltung) rechnet seit 1992 Nährstoff- und Energiebilanzen für die an der Beratung teilnehmenden Landwirtschaftsbetriebe. Besonders ab 1996 wurde die Nährstoff- und Energiebilanzierung durch zwei vom Landwirtschaftsministerium Luxemburgs co-finanzierte Beratungsprojekte mit jeweils fünf Jahre Dauer systematisch zur Aufspürung vorhandener Schwachstellen in der Effizienz des Betriebsmitteleinsatzes angewendet. Die dadurch erzielten Einsparungen an Betriebsmitteln für den Zeitraum 2001-2005 (Tab.1) machen deutlich, wie sehr eine erfolgreiche Beratung nicht nur zur Entlastung der Umwelt sondern auch zu erheblichen ökonomischen Einsparungen in der Landwirtschaft beitragen kann. Besonders vor dem Hintergrund der aktuellen Finanzkrise ist für landwirtschaftliche Betriebe eine sich rechnende Beratung von eminenter Bedeutung.

Tab.1 :

Einsparungen für den Zeitraum 2001-2005	**CO2-Einsparung für ganz Luxemburg* (t CO2-Äq.)**	**Einsparungen in kg CO2-Äq./ha im NEB-Projekt**	**Einsparungen in €/ha im NEB-Projekt**	**€-Einsparung für ganz Luxemburg* (€*1000)**
N-Dünger	8.741	69	8,0	1.013
P-Dünger	1.087	9	5,8	735
K-Dünger	579	5	4,2	537
Kraftfutter	962	8	1,9	241
Summe Einsparung	**11.370**	**90**	**19,9**	**2.526**
Biogas-Strom	10.807	85	11,5	1.455
Verbesserung gesamt	**22.177**	**175**	**31,3**	**3.980**

Im Vortrag wird auf die Entwicklung der Bilanzsalden im Zeitraum 1996-2005, auf die Bestimmungsfaktoren der Bilanzergebnisse sowie auf die komplexen Zusammenhänge im Spannungsfeld Ökonomie-Ökologie eingegangen.

Ergebnisse von Heterogenitätsuntersuchungen zertifizierter Saatgetreidepartien

Winfried Jackisch, Dresden, Bernd Krellig, Nossen, Gisela Wustmann, Dresden

Mit der Bereitstellung zertifizierter Saatgutpartien wird in praxi die Homogenität der Beschaffenheitsmerkmale unterstellt, diese Annahme jedoch selten überprüft. Durch die lose Lagerung mehrerer Partien von Saatgetreide in einem Großsilo stellt sich die Heterogenitätsfrage in einer größeren Dimension. In diesem Beitrag wird über die Heterogenitätsprüfung des Inhaltes von Silos mit einer unterschiedlichen Anzahl eingelagerter Partien berichtet. Im Jahre 2007 erfolgten bei drei Silos mit je einer eingelagerten Partie Sommergerste und im Jahr 2008 bei fünf Großsilos mit mehreren eingelagerten Partien/Silo Prüfungen zur Homogenität. Die Übersicht zeigt die in die Untersuchung einbezogenen Arten, Sorten, Tonnagen und die Ergebnisse der Heterogenitätsprüfung:

Ernte-jahr	Fruchtart	Sorte	Anzahl Part./Silo	dt/Silo	Testergebnis bei Einlagerung1)	Auslagerung2)
2007	Gerste	Pasadena	1	204	nicht geprüft	homogen
	Gerste	Marthe	1	250	nicht geprüft	homogen
	Gerste	Marthe	1	250	nicht geprüft	homogen
2008	Triticale	Talentro	8	2.000	i. R.	homogen
	Weizen	Akteur	5	1.500	i. R.	homogen
	Weizen	Julius	16	4.000	i. R.	homogen
	Weizen	Cubus	14	3.344	i. R.	homogen
	Gerste	Highlight	8	2.400	i. R.	homogen

1) i.R.= Beschaffenheitswerte der Partien liegen innerhalb der zulässigen Spannweiten
2) Homogenität nachgewiesen mit H-, R-, Chi^2-Tests und Varianzanalysen

Die Prüfung der Vereinbarkeit mehrerer Saatgutpartien in einem Silo ist u.a. auf der Grundlage des Verfahrens der in den ISTA-Vorschriften für Grasarten festgelegten Spielräume möglich. Nach diesen Spannweiten-Tests unterscheiden sich die Reinheits-, Besatz- und Keimfähigkeitswerte der eingelagerten Partien/Silo nicht signifikant voneinander.

Hauptziel der Untersuchung war zu prüfen, ob die bei der Leerung der Silos gezogenen Einzelproben die unterstellte bzw. nachgewiesene Homogenität der Beschaffenheitsparameter (Reinheit, Besatz, Keimfähigkeit) bestätigen. Die Prüfung auf Homogenität der ausgelagerten Saatware/Silo erfolgt an Einzelproben durch verschiedene statistische Verfahren (P = 0,01). Alle Tests zeigen für jedes Silo die identische Einschätzung ‚nicht heterogen'. Sowohl die Silos mit einer Partie als auch die Großsilos mit 5 bis 16 eingelagerten Partien (1.500 - 4.000 dt/Silo) weisen bei der Auslagerung keine signifikanten Abweichungen von den Mittelwerten der Einlagerung auf. Die gelieferte Saatware aus den acht überprüften Silos mit einer Gesamtmasse von 13.948 dt ist nach den statistischen Tests homogen.

Der Heubachtest - Untersuchung von Maissaatgut auf die Abriebfestigkeit des Beizmittels

Andrea Jonitz, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe

Als Folge des Bienensterbens im vergangenen Jahr Ursachenklärung wurden vorbeugende Maßnahmen getroffen, um künftig derartige Schäden auszuschließen. So wurde die Zulassung der Beizmittel aus der Stoffklasse der Neonikotinyle sowie des Methiocarb für die Beizung von Mais ausgesetzt und Sämaschinen müssen für die Aussaat von gebeizten Mais technische Voraussetzungen erfüllen die sicherstellen, dass die Abdrift von Beizstaub bei der Aussaat minimiert ist.

Die als Maisbeizmittel verwendeten Wirkstoffe Clothianidin Imidacloprid und Thiamethoxam haben keine Wiederzulassung erhalten, während der Wirkstoff Methiocarb seit Februar wieder für die Beizung von Mais zugelassen ist. Darüber hinaus trat Mitte Februar die Verordnung über das Inverkehrbringen und die Aussaat von mit bestimmten Pflanzenschutzmitteln behandeltem Maissaatgut in Kraft.

Hiernach sind alle in Deutschland aufbereiteten und mit dem Wirkstoff Methiocarb behandelten Maissaatgutpartien ab Beizstation mit Hilfe des sogenannten Heubachtests auf Abriebfestigkeit zu untersuchen. Ein Abriebgrenzwert von 0,75g/100.000 Korn soll sicherstellen dass nur eine geringst mögliche Menge des Wirkstoffes als potentiell abdriftender Staub in der Saatware vorhanden ist. Betriebe, die Saatmais aufbereiten müssen die Erhaltung dieses Grenzwertes gewährleisten, wobei jeder Saatgutcharge dem sogenannten Heubachtest zu unterziehen und das Ergebnis zu dokumentieren ist. Nur Saatware die den Grenzwert nicht überschreitet ist verkehrsfähig.

Das LTZ Augustenberg ist mit der Untersuchung von Kontrollproben auf Grenzwerteinhaltung betraut und untersuchte nach rascher Einrichtung der Methode 38 Proben direkt ab Beizstation. Darüber hinaus wurden stichprobenartig im Handel befindliche Ware sowie in einem besonderen Versuch ganze Säcke auf ihren Abrieb und Abriebfestigkeit hin untersucht. Über die Erfahrungen mit der Methode soll berichtet werden.

Vorsaatbehandlung mit 4%igem Ethanol bei Saatgut der Wiesenrispe

Christiane Sandritter, Universität Hohenheim, Stuttgart, Michael Kruse, Stuttgart

Die Wiesenrispe ist unter den Futtergräsern diejenige Art, die am langsamsten keimt und zusätzlich noch eine sehr langsame Anfangsentwicklung zeigt. Die Auswertung von Keimversuchen kann bei Wiesenlieschgras beispielsweise schon nach 10 Tagen erfolgen, bei Wiesenrispe aber erst nach 28 Tagen (ISTA-Vorschriften, 2006).

Heute ist in weiten Bereichen der gewerblichen Gemüse-, Zier- und Gewürzpflanzenproduktion die Vorbehandlung des Saatguts zur Verbesserung des Feldaufgangs unentbehrlich.

Priming ist ein Verfahren der physiologischen Vorbehandlung. Dieses Verfahren beruht auf einer Einquellung der Samen in Wasser oder Lösungen und einer Rücktrocknung bevor eine sichtbare Keimung der Samen beginnt. Nach der Behandlung werden die Samen dann verpackt und verkauft und zeigen bei erfolgreichen Verfahren eine deutlich schnellere, einheitlichere und fallweise auch vollständigere Keimung.

Die Vorbehandlung mit 4%igem Ethanol ist Hydropriming und eine Oberflächensterilisation in Einem.

Für die Versuche wurden 13 Partien der Wiesenrispe verwendet. Mit der Partie 12 wurden Vorversuche mit den Konzentrationen 1%, 2%,4% und 8% Ethanol mit einer Quelldauer von jeweils 6 h und 24 h durchgeführt.

Dabei als ideal wurde die Behandlung 4% und 24 h festgestellt. Diese Behandlung wurde daher an allen Partien durchgeführt.

Danach wurden die behandelten Proben zurückgetrocknet, und 14 Tgae lang gelagert, bevor ein Keimversuch angelegt wurde, in welchem die Keimgeschwindigkeit gemessen wurde.

Die T50 (Zeitdauer bis zur Keimung von 50% der bei Versuchsabschluss gekeimten Samen) wird bei einer Vorbehandlung mit 4%igem Ethanol im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle zwischen 0,25 und 4,5 Tagen vorverlegt. Im Vergleich dazu liegt die Verbesserung bei einer Vorbehandlung nur mit Wasser zwischen 1,5 und 3,5 Tagen. Die T75 wird im Vergleich zur Kontrolle um bis zu 6,75 Tage vorverlegt. Im Vergleich zum Hydropriming beträgt die Verbesserung bis zu 5 Tage. Es gibt aber auch Partien, bei denen die Behandlung mit Hydropriming im Vergleich zu der Behandlung mit 4%igem Ethanol besser ist. Dieser Unterschied beträgt 2 Tage in einem Einzelfall, sonst liegen die Unterschiede bei 0,5 bis 1 Tage.

Je nach Partie kann mit dieser Behandlung eine Beschleunigung von bis zu 4,5 Tagen bei der T50 und bei der T75 bis zu 6,75 Tage erreicht werden.

Heterogenität bei Gräsersaatgutmischungen

Christoph Reinhardt, Universität Hohenheim, Stuttgart, Jochen Pfäffin, Stuttgart, Michael Kruse, Stuttgart

Die besondere Schwierigkeit bei der Beprobung von Saatgutmischungen liegt in der Heterogenität der Fließeigenschaften des Saatgutes begründet. Die Repräsentativität der mit den Probenahmemethoden für art- bzw. sortenreinem Saatgut von Mischungen gewonnen Proben ist nicht bekannt. Das Ziel des Vorhabens ist deshalb die Erstellung und Validierung einer wissenschaftlich begründeten Verfahrensvorschrift zur Beprobung von insbesondere Gräsersaatgutmischungen.

Im ersten Arbeitsschritt wurden die zugelassenen Mischungsbetriebe und die von ihnen in den Jahren 2007 und 2008 erstellten Mischungen erfasst. Insgesamt wurden 17.075 Mischungsanträge von 53 Betreiben mit einem Gesamtvolumen von etwa 60.000 t Saatgut in eine Datenbank eingetragen. Die detaillierte Auswertung zeigt, dass die wichtigsten Artenkategorien „Weidelgräser und andere groß-samigen Gräserarten“ mit 57 %, „Schwingel“ mit 24 % und „Rispen“ mit 8 % in den Mischungen vertreten sind. Die wichtigsten Gräserarten sind das Deutsche Weidelgras, der Rotschwingel und die Wiesenrispe. In Mischungen für eine Verwendung in der Landwirtschaft sind zudem das Wiesenlieschgras und kleinkörnige Leguminosen mit durchschnittlich je 4 % vertreten.

Auf der Basis dieser Daten werden nun repräsentative Mischungspartien aus verschiedenen Bereichen ausgewählt. Aus diesen Mischungspartien werden jeweils 20 einzelne Erstproben gezogen und auf Reinheit, Besatz, Keimfähigkeit, TKM und Zusammensetzung hin untersucht. Die Ergebnisse der Reinheitsuntersuchungen der ersten fünf Partien zeigen einen durchschnittlichen H-Wert von -0,11 und damit keine außerordentliche Heterogenität. Bis September sind weitere Proben geplant.

Der dritte Abschnitt des Vorhabens wird die Prüfung der für art- bzw. sortenreine Saatgutpartien verwendeten Probenahme- und Probeteilungsgeräte beinhalten. Es soll geklärt werden, ob verschiedene Geräte das Saatgut von Mischungen hinsichtlich leichter fließfähigen Komponenten selektieren. Dafür wird eine zu erarbeitenden Schnellmethode für die Bestimmung der Artenzusammensetzung einer Mischungsprobe mittels eines Scanners verwendet. Die Herausforderung ist die 2-dimensionale Bilderfassung, die korrekte Identifizierung der Samen und die Umrechnung der Samenanzahlen in Masseanteile.

Die Finanzierung des Projektes erfolgt über das BMELV

Sauerstoffbedarf ausgewählter Kulturarten während der Keimung

Sebastian Bopper, Universität Hohenheim, Stuttgart, Michael Kruse, Stuttgart

Während der Quellung und Keimung von Samen beginnen wieder grundlegende zelluläre Aktivitäten wie Atmung, Enzym- und Organellaktivität, RNA- und Protein-Synthese. Für die Zellatmung von keimenden Samen ist Sauerstoff als Elektronenrezeptor im Allgemeinen unerlässlich. Die Samen nur sehr weniger Arten keimen und wachsen unter Sauerstoffabschluss. Die Kinetik der Aufnahme von Sauerstoff in den Samen folgt weitgehend der von Wasser. In den sehr frühen Stadien der Keimung, wenn die Hüllorgane noch geschlossen sind, steht dem Embryo deshalb nur wenig Sauerstoff zur Verfügung.

Der relative Verbrauch an Sauerstoff während der Keimung eines Samens kann nun mit einer neuen Methode bestimmt werden. Hierfür werden Samen in einem kleinen hermetisch verschlossenen Luftvolumen zur Keimung gebracht. Dies geschieht z. B. in Vertiefungen einer Mikrotiterplatte oder in Mikroröhrchen, jeweils mit einem bestimmten Volumen einer 0,2%igen Agarlösung gefüllt, in welche ein einzelner Same gegeben wird. Unabdingbar ist nun, dass jede Vertiefung der Mikrotiterplatte bzw. jedes Röhrchen gasdicht (insbesondere sauerstoffdicht) verschlossen wird. Der sich während der Keimung nun verringernde Sauerstoffgehalt wird in einem Intervall von 30 Minuten über die Dauer von ca. vier Tagen anhand eines Fluoreszenzindikators mit dem Gerät Q2 Scanner der Firma ASTEC Global optisch gemessen. Als Ergebnis erhält man eine meist sigmoid abfallende Kurve für den Sauerstoffpartialdruck.

Die bereits vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass verschiedene Kulturarten einen sehr unterschiedlichen Bedarf an Sauerstoff während der Keimung haben. Einige Samen einer untersuchten Haferprobe hatten bereits nach ca. 12 h den gesamten zur Verfügung stehenden Sauerstoff verbraucht, wohingegen bei den schnellsten Samen einer Weizenprobe dies erst nach ca. 22 h der Fall war.

Mit den Ergebnissen soll es später möglich sein, Saatgutpartien der betreffenden Kulturarten hinsichtlich ihres Keimvermögens besser zu beurteilen. Denkbar ist es, keimende, dormante und tote Samen einer Partie mit Hilfe dieser Methode zu unterscheiden. Des Weiteren kann beurteilt werden, ob eine Saatgutpartie heterogen oder homogen im Bezug auf die Stoffwechselleistung der Einzelsamen ist, was ein Triebkraftkriterium sein kann.

Untersuchungen zum Keimungs- und Feldaufgangsverhalten bei Sorghum spp.

Kevin Böttcher, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Bernburg, Lothar Boese, Bernburg, Ulrich Gierke, Bernburg

Die Bestandesetablierung von Sorghumhirsen (Sorghum bicolor, Sorghum sudanense, Sorghum bicolor x sudanense) zur Erzielung eines gleichmäßigen Bestandesaufbaus gestaltet sich unter mitteleuropäischen Klimabedingungen durch stark variierende Feldaufgangsraten als sehr schwierig. Teilweise werden in Anbauversuchen Feldaufgangsraten erzielt, die zwischen 30 und 90 % schwanken, wobei deutliche Abhängigkeiten von der Bodentemperatur und dem Bodenfeuchtegehalt im Saathorizont erkennbar sind. Eine Optimierung der acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Erzielung sicherer Feldaufgänge bei Sorghum spp. bedarf der vorherigen Abklärung saatguttechnischer Eigenschaften der derzeit auf dem mitteleuropäischen Markt vertriebenen Sorghumhybridsorten, da vielfach durch global weit gestreute Saatguterzeugung ein Einfluss der Saatgutherkünfte auf den Saatgutwert vermutet wird und eine mitteleuropäische Standardisierung der Saatgutprüfung noch aussteht. Bestrebungen einer Saatzeitverfrühung, wodurch eine längere Ausnutzung der Vegetationsperiode und damit höhere Trockenmasseerträge, bzw. höhere Trockensubstanzgehalte der Ganzpflanze zur Ernte erzielt werden sollen, benötigen fundierte Ergebnisse zum Einfluss von Temperatur und Keimwasserbedarf auf die Keimung und deren Verlauf. In Anlehnung an Saatzeitversuche bei Mais im Mitteldeutschen Trockengebiet sollen Exaktversuche zum Keimungs- und Feldaufgangsverhalten einen Beitrag zu einer Saatzeitoptimierung bei Sorghum spp. leisten. Gegenstand der Untersuchungen ist die Abhängigkeit der Keimung der Karyopsen von der Keimungstemperatur und unterschiedlichen Bodenfeuchten im Modellversuch sowie dem Einfluss einer Saatgutbehandlung mit fungiziden und insektiziden Wirkstoffen zur Sicherung des Feldaufgangs. Bisher ergaben Modellversuche, dass sich Keimungstemperaturen ab 20 °C bei optimalen Keimungsbedingungen nicht mehr signifikant von höheren Temperaturstufen unterscheiden und bereits 96 Stunden nach Ansetzen zu > 90 % igen Keimraten führen und ab einer Baistemperatur von 10 °C die Keimung der Karyopsen eingeleitet wird. Nach langjährigen meteorologischen Aufzeichnungen wird in warmen Körnermaisanbaugebieten des Mittel-deutschen Trockengebiets die Basistemperatur von 10 °C im Boden im Saatgutablagehorizont oftmals bereits in der ersten Aprildekade erreicht. Eine Saatzeitstaffelung erfolgt nach der Temperatursummenmethode bei einer Differenz von 50 °d. Die im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode deutlich stärkere Abhängigkeit der Keimung von der Wasserverfügbarkeit im Boden erfragen Versuchanstellungen zur variierenden Tiefenablage des Saatgutes in ihrem Einfluss auf den Feldaufgang der Sorghumvarietäten.

Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang bei Hirse

Benno Voit, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Albrecht Roller, Straubing, Berta Killermann, Freising

Der Energiepflanzenanbau hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Zur Auflockerung von Energiepflanzen-Fruchtfolgen ist Hirse eine interessante Alternative. Hirse gehört zu den C4-Pflanzen und stellt damit hohe Ansprüche an Temperatur und Licht. Der hohe Temperaturanspruch beeinflusst den Feldaufgang wesentlich. Es stellt sich daher die Frage, ob ein Prüfverfahren im Saatgutlabor entwickelt werden kann mit dem sich der Feldaufgang vorhersagen lässt.

Mit dem Technologie- und Förderzentrum Straubing wurden im 1. Versuchsjahr 30 und im 2. Versuchsjahr 40 Hirseproben im Labor auf Keimfähigkeit untersucht und parallel dazu im Feld angebaut. Im Anschluss daran konnten 3 Keimfähigkeitsgruppen (< 80 %; = 80 % und = 90 %; > 90 %) gebildet werden. Das Keimergebnis lässt keine Aussage über den zu erwartenden Feldaufgang zu, weil die Prüfung unter optimalen Bedingungen durchgeführt wird. Gerade bei Fruchtarten mit sehr hohem Temperaturanspruch ist eine weitere Prüfung im Labor unter Stressbedingungen, die den Feldaufgang beeinflussen notwendig. Triebkraftprüfungen sind Keimprüfungen unter erschwerten Bedingungen, d. h. als Keimmedium wird Ackererde verwendet und die Keimtemperatur wird deutlich abgesenkt. Die Hirseproben wurden eine Woche im Klimaschrank bei 10 °C einer Kühlphase ausgesetzt (Stressphase) und im Anschluss bei 25 °C zum Keimen gebracht. In Vorversuchen hat sich eine weitere Prüfungsvariante bei 15 °C konstanter Temperatur herauskristallisiert. Der Feldversuch wurde in Straubing, Niederbayern auf einem Lößlehm mit 72 Bodenpunkten durchgeführt.

Die Qualität des verwendeten Saatgutes war sehr unterschiedlich. Die Einteilung in 3 Keimfähigkeitsgruppen wurde vorgenommen um zu sehen, inwieweit sich die unterschiedlichen Saatgutqualitäten in der Triebkraftprüfung und beim Feldaufgang ähnlich verhalten. Die Triebkraftwerte liegen im Vergleich zu den Keimfähigkeitswerten bei beiden Prüfungsverfahren niedriger, wobei mit zunehmender Keimfähigkeit die Unterschiede zu den Triebkraftwerten geringer werden. Beim Feldaufgang ist ein deutlicher Jahreseffekt festzustellen. Im 1. Versuchsjahr lag der Feldaufgang bei allen 3 Gruppen unter den Triebkraftwerten. Im 2. Versuchsjahr zeigte sich eine gute Übereinstimmung zwischen Triebkraft und Feldaufgang bei der besseren Saatgutqualität. Bei der schwächeren Saatgutqualität übertraf der Feldaufgang die Triebkraftwerte erheblich.

Die Witterung zur und nach der Saat beeinflusst den Feldaufgang erheblich. Liegt die Bodentemperatur zur Aussaat und danach nur geringfügig über der Mindestkeimtemperatur ist der Feldaufgang z. T. deutlich unter den festgestellten Triebkraftwerten. Zwischen den beiden getesteten Triebkraftvarianten (10/25 °C und 15 °C konstant) besteht ein geringer Unterschied. Vielleicht gelingt es mit Hilfe der Züchtung kältetolerantere Sorten zu schaffen und damit den Feldaufgang zu stabilisieren.

Strategien gegen Zwergsteinbrand (Tilletia controversa) und Steinbrand (Tilletia caries) im ökologischen Getreidebau

Markus Dressler, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Benno Voit, Freising, Berta Killermann, Freising

Im Öko-Landbau sind der regional vorkommende Zwergsteinbrand (Tilletia controversa) und der Steinbrand (Tilletia caries) die häufigsten Krankheiten bei Weizen. So zeigte das Erntegut 2004, bedingt durch den trockenen Herbst 2003 und den damit verbundenen günstigen Infektionsbedingungen, verstärkt Steinbrandbefall. Nach dem schneereichen Winter 2005/2006 wurde in größerem Umfang Befall mit Zwergsteinbrand nachgewiesen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird untersucht ob sich ein Schwellenwert für Zwergsteinbrandbefall am Erntegut ermitteln lässt. Darüberhinaus wird beim Steinbrand geprüft, ob der vorhandene Schwellenwert für Saatgut ausreicht oder ob das Infektionspotential im Boden künftig stärker berücksichtigt werden muss.

Auf Öko-Praxisflächen mit Brandsporenbesatz im Boden werden randomisierte mehrfaktorielle Feldversuche auf 5 verschiedenen Standorten in unterschiedlichen Höhenlagen durchgeführt. Die Versuche sind als Streifenanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Zum Anbau kommen anfällige und weniger anfällige Weizen- und Dinkelsorten mit verschiedenen Infektionsstufen (Kontrolle, 20 und 100 Sporen/Korn). Da der Steinbrandbefall stark von der Witterung abhängig ist, wird eine Früh- und Spätsaatvariante angebaut. Das Auftreten von Zwergsteinbrand ist witterungsbedingt nicht immer sicher, deshalb wird zusätzlich eine Variante mit Bodeninfektion durchgeführt. Der Sporenbesatz am Erntegut wird nach der Methode des ISTA Handbook on Seed Health Testing, Working Sheet No. 53 untersucht. Das Infektionspotential im Boden wird nach der Saat und nach der Ernte durch Auswaschen der Sporen aus dem Boden (Nass-Siebverfahren) und anschließender mikroskopischer Auszählung nach ISTA ermittelt.

Im Versuchsjahr 2007/2008 zeigte sich trotz fehlender Schneedecke für Zwergsteinbrand auf allen Standorten ein Befall. Beim Zwergsteinbrand lässt sich nach dem ersten Erntejahr kein Zusammenhang zwischen dem Infektionspotential im Boden und dem Erntegut erkennen und auch kein Schwellenwert für das Saatgut ableiten. Sortenunterschiede konnten nicht festgestellt werden. Der Dinkel zeigte gegenüber dem Weizen an allen Standorten am Erntegut einen deutlich niedrigeren Befall.

Das Temperaturoptimum für die Infektion bei Steinbrand liegt bei ca. 10 °C, weicht die Temperatur deutlich ab, sinkt die Infektionsrate. Demzufolge weist das Erntegut der Frühsaat einen deutlich höheren Sporenbesatz auf als das Erntegut der Spätsaat. Die Sortenwahl entscheidet signifikant über das Befallsauftreten. Ein hohes Infektionspotential im Boden führt nicht automatisch zu einem hohen Befall am Erntegut. Neben der Temperatur (10 °C) ist für das Befallsauftreten der Witterungsverlauf während der Keimung entscheidend. Es konnte bestätigt werden, dass trotz Verwendung von befallsfreiem Saatgut eine Infektion über den Boden erfolgt.

Überwachung von Saatgut auf GVO Verunreinigungen - eine analytische Herausforderung

Brigitte Speck, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe

Bis heute hat die EU keinen Schwellenwert für GVO (Gentechnisch veränderte Organismen) umgesetzt. Somit gilt grundsätzlich für jegliche GVO-Beimengung die Nulltoleranz, auch nach dem Beschluss der Agrarministerkonferenz im September 2003, das EU-Moratorium für den Anbau von gentechnisch veränderten Organismen aufzuheben. Garantieren könnte man diesen wahren Wert einer Partie nur, wenn wirklich jedes einzelne Korn entsprechend überprüft würde. Da diese Vorgehensweise selbstverständlich unrealistisch ist, müssen praktikable Prüfpläne erarbeitet werden. Dies ist wiederum nur möglich, wenn sowohl dem Konsumenten als auch dem möglicherweise rechtsunterworfenen Produzenten gewisse Risiken zugesprochen werden. Aktuell wird die folgende Betrachtung in der Überwachung angewendet: Das Untersuchungsergebnis muss negativ sein, und eine wahre Verunreinigung von 0,1 % muss mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95 % zu einem positiven Ergebnis und damit zu einer Ablehnung der Partie führen [1, 2]. Dies wäre der Fall, wenn eine von drei Teilproben zu je 1000 Samen positiv wäre. Die Ergebnisse der Überwachung in den letzten Jahren zeigen, dass in etwa ein bis zwei Prozent der beprobten Partien Beimengungen von GVO im Spurenbereich nachgewiesen werden konnten. Die Werte lagen jeweils unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 % und waren somit nicht quantifizierbar. Bei quantitativen Verfahren sollte der vorgegebene Untersuchungs-/Schwellenwert aus messtechnischer Sicht mindestens 3 Standardabweichungen über der Bestimmungsgrenze von 0,1% liegen. Erst ab dieser Größenordnung kann eine relativ sichere Aussage erfolgen, ob ein Schwellenwert über- oder unterschritten ist, unabhängig davon ob quantitative, oder qualitative Prüfpläne Anwendung fanden. Je niedriger der zukünftige Schwellenwert sein wird, desto höher ist der Gesamtaufwand von Seiten der Überwachung. Auch aus Sicht der Labore wäre es praktikabel und wünschenswert den Vorschlägen des ständigen Ausschusses „Gentechnik“ zu folgen [3]. Nach den Ausführungen des Wissenschaftlichen Ausschusses für Pflanzen, würde ein Schwellenwert von 0,3 % für Raps und Mais zu einem GVO-Gehalt von 0,81 % bzw. 0,57 % im Endprodukt führen [3].

Literatur

i1] Michael Kruse (2005): Prüfpläne für die Untersuchung von Saatgut auf GVO Verunreinigungen. Ausgewählte Vorträge, GPZ e.V., Göttingen, S. 220 - 227

[2] Konzept zur Untersuchung von Saatgut auf Anteile gentechnisch veränderter Pflanzen, Unterausschuss „Methodenentwicklung“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft (LAG) (Stand: 28.06.2005)

[3] Hans Walter Rutz (2005): „Schwellenwerte“ für Saatgut. Ausgewählte Vorträge, GPZ e.V., Göttingen, S. 233 - 238

Die Munktell Saattest- und Keimprüfpapiere

Cornelia Wiegand, Munktell & Filtrak, Battenberg

Munktell Saattest- und Keimprüfpapiere sind die idealen nichttoxischen Feuchtigkeitshalter Keimfähigkeits- und Gesundheitstests. Sie gewährleisten konstante Testbedingungen. Diese Papiere entsprechen den ISTA Vorschriften für die Prüfung von Saatgut. Im Einzelnen sind das: sie werden aus reiner Cellulose hergestellt, sind frei von wachstumsbeeinflussenden Substanzen, speichern -je nach ausgewählter Sorte- genügend Flüssigkeit, sind ausreichend fest und werden in einem pH Wertbereich von 6,0 bis 7,5 gefertigt.

Die Munktell-Produktpalette umfasst die verschiedenen Sorten Filtrierpapier und Filtrierkarton mit verschiedenen Oberflächenstrukturen und Färbungen wie

- weiße, glatte Papiere von dünn bis dick,
- plissierte Streifen,
- gekreppte und genarbte Papiere,
- sowie speziell eingefärbte, farbige Keimprüfpapiere.

Alle Papiere werden in Standartformaten angeboten, oder sind auf Kundenwunsch in Sonderanfertigung (mengenabhängig) erhältlich. Für die verschiedenen Verfahren TP, BP, PP und STP gibt es das richtige Filter und Format.

Einfluss exo- und endogener Faktoren auf die Keimfähigkeit von Durumsaatgut (Triticum durum Desf.)

Oliver Gentsch, Universität, Halle/S., Karin Förster, Halle/S., Ulrich Gierke, Halle/S.

Sachsen-Anhalt ist mit 3147 ha (2008) der größte Hartweizenproduzent Deutschlands. Die Vermehrung von Durum hat sich vor allem in Betrieben im Harzvorland zu einer festen und betriebswirtschaftlich interessanten Größe entwickelt. Von 2006 bis 2008 konnte ein Anstieg der angemeldeten Vermehrungsflächen für Sommer- und Winterdurum von 68,5 ha auf 144,28 ha statistisch erfasst werden. Allerdings hat es in den zurückliegenden Jahren immer wieder Rückschläge bei der Keimfähigkeit der zur Anerkennung vorgestellten Partien (Abb. 1) gegeben. Erste Analysen haben gezeigt, dass vor allem Auswuchsschäden, aber auch latenter, noch nicht sichtbarer Auswuchs (erkennbar am Rückgang der Fallzahl) auftraten.

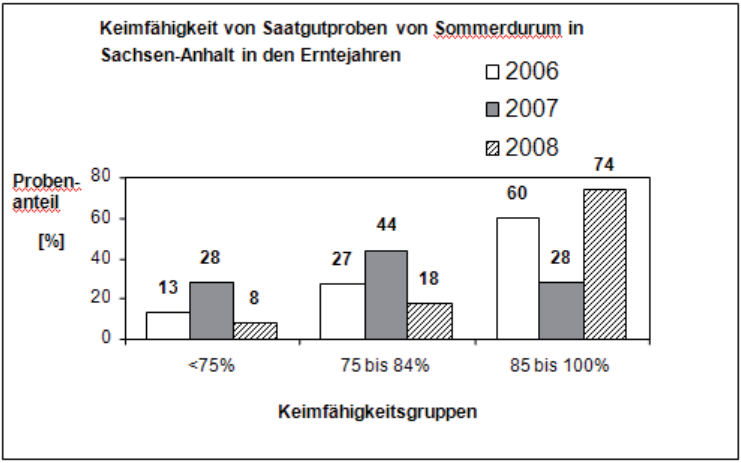


Abb. 1: Jährliche Schwankungen der Keimfähigkeit in Saatgutproben von Sommerdurum in Sachsen-Anhalt (Mindestkeimfähigkeit für die Anerkennung als Saatgut: 85 %)

Ziel des gemeinsam von der MLU Halle-Wittenberg und der LLFG- Prüf- und Anerkennungsstelle für Saat- und Pflanzgut Halle durchgeführten Projektes ist die Untersuchung des Einflusses exo- und endogener Faktoren auf die Keimfähigkeit von Sommerdurum. Zur Klärung der Fragestellung werden an zwei Versuchsstandorten zu sechs Terminen bei vier Sorten Probebeerntungen durchgeführt und sowohl die Keimfähigkeit als auch die Fallzahl ermittelt. Es werden erste Untersuchungsergebnisse zum Einfluss von Standortbedingungen, Witterungsverlauf und Erntetermin auf die Dormanzausprägung, Auswuchsfestigkeit und Keimfähigkeit vorgestellt.

Umweltanalytik, aufwändige und hochkomplexe Analysenvorgänge erfordern optimale Probenvorbereitungen mit den unterschiedlichsten Techniken

G. Raiber, C. Gerhard GmbH & Co. KG, Königswinter

Seit Beginn der Industrialisierung und großteils bis in die heutige Zeit wurde relativ wenig auf den Lebensraum, in dem wir uns bewegen, und auf die Auswirkungen der Technologien auf unsere Natur Rücksicht genommen. Doch kluge Persönlichkeiten erkannten gerade noch zur richtigen Zeit, dass trotz Ertragsoptimierung und stetigem Gewinnstreben dem Raubbau in unserer Natur Einhalt geboten werden muss.

Um dem gerecht zu werden und eine sichere, messbare und rückverfolgbare Grundlage für aufgetretene Schäden oder Belastungen zu erhalten, wurde der Bereich der Umweltanalytik sukzessive in den Vordergrund der bisherigen klassischen Inhaltsstoffanalytik gebracht.

Die Analysenvorgänge für kritische Umweltstoffe und Gifte, gekennzeichnet durch ihre Komplexität, ergaben oft unrealistische Werte, die dann auch noch durch Horrormeldungen in der Presse entsprechend dargestellt wurden.

Ein wesentlicher Schritt zur Erlangung von verwertbaren Analysenergebnissen ist die Probenvorbereitung. Ein Teilbereich von Vorbereitungsmaßnahmen, insbesondere die Trennverfahren, erfordern ein Höchstmaß an Genauigkeit und Reproduzierbarkeit.

Die Firma C. Gerhardt bietet aus ihrem umfangreichen Analysengeräte-Programm dafür die vielfältigst nutzbaren Systeme an:

- Für die Abtrennung von wasserdampfflüchtigen Stoffen werden die Systeme der halb- und vollautomatischen VAPODEST-Baureihe eingesetzt.
- Ein weiterer Bereich sind die programmgesteuerten Extraktions- und Schüttelsysteme zur Trennung von fest/flüssig sowie flüssig/flüssig Proben mit Hilfe unterschiedlichster Lösemittel.
- Für die Cyanid- und Sulfid-Abtrennung werden allen analytischen Belangen und Vorschriften entsprechende Systeme angeboten.
- Für die Analytik der optimalen Beschickung von Biofermentern und Biogasreaktoren werden Analysen-Systeme aus dem Hause C. Gerhardt genutzt.

Verfahrenskonforme Applikationen werden zusammen mit unseren Kunden aus allen Teilen der Welt erarbeitet und dokumentiert.

Bei allen Systemen aus dem Hause C. Gerhardt werden bereits bei der Geräteentwicklung resourcenschonende, chemikalienreduzierende sowie wassersparende Baugruppen implementiert. Alle in den Systemen von C. Gerhardt verwendeten Materialien sind recyclebar und umweltschonend produziert.

ANKOM Technologie – Vergleich der FilterBag-Technik zur Fett- und Faserbestimmung mit VDLUFA-Methoden

Barbara Stadler, HLS - Gesellschaft für Analysentechnik, Salzwedel

Seit 1986 ist die Firma ANKOM Technology Hersteller von Analysesystemen für die Bestimmung von Rohfett und Gesamt-Fett, für die Faserbestimmung (Rohfaser, ADF, NDF, ADL), sowie für in-vitro Studien im Incubator zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Futtermitteln (NCGD, IVTD). Dabei ermöglicht die ANKOM Filterbag Technologie die halb- oder vollautomatische Analyse von gleichzeitig bis zu 15 Proben mit den ANKOM – Fettanalysern, die Analyse von gleichzeitig 24 Proben mit den ANKOM – Faseranalysern und die Untersuchung von bis zu 100 Proben mit dem ANKOMDaisy II in-vitro Incubator.

Die Basis der ANKOM FilterBag Technologie sind die F57 FilterBags für Faser- und In vitro – Bestimmungen sowie die XT4 FilterBags für die Fettextraktion. Ankom Technology fertigt diese FilterBags mit einer speziellen 3D-Matrix und erreicht dadurch beste Wirkungsgrade bei der Löslichkeit der Komponenten, ohne Partikelverlust.

Durch die ANKOM FilterBag Technologie, werden die klassischen Bestimmungsverfahren der Weender-Analyse und der Detergentienanalyse nach van Soest wesentlich vereinfacht und der Zeit- und Kostenaufwand auf bis zu 50% gegenüber den konventionellen Methoden minimiert. Durch umfangreiche Vergleichsuntersuchungen mit zertifizierten Referenzmaterialien und der Teilnahme an Ringversuchen konnte die Gleichwertigkeit der FilterBag Technologie mit den konventionellen Methoden nachgewiesen werden.

Die Stickstoffbestimmung nach Dumas – die Umsetzung einer alten Methode mit moderner Technik

Marcel Girrbach, LECO Instrumente GmbH, Mönchengladbach

Die genaue Stickstoffbestimmung z.B. in Böden, Pflanzen, Dünge- und Futtermittel ist ein wichtiges Verfahren zur Charakterisierung des zu untersuchenden Materials. Zur Stickstoffbestimmung in organischer Matrix werden hauptsächlich 2 Verfahren angewandt:

- Verfahren nach Kjeldahl („Aufschlussverfahren“)
- Verfahren nach Dumas („Verbrennungsmethode“)

Lange Zeit war das Verfahren nach Kjeldahl die Referenzmethode zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes. Obwohl deutlich älter, wurde die Dumas-Methode erst in den letzten Jahren vermehrt eingesetzt und ist inzwischen in vielen Bereichen gleichberechtigt mit Kjeldahl als anerkannte Referenzmethode in vielen Normen aufgeführt.

Der Grund ist relativ simpel. Bei größer werdender Probenanzahl und gleichzeitig geringerem Personalbestand waren die Labore gezwungen die analytischen Abläufe zu automatisieren. Dies ist beim Kjeldahlverfahren nur bedingt möglich, da der Aufschluss und die Titration den Eingriff eines Bedieners erfordern.

Moderne Analysensysteme nach Dumas arbeiten daher vollautomatisch und können auch über Nacht betrieben werden. Das Analysenergebnis liegt je nach Hersteller innerhalb weniger Minuten vor. Zudem erlaubt dieses Verfahren die Koppelung der N-Bestimmung mit weiteren wichtigen Parametern, z.B. der simultanen Bestimmung des Kohlenstoff- und/oder des Schwefelgehaltes.

Beim Dumasverfahren wird durch das „Verbrennen“ des Probenmaterials der Stickstoff freigesetzt. Die Physik und Chemie, die hinter dem Dumas-Verfahren steht, ist vorgegeben. Dennoch findet man herstellerbedingt Unterschiede bei der Umsetzung des Dumas-Verfahrens. Üblicherweise wird zwar bei allen Herstellern der Stickstoff mittels Wärmleitfähigkeitsdetektor (WLD) gemessen. Aber schon bei der Verbrennung der Probe und der Zwischenschritte, bis der elementare Stickstoff der Messzelle zugeführt werden kann, finden sich relevante Unterschiede.

So wird üblicherweise einem He-Trägergasstrom Sauerstoff für die Verbrennung der Probe zudosiert. Die Auftrennung der Verbrennungsgase wird mittels Trennsäule oder aber Absorptions-/Desorptionsfallen realisiert. Beim patentierten LECO-Verfahren wird dagegen die Probe unter reinem Sauerstoff verbrannt und die Gase in einem Ballastvolumen gesammelt. Dadurch ist zum einen die Detektion von der Verbrennung entkoppelt, zum anderen muss nicht das komplette Analysengas der N-Bestimmung zugeführt werden, was sich dann im geringen Chemikalienverbrauch widerspiegelt.

Ein geeignetes Analysensystems zeichnet sich neben der eingesetzten Technik auch durch den passenden Einwaagebereich, die kurze Analysenzeit, die einfache Bedienung, die schnelle und leichte Erledigung notwendiger Wartungsarbeiten und die geringen Analysenkosten aus.

Analyse hoher Alkali- und Erdalkali-Konzentrationen mit der ICP-MS

Jörg Michel, PerkinElmer LAS GmbH, Rodgau

Die ICP-MS ist das nachweisstärkste atomspektroskopische Analysenverfahren. Es wird überwiegend zur Analyse von Elementen im Spuren- und Ultraspurenbereich eingesetzt. Die Analyse hoher Konzentrationen an Alkali- und Erdalkali-Elementen, Phosphor oder Schwefel ist dagegen die Domäne der ICP-OES. Die Notwendigkeit, Spuren- und Hauptelemente in einer Probe zu analysieren, führt mitunter beide Analysentechniken an ihre Grenzen.

In der ICP-OES müssen Proben häufig unverdünnt analysiert werden, um die geforderten Nachweisgrenzen für die Spurenelemente noch zu gewährleisten. Dies führt zu einer Vielzahl an Methoden, erschwert die Qualitätssicherung und belastet das Probeneinführungssystem stark.

Für die ICP-MS stellen dagegen hohe Konzentrationen mono-isotopischer Elemente wie Natrium oder Phosphor eine besondere Herausforderung dar, weil die hohen Intensitäten dieser Elemente die Lebensdauer des Detektors erheblich verkürzen würde.

Die Quadrupol-Reaktionszelle der ICP-MS – Serie ELAN DRC gestattet bereits im Standard-Modus eine Reduzierung hoher Intensitäten um mehrere Dekaden. Damit ist auch die Analyse von Natrium und Phosphor im Konzentrationsbereich von 500–1000 mg/l möglich, ohne die Nachweisgrenzen für die Spurenelemente durch einen Verdünnungsschritt zu verschlechtern. Proben müssen deshalb seltener mit ICP-MS und ICP-OES parallel untersucht werden. Ebenso entfallen parallele Analysen einer Probe in unterschiedlichen Verdünnungen mit der ICP-MS.

Die Standardlose Analyse – Was ist möglich?

Jürgen Wess, PANalytical GMBH, Kassel

Die standardlose Analytik mit der Röntgenfluoreszenz hat ihre Nische als halbquantitative Technik längst verlassen.

Häufig ist sie die einzig mögliche Technik, ohne große Vorbereitung und vor allen Dingen ohne Standards Aussagen über vermeintlich unbekannte Probenzusammensetzungen zu erhalten. Dabei ist die Röntgenfluoreszenzanalyse die einzige verbreitete Methode, der sich diese Möglichkeit erschließt.

Um etwas Licht in diese Anwendung zu bringen und die Ansätze aufzuzeigen, werden die Voraussetzungen für diese Analytik dargestellt. Warum ist das Ergebnis manchmal nicht so, wie es sein sollte und was sind die Parameter, um das Ergebnis zu verbessern? Und warum darf man das, ohne spekulativ zu sein?

Es werden Möglichkeiten und Grenzen der standardlosen Analyse aufgezeigt. Unter dem Strich erschließt sich ein Methodenansatz mit sehr großem Potential, auch für die Praxis.

Bestimmung ausgewählter Nährstoffe mit der Fließinjektionsanalytik

Antje Schöne, Medizin- und Labortechnik Engineering GmbH, Radebeul

Die Medizin- und Labortechnik Engineering GmbH bietet automatisierte Analysensysteme für die Bestimmung von Nährstoffen und anderen umweltrelevanten Parametern zum Einsatz in Laboratorien der Wasser-, Boden- und Umweltanalytik an. Seit 1994 werden kundenspezifische Lösungen erfolgreich im In- und Ausland verkauft.

Zur Bestimmung der einzelnen Analyten wird die Fließinjektionstechnik mit photometrischer Detektion angewendet. Dabei stehen überwiegend standardisierte und routinemäßig erprobte Analyseverfahren zur Verfügung. Die Vorteile der Fließinjektionsanalytik – hoher Probendurchsatz bei geringem Proben- und Reagenzienverbrauch; geringer manueller Arbeitsaufwand; schnelle Betriebsbereitschaft des FIA-Systems; breite Variation der Messbereiche durch Verwendung von zwei unterschiedlichen Probenschleifen – werden in den angebotenen Verfahren voll zur Geltung gebracht. Die FIA-Methode ist auch bei kleinerem und mittlerem Probendurchsatz geeignet und aufgrund der schnellen Betriebsbereitschaft sehr effektiv.

Für die Fließinjektionsanalyse sind Analyten in flüssiger Phase erforderlich, so dass für Böden ein separater Aufschluss oder eine Extraktion vor der eigentlichen Messung notwendig ist. Danach ist jedoch das System so robust, dass auch in Extrakten wie Calciumchlorid, Calciumacetat/-Lactat oder sogar in Kjeldahlaufschlüssen ohne Matrixstörungen oder Verschleppungen gemessen werden kann. Die FIA eignet sich unter anderem hervorragend zur Messung der Nährstoffe Ammonium, Phosphat, Nitrat/Nitrit, Sulfat, Chlorid, Magnesium.

Die von der MLE Medizin- und Labortechnik Engineering angebotenen Systeme FIAcompact und FIAmodula gestatten eine optimale kundenspezifische Konfiguration entsprechend der Analysenaufgaben im Labor. Je nach Probendurchsatz können parallel bis zu 8 Parameter analysiert werden. Aufgrund der modularen Ausführung des Systems ist ein Nachrüsten jederzeit möglich.

Die Medizin- und Labortechnik Engineering GmbH ist ständig bestrebt, sich den aktuellen Anforderungen ihrer Kunden zu stellen. So wurden u.a. Verfahren zur Bestimmung von Gesamt-Phosphor und Gesamt-Stickstoff in Oberflächenwässern und Abwässern entwickelt und der dazu notwendige Aufschluss in das Analysengerät integriert. Zukünftig wird die Medizin- und Labortechnik Engineering GmbH auch nach Lösungen suchen, Schritte der Probenvorbereitung zu automatisieren, um insbesondere die Boden- und Pflanzenanalytik schneller und effizienter zu machen.

Einsatz von Hochauflösung und akkurater Masse in der Rückstandsanalytik

Thorsten Bernsmann, CVUA, Münster (Thermo Fisher, Dreieich)

In der Rückstandsanalytik werden immer größere Anforderungen hinsichtlich der Analytik in Bezug auf Empfindlichkeit, Schnelligkeit sowie auf das Substanzspektrum gestellt. Dazu werden immer mehr sogenannte Screening Methoden entwickelt. Gemäß der Entscheidung 2002/657/EG sind Screeningmethoden Methoden, die zum Nachweis des Vorhandenseins eines Stoffes oder einer Klasse von Stoffen in der interessierenden Konzentration verwendet werden. Diese Methoden ermöglichen einen hohen Probendurchsatz und werden eingesetzt, um eine große Anzahl von Proben auf mögliche positive Ergebnisse zu sichten. Üblich eingesetzte Screening-Methoden sind der Agardiffusionstest, Enzyme-linked Immunosorbent Assay Tests (ELISA) sowie Flüssig- oder Gaschromatographie gekoppelt mit einem Massenspektrometer (LC-MS sowie GC-MS). Jede der eingesetzten Methoden hat Vor- und Nachteile. So liefert der Plattendiffusionstest auf antimikrobiell wirkende Stoffe einen Hinweis auf das Vorhanden sein dieser Stoffe in einem sehr kleinen Konzentrationsbereich. Eine Aussage über die Identität des vorhandenen Stoffes kann aber nicht getroffen werden. ELISA-Tests sind sehr spezifisch und in kleinen Spurenbereichen einsetzbar. Zu beachten sind Kreuzreaktionen der Gen-Antikörperreaktionen.

LC-MS Systeme mit niedrig auflösenden Massenspektrometern sind zu unempfindlich und zu unspezifisch. GC-MS Verfahren mittels Scan und Selected Ion Monitoring (SIM) Detektion in einem Lauf, unter Verwendung der sehr umfangreichen Spektrenbibliotheken haben sich als Screening Methoden für flüchtige Substanzen bewäht. Neu entwickelte pharmakologisch oder als pflanzenschutzmittelwirkende Stoffe sind aber sehr polar und mittels GC-MS nur nach Derivatisierung zu analysieren. Damit wird aus den Screening Verfahren ein Target-verfahren, bei dem wieder nur nach bestimmten Analyten gesucht wird. Auch die Screening Methoden mittels Flüssigchromatographie gekoppelt mit einem Tandemmassenspektrometer (LC-MS/MS) sind Target-Analyt-Methoden. Trotz der Implementierung von über 400 erfassbaren Pestiziden in einem chromatographischen LC-Lauf. wird man ein negatives Ergebnis attestieren, wenn die 401. Substanz enthalten ist. Die LC-MS/MS ist im Multiple Reaction Monitoring- (MRM) Modus, in dem die nötige Empfindlichkeit erreicht wird, limitiert. Ein weiteres Problem der polaren Analyten und der LC-MS/MS im MRM Modus ist die gewünschte Abspaltung der polaren Gruppen in der Collisionszelle. Damit sind viele der stärksten Übergänge und damit die Quantifizierungsmasse eine Abspaltung von Wasser, der Carbonyl- oder Aminogruppe sowie eine Spaltung der Ester. Damit ist der stärkste Übergang nicht immer sehr spezifisch. Abhilfe für dieses Problem und ein Screeningverfahren für nicht unzersetzt flüchtige polare Substanzen ist die Flüssigchromatographie mittels hochauflösender Massenspektroskopie (LC-HRMS) unter Verwendung der akkuraten Masse, des Isotopen-Verhältnisses und der MS/MS-Fragmentierung. Geräte, die diese Anforderungen erfüllen, sind Time of Fight- Massenspektrometer mit vorgeschalteter Massenselektion und einer Collisionszelle (Q-TOF- Systeme) oder Fourier-Transformations-Massenspektrometer (Orbitrap mit Higher Energie Collision Dissotiation-Celle). Diese Geräte sind in der Lage mit einer Auflösung von größer 25000 und einer akkuraten Masse mit einer Massengenauigkeit von kleiner 2 ppm kontinuierliche Spektren von 50 bis 2000 m/z im ppb Bereich aufzunehmen. Damit ist die Möglichkeit gegeben über Spektren-Bibliotheken und verschiedenen Algorithmen nach unbekannten Substanzen und nach bekannten Substanzen zu suchen. Der Aufbau dieser Bibliotheken und Datenbanken ist im Moment noch in der Entwicklung. Ein weiterer Vorteil dieser Geräte ist auch, das in alten Daten-Files aktuelle problematische Substanzen extrahiert werden können und somit die Frage nach: „Waren die Substanzen früher schon enthalten?“ beantwortet werden kann.

P-Dynamik von Böden mit langjähriger organischer Düngung

Markus Mokry, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Gerhard Schmidt, Karlsruhe

Ausgehend von einer regional begrenzten Situation langjähriger überhöhter N-Düngung mit Wirtschaftsdünger aus der Puten- und Schweinehaltung werden seit 1996 Exakt-Feldversuche zu folgenden Fragestellungen durchgeführt:

- Wie entwickeln sich die P-(K-)Gehalte hoch bis sehr hoch versorgter (Gehaltsklasse D-E) Böden bei langjähriger Düngung mit Putenmist oder Schweinegülle unter Beachtung einer Nährstoffbilanzierung über die Fruchtfolge ohne und mit Abfuhr der Ernterückstände?

- In welchem Zeitraum können hoch bis sehr hoch mit P versorgte Ackerböden „ausgehagert“ werden (= langjährige P-/K-Nulldüngung bei ordnungsgemäßer N-Düngung), um bei bedarfsgerechter P-/K-Düngung im Rahmen zunehmender ökologischer Anforderungen nutzbar zu bleiben?

- Gibt es kurz- bis mittelfristig Unterschiede in der Verfügbarkeit und Dynamik von organisch bzw. mineralisch gedüngtem Phosphat? Lassen sich hieraus Düngeräquivalente ableiten?

- Sind mittel- bis langfristig Ertrags- und Qualitätsunterschiede in Abhängigkeit von der Düngungsintensität und Düngerform feststellbar?

- Welche Strategien sind hieraus abzuleiten?

Die bislang der 10 jährigen Versuchsergebnisse können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Unterschiede im Kornertrag von Winterweizen, Wintergerste und Winterraps waren - soweit gesichert vorhanden - ausschließlich von der N-Düngung geprägt.

- Zu Versuchsbeginn waren in Folge der langjährigen sehr hohen Wirtschaftsdüngergaben die Frühjahrs-Nmin-Werte, aber auch die N-Nachlieferungspotentiale sehr hoch; in Folge dessen waren die Ausnutzungsraten des gedüngten Stickstoffs zunächst sehr gering (DüV!).

- Die P- und K-Düngung war - ob mineralisch oder organisch gedüngt - für die Ertragsbildung, aber auch für die Qualität der Ernteprodukte bislang nicht relevant. Die P- und K-Gehalte der Ernteprodukte wurden von der Versuchsdüngung nicht beeinflusst. Konzentrations- oder Verdünnungseffekte sind standortabhängig.

- Die P- und K-Bodengehalte blieben bei bilanzierter Düngung stabil; ohne Düngung waren diese leicht - jedoch gut kontrollierbar - rückläufig.

- Ein signifikanter positiver Aspekt eines langjährigen hohen Wirtschaftsdüngereinsatzes konnte ausschließlich für die N-Dynamik und somit Ertragsleistung der jeweiligen Standorte festgestellt werden. Erwartungsgemäß waren die N-Verluste während der vegetationsfreien Zeit anfänglich hoch; langjährige, kulturbezogene N-Düngung hat einen gesicherten Rückgang dieser Verluste ohne Ertragsrückgang zur Folge.

Anpassung der Richtwerte für die P- und K-Düngung bei langfristig hohen Düngemittelpreisen

Wilfried Zorn, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Hubert Schröter, Jena

Das VDLUFA-Konzept zur P- und K-Düngung orientiert sich an einem fünfstufigen Gehaltsklassenschema und der Ausrichtung der Düngungshöhe zum langfristigen Erreichen und Erhalten der Gehaltsklasse C (anzustrebender bzw. mittlerer Gehalt) im Boden. Die stark gestiegenen Preise für mineralische Düngemittel erfordern eine Anpassung der Richtwerte für die P- und K-Düngung an die gegebene betriebswirtschaftliche Situation.

Aktuelle Feldversuche belegen die Notwendigkeit von Zuschlägen zur Abfuhrdüngung bei P-Gehaltsklasse A und B, die zu deutlichen Mehrerträgen im Vergleich zu Düngung nach Abfuhr führt und eine messbare Nachwirkung in den Folgejahren erwarten lässt. Bei Getreide kann die K-Düngung moderat reduziert werden, bei Kulturen mit hohem K-Entzug wie Raps, Hackfrüchten, Mais und Ackerfutter jedoch nicht. In den Gehaltsklassen D und E war die P- und K-Düngung nicht lohnend.

Insgesamt sind bei der pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Bewertung der P- und K-Düngung nicht nur ihre kurzfristige Wirkung im Anwendungsjahr sondern auch deren langfristige Reaktion (Nachwirkung in den Folgejahren) sowie deren Effekte auf die Qualität der Ernteprodukte zu beachten.

Auf der Grundlage neuer Feldversuche zur P- und K-Düngung ist eine Veränderung der Gehaltsklassen für P des VDLUFA-Standpunktes nicht erforderlich. Jedoch sind Korrekturen der daraus abgeleiteten P-Düngungsempfehlungen angezeigt. Eine eventuelle Präzisierung der Richtwerte für die K-Gehaltsklassen insbesondere in Getreidebetonten Anbausystemen erfordert weitere Untersuchungen. Das betriebswirtschaftlich orientierte Konzept zur P- und K-Düngung lässt sich stark vereinfacht wie folgt zusammenfassen:

GK	Höhe der mineralischen Düngung		Einsatz von Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdüngern
	P alle Kulturen	K kulturabhängig	
A	über Entzug	über Entzug[1)]	vordringlicher Einsatz
B	über Entzug	über Entzug[1)]	
C1 C2	Entzug unter Entzug	Entzug[1)] / unter Entzug[1)]	Einsatz zur Erhaltungsdüngung
D	keine mineralische P- bzw. K-Düngung		kein vordringlicher Einsatz
E			

[1)] = jeweils niedrigere Düngermenge zu Getreide, höhere zu Raps, Hackfrüchten, Mais und Ackerfutter

Bei veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist die Rückkehr zur pflanzenbaulich optimalen P- und K-Düngung anzustreben, um unter Beachtung langfristig begrenzter Ressourcen einen Beitrag zum langfristigen Erhalt der Bodenfruchtbarkeit zu leisten.

Möglichkeiten für einen effizienteren Umgang mit dem Phosphat

Wilhelm Römer, Universität, Göttingen

1. Die Düngerindustrie prognostiziert weltweit eine in der Zukunft sinkende Rohphosphatproduktion nach dem das Maximum in den 80er/90er Jahren überschritten wurde. Die P Reserven, die mit den z.Zt. geltenden Bewertungen (physikalische, chemische Eigenschaften) und akzeptierten Kosten für den Abbau und die Aufbereitung reichen weltweit nur noch ca. 120 Jahre, Reserven mit geringeren Qualitäten und höheren Kosten ca. dreimal länger. Deshalb besteht ein akuter Mangel an Phosphatdüngern derzeit noch nicht. Die Preise für Phosphate sind aber in den beiden letzten Jahren um 300 % gestiegen, was ein Signal ist, insbesondere für die Phosphatverbraucher, ungenutzte Potenziale im Ackerboden zu erschließen und effizienter als bisher mit dem endlichen Rohstoff umzugehen.

2. Neuere Resultate längerfristiger P Feldversuche in verschiedenen Regionen Deutschlands ergaben, dass ca. 4 mg P/100 g lactatlöslicher Phosphor für hohe Erträge völlig ausreichen, in Bayern Gehaltsklasse B (2 4 mg CAL-P/100 g Boden) bei Düngung in Höhe der Abfuhr. Im Licht dieser Resultate muss das System der fünf Gehaltsklassen von 1997, insbesondere die Spanne der GK C (4 9 mg P/100 g Boden), sehr kritisch hinterfragt werden, denn für das Erreichen von 9 mg P wären bei einem Ausgangsgehalt von 4 mg P/100 g Boden (GK B/C) ca. 500 kg P/ha, also die P Menge für die Abfuhr von ca. 20 Ernten nötig. Bei den gegenwärtig um 300 % gestiegenen Preisen (Vergleich zu 2005) wäre das eine nicht zu verantwortende Empfehlung.

3. In Deutschland fallen jährlich 2,4 Mill. t TM Klärschlamm (ca. 2 % P) mit ca. 48.000 t P, 400.000 t Tiermehle (ca. 12.000 t P) und 160.000 t Fleischknochenmehle (ca. 9.600 t P) als Abfall an. Der gegenwärtige P Verbrauch in Form von P Düngern beträgt jährlich 108.000 t P. Bei einer P Recyclingquote von 90 % könnten also über 50 % des derzeit importierten Mineraldünger P ersetzt werden. BMBF und BMU haben 2004 eine Forschungs- und Innovationsförderung zum P Recycling gestartet. Erste Verfahren zur Herstellung neuer P Dünger sind in der Entwicklung bzw. P Dünger in der Erprobung. Erste agronomische Tests möglicher neuer P Dünger wurden bereits durchgeführt.

4. Die P Dynamik in den Böden ist sehr kompliziert, da Phosphat der spezifischen Anionensorption und der Fällung durch insbesondere Calciumionen unterliegt. Während Getreidepflanzen der niedrigen P Konzentration in der Bodenlösung mit einem großen aufnahmebereiten Wurzelsystem (Roggen z.B. 38 km/m²) begegnen, scheiden dikotyle Pflanzen eine Reihe von organischen Säuren (Citrat, Malat, Oxalat etc.) aus, die in der Rhizosphäre Phosphat durch Ligandenaustausch mobilisieren und damit aufnehmbar machen. Letzteres Prinzip wird u.a. in Japan bei Eukalyptuspflanzen genutzt (Suzuki et al., 2003). Der Gentransfer wird als ein Weg gesehen, die P-Aufnahmeeffizienz von Pflanzen auf indirektem Weg zu steigern. Ein wichtiger Weg ohne Gentransfer ist die Züchtung auf hohe P-Aufnahmeeffizienz durch markergestützte Züchtung mittels QTLs für die P-Aufnahme. In einem Reisprojekt Japan/Indien wurde dieser Weg bereits erfolgreich beschritten (Wissuwa et al., 1998 und 2001).

5. Die innere P-Verwertung der Kulturpflanzen (kg Trockenmassebildung/g aufgenommenen P) weist offensichtlich eine beachtliche Variationsbreite auf. D.h. auch für dieses Merkmal gilt, dass die P Verwertungseffizienz der Pflanzen auf züchterischem Weg noch deutlich verbessert werden kann.

SOLUM - ein neuer Ansatz zur Analyse und Interpretation von (historischen) Versuchsergebnissen zur Grunddüngung mit P und K

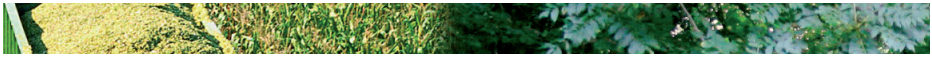
Rolf Kuchenbuch, Universität, Rostock, Uwe Buczko, Rostock

In der landwirtschaftlichen Praxis und der Betriebsberatung besteht Unsicherheit, ob die derzeit geltenden Beratungsansätze zur Grunddüngung ihre Berechtigung haben. Diese Frage kann geklärt werden, wenn die experimentelle Basis der Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung von bertriebswirtschaftlichen, agrar- bzw. umweltpolitischen Überlegungen getrennt werden. Mit Methoden der Datenanalyse wurden ein umfangreicher Datenpool von Düngungsversuchen der letzten 30 Jahre ausgewertet und die Ergebnisse mit aktuellen Interpretationen der Bodenuntersuchungsergebnisse verglichen.

Application of “Harvest Genius” to improve fertilization practices of small farmers in China

Wie-Li Zhang, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, Huai-Zhi Zhang, Beijing, Xian-Lu Yue, Beijing, Ai-Guo Xu, Beijing, Ren-Lian Zhang, Beijing

Small farmers in China, in difference from farmers with large management scale in developed counties who are well skilled and educated, can hardly understand and follow the best fertilization recommendation. One major reason is that the few recommendations made by experts are too principal or too far away from technique conditions of farmers. Since there is no practical suggestion for small farmers, over- or under-use nutrients by wrong fertilization practice are very common in China. It results in yield depress as well environment pollution. Harvest Genius (HG) is a new technique to give small farmers so-called “corrected fertilizer recommendations”. Different from “best fertilizer recommendation”, which can only give a fixed fertilizer receipt for one region; “corrected fertilizer recommendations” just give a correction of farmer’s wrong practice. In doing this, intelligent expert system, modern information technologies such as internet, mobile info and digital geo-soil data have been applied to HG. As only unreasonable measurements were collected by HG, it is easy to be understood and followed by small farmers. Case studies in many villages in China have been proved that HG can be applied for different crops and to every region. Generally, it will increase crop yield and income of farmers by 15-30%. The technique is cheap and effective. It will also introduce the internet and modern information technologies to rural regions and small farmers.



Inhaltsverzeichnis

LB 001 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 4
Von der Probennahme bis zum Report: Aktueller Stand der GC- Technologie
Christian Zühlke, LECO Instrumente GmbH, Mönchengladbach

LB 002 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 5
Auf zu neuen Horizonten bei der schnellen Analyse von Lebensmittel- und Umweltproben, Ermöglicht durch Triple Quad LC/MS mit Dynamic MRM und UHD Accurate Mass Q-TOF LC/MS
Thomas Glauner, Agilent Technologies Sales & Services GmbH Co. KG, Waldbronn

LB 003 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 6
Umweltanalytik mit ICP-MS – zwischen Routine und Forschung
Michael Paul, Thermo Fisher Scientific GmbH, Dreieich

LB 004 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 7
Halbierung der Analysenzeiten in ICP-OES und ICP-MS durch intelligente Probenaufgabe
Michael Petrich, PerkinElmer LAS GmbH, Rodgau

LB 005 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 8
Analyse umweltrelevanter Parameter mit der ICP-OES
Torsten Vogt, SPECTRO Analytical Instruments GmbH, Kleve

LB 006 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 9
Kundenbindung und Entlastung des Labors durch LIMS: Transparenz für Auftraggeber und Kunden des Labors
Claus Köller, Triestram und Partner GmbH, Bochum

LB 007 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 11
Rückdestillation von Lösemitteln am Beispiel von Acetonitril in ultrareiner Qualität mit der Teflondrehband-Technologie
Klaus Braun, ANTEC GmbH, Sindelsdorf

LB 008 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 12
Roches LightCycler® 1536 Real-Time-PCR-System definiert Hochdurchsatz neu
Dierk Evers, Roche Diagnostics GmbH, Mannheim

V 001 Sitzung: Pflanzliche Produktion und Umwelt 13
Auswertungen aus 20 Jahren SchALVO-Herbstkontrollaktion
Walter Übelhör, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Karin Bechtold, Karlsruhe, Heiner Hartwig, Karlsruhe, Margarete Finck, Karlsruhe

V 002 Sitzung: Pflanzliche Produktion und Umwelt..... 14
Nitrataustrag in gefährdeten Grundwasserkörpern Baden-Württembergs und maßgebliche Ursachen für dessen zeitliche Entwicklung
Margarete Finck, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Therese Hintemann, Karlsruhe, Insa Otten Karlsruhe, Martina Reinsch, Karlsruhe

V 003 Sitzung: Pflanzliche Produktion und Umwelt..... 15
Treibhausgasemissionen und Bindung von Kohlenstoff Luxemburger Landwirtschaftsbetriebe: Methoden, Ergebnisse, Verbesserungspotentiale
Rocco Lioy, CONVIS - Société Coopérative, Ettelbrück

V 004 Sitzung: Pflanzliche Produktion und Umwelt 16
N2O-Spurengasflüsse eines sandigen Bodens der Vorderpfalz unter gemüsebaulicher Nutzung
Reiner Ruser, Universität Hohenheim, Stuttgart, Martin Arnbruster, LUFA Speyer, Franz Wiesler, LUFA Speyer, Torsten Müller, Universität Hohenheim, Stuttgart

V 005 Sitzung: Pflanzliche Produktion und Umwelt 17
Umsetzung eines Stickstoff-Überschusssaldos der Landwirtschaft von 50 kg N/ha LF. a bis 2020, als wesentliches Teilziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie für ein Nachhaltiges Deutschland (2002/ 2008)
Klaus Isermann, Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur, Hanhofen, Renate Isermann, Hanhofen

V 006 Sitzung: Pflanzenschutz 18
Weniger ist mehr - gezielter Pflanzenschutz gegen Monilia an Zwetschenfrüchten
Stephanie Fritsch, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Stuttgart, Jan Hinrichs-Berger, Stuttgart

V 007 Sitzung: Pflanzenschutz 19
Rübenkopfälchen - Schadensminderung mit toleranten Zuckerrübensorten
Peter Knuth, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Stuttgart

V 008 Sitzung: Pflanzenschutz 20
Die Verwirrmethode gegen Traubenwickler - ein exzellentes Beispiel für wirtschaftliche Effizienz und Umweltschonung
Walter Kast, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Weinsberg

V 009 Sitzung: Pflanzenschutz 21
Bienenschäden 2008 im Rheintal - Analytik, Ursachen, Konsequenzen
Armin Trenkle, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe

P 001 Sitzung: Pflanzenproduktion 22
GIS-basierte Modellierung von N-Austrägen in den gefährdeten Grundwasserkörpern Baden-Württembergs als Beispiel für GIS-Anwendungen in der Landwirtschaft
Therese Hintemann, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Margarete Finck, Karlsruhe, Insa Otten, Karlsruhe, Martina Reinsch, Karlsruhe

P 002 Sitzung: Pflanzenproduktion 23
Ergebnisse der Modellierung des Stickstoffaustrags am Beispiel des gefährdeten Grundwasserkörpers Rhein-Neckar
Insa Otten, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Margarete Finck, Karlsruhe, Therese Hintemann, Karlsruhe, Martina Reinsch, Karlsruhe

P 003 Sitzung: Pflanzenproduktion 24
Unterschiede im Restnitratgehalt nach dem Anbau von Körner- und Saatmais
Karin Bechtold, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Walter Übelhör, Karlsruhe.....

P 004 Sitzung: Pflanzenproduktion 25
Darstellung der Grundnährstoffversorgung der Böden Baden-Württembergs im Internetangebot des LTZ Augustenberg
Heiner Hartwig, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Walter Übelhör, Karlsruhe

P 005 Sitzung: Pflanzenproduktion 26
Freisetzung von klimarelevanten Gasen bei Einsatz eines Gärrestes mit Zusatzstoffen in einem Laborversuch
Friedhelm Herbst, Universität, Halle/S., Wolfgang Gans, Halle/S., Florian Stange, Halle/S.

P 006 Sitzung: Pflanzenproduktion 27
Einsatz des Modells „EROSION-3D“ beim Bodenerosionsschutz im Gemüsebau - dargestellt am Beispiel der Gemeinde Neuhausen/Lkrs. Esslingen
Therese Hintemann, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Erich Unterseher, Karlsruhe

P 007 Sitzung: Pflanzenproduktion 28
Prüfung einer N-Stabilisierung (N-Form) auf flachgründigen Böden
Markus Mokry, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Mario Müller, Karlsruhe

P 008 Sitzung: Pflanzenproduktion 29
Schätzung teilflächenspezifischer Stickstoff-Responsekurven im Winterraps
Ingo Pahlmann, Universität, Kiel, Ulf Böttcher, Kiel, Karla Müller, Kiel, Henning Kage, Kiel

P 009 Sitzung: Pflanzenproduktion 30
Wirkung von Komposten und Wirtschaftsdüngern in Kombination mit steigender mineralischer N-Düngung auf Ertragsleistung und N-Haushalt
Erhard Albert, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Leipzig, Patricia Daubitz, Leipzig

P 010 Sitzung: Pflanzenproduktion 31
Einfluss der Biokompostdüngung auf Kenngrößen der Wasserstabilität in einem Luvisol
Rudolf Schulz, Universität Hohenheim, Stuttgart, Riyad Al Sharif, Stuttgart, Jörn Breuer, Stuttgart, Torsten Müller, Stuttgart

P 011 Sitzung: Pflanzenproduktion 32
Anorganische und organische S-Fraktionen nach langjähriger mineralischer und organischer Düngung
Saskia Förster, Universität Bonn, Gerhard Welp, Bonn, Heinrich Scherer, Bonn

P 012 Sitzung: Pflanzenproduktion 33
Wirkung von Schwefel aus Biogasgärresten auf Ertrag und Qualität von Weizen
S. Von Tucher, Freising, S. Bermuth, Freising, H. Wieser, Freising, U. Schmidhalter, Freising

P 013 Sitzung: Pflanzenproduktion 34
Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts
E.E.Y. El-Badrawy, A.H.M. Ramadan, A.A.A. Selo, Home Economics Dept., Faculty of Specific Education, Mansoura University, Mansoura, Egypt

P 014 Sitzung: Pflanzenproduktion 35
Möglichkeiten und Grenzen für die Verbreitung moderner Agroforstsysteme in Baden-Württemberg
Anja Chalmin, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Rheinstetten

P 015 Sitzung: Pflanzenproduktion 36
Ergebnisse einer Langzeituntersuchung zur Charakterisierung und Optimierung von NawaRo-Biogasanlagen
Jenny Roitsch, Universität Bonn, Wolfgang Büscher, Bonn

P 016 Sitzung: Pflanzenproduktion 38
Sago Factory waste water purification in the Salem region of Tamil Nadu, South India using a biogas plant
Gero Benckiser, Universität Gießen, Ranjith Kumar, Gießen, Maya Soora, Gießen, Dananjeyan Balachandar, Gießen, Krishnamurthy Kumar, Gießen

P 017 Sitzung: Pflanzenproduktion 39
Auswirkung langjähriger pflugloser Bodenbearbeitung auf Gefügeeigenschaften
Rainer Paul, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena

P 018 Sitzung: Pflanzenproduktion 40
Bodenbiologische Auswirkungen einer mehrjährigen Applikation unterschiedlicher organischer und mineralischer Dünger auf Wiese und Mähweide
Holger Flaig, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Martin Elsäßer, Aulendorf

P 019 Sitzung: Pflanzenproduktion 41
Pflanzenerträge und Beikrautaufkommen unter dem Einfluss unterschiedlicher Systeme der Grundbodenbearbeitung im Ökologischen Dauerfeldversuch Gladbacherhof
Franz Schulz, Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof, Villmar, Christopher Brock, Gießen, Günter Leithold, Gießen

P 020 Sitzung: Pflanzenproduktion 42
Vergleich von Ringversuchen der Fachgruppe „Bodenuntersuchung“ mit Ringversuchen, die als Grundlage einer Laborzulassung durchgeführt werden
Walter Übelhör, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Heiner Hartwig, Karlsruhe

P 021 Sitzung: Pflanzenproduktion 43
Einsatz von Flächenmonitoring und GIS beim Aufbau eines Versuchsfeldes im ökologischen Landbau
Therese Hintemann, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Mario Müller, Karlsruhe, Gabi Schwittek, Karlsruhe, Markus Mokry, Karlsruhe

P 022 Sitzung: Pflanzenproduktion 44
Die Verarbeitungsqualität von Kartoffeln – Vorhersagemodelle
Norbert Haase, Max Rubner-Institut, Detmold

P 023 Sitzung: Pflanzenproduktion 45
Der Pflanzenschutzwarndienst in Baden-Württemberg
Bernhard Bundschuh, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Stuttgart

P 024 Sitzung: Pflanzenproduktion 46
Mehrkanalige Bestimmung verschiedener Nährstoffe in Bodenextrakten – Flexible Lösungen in der Bodenanalyse
Antje Schöne, Medizin- und Labortechnik Engineering GmbH, Radebeul

P 025 Sitzung: Pflanzenproduktion 47
Vorbereitung von leichten, schwach gepufferten Böden auf die Applikation von Biogasgülle
Hans Unterfrauner, BoWaSan, Graz, Walter Somitsch, IPUS, Rottenmann, Robert Peticzka, Uni Wien, Stefan Brauneis, Uni Wien

P 025a Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 48
Die Bedeutung der Zentrale Landwirtschaftliche Kontroll- und Untersuchungsanstalt (ÚKZÚZ) als administrative Einrichtung in Bezug auf Überwachung und Ausführung landwirtschaftlicher Untersuchungen
Petr Vaculik, ÚKZÚZ , Brno, Jaroslav Stana, Brno, Miroslav Florian, Brno

V 010 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 49
Umsetzung nachhaltiger Tier-Konsumtion und -Produktion in Deutschland und EU-27
Renate Isermann, Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur, Hanhofen, Klaus Isermann, Hanhofen

P 026 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 50
Erste Ergebnisse eines Methodenvergleichs zwischen EU- bzw. VDLUFA-Methoden und einer Multimethode mit SPE clean-up zur Bestimmung der Vitamine A, E und D3 in Futtermitteln
Jens Schönherr, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Leipzig

P 027 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 51
Bestimmung von Blei und Cadmium in Futtermitteln – ein Methodenvergleich
Holger Hrenn, Universität Hohenheim, Stuttgart, Jörn Breuer, Stuttgart, Hans Schenkel, Stuttgart

P 028 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 52
LC-MS-MS Analysenmethode für die Detektion und Quantifizierung von Melamin in Futtermitteln
Alexandra Hütteroth, Untersuchungsamt, Karlsruhe

P 029 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 53
Untersuchungen zum Futterwert von Hafer in der Pferdefütterung
A. Heinrich, Technische Universität München, Freising, Jürgen Danier, Freising, Frieder Jörg Schwarz, Freising

P 030 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 54
Ein Verfahren zur Schätzung der Dünndarmverdaulichkeit von Aminosäuren beim Schwein
Karl Rutzmoser, Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing, Hermann Lindermayer, Poing, Günther Propstmeier, Poing

P 031 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 55
Bestimmung des nutzbarem Rohproteingehaltes von Grassilagen in vitro mittels modifiziertem Hohenheimer Futterwerttest (moHFT)
Patricia Leberl, Universität Hohenheim, Stuttgart, Hans Schenkel, Stuttgart

P 032 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 56
Ruminale Abbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit von frischem und siliertem Maisstroh
Abdallah Metwally, Technische Universität München, Freising, Frieder Jörg Schwarz, Freising

P 033 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 57
Verdaulichkeit von pansengeschützten Fetten beim Schaf
Christoph Schröder, Technische Universität München, Freising, Frieder Jörg Schwarz, Freising

P 034 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 58
Einfluss einer Feuchtkonservierung von Weizen auf den ruminalen Abbau von Trockenmasse und Stärke in sacco
Herbert Steingaß, Universität Hohenheim, Stuttgart, Katrin Mahlkow, Futterkamp

P 035 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 59
In vitro-Untersuchungen zur Verdaulichkeit des Rohproteins von Rapsextraktionsschroten
Verena Rief, Universität Hohenheim, Stuttgart, Herbert Steingaß, Stuttgart, Markus Rodehutscord, Stuttgart

P 036 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 60
Untersuchungen zum Isoflavongehalt von Sojaextraktionsschrot aus verschiedenen Sojabohnenanbaugebieten
Ulrich Meyer, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Braunschweig, M. Hünerberg, Braunschweig, Dietmar Kammerer, Braunschweig, Reinhold Carle, Braunschweig, Gerhard Flachowsky, Braunschweig

P 037 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 61
Einfluss einer gestaffelten Supplementierung von zwei unterschiedlichen Selenquellen auf Leistungsmerkmale von Broilern
Ingrid Halle, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Braunschweig, Hans Schenkel, Stuttgart

P 038 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 62
VFT-Sonderuntersuchung - Vitamin A im Mischfutter
Karl-Hermann Grünewald, Verein Futtermitteltest e.V., Bonn, Georg Steuer, Groß-Umstadt

P 039 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 63
Einfluss der mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen auf die Niacinanflutung am Duodenum bei Milchkühen
Inka-Donata Niehoff, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Braunschweig, Peter Lebzien, Braunschweig, Liane Hüther, Braunschweig, Gerhard Flachowsky, Braunschweig, Ulrich Meyer, Braunschweig

P 040 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 64
Untersuchungen zum Einsatz von Milchaustauscher in der Fresseraufzucht mit Fleckvieh
Thomas Ettle, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing, Anton Obermaier, Jena, Hubert Schuster, Poing, Hubert Spiekers, Poing

P 041 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 65
Unterschiedliche Aufzuchtintensität von Jungrindern und deren Auswirkungen auf Milchleistung und Nutzungsdauer
Silke Dunkel, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Katrin Trauboth, Jena, Wassili Ochrimenko, Jena, Hans-Jürgen Löhnert, Jena

P 042 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 66
ANKOM Technologie – Systeme für die Fettanalytik Vergleich der FilterBag-Technik mit den konventionellen Methoden
Barbara Stadler, HLS - Gesellschaft für Analysentechnik, Salzwedel..... 66

V 011 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 67
Untersuchungen zur Belastung von Getreidestroh mit Fusarium-Toxinen und Ochratoxin A
Sarah Sondermann, Universität Hohenheim, Stuttgart, Margit Schollenberger, Stuttgart, Dirk Rohweder, Stuttgart, Sven Dänicke, Braunschweig, Winfried Drochner, Stuttgart

V 012 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 68
Charakterisierung der chemischen Zusammensetzung und weiterer Futterwertmerkmale von Futtermitteln aus Milchviehbetrieben des Ökologischen Landbaus
I. Breer, Bonn, M. Kalff, E. Leisen, Karl-Heinz Südekum, Bonn

V 013 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 69
Neue Erkenntnisse zur Bildung flüchtiger Substanzen in Maissilagen
Kirsten Weiß, Humboldt-Universität, Berlin, Christine Kalzendorf, Oldenburg, Jan Zittau, Berlin, Horst Auerbach, Bitterfeld

V 014 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 70
In vitro-Untersuchungen an ausgewählten Proteinfuttermitteln zur Verdaulichkeit des pansenstabilen Proteins im Dünndarm
A. Kivitz, Universität Bonn, Karl-Heinz Südekum, Bonn

V 015 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 71
Untersuchungen zur Silierung von Biertrebern
Gotlind Weber, BAG - Budissa Agroservice GmbH, Malschwitz, Ehrengard Kaiser, Berlin

V 016 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 72
Parameter des Proteinwerts von Biertrebern beim Wiederkäuer
Natascha Seifried, Universität Hohenheim, Stuttgart, Patricia Leberl, Stuttgart, Herbert Steingaß, Stuttgart

V 017 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 73
Einfluss der Fütterung von getrockneter Schlempe (Weizen, Gerste, Zucker), Raps- oder Sojaextraktionsschrot auf Harnstoffgehalt und GLDH-Aktivität im Blut bei Mastbullen
Heribert Meiser, RKW Süd, Würzburg, Thomas Ettle, Poing, Hubert Spiekers, Poing, Wolfgang Preißinger, Poing, Christine Potthast, Ochsenfurt

V 018 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 74
Einsatz von Rapskuchen in Rationen hochleistender Milchkühe
Christian Koch, Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Münchweiler, Herbert Steingaß, Stuttgart, Franz-Josef Romberg, Münchweiler, Karl E. Landfried, Münchweiler, Karl-Heinz Südekum, Bonn

V 019 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 75
Ableitung neuer Energieschätzgleichungen für Rindermischfutter
Martin Pries, Landwirtschaftskammer NRW, Münster, Annette Menke, Münster E. Tholen, Universität Bonn, Karl-Heinz Südekum, Universität Bonn

V 020 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 76
Ein Verfahren zur Schätzung der Dünndarmverdaulichkeit von Aminosäuren beim Schwein
Karl Rutzmoser, Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing, Hermann Lindermayer, Poing, Günther Propstmeier, Poing

V 021 Sitzung: Tierische Produktion und Futtermittel 77
Veränderung der Rohprotein- und Phosphorgehalte im Mischfutter für Schweine und Geflügel – aus dem VFT-Warentest 1998-2008
Karl-Hermann Grünewald, Verein Futtermitteltest e.V., Bonn, Georg Steuer, Groß-Umstadt

V 022 Sitzung: Düngung I 78
Ergebnisse elfjähriger Stickstoff-, Phosphor-, Kalium- und Magnesiumbilanzen Thüringer Landwirtschaftsbetriebe
Wilfried Zorn, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Hubert Schröter, Jena, Lothar Herold, Jena

V 023 Sitzung: Düngung I 79
Stagnierendes Ertragsniveau – Ist die Intensität der Düngung schuld?
Wolfram Zerulla, BASF SE, Limburgerhof

V 024 Sitzung: Düngung I 80
NH3-Verlustpotenziale bei Harnstoffdüngung auf unterschiedlichen Böden: Ergebnisse von Modellversuchen und Erhebungsunter-suchungen mit 105 agrarisch genutzten Böden aus Deutschland
Alexander Wissemeier, BASF SE, Limburgerhof, W. Weigelt, Limburgerhof, Gregor Pasda, Limburgerhof, Wolfram Zerulla, Limburgerhof

V 025 Sitzung: Düngung I 81
Einfluss von Platzierung, Boden, Bodenfeuchte und der Zeit zwischen Düngung und Niederschlägen auf die NH3-Verluste aus Harnstoff
Alexander Wissemeier, BASF SE, Limburgerhof, W. Weigelt, Limburgerhof, U. Thiel, Limburgerhof

V 026 Sitzung: Düngung I 82
Effizienz der Harnstoffdüngung unter Freilandbedingungen
Gregor Pasda, BASF SE, Limburgerhof, Wolfram Zerulla, Limburgerhof, M. Lex, Limburgerhof

V 027 Sitzung: Düngung I 83
Effiziente N-Düngungsstrategien im Getreidebau
Axel Link, Yara GmbH & Co. KG, Dülmen

V 028 Sitzung: Düngung I 84
Ammonium-Depot-Düngung zu Winterweizen im Feldexperiment
Sebastian Donath, Universität Hohenheim, Stuttgart, Johannes Döhler, Stuttgart, Imanuel Großmann, Stuttgart, Rudolf Schulz, Stuttgart, Sabine Gruber, Stuttgart, Wilhelm Claupein, Stuttgart, Torsten Müller, Stuttgart

V 029 Sitzung: Düngung I 85
N-Aufnahme, Ertrag und Ertragskomponenten von Winterraps in Abhängigkeit von der N-Form mit und ohne Nitrifikationsinhibitor
Thomas Appel, Fachhochschule, Bingen, Ingo Pahlmann, Kiel, Stefan Wilmsmann, Bingen, Felix Glas, Bingen

V 030 Sitzung: Düngung I 86
Grünlanddüngung mit N-Flüssigdüngerinjektion: Einfluss von Injektionshäufigkeit und N-Menge auf Ertrag, Qualität und N-Entzug
Ralf Reinhardt, Universität, Bonn, Martin Kücke, Braunschweig, Heinrich Scherer, Bonn

V 031 Sitzung: Düngung I 87
N-Umsatz im Boden nach Applikation verschiedener N-Dünger im Ökologischen Freilandgemüseanbau
Johannes Kreppold, Fachhochschule Weihenstephan, Freising, Thomas Ebertseder, Freising, Urs Schmidhalter, Freising, Hauke Heuwinkel, Freising

V 032 Sitzung: Düngung I 88
Nährstoff- und Humuswirkung organischer Dünger – dargestellt am Beispiel des IOSDV-Versuchs der LUFA Speyer
Martin Armbruster, LUFA Speyer, Rainer Bischoff, LUFA Speyer, Franz Wiesler, LUFA Speyer

V 033 Sitzung: Freie Themen 89
Biomassenutzung und Bodenfruchtbarkeit – ein Widerspruch?
Jörg Zimmer, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Stahnsdorf, Rainer Schade, Luckenwalde

V 034 Sitzung: Freie Themen 90
Leistungspotenzial und Nährstoffbedarf von Energiepflanzenfruchtfolgen in klimatisch begünstigten Regionen Deutschlands
Sandra Kruse, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Rheinstetten

V 035 Sitzung: Freie Themen 91
Energiepflanzenanbau zur Biogasgewinnung auf ostdeutschen Diluvialstandorten
Gunter Ebel, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Güterfelde, Gert Barthelmes, Güterfelde

V 036 Sitzung: Freie Themen 92
Die Aussagekraft der Batchmethode zur Messung des Gasertrags-potentials von Substraten
Hauke Heuwinkel, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Andreas Gronauer, Freising

V 037 Sitzung: Freie Themen 93
Zusammensetzung und Düngewirkung von Gärresten aus der Biogaserzeugung
Hubert Schröter, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Wilfried Zorn, Jena, Gerd Reinhold, Jena

V 038 Sitzung: Freie Themen 94
Inhaltsstoffe von Gärresten sowie Möglichkeiten zu ihrer geordneten pflanzenbaulichen Verwertung
Markus Mokry, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Wolfgang Wagner, Karlsruhe

V 039 Sitzung: Bodenuntersuchung 96
Einfluss von biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf biologische Bodenqualitätsparameter im DOK Langzeitversuch
Hans-Rudolf Oberholzer, Agroscope Reckenholz-Tänikon, Zürich, Andreas Fließbach, Frick, Paul Mäder, Frick, Jochen Mayer, Zürich

V 040 Sitzung: Bodenuntersuchung 97
Eine Schnellmethode (NIRS) zur Bestimmung von Stickstoff und Kohlenstoff der wasserlöslichen organischen Substanz (WOS) in Bodenextrakten
Wilfried Wenzl, HBLFA Raumberg Gumpenstein, Irding, Wilfried Hartl, Wien, Ivoneta Diethart, Wien, Hans Unterfrauner, Graz

V 041 Sitzung: Bodenuntersuchung 98
Boden- und reliefbedingte Unterschiede auf Schlägen erfordern eine teilflächendifferenzierte Bodenuntersuchung
Karl Severin, Landwirtschaftskammer, Hannover, Jürgen Boess, Hannover

V 042 Sitzung: Bodenuntersuchung 99
Neue Gerätetechnik bei der Elektro-Ultrafiltration (EUF) hilft bei der Prognose der Phosphorverfügbarkeit auf kalkhaltigen Böden
Christian Horn, Fachhochschule, Bingen, Thomas Appel, Bingen, Dietrich Steffens, Gießen

V 043 Sitzung: Bodenuntersuchung 100
Zehn Jahre Energie- und Nährstoffbilanzierung in Luxemburg:
Die Erfolge einer Beratung im Spannungsfeld Ökonomie-Ökologie
Rocco Lioy, CONVIS - Société Coopérative, Ettelbrück, Jürgen Albers, Ettelbrück, Tom Dusseldorf, Ettelbrück, Dorothee Klöcker, Ettelbrück, Romain Reding, Ettelbrück

V 044 Sitzung: Saatgut 101
Ergebnisse von Heterogenitätsuntersuchungen zertifizierter Saatgetreidepartien
Winfried Jackisch, Dresden, Bernd Krellig, Nossen, Gisela Wustmann, Dresden

V 045 Sitzung: Saatgut 102
Der Heubachtest - Untersuchung von Maissaatgut auf die Abriebfestigkeit des Beizmittels
Andrea Jonitz, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe

V 046 Sitzung: Saatgut 103
Vorsaatbehandlung mit 4%igem Ethanol bei Saatgut der Wiesenrispe
Christiane Sandritter, Universität Hohenheim, Stuttgart, Michael Kruse, Stuttgart

V 047 Sitzung: Saatgut 104
Heterogenität bei Gräsersaatgutmischungen
Christoph Reinhardt, Universität Hohenheim, Stuttgart, Jochen Pfäffin, Stuttgart, Michael Kruse, Stuttgart

V 048 Sitzung: Saatgut 105
Sauerstoffbedarf ausgewählter Kulturarten während der Keimung
Sebastian Bopper, Universität Hohenheim, Stuttgart, Michael Kruse, Stuttgart

V 049 Sitzung: Saatgut 106
Untersuchungen zum Keimungs- und Feldaufgangsverhalten bei Sorghum spp
Kevin Böttcher, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Bernburg, Lothar Boese, Bernburg, Ulrich Gierke, Bernburg

V 050 Sitzung: Saatgut 107
Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang bei Hirse
Benno Voit, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Albrecht Roller, Straubing, Berta Killermann, Freising

V 051 Sitzung: Saatgut 108
Strategien gegen Zwergsteinbrand (Tilletia controversa) und Steinbrand (Tilletia caries) im ökologischen Getreidebau
Markus Dressler, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Benno Voit, Freising, Berta Killermann, Freising

V 052 Sitzung: Saatgut 109
Überwachung von Saatgut auf GVO Verunreinigungen - eine analytische Herausforderung
Brigitte Speck, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe

V 053 Sitzung: Saatgut 110
Die Munktell Saattest- und Keimprüfpapiere
Cornelia Wiegand, Munktell & Filtrak, Battenberg

P 043 Sitzung: Saatgut 111
Einfluss exo- und endogener Faktoren auf die Keimfähigkeit von Durumsaatgut (Triticum durum Desf.)
Oliver Gentsch, Universität, Halle/S., Karin Förster, Halle/S., Ulrich Gierke, Halle/S.

LB 009 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 112
Umweltanalytik, aufwändige und hochkomplexe Analysenvorgänge erfordern optimale Probenvorbereitungen mit den unterschiedlichsten Techniken
G. Raiber, C. Gerhard GmbH & Co. KG, Königswinter

LB 010 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 113
ANKOM Technologie – Vergleich der FilterBag-Technik zur Fett- und Faserbestimmung mit VDLUFA-Methoden
Barbara Stadler, HLS - Gesellschaft für Analysentechnik, Salzwedel

LB 011 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 114
Die Stickstoffbestimmung nach Dumas – die Umsetzung einer alten Methode mit moderner Technik
Marcel Girrbach, LECO Instrumente GmbH, Mönchengladbach

LB 012 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 115
Analyse hoher Alkali- und Erdalkali-Konzentrationen mit der ICP-MS
Jörg Michel, PerkinElmer LAS GmbH, Rodgau

LB 013 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 116
Die Standardlose Analyse – Was ist möglich?
Jürgen Wess, PANalytical GMBH, Kassel

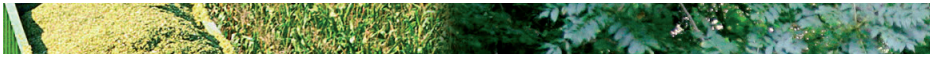
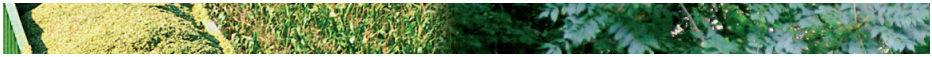
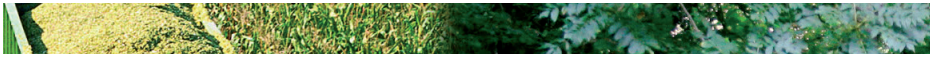
LB 014 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 117
Bestimmung ausgewählter Nährstoffe mit der Fließinjektionsanalytik
Antje Schöne, Medizin- und Labortechnik Engineering GmbH, Radebeul

LB 015 Sitzung: Laborgeräteaussteller I 118
Einsatz von Hochauflösung und akkurater Masse in der Rückstandsanalytik
Thorsten Bernsmann, CVUA, Münster (Thermo Fisher, Dreieich)

V 054 Sitzung: Düngung II 119
P-Dynamik von Böden mit langjähriger organischer Düngung
Markus Mokry, Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Karlsruhe, Gerhard Schmidt, Karlsruhe

V 055 Sitzung: Düngung II 120
Anpassung der Richtwerte für die P- und K-Düngung bei langfristig hohen Düngemittelpreisen
Wilfried Zorn, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Hubert Schröter, Jena

V 056 Sitzung: Düngung II 121
Möglichkeiten für einen effizienteren Umgang mit dem Phosphat
Wilhelm Römer, Universität, Göttingen

V 057 Sitzung: Düngung II 122
SOLUM - ein neuer Ansatz zur Analyse und Interpretation von (historischen) Versuchsergebnissen zur Grunddüngung mit P und K
Rolf Kuchenbuch, Universität, Rostock, Uwe Buczko, Rostock

V 058 Sitzung: Düngung II 123
Application of “Harvest Genius” to improve fertilization practices of small farmers in China
Wie-Li Zhang, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, Huai-Zhi Zhang, Beijing, Xian-Lu Yue, Beijing, Ai-Guo Xu, Beijing, Ren-Lian Zhang, Beijing