130. VDLUFA-KONGRESS

Digitalisierung in Landwirtschaft,

Versuchs- und Untersuchungswesen –

Anforderungen und Auswirkungen

18. bis 21. September 2018
Westfälische Wilhelms-
Universität Münster

Kurzfassungen

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher
Untersuchungs- und Forschungsanstalten

© 2018 by VDLUFA-Verlag, Darmstadt

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

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

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

Endredaktion:
Dipl.-Ing. agr. S. Berger, c/o LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer

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

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

Schirmherrschaft:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsübersicht

Plenartagung 4
Workshops 9
Öffentliche Sitzung „Sonderkulturen“ 19
Öffentliche Sitzung „Biogassubstrate / Gärreste“ 22
Öffentliche Sitzung „Schadstoffe / Mikronährstoffe / Spurenelemente“ 27
Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 30
Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 38
Öffentliche Sitzung „Stickstoff“ 46
Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 51
Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 68
Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 82
Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 86
Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel III“ 92
Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel IV“ 98
Workshop „Analytik“ 104
Posterpräsentation „Analytik“ 113
Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 128

Autorenliste 137
Inhalt 153
Firmenprofile 167

PL 001 Plenartagung

Anforderungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf die Landwirtschaft

Hettlich, P. (Düsseldorf)

Neben der Industrie 4.0 rückt auch die Landwirtschaft 4.0 zunehmend in den Fokus. Diskussionen über die Digitalisierung in der Landwirtschaft werden nicht mehr nur zwischen Landwirten, Landmaschinenherstellern oder Agrar-Softwarehäusern geführt sondern sie nimmt zunehmend auch in der Hochschul- und Forschungslandschaft, in der Politik und in der Verwaltung an Fahrt auf.

Im August 2017 veröffentlichte das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft erstmals ein Grundsatzpapier „Digitalpolitik Landwirtschaft". Und ein Jahr später hat Bundesministerin Klöckner eine umfassende Umstrukturierung ihres Hauses vorgenommen, bei der das Thema „Digitalisierung" mit der Schaffung einer eigenen Unterabteilung (82) und durch die Installation von Digitalisierungsreferenten in jeder Abteilung eine hervorragende Rolle einnimmt.

Was bedeutet die Digitalisierung aber konkret für die Landwirtschaft? Welche Chancen und Risiken ergeben sich aus einer immer umfassender und komplexer werdenden Digitalisierung sowohl Pflanzenbau als auch in der Tierhaltung? Wo stehen wir eigentlich heute, was sind anstehende Entwicklungen, was sind die nächsten Schritte die wir – auch politisch - angehen müssen, und wo werden wir in 10 oder 20 Jahren stehen? Wie gehen wir mit den zunehmenden Datenmengen um, wie bewegen wir sie (5G und Gigabitnetze) und wie sorgen wir dafür, dass die Daten sicher aufbewahrt sind und die Datenhoheit gesichert ist.

Wird es 2030 noch den klassischen Landwirt geben, oder hat die Künstliche Intelligenz (KI) dann schon die Regie auf dem Acker oder im Stall übernommen? Und welche Auswirkungen hat diese technische und gesellschaftspolitische Revolution auf den Ländlichen Raum? Wird sie den Strukturwandel beschleunigen oder ist sie eine Chance, das Leben auf dem Lande und den Beruf des Landwirts attraktiver zu machen.

Es ist vermessen, auf diese Fragen in 30 Minuten eine Antwort geben zu wollen. Aber der Vortrag will ein Versuch sein, einen Überblick zu verschaffen und den Blick auf die Chancen und Herausforderungen durch die Digitalisierung in der Landwirtschaft zu schärfen.

PL 002 Plenartagung

Anforderungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf das Versuchswesen

Hermann, W. (Stuttgart)

Die Digitalisierung hält in der Landwirtschaft und im Versuchswesen Einzug. Sensoren, RTK-GPS-Lenksysteme, „Big Data“, Nutzung von Satellitendaten und Feldroboter sind neue Werkzeuge, die zunehmend genutzt werden.

Die flächenhafte Verfügbarkeit von Boden- und Ertragsdaten und deren Verrechnung ermöglichen es dem Landwirt Versuche „On-Farm“ durchzuführen. Im Gegensatz zu Kleinparzellenversuchen wird praxisübliche Großflächentechnik verwendet, so daß die Versuche eine hohe Akzeptanz in der praktischen Landwirtschaft finden. Wenn diese Daten im Sinne von „Big Data“ mit Daten der Bodenschätzung und/oder Satellitendaten (Biomasse, Vegetationsindizes) usw. zusammengeführt werden, können die gewonnen Ertrags- und Bestandesdaten auf völlig neue Art und Weise ausgewertet werden. Heterogene Standorte mit wechselnden Bodenqualitäten generieren so Mehrwert. Die räumliche Variabilität der Fläche/Bodenart kann so als Kofaktor genutzt werden (Wie reagiert Sorte A im Vergleich zu Sorte B auf schlechter werdenden Boden). Ebenso können Einflüsse der Saatzeit, der Vorfrucht, der Saatstärke usw. herausgerechnet werden, um Daten zu gewinnen, die in herkömmlichen Sortenversuchen häufig nicht erfaßt werden, aber für eine umfassende Sortenkenntnis notwendig sind. Zudem können Geräte z.B. bei Bodenbearbeitungsversuchen in der für sie optimalen Geschwindigkeit eingesetzt werden, was mit Parzellenversuchstechnik häufig nicht möglich ist.

Die Grundsätze einer ordentlichen Versuchsanstellung gelten auch bei dieser Art von Versuchen (Wiederholung, Randomisation, ceteris paribus Bedingungen). Ein Leitfaden für On-Farm-Experimente wurde von der Biometrischen Gesellschaft veröffentlicht (www.biometrische-gesellschaft.de/fileadmin/AG_Daten/Landwirtschaft/PDFs/Leitfaden_OFE-Band_2012.pdf) Bei ordnungsgemäßer Anlage steigt der Aufwand bei der Versuchsanlage für den Landwirt stark an. Zudem ist die Ertragskartierung mit Erntemaschinen nach wie vor mit großen Unsicherheiten behaftet. Möglicherweise können Satellitendaten oder Daten, die mit Drohnen gewonnen werden, die Ertragskartierung künftig ersetzen.

Die Nutzung von Sensoren oder spektralen Satellitendaten (Sentinel II) zur Bestandes- und Standortbeurteilung, die von Dienstleistern angeboten werden, erweitern die Datenerhebung und sind Voraussetzung für den Erkenntnisgewinn zur Bewirtschaftung von heterogenen Flächen. Fachkundige Betreuung und Auswertung durch Dienstleister sind hierbei in der Regel unabdingbar.

Eine entscheidende Frage stellt sich: Brauchen wir das klassische Feldversuchswesen auf Kleinparzellen überhaupt noch?

On-Farm-Versuche finden ihre Grenzen, wenn mehr als zwei Sorten/Faktoren geprüft

werden sollen. Dann werden große Flächen erforderlich, die häufig nicht mehr einheitlich bearbeitet werden können (Saat und Ernte an einem Tag, einheitliche organische Düngung, einheitliche mineralische Düngung usw.). Dann sind die ceteris paribus Bedingungen kaum einzuhalten. Sobald mehrere Sorten an einem Standort mehrfaktoriell geprüft werden sollen, führt an klassischen Exaktversuchen mit Feldversuchstechnik in der Regel kein Weg vorbei.

Trotz der wachsenden Möglichkeit On-Farm-Versuche durchzuführen oder Eigenschaften mithilfe des Genoms vorherzusagen, boomt das Parzellenversuchswesen. Die neuen technischen Möglichkeiten zur Phänotypisierung und Merkmalserfassung machen Kalibrierungsversuche notwendig und führen zu stark steigenden Parzellenzahlen (High-Throughput-Feldversuche), die mit dem technischen Fortschritt auch möglich werden.

Grundidee der Digitalisierung ist die Prämisse, dass Daten nur einmal eingeben werden. Dies gilt auch bei der Digitalisierung des Feldversuchswesens. Die zentrale Rolle spielt damit das Feldversuchsmanagementsystem in der Cloud, in das die Beteiligten (Auftraggeber) ihre Daten eingeben. Die bearbeitenden Stellen übernehmen die Daten in die Versuchsplanung. Pläne und Daten werden dann von der Parzellenversuchstechnik übernommen bzw. über mobiles Internet (Lage, Design, Pläne usw.) übergeben. Ein weitere Notwendigkeit ist die Verfügbarkeit vernetzter Drohnen, die die gewonnenen Bilder zusammenfügen und direkt in die Cloud speichern können. Die Bildverarbeitung dauert mit den gegebenen Rechnerleistungen derzeit noch lang und ist derzeit nur für Dienstleister / Spezialisten machbar.

Grundlage zur Platzierung von Parzellenversuchen auf dem Feld sind Boden- und Sensordaten (u.a. digitale Reichsbodenschätzung), Satellitendaten (z.B. Sentinel II) sowie Drohnenaufnahmen. So kann bei begrenzter Flächenverfügbarkeit die versuchstaugliche Fläche maximiert und die Versuchsanlage optimiert werden. Die Versuchsplanung erfolgt bereits heute digital im Büro. Bei der Aussaat werden die Parzellen von der Parzellensämaschine durch RTK-GPS gestütztes Auslösen automatisch angelegt. Das aufwendige Einmessen und Ausstecken auf dem Feld entfällt.

Andererseits kann die Orientierung auf dem Versuchsfeld ohne Kalkstriche und Parzelleneinteilungen schwierig werden. Mithilfe von Augmented Reality kann ein Kamerabild der Wirklichkeit mit weiteren Inhalten angereichert werden. Abhilfe können künftig daher Augmented Reality-Brillen schaffen, bei denen z.B. der Versuchsplan und weitere Daten virtuell in das Kamerabild der Umgebung eingeblendet werden können. Unterstützung bei der Bonitur, bei Spracheingabe und bei der Dokumentation können ebenso erwartet werden. Nicht zuletzt unterstützt der Einsatz von AR-Brillen das Training und die Einweisung in die komplexe Versuchstechnik, die nur wenige Wochen im Jahr zum Einsatz kommt, aus der Ferne.

Bei der nachfolgenden Parzellenaussaat werden die am Rechner geplanten Versuchspläne (Lage, Parzellengröße und –anzahl usw.) vom zentralen Feldversuchsmanagementsystem übernommen. Lenksysteme und adäquate Beleuchtung ermöglichen den Einsatz im Schichtbetrieb. Robotik kann künftig die Beschickung der Bandköpfe übernehmen, so dass nur eine Person für die Aussaat erforderlich ist.

Mit den wachsenden Möglichkeiten der Merkmalserfassung durch Sensoren stellt sich die Frage, ob die Parzellen künftig zur Ertragsermittlung überhaupt noch geerntet werden müssen. Untersuchungen der Landessaatzuchtanstalt der Universität Hohenheim haben gezeigt, dass der Biomasseertrag mit nichtinvasiven Methoden sehr gut vorausgesagt werden kann (r^2=0,92). Beim Getreidekornertrag ist dies jedoch nur mit einem Bestimmtheitsmaß von r^2=0,6 gelungen, so dass derzeit weiterhin eine Körnerernte bei Exaktversuchen notwendig ist.

Der Parzellenernter spiegelt künftig die Daten via mobile Datenverbindung zurück ins Feldversuchsmanagementsystem. Diese Telemetrieanbindung ermöglicht ebenso die Einstellung und Überwachung aus der Ferne bzw. das Einsehen den Erntefortschritts bei Kontra-Saisonvermehrungen usw.. Der Weg zum autonomen Mähdrescher ist nicht weit (www.handsfreehectare.com), angesichts der hohen Anforderungen im Parzellenversuchswesen aber sicher nicht der nächste Schritt. Feldroboter zur Bonitur sind in der Entwicklung. Aufgrund des Nischenmarktes ist es jedoch schwierig diese Produkte marktfähig zu machen bzw. Hersteller davon zu überzeugen, diese anzubieten.

Eine große Herausforderung ist die automatische Erfassung von Entwicklungsstadien und Bestandesparametern von Kulturpflanzen wie z.B. die Erfassung der Anzahl ährentragender Halme bei Getreide zur Ermittlung der Kornzahl je Ähre. Vom Einsatz künstlicher Intelligenz werden in diesem Bereich große Fortschritte erwartet. Erste Ansätze im Bereich der Bildverarbeitung gibt es bereits.

Hemmnisse der Digitalisierung sind oftmals ungenügende mobile Datenverbindungen sowie das Fehlen von Highspeed-Datenanschlüssen. Die kontinuierliche Merkmalserfassung in Pflanzenbeständen oder auf Versuchsfeldern und die direkte Übertragung in die Cloud ist derzeit aufgrund der oftmals mangelnden Netzabdeckung oftmals schwierig oder unmöglich. Abhilfe kann das Internet der Dinge im LTE-Netz mit geringem Datenvolumen und sehr geringem Stromverbrauch der Sensoren bringen.

Die Digitalisierung bietet in den kommenden Jahren große Chancen für das Versuchswesen, die genutzt werden können. Ein verändertes Berufsbild ist die Folge, so dass die Anforderungen an die Qualifizierung der Mitarbeiter steigt. Die Rationalisierung steht nicht als Selbstzweck im Vordergrund - sondern die Bewältigung der Arbeit bei den allgegenwärtigen personellen Engpässen.

Anforderungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf das Untersuchungswesen

Lorenz, F. (Oldenburg)

Eigenschaften von Proben – ob von Futter- oder Lebensmitteln, Boden oder Düngemitteln – werden anhand von Analysen kategorisier- und daher digitalisierbar. Deshalb ist das Untersuchungswesen ein wichtiger Datenlieferant. Da Daten die Voraussetzung für digitale Anwendungen sind, ist anzunehmen, dass die Bedeutung der Untersuchung in Zukunft eher noch größer wird als heute. Auf folgende Gebiete des Untersuchungswesens wirkt sich die Digitalisierung bereits heute und möglicherweise auch in Zukunft aus:

Probenahme: Für die Probenahme stellen digitale Werkzeuge eine große Hilfe dar. Bei der Bodenbeprobung helfen sie, homogene Teilflächen in Ackerschlägen zu identifizieren, Proben zu verorten und so teilflächenspezifisch zu düngen.

Workflow: Mit Hilfe der Digitalisierung und Vernetzung kann der Workflow von der Probenahme bis zur Ergebnisübermittlung durch das Labor deutlich verbessert werden. Neben der papierlosen Übermittlung von Untersuchungsaufträgen ist es vor allem das Labor-Informations-Managementsystem (LIMS), das die Stammdaten verwaltet, Daten von Messgeräten einliest, die Untersuchungsergebnisse zu Prüfberichten verarbeitet, die Vorab-Plausibilitätsprüfung durchführt und die Ergebnisse auf einer Kundenplattform bereitstellt. Von dort aus können sie an Farmmanagement- und andere Informationssysteme weitergeleitet werden.

Sensormessungen: Aufgrund der Messung ohne zeitlichen Verzug, in situ und mit einer hohen räumlichen Auflösung sind Sensoren für Aufgaben der Digitalisierung vor Ort sehr gut geeignet. Sie ergänzen bei einigen Matrices und Parametern die Laboruntersuchung. Sie bedürfen jedoch stets der Kalibration an nasschemisch untersuchten Referenzproben, und das Spektrum an bestimmbaren Parametern ist begrenzt. Es ist recht wahrscheinlich, dass sich Sensormessung und Laboruntersuchung in Zukunft ergänzen werden.

Geschäftsmodelle: Neue Geschäftsmodelle bedienen sich häufig der Künstlichen Intelligenz, um neue Dienstleistungen zu generieren. Dazu gehört die Kalibration von Untersuchungsverfahren für Parameter, für die eine direkte Kalibration bisher noch nicht möglich war. Die Kalibration bleibt in der Regel Geschäftsgeheimnis.

Das Verfahren der Blockchain, das für Fälschungssicherheit in der Dokumentation sorgt, stellt eine interessante Ergänzung zur bisherigen Dokumentation entlang der Nahrungsmittelkette dar, da es die Rückverfolgung schneller, transparenter und sicherer machen kann.

Auswertung: Die Vernetzung und (automatisierte) Auswertung digitaler Daten bieten große Chancen, die Produktion zu optimieren und Emissionen in die Umwelt zu mindern. Die wird umso eher der Fall sein, je mehr Daten über Produktionssysteme vorliegen und je mehr deren Abhängigkeiten identifiziert und prognostiziert werden können.

W 001 Workshop

Digitalisierung entlang der Nahrungskette

Numata, j. (Berlin), Schafft, H. (Berlin), Gottschald, M. (Berlin), Weiser, A. A. (Berlin), Stein, B. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin)

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) verfolgt mehrere Projekte und unterschiedliche Strategien im Zuge der Digitalisierung mit dem Ziel, die Sicherheit von Futter- und Lebensmitteln entlang der Nahrungskette zu erhöhen. Drei Ansätze aus den Themengebieten Transfer von Kontaminanten, Warenkettenanalyse sowie dem Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln sollen hier präsentiert werden:

Computer-Tools zur Schätzung des Transfers von (bio)chemischen Kontaminanten aus dem Futtermittel in Lebensmittel tierischer Herkunft

Der Transfer von unerwünschten Stoffen bzw. Kontaminanten aus dem Futtermittel entlang der Nahrungskette in die Lebensmittel tierischer Herkunft stellt aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes ein bedeutendes Problem dar. Nutztiere können die Konzentrationen von Kontaminanten in in den produzierten Lebensmitteln im Vergleich zu den Bedingungen in den Futtermittel als Resultante unterschiedlicher stofflicher Umsetzungen im Organismus entweder erhöhen oder auch verringern. Da der Transfer von mit dem Futter aufgenommenen Kontaminanten im tierischen Organismus immer auch mit komplexen biochemischen und biophysikalischen Mechanismen verbunden ist, ist es auf der anderen Seite bis heute noch nicht möglich, den Umfang des Transfers eines bestimmten Stoffes in ein bestimmtes Lebensmittel am Computer mit hinreichender Genauigkeit vorherzusagen. Daher sind tierexperimentelle Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen zur Quantifizierung des Transfers unerwünschter Stoffe immer noch unverzichtbar. In einem Transfer-Versuch am lebensmittelliefernden Tier wird eine Substanz oder ein Substanzgemisch definierter Menge über einen definierten Zeitraum dem Tier verabreicht. Das Ziel ist die chemisch analytische Quantifizierung der Menge derjenigen Substanz, die in das Lebensmittel, die Gewebe und/oder in die jeweiligen Ausscheidungen übergeht. Da der Transfer-Versuch nur einen konstruierten Spezialfall eines Kontaminationsgeschehens darstellt, ist es nötig, auf Grundlage eines solchen Falles zu extrapolieren. Die Extrapolation wird mittels Computer-Modellierung auf Grundlage mathematischer Gleichungen vorgenommen. Das Ziel ist dabei eine bestmögliche Anpassung des Modells an die experimentell ermittelten Daten zu erreichen.

Nachdem ein Modell auf der Grundlage der tierexperimentellen Daten erstellt wurde, wird dieses normalerweise in einer wissenschaftlichen Zeitschrift in Form von Gleichungen mit der Angabe der jeweiligen Parametern. Das Bundesinstitut für Risikobewertung geht nun einen Schritt weiter: Es werden Computer-Tools entwickelt, die auf der Grundlage einfach zu bedienender graphischer Oberflächen die Effekte des Transfers unerwünschter Stoffe bzw. Kontaminanten aus dem Futter in die Lebensmittel tierischen Ursprungs graphisch darstellen. An den BfR-Computer-Tools „RITOPS“ sowie „PERCOW“ wird aufgezeigt, wie der Transfer ausgewählter Perfluoroalkylsubstanzen

(PFAS) aus dem Futter in Lebensmittel tierischen Ursprungs zum Einen am Schwein und zum Anderen an der laktierenden Milchkuh vorhergesagt werden kann.

FoodChain-Lab: Ein Software Tool zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit durch Warenketten-Analysen

Die Untersuchung von lebensmittelbedingten Ausbrüchen und die Rückverfolgung von Lebensmitteln werden aufgrund der zunehmenden Globalisierung der Lebensmittelproduktion und der damit verbundenen gesteigerten Komplexität der Lieferbeziehungen immer schwieriger. Dazu ist seit 2002 die Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln in der Europäischen Union gesetzlich vorgeschrieben. Seitdem gab es eine starke Nachfrage nach einfachen und schnellen Analysewerkzeugen, die es den zuständigen Behörden ermöglichen, die Quelle eines kontaminierten Lebensmittels schnell und zuverlässig zu identifizieren und damit lebensmittelbedingte Ausbrüche aufzuklären. Zu diesem Zweck hat das BfR das Tool FoodChain-Lab entwickelt. FoodChain-Lab ist eine kostenlose und quelloffene Software. Sie ermöglicht Vor- und Rückwärtsverfolgungsanalysen für Lebensmittel entlang der Warenkette. FoodChain-Lab bietet integrierte Management-, Validierungs-, Anreicherungs- und Visualisierungswerkzeuge für Lieferdaten sowie interaktive Analyse- und Simulationsmöglichkeiten und wurde bereits bei verschiedenen nationalen und EU-weiten Ausbrüchen erfolgreich angewandt.

Computer-Modellierung des Risikopotenzials für Anwohner resultierend aus der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Pflanzenschutzmittel werden nur unter der Voraussetzung zugelassen, dass bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Anwendung keine unvertretbaren Risiken für die Gesundheit der Menschen zu erwarten sind. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens am BfR in Kooperation mit dem Julius-Kühn-Institut (JKI) soll die Entwicklung der Risikopotenziale für Anwohner infolge der Exposition mit Pflanzenschutzmitteln mittels geographischen Informationssystemen (GIS) weiter untersucht werden. Die GIS Daten zur Anwendung der Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft, im Gartenbau und im Forst werden mit den Ausbreitungsmodellen kombiniert, um ein realitätsnahes Risikopotenzial für verschiedene Kategorien von Anwohnern abzuschätzen.

W002 Workshop

smartLAB - Vision einer interaktiven Laborumgebung

Dr. P. Lindner, TCI, LUH Hannover

Das smartLAB entstand im Jahr 2015 aus einer Kooperation von 12 Partnern aus Industrie und akademischen Institutionen, um eine Vision des Labors der Zukunft zu entwickeln.

Das smartLAB verfolgt dabei das Ziel Möglichkeiten, Chancen und Risiken für eine smarte Laborinfrastruktur zu identifizieren und eine interaktive Laborumgebung zu ermöglichen. Um eine solche Laborumgebung zu schaffen, wird ein LIMS (laboratory information management system) benötigt, welches zum einen eine bidirektionale Ansteuerung aller Laborgeräte ermöglicht und zum anderen die Prozesse im Labor darstellen kann. Hierfür werden digitale Geräteschatten (device shadows) benötigt, die alle Funktionen der Geräte virtuell abbilden und so auch eine Erstellung von work flows mittels digitalem Prozessdesigner ermöglichen. Außerdem sollten alle erzeugten Ergebnisse automatisiert in einem ELN (electronic laboratory notebook) abgespeichert werden, um so eine strukturierte Archivierung sicherzustellen.

Insbesondere die Aspekte Visualisierung und Interaktion sind Kernelemente einer gelungenen smarten Laborumgebung. Geeignete Frontend-Systeme werden benötigt, um den Anwender eine direkte Interaktion mit dem LIMS in Echtzeit zu ermöglichen. Ein solches Frontend ist eine Laborschutzbrille mit integrierter Datenbrillenfunktion, die zum einen alle relevanten Informationen direkt ins Sichtfeld des Nutzers einblenden kann und es dem Nutzer zum anderen erlaubt berührungsfrei per Sprach- oder Gestensteuerung mit dem System zu interagieren. Zusätzlich wird es so möglich, auch geräteunabhängige Informationen wie z.B. arbeitssicherheitsbezogene Informationen zu Chemikalien (GHS-Warnhinweise, H- und P-Sätze) einzublenden oder die Kamerafunktion der Datenbrille für eine Videodokumentation zu nutzen.

Die Integration von Laborgeräten in ein LIMS stellt in vielen Fällen eine große Herausforderung dar. Auf der einen Seite verwendet jeder Hersteller eigene Protokolle zur Geräteansteuerung, die nicht miteinander kompatibel sind. Auf der anderen Seite gibt es in Laboren auch noch viele alte Bestandsgeräte die nur über ein Mittlermodul eingebunden werden können. Von der wünschenswerten Geräteeinrichtung in Form von „plug&play“ sind wir heutzutage noch weit entfernt. Es existieren allerdings schon verschiedene Ansätze für die einheitliche Geräteintegration im Labor wie z.B. OPC-UA und SiLA (Standardization in Lab Automation). Im smartLAB wird SiLA verwendet, sodass die interne Kommunikation des LIMS einheitlich in SiLA durchgeführt wird. Für die Ansteuerung der Geräte übersetzen Treiber die SiLA-Befehle in die Protokolle der Hersteller.

Viele Labore müssen sich ständig ändernden Prozessen und Anforderungen stellen. Um diesem Bedürfnis nach hoher Flexibilität nachzukommen, ist das gesamte smartLAB modular aufgebaut, so dass es sich im Sinne des aus der Industrie entlehnten ballroom-Konzeptes nach den Bedürfnissen bzw. Arbeitsvorgängen individuell umstrukturieren lässt. Durch Funktionalisierung der einzelnen Wabenmodule und Integration von Laborgerä-

ten wie Magnetrührern, Waagen oder Sensoren direkt in die Oberfläche der Module erhält der Nutzer endlich wieder eine freie Oberfläche für seine praktischen Laborarbeiten. Zusätzlich werden verschiedene Oberflächenmodifikationen getestet, um schmutz- oder wasserabweisende bzw. selbstreinigende Oberflächen zu erzeugen.

Weiterhin werden viele zukunftsweisende Technologien im smartLAB aufgegriffen, thematisiert und getestet, wie z.B. die Unterstützung durch für die Mensch-Maschine-Interaktion zugelassene Robotik oder den Einsatz von 3D-Druck für die Herstellung individualisierter Materialien.

Das smarte Labor wird sich durchsetzen, wenn es gelingt, eine kritische Anzahl sogenannter work flows, also strukturierter Arbeitsabläufe, digital umzusetzen und diese für Nutzer in Form einer Applikationsdatenbank zugänglich zu machen. Denn noch erfolgt die Programmierung dieser work flows eher von Experten und nicht von den Nutzern und ist relativ aufwändig.

Die Adaptierung smarter Laborumgebungen wird voraussichtlich zunächst v.a. im Bereich stark repetitiver Arbeiten stattfinden, z.B. in Analysen- oder Qualitätssicherungslaboren, in denen wiederkehrende work flows standardisiert abgearbeitet und dokumentiert werden müssen und weniger in wissenschaftlichen Forschungslaboren, wo fast jedes Experiment individuell ist und meist nur einmal durchgeführt wird. Hierfür lohnt sich der Aufwand für eine umfängliche Programmierung der work flows i.d.R. nicht. Einzelne Aspekte des smartLABs aber, wie z.B. die Individualisierung von Labormaterialien mittels 3D-Druck oder die Kombination von Laborwaage mit einem Autodosagesystem, sind auch für den Forschungsbereich hoch interessant.

Das smartLAB stellt eine Plattform für die Testung innovativer Konzepte dar, die Zukunftstechnologien für die Laborumgebung adaptiert und so eine realistische Vision des Labors der Zukunft entwirft und aufzeigt.

Abbildung: smartLAB-Aufbau Labvolution 2017

W 003 Workshop

10 Jahre EU-Düngemittel-Ringtest der VDLUFA Fachgruppe Düngemitteluntersuchung

Breuer, J. (Karlsruhe), Hartwig, H. (Karlsruhe), Kießling,G. (Jena), Neuenfeldt, R. (Nossen), Paradies-Severin, I. (Hameln), Severin, K. (Hannover)

Seit 10 Jahren führt die VDLUFA-Fachgruppe-III-Düngemittel internationale Ringversuche zur Analytik von Düngemitteln durch. Dieser Ringtest bietet Düngemittellaboren in Europa die Möglichkeit, ihre Analysenqualität zu prüfen und zu dokumentieren. Die Zahl der teilnehmenden Labore hat sich im Jahr 2018 mit 46 aus 21 Ländern auf einem hohen Niveau stabilisiert. Bis 2017 wurden ausschließlich Mineraldünger analysiert: 3 NPK-Dünger, 1 Kalidünger, 1 NP-Dünger, 1 KAS, 1 Harnstoff, 1 Spurennährstoffdünger, 2 Kalkdünger. 2018 wurde neben einem 60 er Kali erstmals ein organischer NPK-Handelsdünger einbezogen. Es wurden Haupt-, Sekundär- und Spurennährstoffe sowie bei ausgewählten Düngern auch die unerwünschten Elemente As, Pb, Cd, Cr, Ni, Tl, Hg untersucht.

Neben den nach der EG-Düngemittelverordnung (EU 2003/2003) konnten andere Standardverfahren (VDLUFA-Methoden oder nationale Normen) oder Hausmetoden angewendet werden .

Die vorgeschriebenen EG-Methoden basieren zum erheblichen Teil auf Verfahren der klassischen quantitativen chemischen Analyse (Gravimetrie, Titrimetrie). Ein Vorteil solcher Verfahren ist oft die besonders hohe Präzision, gerade bei hohen Analytgehalten, wie sie in Düngemitteln gegeben sind. Zu den Nachteilen gehören vor allem ein hoher Zeit- und Personalbedarf und die Verwendung problematischer Reagentien. Daher möchten die Untersuchungslabore für die amtliche Untersuchung von EG-Düngemitteln moderne Verfahren der Elementanalytik (Elementaranalyse, instrumentelle spektrometrische Verfahren) einsetzen. In der VDLUFA-Fachgruppe Düngemitteluntersuchung wurden entsprechende Verfahren erarbeitet und validiert Diese Verfahren können für die amtliche Untersuchung von national in Deutschland zugelassenen Düngemitteln verwendet werden, nicht aber für die Untersuchung von EG-Düngemitteln.

Diese Auswertung ergibt für die Bestimmung aller untersuchten Elemente (Kalium, Magnesium, Natrium, Schwefel, Chlor) eine sehr gute Übereinstimmung der analytischen Verfahren. Tendenziell ist die Streuung der Ergebnisse bei den modernen instrumentellen Verfahren nach VDLUFA-Methodenbuch geringer als bei den klassischen amtlichen Methoden. Diese Auswertung der nach verschiedenen Methoden analysierten Parameter soll die Vergleichbarkeit moderner instrumenteller Methoden für die Untersuchung von Düngemitteln belegen und ihre Etablierung im Normenwesen zu unterstützen.

W 004 Workshop

Digitalisierung für Futter und Fütterung nutzen!

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

In der Erzeugung von Milch, Fleisch und Eiern kommt dem Futter und der Ausgestaltung der Fütterung große Bedeutung für die Ressourceneffizienz, der Produktqualität, der Gesundheitsvorsorge bei Mensch und Tier, der Umweltwirkung der Nutztierhaltung und der „Beschäftigung" der Nutztiere zu. Zur Erreichung der Ziele sind der heutige Stand der Digitalisierung und zukünftige Fortentwicklungen unbedingt zu nutzen. Mit den Programmen zur Futter- und Rationsplanung war der Bereich Futter und Fütterung einer der Pioniere in der Digitalisierung.

Die aktuellen Herausforderungen liegen zunächst in der weiteren Digitalisierung der Futterwirtschaft (Davies et al. 2018). Ohne weitere Innovationen sind eine routinemäßige Erfassung der Ernteerträge und deren Nutzung für Düngeplanung und Düngecontrolling, Futterplanung und Futtercontrolling sowie gesamtbetriebliches Management nicht möglich. Dies betrifft insbesondere die Fernerkundung und die Operationalisierung der Daten beim Landwirt, Lohnunternehmer, Berater etc. Die Innovationsgenerierung muss hierbei inter- und transdisziplinär erfolgen, um den tatsächlichen Möglichkeiten und Bedürfnissen der Praxis gerecht zu werden.

Bei der Futteruntersuchung und deren webbasierten Be- und Verarbeitung ist das in Bayern von LfL und LKV-Bayern implementierte webFuLab als Leuchtturm zu erachten (Schäffler et al. 2018). Die Kenntnisse und Erfahrungen sollten zeitnah bundesweit umgesetzt werden, um die bestehenden Defizite zu beheben. Es sind hierbei die Daten aus Pflanzenbau und Futterwirtschaft gemeinsam digital zu verarbeiten und nutzbar zu machen.

In der Rationsplanung sind die Programme mit der Futteruntersuchung und der Futtervorlage zu verbinden. Hierbei bieten sich länderübergreifende Lösungen an, da der Aufwand für Entwicklung und Pflege der Programme stark zu nimmt und einheitliche Standards für alle Beteiligten von Vorteil sind. Weitere Verknüpfungen sind mit der Betriebszweigauswertung und der Stoffstrombilanzierung vorzusehen.

Davies, D., Thomsen, A.L., Borreani G. (2018): New technologies to improve silage quality from field to feed out. in: Proceedings of the XVIII. International Silage Conference 24.-26.07.2018, Bonn, edited by K. Gerlach and K.-H. Südekum, 438 - 450, ISBN: 978-3-86972-044-9

Schäffler, M., Wirthgen, S., Rauch, P., Brunlehner E.-M. (2018): Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen: Futter und Fütterung. in: Tagungsband „Nutztierhaltung – Basis der Landwirtschaft in Bayern – 100 Jahre Kompetenzzentrum für Nutztiere in Grub" 5.7.2018, LfL-Schriftenreihe 1/2018, 49 – 55. ISSN 1611-4159

W 005 Workshop

Big Data in der Nutztierhaltung – Mittel zu welchen Zwecken?

Sundrum, A. (Kassel)

Daten- und Sensorsysteme sind mittlerweile in der Lage, sehr große Datenmengen zu generieren. Gleichzeitig werden die Rechenleistungen immer komplexer. Rechenleistungen sind Umformungen von Zeichenreihen nach bestimmten Regeln (Algorithmen). Sie sollen zur Lösung eines Problems mit Hilfe von eindeutigen Handlungsvorschriften beitragen. Allerdings existiert in dieser Zeichenwelt nur das, was durch die Regeln als Zeichen erfasst und für eine Transformation genutzt werden kann. Dagegen werden Sachverhalte ausgeblendet, für die keine Regeln angewendet werden können. Algorithmen sind folgerichtig nur bei Fragestellungen erfolgreich, die gut formalisierbar und mathematisch beschreibbar sind. Dies gilt für eindeutig codierte und regelmäßig anfallende Daten, wie beispielsweise für Daten aus der Milchleistungskontrolle oder der Genomanalyse. Diese werden vor allem mit dem Ziel der Steigerung quantitativer Zielgrößen wie Leistung und Produktivität miteinander verrechnet.

Auf vielen Betrieben dürften weitere Leistungssteigerungen jedoch nicht zum erhofften Mehr-wert beitragen, sondern aufgrund eines Anstieges der unerwünschten, häufig ausgeblendeten Nebenwirkungen negativ auf Tierschutz- und Umweltschutzleistungen zu Buche schlagen. Die Nutzung von Daten für eine dringend erforderliche Verbesserung der Qualitätserzeugung erfolgt unter gänzlich anderen Prämissen als die Nutzung für Produktivitätssteigerungen. Qualität ist die Gesamtheit von Eigenschaften eines Produktes, Systems oder Prozesses. Sie ist das Ergebnis synergistischer und antagonistischer Wechselwirkungen, die sich in einem, die Einzeleffekte integrierenden Ganzen aggregieren. Die Abhängigkeiten der Wechselwirkungen von den jeweiligen Randbedingungen sind ebenso wie die Ambivalenz von quantitativen und qualitativen Zielgrößen einer Modellierung nicht zugänglich. Entscheidungen des Managements bedürfen vielmehr eines Abwägungsprozesses, der in enger Abstimmung mit dem jeweiligen Kontext eine Balance zustande bringt, die auf den Erhalt des Betriebssystems abzielt. Von Algorithmen, die aus einer Fülle von Einzeldaten Muster identifizieren und *Verfügungswissen* über verallgemeinerungsfähige Gesetzmäßigkeiten kreieren, kann kein relevanter Beitrag zur Lösung der aktuellen Probleme der Nutztierhaltung erwartet werden. Diese entstehen vor allem dadurch, dass der Einfluss betriebsspezifischer Ausgangs- und Rand-bedingungen auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten weitgehend ausgeblendet wird und auf vielen Betrieben bereits eine Umkehrung von Grenznutzenfunktionen ins Negative zu beobachten ist.

Eine Digitalisierung, die mit Komplexreduktion und der Vereinfachung von Entscheidungs-prozessen wirbt, steht im Gegensatz zu einem Systemdenken, welches sich gedanklich mit den Wechselbeziehungen der Teile auseinander setzt. Um auf systemischem Wege die relevanten Zusammenhänge zu verstehen, bedarf es insbesondere einer Reflexion über die Kontext-abhängigkeit der Beziehungen zwischen den Teilen. Hierzu ist eine umfangreiche Datenbasis und ein über ein Monitoring zu generierendes *Orientierungswissen* erforderlich. Erst wenn der/die Manager/in weiß, wo er/sie steht und wo er/sie

hin will, sind in Verbindung mit dem bereits reichlich vorhandenem Verfügungswissen wesentliche Vorrausetzungen für die Generierung von *Handlungswissen* für die Beratungspraxis gegeben. Erst aus dem Wissen um die Kluft zwischen Ist und Soll können Lösungsstrategien erarbeitet sowie spezifische Maßnahmen identifiziert und umgesetzt werden, die im jeweiligen Kontext eine hohe Wirksamkeit und eine hohe Kosten-Nutzen-Relation erwarten lassen.

W 006 Workshop

Digitalisierung entlang der Pflanzenproduktion: Verbreitung, Hemmnisse und Perspektiven

Gandorfer, M. (Freising), Vinzent, B. (Freising), Pfeiffer, J. (Freising), Demmel, M. (Freising),

Die Digitalisierung ist eine der richtungsweisenden Entwicklungen in Landwirtschaft und Agribusiness und betrifft alle Akteure landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten. Erste Ergebnisse einer repräsentativen Befragung zeigen dabei, dass die gesellschaftliche Akzeptanz von digitalen Technologien in der Pflanzenproduktion positiv einzuschätzen ist. Damit können digitale Technologien einen wichtigen Beitrag zu einer höheren gesellschaftlichen Akzeptanz der Landwirtschaft leisten.

Trotz der enormen Medienpräsenz des Themas Digitalisierung in der Landwirtschaft zeigen aktuelle Befragungsergebnisse, dass die Verbreitung digitaler Technologien insbesondere in kleinstrukturierten Agrarregionen, von Ausnahmen abgesehen, noch begrenzt ist. Mit Hilfe einer Medienanalyse sowie eines Stakeholderworkshops konnten wichtige Akzeptanzhemmnisse für diese zurückhaltende Investitionsbereitschaft identifiziert werden. Zu diesen zählen insbesondere der oftmals hohe Investitionsbedarf und die damit verbundene fragliche Wirtschaftlichkeit, Inkompatibilität, fehlende Entscheidungsalgorithmen sowie mangelnde Anwenderfreundlichkeit. Aspekte wie Datenschutz und Datenhoheit gewinnen dagegen erst in den letzten Jahren an Bedeutung. In diesem Kontext scheint es langfristig wichtig, dass ein transparenter Markt für betriebliche Daten entsteht. Landwirtschaftliche Betriebe müssen unmittelbar davon profitieren, wenn Dritte ihre Daten nutzen wollen, damit Landwirtschaft 4.0 Realität wird. Schließlich zeigt auch die Anwendung von ADOPT (Adoption and Diffusion Outcome Prediction Tool) am Fallbeispiel sensorgestützter teilflächenspezifischer Stickstoffdüngung, dass insbesondere die Bereiche Anwenderfreundlichkeit und Investitionsbedarf Schlüsselbereiche darstellen, um die Verbreitung dieser Technologie in der Praxis zu erhöhen. Konkrete Ansatzpunkte dazu liegen in den Bereichen optimierter Entscheidungsalgorithmen, die zukünftig auch die Marktverhältnisse mitberücksichtigen sollten, sowie Best-Practice-Beispiele für eine kostengünstige überbetriebliche Nutzung der Technologie.

W 007 Workshop

Landwirtschaft 4.0 – Nutzen und Relevanz landwirtschaftlicher Beratung

Olfs, H.-W. (Hochschule Osnabrück)

Die Einführung neuer Technologien (u.a. Sensorik, satellitengestützte Positionsbestimmung, Datenerfassung, -austausch und -auswertung basierend auf Vernetzung von Maschinen und moderner Telekommunikationsinfrastruktur) im landwirtschaftlichen Produktionsprozess hat zu einer engen Vernetzung einzelner Arbeitsschritte auf unterschiedlichen Ebenen des Betriebes geführt. Diese Technisierung und Digitalisierung in der Landwirtschaft eröffnet eine neue Qualität und Quantität von Informationsgewinnung und darauf aufbauender wissensbasierter Entscheidungsfindung. Idealerweise werden dadurch die Landwirte in die Lage versetzt ihre Produktionsprozesse zu optimieren (z.B. Steigerung der Produktivität und Effizienz durch gezielteren Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln) und gleichzeitig werden gesellschaftliche Anforderungen besser als bisher berücksichtigt (Schonung natürlicher Ressourcen, Erhöhung der Transparenz in der Wertschöpfungskette für Nahrungsmittel). Dies wird sich auch auf die landwirtschaftliche Beratung auswirken.

Die sich durch Landwirtschaft 4.0 für die Beratung eröffnenden Möglichkeiten unter-schiedlichste Daten aus verschiedenen Informationsquellen miteinander zu verknüpfen, wird mit großer Wahrscheinlichkeit das Angebot der landwirtschaftlichen Beratung individualisieren. Dies betrifft sowohl die zeitliche als auch die räumliche Auflösung von Beratungsangeboten. Im Extremfall kann dies auch zur vollständigen Entkopplung zwischen Berater und Landwirt führen. Dadurch ergeben sich dann auf automatischer Interpretation großer Datenmengen beruhende Handlungsempfehlungen für den Betriebsleiter.

Demgegenüber ist der Beitrag der landwirtschaftlichen Beratung als essenzielle Grundlage für die Weiterentwicklung von Landwirtschaft 4.0 herauszustellen. Nach wissenschaftlichen Kriterien durchgeführte Versuche zur Beurteilung von Sorten, Pflanzenschutz- und Düngemitteln bilden eine wichtige Voraussetzung für die Ableitung von auf Fakten basierten Auswertungsalgorithmen. Eine wesentliche Zielgruppe für Beratungsorganisationen könnten somit zukünftig die Entwickler von softwarebasierten Beratungstools sein.

Die Erläuterung dieses Spannungsfelds erfolgt anhand verschiedener Beispiele aus der pflanzenbaulichen Beratung.

Einfluss von Ammoniak und Ammonium auf das Wachstum von Topfbasilikum nach organischer Stickstoffdüngung

Frerichs, C. (Osnabrück), Daum, D. (Osnabrück), Pacholski, A. (Mannheim)

Im ökologischen Anbau von Topfbasilikum treten des Öfteren Wachstums- und Qualitätsbeeinträchtigungen auf. Diese machen sich bereits an den Jungpflanzen in Form chlorotischer und nekrotrischer Keimblätter bemerkbar. Als eine Ursache hierfür kommt eine einseitige Stickstoffernährung der Pflanzen mit Ammonium (NH_4^+) in Betracht, wie vorausgehende Untersuchungen zeigten (Frerichs et al. 2017). Unklar ist bislang allerdings, ob das Schadsymptom direkt durch NH_4^+ hervorgerufen wird oder aber die Bildung von Ammoniak (NH_3) im Kultursubstrat hierzu wesentlich beiträgt. In einer Reihe von Düngeversuchen wurden daher folgende Fragen bearbeitet: (a) Wie lässt sich die NH_3-Exposition im Topfpflanzenbestand erfassen? (b) Wie hoch ist die nach organischer Stickstoffdüngung von Topfbasilikum entstehende NH_3- und NH_4^+-Exposition? (c) Wirken sich die NH_3- und NH_4^+-Exposition limitierend auf Ertrag und Qualität der Pflanzen aus? (d) Wie lässt sich die NH_3- und NH_4^+-Exposition auf ein pflanzenverträgliches Maß reduzieren?

Zur NH_3-Erfassung wurde ein offenes Messkammersystem in Kombination mit Dräger-Röhrchen (Ammoniak 0.25/a, Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck) entwickelt und evaluiert. Mit diesem Verfahren konnte NH_3 ab einer Konzentration von 0,25 ppm bestimmt werden.

Auf eine Exposition von > 0,5 ppm NH_3 bzw. > 200 mg NH_4^+/L Substrat reagierte Basilikum mit einem gehemmten Austrieb von Keimwurzel und Keimspross. Die Wachstumsdepressionen in der Sämlingsphase führten auch zu einer verzögerten Weiterentwicklung der Pflanzen (Pflanzenanzahl, Pflanzenhöhe, Frischmasse). Am stärksten waren diese Effekte bei einer hohen NH_3-Exposition ausgeprägt. Durch eine niedrige organische Stickstoffgrunddüngung und ein auf pH 5,5 gepuffertes Substrat konnte die NH_3-Exposition begrenzt werden. Auch das Einmischen von 5 Vol.-% potentiell nitrifikationsförderndem Kompost in das Torfsubstrat wirkte sich in dieser Hinsicht positiv aus.

Frerichs, C., Daum, D., Koch, R. (2017): Ammoniumtoxizität - eine Ursache für Wachstums- und Qualitätsbeeinträchtigungen von organisch gedüngtem Basilikum? Journal für Kulturpflanzen 69 (3), 101-112. DOI: 10.1399/JfK.2017.03.02.

Einfluss der Stickstoffdüngung, Bestandsdichte und Sorte auf das Auftreten hohler Strünke bei Brokkoli

Frieman, A. (Osnabrück), Vorsatz, C. (Cappeln), Daum, D. (Osnabrück)

Brokkoli gehört zu den beliebtesten Kohlgemüsearten in Deutschland. Insgesamt werden bundesweit jährlich fast 30.000 t Brokkoli auf annähernd 2.200 ha geerntet. Ein großer Teil der Ernte ist von einer physiologischen Störung betroffen, der Hohlstrunkigkeit. Dabei kommt es in der Mitte des Strunks zu einer Aufspaltung des Markgewebes. Es entsteht ein länglicher Hohlraum, der sich teilweise bis zur Blume erstreckt. Nach der Ernte des Brokkoli tritt der Hohlraum an der Schnittstelle offen zu Tage und kann verbräunen. Ein hohler Strunk stellt nicht nur einen ästhetischen Makel dar, sondern birgt auch das Risiko von Fäulnis und ist daher aus hygienischer Sicht ebenfalls unerwünscht.

Vom Lebensmitteleinzelhandel werden Partien mit hohlstrünkigem Brokkoli zunehmend reklamiert. Es besteht daher die Notwendigkeit, das Auftreten dieser Qualitätsbeeinträchtigung durch geeignete Kulturmaßnahmen zu vermindern. Es ist bekannt, dass Faktoren, die ein schnelles und starkes Pflanzenwachstum fördern, das Entstehen von hohlen Strünken bei Brokkoli begünstigen. Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchung wurde geprüft, welche Bedeutung der Stickstoffversorgung (100, 200 und 300 kg N ha^{-1}) und der Bestandsdichte (Pflanzenabstand 60 cm x 40 cm und 30 cm x 20 cm) des Brokkoli in diesem Zusammenhang zukommt. Der Feldversuch wurde in 2017 (Pflanzung Mitte Juli, Ernte Anfang Oktober) mit den Brokkoli-Sorten ‚Parthenon‘ und ‚Naxos‘ durchgeführt (n = 4). Als Pflanzenparameter wurden unter anderem die Hohlstrunkausprägung bonitiert, das Kopfgewicht und der Strunkdurchmesser erfasst sowie die Stickstoff- und Borgehalte in der Trockenmasse der Brokkoliköpfe ermittelt.

Auf die Häufigkeit und Intensität der Hohlstrunkigkeit hatten die Bestandsdichte, das Stickstoffangebot des Bodens und die Brokkoli-Sorte einen erheblichen Einfluss. Bei enger Pflanzung waren generell fast keine hohlen Strünke festzustellen. Bei weiter Bestandsdichte stieg der Anteil hohlstrünkiger Brokkoliköpfe mit zunehmender Stickstoffversorgung an. Die Sorte ‚Parthenon‘ erwies sich als besonders anfällig: 30 % (niedriges N-Angebot) bis 70 % (hohes N-Angebot) des Ernteguts zeigten diesen Qualitätsmangel. Bei der Sorte ‚Naxos‘ lag der Anteil an Strünken mit Hohlräumen mit 1 % (niedriges N-Angebot) bis 28 % (hohes N-Angebot) deutlich niedriger. Insgesamt korrelierte das Auftreten der physiologischen Störung eng mit dem Strunkdurchmesser (r^2 = 0,91) und dem Kopfgewicht (r^2 = 0,72). Brokkoli mit einem Strunkdurchmesser von kleiner als 3,5 cm bzw. einem Kopfgewicht von unter 400 g und war kaum von der Hohlstrunkigkeit betroffen.

Monitoring der Nährstoffflüsse und des Bodennährstoffstatus von ökologisch bewirtschafteten Apfelanlagen in Baden-Württemberg

Möller, K. (Rheinstetten), Zikeli, S. (Stuttgart)

Der Anbau von Dauerkulturen im ökologischen Landbau stellt eine besondere Herausforderung an das Nährstoffmanagement dar, da eine Steigerung der Bodenfruchtbarkeit durch den Anbau von Leguminosen als Hauptfrucht nicht möglich ist. Damit entfällt ein im ökologischen Landbau zentraler Baustein der Nährstoffversorgung. Die Ergebnisse von Auswertungen von Grundbodenuntersuchungen aus dem Sektor wurden zum Anlass genommen, durch ein gezieltes Nährstoffmonitoring a) den aktuellen Nährstoffstatus ökologisch bewirtschafteter Flächen zu erheben und b) mögliche Ursachen für ggfs. vorliegende Ungleichgewichte zu identifizieren. Hierzu sollten in erster Linie die Stoffbilanzen ausgewählter Flächen erfasst werden. Hierzu wurden im Herbst 2016 auf 15 ökologisch bewirtschafteten Obstbaubetrieben im Raum Neckar, Kaiserstuhl und Bodensee die Nährstoffflüsse der vergangenen fünf Jahre erfasst. Diese Erhebungen wurden durch Untersuchungen der Bodenproben sowohl in der Baumreihe als auch in den Fahrgassen ergänzt. Die Analyse der Nährstoffflüsse weist auf deutliche Ungleichgewichte hin, die je nach Düngungsstrategie unterschiedlich ausgeprägt sind. Ein umfassender Blick auf die Nährstoffstöchiometrie der eingesetzten Düngemittel zeigt, dass keines der üblicherweise eingesetzten Düngemittel in seiner Zusammensetzung ausgewogen und mit der Nährstoffabfuhr übereinstimmt. Ferner stellen Elementeinträge über Pflanzenschutzmittel eine wesentliche Quelle bestimmter Elemente (v.a. Ca und S) dar und können bereits vorhandene Ungleichgewichte verstärken. Ein Vergleich von Kompoststrategie und Düngungsstrategien auf Basis organischer Handelsdüngemittel zeigt etwas stärkere Ungleichgewichte bei der Kompoststrategie, und nur sehr geringfügige höhere Humusgehalte, denn in Obstanlagen stellen sich offensichtlich ohnehin standorttypische Humusgehalte durch die langfristige Bodenruhe ein. Die Herausforderung besteht in Zukunft darin, durch Verwendung von Düngemitteln mit einer ausgewogeneren Nährstoffzusammensetzung, ggf. in Kombination mit einem verstärken Anbau von legumen Gründüngungen in der Baumreihe ausgewogenere Systeme zu implementieren. Auch die teilweise erheblichen Elementeinträge über Pflanzenschutzmittel, insbesondere Schwefel sind kritisch zu hinterfragen und sollten in Zukunft näher untersucht werden, um ein genaueres Bild hinsichtlich möglicher Konsequenzen zu gewinnen.

Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat

Hartel, M. (Freising)

Die Kulturpflanze Amarant wurde bisher überwiegend zu Zwecken der Nahrungsmittelproduktion genutzt. Als potenzielles Biogassubstrat bietet Amarant höhere Spurenelementgehalte im Vergleich zu anderen Pflanzen und durchaus hohe Trockenmasseerträge. Da in Maisbetonten Biogasanlagen essentielle Spurenelemente für einen optimalen Biogasprozess als mineralisches Additiv zugegeben werden, wurde eine mögliche Substitution der Spurenelemente durch die Kulturpflanze Amarant geprüft. Der Vortrag stellt ausgewählte Ergebnisse vor und richtet sich vorwiegend an Anlagenbetreiber.

In den durchgeführten Untersuchungen wurden die Prozessstabilität und Belastungsgrenzen (i) der Monofermentation von Mais, (ii) der Fermentation von Mais mit einer Nährstoffsupplementierung sowie (iii) der Fermentation von einer Maissilage - Amarant Mischung in Langzeitversuchen geprüft und verglichen. Neben den konventionellen Prozessparametern wurde die Gasproduktion erfasst, ein Vorhersagemodell zur Spurenelementversorgung wurde erstellt, und es wurden Untersuchungen der Spurenelementgehalte sowie der mikrobiellen Aktivität auf molekularbiologischer Ebene durchgeführt.

In den Durchflussversuchen ergaben sich nach 320 Versuchstagen keine Unterschiede in der Methanproduktivität zwischen den Varianten. Die Fütterung mit Amarant führte allerdings zu einem voluminöseren Gärgemisch. Hierdurch musste dieser Variante zur Konstanthaltung des Arbeitsvolumens mehr Gärrest entnommen werden. In der Folge verkürzte sich die durchschnittliche hydraulische Verweilzeit gegenüber den Kontrollen und das Gärgemisch verarmte zunehmend vor allem an Kobalt, obwohl eigentlich über die Mais-Amarant Substratmischung mehr Kobalt geliefert wurde als über die Fütterung mit 100% Maissilage. Nach 360 Versuchstagen konnte zunächst eine verringerte Methanproduktivität in allen Fermentern festgestellt werden bevor nach 520 bis 570 Versuchstagen alle Varianten das Abbruchkriterium erreichten. Die prozesschemischen Untersuchungen ergaben eine starke Versauerung für alle Varianten, allerdings sank die Methanproduktivität als erstes in der Variante mit Amarant, was auf die verkürzte Verweilzeit und ungünstigeren Bedingungen für die Mikroorganismen zurückgeführt wird. Ergebnisse aus den Spurenelementanalysen der Gärreste unterstützen das Vorhersagemodell und zeigten geringere Konzentrationen in der Mais - Amarant Substratmischung gegenüber den Gärresten ohne Amarant Anteil.

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

Einfluss unterschiedlicher Ausbringungstechniken von Biogas-Gärresten auf die N-, P- und K-Düngewirkung in einem On-Farm Versuch mit Mais

Kern, D. (Gießen), Yan, F. (Gießen), Honermeier, B. (Gießen)

Einleitung und Zielstellung

In der Praxis wird der Nährstoffbedarf von Silomais in der Regel mit einer einmaligen mineralischen Düngegabe unmittelbar bei oder kurz vor der Aussaat gedeckt. Falls verfügbar, werden flankierend zur mineralischen Düngung Wirtschaftsdünger, wie Biogasgärreste eingesetzt. Mineralische und organische Düngemittel werden dabei entweder vor der Saat breitflächig verteilt und flach in den Boden eingearbeitet oder „Unterfuß“ in einem Band unter dem Maiskorn abgelegt. Den gesamten Nährstoffbedarf von Mais durch Gärreste zu decken, ist in der Praxis zwar unüblich, kann aus ökonomischer und ökologischer Sicht jedoch sinnvoll sein. Auch wird eine organische Düngung im wachsenden Pflanzenbestand bisher selten praktiziert. Das Ziel der Untersuchung war es, die N-, P- und K-Düngewirkung von Gärresten, die mit verschiedenen Ausbringungsverfahren (Schleppschuh, Scheibenegge, Strip-Till) vor der Saat bzw. im wachsenden Maisbestand ausgebracht wurden, zu klären.

Methodik

In einem Betrieb in Mittelhessen wurde ein On-Farm-Versuch mit insgesamt fünf verschiedenen mineralischen und organischen Düngungsstrategien sowie einer N-freien Kontrolle in Streifen á 60 X 160 m angelegt. Während der Vegetationszeit wurden in regelmäßigen Abständen Bodenproben entnommen und auf CAL-extrahierbares Phosphat und Kalium sowie auf $CaCl_2$-extrahierbares Nitrat und Ammonium analysiert. Darüber hinaus wurden die Maispflanzen auf ihren N-, P- und K-Gehalt sowie auf den Gehalt an verdaulichen Inhaltsstoffe untersucht.

Ergebnisse

Wurde ausschließlich Gärrest gedüngt, bildete der Mais höhere TM-Erträge, als mit reiner mineralischer Düngung. Bei den Ausbringungstechniken war die reine Schleppschuhvariante den Vergleichsvarianten leicht (nicht signifikant) überlegen.

Abgesehen von der N-freien Kontrolle, nahm der Mais in den verschiedenen Varianten vergleichbare Mengen an Stickstoff auf. Auch bei der P- und K-Aufnahme unterschieden sich Gärrest und Mineraldünger nicht. Eine Kombination aus Gärrest und Mineraldünger brachte keinen Vorteil. Als Ursachen dafür wird die gute P- und K-Versorgung des Bodens durch die langjährige Gärrestdüngung angesehen.

Ergebnisse eines dreijährigen Düngungsversuches mit Gärresten zu Weizen und Silomais

Koch, D. (Kassel), Goebel, M. (Kassel)

Der Landesbetrieb Landwirtschaft hat im Zuge der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie an einem Projekt teilgenommen, in dem unterschiedliche mineralische und organische (Gärreste) Düngungsvarianten miteinander verglichen werden sollten. Hierzu wurden an zwei Standorten nördlich von Kassel über einen Zeitraum von drei Jahren Versuche in Winterweizen und Silomais angelegt, betreut und geerntet. Der folgende Bericht beschränkt sich auf die Ergebnisse im Silomais.

Material und Methoden

In den Gemeinden Wettesingen und Espenau wurden von 2014 bis 2016 auf den Flächen eines Betriebes mit angeschlossener Biogasanlage Exaktparzellenversuche in Maisschlägen angelegt. Die Parzellen wurden in dem zuvor von dem Landwirt gelegten Maisbestand eingemessen. Jede Einzelparzelle hatte eine Breite von drei Metern und eine Länge von acht Metern. Die Arbeitsbreite des Güllefasses, welches für das Projekt angeschafft wurde, betrug ebenfalls drei Meter (s. Abb. 1.). Die per Hand geernteten Parzellen wurden direkt auf dem Feld verwogen und schließlich am Feldrand mit einem Einreihenhächsler gehäckselt. Die dabei gewonnenen Proben des Häckselguts wurden anschließend im Labor untersucht.

Die Variante 1 diente als Referenz (Kontrollvariante) für die zur Verfügung gestandene Stickstoffmenge, die über den resultierenden Stickstoffentzug des Erntegutes rechnerisch ermittelt wurde. In den verschiedenen Behandlungsvarianten, berechnete man den Ausnutzungsgrad der jeweiligen Düngungsmenge über die Differenzmethode. Dabei werden die Erträge und die damit verbundenen Stickstoffentzüge, mit der vorgenommenen Düngung ins Verhältnis gesetzt.

Varianten		Stickstoffmenge kg/ha
1	Nullvariante	
2	KAS	50% (S100)
3	KAS	100% (S200)
4	KAS	150% (S300)
5	Gärrest	60% (S120)
6	Gärrest + KAS	50% + 50% (S200)
7	Gärrest	100% (S200)
8	Gärrest inkl. Piadin	60% (S120)
9	Gärrest inkl. Piadin	80% (S160)
10	Gärrest inkl. Piadin	100% (S200)

Um die Nährstoffwirkung der organischen Gärreste mit denen einer mineralischen Düngung qualitativ vergleichen zu können, wurde eine Stickstoffsteigerung mit Kalkammonsalpeter in das Versuchsdesign miteingeschlossen (Variante 2 bis 4). Für die nächsten Varianten wurde eine ausschließlich organische Düngung vorgesehen (Variante 5 und 7) und eine Kombination aus mineralischer und organischer Düngung (Variante 6). Die Kombination einer organischen Düngung in unterschiedlichen Stickstoffmengen unter Zugabe eines Nitrifikationshemmers, in Form des Handelsproduktes PIADIN, wurde in den Varianten 8 bis 10 vorgenommen.

Ergebnisse

Das aus den Parzellenerträgen hochgerechnete Ertragsniveau liegt sehr hoch, im Vergleich zu Erträgen die in der landwirtschaftlichen Praxis erzielt werden. Im Jahr 2017 wurde in Hessen ein Durchschnittsertrag von 543 dt FM/ha Silomais geerntet. Bei einem TS-Gehalt von 34 Prozent wäre dies ein Trockenmasseertrag von 184 dt pro Hektar (Abbildung 1). Die Versuchsvariante 6 erzielte einen Ertrag von annähernd 260 dt Trockenmasse pro Hektar. Dies liegt unter anderem an der verlustfreien Beerntung per Hand und der Lage der Versuchsflächen, in denen die Randeffekte (Ahnewandeinflüße) nicht zum Tragen kommen. Der Trockenmasseertrag in der Kontrollvariante liegt mit 201 dt/ha auf einem hohen Niveau und weist sicherlich auf die hohe N-Nachlieferung aus dem Boden der Versuchsflächen hin.

Die mineralischen Varianten zeigen einen idealtypischen Verlauf an. Die Ertragswirkung einer unteroptimalen, einer optimalen und einer überoptimalen Düngungshöhe sind gut zu erkennen. Die Varianten 6 (50 % N mineralisch + 50 % N organisch) erzielt die höchsten Erträge im Schnitt der drei Jahre und den zwei Standorten. Vergleicht man die Variante 5 mit der Variante 7 stellt man fest, dass 60 Prozent der N-Menge aus Gärrest die gleiche Ertragswirkung erzielt, wie die 100 Prozent der N-Menge ausgebracht über Gärreste. Die Gärrest-Varianten mit Zugabe von Piadin fallen unabhängig von der N-Aufwandmenge gegenüber den anderen Behandlungsvarianten ab.

Der Abbildung 2 ist zu entnehmen wie sich der Verlauf einer berechneten Ertragskurve in Abhängigkeit der gedüngten Stickstoffmenge darstellt. Die Ertragsfunktion nach Boguslawski und Schneider wurde auf die Varianten 1 bis 4 angewandt. Mittels der von Heyn und Horst entwickelten Anwendung ist nicht nur die Ertragsfunktion, sondern auch der korrigierte Geldrohertrag (KGR) ermittelt worden. Der KGR berechnet sich aus der Marktleistung abzüglich aller mit der Düngung im Zusammenhang stehenden Kosten. Der Vorteil einer solchen Darstellung als Funktion besteht unter anderem in der Ermittlung der optimalen Düngungsmenge, dem Optimalertrag sowie der Ermittlung des optimalen Geldroherlöses in Abhängigkeit von der gedüngten N-Menge. Die beiden Düngungshöhen, bezogen auf den Optimalertrag, als auch jene auf den optimalen KGR, liegen mit 120 bzw. 121 kg N/ha relativ dicht zusammen.

Fazit

Da die Kultur Silomais hinsichtlich ihrer optimalen Stickstoffversorgung bisher nicht Gegenstand in den Versuchen des Landesbetriebes Landwirtschaft war, haben sowohl die

mineralisch als auch organisch gedüngten Varianten eine Vielzahl von Erkenntnissen gebracht. Die optimale Düngungshöhe unter Berücksichtigung monetärer Aspekte liegt bei ca. 120 kg pro Hektar. Die Varianten, die ausschließlich mit organischem Stickstoff gedüngt wurden, erreichten nicht den Ertrag, einer in vergleichbaren Stickstoffhöhe mineralisch gedüngten Variante. Die höchste Stickstoffeffizienz wurde in der Kombination aus mineralischer und organischer Düngung erzielt.

V007 Öffentliche Sitzung „Schadstoffe / Mikronährstoffe / Spurenelemente“

Versuche zum Transfer von PFAS aus belasteten Böden in Energiepflanzen – ist Phytosanierung eine realistische Option für PFAS-belastete Standorte?

Weisenburger, S. (Karlsruhe), Zoska, M. (Karlsruhe), Mechler, M. (Karlsruhe), Breuer, J. (Karlsruhe)

Der Anbau von Energiepflanzen könnte eine Nutzungsalternative für Ackerflächen darstellen, auf denen wegen einer Belastung mit PFAS (Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) keine Erzeugung von Nahrungs- oder Futtermitteln mehr möglich ist. Um diese Option zu prüfen wurde an einem mit PFAS belasteten Standort in Mittelbaden ein Versuch zum PFAS-Aufnahmevermögen der Dauerkulturen Miscanthus und Durchwachsene Silphie angelegt. Beide Dauerkulturen haben im Vergleich zu annuellen Kulturen den Vorteil, dass Sie den Boden intensiv durchwurzeln und so bereits zu Vegetationsbeginn auch Wasser aus tieferen Bodenschichten aufnehmen können. Miscanthus kann in Großfeuerungsanlagen direkt verbrannt werden. Daher ist es denkbar, leicht belastete Böden durch Anbau von Miscanthus zu sanieren oder zumindest zu sichern, indem der Transport von kurzkettigen PFAS in Richtung Grundwasser durch die Aufnahme in die Pflanze reduziert wird. Durchwachsene Silphie wird als Biogassubstrat genutzt. Hier müsste die sichere Verwertung der Gärreste Bestandteil einer Sicherungskonzeption sein, da die Gärreste vermutlich die PFAS aus den Aufwüchsen enthalten.).

Erste Ergebnisse zeigen bei beiden Kulturen einen hohen Transfer von PFAS in die Pflanzen. Allerdings verliert Miscanthus vor Erreichen der Erntereife im zeitigen Frühjahr wieder einen wesentlichen Teil der aufgenommen PFAS durch das Abwerfen der Blätter. Im Gegensatz dazu kann durch die Ernte der Silphie in der vegetativen Wachstumsphase ein erheblicher Entzug von PFAS aus dem Boden erreicht werden. Überlegungen interessierter Investoren zum Bau einer geeigneten Biogasanlage mit angepasstem Entsorgungskonzept für den Gärrest sollen daher durch Fortsetzung der Freilandversuche weiter unterstützt werden. Auf PFAS-belasteten Flächen sind häufig sogenannte Vorläufersubstanzen vorhanden, aus denen durch Abbau und Umwandlung im Boden kurzkettige perfluorierte Carbonsäuren entstehen, die dann von Kulturpflanzen aufgenommen werden. Um die Wirksamkeit einer Sicherungskonzeption einschätzen zu können sollte diese daher zumindest eine Abschätzung solcher Abbau- und Transformationsprozesse, sowie eine bodenhydrologische Modellierung der Auswirkung des Anbaus von Energiekulturen auf das Auswaschungsverhalten von PFAS aus den oberen Bodenschichten beinhalten.

V008 Öffentliche Sitzung „Schadstoffe / Mikronährstoffe / Spurenelemente“

Einfluss einer Ammoniumthiosulfatdüngung auf die Verfügbarkeit und Aufnahme von Mangan im Weizen

Paul, H. (Kiel), Dreyer, M. (Kiel), Mühling, K. (Kiel)

Trotz ausreichend hoher absoluter Mangangehalte der Böden, ist insbesondere auf Böden mit hohem Gehalt an freiem Kalk, z.B. in Teilen Schleswig-Holsteins, der Magdeburger Börde und der Schwäbischen Alb eine unzureichende Manganversorgung von Getreide zu beobachten. Ursache ist häufig eine Mn-Festlegung (Braunstein) infolge hoher Boden-pH-Werte. Im vorgestellten Versuch wurde überprüft, ob durch das reduzierend wirkende Ammoniumthiosulfat (ATS) die Mn-Versorgung von Weizen verglichen mit Ammoniumsulfat (SSA) verbessert werden kann

Zu diesem Zweck wurde mit einem von der Schwäbischen Alb stammenden Boden ein Gefäßversuch mit einer SSA- sowie einer ATS-Variante in vierfacher Wiederholung im Gewächshaus angelegt. Die Düngung mit ATS sowie SSA erfolgte zu EC 14. Um mögliche Wechselwirkungen zwischen den Düngemitteln und einer Nachdüngung mit AHL zu quantifizieren, wurde in beiden Varianten zu EC 24 einheitlich mit AHL nachgedüngt. Anschließend an die erste N-Düngung wurde im Abstand von 14 Tagen bis EC 32 regelmäßig die Mn-Verfügbarkeit und die Mn-Aufnahme bestimmt. Erfasst wurde nur das unmittelbar pflanzenverfügbare (0,025 M $CaCl_2$-extrahierbare) Mn im Boden sowie die Mn-Aufnahme der Pflanze als Mn-Konzentration der oberirdischen Pflanzensubstanz.

Die Düngung mit ATS bewirkte eine signifikant höhere Mn-Verfügbarkeit verglichen mit der SSA-Variante. Bei gleichzeitiger Betrachtung der Mn-Aufnahme zeigte sich jedoch, dass die höhere Mn-Verfügbarkeit in der ATS-Variante nicht unmittelbar in einer erhöhten Mn-Versorgung der Pflanzen resultierte. Erst infolge der Nachdüngung mit AHL kam es gegenüber der SSA-Varianten zu einem deutlichen Anstieg der Mn-Versorgung der Pflanzen in der ATS-Variante, was auf eine Wechselwirkung zwischen der zur 1. und 2. N-Gabe applizierten N-Form (ATS bzw. SSA mit AHL) zurückzuführen ist. Anzunehmen ist, dass es durch das mit der Nachdüngung zugeführte Nitrat zu einem positiven Effekt auf die Mn-Versorgung der Pflanze kommt und insbesondere die Kationenaufnahme durch das Vorhandensein von Nitrat gefördert wird. Die Ergebnisse konnten auf zwei weiteren Böden (Elbmarsch, Litauen) reproduziert werden.

V009 Öffentliche Sitzung „Schadstoffe / Mikronährstoffe / Spurenelemente“

Nickel – ein selten beachtetes Spurenelement

Sager, M. (Wien)

Im Jahre 2015 wurden in einer EFSA-Studie toxische Wirkungen löslicher Nickelsalze auf Ratten, Mäuse, Fische und den Menschen zusammengestellt und daraus tolerierbare Aufnahmemengen abgeleitet, welche im Falle von Nickelallergien bedeutend niedriger liegen.

Im Rahmen von Multi-Elementanalysen konnten sämtliche Nickelkonzentrationen von den in der AGES auf Metallgehalte untersuchten Proben immer abgelesen, und deren Richtigkeit durch Ringanalysen (z.B. IPE, ALVA) bestätigt werden. Da diese Daten im Laborinformationssystem nicht erfasst werden konnten, ist es angebracht, davon eine umfassende Zusammenstellung zu geben, sowohl in Frisch- als auch in Trockenmasse.

Zuerst wurden im Rahmen der Qualitätssicherung vor mehr als 20 Jahren Ringversuche zum Mahlen von Gerste, Luzerne und Weizen durchgeführt, um die Qualität bzw. den Abrieb der zumeist aus Chrom-Nickelstahl gefertigten Mühlen zu dokumentieren und gegebenenfalls Geräte mit erheblichem Nickelabrieb auszuscheiden.

An pflanzlicher Nahrung für den Menschen liegen Daten des Autors für Weizen, Kartoffeln, Tomaten, Karotten, Äpfeln und Schokoladen vor. Die höchsten Nickelkonzentrationen wurden dabei in Kakao und Karotten gefunden, die geringsten in Tomaten. Nüsse, die bekanntermaßen viel Nickel enthalten, wurden nicht untersucht. Diese Daten liegen im selben Bereich wie handelsübliche Allein- und Ergänzungsfutter für verschiedene Nutztiere, sowie auch wie im Grundfutter für Milchkühe (Heu, Grassilage, Maissilage, Kraftfutter).

Unter den tierischen Lebensmitteln wurden Fleisch und Innereien verschiedener Nutztiere, Würste, Hühnereier, Rohmilch verschiedener Herkunft, Milchprodukte sowie Kindernährmittel auf Milchbasis untersucht. In diesen lagen die Nickelkonzentrationen meist an oder unter der Nachweisgrenze, ausgenommen bei Käse und Innereien. Die Korrosion nickelüberzogener Jagdgeschosse im Schussfleisch von Wild war gering, aber messbar.

Trotz Verwendung von Stahlgefäßen in den Molkereien waren keine Unterschiede zwischen Rohmilch und diversen Milchsorten bzw. Milchprodukten feststellbar. Sojagetränke, und auch Kakaomilch entsprechend dem Zusatz, enthalten allerdings mehr Ni als Milch (Kuh, Ziege, Schaf), entsprechend den anderen Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs.

Bei veganer Ernährung ist also die Aufnahme von Nickel erheblich höher als bei Mischkost. An Hand der in den diversen Lebensmitteln gefundenen Konzentrationen werden tolerierbare Aufnahmemengen für Allergiker und Nicht-Allergiker diskutiert.

Phosphor-Nachlieferungspotenzial in Ackerböden: Vergleich der Elektro-Ultrafiltration (EUF) mit dem Kinetikfaktor nach Flossmann und Richter

Appel, T. (Bingen), Horn, D. (Ochsenfurt)

Trotz niedriger CAL-P-Gehalte im Boden bleibt eine Düngewirkung in Feldversuchen oftmals aus. In manchen Fällen wird dafür ein ungewöhnlich hohes Phosphor-Nachlieferungspotenzial des Bodens verantwortlich gemacht. Mit einer fraktionierten Wasserextraktion nach Flossmann und Richter lässt sich in Kombination mit dem CAL-extrahierbaren P ein Kinetikfaktor (Pfr) errechnen, der das P-Nachlieferungspotenzial charakterisiert. Mit der EUF-Methode wird im Routinebetrieb ebenfalls eine fraktionierte Wasserextraktion realisiert. Die erste EUF-Fraktion extrahiert bei Zimmertemperatur in 30 min leicht lösliches Phosphat, die zweite EUF-Fraktion folgt dann bei 80 °C und extrahiert in 5 min weiteren Phosphor. Sie liefert damit ebenfalls eine Information über das P-Nachlieferungspotenzial des untersuchten Bodens. Insgesamt 32 Böden wurden herangezogen, um den Kinetikfaktor nach Flossmann und Richter mit dem EUF-extrahierbaren Phosphor zu vergleichen. Die Böden stammten aus der Krume von Äckern verschiedener Regionen aus Rheinland-Pfalz. Ausgewählt wurden Böden mit CAL-P < 6 mg/100 g Boden Die P-Aufnahme von jungen Weizenpflanzen (Neubauer-P) diente als Maß für den pflanzenverfügbaren Phosphor. Weitere Charakteristika der Böden wurden ebenfalls gemessen: Ton-, Schluff- und Sandgehalt, Gehalt an organischer Substanz, pH-Wert, Kalkgehalt.

Zwischen dem CAL-P und dem Neubauer-P bestand nur eine lose Beziehung (r^2=0,25). Die Beziehung des Neubauer-P zum Phosphor, der mit der EUF-Methode in der ersten Fraktion extrahiert wurde (EUF-P1) war enger (r^2=0 44). In einer multiplen Regression mit CAL-P und Pfr als Regressoren ist nur der Einfluss von Pfr statistisch signifikant. Das multiple Bestimmtheitsmaß beträgt r^2 = 0,47. CAL-P und Pfr erklärten zusammen also etwa genauso viel der Varianz des Neubauer-P wie EUF-P1 alleine. Zwischen dem Kinetikfaktor Pfr und dem im Anschluss an die erste Fraktion bei 80 °C mit der EUF-Methode extrahierten Phosphor (EUF-P2) bestand ein loser Zusammenhang (r^2=0,32). EUF-P2 als zusätzlicher Regressor zum EUF-P1 verbesserte in einer multiplen Regression die Beziehung zum Neubauer-P nur noch unwesentlich auf r^2=0,48.

Der Methodenvergleich zeigte also, dass der Kinetikfaktor nach Flossmann und Richter für die CAL-Methode eine sinnvolle Ergänzung darstellen kann. Bei der EUF-Methode wird das P-Nachlieferungspotenzial bereits routinemäßig durch die beiden EUF-Fraktionen erfasst.

Beziehung zwischen anorganischen und organischen P-Fraktionen im Boden und der P-Aufnahme von Pflanzen in einem Modellversuch

De Los Rios Mera, J. (Speyer), Reh, S. (Speyer), Prigge, M. (Speyer), Wiesler, F. (Speyer)

In den Standardverfahren der Bodenanalytik wird lediglich anorganisches Phosphat erfasst. In verschiedenen Arbeiten wurde jedoch postuliert, dass die Ermittlung des Düngebedarfs durch die Berücksichtigung des organisch gebunden Phosphats im Boden verbessert werden könnte.

In dem Beitrag wird eine Studie vorgestellt, in der in 12 Böden wasserlösliches (H_2O), Calcium-Acetat-Lactat-lösliches (CAL), Natriumhydrogencarbonat-lösliches ($NaHCO_3$) und Schwefelsäure-lösliches (H_2SO_4) Phosphat gemessen wurden. Anorganische Phosphat (P_{an}) in den Extraktionslösungen wurde mittels kolorimetrischer Methoden bestimmt, Gesamt-Phosphat (P_{tot}) mittels ICP-OES oder mit kolorimetrischen Methoden nach Lösung mittels Kaliumpersulfat. Die Konzentration von organisch gebundenem Phosphat (P_{org}) in den Extraktionslösungen wurde rechnerisch aus der Differenz von P_{tot} und P_{an} bestimmt. Zusätzlich wurde mit den Böden ein Vegetationstest durchgeführt (Neubauer-Test), in dem Beziehungen zwischen den verschiedenen P-Fraktionen in den 12 Böden und den P-Gehalten und der P-Aufnahme von Gerste ermittelt wurden.

Tabelle 1 zeigt, dass zwischen den Gehalten an anorganischem Phosphat in allen Extraktionslösungen und den P-Gehalten und der P-Aufnahme von Gerste signifikant positive Beziehungen bestanden. Dagegen konnten die Beziehungen in keinem Fall durch die Berücksichtigung der P_{org}-Fraktion in den Extraktionslösungen verbessert werden.

Tabelle 1: Beziehung zwischen verschiedenen P-Fraktionen in 12 Böden und den P-Gehalten und der P-Aufnahme von Gerste im Neubauer-Test.

	Bodenanalyse			**Neubauer-Test**	
Extraktionsmittel	P-Fraktion	P-Gehalt		P-Aufnahme	
CAL	P_{an}	0.72	**	0.75	**
	P_{org}	-0.11		-0.27	
	P_{tot}	0.72	**	0.74	**
H_2O	P_{an}	0.60	*	0.72	**
	P_{org}	0.06		0.03	
	P_{tot}	0.63	*	0.74	**
$NaHCO_3$	P_{an}	0.79	**	0.73	**
	P_{org}	0.38		0.32	
	P_{tot}	0.78	**	0.71	**
H_2SO_4	P_{an}	0.69	**	0.58	*
	P_{org}	0.09		-0.40	
	P_{tot}	0.55		0.13	

P_{an} = anorganisches P, P_{org} = organisches P, P_{tot} = Gesamt-P

Aneignungsvermögen verschiedener Winterweizen-Genotypen für organisch gebundenes Phosphat

Heßler, M. (Gießen), Falk J. (Gießen), Steffens, D. (Gießen)

Das Phosphat (P) im Boden liegt zu 20-80% in organisch gebundener Form vor. Dieses organisch gebundene P können sich Pflanzen mit Hilfe von Phosphatasen aneignen. Je geringer die Konzentration von anorganischem P im Boden ist, desto mehr organisch gebundenes P eigenen sich die Pflanzen an.

In einem Wasserkulturversuch wurde die Aktivität der wurzelgebundenen sauren Phosphatase von 20 Winterweizen-Genotypen, die in Vorversuchen aus 200 Genotypen anhand ihres P-Aneignungsvermögens selektiert wurden, untersucht. Hierfür wurden die einzelnen Genotypen unter P-Mangel und unter ausreichender P-Versorgung angezogen, um die Adaption der einzelnen Genotypen an einen P-Mangel zu charakterisieren. Hierbei wurden die Unterschiede in der Anpassungsfähigkeit der einzelnen Genotypen deutlich. Manche Weizensorten waren in der Lage die Phosphataseaktivität unter P-Mangel weiter nach oben zu regulieren als andere. Dies ließ vermuten, dass diese Genotypen effizienter in der Aneignung von organischem P sind.

Um den Einfluss der sauren Phosphatase bei der Aneignung von organisch gebundenes P aus dem Boden zu untersuchen, wurde zusätzlich ein Gefäßversuch durchgeführt. Dabei wurden die 20 Weizensorten auf einem nährstoffarmen Unterboden mit einem geringen Gehalt an organischer Substanz angezogen. Es wurde eine P_0-Variante, eine Variante mit gut verfügbarem $Ca(H_2PO_4)_2$ und eine Variante mit organischer P-Düngung angelegt. Das organische P wurde in Form von Na-Hexaphytat ($C_6H_6O_{24}P_6Na_{12}$) angeboten. Auch hier wurden Unterschiede zwischen den einzelnen Genotypen deutlich. Außerdem waren Zusammenhänge zwischen der Aneignung von P aus Na-Hexaphytat und der Phosphataseaktivität der einzelnen Sorten erkennbar.

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

Charakterisierung der Düngewirkung alternativer P-Dünger im Zierpflanzenbau

Hauck, D. (Freising), Horn, D. (Ochsenfurt), Meinken, E. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

Die Ressourcen an hochwertigem Rohphosphat für die Düngerproduktion sind endlich, sodass zunehmend an der Substitution primärer Mineraldünger geforscht wird. Klärschlamm, Kompost, Biogasgärrest und Schweine-/Rindergülle bieten ein erhebliches Potenzial zur Phosphorrückgewinnung. Die hierfür ursprünglich für das Ausgangsmaterial Klärschlamm bis zur Praxisreife entwickelten Technologien, werden aktuell auch bei Biogasgärrest und tierischer Gülle angewendet. Die resultierenden Produkte (P-Rezyklate) sind nicht nur für den Anbau von Pflanzen im gewachsenen Boden von Interesse, sondern rücken zunehmend auch für die Pflanzenproduktion in Kultursubstraten (insbesondere Zierpflanzenbau) in den Fokus. Ein grundsätzliches Problem beim Einsatz von P-Rezyklaten in der Praxis ist die Charakterisierung der P-Düngewirkung durch die aktuell verwendeten Methoden zur Düngemitteluntersuchung. Ziel dieser Studie war es, in einem pflanzenbaulichen Versuch mit Tagetes als P-sensitive Modellpflanze P-Rezyklate, deren Ausgangsstoffe und Kompost auf ihre P-Düngewirkung zu prüfen. Auswirkungen der getesteten Produkte auf die Entwicklung der Pflanzen werden vorgestellt und Analyseverfahren zur Untersuchung von P-Düngemitteln werden hinsichtlich ihrer Eignung zur Charakterisierung der P-Verfügbarkeit diskutiert.

Wirkung differenzierter P-Düngung auf Ertrag, P-Gehalt im Boden, P-Saldo sowie N-Effizienz auf dem Löß-Braunschwarzerdestandort Friemar nach 7 Jahren Versuchsdauer

Zorn, W. (Jena), Schröter, H. (Jena)

Die P-Versorgung vieler Böden in Thüringen und anderen Ackerbauregionen ist infolge der langfristig reduzierten oder unterlassenen P-Düngung dramatisch gesunken. Die langjährige pfluglose, nicht wendende Bodenbearbeitung hat parallel dazu zu einer P-Anreicherung im Bearbeitungshorizont und zu deren Reduzierung in der verlassenen „Unterkrume“ geführt. In diesem Zusammenhang sich die Frage nach der optimalen P-Düngungsstrategie. Auf dem Löß-Braunschwarzerdestandort Friemar mit sehr niedriger P-Versorgung (0 - 10 cm: 1,6 mg P_{CAL}/100g; 10 - 20 cm: 1,1 mg P_{CAL}/100g; 20 - 30 cm: 0,9 mg P_{CAL}/100g) und mittlerer P-Freisetzungsrate wurde 2011 zur Beantwortung dieser Frage ein statischer P-Düngungsversuch zur Untersuchung der Wirkung einer differenzierten Höhe der P-Düngung sowie dem Vergleich der breitwürfigen P-Düngung vor der Saat, der P-Unterfußdüngung zur Saat und Frühjahrs-P-Kopfdüngung angelegt. Die P-Düngung erfolgt als Triplesuperphosphat im Rahmen einer ortsüblichen Fruchtfolge Winterweizen-Wintergerste-Winterraps. Den Versuchsplan sowie zusammenfassende Ergebnisse nach 6 Versuchsjahren zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Mittlerer GE-Ertrag, N-Abfuhr und P-Saldo nach differenzierter P-Düngung nach 6 Versuchsjahren (2012 – 2017)

PG	P-Düngung % der Abfuhr	Ausbringung/Zeitpunkt der P-Düngung	Mittlerer GE-Ertrag dt/ha	N-Abfuhr gesamt kg N/ha	P-Saldo (Mittel) kg P/ha*a
1	50	breitflächig Herbst (einarbeiten vor Saat)	109,5	1037	-5,2
2	100		116,2	1080	+10,3
3	200		120,4	1113	+44,2
4	50	Unterfuß Herbst (zur Saat)	112,5	1066	-6,3
5	100		116,5	1085	+9,9
6	200		119,2	1106	+44,3
7	0	Kontrolle	103,0	997	-22,3
8	50	Kopfdüngung (Frühjahr)	109,8	1033	-6,5
9	100		113,4	1075	+9,1

Im Beitrag werden die Ergebnisse zur Wirkung der P-Düngung auf Ertrag, P-Gehalt im Boden, P-Saldo sowie N-Effizienz nach 7 Jahren Versuchsdauer dargestellt.

Entwicklung der P-Versorgung der Unterböden auf Thüringer Acker- und Grünlandstandorten

Zorn, W. (Jena), Schröter, H. (Jena), Wagner, S. (Jena), Zopf, D. (Friemar), Kießling, G. (Jena)

Gesunkene Tierbestände, der verstärkte Anbau von Marktfrüchten auf dem Ackerland, die häufig extensive Bewirtschaftung des Grünlandes sowie die langjährig reduzierte P-Düngung haben in Thüringen zu einer dramatisch gesunkenen P-Versorgung der Acker- und Grünlandböden geführt. Zurzeit weisen 48% des Ackerlandes und 62% des Grünlandes eine sehr niedrige bzw. niedrige P-Gehalte (Gehaltsklassen A und B) auf.

Tab. 1: P-Versorgung des Thüringer Acker- und Grünlandes 2013 – 2015 (Anteil % in Gehaltsklassen, Gehaltsklassengrenzen in mg P/100g Boden)

Nutzung	E	D	C	B	A
	≥ 10,5 mg P	7,3 – 10,4	4,9 – 7,2	2,5 – 4,8	≤ 2,4
Ackerland	10	11	31	38	10
Grünland	13	10	15	31	31

Die Bewertung der P-Versorgung der Böden bezieht sich auf die Bodentiefe 0 – 20 cm (Ackerland) sowie 0 – 10 cm (Grünland). Zur Ableitung langfristiger Strategien zur bedarfsgerechten und nachhaltigen P-Düngung stellt sich die Frage nach der langfristigen Entwicklung der P-Gehalte in den Unterböden, da dieser auch zur P-Ernährung der Kulturen beitragen kann.

Zur Beantwortung dieser Fragestellung erfolgt die Auswertung folgender Probenserien:

- 8 statische P-Versuche auf Ackerland (bis 60 cm Tiefe)
- 3 statische P-Versuche auf Grünland (bis 20 cm Tiefe)
- Erhebungsuntersuchungen 2004/05 und 2015 auf repräsentativen Ackerstandorten (bis 60 cm Tiefe)
- Erhebungsuntersuchungen auf Ackerstandorten mit langjähriger konservierender Bodenbearbeitung (Schichtung bis 30 cm Tiefe)

Im Ergebnis aller Untersuchungen kann der Schluss gezogen werden, dass die unterlassene bzw. suboptimale P-Düngung langfristig zu einer erheblichen Abnahme der P-Versorgung der Unterböden führt. Diese Entwicklung ist bei der Weiterentwicklung der der P-Düngungsempfehlungen zu beachten, zum Beispiel durch sporadische Untersuchung der Unterböden auf den Nährstoffgehalt.

Entwicklung der relativen Erträge bei unterlassener Phosphor Düngung – Ergebnisse einer Metastudie

van Laak, M. (Rostock), Buczko, U. (Rostock)

Die Empfehlungen zur Phosphatdüngung basieren in den meisten europäischen Ländern auf den pflanzenverfügbaren P Gehalten im Oberboden, welche anhand verschiedener Extraktionsverfahren beurteilt werden. Boden- und standortspezifische Faktoren werden in diesem Ansatz nur unzureichend berücksichtigt.

Dieser traditionelle Ansatz hat in den letzten Jahrzehnten dazu geführt, dass ein großer Teil der Ackerböden in Deutschland die angestrebten P-Gehalte deutlich überschreitet. Die Folgen sind u.a. weitverbreitete diffuse P Austräge, Umweltprobleme durch Eutrophierung sowie ein beschleunigter Abbau der weltweiten geologischen Phosphorvorkommen.

Basierend auf einer Metanalyse von 30 Düngeversuchen aus Deutschland und Österreich untersuchen wir den Effekt von unterlassener P-Düngung im Vergleich zur Gabe von leicht verfügbaren P-Düngern. Die Ertragsunterschiede hängen dabei hauptsächlich vom Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphat im Boden in der ungedüngten Variante ab, und nur zu einem kleinen Teil von der P-Düngemenge. Unsere Analyse hat gezeigt, dass ein pflanzenverfügbarer P Gehalt von ca. 3mg P $100g^{-1}$ in vielen Fällen ausreicht um das Ertragsniveau zu halten. Allerdings entwickelt sich der P-Gehalt im Boden von Standort zu Standort sehr unterschiedlich und es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Fruchtarten.

Der mittlere Kartoffelertrag verringerte sich nach 25 Jahren unterlassener P Düngung um ca. 15% (ggü. der P gedüngten Varianten) während die Erträge von Wintergerste im Mittel nur ca. 4% niedriger waren. Außerdem zeigte sich, dass bei optimaler Bodenreaktion (pH Gehaltsklasse C) trotz unterlassener P Düngung kaum mit Ertragseinbußen zu rechnen ist. Im Mittel lagen hier die Erträge nur ca. 2,5% unter denen der gedüngten Variante.

Towards a new K fertilizer recommendation for silage maize in the Netherlands

Bussink, W. (Wageningen), Van Schooten, H. (Wageningen), Van Middelkoop, J. (Wageningen), Holshof, G. (Wageningen), Doppenberg, G. (Wageningen)

Optimal potassium (K) fertilization stimulates maize production. In 2015 and 2016 K fertilizer trials on land sown with maize were executed in order to update the 40 year old fertilization recommendations. Farm field trials were performed on 20 locations on sandy, clay and peat soils with varying soil K availability and K buffering capacity. There were 6 treatments on each site to which 0, 40, 80, 160 kg K_2O ha^{-1} was applied as a combination of cattle slurry (CS, 40-45 m^3 ha^{-1}) and mineral fertilizer (0 or 80 kg K_2O ha^{-1}). In parallel, three detailed experiments with different K fertilizer levels (0-320 K_2O ha^{-1}) were performed; two on sandy and one on clay soil. Again potassium was applied as CS and mineral fertilizer. Broadcast application of K_2O was also compared with band application. The N level in the trials was 200-250 kg N ha^{-1} to ensure no N deficiency.

The average yield and crop uptake over all trials was respectively 18.8 tonnes DM ha^{-1} and 233 kg K_2O ha^{-1}. Yield increases due to K fertilization only became significant at a K soil status below 50 mg K kg^{-1} (determined in 0.01M $CaCl_2$). Fertilizer applications of 40-80 kg K_2O were enough to obtain maximum yield. At a soil K status above 50 mg kg^{-1} there was no significant response in DM yield to fertilization with K_2O.

There was a strong relationship between K uptake and the combination of K fertilizer rate and the K and Mg soil status. Critical K content of the whole maize crop was around 8 g K kg^{-1} DM.

The field trials showed that the current maximum recommendation level of 300 kg K_2O ha^{-1} at low soil status can be reduced by 50-100 kg K_2O ha^{-1}. Also the classification of the soil K status can be adapted. A new K fertilizer recommendation for silage maize based on in 0.01M $CaCl_2$ will become available in autumn/winter 2019.

Beregnungsversuch mit GPS-gesteuerte Parzellenberegnung bei neun Ackerbaukulturen

Butz, A. (Rheinstetten), Ott, J. (Rheinstetten)

Die Beregnung von Ackerbaukulturen wird als Anpassungsstrategie für den Klimawandel und zur Ertragsabsicherung im Ackerbau am Oberrhein diskutiert und zunehmend praktiziert. Die für landwirtschaftliche Kulturen übliche Bewässerungstechnik ist jedoch nicht oder nur unter großem Flächenbedarf bzw. mit Einschränkung der statistischen Auswertbarkeit möglich.

Um auch in landwirtschaftlichen Kulturen komplexere randomisierte Feldversuche mit Beregnung in exakter Dosierung und parzellengenauer vollautomatischer Verteilung zur ermöglichen, hat das LTZ Augustenberg eine GPS-gesteuerte Parzellenberegnung für den Versuchsstandort Rheinstetten-Forchheim entwickelt.

Die Anlage ist eine Mischung aus Pivot- und Linearmaschine mit zwei Traversen á 62 m und 10 einzeln ansteuerbare Beregnungsfelder von 12 m x 3 m. Die Beregnungsmenge wird über druckkompensierte Tropfer über die Beregnungszeit gesteuert. Die Position der Anlage wird über in Fahrtrichtung auf den beiden äußeren Türmen montierte GPS-Antennen unter Verwendung eines RTK-Korrektursignals positioniert. Sowohl die Versuchsplanung wie auch die Beregnungsplanung und -steuerung erfolgt mit dem Programm MiniGis. Die Anlage ist nicht ortsgebunden und wird zurzeit jährlich umgestellt.

Mit der Anlage wurde in den Jahren 2012 - 2016 der Einfluss von zwei Bewässerungsstrategien auf den Ertrag und die Ertragsstabilität bei neun Ackerbaukulturen auf einem sandigen Trockenstandort geprüft. Hierzu wurde bei den Ackerbaukulturen Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterweizen, Sommerbraugerste, Futtererbsen, Soja, Körnersorghum und Körnermais jeweils eine zweifaktorielle Spaltanlage mit den Faktoren Bewässerung und Sorte (je Kultur zwei Sorten) angelegt. Im Versuch wurden folgende Bewässerungsvarianten untersucht: (1) keine Bewässerung, (2) reduzierte Bewässerung (Defizitbewässerung in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium) und (3) optimale Bewässerung, jeweils gesteuert mit dem klimatischen Bodenwassermodell des Deutschen Wetterdienstes (Agrowetter Beregnung). Im Versuch wurden die Bestandesentwicklung, die Erträge und die Qualität (u.a. Proteingehalt) erhoben.

Die Ergebnisse zeigen, dass beachtliche Ertragszuwächse und eine Ertragsstabilisierung durch die Bewässerung möglich sind. Darüber hinaus ergab sich, dass je nach Kultur durch die Defizitbewässerung deutlich Bewässerungswasser eingespart werden kann, ohne dass dies zu erheblichen Ertragsrückgängen führt.

Neue Technologien als Basis für die Verbesserung der Stickstoffdüngung

Spiegel, H. (Wien), Sandén, T. (Wien), Essl, L. (Wien), Wenng, H. (Wien), Vuolo, F. (Wien)

Effizientes Stickstoff (N) -Management trägt zu einer nachhaltigen Landwirtschaft bei. Innovative Werkzeuge und Techniken sind notwendig, um die Pflanzenproduktivität und Bodenqualität zu erhöhen, ohne dabei negative Auswirkungen auf die Umwelt, z.B. Verluste in Gewässer und Atmosphäre, zu riskieren. Im Horizon 2020 Projekt FATIMA haben wir innovative Satellitendaten genutzt, um Testfelder im österreichischen Pilotgebiet „Marchfeld“ zu untersuchen. In dieser intensiv landwirtschaftlich genutzten Region müssen Strategien für eine effiziente, standortspezifische N-Düngung unter Berücksichtigung der tatsächlichen räumlichen Variabilität der Bodeneigenschaften und des Pflanzenwachstums entwickelt und genutzt werden. Zur Erprobung und Validierung von entsprechenden Methoden führte die AGES 2016 und 2017 Großparzellen-Feldversuche mit Winterweizen und verschiedenen mineralischen N-Düngestufen (N0: 0 kg N ha^{-1}; N1: 60 kg N ha^{-1}; N2: 120 kg N ha^{-1}; N3: 180 kg N ha^{-1} als Kalkammonsalpeter) durch.

In einem ersten Schritt haben wir untersucht, wie man Winterweizenerträge aus dem Blattflächenindex (LAI) ableiten kann. Die Korrelationen zwischen mit Bodensensoren gemessen LAI und von Satelliten abgeleiteten LAI zeigten für alle Messungen eine signifikante positive Beziehung von R^2=0,83 (2016) und R^2=0,93 (2017). Auch die Korrelationen zwischen vom Satelliten abgeleiteten LAI und den Winterweizenerträgen waren signifikant positiv. Im Gegensatz dazu war 2016 die Beziehung zwischen Bodenmessungen der tatsächlichen N-Konzentrationen und ausgewählten Vegetationsindizes, z.B. Doppelpeak-Bestandes-Stickstoff-Index (DCNI) niedrig (R^2=0,19). Mit dem Start der Copernicus Sentinel-2-Mission wurden die Zugänglichkeit und Verfügbarkeit von Satellitendaten verbessert. Die Bilder, die von Satellitenplattformen bereitgestellt werden, bieten einen synoptischen Überblick über die Landoberfläche, wodurch das Pflanzenwachstum und der Ertrag verschiedener Feldstücke beobachtet werden können. Im Zuge des Projekts FATIMA wurden auf Sentinel-2-Aufnahmen basierende Ertragspotenzialkarten erstellt, die die Gegebenheiten des Bodens abbilden und damit eine teilflächenspezifische Stickstoffdüngung ermöglichen.

Die Studie wurde im Rahmen des Projektes „FATIMA“ (FArming Tools for external nutrient Inputs and water Management) durchgeführt. Das Projekt wurde vom Programm Horizon 2020 der Europäischen Union (GA Nr. 633945) finanziert.

Strategien zur Digitalisierung der Pflanzenernährung

Federolf, C. (Dülmen), Himken, M. (Dülmen)

Die Digitalisierung, Big Data und Präzisions-Sensoren werden die Landwirtschaft grundlegend verändern. Die Menge an Informationen vervielfacht sich, die Präzision der Daten steigt, verschiedene digitale Systeme werden sich besser verstehen und Entscheidungsprozesse werden durch Datenverknüpfung erheblich vereinfacht und optimiert. Dies bringt den Landwirten deutliche Vorteile, wie höhere Erträge, bessere Qualitäten, eine höhere Wertschöpfung und eine umweltfreundlichere Produktion.

Mit dem N-Sensor, dem N-Tester und der App ImageIT hat Yara eine lange und erfolgreiche Innovationsgeschichte und gehört zu den Pionieren der digitalen Pflanzenernährung. Im letzten Jahr wurde die neue Geschäftseinheit „Yara Digital Farming“ gegründet. Damit verfolgt Yara das Ziel, auch in der digitalen Pflanzenernährung der globale Marktführer zu werden. Weltweit werden bereits an vier Standorten (Berlin, Sao Paulo, San Francisco und Singapur) neue innovative, digitale Lösungen in einer Start-Up Atmosphäre entwickelt. Yara investiert erheblich in den schnellen Aufbau der neuen Entwicklungszentren.

Mit Atfarm hat Yara ein neues Produkt auf den Markt gebracht, das Erfahrungen aus der Entwicklung von N-Tester und N-Sensor mit, nun zur Verfügung stehenden, Satellitendaten kombiniert. So wird es auch mittleren und kleineren Betrieben ermöglicht, die N-Düngung ohne wesentliche Investitionen einfach und präzise teilflächenspezifisch zu optimieren.

Bisherige Lösungen im Bereich digitaler Pflanzenernährung sind häufig kompliziert und wenig nutzerfreundlich. Um Landwirten einen wirklichen Mehrwert zu bieten, ist eine intuitive Bedienung jedoch unerlässlich. Diese Erkenntnis wurde in Atfarm umgesetzt, positive Rückmeldungen von Landwirten bestätigen die Wichtigkeit dieser Eigenschaft.

Vergleich verschiedener Vegetationsindizes auf deren Eignung den Stickstoffstatus von Winterroggenbeständen abzubilden

Strenner, M. (Freising), Maidl, F. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

Während eines neunjährigen Zeitraums, von 2007 bis 2016, wurden zwei verschiedene Parzellenversuche mit Winterroggen durchgeführt. Der erste war ein Stickstoffsteigerungsversuch, bestehend aus nur einer Winterroggensorte und bis zu 16 verschiedenen Gaben an Stickstoff. Die gedüngte N-Menge reichte dabei von 0 bis zu 250 kg N ha^{-1}. Der zweite Parzellenversuch bestand aus vier Winterroggensorten, gedüngt mit zwei N-Mengen (100- und 160 kg N ha^{-1}). Als Sorten fanden sowohl Hybrid-, als auch Populationssorten Verwendung. Jeder der beiden Versuche war dabei als Doppelparzellenversuch in vierfacher Wiederholung angelegt. Dabei diente eine der beiden Parzellen der kontaktlosen Reflexionsmessung des Pflanzenbestandes mit einem Spektrometer zu vier Terminen während der Vegetationsperiode, sowie zur Bestimmung des Kornertrags. Zeitgleich zu den Spektrometermessungen diente die Nachbarparzelle der Gewinnung von Biomasseproben zur Ermittlung der N-Aufnahme des Bestandes.

Gegenstand dieser Studie war ein Vergleich der Eignung verschiedener aus der Literatur bekannter Vegetationsindizes auf deren Eignung zur Abbildung der Biomassebildung und des Stickstoffstatus von Winterroggen zu verschiedenen Entwicklungsstadien. Dabei zeigte sich, dass viele Vegetationsindizes zu den untersuchten Entwicklungsstadien über alle Jahre enge Beziehungen zur N-Aufnahme der Bestände aufwiesen. Einige Vegetationsindizes zeigten bei hohen Stickstoffaufnahmen deutliche Sättigungseffekte. Eine Differenzierung der N-Aufnahme war somit nicht mehr möglich. Eine weitere Beurteilung der Vegetationsindizes bestand darin, einen möglichst geringen Einfluss der phänotypischen Ausprägung der verschiedenen Sorten aufzuweisen. Auch hier zeigte sich bei vielen Vegetationsindizes kein signifikanter Einfluss. Vegetationsindizes, die sortenunabhängig enge Beziehungen zu den untersuchten N-Aufnahmen aufwiesen und in der Lage waren die unterschiedlich hohen N-Aufnahmen der Pflanzenbestände zu differenzieren erwiesen sich als geeignet für Düngungszwecke im teilflächenspezifischen Pflanzenbau Anwendung zu finden.

V022 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“

Nährstoffverteilgenauigkeit bei Applikation von zwei Mischdüngern mittels Zentrifugalstreuer

Borchert, A. (Osnabrück), Finke, M. (Osnabrück), Brockmeyer, T. (Osnabrück), Ströbel-Fröschle, M. (Hasbergen), Olfs, H.-W. (Osnabrück)

Der Einsatz von Mischdüngern wird bei Landwirten immer beliebter. Die dabei mechanisch gemischten Einzeldünger, wie z.B. KAS und 40er Kali, bieten den Vorteil, dass sich Kombinationen mit angepasster Nährstoffzusammensetzung für jeden Schlag herstellen lassen. Damit der auszubringende Dünger auch optimal auf dem Feld verteilt wird, muss der eingesetzte Zentrifugalstreuer korrekt eingestellt sein.

Jede Düngereinzelkomponente hat jedoch aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften (z.B. Korngrößenverteilung, Reib-/Roll-Verhalten) individuelle Einstellwerte für ein ideales Streubild, die in den sogenannten Streutabellen abzulesen sind. Für Mischdünger existieren diese Tabellen in der Regel nicht. Zudem gibt es bei Düngermischungen wenig Informationen darüber, ob die optimale Querverteilung der Düngermenge auch mit der entsprechenden Verteilung der enthaltenen Nährstoffe einhergeht.

Im Rahmen des von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geförderten Projektes „OptiBlend“ hat die Hochschule Osnabrück in Zusammenarbeit mit der iotec GmbH und den Amazonen-Werken H. Dreyer GmbH & Co.KG zwei Praxismischungen mit dem NKS-Verhältnis 13-18-5 (A: Sulfan, 40er Kali; B: KAS, ssA, 40er Kali) auf Verteilgenauigkeit der Düngermenge und Nährstoffe untersucht. Die Tests fanden in der Düngerstreuhalle in Horsens (Dänemark) statt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Streubilder der Düngermenge von denen der einzelnen Nährstoffe teilweise deutlich unterscheiden. Alle Nährstoffe optimal zu verteilen, ist daher nicht immer möglich.

Das BonaRes Datenzentrum: Verbesserte Nachnutzbarkeit von Forschungsdaten durch die Vergabe von Lizenzen und DOI

Svoboda, N. (Müncheberg), Hoffmann, C. (Müncheberg), Heinrich, U. (Müncheberg)

In Deutschland werden im Bereich der Agrar- und Bodenforschung viele exzellente Daten erzeugt und digital gespeichert. Leider können diese häufig nicht von anderen Wissenschaftlern nachgenutzt werden und damit ihr volles Potenzial ausschöpfen. Es leidet die Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen und damit die gute fachliche Praxis.

Gegen das Veröffentlichen von Forschungsdaten sprechen persönliche Vorbehalte, Sorgen über das Erstverwertungsrecht und sonstige unklare Rechte oder mangelnde technische Möglichkeiten und Fähigkeiten von Autoren und deren Einrichtungen. Viele einflussreiche Institutionen haben daher die freie Nachnutzung von Forschungsdaten auf ihre Agenda gesetzt: Berliner Erklärung (2003), OECD (2007), Deutsche Forschungsallianz (2010). Die wichtigen Einrichtungen zur Forschungsfinanzierung wie DFG, BMBF und EU fordern, dass bei aktuellen Anträgen ein Konzept vorgelegt werden muss, in dem dargestellt wird, dass Forschungsdaten, die mit öffentlichen Geldern finanziert wurden, kurzfristig zur freien Nachnutzung bereitgestellt werden.

Im BonaRes Datenzentrum werden Forschungsdaten gesammelt und in standardisierter Form für die freie Nachnutzung über eine vernetzte Dateninfrastruktur bereitgestellt. Besonderes Interesse liegt auf den Ergebnissen von Feldversuchen, die eine unschätzbare Basis für die Modellierung und Abschätzung von langfristigen Veränderungen im Boden darstellen.

Das Erstverwertungsrecht der Autoren wird im BonaRes Datenzentrum durch eine mögliche Embargozeit sichergestellt. Bevor die Daten veröffentlicht werden, wird der rechtliche Rahmen durch ein Portfolio an unterschiedlichen, international verbindlichen Lizenzen (CC) abgesteckt und durch einen „Disclaimer“ ergänzt. In der Regel werden Forschungsdaten zur Veröffentlichung mit dem BonaRes DOI versehen (doi.org/10.20387/BonaRes-XXXX-XXXX). Die Forschungsdaten sind damit zitierfähig. Die Speicherung der Daten in einem qualifizierten Repositorium mit anschließender Veröffentlichung ist Voraussetzung für eine Datenpublikation in einem Datenjournal. Die Veröffentlichung von Forschungsdaten wird ein immer wichtigeres Mittel, die Reputation von Wissenschaftlern weiter zu steigern.

Übersicht über relevante Standards für die verschiedenen „Data Life Stages“ digitaler boden- und bodenbegleitender Forschungsdaten

Hoffmann, C. (Müncheberg), Svoboda, N. (Müncheberg), Heinrich, U. (Müncheberg)

Im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes BonaRes („Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie“) hat das BonaRes Datenzentrum eine IT-Infrastruktur zur Verwaltung digitaler Forschungsdaten aus den Boden- und Agrarwissenschaften in Deutschland aufgebaut. Das Datenzentrum unterstützt Wissenschaftler beim Datenmanagement von der Datenerhebung, über die Verarbeitung, Analyse und Archivierung von Daten bis hin zu ihrer Bereitstellung in einem Geoportal und wissenschaftlichen Nachnutzung (= Research Data Life Stages). Die Verwendung allgemein anerkannter Standards und Richtlinien und deren Dokumentation in den Metadaten erleichtern das Datenmanagement in Repositorien, die Bereitstellung von Forschungsdaten und erhöhen somit deren Sichtbarkeit und Nachnutzbarkeit.

In den Agrar- und Bodenwissenschaften spielen die Auswahl und die Beschreibung angewendeter Methoden zur Erhebung und Analyse von biologischen, bodenkundlichen und landwirtschaftlichen Daten eine zentrale Rolle. Diese haben sich zahlreiche Standards und Konventionen etabliert: Die KA5 bei der bodenkundliche Kartierung im Feld, ISO und DIN Normen sowie die VDLUFA Methodenbücher bei Pflanzen- und Bodenprobenanalysen im Labor, das KTBL beschreibt Größe und Art von Landmaschinen, erstellt Richtlinien für Bonituren und registriert Anbaufrüchte usw. Nationale und internationale Vorgehensweisen sind hier nicht immer identisch.

Wenn erhobene Daten digitalisiert und zitierfähig in einer Datenbank zur Nachnutzung abgelegt werden, ist ihre Beschreibung durch Metadaten verpflichtend. Um von Beginn an internationale Sichtbarkeit zu gewähren hat das BonaRes Datenzentrum auch an dieser Stelle etablierte und anerkannte Standardverfahren implementiert (z.B. DataCite oder INSPIRE). Bei der Bereitstellung der Daten im BonaRes Datenportal werden etablierte und frei zugänglicher OGC Standards bedient.

In diesem Beitrag geben wir eine Übersicht über die Vielzahl von Normen und Richtlinien der verschiedenen *Research Data Life Stages* und diskutieren Vorteile die sich durch die Verwendung einheitlicher Methoden ergeben sowie mögliche Konflikte, die bei der Verwendung unterschiedlichen Normen auftreten können.

Bodenbedarf zur Ernährungssicherung in Österreich

Baumgarten, A. (Wien), Haslmayr, H. (Wien), Schwarz, M. (Wien), Huber, S. (Wien), Prokop, G. (Wien), Sedy, K. (Wien), Krammer, C. (Petzenkirchen), Murer, E. (Petzenkirchen), Pock, H. (Wien), Rodlauer, C. (Wien), Schaumberger, A. (Gumpenstein), Nadeem, I. (Wien), Formayer, H. (Wien)

Das Produktionspotential der landwirtschaftlich genutzten Böden in Österreich wurde im Hinblick auf den Nahrungsmittelbedarf unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Situation und zukünftiger Szenarien für den Nahrungsmittelverbrauch und die klimatische Entwicklung bewertet. Ziel war es, den Bodenbedarf sowohl hinsichtlich der Quantität als auch der Qualität der Böden abzuschätzen. Die Böden mit hohem Produktionspotential wurden basierend auf den Informationen der österreichischen Bodenkartierung und der Finanzbodenschätzung identifiziert. Darauf aufbauend, wurden Bereiche mit schützenswerten Produktionsflächen ausgewiesen.

Anhand von zwei Klimaszenarien (SRES A1B Klimaszenario aus dem Modell ENSEMBLES, regionales Modell „ALADIN“, „moderat“); RCP 8.5 Scenario aus CMIP5 (hohe Emissionswerte, „extrem“) wurde für Grün- und Ackerland das zukünftige Produktionspotential modelliert (Periode 2036 - 2065). Für den Ackerbau sind bei gleichbleibender Wirtschaftsweise deutliche Ertragsrückgänge zu erwarten, bei Grünland wurden in den Niederungen ebenfalls Rückgänge, in höheren Lagen aber auch Zuwächse prognostiziert. Die schützenswerten Böden erwiesen sich im Vergleich mit den übrigen Standorten als deutlich resilienter gegenüber den Veränderungen. Diese Flächen sollten daher in jedem Fall für die landwirtschaftliche Produktion erhalten bleiben.

Insbesondere für das Modell „CMIP“ ist bei unveränderten Produktionsweisen eine weitere Steigerung der Importabhängigkeit zur Sicherstellung der Versorgung mit Nahrungsmitteln zu erwarten. Für Grünland ergeben sich positivere Trends, da vor allem in den alpinen Regionen sogar mit einer Steigerung der Produktivität gerechnet werden kann. Die Ergebnisse dieses Projekts unterstreichen die Bedeutung nach der Forderung einer Reduktion der Flächeninanspruchnahme und des Schutzes landwirtschaftlich genutzter Böden. Die vorgeschlagene Methode zur Ausweisung wertvoller landwirtschaftlicher Flächen könnte als Instrument für die regionale Raumplanung eingesetzt werden, um den Schutz des Bodens, aber auch die Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung zu verbessern.

Das Projekt wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus finanziert.

Einfluss der Lagerungstemperatur auf die Nitratgehalte in Bodenproben

Finck, M. (Karlsruhe)

Gemäß Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) Baden-Württemberg werden in den Wasserschutzgebieten jährlich im Zeitraum 15.10. - 15.11. ca. 17.000 landwirtschaftliche Flächen auf den Nitratgehalt kontrolliert. Bei Überschreitung nach Auswaschungsrisiko und Bodentiefe festgelegter Überwachungswerte wird der Pauschalausgleich einbehalten. Für mögliche Ergebnisunschärfen sind die Überwachungswerte mit einem Toleranzzuschlag versehen. Um zu prüfen, ob die Toleranzzuschläge ausreichend bemessen sind, wurden während der SchALVO-Herbstkontrollaktion 2002 an 10 Standorten mit relativ hohem Mineralisierungspotential Feld- und Laborversuche durchgeführt.

Bei der SchALVO-Herbstkontrollaktion werden die entnommenen Bodenproben in Kunststoffbecher abgefüllt und diese in Styroporboxen gesetzt. Die verdeckelten Styroporkisten werden in der Regel bis zum Arbeitsende im Fahrzeug zwischengelagert und danach bei -18 °C eingefroren oder direkt zum Labor transportiert.

In den Feldversuchen wurden die frisch entnommenen Proben bzw. die bestückte Styroporkiste sofort in eine transportable, mit Generator betriebene Tiefkühltruhe eingefroren (Kontrolle) bzw. nach 4 h bzw. nach 8 h Lagerzeit im Fahrzeug eingefroren. Nach dem Auftauen, Trocknen im Trockenofen und Mahlen wurde das Nitrat extrahiert und analysiert (SchALVO-Methode Baden-Württemberg).

In den Laborversuchen wurde unmittelbar nach Rückkehr in das Labor das kompakt in Kühltaschen mit Kühlakku transportierte Probenmaterial homogenisiert, in Probenbecher verfüllt und in Styroporboxen eingelagert. Anschließend wurden die Proben sofort bzw. nach 4 h, 6 h und 8 h Lagerung im Klimaschrank bei 20 °C bzw. 35°C extrahiert (ohne vorherige Trocknung) und auf Nitrat analysiert.

Im Feldversuch wurde ein Anstieg der Nitratgehalte von durchschnittlich 4 kg N/ha festgestellt, jeweils bezogen auf die Bodenschichten in 0-3 und 3-9 dm Tiefe. Auch der in den Laborversuchen ermittelte Anstieg der Nitratgehalte lag innerhalb des jeweils geltenden Toleranzzuschlags, allerdings ergaben sich auf langjährig mit Gülle gedüngten Flächen sehr deutliche Anstiege im Nitratgehalt.

Stickstoff-Ausnutzung organischer Dünger – Ergebnisse aus Dauerversuchen der LUFA Speyer

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

Auf der Versuchsstation „Rinkenbergerhof“ der LUFA Speyer werden seit mehreren Jahrzehnten Dauerversuche mit Anwendung unterschiedlicher organischer Düngemittel durchgeführt. So werden in einem der ältesten „Humusversuche“ in Deutschland seit dem Jahr 1959 Stallmist, Erdmist, Klärschlamm und verschiedene Komposte ausgebracht. Im „Klärschlammversuch“ werden seit 1981 unterschiedliche Klärschlammmengen appliziert. Seit 1984 wird im „IOSDV-Versuch“ die Anwendung von Stallmist bei unterschiedlicher mineralischer Stickstoff-Düngung untersucht. Der Boden auf der Versuchsstation ist eine Parabraunerde-Braunerde mit einer Ackerzahl von 30 bis 45. Im langjährigen Mittel fallen knapp 600 mm Jahresniederschlag, die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt etwa 10,0 °C.

Vor dem Hintergrund der neuen Düngeverordnung stellt sich aktuell die Frage, wie hoch die Sickstoff-Ausnutzung von organischen Düngemitteln bei langjähriger Ausbringung auf demselben Schlag oder langfristig bei einmaliger Ausbringung anzusetzen ist und wie diese bei der Erstellung von N-Salden und Nährstoffvergleichen zu bewerten ist. Mit Hilfe der Versuchsergebnisse der Dauerversuche werden verschiedene Berechnungen zur Stickstoff-Ausnutzung vorgestellt, die auch die Vorratsänderung im Boden bzw. den langfristigen Verbleib von Stickstoff in der organischen Bodensubstanz berücksichtigen. Zusätzlich werden Ergebnisse zu Winterweizen aus 2018 nach langjährig differenzierter Klärschlammdüngung ohne zusätzliche mineralische Stickstoffdüngung vorgestellt, die eine Abschätzung der langfristigen Nachwirkung der organischen Düngung ermöglichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Langzeitversuche zur Beurteilung und Bewertung der langfristigen Wirkung von organischer Düngung unverzichtbar sind.

Wirkung eines Nitrifikationshemmstoffs auf N_2O- und CH_4-Emissionen bei bandförmiger Applikation von Gülle und Gärrest in einem Bodensäulenversuch

Ten Huf, M. (Osnabrück), Pralle, H. (Osnabrück), Olfs, H.-W. (Osnabrück)

Die Region Nordwestdeutschland ist ein Hotspot der Tierhaltung und Biogaserzeugung. Mais dient in dieser Region als Substrat für die Biogaserzeugung und als Futter für Nutztiere. Neue Düngungssysteme, wie z.B. die bandförmige Applikation von Gülle oder Gärrest unter die Maisreihe, können die Nährstoff-Nutzungseffizienz im Maisanbau optimieren. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Form der Applikation mit erhöhten Treibhausgas-Emissionen verbunden ist.

Zur Evaluierung der Wirkung des Nitrifikationshemmstoffs 3,4-Dimethylpyrazolphosphat (DMPP) auf N_2O- und CH_4-Emissionen bei bandförmiger Applikation von Gülle und Gärrest wurde ein Bodensäulenversuch durchgeführt. Als Inkubationsgefäße fungierten handelsübliche KG-Rohre (Innendurchmesser 19,1 cm), die auf 30 cm Länge geschnitten wurden. Der Gärrest wurde erzeugt, indem Gülle über einen Zeitraum von 15 Tagen unter anaeroben Bedingungen bei 37 °C inkubiert wurde. Der Versuch beinhaltete fünf Varianten in einer randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen: Kontrolle (ohne Zugabe von Gülle oder Gärrest), sowie jeweils bandförmige Applikation von Gülle bzw. Gärrest mit und ohne DMPP-Zugabe. Der Versuchszeitraum betrug 47 Tage. N_2O- und CH_4-Flüsse wurden zweimal wöchentlich gemessen und durch lineare Interpolation der aufeinanderfolgenden Mess-Termine kumuliert.

DMPP übte keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe der kumulierten CH_4-Emissionen aus. Die Gärrest-Varianten emittierten signifikant weniger CH_4 als die Gülle-Varianten. Die N_2O-Emissionen konnten signifikant durch DMPP reduziert werden, wobei Gülle und Gärrest sich nicht unterschieden.

Da das Treibhauspotenzial von N_2O ca. 10-mal höher als das von CH_4 ist, sind die geringeren CH_4-Emissionen in den Gärrest-Varianten unbedeutend. Der Einsatz von DMPP erscheint hingegen vielversprechend, um die durch bandförmige Applikation von Gülle und Gärrest verursachten Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren.

Lachgasemissionen auf einem Schwarzerdestandort bei Harnstoffdüngung

Tauchnitz, N. (Bernburg), Eißner, F. (Halle), Bischoff, J. (Bernburg), Christen, O. (Halle), Kreuter, T. (Cunnersdorf)

Die Steigerung der Stickstoff(N)-Effizienz bei der Düngung hat nach wie vor im Zuge der Umsetzung umwelt- und klimapolitischer Ziele einen großen Stellenwert. Im vorliegenden Projekt (N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung als innovative Technologien zur Optimierung der Ressourceneffizienz bei der Harnstoffdüngung -StaPlaRes) soll eine Erhöhung der N-Effizienz durch N-Stabilisierung (Einsatz von Urease- und Nitrifikationsinhibitoren) und wurzelnahe Platzierung des Düngers (Side-dressing-Verfahren) erreicht werden. In Fruchtfolgeversuchen (Winterraps-Winterweizen-Wintergerste) werden diese Verfahren an drei Versuchsstandorten (Bernburg, Cunnersdorf, Roggenstein) auf ihr N-Verlustminderungspotential geprüft.

Im vorliegenden Beitrag werden die Lachgas(N_2O)-Emissionen aus zwei Versuchsjahren (Winterraps und Winterweizen) am Versuchsstandort Bernburg vorgestellt. Dabei wird neben den Einflussgrößen Witterung und Bewirtschaftung (Düngung, Bodenbearbeitung) schwerpunktmäßig der Einfluss der charakteristischen Bodeneigenschaften des Schwarzerdestandortes (Mineralisations- und Denitrifikationspotential) auf die Höhe der N_2O-Emissionen betrachtet. Bisherige Ergebnisse zeigten, dass die N_2O-Emissionen auf einem sehr geringen Niveau (<1 kg N ha^{-1} yr^{-1}) lagen. Signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten waren nicht nachweisbar. Der Einfluss der Bodenbearbeitung (Pflug) nach der Ernte zeigte sich demgegenüber anhand eines N_2O-Peakes bei allen Versuchsvarianten, auch bei der ungedüngten Kontrolle.

Im Projektverbund sind folgende Kooperationspartner vertreten:

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

Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung ist Projektträger des Vorhabens.

Schätzung der N_2-Fixierungsleistung von Sojabohnen und Erbsen in Süddeutschland

Paeßens, B. (Rheinstetten), Butz, A. (Rheinstetten), Salzeder, G. (Freising), Urbatzka, P. (Freising)

Die Bestimmung der N_2-Fixierungsleistung erfolgte im Rahmen des Projektes FixVorSaat Soja, das von der Bundesanstalt für Landwirtschaft gefördert wird und in Zusammenarbeit vom Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft durchgeführt wurde. An einem konventionell bewirtschafteten Versuchsstandort (Rheinstetten, mit Bewässerung) und zwei ökologisch bewirtschafteten Standorten (Forchheim am Kaiserstuhl und Hohenkammer, LfL) wurden in einer vierfach wiederholten Blockanlage bei zwei Erbsensorten (*Alvesta* und *Respect*, konventionell und *Alvesta* und *Salamanca*, ökologisch) und zwei Sojabohnensorten (*ES Mentor* und *Merlin*) die N_2-Fixierungsleistung mit der erweiterten Differenzmethode nach Stülpnagel (1982) mit der Erweiterung III nach Hauser (1987) in den Jahren 2015 bis 2017 bestimmt Als nicht-legume Referenzfrüchte wurden zwei Silomaissorten, für die Sojabohnensorten, und Sommergerste (Rheinstetten, Forchheim am Kaiserstuhl) sowie Hafer (Hohenkammer) für die Erbsensorten ausgewählt. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die relativ starke Jahresschwankungen der N_2-Fixierungsleistungausgesetzt ist, dies welche aber unter bewässerten Bedingungen (Rheinstetten) geringer ausfallen. Insgesamt liegen unsere Ergebnisse im mittleren Bereich bis hin zum oberen Drittel der in der Literatur genannten N_2-Fixierungsleistungen.

Tab. 1: N_2-Fixierungsleistung von Sojabohnen und Erbsen. Kleinbuchstaben geben signifikante Unterschiede am jeweiligen Standort an. Großbuchstaben geben Kulturunterschiede am Standort Forchheim a. K. an (Tukey-Test p>0,05).

N_2-Fixierungsleistung in kg N ha^{-1}	**Rheinstetten (konventionell)**			**Forchheim a. K. (ökologisch)**			**Hohenkammer (ökologisch)***	
	2015	**2016**	**2017**	**2015**	**2016**	**2017**	**2015**	**2016**
Merlin	211^{bc}	178^{cd}	181^{cd}	184^{BC}	227^{AB}	310^{A}	194^{b}	198^{b}
ES Mentor	276^{a}	235^{ab}	237^{ab}	199^{BC}	264^{AB}	288^{A}	165^{b}	269^{a}
Alvesta	187^{bc}	208^{bc}	140^{d}	115^{D}	176^{CD}	186^{CD}	97^{cd}	132^{c}
Respect	179^{bc}	207^{bc}	156^{cd}	-----	-----	-----	-----	-----
Salamanca	-----	-----	-----	126^{D}	176^{CD}	128^{CD}	80^{d}	133^{c}

* 2017 noch nicht ausgewertet

The utopian / illusionary initiatives like 4p1000 org to enforce apparently „permanent“ C-, (N-, P-, S-) (im-)mobilisation ≠ sequestration in soil organic matter (SOM) as „negative emissions“ to counteract i.e. climate change

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

C-, N-, P-, S are both nutrient elements for the biosphere but their reactive compounds cause (in-)directly also as emissions /immissions above their critical levels and loads the environmental damages not only of climate change but also of eutrophication, acidification and decline of biodiversity. **Sequestration** i.e. of C, N, C, P, S as fossil coal (diamond), oil and gas are the results of former geological / tectonic processes (i.e. before 359 -299 millions of years, also during 60 millions of years in the Carbon) which cannot be managed by humans. – **The utopia / illusion to fix C (N, P, S) likewise permanently by SOM (im-)mobilization will fail because:**

1. These elements are (im-)mobilized only in (from) the decomposable (labile) SOM fraction (about 25% of total SOM).

2. Only for a short time (here in 4p1000org for 20-30 years) and

3. To sustain immobilization the need of additionally endless and, because of an only about 10% SOM efficiency (a.o. Körschens 2018), utopian amounts of organic primary matter (OPS) according to 0.5 – 4.4 fold actual net primary production (60 Gt C · yr^{-1} = 12.3 t C· ha^{-1} ·yr^{-1}) and likewise additionally both 1.1 – 10.0 fold higher N and 0.7 – 5.9 higher P input / deliveries (Tab.).

Comparable to CO_2 capture and storage (CCS) in the lithosphere such a C-, N-, P-, S (im-) mobilization functions as chemical time bombs (CTB) in respect to similar additional emissions of reactive C-, N-, P-, S- compounds. Therefore there is no alternative to the needed reductions of the C-, N-, P-, S-emissions, nearly to zero for C (decarbonisation not only of fossil C), and in respect to the emissions / immissions of reactive N, P, S compounds below the critical levels and loads of the nearly natural ecocystems latest before 2050. In respect to climate change as requirement to reach the level not more increase of atmospheric temperature than 1.5° C before the pre-industrial level.

Scenarios (2007-2016) (Agricultural Area = 4.86 · 10^9 ha)	4 p 1000.org (A / B) French Government / IPCC(2015) Compensation Atmospheric Increase: 1.3 (LULUC) / 3.8 Gt C · yr^{-1}	3 p 1000 .org (C) Compensation Atmospheric Increase: 4.7 Gt C · yr^{-1}	(D) Compensation Total human CO_2-Emissions: 10.7 Gt C· yr^{-1}
1. Soil depth [cm]	40 / 40	**100**	**100**
2. Actual SOC [Gt C]	300 / **950**	**1500**	**1500**
3. Additionally needed:			
3.1 Immobilisation [kg C · ha^{-1} · yr^{-1}]	250 / 780	980	2 200
[% actual SOC]	0.4	0.3	0.7
3.2 OPM [t dm · ha^{-1} · yr^{-1}]	6.2 / 19.5	24.2	55.1
[relative: actual = 1]	0.5 / 1.5	2.0	4.4
3.3 Relative Fertilizer Input / Delivery:			
3.3.1 N (actual: 22 kg N · ha^{-1} · yr^{-1}= 1)	1.1 / 3.6	4.5	10.0
3.3.2 P (actual: 3.7 kg P · ha^{-1} · yr^{-1}= 1)	0.7 / 2.1	2.7	5.9

re2363

P002 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“

Überblick über Dauerfeldversuche in Deutschland auf der Basis strukturierten Metadaten

Grosse, M. (Müncheberg), Hoffmann, C. (Müncheberg), Svoboda, N. (Müncheberg) und Hierold, W. (Müncheberg)

Es ist eine Aufgabe des BonaRes-Datenzentrums als Teil des BonaRes-Zentrums für Bodenforschung, Daten und Metadaten von landwirtschaftlichen Dauerfeldversuchen (DFV) in Deutschland zu erfassen und zusammenzustellen. Als Dauerfeldversuche (DFV) werden hier Versuche mit einer Laufzeit von mindestens 20 Jahren und einem statischen Design bezeichnet. Versuche, die in jüngerer Zeit begonnen wurden, aber während der Laufzeit von BonaRes (2015 - 2024) 20 Jahre Laufzeit erreichen, sind hier einbezogen.

Insgesamt wurden 203 DFV in Deutschland identifiziert, die obiger Definition entsprechen. 53 dieser Versuche sind über 50 Jahre alt; drei weitere Versuche haben eine Laufzeit von mehr als 100 Jahren („Ewiger Roggen” Halle (Saale), seit 1878; „Statischer Düngungsversuch V120“ Bad Lauchstädt, seit 1902; „Dauerdüngungsversuch Dikopshof“ Wesseling, 1904 – 2009).

Informationen zu DFV wurden in einer Online-Übersichtskarte zusammengestellt und im März 2017 freigeschaltet (https://dfv-karte.bonares.de). Sie existiert außer in deutscher inzwischen auch in englischer Sprache. Zusätzlich zu den zunächst vorhandenen Informationen wie genaue Lage des Versuchs, Versuchsthema, betreibende Institution, Art der Landnutzung, Untersuchungsparametern, Laufzeit und Mitgliedschaft in Netzwerken wurden Informationen zu Standort und Versuchsaufbau ergänzt. Außerdem nahm BonaRes eine Zuordnung der Versuche zu fünf verschiedenen Bodenfunktionen vor. Die Einteilung erfolgte aufgrund der bisher in den Versuchen erhobenen Forschungsdaten und schätzt ab, inwieweit diese Daten geeignet sind, Bezüge zu Bodenfunktionen herzustellen wie Biomasseproduktion, Speicherung und Filterung von Wasser, Speicherung und Recycling von Nährstoffen, Kohlenstoffspeicherung, Habitat für Bodenleben.

An ausgewählten Gebietstypisierungen ist eine erste Bewertung der räumlichen Verteilung von DVF in Deutschland vorgenommen worden.

Die Online-Übersichtskarte beruht auf frei verfügbaren Informationen. Sie soll zu einer besseren Sichtbarkeit der Versuche beitragen und eine einfachere Recherche ermöglichen.

P003 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“

Sind Pflanzenkohlen ein geeigneter Zuschlagstoff in Baumsubstraten?

Beck, K. (Veitshöchheim), Klemisch, M. (Veitshöchheim)

Bei Substraten für Baumpflanzungen stehen die physikalischen Eigenschaften im Vordergrund. Die Baumsubstrate bestehen daher größtenteils aus grobkörnigen mineralischen Komponenten und verfügen deshalb meist nur über eine geringe Nährstoffspeicherfähigkeit, sodass eine ausreichende Nährstoffversorgung im Substrat häufig nicht gewährleistet ist.

Pflanzenkohlen, die bei der Pyrolyse von biogenen Reststoffen erzeugt werden, könnten aufgrund ihrer Eigenschaften und der beobachteten positiven Effekte auf die Sorptionskapazität und den Humusgehalt im Boden eine geeignete organische Komponente in Baumsubstraten darstellen. Die Zusammensetzung und die Eigenschaften von Pflanzenkohlen können in Abhängigkeit vom Ausgangsstoff und den Herstellungsbedingungen jedoch erheblich variieren, sodass angenommen werden kann, dass verschiedene Pflanzenkohlen auch eine unterschiedliche Eignung für den Einsatz in Baumsubstraten besitzen.

In Laboruntersuchungen wurden derzeit am Markt erhältliche Pflanzenkohlen aus unterschiedlichen Ausgangsmaterialien auf ihre für Baumsubstrate relevanten chemischen Eigenschaften überprüft. Ergänzend dazu wird in einem mehrmonatigen Topfversuch unter Freilandbedingungen untersucht, ob die Zumischung von Pflanzenkohlen die Substrateigenschaften im Vergleich zu der herkömmlichen organischen Komponente Kompost verbessert. Dazu werden vier ausgewählte, mit Kompost vermischte Pflanzenkohlen einem mineralischen Baumsubstrat zugegeben und an drei Messterminen pH-Wert, Salzgehalt, Kohlenstoffgehalt, verfügbare Nährstoffe und Kationenaustauschkapazität im Substrat bestimmt.

Erste Ergebnisse zeigen, dass sich die verschiedenen Pflanzenkohlen teilweise stark in ihren chemischen Eigenschaften unterscheiden. Die Pflanzenkohlen weisen insbesondere Unterschiede bei pH-Wert (7,9-11,7), Leitfähigkeit (200-4000 µS/cm), Kohlenstoffgehalt (58-85 % TM), Gehalt an löslichen Nährstoffen (P_2O_5 (CAL): 10-300 mg/100g, K_2O (CAL): 100-2000 mg/100g) und Kationenaustauschkapazität (100-500 $mmol_c$/kg TM) auf. Außerdem wurden deutliche Unterschiede bei der thermischen Stabilität der Pflanzenkohlen festgestellt.

Reduzierte Bodenbearbeitung und unterschiedliche Herbizidstrategien bei Sojabohnen

Paeßens, B. (Rheinstetten), Butz, A. (Rheinstetten)

Sojabohnen benötigen relativ hohe Bodentemperaturen, damit ein guter Auflauf gelingen kann. Bei Verfahren der reduzierten Bodenbearbeitung könnte die Erwärmung des Bodens vermindert sein und diese Verfahren damit weniger geeignet sein für den Sojabohnenanbau, wie wendende Verfahren. Zudem sollte im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, wie Herbiziden, reduziert werden. Die Frage ist, wie sich eine Reduktion eines Totalherbizides vor der Saat auf Ertrag und Unkrautdeckungsgrad auswirkt.

Daher wurden im Rahmen des von der Bundesanstalt für Landwirtschaft geförderten Projektes FixVorSaat Soja, das vom Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg durchgeführt wird, in einem Versuch im Kraichgau (Baden-Württemberg) in den Jahren 2015 bis 2017 verschiedene Verfahren der reduzierten Bodenbearbeitung auf ihre Eignung im Sojabohnenanbau getestet und dabei unterschiedliche Herbizidstrategien geprüft. Sowohl bei Mulchsaat, als auch bei Strip-Till wurden die Auswirkungen eines Verzichts des Totalherbizides Glyphosat vor der Saat, bei ansonsten systemüblichem Einsatz von Herbiziden, auf den Ertrag und den Unkrautdeckungsgrad untersucht. Weiterhin wurde zwei Varianten mit Direktsaat in gewalzten oder abgeernteten Grünroggen getestet und dabei entweder systemübliche Herbizide eingesetzt oder komplett auf Herbizide verzichtet.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass sich die Mulchsaatvarianten und die Strip-Till-Varianten für den Sojaanbau eignen, da sie gute Erträge liefern. Dagegen könnten sich die Direktsaatvarianten mit Grünroggen nur dann eignen, wenn stets eine ausreichende Versorgung mit Wasser gegeben ist. Ursache hierfür ist der Wasserbedarf des Grünroggens. Der Verzicht auf das Totalherbizid Glyphosat vor der Saat hat keinen Einfluss auf den Ertrag oder den Unkrautdeckungsgrad der Sojabohnen. Daher kann aus unserer Sicht vor der Saat der Sojabohnen auf den Einsatz von Glyphosat verzichtet werden.

Einfluss der Impfung von Sojabohnen mit kommerziellen Bradhyrhizobienpräparaten auf Ertrag und Eiweißgehalt

Butz, A. (Rheinstetten)

Sojabohnen sind wie alle Leguminosen in der Lage, in Symbiose mit Rhizobien atmosphärischen Stickstoff zu fixieren. In Deutschland wird üblicherweise das Sojasaatgut vor der Aussaat mit *Bradyrhizobium japonicum* beimpft, um die Entwicklung der Symbiose mit der Sojabohne sicherzustellen. Impfmittel unterliegen keinem Zulassungsverfahren mit Wirksamkeitsprüfung. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch unterschiedliche Symbioseleistungen und damit verbundene Ertragsschwankungen. Um der Praxis eine Orientierung zu geben, wurde die Wirkung von kommerziellen Bradyrhizobiumpräparaten auf den Ertrag und den Eiweißgehalt von Sojabohnen in Feldversuchen geprüft.

Die Feldversuche wurden an drei Standorten in Baden-Württemberg in den Jahren 2015 - 2017 (Ladenburg) bzw. 2016 -2017 (Rheinstetten und Kupferzell) angelegt. In den Versuchen wurden neben der ungeimpften Kontrolle bis zu 13 Impfmittel geprüft. Der Impferfolg wurde durch eine Knöllchenbonitur zum Zeitpunkt der beginnenden Kornfüllung ermittelt. Zum gleichen Zeitpunkt wurde ab 2016 der mit dem Chlorophyllgehalt korrelierende Grünwert mit dem Yara-N-Tester gemessen. Neben dem Samenertrag wurden der Proteingehalt und der Proteinertrag erhoben.

Die Ergebnisse zeigen dass zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den Impfmitteln bestehen. So lagen beim Ertrag, Proteingehalt und Proteinertrag signifikante Unterschiede zwischen den Impfmitteln bzw. der ungeimpften Kontrolle. Auch zeigte sich, dass zwischen den Impfmitteln und den Standorten bzw. den Jahren signifikante Interaktionen vorliegen. Es gab zum Teil erhebliche Schwankungen der Leistung der Impfmittel zwischen den Jahren und Standorten, die sich im Ertrag, Proteingehalt und Proteinertrag zeigten. Sowohl beim Impferfolg als auch beim Grünwert gab es signifikante Unterschiede zwischen den Impfmitteln. Insbesondere der ermittelte Grünwert könnte ein geeigneter Parameter sein, um schon im Bestand die Leistung vom Impfmittel zu erfassen.

Mortalität, Ursachen und Gesamtkosten ernährungs(mit)bedingter Fehlernährung sowie von NH_4-sensitivem Feinstaub (PM2.5) z. B. in Deutschland und Grundvoraussetzungen zu ihrer Vermeidung

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

Aktuell (2015/Destatis.de) beträgt die **gesamte Mortalität (Sterblichkeit) in Deutschland 925 000 Todesfälle/Jahr (100%). Davon sind ca. 833 000 Todesfälle (ca.90%) vorzeitig und potentiell vermeidbar. Hierzu zählen vorrangig ernährungs(mit)bedingte Todesfälle** des Kreislaufsystems (356 600) und durch bösartige Neubildungen (Krebs) 226 300) von insgesamt 582 900 Todesfällen (64%) und unter Einschluss auch des Verdauungssystems (37 000) **insgesamt von 619 900 Todesfällen (68%).-** Hinsichtlich der **Fehlernährung** steht ursächlich die **Überernährung** im Vordergrund entsprechend DGE „zu viel (Energie, bes. Zucker),zu fett und zu eiweißreich (bes. tierische Nahrungsmittel)“ mit weiterhin zunehmender Übergewichtigkeit (BMI ≥25) bei Männern:67%, Frauen:53%, Ø60%, adipös:24% (Robert-Koch-Institut 2012).**Hinsichtlich der Fleischproduktion (2010/2011) von 73 kg/E· a=100% ist ein Konsum von max. 23 kg/E· a =32% vertretbar (Referenzwerte DGE/DACH) und 49 kg/E· a=68% sind vermeidbar** und unterliegen mit 21kg/E·a = 28% der Überernährung, 18 kg/E· a= 25% werden in die Mülltonne gedrückt und 10 kg /E· a=15% werden zu Schleuderpreisen netto exportiert (Isermann 2017).-**Zusätzlich atmogene Belastungen durch NO_2-Exposition bewirken 8 321 Todesfälle (UBA 2018), jedoch NH_4-sensitiver Sekundär-Feinstaub (bes. $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3) auch der Landwirtschaft bewirkt mit 24 500 Todesfällen (Pozzer et al. 2017, Isermann 2018) gar das 3fache oder Feinstaub insgesamt das 5fache mit 41 500 Todesfällen (UBA 2017).- Die ernährungsbedingten Krankheitskosten betragen aktuell (2015) 113 Mrd. €/Jahr (= 3,78 €/E·d, vgl. Kosten der Nahrungsmittel entspr.: 3,68 €/E· d)**=3,3faches der Militärausgaben von 34 Mrd.€/a) **in Fortschreibung von 33% der jährlichen gesamten** (direkt =Behandlungskosten + indirekt Folgekosten) **Krankheitskosten von 344 Mrd. €/a =100%** (=11,5 €/E· d= 10faches der Militärausgaben), ohne dass das zunehmende Ausmaß und die Ursachen dieser (vermeidbaren) Krankheiten wesentlich verringert, sondern im Gegenteil durch Lobbyismus noch gesteigert werden (z.B. steuerbegünstigter Dieselkraftstoff, anstelle von 19% nur 7% MwSt. für Nahrungsmittel). Diese Krankheiten werden also von den 110 Krankenkassen, 400 Gesundheitsämtern und 385 000 Ärzten im Wesentlichen nur verwaltet.. **Grundvoraussetzungen zur Vermeidung der o.a. ernährungs(mit) bedingten Mortalität und zusätzlich der vielfach kostenträchtigeren Umweltschäden der Landwirtschaft beinhalten die: 1. Beseitigung des kontraproduktiven Lobbyismus von Landwirtschaft, Ernährungswirtschaft, Pharmaindustrie, 2. Umsetzung der Ernährungsrichtlinien und Referenzwerte von DGE/DACH (2000) sowie 3. demzufolge die Reduktion des Viehbestandes entsprechend 0,1 GV/E= 50 kg GV/65 kg E um -55% von 13,2 Mio. GV auf 5,9 Mio. GV (2016) mit einer max. tolerierbaren Viehbestandsdichte von 1,0 GV/ha mit den Nährelementen C, N, P, K versorgbarer LF und 4. nachhaltiger Gestaltung der Düngeverordnung 2017/2018.**

P007 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“

Wie hat sich die Nährstoffaufnahme von Zuckerrüben bei gestiegenen Erträgen geändert?

Bürcky, K. (Obernbreit), Heyn, J. (Kassel), Horn, D. (Ochsenfurt), Koch, D. (Kassel)

In neueren Feldversuchen zur Düngung wurden Ergebnisse zu Nährstoffgehalten und Nährstoffaufnahmen von Rübe und Blatt ermittelt (Bürcky et al., 2017).

Offen blieb die Frage, inwieweit sich die heutigen Ergebnisse zum Nährstoffexport von jenen in den letzten 20 Jahren unterscheiden. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der zwischenzeitlich beträchtlich angestiegenen Erträge von Interesse, die vermuten lassen, dass heute der Nährstoffexport mit der Abfuhr der Rüben höher ist als früher. Andererseits verbleibt heutzutage das Rübenblatt in den meisten Fällen auf dem Feld, so dass die darin enthaltenen Nährstoffmengen nicht exportiert werden. Es gibt somit keine zusammenfassenden Informationen über die Entwicklung der Nährstoffexporte bei steigendem Ertragsniveau.

Für den Vergleich der Entwicklung des Nährstoffexports innerhalb der letzten 20 Jahre dienten Feldversuche zur Düngung von Zuckerrüben des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH), Kassel, sowie aus dem Einzugsgebiet der süddeutschen Zuckerwirtschaft. Während für die Jahre 2010 bis 2013 die Ergebnisse von 222 Umwelten im Einzugsgebiet der süddeutschen Zuckerwirtschaft und der LLH herangezogen wurden, standen für die Jahre 1994 bis 1997 Daten von insgesamt 219 und für die Jahre 2002 bis 2005 von 165 Umwelten aus Feldversuchen der LLH zur Verfügung. Somit floss in die jeweils vierjährig gemittelten Ergebnisse eine große Spannbreite an Umwelten ein, so dass die Entwicklung des Nährstoffexports mit der Rübe in diesem Zeitraum repräsentativ wiedergegeben wird.

Bei den Standorten handelte es sich nahezu ausschließlich um typische Lößlehmböden. Die Nährstoffversorgung der Böden entsprach überwiegend der Versorgungsstufe „C“ (anzustreben). Die Düngung wurde nach guter fachlicher Praxis vorgenommen. Für die Versuche zur Optimierung der K-Düngung (Varianten von 0, 150, 300, 600 kg K_2O ha^{-1}) wurden Standorte mit der K-Versorgungsstufe B (niedrig) ausgewählt. Die Stickstoffdüngung wurde in den Stufen 0, 40, 80, 120, 160, 200 kg N ha^{-1} variiert. Schwefel wurde in Varianten mit 54, 108 kg S ha^{-1} gedüngt. Alle Düngevarianten an den verschiedenen Standorten bildeten die „Umwelten“, die für die Auswertung herangezogen wurden. Die Versuche wurden zwischen Mitte September und Ende Oktober beerntet. Neben Ertrag und Qualität der Zuckerrübe wurden auch die Nährstoffgehalte in der Rübe untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gehalte aller Hauptnährstoffe (außer Calcium) in der Rübe zum Teil beträchtlich niedriger sind als vor 20 Jahren. Trotz Anstieg des Rübenertrages um 33% innerhalb des Untersuchungszeitraums blieb die Nährstoffaufnahme weitgehend konstant.

MR digital - Überbetrieblicher Einsatz von informationsgestützter Landtechnik

Weber, H. (Stuttgart), Leibfried, W. (Höpfingen), Fetzer, H. (Langenau), Hengge, H. (Tettnang), Griepentrog, H. (Stuttgart), Doluschitz, R. (Stuttgart), Müller, T. (Stuttgart), Weis, M. (Rheinstetten), Möller, K. (Rheinstetten)

Auf dem Poster wird das soeben begonnen Projekt „MR digital - Überbetrieblicher Einsatz von informationsgestützter Landtechnik“ vorgestellt. „MR digital“ ist ein Projekt im Rahmen der Fördermaßnahme Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI) mit einer Laufzeit von 2018 bis 2022. Die Projektkoordination liegt beim Landesverband der Maschinenringe in Baden-Württemberg e.V.. Weitere Projektpartner sind die Güllegemeinschaft Neckar Odenwald GbR, der Maschinenring Ulm-Heidenheim, der Maschinenring Tettnang, die Universität Hohenheim mit den Instituten für Agrartechnik, für landwirtschaftliche Betriebslehre und für Kulturpflanzenwissenschaften sowie das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg mit dem Referat für Pflanzenbau in Rheinstetten-Forchheim.

Das Projekt schafft die Grundlagen für eine Digitalisierung von Prozessen in der Landwirtschaft Baden-Württembergs, indem überbetriebliche Kooperationen durch den Austausch, die Kombination und die Wiederverwendung von Datensätzen und Smart Farming Techniken ermöglicht werden. Das herstellerunabhängige Datenmanagement, die Maschinensteuerung und die Dokumentation ermöglichen überbetrieblich organisierte Smart Farming Anwendungen, die auch kleinen Betrieben zur Verfügung stehen sollen. Beispiele hierfür sind die Ausbringung von Wirtschafts- und Mineraldünger, eine optimierte Düngeplanung für Präzisionsdüngungen, automatisierte Stoffstrombilanzen oder die präzise Steuerung von Pflanzenschutzapplikationen. Das Projekt stellt benötigte Daten in standardisierter Form zur Verfügung, so dass durchgängig digitalisierte Prozessketten aufgebaut werden können. Zwei wesentliche Komponenten sind die Feldatlas-APP, mit der amtliche Geodaten mobil genutzt werden können, und der Feldpass, der ein standardisiertes Austauschformat für die Bearbeitung und Dokumentation bereitstellt und digitalisierte Auftragsvergaben ermöglicht.

Bewertung von Extraktionsmethoden zur Bestimmung des Aluminiumgehaltes in Baumschulböden am Beispiel von *Abies nordmanniana*

Meints, F. (Osnabrück), Daum, D. (Osnabrück), Lösing, H. (Ellerhoop)

Aluminium kann bei hoher Verfügbarkeit im Boden das Pflanzenwachstum beeinträchtigen. Üblicherweise ist diese Problematik nur in stark sauren Böden anzutreffen. Bei Analysen zur Nährstoffversorgung von Baumschulböden mittels der CAT-Methode wurden allerdings als Nebenbefund an zahlreichen Standorten relativ hohe Aluminiumgehalte festgestellt. Ob das hier erfasste Aluminium pflanzenbaulich relevant ist, sollte in der vorliegenden Untersuchung an Nordmannstannen (*Abies nordmanniana*) geprüft werden. 10 Baumschulflächen aus dem Raum Pinneberg wurden in die Erhebung einbezogen. Alle Nordmannstannen waren im 5. Standjahr und wuchsen vorwiegend auf schwach lehmigen Sandböden, deren pH-Wert zwischen 3,8 und 5,8 lag. In den Böden wurden die Aluminium- und Magnesiumgehalte nach Extraktion mit $CaCl_2$, CAT, KCl, NH_4NO_3 bzw. nach Königswasseraufschluss bestimmt. Als Pflanzenparameter wurden die Aluminium- und Magnesiumgehalte in einjährigen Nadeln sowie die Länge des einjährigen Terminaltriebes erfasst. Da beim Anbau von Nordmannstannen immer wieder Probleme mit Nadelbräune auftreten, wurde dieses bislang noch ungeklärte Schadsymptom bei der Bonitur der Bäume berücksichtigt.

Der Aluminiumgehalt im Boden stieg mit sinkendem pH-Wert exponentiell an. Besonders eng war diese Beziehung, wenn die Bodenproben mit Kaliumchlorid ($R^2 = 0,98$) und Calciumchlorid ($R^2 = 0,94$) extrahiert wurden. Bei den anderen geprüften Extraktionsmethoden zeichnete sich hingegen nur ein schwacher oder kein Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Aluminiumgehalt im Boden ab. Auffällig war außerdem, dass die Höhe des gemessenen Aluminiumgehaltes stark von der Extraktionsmethode beeinflusst wurde. Die mit der CAT-Methode bestimmten Aluminiumgehalte lagen erheblich über den Werten der anderen Extraktionsverfahren. Auf den Aluminiumgehalt der Nadeln hatte der pH-Wert des Bodens nur einen relativ geringen Einfluss ($R^2 = 0,42$). Des Weiteren konnte nur ein schwacher Zusammenhang zwischen den Aluminiumgehalten in Boden und Nadeln festgestellt werden ($R^2 \leq 0,42$). Nadelbräune war in keinem der untersuchten Baumbestände zu beobachten. Auch das Triebwachstum der Bäume stand in keinem Zusammenhang zu den Aluminiumgehalten in Boden und Nadeln. Der Magnesiumgehalt im Boden nahm mit sinkendem pH-Wert ab. Auf den Magnesiumgehalt der Nadeln hatte der pH-Wert des Bodens keinen Einfluss. Allerdings zeichnete sich ein Zusammenhang zwischen dem Magnesiumgehalt der Nadeln und dem Triebwachstum der Nordmannstannen ab. Bei Unterschreitung eines Magnesiumgehaltes von etwa 0,7 g/kg in der Nadeltrockenmasse war die Länge des Terminaltriebes reduziert.

Effizienz Erhöhende Dünger (EEF) steigern Erträge und verringern N-Auswaschungsverluste bei Sommergerste und Weidelgras im Gefäßversuch

Goebel, M. (Kassel), Voelkner, A. (Mannheim), Henke, C. (Mannheim), Peters, N. (Mannheim), Mannheim, T. (Mannheim), Koch, D. (Kassel), Pacholski, A. (Mannheim)

Effizienz Erhöhender Dünger (EEF) beruht auf dem Konzept der optimierten Pflanzenernährung entlang der Nährstoffbedarfskurve bei gleichzeitiger Reduzierung von N-Verlusten. Neben einer Düngereffizienzsteigung wird so mit EEF die Umweltverträglichkeit erhöht, indem zum Beispiel die Auswaschung von Nitrat-Stickstoff mit dem Sickerwasser aus der durchwurzelten Bodenschicht deutlich verringert wird.

In der Versuchsstation des Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) in Kassel-Harleshausen wurden in offenen Unterglasversuchen zwei verschiedene Typen Effizienz Erhöhender Stickstoffdüngemittel im Gefäßversuch getestet: (a) Nitrifikationsinhibitoren (NI) basierend auf biochemischer N-Form Stabilisierung und (b) mit (Bio-)Polymeren umhüllte Düngergranalien (coated fertilizer) mit physikalischer Kontrolle der Nährstofffreisetzung.

Die Gefäßversuche wurden in Mitscherlich-Gefäßen mit den Kulturen Sommergerste und einjährigem Weidelgras durchgeführt. Testbedingungen der Kulturführung waren regelmäßig wiederkehrende simulierte Starkregenereignisse und optimal eingestellte Wassergehalte.

Der Einsatz von Inhibitoren (a) steigerte nicht nur die N-Effizienz des eingesetzten Düngers um beinahe 15 % sondern teilweise entsprechend auch deutlich Korn- und Trockenmasseerträge des Schnittgutes. Zusätzlich konnten die N-Auswaschungsverluste (Abb. 1) unter dem Pflanzenbestand um mehr als 90 % gemindert werden, wobei gleichzeitig die P-Aneignung der Pflanzen (Sommergerste) deutlich erhöht wurde.

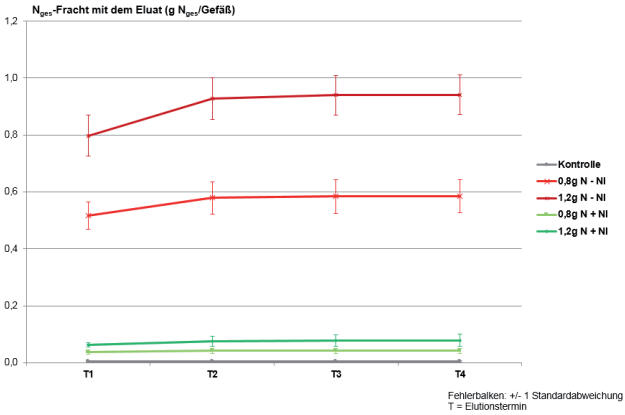


Abb. 1: Kumulative N-Auswaschung unter Sommergerste (n = 4 Gefäße) nach vier simulierten Starkregenereignissen unter Verwendung von Diammoniumphosphat mit und ohne Nitrifikationsinhibitor.

Mit einer Polymerhülle umschlossene Düngergranulate (b) zeigten eine optimierte Bereitstellung des Stickstoffes über mindestens drei dem initialen Grasschnitt folgende Schnitte hinweg und eine insgesamt erheblich verbesserte Düngerausnutzung bei gleichzeitiger Verringerung der N-Auswaschung (je nach Granulathülle wurde um die 20 bis etwa 70 % weniger Stickstoff mit dem Sickerwasser verlagert).

Einfluss der Faktoren Stickstoffdüngung und Pflanzenschutzmitteleinsatz auf die Bodenfauna in einem Dauerfeldversuch

Koch, D. (Kassel), Goebel, M. (Kassel), Jacobi, F. (Bad Hersfeld), Zerr, W. (Bad Hersfeld)

Die Auswirkungen gängiger Mineraldüngungsmaßnahmen kombiniert mit einem im konventionellen Ackerbau üblichem Pflanzenschutzmitteleinsatz auf das eher versteckte Leben unterhalb der Bodenoberfläche wurden in einem Dauerfeldversuch (> 25 a) untersucht. Aus fünf Düngungsstufen (Stickstoff) sowie dem zweistufigen Faktor Pflanzenschutz, in jeweils vierfacher Wiederholung, ergibt sich ein Versuchsdesign, das insgesamt 40 Parzellen (10 x 5 m), angeordnet in einem randomisierten Blockdesign, umfasst (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Variantenplan des Extensivierungsversuchs (Dauerfeldversuch bei Niederlistingen, Nordhessen)

ohne Pflanzenschutz (Herbizide erlaubt)	
Var. 1	Ohne Stickstoffdüngung
Var. 2	50 % des fruchtartspezifischen Optimums (jeweils in Bezug auf die Stickstoffdüngung)
Var. 3	75 % des oben genannten Optimums
Var. 4	100 % des oben genannten Optimums
Var. 5	125 % des oben genannten Optimums
Pflanzenschutz nach Bedarf (Fungizide, Insektizide)	
Var. 6	Ohne Stickstoffdüngung
Var. 7	50% des oben genannten Optimums
Var. 8	75% des oben genannten Optimums
Var. 9	100% des oben genannten Optimums
Var. 10	125% des oben genannten Optimums

Im Herbst 2016 (am 18. Oktober) wurden bodenbiologische Beprobungen durchgeführt. Im Labor wurde anschließend die Arthropoden-Gemeinschaft auf Artniveau sowie die Abundanz und Biomasse an Lumbriciden (juvenil und adult) bestimmt.

Die Artenzusammensetzung der Bodenmesofauna wurde durch eine Stickstoffsteigerung nicht wesentlich alterniert gefunden. Hingegen wurde bei steigender Stickstoffdüngungsintensität ein Anstieg der Organismenzahlen statistisch gesichert zum Beispiel für die Gruppe der Poduridae (Wasserspringschwänze) gefunden (siehe Abb. 1).

In den Varianten mit Pflanzenschutz zeigte sich hinsichtlich des Biomassegesamtgewichtes der Lumbriciden ein klar ansteigender Trend mit der Steigerung der Stickstoffversorgung über die Mineraldüngung. Dieser klare Trend hingegen zeigte sich bei den Varianten ohne Pflanzenschutz nicht in dieser Weise.

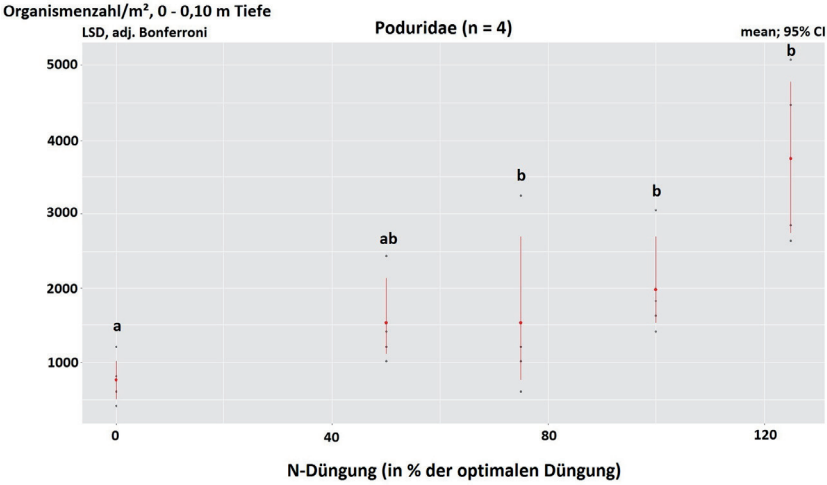


Abb. 1: Abundanz der Poduridae

Vergleich der Düngebedarfsermittlung nach NID Baden-Württemberg mit der Berechnung der N-Obergrenze nach novellierter Düngeverordnung (DüV 2017)

Finck, M. (Karlsruhe), Heckelmann, A. (Karlsruhe)

In Baden-Württemberg werden bereits seit mehr als 20 Jahren jährlich auf mehr als 24.000 Ackerschlägen im Frühjahr Bodenproben gezogen, der Nitratgehalt gemessen und der N-Düngebedarf standortbezogen ermittelt. Fast die Hälfte dieser Standorte befinden sich in Wasserschutzgebieten in denen die Düngebemessung anhand der „Messmethode“ gemäß Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) Baden-Württemberg obligatorisch ist. Die übrigen Standorte werden von den Landwirten auf eigene Kosten beprobt und untersucht, um den Düngebedarf im eigenen Betrieb möglichst sachgerecht zu ermitteln. Der N-Bedarf wird nach dem landeseigenen Verfahren „Nitratinformationsdienst (NID)“ berechnet.

Im Vorfeld der Entscheidung, dass Baden-Württemberg zusätzlich zur N-Obergrenze nach novellierter DüV weiterhin eine Düngeempfehlung nach bisherigem NID-Berechnungsschema anbietet, wurde auf Basis dieser umfangreichen Datengrundlagen ermittelt, wie sich der N-Düngebedarf nach Nitratinformationsdienst (NID) von der Berechnung der N-Obergrenze nach neuer Düngeverordnung (DüV 2017) unterscheidet.

Die Auswertung der NID-Daten aus den Jahren 2009-2015 ergab, gewichtet mit der Anbaufläche in Baden-Württemberg einen N-Düngebedarf von 125 kg N/ha Ackerfläche (AF). Die entsprechende Berechnung der N-Obergrenze nach DüV ergab eine N-Menge von 144 kg/ha AF. Neben der Vergleichsberechnung für die Ist-Situation (Ertragserwartung aus NID-Datenbank) und für die Soll-Situation (tatsächliche Erträge nach StaLa 2009-2014) durchgeführt, mit vergleichbarem Ergebnis (N-Düngebedarf nach NID: 124 kg N/ha, N-Obergrenze nach DüV: 146 kg N/ha). Während für die Ist-Situation v.a. für Silomais, Körnermais, Weizen und Gerste die N-Obergrenze nach DüV höher liegt als die Düngeempfehlung nach NID, ist für dies für die Soll-Situation vor allem bei Weizen, W-Gerste und Silomais der Fall.

Die Vergleichsrechnungen ergeben potentiell einen Anstieg der in Baden-Württemberg zur Düngung von Ackerkulturen ausgebrachten N-Menge um ca. 20 % jährlich. Um Emissionen von Stickstoff in die Umwelt möglichst zu begrenzen wird in Baden-Württemberg in der landeseigenen Web-Anwendung „Düngung BW“ (www.duengung-bw.de) im Modul zur N-Düngebedarfsermittlung ergänzend zur N-Obergrenze nach DüV weiterhin eine N-Düngeempfehlung nach NID als „Empfehlung BW“ ausgewiesen.

P013 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“

Ergebnisse aus 10 Jahren NID-konformer Düngung in Wasserschutzgebieten

Finck, M. (Karlsruhe), Kunoth, M. (Karlsruhe)

Die Angaben „Beitragsnummer“ und „Sitzungsname“ werden vom Verlag vergeben.

Im Vorfeld der Entscheidung, dass Baden-Württemberg zusätzlich zur N-Obergrenze nach novellierter DüV weiterhin eine Düngeempfehlung nach bisherigem NID-Berechnungsschema anbietet, wurden umfangreiche Daten aus SchALVO-Vergleichsflächen in Wasserschutzgebieten ausgewertet. Die nach landeseigener Düngeempfehlung (NID) gedüngten Flächen aus den Jahren 2002 bis 2011 wurden hinsichtlich N-Düngemenge, Ertrag, N-Entzug, N-Saldo, Herbstnitratgehalte und apparenter N-Mineralisation ausgewertet. Auch die zeitliche Entwicklung der Erträge, Düngung und N-Mineralisation wurde untersucht.

Die Ergebnisse der insgesamt 2216 ausgewerteten Vergleichsflächen (Düngung nach NID) zeigen, dass die Erträge und deren zeitliche Entwicklung für Körnermais, Silomais, W-Weizen, W-Gerste, Braugerste und W-Raps mit den Erträgen insgesamt im Land (StaLa-Daten) vergleichbar sind. Für Zuckerrüben zeigen die Vergleichsflächen einen gegenläufigen Trend. Die Düngebedarfsberechnung nach NID scheint somit weitgehend sachgerecht zu sein. Die für manche Kulturen und Ertragsverhältnisse höhere N-Obergrenze bei Berechnung nach novellierter DüV ist daher für Baden-Württemberg aus Gewässerschutzsicht kritisch zu hinterfragen. (Siehe auch Beitrag „Vergleich der Düngebedarfsermittlung nach NID Baden-Württemberg mit der Berechnung der neuen Düngeverordnung (DüV 2017)“).

Die Düngebedarfsermittlung nach dem NID-Berechnungsverfahren wurde daher als „Empfehlung BW“ ergänzend zur Berechnung der „N-Obergrenze nach DüV“ in die landeseigene Web-Anwendung „Düngung BW“ (www.duengung-bw.de) im Modul zur N-Düngebedarfsermittlung aufgenommen.

Einfluss von N-Düngerformen auf die N_2O-Emissionen in fertigierten Kartoffeln

Schickhoff, D. (Göttingen), Brück, H. (Dülmen), Lebender, U. (Dülmen)

Stickstoffhaltige Düngemittel gelten als Hauptquelle der Lachgas- (N_2O) Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden. N_2O ist rund 300-mal so klimaschädlich wie Kohlendioxid (CO_2). Lachgas entsteht aus reaktiven N-Verbindungen bei Nitrifikations- und Denitrifikationsvorgängen im Boden.

Neben der Menge des eingebrachten Stickstoffdüngers bestimmen Faktoren wie Klima, Temperatur, Eigenschaften des Bodens, die Düngetechniken und das Wassermanagement die Höhe der verursachten Treibhausgasemissionen. Praktiken, die die N-Produktivität/ Stickstoffnutzungseffizienz (NUE) verbessern, können zur Emissionsminderung beitragen. In Reihenkulturen ist die Fertigation mittels Tröpfchenbewässerung das beste Managementinstrument, um die NUE zu verbessern. In der Fertigation werden flüssige oder wasserlösliche N-Dünger verwandt. Harnstoff (U) und Calciumnitrat (CN) sind gut wasserlöslich, weshalb sie vielfach in Fertigationssystemen Anwendung finden. Direkte Vergleichsstudien von N-Düngern bezüglich ihres N_2O-Emissionspotentials in Fertigationssystemen sind rar. Ziel dieser Arbeit ist es den Einfluss der N-Düngerform auf die N_2O Emissionen in einem Fertigationssystem zu untersuchen.

Methodik

Die Studie wurde im Münsterland auf einem Sandboden durchgeführt. Die Kartoffeln wurden im April, mit 4,3 Knollen m^{-2} , gepflanzt. Drei Prüfglieder, ohne N-Dünger (N0), CN und U wurden in 4-facher Wiederholung mit einer Startdüngung von 150 kg N ha^{-1} (außer N0) vor dem Häufeln und 105 kg N ha^{-1} aufgeteilt in 5 Fertigationsevents gedüngt. Das N_2O-Monitoring erfolgte über Gashauben 3 bis 6 mal wöchentlich. Gashauben waren sowohl im Damm als auch zwischen den Dämmen installiert. Die N_2O-Emissionen wurden gaschromatografisch bestimmt. Zusätzlich wurden Bodenproben auf Nmin (inkl. NO_2^-), DOC, pH analysiert. Die Bodenfeuchte wurde über fest installierte Bodensonden bestimmt. Pflanzenaufwuchs- und Knollenproben wurden genommen und analysiert.

Ergebnisse

Die vorläufigen Analysen zeigen, dass die Düngung mit U zu höheren N_2O-Emissionen als CN führt. Außerdem ist ein Zusammenhang mit der Bodenfeuchte und somit der Durchlüftung des Bodens erkennbar. Anaerobe Bedingungen (Wassersättigung) lagen nicht vor. Als möglichen Treiber sehen wir die Nitrifikation von Urea.

P015 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“

Silizium in der Biosphäre

Sager, M. (Wien)

Silizium ist ein Hauptbestandteil der Erdkruste und essentiell für Diatomeen. Für Höhere Pflanzen wird und Tiere wird es als nicht essentiell betrachtet, weil Wachstum auch ohne Silikat stattfinden kann. Eine gewisse Menge ist aber zur Härtung von Halmen, Stämmen oder Knochen vorteilhaft. In Blätter, besonders von Gräsern, wird Silikat in den Zellwänden als Strukturelement und Fraßschutz abgelagert und als Biolith bezeichnet. Da diese Biolithe härter als Zahnschmelz sind, sind grasfressende Säugetiere mit kontinuierlich nachwachsenden Zähnen ausgestattet.

Durch sekundäre Einwanderung von Kieselsäure ist der Gesamtsilikatgehalt von Kohlen mit 0,04 – 2,20 % (Median 0,63 %) sehr variabel und lässt nicht auf die ursprünglichen Pflanzen schließen.

In der Literatur findet man 0,01M $CaCl_2$, Na-Acetat, Na_2CO_3, oder 0,01M Essigsäure zur Ermittlung mobiler Bodenfraktionen. Der Wiedererhalt von an Tonmineralen adsorbierter löslicher Kieselsäure in 0,01M Essigsäure war 20-30%, und etwas höher in Phosphat- oder Citratpuffer. Aus Gründen der leichten Messbarkeit sämtlicher anderer Kationen und Anionen mit ICP-OES wird eine Extraktion mit 0,16M Essigsäure, gefolgt von 0,1M Oxalatpuffer pH 3 vorgeschlagen, um austauschbare und eisenoxidgebundene Kieselsäure zu detektieren, und Ergebnisse präsentiert.

Zur Analyse von Silizium in Futter- und Lebensmitteln wird eine neue Aufschlussmethode mit einer fast gesättigten Kaliumchloratlösung, angesäuert mit Salpetersäure, zum Aufschluss für pflanzliches Material und Lebensmittel im mikrowellenbeheizten Druckbomben vorgestellt. Die Aufschlusslösung ist besonders zur Analyse von Nichtmetallen (Bor, Silizium, Germanium, Schwefel) geeignet, aber gleichzeitig auch für sämtliche kationische Spurenelemente. Es werden u.a. auch Zinn, Antimon, Arsen, Cadmium, Blei, Cobalt, Molybdän vollständig wiedererhalten. Für pflanzliches Material dürfte dieser Aufschluss den Phytolithen entsprechen, welche andere Autoren als unlöslich in HNO_3/$HClO_4$ definiert haben.

Zahlreiche Daten aus Österreich liegen vor, angefangen von mobilen Bodenfraktionen über Futter für Milchkühe (Heu, Gras, Grassilage), Getreide und Reis, bis hin zu Äpfeln, Tomaten, Milch und Milchprodukten, Schokolade sowie Fertigmenüs. Beim Mahlen von Getreide bleibt der Hauptteil des Siliziums in der Kleie. Beim Altern von Blättern wird Silizium angereichert. Durch die Hydrolyse der Kieselsäure enthalten Suppen relativ hohe Silizumgehalte. Die Bedeutung der erwähnten Nichtmetalle für die menschliche Ernährung wird diskutiert.

P016 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“

Vergleich verschiedener Probenahmeorte an Fahrsilos und Messmethoden zur Trockensubstanz (T)-Bestimmung von Mais und Grassilage

Steinmetz, M. (Braunschweig), Wippermann, W. (Groß Kreutz), von Soosten, D. (Braunschweig), Schären, M. (Groß Kreutz), Meyer, U. (Braunschweig), Dänicke, S. (Braunschweig)

Eine genaue Kenntnis des T-Gehaltes von Silagen ist zur täglichen Rations- und Futtermengenbedarfsplanung erforderlich. Die in der Praxis häufig zu beobachtenden großen Unterschiede im T-Gehalt an verschiedenen Orten der frischen Anschnittfläche eines Silos im Vergleich zu der letztendlich mit einem Futtermischwagen vorgelegten Silagemischung erschweren eine präzise Fütterungsplanung und -kontrolle. In der vorliegenden Studie sollten deshalb Unterschiede zwischen Probenentnahmeorten am frischen Siloanschnitt und nach Durchmischung im Futtermischwagen geprüft werden, um Empfehlungen für eine praxistaugliche Anwendung in der täglichen Fütterungsroutine geben zu können. Zudem sollte die T-Bestimmung vergleichend mit einem Trockenschrank und mit dem elektronischen Feuchtigkeitsbestimmer MA35 (Hersteller: Fa. Sartorius) vorgenommen werden.

Jeweils 4 kg Mais- und Grassilage wurden an 12 Probenahmeorten (oben, mittig, unten) am frischen Siloanschnitt repräsentativ entnommen. Jede Einzelprobe wurde zur T-Analyse im Trockenschrank und mit dem MA35 bei vorhergehender Zerkleinerung der Maissilage in einer Moulinette verwendet sowie außerdem zu einer Sammelprobe hinzugefügt. Zusätzlich wurden jeweils 1000 kg Grassilage und Maissilage im Futtermischwagen für 10 Minuten gemischt und in einem 12 m langen Schwad ausgelegt. An dessen Anfang, Mitte und Ende entnommenen Einzelproben und einer hieraus gebildeten Sammelprobe wurden, wie oben beschrieben, die T bestimmt. Die Ergebnisse zeigten starke Schwankungen des T-Gehalts über die gesamte Siloanschnittfläche. Der T-Gehalt am Anschnitt der Grassilage schwankte deutlicher (Mittelwert, Minimum – Maximum; 32,6%; 22,7 – 38,3%) als am Anschnitt der Maissilage (32,4%; 29,6 – 36,5%). Unter den vorliegenden Bedingungen hat die Bestimmung des T-Gehalts der Grassilage geringe Differenzen zwischen beiden Geräten gezeigt (Mittelwert ± Standardabweichung 0,9% T ± 0,5; R^2 = 0,99), wohingegen die T-Analyse für Maissilage (0,2% T ± 1,8; R^2 = 0,26) zu größeren Abweichungen der Einzelergebnisse gegenüber den im Trockenschrank ermittelten Werten führte. Weitere Untersuchungen mit umfangreicherer Probensammlung sind notwendig, um valide Aussagen zur Übereinstimmung der Ergebnisse bei Verwendung der beiden Geräte treffen zu können.

Der Vergleich der T-Gehalte zwischen den an der Siloanschnittfläche aus 12 Einzelproben gewonnenen Sammelproben und der nach Durchmischung im Futtermischwagen entnommenen Proben ergab für Grassilage- und Maissilage einen geringen Unterschied von jeweils 0,9%. Der Futtermischwagen kann daher als ein repräsentativerer Probenentnahmeort zur Bestimmung des T-Gehalts einer frischen Siloanschnittfläche eingeschätzt werden.

Diese Untersuchung fand in Kooperation mit dem EIP-Projekt „KUH-mehr-WERT-Navigator“ statt.

Bestimmung des Reinproteingehaltes von Futtermitteln: Vergleich von Trichloressigsäure und Wolframsäure als Fällungsmittel

Böttger, C. (Bonn), Dohme-Meier, F. (Posieux), Wyss, U. (Posieux), Südekum, K.-H. (Bonn)

Die Differenzierung des in Futtermitteln enthaltenen Rohproteins in Reinprotein und Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen kann auf verschiedenen Wegen erfolgen: Verbandsmethoden des VDLUFA zur Bestimmung des Reinproteins sind die Methode nach Barnstein (VDLUFA-Methodenbuch Bd. III, 4.4.1, Fällungsmittel Kupferhydroxid) und die Methode nach Mothes (4.4.2, Fällungsmittel Tannin). Darüber hinaus existieren von Licitra et al. (1996; Anim. Feed Sci. Technol. 57, 347-358) beschriebene Methoden der Fällung mit Trichloressigsäure (TCA) oder mit Wolframsäure, welche in der wissenschaftlichen Futtermittelbewertung für Wiederkäuer Anwendung finden.

Im vorliegenden Beitrag werden die durch Fällung mit TCA oder Wolframsäure ermittelten Reinproteingehalte von Trockenschlempen (n = 64) und Grünlandaufwüchsen (n = 18; frisch, siliert, Heu) vergleichend dargestellt (Abb. 1). Die relative Differenz im Reinproteingehalt zwischen den Methoden betrug im Mittel 2,3 % (max. 16 %). Unter Einbeziehung des Analysenspielraums für die Rohproteinbestimmung zeigten die Methoden bei 93 % der Proben keine Abweichung. Inwiefern die Ergebnisse auf weitere Futtermittel übertragbar sind, bleibt zu prüfen.

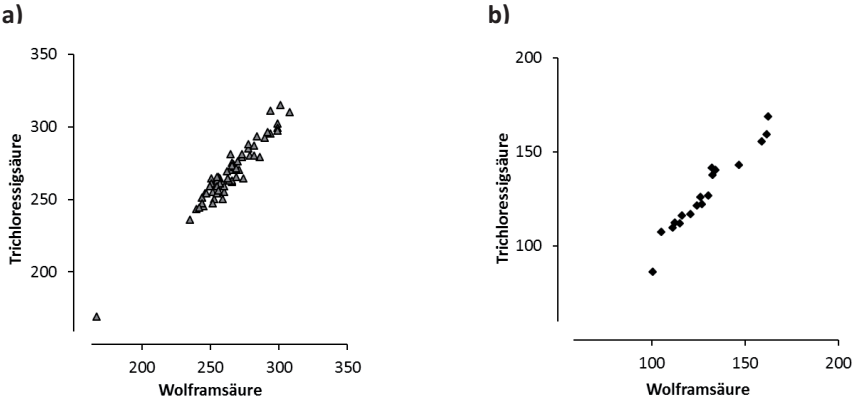


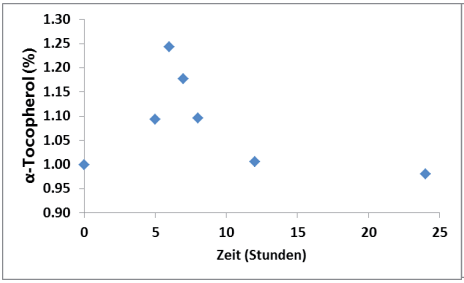
Abb. 1: Vergleichende Darstellung der mit zwei Fällungsmitteln (Licitra et al., 1996) bestimmten Reinproteingehalte (g/kg Trockenmasse) für **a)** Trockenschlempen (n = 64) und **b)** Grünlandaufwüchse (n = 18).

Einfluss unterschiedlicher Temperatur- und Zeitkombinationen auf den Gehalt an Vitamin E von Körnermais

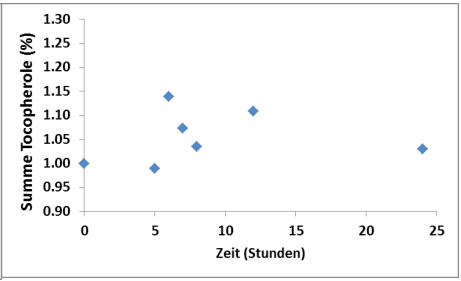
Puntigam, R. (Wien), Wallsberger, F. (Wien), Brunner, N. (Wien), Kühleitner, M. (Wien), Gierus, M. (Wien)

Die temporäre Anwendung trockener Hitze gewährleistet die Lagerstabilität von erntefeuchtem Körnermais sowohl für die Human- als auch für die Tierernährung. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es den Zusammenhang zwischen der thermischen Behandlung und den Veränderungen ernährungsphysiologisch relevanter Eigenschaften des Trockengutes, im speziellen Vitamin E, zu beschreiben.

Hierfür wurden im Rahmen der Forschungsarbeit die Auswirkungen unterschiedlicher Zeit- und Temperaturkombinationen auf die Retention der Vitamin E Homologen (α, ɣ, δ) von Körnermais untersucht. Dazu wurde luftgetrockneter unvermahlener Körnermais (ES Jasmine, Saatbau Linz eGen) derselben Herkunft bei 5, 6, 7, 8, 12, und 24 h mit 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 und 150°C in einem Labortrockenschrank (Heratherm, OGS 180, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA USA) behandelt. Anschließend wurde der Gehalt der Vitamin E Homologen, sowie deren Summe ermittelt und mit der thermisch unbehandelten (luftgetrocknet; 25°C) Variante verglichen. Dargestellt werden auf Trockenmasse korrigierte relative Gehalte der Trocknungsvarianten im Vergleich zur luftgetrockneten Körnermaisprobe. Es konnte nachgewiesen werden, dass ein intensiver Eintrag von trockener Hitze unabhängig der Einwirkdauer in keiner Reduktion der Summe an Vitamin E resultiert (Grafik 1). Zusätzlich konnte nachgewiesen werden, dass einerseits die Extrahierbarkeit der Homologen mit zunehmender Zeit- und Temperatureinwirkung zunimmt und andererseits die maximale Extrahierbarkeit von α-Tocopherol im vorliegenden Versuch bei 6 h und 130°C liegt (+24,3%; Grafik 2).



Grafik 1: relativer Gehalt an Tocopherolen (130°C; TM)



Grafik 2: relativer Gehalt an α-Tocopherol (130°C; TM)

Auf Basis gezeigter Ergebnisse stellt sich die Frage, in welchem Umfang Vitamin E von hochtemperierten Maisproben für Mensch und Tier verfügbar ist.

Antinutritive Inhaltsstoffe in heimischen Körnerleguminosen und Sojabohnen

Heinze, A. (Jena), Dunkel, S. (Jena), Schulz, V. (Jena)

Bei der Verfütterung von Körnerleguminosen sind Einsatzgrenzen durch den Gehalt an Antinutritiven Inhaltsstoffen (ANF) zu beachten, um die Tiergesundheit und/ oder die Leistung nicht nachteilig zu beeinflussen. Diese ANF variieren zwischen den Leguminosenarten und sind z. T. auch sorten- sowie jahrgangsabhängig. Die Analytik ist aufwändig und kostenintensiv, so dass aktuelle Daten kaum vorliegen. Deshalb erfolgten Untersuchungen zur Ermittlung repräsentativer Gehalte an ANF bei in Thüringen angebauten Körnerleguminosenarten und -sorten einschließlich heimischer Sojabohnen. Zum Vergleich wurde importiertes Sojaextraktionsschrot einbezogen. Erschwerend für eine Bewertung erweisen sich abweichende Nachweismethoden bzw. Bezugsgrößen.

Methoden:

In die Auswertung wurden 58 unbehandelte Leguminosenproben, 8 regionale Sojabohnenmuster und 5 Sojaextraktionsschrote der Ernten 2015 bis 2017 einbezogen. Es erfolgten artenbezogen Analysen zum Gehalt an Trypsininhibitoren, kondensierten Tanninen, Vicin und Convicin, Alkaloiden sowie an Lectinen. Weiterhin wurden die Rohnährstoffgehalte ermittelt. Zusätzlich zu den Analysedaten werden im Poster die angewendeten Nachweismethoden dargestellt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen:

Tabelle 1 weist auszugsweise die Gehalte an ANF ohne Sortendifferenzierung auf.

Tab. 1: Antinutritive Inhaltsstoffe nach Futtermitteln (Bezug auf Trockenmasse)

Parameter	Maß-einheit	Ackerbohne n = 18	Erbse n = 27	Sojabohne n = 8	Sojaschrot n = 6
Trypsin-inhibitoren	TIA (mg Trypsin/g)	4,5 (2,6 – 6,5)	3,9 (2,3 – 6,9)	13,0 (4,0 – 29,9)	2,3 (1,6 – 3,2)
Kondensierte Tannine	g/kg	5,03 (1,11 – 8,94)	0,56* (0,01 – 0,15)	0,05 (0,02 – 0,08)	Nicht bestimmt
Vicin	g/kg	6,9 (1,1 – 9,8)	Nicht bestimmt	Nicht bestimmt	
Convicin	g/kg	3,2 (0,6 – 4,4)			

* 48 % Proben < Nachweisgrenze (0,01)

Die Daten lassen einen anteiligen Sortenbezug und beim Alkaloidgehalt der Lupinen deutliche regionale Unterschiede erkennen. Zugleich ergaben sich hier Abweichungen bei den eingesetzten Messstandards für HPLC-MS/MS.

Zum ruminalen Abbau von Phasinen aus Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris*) sowie deren Einfluss auf die Gasbildung *in vitro*

Brugger, D. (Freising), Hobmeier, T. (Freising), Buffler, M. (Freising), Bolduan, C. (Freising), Windisch, W. (Freising)

Derzeit sind intensive Forschungsbemühungen darauf fokussiert, den Gemengeanbau von Silomais (*Zea mays*) mit Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris*) voranzutreiben. Dieses System kann Vorteile mit sich bringen, sowohl aus Sicht des Pflanzenbaus als auch der Tierernährung. Allerdings enthalten Stangenbohnen in Abhängigkeit zur Sorte z.T. hohe Gehalte an Phasinen (Brugger et al. 2017). Daher muss untersucht werden, ob sich daraus unter Umständen Probleme für den Wiederkäuerorganismus ergeben. Vorliegende Studie untersuchte die ruminale Stabilität von Phasinen und deren Einfluss auf die Gasbildung *in vitro*.

An 26 Sorten Stangenbohnen (Sortenspektrum vgl. Brugger et al. 2017, 2018) wurde die Gasbildung *in vitro*. Hierzu wurde der Hohenheimer Futterwerttest herangezogen. Im Vorfeld wurden die Rohnährstoffe und Faserfraktionen im Material erhoben. In allen Fällen wurden die Standardmethoden des VDLUFA eingesetzt. (VDLUFA 2012). Zudem wurde untersucht, inwieweit Phasine bei Inkubation in Pansensaft *in vitro* abgebaut werden. Die Phasinanalytik erfolgte nach Bolduan et al. (2016).

Die Daten legen nahe, dass die Phasine im Rahmen der bakteriellen Proteolyse mit hoher Effizienz abgebaut werden. Demnach waren nach 6h bereits ~75% nicht mehr nachweisbar. Nach 24h tendierten die Werte gegen 0 (~98% Verlust). Zudem zeigte sich keinerlei Zusammenhang zwischen dem Phasingehalt und der Gasbildung *in vitro*. Der einzige Parameter der einen signifikanten Einfluss auf die Gasbildung hatte war der Ligningehalt im Material ($p<0.05$). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass keinerlei toxische Effekte auf das ruminale Ökosystem nachgewiesen werden konnten.

Brugger et al. (2017): VDLUFA-Schriftenreihe 73/2016, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, pp. 500-507. ISBN: 978-3-941273-23-8

Brugger et al. (2018): VDLUFA-Schriftenreihe 74/2017, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-24-5, pp. 431-419.

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA, 2012). Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt: VDLUFA-Verlag.

Bolduan et al. (2016): Eiweißpflanzen - Strategien und Chancen für Landwirtschaft und Industrie; ALVA-Jahrestagung 2016, Klagenfurt, 30.-31. Mai 2016; p 314-316. ISSN: 1606-612X

Einfluss von Maiskleberfuttersilage auf Futteraufnahme und Milchleistung von Fleckviehkühen

Jilg, T. (Aulendorf)

Maiskleberfutter ist ein Nebenprodukt der Stärkegewinnung aus Körnermais.

Die Silage kann Maissilage und Kraftfutter ersetzen. Die Maiskleberfuttersilage hatte 190 g XP/kg TM, 8,1 MJ NEL/kg TM und eine RNB von 1,5 g/kg TM. Der Stärkegehalt betrug bei der Maiskleberfuttersilage 136 g/kg TM, bei der Maissilage 336 g/kg TM.

Tab. 1 Beschreibung der Maisprodukte

	n		TM	XP	XF	ND-Fom	XL	XA	nXP	RNB	NEL
			g/kg FS	g/kg TM	MJ/kg TM						
Maiskleberfuttersilage	7	MW	419	189	117	439	24	62	180	1,5	8,1
		s	16,2	2,5	3,0	10,9	2,3	2,6	0,7	0,3	0,0
Maissilage	7	MW	326	70	186	306	35	47	137	-10,8	7,1
		s	8,4	2,2	4,4	3,6	0,8	3,9	1,3	0,3	0,1

Tab. 2: Geplante Futterrationen, Mengen in kg /Tag

03.05. - 18.07.17	BEH V	BEH K
Maiskleberfuttersilage	7	
Maissilage	19	19
Grassilage	14,3	14,3
Rapsextr.schrot	3,50	4,86
Getreidemix	3,00	4,14
Harnstoffergänzer	0,04	0,02
Mineralfutter	0,07	
TM, kg /Tag	21,4	20,8
NEL, MJ/kg TM	6,8	6,8
nXP, g/kg TM	155	157
RNB, g/kg TM	-0,02	0
NDF g/kg TM	362	342

Der Versuch wurde im Cross-Over-Design durchgeführt. Die Ergebnisse sind im April 2018 noch in Bearbeitung.

Wirkung einer Mikronisierung bei Ackerbohnen und Rapssaat auf den intraruminalen Rohproteinabbau

Dunkel, S. (Jena), Alert, H. (Rostock), Wolf, P. (Rostock)

Für die Beurteilung der optimalen Stickstoff- und Proteinversorgung von Milchkühen ist eine möglichst genaue Kenntnis der UDP-Gehalte aller eingesetzten Futtermittel notwendig. Da noch nicht zweifelsfrei geklärt ist, ob durch eine thermische Behandlung (Mikronisierung) eine deutliche Steigerung des UDP-Gehaltes in großkörnigen Leguminosen oder Rapssaat erreicht werden kann, erfolgten dazu Untersuchungen zum intraruminalen Rohproteinabbau.

In einem Versuchsbetrieb der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft wurden in der Futterration hochleistender Milchkühe gequetschte mikronisierte Ackerbohnen und gequetschte mikronisierte Rapssaat zu je 1,5 kg/Kuh und Tag als betriebseigene Futtermittel eingesetzt. Das angewandte thermische Verfahren (Mikronisierung) ist dadurch gekennzeichnet, dass mit einer weitgehend gleich bleibenden Temperatur die Ackerbohnen von mindestens 60 bis höchstens 70 Grad°C bzw. die Rapssaat bei 110 bis 115 °Grad C thermisch bei einem vorgegebenen Zeitbereich von einer Minute behandelt (mikronisiert) werden. Im Anschluss an diese Behandlung wurden die Futtermittel gequetscht. Die *in situ*-Untersuchungen erfolgten nach der Methodenvorschrift der Arbeitsgruppe „*in situ*“ in der Fachgruppe V, Tierernährung und Produktqualität, im VDLUFA, an drei trockenstehenden Kühen (Holstein-Frisian) mit großer permanenter Pansenfistel. Dabei wurden je Futtermittel 6 g Probe in ANKOM bags (10 x 20 cm, 50µm Porenweite) über 2, 4, 8, 16, 24, 48, 64 und 72 Stunden in drei Durchgängen inkubiert. Die Analyse der Rohnährstoffe und der Faserfraktionen erfolgte nach den Methoden des VDLUFA. Für die statistische Auswertung wurden Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Mit dem Programmpaket SPSS erfolgte die Signifikanzprüfung mittels t-Test für unabhängige Stichproben, bei einem Signifikanzniveau von $p<0,05$.

Die thermische Behandlung von Rapssaat führte zu keiner signifikanten Erhöhung des UDP-Gehaltes (s. Tabelle 1). Im Vergleich zu den DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (1997) lag jedoch der UDP5-Wert bei beiden Varianten um 4 Prozentpunkte höher. Bei der Ackerbohne hingegen erhöhte sich der Anteil des UDP5-Wertes durch die thermische Behandlung signifikant um 4,5 Prozentpunkte. Somit beeinflussen unterschiedliche Temperaturbereiche als auch Ausgangsmaterialien während des Mikronisierungsprozesses den intraruminalen Rohproteinabbau.

Tabelle 1: Ergebnisse der UDP-Schätzung bei Rapssaat und Ackerbohne (% des Rohproteins)

Futtermittel	UDP5[#]	UDP8[#]
Rapssaat, roh gequetscht	24,0 ± 1,0	29,8 ± 1,4
Rapssaat, thermisch behandelt und gequetscht	23,6 ± 0,8	29,0 ± 0,7
Ackerbohne, roh gequetscht	12,3 ± 0,7	16,0 ± 0,5
Ackerbohne, thermisch behandelt und gequetscht	16,8 ± 2,6	21,4 ± 1,3

[#] unabgebautes Rohprotein; Passagerate 5 bzw. 8 %/h

Mikrowellenbehandelte Rapssaat in der Milchkuhfütterung

Dunkel, S. (Jena), Trauboth, K. (Jena), Strube, M. (Marksuhl), Walzel, L. (Bad Sulza)

Die zunehmende Bedeutung von gentechnikfreier Fütterung bei Milchkühen führt auch zur Entwicklung von neuartigen technologischen Prozessabläufen zur Beeinflussung des Futterwertes von Ölsaaten. Der Einsatz der Mikrowellentechnologie bei der Behandlung von Rapssaat verbessert infolge des hydrothermischen Aufschlusses die Eiweißverwertung. Da keine Erfahrungen zu diesem neu entwickelten Produktionsverfahren für Ölsaaten vorliegen, wurden praxisorientierte Untersuchungen zur Wirkung bei Milchkühen auf Futteraufnahme, Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Fruchtbarkeit und Tiergesundheit durchgeführt. Das Ziel der Untersuchung bestand darin, Sojaextraktionsschrot und Futterfett (Ca-Seife, pansengeschützt) durch mikrowellenbehandelte Rapssaat zu ersetzen. Der Einsatz des Prüffutters in der Ration erfolgte 12 Monate lang. Die Futteraufnahme wurde pro Gruppe mit Hilfe der vorgelegten Futtermengen entsprechend des Futtermischwagens, der täglichen Restfuttermengenrückwaage und der Trockensubstanzbestimmung in der TMR und dem Grobfutter berechnet. Die Ergebnisse zur Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Vergleich von Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffen (Least-Squares-Mittelwerte, alle Parameter keine signifikanten Unterschiede)

Untersuchungsparameter	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Milchleistung (ECM), kg/Tier und Tag	36,4	36,6
ECM, 1. Laktation, kg/Tier und Tag	32,0	32,0
ECM, 2. Laktation, kg/Tier und Tag	37,8	37,7
ECM, 3. Laktation, kg/Tier und Tag	38,1	38,1
Fett (%)	3,6	3,7
Eiweiß (%)	3,4	3,4
Harnstoff (mg/kg)	275	280
Futteraufnahme (kg/Tier und Tag)	24,6	24,4
Futtereffizienz (kg Milch/kg TM)	1,5	1,5

Die Versuchsergebnisse zeigten, dass Sojaextraktionsschrot und Futterfett (Ca-Seife, pansengeschützt) unter den Prüfbedingungen durch mikrowellenbehandelte Rapssaat in der Futterration bei gleicher Futteraufnahme und Milchleistung ersetzt werden konnte.

P024 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“

Effekte der Verfütterung von Nutzhanf auf die Gesundheit von Milchkühen

Wagner, B. (Berlin), Spolders, M. (Berlin), Schafft, H. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin)

Nutzhanf ist eine äußerst vielseitige Pflanze. Neben der Verwendung der Hanffasern aus dem Stängel der Pflanze für verschiedenste Produktlinien sowie der Nutzung der Hanfsamen als Lebensmittel, kann die Hanfpflanze – in Teilen oder in ihrer Gesamtheit – als wertvolle und nachhaltige Futterressource in der Nutztierernährung eingesetzt werden. Landwirte berichten von positiven Effekten der Verfütterung von Nutzhanf auf die Parameter der Milchleistung, die Tiergesundheit oder die Fertilität von Milchkühen.

In der EU können Landwirte Hanf anbauen, sofern die verwendete Sorte im „Gemeinsamen Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzenarten“ aufgeführt ist und nicht mehr als 0,2 % des Cannabinoids Tetrahydrocannabinol (THC) ausbildet. Die offizielle Analysemethode zur Bestimmung des THC-Gehaltes in Hanfpflanzen beruht jedoch auf einem gaschromatografischen Verfahren, das neben dem psychoaktiv wirksamen THC auch seine psychoinaktive Vorstufe Tetrahydrocannabinolsäure (THCA) mit erfasst.

In den vergangenen Jahren wurden Bedenken laut, ob es zu einem Transfer von Tetrahydrocannabinol aus hanfhaltigen Futtermitteln in die Milch von Kühen kommen könne. Weiterhin ist unklar, welche Effekte die Verfütterung von Nutzhanf auf die Gesundheit Lebensmittel liefernder Tiere hat.

Am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) wurden in einer Pilotstudie die Effekte der Verfütterung einer Nutzhanfsilage auf den Transfer verschiedener Cannabinoide (u. a. THC und THCA) in die Milch sowie die Effekte auf die Gesundheit der Kuh erfasst.

Aufbauend auf diesen Untersuchungen wurde ein Fütterungsversuch an einer größeren Zahl laktierender Kühe durchgeführt. Einflüsse der Verfütterung von Nutzhanfsilage auf das Tierverhalten sowie die Vitalparameter und die Milchleistung werden dargestellt.

P025 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“

pH-Wert als Indikator für subakute Pansenazidose bei unterschiedlichen Kraftfutteranteilen in der Ration von Milchkühen

Bünemann, K. (Braunschweig), von Soosten, D. (Braunschweig), Meyer, U. (Braunschweig), Dänicke, S. (Braunschweig)

In der Milchviehfütterung wird oftmals versucht durch einen erhöhten Kraftfutteranteil in der Ration die negative Energiebilanz während der Frühlaktation zu kompensieren. Hierbei entsteht eine Diskrepanz zwischen dem Ausgleich der negativen Energiebilanz und der mit steigendem Kraftfutteranteil wachsenden Gefahr einer subakuten Pansenazidose. Aus diesem Grund wurden Messungen des pH-Werts im ventralen Pansensack bei unterschiedlichen Kraftfutteranteilen in der Ration durchgeführt.

Für diese Untersuchung standen 13 fistulierte Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein zur Verfügung. Die Tiere wurden in Gruppen mit geringem (KFN, n = 7) und hohem (KFH, n = 6) Kraftfutteranteil eingeteilt. Vor der Kalbung erhielten beide Gruppen dieselbe Ration bestehend aus 80% Silage (70% Maissilage, 30% Grassilage) und 20% Kraftfutter auf Trockenmassebasis. Nach der Kalbung erhielt die Gruppe KFN 35% Kraftfutter, während in der Gruppe KFH der Kraftfutteranteil in den ersten drei Laktationswochen von 35% auf 60% gesteigert wurde. Von Woche 4 bis 10 post partum wurden bei jedem Tier wöchentlich für mindestens 48 Stunden pH-Wert-Messungen durchgeführt. Hierfür wurde ein kontinuierlich arbeitendes intraruminales Messsystem (Lethbridge Research Centre Ruminal pH Measurement System, Dascor, Escondido, CA, USA) eingesetzt.

Als Schwellenwerte zur Indikation von subakuter ruminaler Azidose wurde ein pH-Wert von <5.8 für mindestens 324 min/Tag, sowie ein Mittelwert von <6.16 im Verlauf eines Tages herangezogen (Zebeli et al., 2008). Beide Gruppen erreichten die kritischen Bereiche beider Schwellenwerte. Die Gruppe KFN hatte ein Minimum von 382 min/Tag und ein Maximum von 540 min/Tag (Mittelwert 453 ± 95 min/Tag) mit einem pH-Wert <5.8. Bei der Gruppe KFH betrug das Minimum 193 min/Tag und das Maximum 634 min/Tag (Mittelwert 483 ± 125 min/Tag). Für die Gruppe KFN lag der Mittelwert im Tagesverlauf bei 5.97 (Minimum 5.93, Maximum 6.02), für die Gruppe KFH bei 5.95 (Maximum 6.09, Minimum 5.86).

Unter den vorliegenden Bedingungen konnte kein Einfluss des Kraftfutteranteils in der Ration auf den ruminalen pH-Wert von Milchkühen bis Woche 10 nach der Kalbung nachgewiesen werden. Auch der geringere Kraftfutteranteil in der Ration führte zu einer Absenkung des pH-Wertes unterhalb in der Literatur genannter Schwellenwerte.

Zebeli, Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj, B. N., Drochner, W. 2008. J Dairy Sci 91:2046-2066.

Beurteilung der Versorgungslage von Milchkühen anhand der Milchinhaltsstoffe

Ornetsmüller, K. (Wien), Gruber, L. (Irdning), Zollitsch, W. (Wien)

Die optimale Protein- und Energie-Versorgung von Milchkühen stellt insbesondere in den ersten Laktationswochen eine zentrale Herausforderung dar. Für die Abschätzung der Versorgungslage können die Gehalte an Milchinhaltsstoffen als Hilfsmerkmale genutzt werden. Dies erfolgte in Österreich bisher in Form der sogenannten „9-Felder-Tafel“, die den Milchharnstoff- und -proteingehalt berücksichtigt. In der vorliegenden Untersuchung sollte dieses Konzept mit einer aktuell empfohlenen „6-Felder-Tafel“ in Hinblick auf ihre Eignung zur Abschätzung der Versorgungslage verglichen werden.

Dazu wurden Daten von 57 Kühen über 30 Wochen aus einem Fütterungsversuch verwendet, die in jeweils drei unterschiedlichen Niveaus bezüglich Energieversorgung (durchschnittliche NEL-Aufnahme 105, 133, 147 MJ/Tag) und Proteinversorgung (durchschnittliche XP-Aufnahme 2.209, 2.663, 3.186 g/Tag) standen. Es wurde die Bedarfsdeckung jeweils für Energie und Rohprotein berechnet und ein Optimalversorgungsbereich von ± 10 % des Tagesbedarfs angenommen. Auf dieser Basis wurden die Beobachtungen in unter-, optimal und überversorgt eingeteilt und mit der Einschätzung laut den Milchinhaltsstoffen verglichen.

Die steigende Energieversorgung hatte positive Einflüsse auf die Milchleistung, den Eiweißgehalt sowie die absolute Protein- und Fettleistung. Eine Erhöhung der Proteinversorgung resultierte in steigender Milchproduktion, höherem Protein- und Harnstoffgehalt sowie höherer Fett- und Eiweißleistung pro Tag. Der Anteil an Beobachtungen mit richtig eingeschätzter Versorgungslage betrug in den ersten 30 Laktationswochen mit der 9-Felder-Tafel 15,0 %, mit der 6-Felder-Tafel 22,1 %. Die berechnete Sensitivität, Spezifität und die Likelihood-Ratios schreiben beiden Tafeln für die vorliegenden Daten eine bestenfalls „mäßige“ Aussagekraft zu. Auffallend ist, dass die Fehleinschätzungen häufig substanziell waren, die Beobachtungen also nicht bloß einem dem korrekten Feld benachbarten zugeordnet wurden.

P027 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“

Einsatzpotential von rohen Sojabohnen mit reduzierten Gehalt an Trypsininhibitoren in der Ferkelfütterung

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

Versuchsfrage: Die Auswirkung des Einsatzes der Sojabohnenneuzüchtung „Xonia“ mit züchterisch verringertem Trypsininhibitorgehalt ohne vorangegangene Hitzebehandlung wurde in Ferkelaufzuchtrationen geprüft. Hierfür wurde in drei Versuchsgruppen Sojaextraktionsschrot (TIU: 2,1 g/kg) der Kontrollgruppe mit 5 bzw. 10% der Sojabohnen-Neuzüchtung „Xonia“ (TIU: 13,8 g/kg), sowie mit 10% einer unbehandelten alten Sojabohnensorte „Naya“ (TIU: 29,1 g/kg) substituiert.

Versuchsdurchführung: Von 7 Zuchtsauen wurden 48 Ferkel ausgewählt, bei deren Aufteilung auf die 4 Futtergruppen auf eine gleichmäßige Verteilung von Geschlecht, Wurf und Lebendgewicht geachtet wurde. Der Versuch begann nach der 6. Lebenswoche der Ferkel und endete mit einem Lebendgewicht von etwa 33 kg nach 7 Wochen. Während der Versuchsperiode wurden die Ferkel in 8 konventionellen strohlosen Boxen mit Spaltenböden gehalten. Zu Beginn erhielten alle Ferkel für die Dauer von zwei Wochen ein einheitliches Ferkelabsetzfutter. Die Zusammensetzung der Futtermischungen der vier Gruppen unterschied sich durch die anteilige Substitution von Sojaextraktionsschrot mittels zweier roher Sojabohnensorten. Die Mischung der Kontrollgruppe wurde energieäquivalente mittels Sojaöl ausgeglichen.

Versuchsergebnisse: Während des Ferkelversuches traten keine Ausfälle oder Gesundheitsprobleme auf. Die Gruppe mit 5% roher vollfetter Sojabohne der Sorte „Xonia” unterschied sich in der Lebendmasseentwicklung nicht von der Kontrollgruppe. Demgegenüber resultierte der 10%-ige Einsatz der Sorte „Xonia“ in einer um etwa 6,5% geringeren Tageszunahme verglichen mit der Kontrollgruppe. Unabhängig von der Einsatzhöhe der Sojabohnensorte „Xonia“ unterschied sich die Futterverwertung im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht. Der 10%-ige Einsatz der Sorte „Naya“ mit hohem TIU-Gehalt reduzierte die Tageszunahme über den gesamten Versuchszeitraum signifikant (-100 g bzw. -19%) und verschlechterte die Futterverwertung um 12,5% merklich im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Mit dargestellten Ergebnissen konnte nachgewiesen werden, dass mit dem aus den TIU-Analysen der Sojakomponenten errechneten TIU-Gehalt von über 1,7 g/kg in der Futtermischung, Leistungsminderungen in der Ferkelaufzucht auftreten.

Der Versuch wurde im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ durchgeführt, welches vom Bund, den Ländern und der Europäischer Union finanziert wurde.

Der Wahlversuch als altes/neues wissenschaftliches Instrument der Tierernährung in der Schweinmast

Pichler, J. (Wien), Gierus, M. (Wien), Schedle, K. (Wien)

Die Erfassung des tierindividuellen Fressverhaltens (Futteraufnahme, Fressgänge sowie deren Anzahl und Dauer) stellen einen wichtigen Forschungsbereich innerhalb der nachhaltigen Schweineernährung dar. Dies bezieht sich neben der Aufrechterhaltung der tierischen Leistungsfähigkeit ebenfalls besonders auf das Tierwohl.

Die sich stetig ändernden Nährstoffansprüche eines Schweines (z. B. Genetik, Alter) im Zuge des Mastverlaufes werden teilweise über die Phasenfütterung berücksichtigt. Auf Basis diverser Studien konnte die Fähigkeit von Schweinen, deren aktuellen Nährstoffbedarf eigenständig zu decken, nachgewiesen werden. Das wissenschaftliche Instrument des Wahlversuches macht sich dieses Verhalten zu Nutze.

Auf Basis dieser Erkenntnis wurde im vorgelegten Forschungsprojekt die Hypothese aufgestellt, dass Mastschweine eine Nährstoffarme bzw. -reiche Ration im Zuge eines Wahlversuches tierindividuell kombinieren können und sich folglich in ihren zootechnischen Leistung nicht von einer bedarfsgerechten Kontrollgruppe unterscheiden lassen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Tiere der Wahlgruppe das Nährstoffreiche und somit faserarme Futter bevorzugten, jedoch anteilig mit ca. 20% nährstoffarmen (faserreich) Futter kombinierten. Dies resultierte in keinen statistisch signifikanten zootechnischen Unterschieden im Vergleich zur energiereichen Kontrollgruppe. Ebenfalls zeigten die Tiere der Wahlgruppe und der energiereichen Gruppe idente Schlachtleistungen.

Dieser Versuch unterstreicht die Fähigkeit der Mastschweine ihren Nährstoffbedarf ohne jegliche Leistungseinbußen individuell zu decken. Die Planung und Durchführung von Wahlversuchen bei Mastschweinen gestaltet sich sehr schwierig und aufwändig, jedoch eignet sich diese Versuchsanstellung hervorragend als Instrument zur Erhebung tierindividueller Fressverhaltensparameter unter Berücksichtigung unterschiedlicher Nährstoffkonzentrationen.

Die Anwendung von Wahlversuchen sollte zukünftig stärker als ein wertvoller Beitrag für die nachhaltige ressourcenschonende Forschung in der Tierernährung angesehen werden.

P029 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“

„demonstration farms“ – ein neuer Ansatz des digitalen Wissenstransfers im Schweinebereich

Brunlehner, E. (Grub), Schneider, S. (Grub)

Das Pariser Klimaabkommen hat eine deutliche Minderung und Vermeidung von Treibhausgasen zum Ziel. Alle Sektoren, auch die Landwirtschaft, müssen hierzu einen Beitrag leisten. Zudem fordert die Umsetzung der Richtlinie (EU) 2016/2284 eine Reduzierung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. Das Thema Nährstoffflüsse wird außerdem durch die Novellierung der Düngeverordnung 2017 und durch die Einführung der Stoffstrombilanzverordnung 2018 in den Vordergrund gerückt.

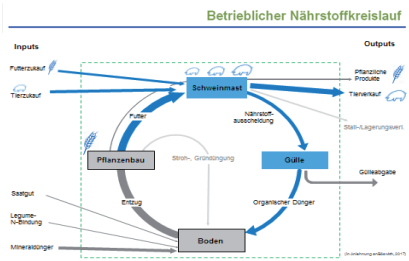


Abb. 1: Darstellung des Nährstoffkreislaufes eines schweinehaltenden Betriebes.

Daher wurde 2017 ein Projekt gestartet, welches das Ziel hat, den Wissenstransfer zwischen Landwirten zu den Themen betrieblicher Nährstoffhaushalt und nährstoffangepasste Fütterung zu fördern und den gesamtbetrieblichen Ansatz in den Fokus der Beratung zu rücken. Hierzu werden 22 schweinehaltende Betriebe während der 2,5-jährigen Projektlaufzeit betreut. Bei den teilnehmenden Betrieben werden die Inhaltsstoffe der betriebseigenen Futtermittel, der fertig gemischten Rationen und im nächsten Schritt der Zukauffutter durch Untersuchung auf Rohnährstoffe, Aminosäuren und Mineralstoffe exakt erfasst. Anhand eines online-Fragebogens wird die IST-Situation der Betriebe (biologische und ökonomische Leistung, Nährstoffpfade) abgebildet. Die zusätzliche Erfassung der Nährstoffmengen (N und P) ermöglicht die Darstellung der betriebsindividuellen Nährstoffkreisläufe (Abb. 1). Im Projekt wird schwerpunktmäßig die Fütterung betrachtet.

Zentraler Bestandteil des Projektes ist eine internetbasierte Datenplattform zum Wissenstransfer. Auf dieser werden z.B. Ergebnisse der Futteranalysen, Rationsvergleiche und die betriebsindividuelle Stoffstrombilanz dargestellt und grafisch aufbereitet. Die Betriebe können sich online benchmarken. Darauf aufbauende Projekttreffen dienen dem intensiven Austausch zwischen den Teilnehmern. Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert und ist ein Verbundprojekt der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und des LKV Bayern e.V..

Einfluss der Silagebereitung eines Mais-Stangenbohnen-Gemisches auf den Phasingehalt

Wyss, U. (Posieux), Enggist, A. (Posieux), Brugger, D. (Freising)

Der Anbau von einem Silomais-Stangenbohnen-Gemisch könnte eine Alternative zum konventionellen Silomaisanbau sein. Die Bohnen nutzen die Maispflanzen als Stütze und sollen den Proteingehalt in der Maissilage steigern. Nach Untersuchungen von Brugger et al. (2016) gibt es bezüglich dem Phasingehalt in den rohen Bohnen sehr grosse Unterschiede zwischen einzelnen Sorten. Dieser variierte zwischen 0.2 und 67.4 mg/g.

In den Jahren 2016 und 2017 wurde in der Schweiz an verschiedenen Standorten ein Silomais-Stangenbohnen-Gemisch angebaut und das Material in Laborsilos und Siloballen einsiliert. Im Jahr 2016 wurde die Bohnensorte Anellino Giallo (gelbes Posthörnli) verwendet, die einen hohen Phasingehalt aufweist.

Durch den Anbau eines Silomais-Bohnen-Gemischs sanken die TM-Erträge im Jahr 2016 zwischen den verschiedenen Saatverfahren um 15 bis 29 % im Vergleich zum reinen Maisanbau. In den Mischungen war der Rohproteingehalt im Siliergut durchschnittlich nur 6 % höher. Bei den Proben aus den Siloballen war der Rohproteingehalt durchschnittlich 1 % und aus den Laborsilos 9 % höher.

Die frischen Stangenbohnen (Bohnen, Blätter und Stängel) der Sorte Anellino Giallo wiesen einen Phasingehalt von 16 mg/g Futter auf. Beim Mais-Stangenbohnen-Gemisch waren die Werte deutlich tiefer.

Die Silierung in den Ballen beziehungsweise in den Laborsilos hatte unterschiedliche Auswirkungen auf den Phasingehalt, obwohl die Gärparameter sehr ähnlich waren.

In den Siloballen waren die Phasingehalte durchschnittlich 30 % höher und in den Laborsilos 35 % tiefer als im Futter vor dem Einsilieren. Inwieweit da die Lagerungstemperaturen (Laborsilos bei 20 °C und Ballen im Freien gelagert) eine Rolle gespielt haben, muss noch abgeklärt werden.

Im Jahr 2017 wurden wiederum Silomais-Bohnen-Gemische angebaut. Dabei wurde die Bohnensorte WAV512 angebaut. Die Phasingehalte vom Ausgangsmaterial und den Silagen werden zurzeit untersucht. Die TM-Erträge vom Mais-Bohnen-Gemisch waren wiederum zwischen 12 und 23 % tiefer und der Rohproteingehalt zwischen 9 und 19 % höher im Vergleich zum reinen Maisanbau.

Aminosäurenprofile von zugekauftem Alleinfutter für Schweine

Grünewald, K.-H. (Bad Sassendorf), Heinze, A. (Jena), Schwick, S. (Groß-Umstadt)

Im Hinblick auf die Erzeugung von Schweinefleisch sind frohwüchsige Ferkel und Mastschweine mit hohen Zunahmen erwünscht. Dafür ist ein hoher Proteinansatz schon in der Aufzucht nötig. Dabei ist einerseits die Abdeckung des relativ hohen Aminosäurebedarfs in der Aufzucht- und der Säugephase, andererseits die Begrenzung der Proteingehalte im Futter (Reduzierung Säurebindungsvermögen, Reduzierung Nährstoffüberschüsse) wichtig.

Seit vielen Jahren werden dem Mischfutter die limitierend wirkenden, essenziellen Aminosäuren Lysin, Methionin und Threonin (teils auch Tryptophan) zugesetzt, um den Rohproteingehalt begrenzen zu können. Auch weitere Aminosäuren sind seit kurzer Zeit im Fokus, u.a. wird von einigen Firmen Valin im Ferkelaufzuchtfutter zugesetzt.

Um einschätzen zu können, wie gut der Bedarf an den essenziellen Aminosäuren durch die handelsüblichen Futter für verschiedene Einsatzbereiche abgedeckt wird (inwieweit die Empfehlungen abgedeckt werden) und um Aussagen zu den nächstlimitierenden Aminosäuren treffen zu können, wurden im Jahr 2016 61 Ferkelfutter auf alle Aminosäuren untersucht (Schweine- und Geflügeltagung Wittenberg). Ergänzend wurde im Jahr 2017 eine Stichprobe der vom VFT geprüften Schweinefutter des Jahres 2017 (n=190) auf weitere essenzielle Aminosäuren untersucht. Einbezogen wurden Futter für Ferkel, Sauen und Mastschweine aus allen Regionen Deutschlands. Damit liegen nun für diese Futtertypen jeweils Daten für die Gehalte bei elf essenziellen Aminosäuren und der Proteingehalt vor.

Die Auswertung der Daten für die Alleinfutter (n= 176) sollte eine Einschätzung zur Notwendigkeit der Aminosäuren-Ergänzung bei weiterer Reduzierung der Proteingehalte in Futter für div. Einsatzbereiche ermöglichen.

Mittlere Energie- und Aminosäurengehalte im Alleinfutter für Schweine

Zieltier	n	ME	Rohprot.	Lys	M+C	Thr	Trp	Val
		MJ/kg			g/kg			
Ferkel	46	13,6	175	12,7	8,3	8,0	2,4	7,7
Sau (tragend)	39	11,9	140	6,9	4,9	5,0	1,9	6,4
(säugend)	33	12,8	168	9,7	5,7	8,1	2,4	7,5
Mastschwein	58	13,0	160	10,0	6,2	6,2	2,2	7,0
Ergänzer	14	11,8	305	27,7	11,1	15,1	4,0	12,5

Zum Auftreten von Hefen in Maissilagen von Praxisbetrieben

Hoedtke, S. (Rostock); Milhareck, S. (Rostock); Dunker, M. (Rostock)

Maissilage ist aufgrund der hohen Gehalte an gut fermentierbaren Kohlenhydraten ein energetisch hochwertiges Futtermittel bei gleichzeitig gutem Strukturwert und damit ein wertvoller Bestandteil in Wiederkäuerrationen. Der im Vergleich zum Grünfutter hohe epiphytische Besatz an Hefen auf Maispflanzen birgt jedoch ein großes Gefährdungspotential hinsichtlich Nacherwärmungen, welche meist mit einem Verlust an Inhaltsstoffen bzw. Energie einhergehen. Im Folgenden soll ein Zusammenhang zwischen Hefegehalt und weiteren Qualitätsparametern von Maissilagen aus der Praxis hergestellt werden.

Für eine Auswertung standen 75 Proben des Erntejahres 2017 zur Verfügung, die zur Analyse an die LUFA Rostock gesendet wurden. Die Bestimmung der Merkmalswerte erfolgte mittels NIRS nach VDLUFA-Methode, die Keimzahl der Hefen wurde mit der Methode L 01.00-37 aus der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren (§ 64 LFGB) ermittelt. In nahezu allen Silagen (n = 69) konnte außerdem das Fermentationsmuster flüchtiger Fettsäuren mittels Gaschromatographie bestimmt werden.

Der Futterwert der untersuchten Maissilagen war als sehr gut einzustufen, wobei alle relevanten Inhaltsstoffe im Durchschnitt in den geforderten Zielbereichen lagen. Infolgedessen wiesen 85 % der Proben einen NEL-Gehalt von 6,5 MJ/kg TM und darüber auf, der nXP-Gehalt lag im Mittel bei 63 % der Silagen über 130 g/kg TM. Demgegenüber zeigte sich eine bedenkliche hygienische Qualität hinsichtlich des Hefegehaltes, der bei 66 % der Proben über dem kritischen Gehalt von 1×10^6 KbE/g lag ($Q_{75} = 3{,}5 \times 10^7$ KbE/g; Maximum = 2×10^8 KbE/g). Hinweise auf Stoffumsetzungen konnten nicht ermittelt werden, da keine Abhängigkeiten zwischen der Hefekeimzahl und dem NEL-Gehalt ($R^2 = 0{,}013$) gefunden wurden. Auch der pH-Wert lag in allen Silagen auf normalem Niveau und korrelierte nicht mit dem Hefegehalt ($R^2 = 0{,}132$). Die Gehalte der Gärprodukte aus Sekundärfermentationen waren unauffällig, ein Zusammenhang zwischen Hefekeimzahl und Essigsäuregehalt bestand nicht ($R^2 = 0{,}078$).

Es ist zu vermuten, dass die Bestimmung der Hefekeimzahl meist nur in Verdachtsfällen vorgenommen wird und nicht routinemäßig von Betrieben überprüft wird. Nichtsdestotrotz zeigte die Auswertung, dass Maissilagen in starkem Maße mit Hefen belastet sind. Inhaltsstoffe und daraus berechnete Parameter (z. B. der Energiegehalt) sowie der pH-Wert deuten allerdings nicht zwangsläufig auf hohe Keimzahlen hin. Zur Vorhersage der aeroben Stabilität sollte die mikrobiologische Untersuchung folglich fester Bestandteil der Qualitätsprüfung sein.

ndl-PCB in Futtermitteln – Eine Übersicht über die Belastungssituation

Künnemeyer, J. (Stade), Eustermann, R. (Stade), Klein, R. (Stade), Recke, A. (Stade)

Die Gruppe der Polychlorierten Biphenyle (PCB) umfasst eine Reihe von 209 einzelnen Organochlorverbindungen, die industriell in großem Maßstab eingesetzt wurden.

Zwar wurde der Einsatz von PCB aufgrund ihres toxischen Potentials und der hohen Bioakkumulierbarkeit im Rahmen der Stockholmer Konvention verboten, aber durch den weitverbreiteten Einsatz haben sich PCB in der Natur angereichert. Ein potentieller Eintragspfad in die Nahrungskette, besteht durch das Verfüttern von kontaminierten Futtermitteln.

Im Beitrag wird die Belastungssituation von Futtermitteln mit ndl-PCB anhand der Untersuchungsergebnisse von über 2.000 Proben aus den Jahren 2014-2017 dargestellt.

Nach einem Überblick über die allgemeine Belastung von Futtermitteln mit ndl-PCB werden die Ergebnisse für die verschiedenen Futtermittelgruppen dezidiert beleuchtet, Futtermittelgruppen mit signifikanten Gehalten an ndl-PCB hervorgehoben und besonders interessante Proben aufgezeigt.

		Proben-zahl
Einzelfuttermittel	pflanzlichen Ursprungs	805
	mineralischen Ursprungs	57
	tierische Fette, (inkl. Milchfett, Eifett)	5
	sonst. Erzeugnisse von Landtieren	36
	Fischöl	2
	Fische, Wassertiere und deren Erzeugnisse	30
	Fischeiweiß, hydrolysiert	0
Zusatzstoffe	Schichtsilikate, Binde- und Trennmittel	1
	Spurenelemente	41
Vormischungen	Vormischungen	126
Mischfuttermittel	Mischfuttermittel, allgemein	812
	Mischfuttermittel für Heimtiere und Fische	70
	sonst. Erzeugnisse	35
	Insgesamt	**2020**

Schätzung der ruminalen Freisetzung von Slow-Release Harnstoff im pansensaftbasierten *in vitro*-System Hohenheimer Futterwerttest

Böttger, C. (Bonn), Fröhlingsdorf, A. (Bonn), Südekum, K.-H. (Bonn)

Harnstoff kann als Futtermittelzusatzstoff zur gezielten Stickstoff-(N)-Ergänzung in energiereichen Rationen für Wiederkäuer herangezogen werden. Da Harnstoff im Pansen schnell löslich ist, werden hohe Mengen an Ammoniak-(NH_3)-N in kurzer Zeit freigesetzt, was zu ineffizienter Nutzung durch die Pansenmikroben, aber auch zu Gesundheitsbelastungen des Tieres führen kann. Um dem entgegen zu wirken kommt Harnstoff in Slow-Release Urea (SRU)-Produkten zum Einsatz, bei denen ein Coating eine verzögerte Freisetzung im Pansen gewährleisten soll.

Der vorliegende Beitrag behandelt die Möglichkeit, die tatsächliche Freisetzung (Ausmaß und Rate) von Harnstoff aus Futterharnstoffprodukten in einem pansensaftbasierten in vitro-System (Hohenheimer Futterwerttest, HFT) durch die Messung von NH_3-N zu erfassen. Hierzu wurde ein Probensatz, bestehend aus zehn SRU-Produkten (durchschnittlicher N-Gehalt 418 g/kg TM), einem nicht geschützten Harnstoff (470 g/kg TM) und einer Diharnstoffverbindung (323 g/kg TM) untersucht. Mit Ausnahme der Diharnstoffverbindung lagen die Produkte in Form von Prills mit variablem Durchmesser (1,5 bis 2,5 mm) vor. Die Produkte wurden in verschiedenen Dosierungen im HFT inkubiert (Methode 25.1, VDLUFA-Methodenbuch Bd. III; Anpassung des Puffers nach Steingaß und Südekum, Übers. Tierernähr. 41, 2013, 51-73). Nach 2, 4, 6, 8, 12, 16 und 24 Stunden wurden der pH-Wert und der Gehalt an NH_3-N im Inkubationsmedium bestimmt. Nach Abzug des NH_3-N-Gehalts eines Blindwertes wurde die prozentuale Freisetzung an N in Bezug zur Einwaage an Harnstoff-N berechnet und im Zeitverlauf dargestellt.

Folgende Ergebnisse und Schlussfolgerungen lassen sich ableiten: (1) Die Einwaage des Harnstoffprodukts sollte ca. 15 mg betragen, höhere Einwaagen bedingen ein Ansteigen des pH-Wertes im Inkubationsmedium. (2) Eine Darstellung der NH_3-N-Freisetzung im Zeitverlauf erlaubt die Differenzierung von ungeschütztem Futterharnstoff, SRU-Produkten und einem Diharnstoffprodukt mit gezielt geringerer ruminaler Freisetzung. (3) Die Freisetzung von NH_3-N aus SRU-Produkten zu einer bestimmten Inkubationsdauer ist mit einer zum Teil sehr großen Variation behaftet. Diese Variation ist unter anderem bedingt durch die systembedingt geringe Anzahl von inkubierten Prills (drei Stück) und wird mutmaßlich in größer dimensionierten in vitro-Systemen und im Pansen geringer ausfallen.

Untersuchungen zur Additivität des nutzbaren Rohproteins von Kraftfuttermitteln in daraus hergestellten Mischungen im erweiterten Hohenheimer Futterwerttest (eHFT)

Grubješić, G. (Stuttgart), Titze, N. (Stuttgart), Rippstein, L. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

Die Optimierung der Proteinversorgung von Milchkühen ist eine Herausforderung, da einerseits der Bedarf der Tiere an nutzbarem Rohprotein am Duodenum (nXP) gedeckt werden muss, andererseits eine Überversorgung zur Zunahme von Stickstoffausscheidungen und Umweltbelastungen führen kann. Da Informationen über die Additivität des nXP einzelner Futtermittel in daraus konzipierten Futtermischungen bisher fehlten, war es Ziel dieses Versuches, das Vorhandensein von additiven Effekten des nXP aus Einzelfuttermitteln in Milchleistungsfuttern *in vitro* zu untersuchen.

Aus 12 handelsüblichen Einzelfuttermitteln (Mais, Weizen, Gerste, Maiskleber, Weizenkleie, Ackerbohnen, Sojaextraktionsschrot, Sojabohnen, Sonnenblumenextraktionsschrot, Rapsextraktionsschrot, Trockenschlempe, Melasseschnitzel) wurden 8 Mischungen mit abgestuften Rohproteingehalten (16-30%) in einem industriellen Mischfutterwerk hergestellt und entweder pelletiert oder in unpelletierter Form verwendet. Für die 12 Einzelfuttermittel und die 16 Mischungen erfolgte mit dem eHFT (Steingaß und Südekum 2013) die Bestimmung des effektiven nXP für Passageraten von 5 und 8 %/h. Hierfür wurden die Futterproben über 8 und 24 h inkubiert und anschließend der NH_3-N-Gehalt der Inkubationsrückstände gemessen. Die nXP-Gehalte wurden für die Mischungen aus dem nXP-Gehalt der Einzelfuttermittel und ihrem jeweiligen Anteil in der Mischung kalkuliert und für die beiden Inkubationszeiten und Passageraten mit den für die Mischungen im eHFT ermittelten Werten mit Hilfe einer Regression verglichen.

Die Ergebnisse zeigten eine bessere Übereinstimmung des nXP-Gehaltes der unpelletierten Mischungen mit den aus den Einzelfuttermittel kalkulierten Werten für 8 h (R^2 = 0,95) als für 24 h Inkubationszeit (R^2 = 0,72). Der Vergleich des effektiven nXP der unpelletierten Mischungen zeigte für beide Passageraten eine hohe Übereinstimmung (R^2 = 0,88 bzw. 0,96) zwischen den aus den Einzelkomponenten kalkulierten und *in vitro* ermittelten Werten. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die nXP-Gehalte der untersuchten Einzelfuttermittel im eHFT in Mischungen anwendbar sind. Allerdings war der Vergleich der nXP-Gehalte der pelletierten Mischungen mit den aus den Einzelkomponenten kalkulierten nicht zufriedenstellend. Dies deutet auf spezifische Effekte des Pelletierprozesses hin, die weiter untersucht werden sollten.

Quelleangabe: *Steingass H, Südekum KH. 2013. Proteinbewertung beim Wiederkäuer – Grundlagen, analytische Entwicklungen und Perspektiven* Übers Tierernährg. 41:51–73.

Untersuchungen zur Milchharnstoffbestimmung mit MIR-Spektroskopie im Vergleich zu Referenzverfahren

Jilg, T. (Aulendorf), Engelhard, T. (Iden), Koch, C. (Münchweiler), Pries, M. (Kleve)

In 3 Landeskontrollverbänden (LKV) und einem Milchprüfring(MPR) wurden Harnstoffanalysen mit MIR-Spektrometrie vergleichend mit Referenzmethoden untersucht. In 3 Einrichtungen wurde MIR mit FOSS-Geräten analysiert, als Referenzverfahren der Autoanalyser (SKALAR) mit kontinuierlicher Durchflussanalyse nach der DLQ-Richtlinie 1.13 eingesetzt. In der vierten Einrichtung wurde MIR mit Bentley-Geräten erfasst und als Referenzverfahren das System Chemspec von Bentley eingesetzt. In die Auswertung flossen 9311 Milchproben, bei denen Harnstoff mit MIR und mit der Referenzmethoden (RM) untersucht wurde.

Tab. 1 Beschreibung der Daten

Labor	LKV NRW[1]		MPR BW[2]		LKV RLP[3]		LKV SA[4]		alle Daten	
RM	Auto-analyser		ChemSpec		Auto-analyser		Auto-analyser			
Methode	RM	MIR	RM	MIR	RM	MIR	RM	MIR	RM	MIR
Anzahl	851		495		6140		1825		9311	9311
Mittelwert	210	196	238	246	211	184	225	224	215	196
Std.Abw.	66	70	38	44	44	51	48	48	47	55
Min	71	25	130	130	21	50	85	82	21	25
Max	448	402	380	420	417	411	375	387	448	420
Variations- koeffizient, (%)	31	36	16	18	21	27	21	22	22	28
Bestimmtheitsmaß, R^2	0,71		0,38		0,55		0,60		0,57	

[1]NRW Nordrhein-Westfalen, [2]BW Baden-Württemberg, [3]RLP Rheinland-Pfalz,

[4]SA Sachsen-Anhalt

Fazit: Milchharnstoffgehalte, die mit dem MIR- Spektroskopieverfahren analysiert werden, sind nicht für die Beurteilung der Nährstoffversorgung der Einzelkuh geeignet.

Die mit der MIR-Methode bestimmten Milchharnstoffwerte von Einzelproben bzw. Einzeltieren eignen sich nicht zur spezifischen und genauen Beurteilung der Fütterungssituation und Versorgungslage. Im Herden- und Gruppenmaßstab sind die mit MIR bestimmten Milchharnstoffgehalte jedoch nützlich.

Untersuchungen zur Futteraufnahme und Zuwachsleistung in der Aufzucht von Fresserkälbern der Rassen Braunvieh und Fleckvieh bei variierender Höhe des Angebots an Milchaustauscher

Ettle, T. (Grub), Obermaier, A. (Grub), Heim, M. (München)

Auf Grund der relativ großen Bedeutung der Rasse Braunvieh in der Milchviehhaltung in Bayern stehen neben Fleckviehkälbern auch männliche Braunviehkälber für die Mast zur Verfügung. Neuere vergleichende Untersuchungen zur Wachstumsleistung und zur notwendigen Mastintensität im spezialisierten Bereich der Aufzucht von Fresserkälbern im Gewichtsbereich von 80 - 200 kg liegen jedoch nicht vor. Deshalb wurde an der LfL Bayern eine Reihe von 3 entsprechenden Fütterungsversuchen durchgeführt. In dem vorliegend dargestellten Versuch wurde die Energie- und Nährstoffversorgung über unterschiedliche Einsatzmengen an Milchaustauscher (MAT) variiert.

Der Fütterungsversuch wurde mit 74 männlichen Kälbern der Rassen Braunvieh (Gewicht: 77 $\pm$ 9 kg; Alter: 39 $\pm$ 8 Tage) und Fleckvieh (Gewicht: 83 $\pm$ 4 kg; Alter: 46 $\pm$ 7 Tage) über einen Zeitraum von insgesamt 14 Wochen hinweg durchgeführt. Die Kälber wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Lebendmasse und Alter gleichmäßig auf zwei Versuchsgruppen mit je 37 Tieren aufgeteilt, denen während der 6-wöchigen Tränkephase über eine Variation der Konzentration an MAT (140 g MAT/Liter und 160 g MAT/Liter) rund 30 und 35 kg MAT-Pulver je Tier angeboten wurden. Während der Tränkephase wurde eine Trocken-TMR verfüttert, In der Phase nach dem Absetzen eine TMR auf Basis Maissilage. Die Aufstallung der Kälber erfolgte getrennt nach Rasse in 4 Tiefstreubuchten. Das Gewicht der Tiere wurde alle 2 Wochen erfasst, die Futteraufnahme täglich je Bucht.

Die Gesamtfutteraufnahme lag bei den Fleckviehkälbern knapp 0,2 kg TM/Tier und Tag höher als bei den Braunviehkälbern, was sich durch die Unterschiede im Gewicht der Tiere erklären lässt. Die täglichen Zunahmen waren von der Höhe der MAT-Gabe kaum beeinflusst, was sich in erster Linie durch niedrige Zuwachsleistungen der Fleckviehkälber in der Gruppe 160 g MAT/l nach dem Absetzen ergibt. Die Fleckviehkälber erreichten durchschnittliche Zunahmen von 1272 g/Tag, die Braunviehkälber 1237 g/Tag. Die Differenzierung zwischen den Rassen war damit etwas geringer als in früheren Untersuchungen. Der Deckungsbeitrag II lag bei Braunviehkälbern bei 186 €/Tier, bei den Fleckviehkälbern bei 172 €/Tier. Insgesamt ergibt sich, dass auch Kälber der Rasse Braunvieh ein sehr hohes Zuwachspotential aufweisen. Dabei wurden keine größeren Schwierigkeiten (Tränke- und Futteraufnahme, Krankheitsanfälligkeit) bei der Aufzucht von Fresserkälbern der Rasse Braunvieh im Vergleich zu Fleckvieh festgestellt. In Summe ergibt sich daraus auch eine leichte ökonomische Überlegenheit für das Braunvieh.

Untersuchungen zur Futteraufnahme und zum Energieaufwand von Aufzuchtrindern der Rasse Fleckvieh und Holstein

Gruber, L. (Irdning), Ettle, T. (Poing), Schwarz, F. (Freising), Jilg, T. (Aulendorf), Royer, M. (Irdning)

Die „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder“ (GfE, 1995) bedürfen einer Überarbeitung und Anpassung an die geänderten genetischen Verhältnisse. Diese sind eine Folge der Züchtung auf höhere Milchleistung sowie der Erhöhung der Körpermasse (Veränderung der Körperzusammensetzung und des physiologischen Alters). Die Untersuchungen werden in einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit wird über die Vorhersage der Futteraufnahme und des Energieaufwandes pro kg Lebendmasse-Zunahme im Lebendmasse-Bereich von 90 bis 210 kg berichtet.

Die Daten stammen von 42 Aufzuchtversuchen mit Gruppenfütterung aus Deutschland und Österreich, wobei die Rassen Fleckvieh (FV) und Holstein (HO) sowie das Geschlecht (männl. und weibl.) in ausreichend balancierter Form vertreten sind (ca. 1 000 Datensätze, 2 000 Tiere). Maissilage ad lib. (sowie Heu) stellen das vorwiegende Grundfutter dar, Kraftfutter wurde in den meisten Fällen bei ca. 2,5 kg beschränkt. Die Daten wurden einer strengen Ausreißer-Prüfung unterzogen und statistisch über eine Meta-Analyse unter Berücksichtigung eines zufälligen Instituts- und Versuchseffektes ausgewertet.

Während die Futteraufnahme (TM) in einer engen Beziehung von der Lebendmasse (LM) abhängt, ist die Lebendmasse-Zunahme pro Tag (LMZ) durch eine große Streuung gekennzeichnet. Als Gründe dafür sind zu nennen: Unterschiede in Wachstumspotenzial, Zusammensetzung des Zuwachses, Verwertung der Nährstoffe und Erhaltungsbedarf. Dementsprechend tritt auch eine große Variation des Energieaufwandes pro kg LMZ (ME_g) auf. Dem wurde begegnet, indem für die einzelnen Lebendmasse-Bereiche (80–100, 100–120, …, 200–220 kg LM) eigene ME_g-Werte berechnet wurden. Der Energieaufwand steigt im angegebenen Lebendmasse-Bereich (90–210 kg LM) von 7,8 auf 24,6 MJ ME je kg LMZ und die Futteraufnahme von 2,1 auf 5,1 kg TM je Tag. Der Einfluss der Rasse auf Futteraufnahme und Energieaufwand ist nicht signifikant, während sich männliche und weibliche Tiere signifikant unterscheiden. Die verwendeten statistischen Modelle zeichnen sich durch ein hohes Bestimmtheitsmaß (R^2 von 88 bis 97 %) und eine relativ geringe Residualstandardabweichung aus (RSD von 6,6 bis 15,3 %).

Verdaulichkeitsbestimmungen von Totalen Mischrationen mit Hammeln und Milchkühen

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

Die Bestimmung des Energiegehaltes einer TMR (Totale Mischration) im Hammelversuch bei EN = 1,1 liefert gute Übereinstimmungen mit dem Energiewert aus der Kalkulation über den anteilsmäßigen Energiegehalt der Einzelkomponenten sowie der Energieschätzung gemäß den Vorgaben der GfE (2004). Für eine niedrige Ernährungsintensität liegt ein in sich schlüssiges Energiebewertungssystem vor. Trotz der grundsätzlichen Kenntnis der Verdaulichkeitsdepression bei höherer Futteraufnahme wird bei Rationsplanungen und -kalkulationen auch für hochleistende Milchkühe der bei Fütterung auf Erhaltungsniveau bestimmte Energiewert verwandt.

Im vorliegenden Beitrag werden Ergebnisse aus 17 Verdaulichkeitsmessungen für totale Mischrationen vorgestellt, die parallel an Schafen bei EN 1,1 und Kühen mit EN > 3,0 im VBZL Haus Riswick durchgeführt wurden. Damit soll zur Quantifizierung des Verdaulichkeitsrückgangs bei höherer Futteraufnahme beigetragen werden.

Im Mittel aller Versuche ist die Verdaulichkeit der Organischen Substanz im Kuhversuch um 5,6 %-Punkte geringer als im Hammelversuch (Tabelle 1). Je EN-Stufe ist die Verdaulichkeit der Organischen Substanz um 1,9 %-Punkte vermindert. Hierdurch vermindert sich der NEL-Gehalt je kg TM um 0,59 MJ insgesamt bzw. um 0,20 MJ je EN.

Tab. 1: Differenzen der Verdaulichkeiten der Organischen Substanz zwischen Hammeln (EN = 1) und Milchkühen (EN > 3) in den Versuchen V1 bis V17

	Δ VQ OS, %-Punkte	Δ VQ OS je EN-Versorgung, %-Punkte	Δ NEL, MJ/ kg TM	Δ NEL, MJ/kg TM je EN-Versorgung
Mittelwert	-5,6	-1,9	-0,59	-0,20
Standardabweichung	1,7	0,6	0,21	0,08
Minimum	-8,0	-3,1	-0,89	-0,35
Maximum	-1,4	-0,5	-0,01	0,00

Die 17 vorliegenden Versuche stellen die Datenbasis für die Einschätzung des Energierückgangs bei sehr hoher Fütterungsintensität dar. Dies kann Voraussetzung sein, um die Depression der ME bei höherem Ernährungsniveau möglicherweise bei der Futterbewertung und nicht wie bisher auf der Bedarfsseite durch Zuschläge zur Milchenergieabgabe zu berücksichtigen.

Untersuchungen zur Futteraufnahme tragender und säugender Mutterschafe um den Geburtszeitraum

Piepenbrink, S. (Bonn), Burau, C. (Kleve), Ravenschlag, T. (Kleve), Gerlach, K. (Bonn), Südekum, K.-H. (Bonn)

Im Versuchs- und Bildungszentrum Haus Riswick wurde ein Fütterungsversuch mit Mutterschafen im Zeitraum der Ablammung durchgeführt. Unter Anlehnung an praktische Bedingungen der Schafhaltung wurden die Futteraufnahmen bei Vorlage einer Ration untersucht, die aus Grassilage und Konzentratfutter bestand.

Bei 20 Mutterschafen der Rasse Deutsches Schwarzköpfiges Fleischschaf (mittlere Lebendmasse (LM) nach dem Ablammen: 113 kg) wurden im Zeitraum zwei Wochen vor dem errechneten Ablammtermin (ante partum, a. p.) bis vier Wochen nach der Ablammung (post partum, p. p.) täglich die Futter- und Wassermengen tierindividuell erfasst. Die LM der Mutterschafe und Lämmer wurden regelmäßig ermittelt. Vorgelegt wurde den Tieren eine Grassilage (41,6 % Trockenmasse (TM), 6,3 MJ Nettoenergie Laktation (NEL)/kg TM, 140 g Rohprotein (XP)/kg TM zur *ad libitum* Aufnahme sowie Konzentratfutter (7,6 MJ NEL/kg TM, 222 g XP/kg TM) in Höhe von 400 g/Tier und Tag a.p. sowie 700 g/Tier und Tag p.p.. Die Inhaltsstoffe der Rationsbestandteile wurden analysiert sowie fünfmal wöchentlich die TM der Grassilage bestimmt.

Die Mutterschafe zeigten 14 Tage a. p. eine mittlere TM-Aufnahme von 2,62 kg/Tag. Direkt vor der Geburt wurde bei allen Tieren ein Rückgang der TM-Aufnahme beobachtet, der allerdings unmittelbar nach der Geburt wieder ausgeglichen wurde. Bis zur vierten Woche p. p. steigerte sich die Futteraufnahme auf 3,75 kg TM/Tag. Der Verlauf der TM-Aufnahme um den Geburtszeitraum konnte in einem vorherigen Fütterungsversuch mit einer gras- und maissilagebasierten Ration ebenfalls beobachtet werden. Dort lag die Futteraufnahme p. p. bei 3,6 kg TM/Tag.

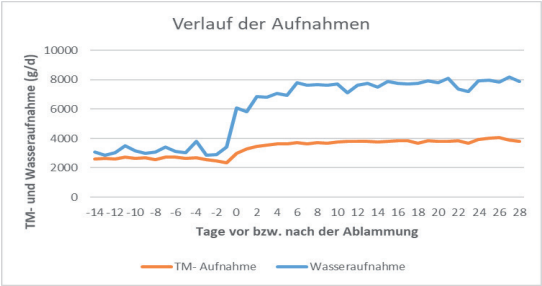


Abb. 1: Verlauf der Trockenmasse (TM)- und Wasseraufnahmen (g/[(Tier · Tag]) im Zeitraum 14 Tage vor der Ablammung bis 28 Tage danach

Bestimmung der Bioverfügbarkeit eines pansenstabilen Methioninprodukts bei Milchziegen

Gerlach, K. (Bonn), Nerenz, A. (Bonn), Kratz, R. (Linsengericht), Südekum, K.-H. (Bonn)

Die Bioverfügbarkeit pansenstabiler Methionin-(Met)-Produkte kann über verschiedene Ansätze geschätzt werden, die häufig zu divergenten Ergebnissen führen, so dass eine akkurate Bestimmung schwierig ist. Eine von Weiss und St.-Pierre (2009; J. Dairy Sci. 92, 2835-2842) vorgestellte Methode nutzt Selenomethionin (SeMet) aus Se-Hefe als Marker für die verschiedenen Met-Pools im Körper. Sobald alle labilen Pools in einer ‚steady state'-Phase sind, führt eine Erhöhung der Met-Versorgung zu einer verringerten SeMet-Konzentration in allen Pools einschließlich der Milch: Das Verhältnis von Se zu Met, d. h. die spezifische Aktivität des Se in der Milch, verändert sich in Beziehung zum verfügbaren Met. Das Ziel der Studie war es, die Bioverfügbarkeit eines pansenstabilen Met-Produkts mit der oben genannten Methode zu bestimmen und den Effekt unterschiedlicher Zulagemengen auf Milchleistung und -zusammensetzung laktierender Ziegen zu untersuchen.

12 multipare Ziegen (Weiße Deutsche Edelziege, Lebendmasse 73 ± 9,7 kg, Milchleistung 3,72 ± 0,65 kg) wurden nach Lebendmasse und Milchleistung auf drei Gruppen aufgeteilt und während einer zweiwöchigen Kontrollphase zu Beginn mit einer Ration aus Grasheu zur *ad libitum*-Aufnahme und Konzentratfutter (angepasst an die Milchleistung, im Mittel 1,32 kg/Tier und Tag) versorgt, welche mit 600 mg/Tier und Tag eines Se-Hefeprodukts (ca. 0,4 mg Se/kg Trockenmasse-Aufnahme) ergänzt wurde. In der zweiwöchigen Versuchsphase wurde die Gruppen mit 2, 4 oder 8 g/Tier und Tag eines pansenstabilen Met-Produkts (Met-Gehalt 50 %) ergänzt. In einer anschließenden zweiwöchigen Kontrollphase erfolgte die Versorgung wie in der Adaptationsphase. Die Erfassung von Futteraufnahme und Milchleistung erfolgten täglich tierindividuell. In den Milchproben wurden die Konzentrationen an Rohprotein, Harnstoff, Fett, Laktose, Met und Se bestimmt. In den Futtermittelproben wurden zusätzlich zu den Rohnährstoffen und Faserfraktionen die Gehalte an Se, Met und 16 weiteren Aminosäuren analysiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit einem gemischten Modell; für alle Messgrößen wurde mit Deltawerten zwischen den Ergebnissen der Kontroll- und der Versuchsphase gerechnet.

Bis auf einen leicht erhöhten Milchproteinertrag bei der höchsten Zulagestufe zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen oder zwischen Versuchs- und Kontrollphase, so dass in diesem Versuch die Bioverfügbarkeit des Met-Produkts anhand der Se-Konzentration in der Milch nicht bestimmt werden konnte. Eine zu geringe Tierzahl oder eine ungeplante, leichte Proteinüberversorgung der Tiere sind mögliche Gründe.

Einfluss von Genotyp und Futterniveau auf Leistung sowie Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparameter von Milchkühen

Gruber, L. (Irdning), Häusler, J. (Irdning), Haiger, A. (Wien), Terler, G. (Irdning), Schauer, A. (Irdning), Royer, M. (Irdning), Eingang, D. (Irdning)

In einem langfristigen Versuch zur Effizienz der Rinderproduktion an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Ö) werden vier hinsichtlich Nutzungsrichtung, Leistungspotenzial, Lebendmasse und Nutzungsdauer sehr unterschiedliche Genotypen: Fleckvieh (FV), Holstein (HF) Hochleistung (HL), HF Neuseeland (NZ), HF Lebensleistung (LL) bei jeweils vier verschiedenen Futterniveaus: Vollweide (W0), 0% Kraftfutter (KF; KF0), 20% KF (KF20), 40% KF (KF40) für die Dauer ihrer gesamten Nutzungsdauer verglichen. Die weiblichen Tiere wurden von ihrem ersten Lebenstag an unter gleichen Bedingungen aufgezogen und stehen zur Zeit im Durchschnitt in ihrer 3. bis 4. Laktation. Tiere, die infolge von Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen vor dem Ende der 3. Laktation ausfielen, wurden durch Kalbinnen ersetzt. Der Versuch wird auf der Basis eines zwei-faktoriellen Designs (4 × 4) mit insgesamt 64 Tieren (n = 16 pro Genotyp) durchgeführt.

Sowohl Genotyp als auch Futterniveau wirkten sich auf die Milchleistung, den Gehalt an Milchinhaltsstoffen, die Lebendmasse und die Lebendmasse-Effizienz hochsignifikant aus. Die Milchleistung in der Standardlaktation (305 Tage) betrug für die Genotypen FV, HL, NZ und LL 5 672, 6 916, 5 858 und 5 219 kg ECM, die Lebendmasse belief sich auf 679, 613, 555 und 567 kg. Dies ergibt eine Lebendmasse-Effizienz von 42.4, 55.8, 51.3 und 45.0 kg ECM pro kg $LM^{0,75}$. Hinsichtlich Futterniveau betrug die Milchleistung 5 140, 6 107 und 7 087 kg ECM in KF0, KF20 und KF40, sowie 5 331 kg ECM in der Vollweide-Gruppe W0. Die Lebendmasse-Effizienz wurde durch Kraftfutter erhöht (44.2, 49.5 und 55.6 kg ECM pro kg $LM^{0,75}$ in KF0, KF20 und KF40). HF Hochleistung reagierte auf Kraftfutter mit einer wesentlich stärkeren Erhöhung der Milchleistung als die anderen Genotypen (signifikante Wechselwirkung).

Auch hinsichtlich Gesundheit und Fruchtbarkeit traten signifikante Unterschiede zwischen den Genotypen und Futterniveaus auf, ebenso eine Genotyp × Futterniveau-Interaktion. HF Hochleistung schnitt diesbezüglich am ungünstigsten ab (4.7, 14.8, 9.3, 8.4 % der Tiere mit Tierarzt-Behandlungen wegen Unfruchtbarkeit in FV, HL, NZ und LL; 88.4, 82.5, 91.0, 88.7 % Anteil fruchtbarer Kühe; 21.7, 31.0, 20.1, 19.7 % Anteil an ausgefallenen Kühen). Die Ursachen für die Ausfälle waren im vorliegenden Versuch zu 74 % Fruchtbarkeitsprobleme, zu 13 % Eutererkrankungen, zu 8 % Stoffwechselkrankheiten und zu 5 % sonstige Ursachen. Die Wechselwirkung Genotyp × Futterniveau lässt sich physiologisch vor allem dadurch erklären, dass die im Versuch gewählten Futterniveaus bei den einzelnen Genotypen je nach Leistungspotenzial einen unterschiedlichen Grad der Energieversorgung herbeiführten.

Vergleich von Kleegras dominierten Rationen mit Maissilage reichen Rationen unter ökologischen Fütterungsbedingungen

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

In der Milchkuhfütterung unter ökologischen Bedingungen gelten Kleegras und Kleegrassilagen als Hauptfuttergrundlage. In Grünlandregionen sind dies häufig die einzigen betriebseigenen Grobfutter, die mit zugekauftem, biozertifiziertem Milchleistungsfutter ergänzt werden. Auf Ackerbaustandorten ist vielfach auch in Biobetrieben Maissilage das Hauptgrobfuttermittel. Als Kraftfutter werden zusätzlich Getreide und Körnerleguminosen eingesetzt. Es stellt sich die Frage nach Unterschieden zwischen Kleegrassilage und Maissilage dominierten Grobfutterrationen.

Im Ökobetrieb des Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick wurde von November 2017 bis März 2018 ein Fütterungsversuch mit 2 x 20 Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein (DH) durchgeführt. Beide Gruppen erhielten einmal täglich über den Futtermischwagen eine totale Mischration (TMR), die in ihren Nährstoffgehalten auf eine Leistung von etwa 32 kg ECM ausgelegt war.

Gruppe 1: TMR bestand aus Maissilage, Kleegrassilage, Weizen und Ackerbohnen

Gruppe 2: TMR bestand aus Kleegrassilage, Weizen und Ackerbohnen

Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung für die verschiedenen Fütterungssysteme/Fütterungsregimes. Die natürliche Milchleistung war in beiden Versuchsgruppen mit 30,0 kg bzw. 29,6 kg je Tag fast identisch. Die Gruppe mit Kleegrasreicher Ration hatte deutlich höhere Milchinhaltsstoffe, was zu einer höheren ECM-Leistung führte. Die Milchharnstoffgehalte lagen mit 213 bzw. 211 ppm in beiden Gruppen auf vergleichbarem Niveau. Unter ökologischen Fütterungsbedingungen führen gute Kleegrassilage-Qualitäten mit angepasstem Weizen-Ackerbohnen-Angebot ebenso zu hohen Milchleistungen wie Kleegrassilage-Maissilage-Kombinationen mit entsprechender Weizen-Ackerbohnen-Ergänzung.

Tab. 1: Leistungen der beiden Versuchsgruppen

	Gruppe 1	Gruppe 2
Mittlere Laktationsnr.	3,1	3,2
Laktationstage	190	173
Milch, kg	30,0	29,6
Fett, %	4,41	4,77
Protein, %	3,24	3,46
Harnstoff, ppm	213	211
ECM, kg	31,0	32,2

N-Effizienz von Milchviehherden mit Weide- und Stallhaltung

Möhlenhof, V. (Göttingen), Albers, D. (Oldenburg), Hünerberg, M. (Göttingen), Hummel, J. (Göttingen)

Die N-Effizienz stellt eine wichtige Größe für die Beurteilung der Nachhaltigkeit der Milchproduktion dar (Becker et al. 2015). In Abhängigkeit der Fütterung lassen sich hier größere Unterschiede erwarten. In der Studie sollte versucht werden eine Abschätzung der N-Effizienz auf Praxisbetrieben mit ausschließlicher Stallhaltung und solchen mit zusätzlicher Weidehaltung zu geben.

Grundlage stellt eine Datenerhebung auf 31 niedersächsischen Milchviehbetrieben dar (16 davon mit größeren Weideanteilen von mindestens 6 h/Tag). Auf allen Betrieben wurde über einen Tag die Futteraufnahme der Herde erfasst (korrigiert für angefallene Reste). Die Futteraufnahme auf der Weide wurde abgeschätzt, indem unterstellt wurde, dass die zur Deckung des berechneten Energiebedarfs aus der Restration fehlende Energiemenge aus der Weide kommt. Die Milchharnstoffgehalte der Betriebe aus der Milchkontrolle wurden über zwei Jahre (10/2014-9/2016) betrachtet.

Die untersuchten Herden zeigten Leistungen von 26,6 (Weidebetriebe) und 29,5 Litern Milch (Stallhaltung.) Sie wiesen N-Effizienzen von 25,8% (Weide) und 31,4% (Stall) auf (Tab. 1). Die Stallbetriebe hatten eine niedrigere RNB (0,1 ±1,7 g/kg TM) als die Weidebetriebe (3,3 ± 2,3 g/kg TM). Die Variation des Milchharnstoffgehalts war bei den Weidebetrieben in beiden Saisons höher, in der zweiten Weidesaison ergab sich auch ein signifikanter Unterschied des Mittelwerts (Weidebetriebe 25 ppm höher).

Tab. 1: N-Effizienz der Betriebe mit Stall- und Weidehaltung

		Mittel	SD	Min	Max	p-Wert
N-Effizienz	Weide	25,8	2,07	22,0	29,1	0,001
[%]	Stall	31,4	1,73	28,4	34,1	

Die geschätzten N-Effizienzen liegen innerhalb des in der Literatur angegebenen Bereichs von 16-36% (Powell et al. 2010). Wie erwartet war die N-Effizienz bei Weidegang niedriger. Dem sollte über geeignete Fütterungsmaßnahmen begegnet werden.

Becker F, Ebschke S, Pfeifer S, Rauen A, Südekum K-H, von Borell E (2015) Nachhaltigkeitsbewertung in der Rinderhaltung. DLG-Verlag, Frankfurt a.M.

Powell M, Gourley C, Rotz C, Weaver D (2010) Nitrogen use efficiency: A potential performance indicator and policy tool for dairy farms. Environmental Science Policy 13: 217-228.

Einfluss einer proteinreduzierten Fütterung hochleistender Milchkühe auf Leistungsparameter und Stickstoffausscheidungen

Pries, M. (Bad Sassendorf), Denißen, J. (Kleve), Beintmann, S. (Kleve), Hoppe, S. (Kleve), Bothe, B. (Bad Sassendorf)

Eine effiziente Milchkuhfütterung ist durch möglichst niedrige Stickstoffausscheidungen gekennzeichnet. Die Verminderung der Proteinzufuhr in der Fütterung bedeutet eine Reduzierung des Stickstoffs (N) im Produktionskreislauf. Dabei stellt sich die Frage, wie sich die Leistung der Tiere entwickelt und wie umfangreich die Verminderung der N-Menge in den tierischen Exkrementen ist.

Im von der Rentenbank geförderten Projekt N-Reduk wurde der Einfluss einer Absenkung der Proteinversorgung auf die tierischen Leistungen und die N-Ausscheidungen der Milchkühe untersucht. Zusätzlich wurden teilweise pansengeschützte Aminosäuren zugelegt. Gemäß Übersicht 1 wurden die einzelnen Versuche in drei aufeinander aufbauenden Abschnitten geplant. Es werden die Ergebnisse aus den insgesamt 9 Versuchen dargestellt.

Übersicht 1: Versuchsdesign bei reduzierter Proteinversorgung

Versuchs-abschnitt	Kontroll-gruppe	Versuchsgruppe A	Versuchsgruppe B	Versuchsgruppe C
Gleichfütterung	Kontrollration			
1. Fütterungs-versuch	160 g XP/kg TM 160 g nXP/kg TM	160 g XP/kg TM 160 g nXP/kg TM + Methioninzulage		
Gleichfütterung	Kontrollration			
2. Fütterungs-versuch	160 g XP/kg TM 160 g nXP/kg TM	140 g XP/kg TM 160 g nXP/kg TM	140 g XP/kg TM 160 g nXP/kg TM + Methioninzulage + Lysinzulage	
Gleichfütterung	Kontrollration			
Gleichfütterung	Kontrollration			
3. Fütterungs-versuch	160 g XP/kg TM 160 g nXP/kg TM	140 g XP/kg TM 160 g nXP/kg TM + Methioninzulage + Lysinzulage	140 g XP/kg TM 140 g nXP/kg TM	140 g XP/kg TM 140 g nXP/kg TM + Methioninzulage + Lysinzulage

TM = Trockenmasse, XP = Rohprotein, nXP = nutzbares Rohprotein am Darm

Grobfutterleistung von Milchkühen und Futterertrag – Auswertung der Versuchsdaten des Verbundprojektes optiKuh

Spiekers, H. (Grub), Ettle, T. (Grub), Jilg, T. (Aulendorf), Kuhla, B. (Dummerstorf), Mohr, U. (Triesdorf), Pries, M. (Bad-Sassendorf)

Für den Nährstoffvergleich laut § 8 Absatz 3 der Dünge-Verordnung wird für Wiederkäuer die Nährstoffabfuhr von Grünland- und Feldfutterflächen über den Besatz mit Rindern abgeschätzt. Die Daten zu dem Besatz an Rindern stammen taggenau aus den Angaben des Landwirts in der Datenbank Hi-Tier. Die je Kuh anzusetzenden Aufnahmen an Stickstoff (N) und Phosphor (P) stammen aus den Verfahren zur Abschätzung der Nährstoffausscheidung (DLG 2014). Bei den Milchkühen wird dabei nach Höhe der Milchleistung und Futtergrundlage (gras- bzw. maissilagebasiert) unterschieden. Nicht berücksichtigt wird die Grobfutterleistung und somit die Relation von Grob- zu Kraftfutter. In Abhängigkeit von der Grobfutterqualität und dem Niveau an Kraftfutter kann die Grobfutteraufnahme jedoch sehr stark schwanken. Dies hätte erhebliche Wirkungen auf den Nährstoffvergleich bei gleichem Tierbesatz.

In dem Verbundprojekt optiKuh wurde an 5 Einrichtungen über 2 Jahre die Intensität der Milchkuhfütterung über Variation der Grobfutterqualität (6,1 zu 6,5 MJ NEL/kg TM) und den Kraftfutteraufwand (150 und 250 g Kraftfutter je kg ECM) geprüft (Spiekers et al. 2017). Die unterschiedliche Intensität der Fütterung führte zu erheblichen Differenzen in der Grobfutterleistung. Zur Ableitung der Zusammenhänge zwischen Grobfutterleistung und „Futterertrag“ wurden die Daten der 5 Versuche ausgewertet.

Aus den Daten wird ein Vorschlag zur Berücksichtigung der Grobfutterleistung von Milchkühen bei der Durchführung des Nährstoffvergleichs abgeleitet.

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere 2. Auflage. Arbeiten der DLG, Band 199, DLG-Verlag Frankfurt a.M.

Spiekers, H.; Jilg, T.; Kuhla, B.; Swalve, H.; Thaller, G.; Ettle, T.; Koch, C.; Mohr, U.; Meyer, U.; Pries, M.; Losand, B.; Schiefler, I.; Güldenpfennig, H.; Hartwig, S.; Stamer, E.; Steppin, T. (2017): Vorstellung des Verbundvorhabens optiKuh. in: Vortragstagung der DGFZ und der GfT am 20./21.09.2017 in Hohenheim, A1

Unterschiedliche Faserkomponenten im Futter von Zuchtsauen – Auswirkungen auf Futteraufnahme, Lebendmasseentwicklung und Zuchtleistung

Preißinger, W. (Schwarzenau), Propstmeier, G. (Grub), Scherb, S. (Schwarzenau)

In der Fütterung von Zuchtsauen werden häufig sog. „Fasermixe“ eingesetzt, um die gesetzlichen Vorgaben bezüglich des Rohfasergehaltes einzuhalten. In vorliegendem Versuch wurde geprüft, ob sich durch Fasermixe unterschiedlicher Zusammensetzung Effekte auf Futteraufnahme, LM-Entwicklung, Geburtsgeschehen und Aufzuchtleistung ergeben. Getestet wurden dabei 2 Fasermixe. Hauptbestandteile von Fasermix I waren Apfeltrester (30 %), Trockenschnitzel (30 %), Sojabohnenschalen (24 %) und Weizenkleie (15 %), Fasermix II setzte sich vornehmlich aus Weizenkleie (24 %), Haferschälkleie (21 %), Luzernegrünmehl (19 %), Trockenschnitzel (18 %) und Sonnenblumenextraktionsschrot (16 %) zusammen. Zu Versuchsbeginn betrug die Preisdifferenz zwischen beiden Futtermitteln ca. 7 €/dt. Die analysierten Rohfasergehalte beliefen sich auf 240 bzw. 177 g je kg Trockenfutter für Fasermix I bzw. II. Entsprechend ihrer Rohfasergehalte wurden sie mit 17 bzw. 20 % ins Tragefutter eingemischt. Für den Versuch wurden insgesamt 89 Produktionszyklen von Sauen der Versuchsherde des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums Schwarzenau berücksichtigt. Die Versuchsrationen basierten auf Getreide, Sojaextraktionsschrot, Mineralfutter und dem jeweiligen Testfutter. Die Zusammensetzung der Fasermixe zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die LM-Entwicklung der Sauen und auf die Futteraufnahme während der Laktation. Der Einfluss der Fütterung auf das Geburtsgeschehen, die Anzahl lebend geborener Ferkel sowie auf die Ausbildung von Anomalien war gering. Signifikante Unterschiede ergaben sich bei der Anzahl abgesetzter Ferkel und den Absetzgewichten der Ferkel (vgl. Tab 1).

Tab. 1: Gewichtsentwicklung und Aufzuchtleistung der Sauen (LS-Means)

		Fasermix I	Fasermix II	p
Sauen, LM-Veränderung, Wartestall	kg	53	52	0,599
Sauen, LM-Veränderung, Abferkelstall	kg	-47	-52	0,134
Geburtsdauer	h	6,2	6,6	0,376
lebend geborene Ferkel	n	14,1	14,8	0,229
LM-Ferkel, Geburt	kg	1,54	1,57	0,524
abgesetzte Ferkel	n	12,3	12,8	0,010
LM-Ferkel, Absetzen	kg	8,1	7,8	0,038
Wurfzuwachs pro Tag	kg	2,86	2,79	0,367

Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung in der Milchviehhaltung

Hoy, S. (Gießen)

Die größte Bedeutung hat der Einsatz der Digitalisierung im Zusammenhang mit der Brunsterkennung erlangt. Am verbreitetsten ist dabei die Aktivitätsmessung mittels Pedometer oder Respaktor. Sowohl Pedometer (Zählung der Schritte) als auch Respaktoren (Messung für die Brunst typischer Kopf-/Halsbewegungen) registrieren die Bewegungen der Tiere, sodass sich brünstige Kühe durch ihre erhöhte Bewegungsaktivität erkennen lassen. Einige Systeme schlagen automatisch einen optimalen Besamungszeitraum vor. Pedometer- oder Respaktorsysteme gibt es sowohl für Betriebe mit Automatischem Melksystem als auch für solche mit Melkstand.

Einige Hersteller bieten Systeme zur automatischen, kontinuierlichen Messung der Wiederkaudauer als Bestandteil des Roboters oder als Stand alone-Version zum Nachrüsten in jedes Melkstandsystem an. Bei der gleichzeitigen Messung von Aktivität und Wiederkaudauer konnten insgesamt 93 % der brünstigen Kühe verschiedener Herden dadurch erkannt werden, dass Rumination und/oder Aktivität verändert waren. Damit muss zugleich unterstrichen werden, dass eine 100 %-ige Sicherheit durch automatische Systeme (noch) nicht gewährleistet und die visuelle Kontrolle der Tiere zur Brunsterkennung unverzichtbar ist (Grenzen der Digitalisierung).

Mit Hilfe der Rumination kann kontinuierlich der Zeitraum vor der Kalbung überwacht und eine Prognose zum Beginn der Abkalbung gegeben werden. Die Treffsicherheit beträgt mindestens 80 %. Ebenso ist dadurch das Puerperium zu kontrollieren.

Grenzen sind beim automatischen Gesundheitsmonitoring festzustellen. Es können nur die Erkrankungen automatisch erkannt werden, die mit einer deutlichen Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens und Auswirkungen auf die Futteraufnahme verbunden sind.

Beeinträchtigungen der Futterqualität und Probleme bei der Wasserversorgung führen zu einer Herabsetzung der Futteraufnahme und in der Folge zur Absenkung der Wiederkaudauer. In einem Betrieb verweigerten die Kühe unmittelbar nach der Vorlage einer TMR mit verminderter Qualität die Futteraufnahme und die Ruminationsdauer ging um mehr als 200 min (3,5 h/Tag) zurück. An den fünf Tagen danach gaben die Kühe pro Tag 5,4 kg weniger Milch. Nach einer 7-stündigen Störung der Wasserversorgung im selben Betrieb verringerte sich die Wiederkaudauer von durchschnittlich 500 min auf 336 min. Am Folgetag des Wasserausfalles ging die Milchleistung der Herde im Mittel um 7,7 kg zurück.

Die Grenzen der Digitalisierung werden bei der Messung von Parametern, wie Häufigkeit und Dauer des Aufenthaltes am Futtertisch oder Liegezähler, sichtbar, denn nicht jeder messbare Parameter bietet eine schlüssige Information für den Landwirt.

Digitalisierung in der Milchviehhaltung – Überwachung der Rumination vor und nach der Kalbung

Halli, K. (Gießen), Koch, C. (Münchweiler), Hoy, S. (Gießen)

Im Bereich des „Precision Dairy Farming“ sind mittlerweile eine große Anzahl technischer Produkte fest im Herdenmanagement etabliert. Diese erfassen sensorbasiert und individuell Tierparameter und unterstützen den Landwirt z. B. bei der Brunsterkennung (Reith und Hoy 2012) oder geben Hinweise auf Stresssituationen (Soriani et al. 2013). Besonders für Erstkalbinnen stellt die Kalbung eine große Stressbelastung dar, was sich durch starke Verhaltensänderungen äußert. Diese bleiben im Falle nächtlich stattfindender Kalbungen häufig unbemerkt. Daher kommen auch im Kalbemanagement elektronische Messsysteme zum Einsatz, welche z. B. eine erhöhte Bewegungsaktivität (Maltz und Anthler 2007) registrieren und einen Alarm auslösen. Dadurch können nächtliche Kontrollgänge reduziert und geburtshilfliche Maßnahmen rechtzeitig vorgenommen werden.

Im Rahmen eines Kooperationsprojektes zwischen dem DLR Westpfalz, Hofgut Neumühle und der JLU Gießen, sollte die Rumination von Milchkühen unter Einsatz eines automatischen Messsystems vor und nach der Kalbung untersucht und auf Einflussfaktoren analysiert werden. Gleichzeitig sollte das System auf dessen Eignung als Hinweisparameter für bevorstehende Kalbungen untersucht und dessen Zuverlässigkeit als Frühwarnsystem bewertet werden.

Die Messung der Rumination erfolgte mit dem Heatime™ HR-System von SCR bei 58 Kühen der Herde am Hofgut Neumühle im Zeitraum 8 Tage a. p. bis 8 Tage p. p.. Besonderes Augenmerk wurde auf die 24 h a. p. bis 24 h p. p. gelegt. Für diesen Zeitraum zeigten sich starke individuelle Unterschiede. Kalbungen während der Nachtphase waren sicherer erkennbar als Kalbungen während der Morgenphase. Erstkalbinnen reagierten früher mit einer reduzierten Rumination und verminderten diese stärker als ältere Kühe. Auch brauchten sie im Mittel etwas länger bis zum ersten Wiederanstieg der Rumination nach der Kalbung. 84 % der Kalbungen konnten durch das elektronische System frühzeitig erkannt werden.

Emissionsminderung der Tierhaltung durch Ansäuerung von Gülle – Eine hochwirksame Maßnahme zu mehr N-Effizienz und zur Luftreinhaltung

Döhler, H. (Untermerzbach), Häußermann, U. (Gießen)

Im Zuge der Verschärfung der europäischen Gesetzgebung zum Schutz der Atmosphäre vor Luftschadstoffen im Rahmen der EU NEC-Richtlinie hat die deutsche Bundesregierung am 17. Mai 2018 die Ziele zur Minderung der Ammoniakemissionen um 5 % bis 2020 und um 29 % im Jahr 2030 bezogen auf den Stand von 2005 beschlossen. Bis zum März 2019 muss ein Luftreinhalteplan vorgelegt werden, der die Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele beschreibt. Da ein Rückgang der Tierhaltung nur in begrenztem Umfang zu erwarten ist, sind für die Landwirtschaft geeignete bauliche und technische Maßnahmen anzuwenden und bei Bedarf zu entwickeln, die die politischen Luftreinhalteziele einzuhalten helfen.

Maßnahmen für Viehställe wurden bisher in Deutschland meist in Form von angepassten Fütterungssystemen und Abluftfiltern ergriffen, während für die Lagerung flüssiger Wirtschaftsdünger die Abdeckung von Behältern zur Standardmaßnahme mit allerdings unbefriedigender Verbreitung geworden ist.

Für die Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern sind Schleppschläuche mit geringer, Schleppschuhe mit moderater, Schlitztechniken mit hoher und Einarbeitungstechniken mit sehr hoher Minderung im Einsatz. Wünschenswert im Ausbringungsbereich sind Verfahren, die a) wenige Veränderungen an bisherigen Ausbringungssystemen erfordern b) die Vielfalt von technischen Optionen c) die Kosten in Grenzen halten und d) durch hohe Funktionssicherheit gekennzeichnet sind.

Diese Anforderungen werden in hohem Maße gewährleistet durch die Absenkung des pH-Wertes und Verschiebung des Ammonium/Ammoniakgleichgewichtes im Wirtschaftsdünger. Bereits in den 1980er Jahren konnte die emissionsmindernde Wirkung durch Schwefelsäure nachgewiesen werden. In den letzten beiden Jahrzehnten zeigen umfangreiche Praxiserfahrungen mit wissenschaftlicher Begleitung in Dänemark und anderen EU-Staaten die Wirkung und das Potenzial dieses Verfahrens deutlich auf.

Der Vortrag behandelt die Mechanismen der Ammoniakfreisetzung und der Emissionsminderung durch Säurezugabe, die technischen Lösungen zur gefahrlosen Zudosierung, die Möglichkeiten zur Einbindung in den Betriebsablauf und die Düngungsstrategie sowie die Potenziale zur Erfüllung der Minderungsziele der Bundesregierung. Das Potenzial für die Einsparung von Emissionen auf nationaler Ebene dürfte in der Größenordnung von 20 % liegen und somit zu den wirksamsten aller Maßnahmen gehören.

Akzeptanz des Verfahrens der Gülleansäuerung zur Reduktion von Ammoniakemissionen im Stall und Lager

Höcherl, S. (Freising)

Die neue NEC-Richtlinie (Richtlinie (EU) 2016/2284) sieht eine Senkung der NH_3-Emissionen um 29 % bis 2030 gegenüber dem Referenzjahr 2005 für Deutschland vor. Zur Erreichung dieses Zielwertes werden unter anderem im Bereich der Tierhaltung Maßnahmen mit hohem Reduktionspotential benötigt. Die aus Dänemark bekannte Methode der Ansäuerung von Gülle im Stall verspricht ein NH_3 - Minderungspotential von 64 % in Mastschweineställen (VERA) und gilt gemäß Richtlinie 2010/75/EU als „beste verfügbare Technik“. Fraglich ist, ob dieses Verfahren auch unter den bayerischen Strukturbedingungen und Betriebsverhältnissen eingeführt werden kann. Das Interesse und die Akzeptanz dieser Technologie bei Landwirten sind bisher unbekannt und wurden daher mittels einer Online-Umfrage ermittelt.

Die Online-Umfrage wurde von August bis November 2017 durchgeführt. Sie richtete sich an Landwirte, Berater, Schüler und Studenten im Studiengang Landwirtschaft oder ähnliche. Der Fragebogen unterteilte sich in die Bereiche soziodemographische Merkmale, landwirtschaftliche Betriebskennzahlen, Einsatz emissionsmindernder Maßnahmen und Interesse und Akzeptanz von Ansäuerungsverfahren im Stall.

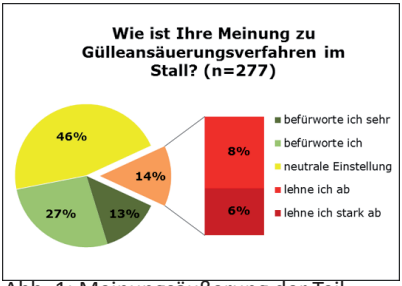


Abb. 1: Meinungsäußerung der Teilnehmer (n=277) zu Ansäuerungsverfahren im Stall.

Unter den 277 Teilnehmern der Umfrage waren überwiegend Landwirte (61%) und Studenten (19%). Der Großteil der Teilnehmer (86%) befürwortete die Technologie oder zeigte eine neutrale Einstellung (Abb.1). Die Erhöhung der Düngeeffizienz durch eine Minderung von Stickstoffverlusten war der bedeutendste Vorteil der Technologie für die Teilnehmer, während die Gefahr einer möglichen Korrosion als Ablehnungsgrund angegeben wurde. Die Investitionskosten für den Bau der Anlage sollen sich auf maximal 25.000 € beschränken. Die laufenden Kosten dürfen maximal 2.000 €/Jahr bis zu einem Tierbestand von 1000 Schweinen bzw. 500 Rindern nicht übertreffen.

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

Digitalisierung im Analysenlabor: Beispiele für Anwendungen bei Analysenverfahren und Laborорganisation

Fischer, K. (Freising), Schuster, M. (Grub)

Die Digitalisierung ist in modernen Analysenlabors ein fester Bestandteil der täglichen Routine für Laborорganisation und Datenmanagement: Grundlage ist ein IT-gestütztes Labor-Informations- und Management-Systems (LIMS). Im Rahmen der Neuausschreibung für ein LIMS an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) stand im Fokus, innovative Lösungen zur Probenanmeldung und Bearbeitung im Labor sowie der Ergebnisrückmeldung zu etablieren. Eine besondere Rolle spielen dabei die Automatisierung von Prozessen und die Kommunikation verschiedener Datenbanken untereinander.

Gerade für die Probenlogistik bei der Bearbeitung großer Probenserien ist der Einsatz von Barcodes bzw. QR-Codes prädestiniert. Von der Probenanlieferung bis hin zur Berichterstattung existieren im analytischen Labor zahlreiche Arbeitsschritte, bei denen Proben geteilt, umgefüllt, vermahlen, suspendiert, extrahiert, analysiert und Ergebnisse ausgewertet bzw. bewertet werden müssen. In der analytischen Praxis bedeutet dies, dass unzählige Beschriftungen auf Laufzetteln oder Probengefäßen angebracht werden müssen – mit allen Konsequenzen: z.B. Zeitbedarf, Übertragungsfehler, Reinigungsaufwand. Trotz der offensichtlichen Vorteile beim Einsatz von Barcodes scheitert dieser oft an der mangelnden Verfügbarkeit oder Möglichkeit, Laborgefäße oder Tiegel mit Barcodes zu versehen. Hier wurden IT-gestützte Anwendungen entwickelt, mit den sich vielschichtige und heterogene Arbeitsabläufe kapazitätsorientiert anpassen lassen.

Eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt auch die Vernetzung des Analysenlabors mit Auftraggebern. Insbesondere für das landwirtschaftliche Versuchswesen bietet die Digitalisierung zahlreiche interessante Aspekte: hier ist vom Feldversuch über das Labor bis hin zur wissenschaftlichen Auswertung eine lückenlose Nachverfolgbarkeit und Dokumentation wünschenswert – auch im Hinblick auf das Qualitätsmanagement. Der Einsatz digitaler Lösungen bietet zudem interessante Optionen wie Probennachverfolgung, Übertragung des Bearbeitungsstatus, Plausibilisierung oder online-Ergebnismitteilung und Beauftragung von Folgeanalysen.

Beispielhaft werden digitale Lösungen aus der analytischen Praxis vorgestellt, die sich an der LfL bei der Koordination von Forschung, Versuchs- und Untersuchungswesen bewährt haben.

Bewertung, Zertifizierung und Überprüfung der Qualität von Online-Sensoranwendungen bei der Digitalisierung in der Landwirtschaft

Henkelmann, G. (Freising), Vogt, C. (Freising)

Mit der Neuregelungen der Düngeverordnung wird sich die Düngepraxis in der Landwirtschaft in den kommenden Jahren drastisch verändern. Dabei kommen die Änderungen und die neuen Formen der Digitalisierung, sowohl der guten fachlichen Praxis der Düngung, dem Gewässerschutz, der Umwelt und letztendlich der Artenvielfalt und auch der Landwirtschaft selbst zugute.

Gemeinsam mit dem angepassten Düngegesetz wird mit dem so genannten „Dünge-Paket“ die EG-Nitratrichtlinie in Deutschland umgesetzt.Zwingend notwendig für diese Maßnahmen ist eine standortgerechte Düngebedarfsermittlung für Stickstoff auf Acker- und Grünland und eine ertragsabhängige laboranalytische Messung des N-Gehalts am Standort. Dies bedeutet nahezu eine Verdoppelung der bisherigen Nmin-Proben. Weiterhin ist eine möglichst präzise Messung der ausgebrachten Düngemenge erforderlich um eine standort- und kulturartenbezogene Obergrenze für die Stickstoff-, Phosphat-, die Gülle- und Gärrestdüngung und die 170 kg N/ha Regelung durchzuführen. Dafür werden jedoch die vorhandenen Kapazitäten der Labordienstleister nicht ausreichen.

Für diese Messungen an den ausgebrachten Wirtschaftsdüngern oder Gärresten gibt es mehrere Ansätze:

- Entweder man löst dies durch ein schnelles und effektives Labornetzwerk, das sehr effizient und genau die Inhaltsstoffe der Gülle- und Gärrestbehälter misst wobei hier ein problematischer Faktor die „manuelle“ Probenahme ist
- Oder man automatisiert die Probenahme und die Messung an den Güllegruben oder Biogas Endlagern um schnell und effizient die Ergebnisse vor Ort bereitzustellen
- Oder man nutzt Online-Messtechnik, wie sie bereits von Firmen wie z. B. John Deere auf Güllefässern angeboten wird. Hier entfällt dann die Probenahme. Aber die nachhaltige Nutzung solcher Messsysteme entspricht zum jetzigen Zeitpunkt nicht den gesetzlichen Anforderungen. So ist eine kontinuierliche Validierung und Zertifizierung solcher Messtechnik erforderlich

Die Frage ist jedoch, ob die Online-Verfahren in der Landwirtschaft schon so ausgereift sind um die Laboranalytik zu ersetzen? Wie sehr kann man sich im Zuge der Digitalisierung auf solche Messverfahren verlassen und wie kann eine Messtechnik, die organische Moleküle misst, auch anorganische Substanzen wie z. B. Phosphor messen?

Mittels eines Sensors soll der Durchfluss und die Güllezusammensetzung aus der Gülleleitung direkt ermittelt werden. Die Gülle kann also stationär, beim Befüllen, Ausbringen oder Rühren untersucht werden. Neben Stickstoff (N) können auch andere

Parameter wie Kalium (K), Phosphat (P) oder Trockenmasse (TM) aufgezeichnet werden. Je nach System können noch weitere Parameter parallel bestimmt werden. Eine Anbringung des Systems an älteren Gülle-Zugfahrzeugen ist bedingt möglich.

So oder so ähnlich wird die Digitalisierung die Landwirtschaft verändern. Um jedoch hier den Landwirt nicht mit dieser modernen Messtechnik allein zu lassen, muss er geschult werden und muss die Technik richtig einsetzen. Auch zwingend erforderlich ist ein Verfahren zur Überprüfung/Validierung und Bewertung von Spektroskopischen Methoden in der Landwirtschaft zu etablieren. Hier sollen Spektroskopische Methoden zur Bestimmung von Trockenmasseertrag von Heu, Mais und anderen Feldfrüchten und die Bestimmung von Nährstoffen Phosphor, Kalium, Stickstoff, Ammonium, Kalzium und Magnesium geprüft werden. Mit Hilfe der etablierten Biogas-Ringversuche sollen Validierungen eingeführt werden.

Somit kann die LfL ein Instrument zur Kontrolle, Verifizierung und letztlich Zertifizierung der NIRS-Messsonden in der landwirtschaftlichen Praxis bereitstellen.

Um eine korrekte Analytik zu gewährleisten, müssen aber die Online Messsonden „richtige Werte“ generieren. Dafür müssen diese regelmäßig überprüft, kalibriert und verifiziert werden. Dies ist aber nur über Ringversuche möglich.

Ein teilnehmender Landwirt hat somit künftig die Sicherheit, dass die auf dem Feld erhobenen Messergebnisse den Anforderungen der Düngeverordnung genügen und gleichwertig zu den Laborergebnissen sind.

Trennung von Kohlenstoff- und Stickstofffraktionen im Boden mit einer Temperaturrampe

Alt, F. (Langenselbold), Loos, A. (Langenselbold), Lange, L. (Langenselbold)

Detaillierte Kenntnisse über Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte in Böden sind essentiell für das Verständnis der ablaufenden biogeochemischen Prozesse und dementsprechend auch für die Landnutzung und Düngung. Die methodische Herausforderung bei der Bestimmung der Kohlenstoffgehalte in Feststoffen liegt in der Trennung der organischen und anorganischen Kohlenstofffraktion und insbesondere der Möglichkeit den elementaren Kohlenstoff von diesen zu unterscheiden. Wir prüfen deshalb die Vor- und Nachteile der Nutzung einer Temperaturrampe (DIN 19539) gegenüber der klassischen Differenz- oder Direktmethode (EN 13137, EN 15936).

Der soli TOC® cube bietet die Möglichkeit eine zwischen 150 °C und 900 °C frei konfigurierbare Temperaturrampe zu fahren, bzw. isotherm nach EN 15936 zu arbeiten. Darüber hinaus kann die Zersetzung von Stickstoffverbindungen simultan miterfasst werden. Um die Zweckmäßigkeit dieser Methode zu testen wurden die mit der Temperaturrampe differenzierten Kohlenstoffgehalte mit den durch die Differenz- und Direktmethode erzielten Ergebnissen für eine Vielzahl (n = 128) von Böden mit unterschiedlichen Eigenschaften verglichen.

Die mit dem Direktverfahren ermittelten organischen Kohlenstoffgehalte stimmen für die meisten Böden sehr gut mit der Summe der organischen und elementaren Kohlenstofffraktion, die mit der Temperaturrampe bestimmt wurde, überein (s. Bsp. in Tab. 1). Auch die simultan erfassten Gesamtstickstoffgehalte weisen keine signifikanten Unterschiede zu den Ergebnissen etablierter Vergleichsmethoden auf. Darüber hinaus bietet die Vielseitigkeit der Temperaturrampe die Möglichkeit außer den Fraktionen auch einzelne Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen über die Zersetzungsbedingungen zu trennen und zu erfassen.

Tab. 1: Bestimmung von C-Fraktionen in einer Kalkmarsch mit unterschiedlichen Methoden

Probe	Methode	TOC(400) [%]	ROC [%]	TIC(900) [%]	TC [%]
Kalkmarsch	DIN 19539 A	2,41	0,45	0,24	3,11
10 cm	EN 15936	2,86	–	0,21	3,07
Kalkmarsch	DIN 19539 A	1,48	0,32	0,40	2,20
20 cm	EN 15936	1,75	–	0,46	2,22

Bestimmung des Gehalts von Precursor-Substanzen auf PFC-belasteten Versuchsflächen über den TOP-Assay

Mechler, M. (Karlsruhe), Steemann, F. X. (Freiburg), Schneider, B. (Karlsruhe), Müller, K. (Karlsruhe), Nagel, T. (Karlsruhe), Breuer, J. (Karlsruhe)

In Mittelbaden sind zahlreiche landwirtschaftliche Nutzflächen mit per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) belastet. Die Untersuchung der Bodenproben zur Ermittlung der Belastung erfolgt derzeit am LTZ Augustenberg auf wenige einzelne perfluorierte Verbindungen, bei denen es sich vermutlich lediglich um die Abbauprodukte der ursprünglich in der Papierindustrie eingesetzten technischen Produkte handelt. Zur besseren Lagebeurteilung dieses großflächigen Umweltschadensfalles wurde in einem vom Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) geförderten Projekt eine literaturbekannte Methode zur Analytik von PFC-Vorläuferverbindungen in Wasserproben auf die Untersuchung von Bodenproben übertragen. In dieser von Houtz publizierten Methode (TOP-Assay; TOP = total oxidisable precursors) werden die Precursor-Substanzen chemisch größtenteils zu den bereits analytisch etablierten PFC oxidativ umgesetzt und als diese quantifiziert. Der Vergleich von PFC-Gehalten derselben Probe ohne Precursor-Abbau erlaubt eine Aussage über das Vorhandensein der Precursor-Substanzen.

Im Rahmen dieses Projektes wurden zur Optimierung der Reaktions-, Extraktions- und Aufreinigungsbedingungen Dotierversuche mit Perfluoralkylphosphatestern (PAPs) durchgeführt. PAPs werden u. a. in der Papierindustrie als Vorläuferverbindungen verwendet. Analytische Standardsubstanzen einiger Vertreter dieser Stoffgruppe sind kommerziell erhältlich. Die zur Oxidation benötigten Hydroxyradikale wurden durch Thermolyse von Peroxodisulfat erzeugt und die Messung der via SPE aufgereinigten Extrakte erfolgte mittels LC-MS/MS. Bei der Untersuchung von realen Bodenproben mit einer unbekannten Menge an Vorläuferverbindungen konnten unter Anwendung des TOP-Assays Precursorsubstanzen nachgewiesen werden.

Tab. 1: Untersuchung von real belasteten Bodenproben. Die Ergebnisse beziehen sich auf 2 g einer gefriergetrockneten Bodenprobe.

Probe	TOP-Assay [nmol]	PFC-Gehalt vorher [nmol]	Differenz [nmol]
Fläche 1/Summe PFC	3,075	1,080	**1,995**
Fläche 2/Summe PFC	5,815	2,381	**3,434**

Mykotoxine: Expositionsabschätzung bei Mensch und Tier

Cramer, B. (Münster), Humpf, H. (Münster)

Mykotoxine sind giftige Sekundärmetaboliten von Schimmelpilzen. Sie werden von Pilzen unterschiedlicher Gattungen wie *Fusarium*, *Penicillium* oder *Aspergillus* während des Pflanzenwachstums auf dem Feld oder nachfolgend bei der Lagerung gebildet. Auf Grund der toxischen Wirkung von Mykotoxinen sollte die Exposition gegenüber diesen Substanzen möglichst gering sein und unterliegt in vielen Fällen gesetzlichen Regelungen. Da Mykotoxine jedoch in vielen verschiedenen Lebens- und Futtermitteln vorkommen, kann die Summe der Exposition nur schwer abgeschätzt werden. Für einzelne Individuen kann die akute Exposition zudem nicht über die Nahrung erfasst werden. Hinzu kommt, dass viele Mykotoxine nicht gleichmäßig über die Nahrungsmittel verteilt sind sondern in sog. „Hotspots“ vorliegen. Bei der Probenahme können diese übersehen werden, bei der Aufnahme der entsprechenden Nahrungsmittel können durch diese jedoch hohe Expositionen erreicht werden.

Als Biomonitoring wird die Analyse von physiologischen Proben wie Blut oder Urin bezeichnet, die das Ziel hat, aus den gewonnenen Daten die Exposition gegenüber bestimmten Substanzen zu bestimmen. Die dabei gemessenen Gehalte erlauben dabei Rückschlüsse auf die tatsächlich aufgenommen Menge der (toxischen) Substanz. Moderne HPLC-MS/MS basierte Methoden ermöglichen es, Biomonitoring unter Verwendung von Urinproben oder minimalinvasiv durch wenige Bluttropfen durchzuführen. Dabei kann zurzeit bereits ein Spektrum von über 30 verschiedenen Mykotoxinen und Mykotoxinmetaboliten erfasst werden. Die Empfindlichkeit der Methodik reicht dabei mittlerweile aus, um erhöhte Expositionen sicher zu erfassen und entwickelt sich damit zu einem wichtigen Werkzeug für epidemiologische Studien aber auch um akute Intoxikationen zu erfassen.

Im Rahmen dieses Vortrages werden der aktuelle Stand der Technik und die bereits jetzt gegebenen Einsatzmöglichkeiten vorgestellt.

Entwicklung eines Analysenverfahrens zur Bestimmung von Chinolizidinalkaloiden in Lupinensamen

Kolrep, F. (Berlin), Klis, V. (Berlin), Schwieters, M. (Berlin), Preiß-Weigert, A. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin), Fry, H. (Berlin)

Lupinen gehören zur Familie der Leguminosen und sind eine alternative Eiweißressource zur Sojabohne. Lupinen synthetisieren in den Chloroplasten der Blätter Alkaloide. Neutriebe, junge Blätter und Lupinensamen sind besonders alkaloidreich. Die Alkaloidgehalte können in Lupinensamen bis zu 8 % des Trockengewichts ausmachen [1]. Zu den Lupinenalkaloiden, zählen Piperidin-, Indol- und Chinolizidinalkaloide.

Chinolizidinalkaloide sind aufgrund ihres bitteren Geschmacks fraßabschreckend. Sie können neurologische und das Herz-Kreislauf- sowie Verdauungssystem betreffende Effekte hervorrufen [1]. Der Grundkörper der Chinolizidinalkaloide besteht aus zwei Sechsringen mit einem Stickstoff als Brückenkopfatom. Bisher sind 170 verschiedene Chinolizidinalkaloide bekannt, welche in bizyklische, trizyklische und tetrazyklische Strukturtypen klassifiziert werden können.

Das Chinolizidinalkaloid-Muster ist von der Lupinenspezies abhängig. Die Gehalte werden durch die Lupinenvarietät und von Umweltfaktoren (Temperatur, Düngemittel) bestimmt [1, 2]. Alkaloidarme, für die Nutztierfütterung geeignete Varietäten der weißen (Lupinus albus L.), gelben (Lupinus luteus L.) und blauen (Lupinus angustifolius L.) Lupinenspezies wurden aus alkaloidreichen Varietäten durch Auslese gezüchtet [3].

Zur Kontrolle der Chinolizidinalkaloid-Gehalte in Lupinensamen wird derzeit am Bundesinstitut für Risikobewertung ein Analysenverfahren entwickelt. Dazu werden sowohl LC-MS/MS- als auch GC-MS-Methoden erprobt und miteinander verglichen. Die ermittelten Chinolizidinalkaloid-Muster in Lupinensamen erlauben Aussagen über die jeweilige Lupinenspezies und Varietät.

Referenzen:

[1] BfR (2017): Risikobewertung des Alkaloidvorkommens in Lupinensamen.

[2] Ciesiolka D, Muzquiz M, Burbano C, et al. (2005): An effect of various nitrogen forms used as fertilizer on Lupinus albus L. yield and protein, alkaloid and alpha-galactosides content. J Agron & Crop Sci 191:458–463.

[3] Sengbusch, R (1931): Bitterstoffarme Lupinen II. Der Züchter 3: 93 - 109.

Validierung einer HPLC-ICP-MS Methode für die Bestimmung von Quecksilberspezies in Lebens- und Futtermitteln und ausgewählte Untersuchungsergebnisse

Liftinger, G. (Linz)

Quecksilberspezies

In Lebensmittel relevante Quecksilberspezies sind anorganisches Quecksilber und organische Quecksilberverbindungen, vor allem Methylquecksilber. Allen gemein ist, dass sie als giftig anzusehen sind, die Art ihrer Wirkung im Körper und ihre Toxizitäten sind aber sehr unterschiedlich.

Wenn nicht nur der Gehalt an Gesamtquecksilber, sondern auch die der wichtigsten Spezies bestimmt werden können, liefert das wertvolle zusätzliche Informationen.

Analytik der Quecksilberspezies

Es gibt derzeit keine genormte Methode für diese Analytik, es bieten sich aber Kopplungen mit der ICP-MS an. Die meisten Verfahren mit HPLC-ICPMS arbeiten mit giftigen Substanzen wie Pyridin oder Mercaptoethanol als Eluent. Aus Gründen des ArbeitnehmerInnenschutzes ist es sinnvoll und wichtig solche Substanzen möglichst zu vermeiden. Deshalb wurde eine robuste und valide Methode mit nichtgiftigen Substanzen adaptiert, eingeführt und vailidiert. Mit diesem Verfahren können Methylquecksilber und anorganisches Quecksilber quantitativ bestimmt werden.

Kenndaten der Validierung

Im Zuge der Validierung wurden in einem ersten Schritt die Linearitätsbereiche und die Nachweis- und Bestimmungsgrenzen ermittelt. Die Frage ob die Extraktionseffizienz und die Säulenwiederfindung ausreichend sind war auch relevant. Abschließend wurde die Richtigkeit des Verfahrens überprüft und die Messunsicherheit abgeschätzt.

Im Messbereich (0,5 µg/l – 25µg/l) herrscht Linearität. Die Bestimmungsgrenzen lagen bei 0,01 mg/kg für Methylquecksilber und 0,02 mg/kg für anorganisches Quecksilber.

Die bestimmte Extraktionseffizient war > 90 %, ebenfalls die Säulenwiederfindung. Mit einem zertifizierten Referenzmaterial (TORT-2) wurde die Richtigkeit des Verfahrens erfolgreich nachgewiesen. Aufgrund der erhaltenen Ergebnisse konnte die Messunsicherheit mit 25% berechnet werden.

Ausgewählte Ergebnisse

Es wurden Proben von Fischen, Meeresfrüchten und Futtermitteln auf ihre Gehalte an Gesamtquecksilber, anorganisches Quecksilber und Methylquecksilber untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine getrennte Auswertung von Methylquecksilber und anorganischem Quecksilber zusätzliche Informationen liefert und daher sinnvoll ist.

Nachweis der geographischen Herkunft von Körnermais anhand spektroskopischer Methoden – eine Machbarkeitsstudie –

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

Die steigende Komplexität von Warenketten und das zunehmende Bewusstsein der Verbraucher für bestimmte Produktmerkmale erfordern zuverlässige analytische Strategien, um die Echtheit von Lebens- und Futtermitteln zu überprüfen. Eine analytische Authentizitätsprüfung ermöglicht direkt am Produkt die Verifizierung von Deklarationen und Angaben bezüglich der geographischen Herkunft, ebenso wie der Zusammensetzung oder der Produktionsweise.

Mit klassischen, zielgerichteten Verfahren können einzelne Parameter wie Stabilisotopenverhältnisse oder Aromaprofile untersucht werden. Diese sind jedoch nicht immer ausreichend, um alle Aspekte der Authentizität eines Produktes zu verifizieren. Hier kommen vermehrt nicht-zielgerichtete Verfahren zum Einsatz. Bei diesen wird mit spektroskopischen oder spektrometrischen Techniken eine Vielzahl an Informationen über die Bestandteile oder den Zustand der Proben erhalten. Durch die multivariate Auswertung der Daten können Proben anhand eines bestimmten Merkmals (z. B. geographische Herkunft) unterschieden oder Abweichungen von einer „normalen“ Zusammensetzung aufgedeckt werden.

Als wesentlicher Aspekt der Authentizitätsprüfung wird im vorgestellten Projekt der Nachweis der geographischen Herkunft von Futtermitteln an der Demonstratormatrix Körnermais untersucht. Die Entwicklung entsprechender Analysenverfahren basierend auf der Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie und der Protonen-Kernspinresonanz-Spektroskopie erfolgte an einem ausgewählten Probensatz bestehend aus Körnermaisproben von drei Kontinenten (Europa, Nord- und Südamerika). Aus den erhaltenen Daten wurden Klassifizierungsmodelle erstellt und eine Strategie zur Überprüfung der geographischen Herkunft entwickelt. Die angewandten Techniken werden verglichen und Herausforderungen und Möglichkeiten für die Implementierung in die Futtermittelüberwachung erläutert.

Einsatz von Kaninchenkot als Inokulum im Hohenheimer-Futterwerttest

Jacobs, D. (Bonn), Lenz, J. (Troisdorf), Südekum, K.-H. (Bonn), Steuer, P. (Troisdorf)

Für eine optimale tierische Leistung und einen ökonomisch und ökologisch effizienten Einsatz von Futterkomponenten ist eine korrekte Futtermittelbewertung zwingend erforderlich. In der Vergangenheit wurde eine Vielzahl an Methoden entwickelt, um den Futterwert *in vitro* zu schätzen. In Deutschland hat sich insbesondere der Hohenheimer Futterwerttest (HFT) etabliert. Zur Vereinfachung des Verfahrens schlugen erstmals Aiple et al. (1992; J. Anim Physiol. Anim. Nutr. 67, 57–66) vor, das Inokulum Pansensaft durch frischen Kot zu ersetzen. Diese Arbeit hatte zum Ziel, mittels eines Futtermittelscreenings, das Potential von Kaninchenkot im HFT abzuschätzen.

Verwendet wurde Kot, den die Kaninchen über Nacht absetzten (KI). Die mikrobielle Aktivität des KI wurde erhöht, indem mit einem Futtergemisch ca. 20 h vorinkubiert wurde. Die Gasproduktion (GP) im HFT wurde zu den Zeitpunkten 2, 4, 6, 8, 12, 24, 32 und 48 h gemessen. Verschiedene Futtermittel (n = 23), mit einem breiten Spektrum an chemischer Zusammensetzung, wurden analysiert. Neben der GP wurde die nach 24-h Inkubation erreichte Konzentration der quantitativ bedeutendsten kurzkettigen Fettsäuren (SCFA) Essig-, Propion- und Buttersäure, sowie deren absolute Gesamtmenge für beide Inokula bestimmt.

Aus den Ergebnissen der Analyse geht hervor, dass die meisten Futtermittel mit KI verzögerte GP aufwiesen. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, die Standard-Inkubationsdauer auf 48 h auszudehnen. Energiereiche Futtermittel zeigten mit KI ähnliche maximale GP wie mit Pansensaft. Futtermittel mit einem hohen Fasergehalt hingegen wiesen geringere maximale GP, geringere Gasbildungsraten, sowie längere Latenzphasen mit KI auf. Die Gesamtmenge an SCFA und die molaren Fettsäureverhältnisse fielen zwischen den Inokula sehr unterschiedlich aus. Im Vergleich zur Fermentation mit Pansensaft führte die Inkubation mit Kot bei den meisten Futtermitteln zu geringeren Essig- und Propionsäureanteilen sowie stark steigenden Buttersäureanteilen. Ein Teil der GP mit KI ließ sich nicht mit den gemessen SCFA-Konzentrationen erklären.

Die Resultate dieser Arbeit zeigen, dass präparierter Kaninchenkot prinzipiell anstelle von Pansensaft als Inokulum für *in vitro*-Gasbildungsmessungen geeignet ist. Jedoch ist dieses modifizierte Verfahren bisher nicht ohne Einschränkung für alle Futtermittelgruppen zu empfehlen.

Messunsicherheit bei NIRS-Messungen

Tillmann, P. (Kassel)

Die Messunsicherheit ist in der Analytik z.B. von unerwünschten Stoffen von zentraler Bedeutung für die Interpretation von Analysenergebnissen. Ferner wird eine Angabe dazu oft im Rahmen der Akkreditierung eines Labors gefordert. Eine einfache Übernahme der Messunsicherheit aus anderen Methoden ist für die NIRS-Analytik nicht möglich, da diese immer ein auf eine bestimmte Referenzmethode kalibriertes Verfahren ist.

In Anlehnung an den EURACHEM CITAC Leitfaden „Ermittlung der Messunsicherheit bei analytischen Messungen“ [2] wird für die folgenden Fälle

A) NIRS-Modelle und Validierung mit zertifziertem Referenzmaterial

B) NIRS-Modelle und Validierung mit Referenzmethode

C) NIRS-Modelle mit zentraler Validierung und Ringversuchen (z.B. NIRS-Netzwerk)

je eine Vorgehensweise vorgeschlagen, die in diesem Vorschlag an die Besonderheiten der kalibrierten Verfahren angepasst werden.

P032 Posterpräsentation „Analytik“

Einfluss der Trocknung auf das Infrarot-Spektrum von Körnermais

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

Körnermais wird weltweit als Futtermittel genutzt und angebaut. Im Rahmen eines Projektes zur Überprüfung der Authentizität von Futtermitteln wird Mais als Demonstratormatrix untersucht. Mittels Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie und multivariater Auswertung werden hierbei Klassifizierungsmodelle erstellt, um die geografische Herkunft von Proben zu verifizieren.

Für den Aufbau von Vergleichsdatenbanken für die Verifizierung der geografischen Herkunft und zur Modellerstellung werden authentische Proben mit gesicherter Herkunftsangabe benötigt. Neben industriell getrocknetem Körnermais könnten dafür auch frische Maisproben direkt nach der Ernte genutzt werden. Dafür muss zunächst aber überprüft werden, ob eine unterschiedliche Trocknungsweise einen Einfluss auf die Vergleichbarkeit der spektralen Daten hat, damit dieser anschließend bei der Erstellung von Klassifizierungsmodellen berücksichtigt werden kann. Hierzu werden erste Ergebnisse präsentiert. Darüber hinaus wird in der vorgestellten Studie die natürliche Schwankung des Wassergehaltes an einem kleinen Probensatz untersucht und mit den entsprechenden Spektren korreliert um den Einfluss auf die nachfolgende Modellbildung abschätzen zu können.

ArDB: Eine innovative Datenbank für Analyseergebnisse und Datenvisualisierung

Alt, F. (Langenselbold), Barker, S. (Manchester), Taylor, K. (Manchester), Sudnik, M. (Manchester), Seed, M. (Manchester)

Für jede Boden- oder Wasserprobe gibt es viele Parameter, die die gemessenen Analysenergebnisse beeinflussen. Zum Beispiel: die geographische Lage, die Bodentiefe, der Abstand zu potenziellen Verschmutzungsquellen, Düngung, Jahreszeiten, Probenlagerung, usw. Diese Parameter werden allgemein als Metadaten bezeichnet. Mit **Ar**DB können Ihre Analyseergebnisse unter Berücksichtigung all dieser Metadaten ausgewertet werden und somit direkt der Einfluss von beispielsweise Landnutzung oder Witterung auf Ökosystemprozesse abgeleitet werden.

ArDB steht für Analytical Results Database und ist ein völlig neues Softwareprodukt, das eine Datenanalyse über die einfache Datenverarbeitung hinaus möglich macht. Mit **Ar**DB bietet Elementar Analysensysteme GmbH neue, leistungsstarke Messergebnisverwaltungs- und Analysentools vereint in einer Software. Durch die Integration der Statistiksoftware „R“, enthält **Ar**DB alle wichtigen statistischen Auswertungen, wie zum Beispiel die Hauptkomponentenanalyse (PCA) oder die Diskriminanzanalyse (LDA). **Ar**DB ermöglicht es Muster innerhalb der erhobenen Daten zu erkennen, eine Bewertung von Korrelationen zwischen unbekannten und bekannten Proben vorzunehmen oder alle gesammelten Daten mit Karten und Diagrammen zu visualisieren (d. h. **Ar**DB kann als Geographisches Informationssystem (GIS) verwendet werden). Mit all seinen Funktionen kann **Ar**DB von der Planung und Koordination der Probenahme, über die Verwaltung der Messergebnisse bis hin zur endgültigen Datenanalyse und -veröffentlichung verwendet werden und garantiert somit die Qualitätssicherung über all diese Prozesse.

Da es wichtig ist alle Messergebnisse, die für eine Umweltprobe erhoben werden, in einem Kontext zu sehen, präsentieren wir unseren Vorschlag zu deren gemeinsamer Auswertung. Außerdem zeigen wir wie unbekannte Proben mit bekannten Proben innerhalb einer Datenbank einfach miteinander verglichen werden können und dadurch wahrscheinliche Einflussgrößen bestimmt werden können.

Bestimmung von Nitrat, Ammonium und Kalium im Pflanzensaft von Baumschulgehölzen mit Schnelltestmethoden

Schachtschneider, M.-L. (Osnabrück), Dinklage, S. (Osnabrück), Lösing, H. (Ellerhoop), Daum, D. (Osnabrück)

Die Pflanzenanalyse ist ein etabliertes Verfahren zur Kontrolle des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen. Bei der klassischen Vorgehensweise werden die Nährelementgehalte in Blättern nach Trocknung und Aufschluss der Pflanzensubstanz laboranalytisch bestimmt. Als Alternative zu den relativ zeitaufwendigen und teuren Laboranalysen kommen Schnelltests in Betracht, bei denen die Inhaltsstoffe von Pflanzensäften mit speziellen Teststäbchen und/oder tragbaren Messgeräten direkt im Feld ermittelt werden können. Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen war es, die Eignung von verschiedenen Schnelltestmethoden zur Bestimmung von Nitrat, Ammonium und Kalium in Blättern von Baumschulgehölzen zu prüfen. Die Untersuchungen erfolgten an einer Laubgehölzart (*Carpinus betulus*) und einer Koniferenart (*Abies nordmanniana*). Zunächst wurde die Messgenauigkeit der Testverfahren mittels Standardlösungen ermittelt. Anschließend wurden aus den Blättern gewonnene Pflanzensäfte untersucht und die Ergebnisse mit analytischen Referenzmethoden verglichen. Zur Überprüfung von Matrixeffekten wurden den Proben definierte Mengen der Analyten hinzugefügt (Standardadditionsverfahren nach DIN 32633:2013-05). Der Einfluss des Nährstoffangebotes im Boden auf die Nährstoffgehalte im Pflanzenpresssaft wurde im Rahmen eines Felddüngungsversuches mit Hainbuchen untersucht.

Der Nitratgehalt konnte im Saft von Hainbuchenblättern sowie neuausgetriebenen Tannennadeln reproduzierbar und genau mittels Nitratteststäbchen in Kombination mit einer reflektometrischen Auswertung (Nitrachek, RQflex®10 plus) bestimmt werden. In den Nadeln der Vorjahrestriebe (Probenahme Anfang Mai) kam es hingegen matrixbedingt zu einer deutlichen Unterschätzung der Nitratgehalte. Messungen mit einer Nitratelektrode (NO_3^- LAQUAtwin) erwiesen sich bei der Untersuchung von Pflanzensäften teilweise als störanfällig, besonders wieder bei der Konifere. Ursächlich hierfür waren vermutlich die hohen Gehalte an Harzen und anderen organischen Stoffen im Presssaft der Nadeln. Zur Bestimmung des Kaliumgehaltes war die geprüfte ionenselektive Elektrode (K^+ LAQUAtwin) für Laub- und Nadelblätter gleichermaßen gut geeignet. Die Ammoniumgehalte in den Pflanzenpresssäften waren durchweg sehr niedrig und konnten mit den verwendeten Teststäbchen auch unter Hinzunahme eines Reflektometers nicht hinreichend genau quantifiziert werden. Im Düngungsversuch korrelierte der Nitratgehalt im Saft von Hainbuchenblätter sehr eng mit dem Nitratangebot in der durchwurzelten Bodenschicht (R^2 = 0,91). Bei Kalium war dieser Zusammenhang etwas schwächer ausgeprägt (R^2 = 0,71).

Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) – Untersuchungen zur Aufnahme und des Transfers in das Hühnerei

Eichhorn, M. (Schmallenberg), Kotthoff, M. (Schmallenberg), Göckener, B. (Schmallenberg), Bücking, M. (Schmallenberg), Kowalczyk, J. (Berlin)

Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) finden durch ihre besonderen Eigenschaften breite Anwendung in der Industrie und einer Vielzahl von Konsumgütern. Unter den PFAS ist vor allem die Gruppe der Perfluoralkylsäuren (PFAA), welche sich je nach funktioneller Endgruppe in Perfluorcarbon- (PFCA) und Perfluorsulfonsäuren (PFSA) einteilen lassen, am besten charakterisiert. PFAS stellen Vorläuferverbindungen für PFAA dar, welche infolge ihrer chemischen Stabilität persistent, biomagnifizierend und toxisch sind.

Die Verbreitung von PFAS ist ubiquitär. Sie wurden in Tier-, Gewässer-, Pflanzen- und Bodenproben nachgewiesen. Durch ihren Nachweis in Humanproben und Trinkwasser rückt die Untersuchung von PFAS als PFAA-Vorläufer zusätzlich aus verbraucherschutzrechtlichen Gesichtspunkten in den Fokus.

In einer Fütterungsstudie des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) wurden Hühner mit PFAS belastetem Futtermittel gefüttert. Dabei wurde die Verteilung der PFAA im Tier untersucht. Die Ergebnisse des Transferversuchs zeigten, dass die Tiere höhere Mengen an PFAA mit dem Ei ausschieden als mit dem Futter aufgenommen wurde. In Untersuchungen des Futters konnten verschiedene Vorläuferverbindungen identifiziert werden. Weiterführend werden nun die Eier auf deren Gehalt an Vorläufern untersucht. Hühnereier spielen in der menschlichen Ernährung eine große Rolle, daher ist eine valide Analytik für diese Matrix notwendig. Gleichzeitig kann der Transfer von Vorläufern aus belastetem Futtermittel in Eier nachvollzogen werden. Zu diesem Zweck wird eine Multimethode zum Nachweis von mehr als 40 PFAS an die Matrix Hühnerei angepasst.

Mithilfe der *Total Oxidizable Precursor* (TOP) Methode werden Vorläufer zu den korrespondierenden PFCA abgebaut. Durch den Vergleich der PFCA-Konzentrationen vor und nach der Oxidation wird ein Rückschluss auf die Menge der Vorläufer, und damit der mittels spezifischer Analytik nicht erfassbaren PFAS, möglich. Dadurch wird ein Überblick über die Gesamt-PFAS Belastung der im Transferversuch mit Hühnern gewonnenen Ei-Proben ermöglicht.

Referenzanalytik für akkreditierte Laboratorien

Fettweis, U. (Königswinter)

C. Gerhardt entwickelt und produziert Laborgeräte für die Analyse von Lebensmittel-, Futtermittel- und Umweltproben. Mit der Weiterentwicklung bestehender Systeme und der Entwicklung neuer Geräte bietet C. Gerhardt Lösungen an für Laboratorien, deren Aufgaben sich mit Bezug auf die Bewältigung einer höheren Probenanzahl sowie mit Bezug auf den Nachweis der Lieferung valider Ergebnisse verändern.

Mit den C. Gerhardt-Systemen können der Probendurchsatz gesteigert und lästige Dokumentationsarbeiten minimiert werden. Dies wird anhand von Beispielen aus der Stickstoff- uns Kohlenstoffbestimmung mit dem DUMATHERM® N Pro und dem DUMATHERM® CN, der Bestimmung des Stickstoffgehaltes nach Kjeldahl sowie der Fettbestimmung nach Weibull-Stoldt / Weibull-Berntrop dargestellt.

Abb. 1: DUMATHERM®– Schnell betriebsbereit und kurze Analysezeiten

Abb. 2: Das grafische Farbdisplay des KJELDATHERM® mit selbsterklärenden Symbolen macht die Bedienung einfach.

P037 Posterpräsentation „Analytik“

Methodenentwicklung und Probenscreening für Mykotoxine in Leguminosen

Kunz, B. (Berlin), Wanko, F. (Berlin), Kemmlein, S. (Berlin), Bahlmann, A. (Berlin), Rohn, S. (Hamburg), Maul, R. (Berlin)

Leguminosen als pflanzliche Eiweißlieferanten gewinnen stetig an Bedeutung. So hat die FAO 2016 das „Year of Pulses“ ausgerufen. Nicht nur für die unmittelbare menschliche Ernährung, auch für ökologische Tierfütterung besteht große Nachfrage an regional angebauten Leguminosen. Die Datenlage zur Kontamination von Leguminosen mit Mykotoxinen ist gering. Zearalenon (ZEN) und Deoxynivalenol (DON) wurden beispielsweise in Soja ebenso nachgewiesen wie T-2- und HT-2-Toxin in Lupinen[1], Fumonisine in Erbsen[2] und Aflatoxine und Ochratoxin A (OTA) in Gartenbohnen (*P. vulgaris*)[3]. Die in Deutschland relevanten Futtererbsen oder Ackerbohnen (*Vicia faba*) wurden bisher kaum untersucht.

Das Poster präsentiert die Ergebnisse einer Methodenentwicklung in Leguminosenmatrix des Nationalen Referenzlaboratoriums für Mykotoxine zur Quantifizierung von elf wichtigen Mykotoxinen, die bereits über Höchstmengen oder Richtwerte in Getreide geregelt sind. Es wird der Stabilisotopen-Verdünnungs-Ansatz angewendet und die Analyse erfolgt mittels LC-MS/MS. Das Analyseverfahren basiert auf dem aktuellen Entwurf für eine Multimykotoxin-Screening-Verfahren für OTA, Aflatoxin B_1, DON, ZEN, T-2- und HT-2-Toxin und Fumonisin B_1 und B_2 in Lebensmitteln (CEN WI 00275287). Die hausinterne Validierung nach VO (EG) Nr. 401/2006 zeigte eine gute Linearität, Präzision und eine ausreichende Empfindlichkeit. Zusätzlich erfolgte eine erste Anwendung der Methode auf 45 Erbsen-, Bohnen- (*P. vulgaris*), Soja-, Lupinen- und Linsen-Proben aus dem Einzelhandel. Die Untersuchung zeigte detektierbare Kontaminationen mit ZEN und T2 in je drei Linsenproben und OTA oberhalb der Bestimmungsgrenze in je einer Erbsen- und Bohnenprobe.

In Falle der Kontamination mit OTA, ist dabei von einer Bildung in der Nachernte/Lagerung auszugehen. Es besteht weiterhin Untersuchungsbedarf zum Mykotoxingehalt in Leguminosen, um deren Beitrag zur Gesamtexposition von Mensch und Tier zu vervollständigen. Unter Berücksichtigung von Sortenwahl, Anbauregionen oder Lagerungsbedingungen könnten solche Daten die Qualität von Leguminosen weiter verbessern.

Zitate:

1. M. Schollenberger *et al. Mycopathologia* **161**, 43-52 (2006).
2. A. Waskiewicz *et al*. *Toxins (Basel)* **5**, 488-503 (2013).
3. S. S. Fakoor Janati *et al*. *Bull Environ Contam Toxicol* **87**, 194-197 (2011).

Toxine aus *Stachybotrys* Spezies – Möglichkeiten zur Expositionsabschätzung

Lindemann, V. (Münster), Jagels, A. (Münster), Humpf, H.-U. (Münster)

Schimmelpilze der Gattung *Stachybotrys* sind in der Umwelt ubiquitär verbreitet. Sie treten vor allem nach Wasserschäden in Innenräumen auf, können aber auch Futtermittel belasten. *Stachybotrys* wurde bereits Mitte des 19. Jahrhunderts isoliert, rückte jedoch erst in den 1990er Jahren in den Fokus des Interesses. Der Auslöser hierfür waren Fälle von Kleinkindern in den USA, die nach einer Exposition mit *Stachybotrys* Spezies unter Schädigungen der Lunge litten.

Die Gesundheitsgefährdung von *Stachybotrys* ist bedingt durch die Sekundärmetaboliten, die der Pilz produziert. Diese Mykotoxine können in drei Substanzklassen eingeteilt werden (makrozyklische Trichothecene, Atranone, Phenylspirodrimane (Strukturbeispiele siehe Abbildung 1). Aufgrund der Substanzvielfalt sind zahlreiche Fragen zum Vorkommen, zur Toxizität und zum Metabolismus bisher nicht geklärt.

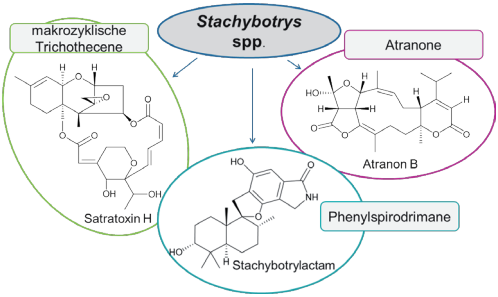


Abb. 1: Strukturformeln von Mykotoxinen aus *Stachybotrys* Spezies.

Stachybotrys und seine Toxine konnten bisher nicht nur in Innenräumen, sondern auch in Baumaterialien generell und – für die Landwirtschaft von besonderem Interesse – in Lebensmitteln (Reis) und Futtermitteln (Stroh) nachgewiesen werden.

Da es zurzeit keine Möglichkeiten gibt, die Belastung von Mensch und Tier mit *Stachybotrys*(-toxinen) abzuschätzen, wurden im Institut für Lebensmittelchemie die entsprechenden Mykotoxine als Standards aus Schimmelpilzkulturen isoliert und strukturell charakterisiert. Derzeit wird eine LC-MS/MS-Multimethode entwickelt, um die genannten Toxine in Realproben zu quantifizieren. Außerdem werden Studien zur Toxizität und zum Metabolismus der Mykotoxine durchgeführt.

The rye-infecting fungus *Claviceps purpurea*: Producer of bioactive pigments

Lünne, F. (Münster), Niehaus, E.-M. (Münster), Kunigkeit, J. (Münster), Kalinina, S. A. (Münster), Humpf, H.-U. (Münster)

Claviceps purpurea is a plant pathogenic fungus infecting a broad range of grasses, especially the economically important crops rye and wheat. The fungus is well known for its production of the toxic ergot alkaloids formed in sclerotia, the survival structure of the fungus. These ergot alkaloids belong to the best-characterized secondary metabolites of *C. purpurea*. Besides ergot alkaloids, little is known about other secondary metabolites of the fungus. Recently, the genome of *C. purpurea* was sequenced and bioinformatic analysis showed the potential of the fungus to produce new secondary metabolites.

Analyses of the gene clusters in *C. purpurea* indicated homology of polyketide-synthase 4 to the key enzyme of the monodictyphenone cluster in *A. nidulans*. Overexpression of the cluster-specific transcription factor allowed to elucidate the gene cluster encoding for ergot pigments, which belong to different structural classes: anthraquinone carboxylic acids and dimeric hydroxanthone derivatives (ergochromes). The latter are known for their biological activity.

In the course of our study, the secondary metabolites endocrocin, clavorubin and secalonic acids A-C were successfully isolated and the cytotoxicity tested in HepG2 cells. For isolation fungal cultures were extracted with ethyl acetate. The crude extract was subjected to flash chromatography with subsequent final separation of the anthraquinones and the secalonic acids by preparative HPLC-UV. Also, it was observed that both groups of ergot pigments are products of the same biosynthetic pathway. The structures of the isolated metabolites were elucidated by NMR and HPLC-MS and in agreement with previously reported data. The isolation and structure elucidation of further unknown metabolites is currently under study.

Activation of the gene cluster in axenic culture opened up new possibilities for biotechnological applications like the development of new pharmaceuticals or food colorants.

Standardisierung von Analysenmethoden für Futter- und Lebensmittelkontrolle zur Sicherung vergleichbarer Analysenergebnisse im globalen Handel am Beispiel von Pyrrolizidinalkaloiden in Futtermitteln

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

Die Verunreinigung von Futtermitteln mit Pyrrolizidinalkaloid(PA)-haltigen Pflanzen kann eine Gefahr für die Gesundheit landwirtschaftlicher Nutztiere darstellen und negative Auswirkungen auf die Sicherheit der von diesen Tieren gewonnenen Lebensmittel haben. Das BfR arbeitet derzeit im Rahmen eines Mandats des Europäischen Instituts für Normung (CEN) an der Standardisierung einer Analysenmethode zur Gewährleistung der effektiven Kontrolle von PA in Futtermitteln.

Im globalen Handel sind standardisierte Analyseverfahren essentiell für den Schutz des Verbrauchers vor gesundheitlichen Risiken innerhalb von Futter- und Lebensmittelwarenketten. Darüber hinaus wird durch den Einsatz dieser Verfahren die Wettbewerbsfähigkeit von Produzenten in Industrie- und Drittländern ermöglicht. Das vorliegende CEN-Mandat liefert einen Baustein zur Sicherung der Futter- und Lebensmittelqualität hinsichtlich PA-Kontaminationen.

Im Rahmen des Standardisierungsprozesses wurden bisher die inhouse-Validierung und die Trainingsphase der Methodenvalidierungsstudie mit 18 Teilnehmern für 28 PA mittels LCMSMS erfolgreich abgeschlossen: Tabelle 1 zeigt einen Überblick der erzielten Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichungen, sowie der HorRat-Werte.

Tab. 1: Ergebnisse der Trainingsphase der Methodenvalidierungsstudie für alle Proben (angegeben sind die Bereiche für die je Probe enthaltenen PA)

Parameter	Silageextrakt	Heuextrakt	Silage	Heu
Konzentrationsbereich (µg/kg)	45 – 170	36 – 196	5 – 69	11 – 155
Wiederholstandardabweichung (%)	2 – 10	3 – 10	3 – 13	4 – 11
Vergleichsstandardabweichung (%)	4 – 15	6 – 13	17 – 43	13 – 31
HorRat-Wert	0,2 – 0,7	0,3 – 0,6	0,8 – 2,0	0.6 – 1,4

HorRat-Werte < 2 bestätigen die Zweckmäßigkeit und Handhabbarkeit der Methode erwiesen. In der Hauptstudie erfolgt die Validierung der Methode für PA in weiteren Einzel- und Mischfuttermittelmatrices.

Bestimmung von Chlorid, Nitrat und Sulfat in pflanzlichem Material mittels Ionenchromatographie

Michels, K. (Karlsruhe), Bauherr, A. (Halle)

Die Methode 2.2.2.2 VDLUFA 2018, METHODENBUCH VII wurde in zwei Ringuntersuchungen (RU) –RU 163-2015 M (Heu, Grünmehl und Geflügelfutter) RU 167-2016 M (Tabak und Sellerie) -durch den Arbeitskreis Anorganik revalidiert. Die Revalidierung sollte sich auch auf die Analyte Chlorid, Sulfat und Phosphat erstrecken. An erster RU beteiligten sich nur 7 Teilnehmer, weshalb eine zweite Ringuntersuchung durchgeführt wurde, an der 9 Institute teilnahmen. Eine Zusammenfassung von Ergebnissen ist Tabelle 1 zu entnehmen

Tab. 1: Ergebnisse der 167- 2017 M

Matrix	Analyt	Teilnehmer	MW [mg/kg]	V_r [%]	V_R[%]
Tabak 1	Chlorid	9	2005	3,9	8,5
	Nitrat	9	552	3,4	11,7
	Sulfat	9	8593	1,6	21,3
Tabak 2	Chlorid	9	2019	2,7	7,1
	Nitrat	9	553	3,7	10,1
	Sulfat	9	8535	1,4	24,7
Sellerie	Chlorid	9	2006	1,3	10
	Nitrat	9	4143	1,4	4,8
	Sulfat	9	723	8,3	51,1

Wegen der unbefriedigenden Situation stark unterschiedlichen Gehalte bei den Analyten Phosphat und Sulfat wurden im Anschluss an die beiden RU eine Vergleichsuntersuchung der Carrez-Fällung mit der C18-Reinigung sowie eine Recherche über die analytischen Bedingungen der RU-Teilnehmer durchgeführt.

Je nach verwendetem Chromatographiesystem kann der Sulfat Peak mit Matrixpeaks überlagert werden. Die Methode ist nicht zur Bestimmung von Phosphat geeignet, da der Phosphatpeak von späteluierenden Matrixbestandteilen nicht abgetrennt wird. Extraktion mit kaltem oder heißem Wasser führt zu vergleichbaren Werten. Die Verwendung der Carrez-Fällung und der C18-Reinigung führt eigentlich zu vergleichbaren Ergebnissen.

Anpassung von Labormethoden für die Online-Bodenuntersuchung im Feld

Najdenko, E. (Oldenburg), Neuhaus, C. (Hameln), Lorenz, F. (Oldenburg)

Das durch das BMEL geförderte Forschungsprojekt „soil2data“ hat die Online-Untersuchung von Bodenproben direkt nach der Probenahme auf dem Feld zum Ziel. Dadurch können die Ergebnisse ohne zeitliche Verluste dem Bewirtschafter zur Verfügung gestellt werden. In einem Teilprojekt werden Extraktionsverfahren für NO_3^-, pH-Wert, $H_2PO_4^-$ und K^+ für die anschließende Online-Bestimmung mit ISFET-Sensoren (ionenselektive Feldeffekttransistoren mit speziell entwickelten Membranen) identifiziert und gegebenenfalls angepasst.

An ausgewählten Bodenproben wurden folgende Extraktionsbedingungen alleine oder in Kombination untersucht:

- Verhältnis von Boden zu Extraktionsmittel: 1:2,5 – 5 – 10
- Extraktionszeit: 5 – 30 min in 5-Minutenintervallen
- Extraktionsintensität: 1.500 / 2.000 / 2.500 min^{-1} (Bohrmaschine); 11.000 min^{-1} (Ultra-Turrax); Ultraschall
- Lösungsmittel: H_2O dest. / $CaCl_2$ / CAL (CAL-Standardlösung sowie 1,5 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6fache Aufkonzentration der Standardlösung)

Mit abnehmendem Verhältnis von Boden zu Extraktionsmittel nahm auch die extrahierte Menge an Nährstoff ab, jedoch in einem linearen Verhältnis und unabhängig von der Bodenart.

Die Nährstoffkonzentration stieg mit zunehmender Extraktionszeit. Bei der Untersuchung im Feld steht verfahrensbedingt nur eine deutlich geringere Zeitspanne als im Labor zur Verfügung.

Die Extraktionsintensität übte nur einen geringen Einfluss auf die extrahierte Nährstoffmenge aus. Ultra-Turrax und Ultraschall erwiesen sich unter den zugrunde liegenden Bedingungen als ungeeignet.

Bei den Lösungsmitteln zeigten sich H_2O und $CaCl_2$ bei den kurzen Einwirkzeiten als zu schwach, um eine ausreichend hohe Konzentration für den ISFET-Sensor zu erzielen. Das Gleiche gilt für die CAL-Standardlösung. Für die Extraktion als zielführend stellte sich die 5minütige $CaCl_2$-Extraktion mit anschließender Aliquot-Abnahme zur Bestimmung von pH-Wert und NO_3^- heraus. Die verbliebene Lösung wurde dann mit 4fach aufkonzentrierter CAL-Standardlösung zur Bestimmung von $H_2PO_4^-$ und K^+ versetzt (10minütige Extraktion bei einem Verhältnis Boden:Lösung von 1:3 und einer Intensität von 2500 min^{-1}).

„Hydration capacity“ – Aufruf zur Etablierung einer standardisierten Methodik zur physikalischen Charakterisierung von Futtermittel

Slama, J. (Wien), Gierus, M. (Wien)

Die Bestimmung der Wasserbindungskapazität (hydration capacity) von Futtermittel ist ein aktuell viel diskutierter Parameter, welcher zukünftig gezielt in die Rationsgestaltung monogastrischer Nutztiere einfließen soll. Anhand einer Literaturrecherche lassen sich verschiedenste Methoden zur Bestimmung der Wasserhalte- und Wasserbindekapazität, sowie dem Quellvermögen anführen, welche jedoch oftmals in schwer vergleichbaren Ergebnissen resultieren. Das Ziel der vorliegenden Literaturzusammenstellung bestand darin, den Stand der Wissenschaft diesbezüglich abzubilden und Anstoß zur Etablierung einer einheitlichen Methodik zur Bestimmung der variierenden Eigenschaften von Futtermittel in Zusammenhang mit Wasser zu geben. Als wesentliche Methoden konnten die Filtration und Zentrifugation, sowie unterschiedliche Herangehensweisen der Bestimmung des Quellvermögens verschiedenster Literaturstellen herausgearbeitet werden (Tabelle 1). Es zeigten sich vor allem Abweichungen in der Probenvorbereitung (Partikelgröße, Probenmenge), Analysedauer (Einweichen in Wasser), Wassertemperatur, dem Zusatz von stabilisierenden Säuren oder Enzymen zur Simulation des Verdauungsprozesses, der Porengröße der Filter, sowie Einstellungen der Zentrifuge (rpm).

Tabelle 1: Überblick an Literaturstellen zur Bestimmung der „hydration capacity“

Zhou, *et al.* (2018): *In vitro* digestion methods to characterize the physicochemical properties of diets varying in dietary fibre source and content.
Brachet, *et al.* (2015): Hydration capacity: A new criterion for feed formulation.
Robertson and Eastwood (2007): An examination of factors which may affect the water holding capacity of dietary fibre.
Yamazaki, *et al.* (2005): Easy Preparation of Dietary Fiber with the High Water-Holding Capacity.
Boulos, et al. (2000): Water holding capacity of selected soluble and insoluble dietary fibre.
Giger-Reverdin (2000): Characterisation of feedstuffs for rum. using some physical parameters.
Robertson, *et al.* (2000): Hydration Properties of Diet. Fibre and Res. Starch: a European Collaborative Study.
Johansen and Bach Knudsen (1994): Effects of wheat-flour and oat mill fractions on jejunal flow, starch degradation and absorption of glucose over an isolated loop of jejunum in pigs.
Robertson and Eastwood (1981): A method to measure the water-holding properties of dietary fibre using suction pressure.
McConnell, *et al.* (1974): Physical characteristics of veg. foods that could influence bowel function.

Zusammengefasst kann auf die Wichtigkeit der Standardisierung angepasster Methoden und eine damit einhergehende einheitliche Nomenklatur dringend verwiesen werden.

Bestimmung von Phosphor und Kalium im Doppellactat (DL)-Auszug von Böden mittels ICP-OES-Messung

Weiß, K. (Berlin), Nöther, S. (Berlin)

Einführung Phosphor (P) und Kalium (K) gehören zu den essentiellen Nährstoffen im Boden, die bei der Düngung entsprechend dem Nährstoffentzug zugeführt werden müssen. Laut VDLUFA-Methodenbuch Bd.I wird für Böden mit Carbonatgehalten bis 15% der Calcium-Acetat-Lactat(CAL)-Auszug, bis 5% der Doppellactat(DL)-Auszug herangezogen. Die Messung der Elemente erfolgt photometrisch. In der vorliegenden Arbeit wird die Bestimmung von Phosphat-P und K aus dem DL-Auszug mittels ICP-OES der K-Messung mittels Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) bei 766 nm flammenphotometrisch bzw. photometrischer P-Messung am Continiuos-Flow-Analysensystem (CFA) bei 880 nm mittels Blaufärbung gegenübergestellt.

Material und Methoden Zur Ermittlung der Präzision der ICP-Messung wurden jeweils 15 Messungen aus Boden-DL-Extraktionen (Modellösungen) unterschiedlicher Gehaltsklassen für K und P bei axialer und radialer Plasmabetrachtung und je zwei Analysenlinien durchgeführt (n=75). Weiterhin wurden 5 Ringproben (jeweils n=6) aus den VDLUFA-Enqueten der FG Boden mittels ICP-OES-Methode und 106 Boden-DL-Extraktionslösungen aus laufenden Projekten sowohl mittels ICP-OES als auch CFA und AAS analysiert. Die Messung erfolgte mit einem iCAP 6300 Duo MFC der Firma Thermo (ICP-OES), einem CFA der Firma Skalar und einem AAS 4100 der Firma Perkin Elmer.

Ergebnisse Bei der K_DL-Messung am ICP-OES im radialen Modus und der Anwendung der Analysenlinien 766,4 und 769,8 nm wurden in Modellösungen unterschiedlich hoher Gehalte (<10mg, ≥10-20mg, >20mg/100gBoden) eine relative Vergleichsstandardabweichung (s%) von 0,9 bis 2,9% (jeweils n=15), bei den Ringproben von 5,7 bis 7,4% (n=6) ermittelt. Bei der P_DL-Messung zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei Verwendung der Analysenlinie 213 in axialer und radialer Plasmabetrachtung sowohl bei den Modellösungen (0,7 - 1,6 s%) als auch bei den Ringproben (1,0 - 4,5 s%). Beim Vergleich der K_DL-Werte mittels AAS und ICP-OES gab es bei Proben mit Gehalten < 10 mg/100g Boden (n=40) Abweichungen ±1,8mg, bei > 10mg/100g Boden (n=66) ±2,8mg. Die P_DL-Werte wiesen Unterschiede von absolut max. ±1,6 mg/100g Boden in der Gehaltsklasse < 10mg/100g (n=58) bzw. ±3,0 mg/100g Boden bei >10 (n=44) und ±2,8mg bei > 40 mg/100g (n=4) Boden auf. Diese Differenzen entsprechen den Toleranzbereichen bei den Ringanalysen VDLUFA.

Fazit Die ICP-OES-Messung von K_DL (radial) und P_DL (Linie 213 radial od. axial) liefert vergleichbare Ergebnisse zur AAS- bzw. CFA-Bestimmung, gemessen an den Enquete-Auswertungen. Weitere Vergleichsuntersuchungen zur Messung von P_DL und K_DL am ICP, auch zwischen verschiedenen Labors, sind zu empfehlen.

Kreuz und Quer - Erkennung und Management von Wildarten der Gattung *Senecio*

Borgmann, P. (Osnabrück)

Zum Besiedlungserfolg der weltweit in zahlreichen nährstoffreichen offenen Biotopstrukturen wie Ackerfluren oder Ruderalgebieten vorkommenden Kreuzkrautarten zählen die Fähigkeit ihrer Standortanpassungen und Potenziale ihrer Fertilität und Keimungsbiologie. Für die Gattung mit über 30 in Deutschland vorkommenden Wildarten sind Pyrrolidizinalkaloide typisch, die der Abwehr von Herbivoren dienen und für Wirbeltiere nach Aufnahme entsprechender Mengen leberschädigend und karzinogen sind. Aufgrund zunehmender beobachteter Vergiftungserscheinungen bei Kleinsäugern aber auch bei Pferden und Kühen bzw. Nachweisen von Rückständen in Honig, Milch oder Salatmischungen ist das Kreuzkraut in die Saatgutverordnung (SaatgutV) aufgenommen worden. In der amtlichen Saatenerkennung darf in Gräsern, Leguminosen und sonstigen Futterpflanzen kein Besatz mit Kreuzkraut vorkommen. Aufbauend auf die Biologie toxischer Greiskräuter und ihrer vielschichtigen Ausprägungen werden Präventionen und Möglichkeiten der Reduktion ihres Besatzes sowie die Unterscheidung der unterschiedlichen Arten an morphologischen Eigenschaften der Samen aufgezeigt.

Auswirkung des Befalls mit Diaporthe/Phomopsis bei Sojabohnen (*Glycine max*) auf die Saatgutqualität

Miersch, M. (Freiburg)

Neben den klassischen heimischen Körnerleguminosen Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen werden in Deutschland inzwischen auch Sojabohnen angebaut – im Jahr 2017 auf über 19.000 ha. Bis jetzt wird die Sojabohne kaum von Krankheiten befallen. Daher kann sie in der Fruchtfolge wesentlich häufiger angebaut werden als Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen. Bislang hat nur der Pilzbefall mit Diaporthe/Phomopsis eine nennenswerte Bedeutung. Laut Saatgutverordnung (SaatV) dürfen maximal 15% der Körner von Sporen befallen sein. Bei höherem Befall wird das Saatgut nicht anerkannt. Die Ergebnisse nationaler und internationaler Erfahrungen und Untersuchen legen nahe, dass eine differenziertere Betrachtung des Diaporthe-Phomopsis-Komplexes angebracht ist.

Lässt sich durch Beizung der Feldaufgang und Ertrag bei Sojabohnen (*Glycine max*) verbessern?

Voit, B. (Freising), Killermann, B. (Freising)

Sojabohnen zählen zu den kälteempfindlichsten Fruchtarten die derzeit in Deutschland zum Anbau kommen. Deshalb wird alles unternommen, angefangen von der Züchtung bis hin zur Beizung, den Feldaufgang zu verbessern. Ein chemisches Beizmittel ist in Deutschland derzeit nicht zugelassen; jedoch in Österreich. In einem dreijährigen Labor- und Feldversuch wurde Sojabohnensaatgut mit unterschiedlichen Keimqualitäten ungebeizt und gebeizt im Labor auf Keimfähigkeit und Triebkraft und im Feld auf Aufgang und Ertrag geprüft. Die Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Nachweis des Zwergsteinbrands (*Tilletia controversa*) mittels qPCR

Grundler, M. (Freising), Sedaghatjoo, S. (Braunschweig), Sedlmeier, M. (Freising), Maier, W. (Braunschweig), Killermann, B. (Freising), Niessen, L. (Freising)

Die Unterscheidung der Erreger des Steinbrands (*Tilletia caries* syn. *T. tritici* und *T. laevis* syn. *T. foetida*) und Zwergsteinbrands (*T. controversa* Kühn) ist für den internationalen Saatguthandel aufgrund von Quarantänebestimmungen, aber auch für die Wahl geeigneter Maßnahmen im ökologischen Landbau von entscheidender Bedeutung. Die Bestimmung der Arten anhand morphologischer Merkmale setzt langjährige Erfahrung des Fachpersonals voraus und ist sehr zeitintensiv. Zur Unterstützung der Saatgutlabore wird deshalb eine Nachweismethode mittels quantitativer Real-Time PCR (qPCR) entwickelt.

Im Rahmen des Projektes wurden von elf Einzelsporenisolaten (5 *T. controversa*, 4 *T. caries* und 2 *T. laevis*) Genomsequenzen generiert und mit weiteren fünf öffentlich verfügbaren Genomsequenzen (NCBI GenBank, u.a. auch *T. indica*, *T. horrida* und *T. walkeri*) eine Analyse zur Vorhersage diagnostischer Markergene (DMG) durchgeführt. Für *T. controversa* konnten elf DMG detektiert werden. Die Entwicklung spezifischer PCR-Primer für einen dieser anonymen Loci war erfolgreich. Die Spezifität des Markers wurde an 116 *Tilletia*-Akzessionen (*T. caries*, *T. controversa*, *T. laevis*) verschiedener geographischer Herkunft und 26 weiteren phytopathogenen Pilzarten nachgewiesen. Weiterhin wurde aufgezeigt, dass neben reinem *T. controversa* Sporenmaterial aus Brandbutten auch Sporen aus Routineproben der Saatgutuntersuchung amplifiziert werden. Beispielsweise wurde eine Weizenprobe mit einem *T. controversa* Besatz von zwei Sporen pro Korn amplifiziert und war dabei eindeutig von den Negativkontrollen (u.a. auch Proben mit *T. caries* Besatz) abgrenzbar. Auf Grundlage dieses spezifischen Markers kann die Weiterentwicklung und Optimierung des quantitativen Nachweises der Zwergsteinbrandsporen mittels qPCR vorangetrieben werden.

Erwartete Varianz von Wiederholungsergebnissen bei der Bestimmung von Saatgutkeimfähigkeiten

Deplewski, P. (Einbeck), Piepho, H. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

Entsprechend den Regeln der Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung (ISTA) wird der Keimfähigkeitsprozentsatz von Saatgut bestimmt, indem normalerweise vier Wiederholungen a 100 Samen eingekeimt werden (ISTA, 2017). Die theoretische Varianz der Binomialverteilung wird von der ISTA verwendet, um die maximal tolerierte Variationsbreite der vier Keimfähigkeitsprozentsätze der vier Wiederholungen festzulegen. Wird die tolerierte Variationsbreite überschritten, muss die Keimfähigkeitsbestimmung wiederholt werden. Wir zeigen, dass die erwartete Varianz zwischen den vier Wiederholungen nicht die Varianz der Binomialverteilung ist. Es handelt sich hierbei um einen Fall der hypergeometrischen Verteilung. Die erwartete Varianzfunktion zwischen den vier Wiederholungen entspricht bis auf den Faktor N/(N-1) der Varianzfunktion der Binomialverteilung, wobei N die gesamte Stichprobengröße ist. Der Unterschied zwischen der erwarteten Verteilung und der Binomialverteilung ist im Fall von vier Wiederholungen a 100 Samen und Keimfähigkeiten um 50% gering, wird jedoch mit zu- oder abnehmenden Keimfähigkeitsprozentsätzen größer. Wir stellen zudem asymptotische und exakte Signifikanztests vor, um die empirische Varianz zwischen den vier Wiederholungen mit der erwarteten Varianz zu vergleichen. Der exakte Test kann im Vergleich zu dem Testverfahren, welches auf der Annahme der Binomialverteilung beruht, zu bemerkenswert anderen Ergebnissen führen, wenn die Stichprobengröße gering ist und die Keimfähigkeitsprozentsätze nahe 100 oder 0 sind. Im Falle von vier Wiederholungen a 100 Samen würden sich die Toleranzwerte in der ISTA Tabelle 5B in fast einem Viertel der Fälle ändern.

Literaturverzeichnis

ISTA (2017). The germination test. In International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Ansätze zur Charakterisierung von Samen und Sämlingen – Methoden der Pflanzen- Phänotypisierung am Forschungszentrum Jülich

Müller-Linow, M. (Jülich), Nagel, K. (Jülich), Fiorani, F. (Jülich), Jahnke, S. (Jülich), Koller, R. (Jülich), Metzner, R. (Jülich), Schurr, U. (Jülich)

Bildgebende 2d- und 3d-Verfahren spielen eine immer größere Rolle in der Pflanzenphänotypisierung und dienen der Charakterisierung verschiedenster Eigenschaften des Sprosses und der Wurzel sowie von Früchten und Samen. Viele der neuen Methoden wurden ursprünglich für die industrielle Fertigung und Qualitätssicherung entwickelt, besitzen aber auch ein hohes Anwendungspotential in der Pflanzenforschung, -züchtung und -anbau. Wir geben einen Überblick über neue Sensortechnologien, die am Institut für Pflanzenforschung (IBG-2) des Forschungszentrums Jülich eingesetzt werden. Zu diesen gehört die Samen-Phänotypisierungsplattform „Phenoseeder“, außerdem ein kamerabasiertes Verfahren zur automatisierten Keimdetektion (siehe Abb. 1), tomographische Verfahren (MRT und PET) sowie verschiedene bildbasierte Ansätze zur Wurzelphänotypisierung (Anzucht auf Blotting Paper, in Agar oder Bodenrhizotronen).

Abb. 1: Automatisierte Keimdetektion

Multispektralanalyse zur Qualitätsbeurteilung von Saatgut

Genctürk, K. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

Derzeit sind zahlreiche bildgebende und damit nicht-destruktive Messverfahren in der Entwicklung, die in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen und mit unterschiedlichen Detektoren arbeiten. Hierzu gehört auch die Multispektralanalyse, bei der von einem Objekt mehrere Aufnahmen bei Licht mit jeweils eng definierter Wellenlänge gemacht werden. In diesen Bildern, die mittels Software auch gemeinsam ausgewertet werden können, lassen sich dann Strukturen oder Veränderungen an der Oberfläche erkennen, die bei der Beobachtung im Tageslicht oder im Mischlicht einer üblichen Lichtquelle nicht erkannt werden können. Dieses Prinzip nutzt das Videometer, ein Multispektralanalyse Gerät der Firma Videometer A/S (Denmark). Das Gerät nimmt von einem Objekt Bilder bei 19 verschiedenen Wellenlängen vom UV-Bereich bis hin zum Nahinfrarotbereich auf. Durch Anwendung von Langpassfiltern können auch Fluoreszenzerscheinungen bildlich dargestellt werden. Die Auslegung des Geräts ist für kleine Objekte in einem Blickfeld der Größe einer Petrischale optimiert. Eine Aufnahme dauert etwa 10-50 Sekunden, die Bilddatei hat eine Größe von 300-1500 MB. Ein umfangreiches Softwarepaket ermöglicht die Bildanalytische Auswertung der Multispektralbilder und die Kalibrierung des Gerätes für Klassifikations- und Regressionsanwendungen.

In diesem Beitrag sollen die Funktionsweise des Geräts und Anwendungsmöglichkeiten in der Saatgutuntersuchung an zwei Beispielen aufgezeigt werden. Das erste Beispiel ist die klassische Unterscheidung zwischen Weiß- und Gelbhafer (Avena sativa), die im Rahmen der Reinheitsuntersuchung stattfindet. An diesem Beispiel wird die Kalibrierung für Klassifikationsanwendungen erläutert und die Zuverlässigkeit des Gerätes für diese Anwendung beschrieben. Das zweite Beispiel ist die Untersuchung von Saatgutproben der Zuckerrübe (Beta vulgaris) mit dem Ziel, anhand der oberflächennahen Strukturen die innere Qualität der Samen zu schätzen. Hierfür sind zunächst in den multispektralen Aufnahmen der Zuckerrübensamen Parameter zu berechnen, die potentiell relevante Variation zwischen Saatgutproben zeigen, und dann werden diese Parameter mit Werten zur inneren Qualität korreliert. Dies wird an einem einfachen Beispielsdatensatz erläutert.

Weiterhin soll darauf eingegangen werden, welche weiteren Möglichkeiten sich (z.B. bezüglich Reinheit, Keimfähigkeit und Gesundheit) ergeben, um bisherige Methoden zur Qualitätsbestimmung von Saatgut zu unterstützen.

Der Beitrag der ISTA zur Digitalisierung und Automatisierung der Saatgutuntersuchung

Kruse, M. (Stuttgart), Jonitz, A. (Karlsruhe), Goeritz, A. (Hameln), Leist, N. (Bad Schönborn)

Vor allem in Unternehmen der Pflanzenzüchtungs- und Saatgutindustrie nimmt die Digitalisierung und Automatisierung der Saatgutuntersuchung zu. Mittlerweile werden in Laboren solcher Unternehmen mit sehr hohem Probendurchsatz Keimversuche vollautomatisch eingelegt. In anderen Laboren entnimmt ein Roboter täglich oder gar stündlich die Keimdosen vollautomatisch aus dem Keimschrank und präsentiert diese einer Kamera, die das aktuelle Bild aufnimmt und eine Software ermittelt aus diesen Bildern Keimkurven und Triebkraft-Parameter. Für die Reinheits- und Besatzuntersuchung sowie die Tausendkornmassebestimmung sind mehrere Technologie-Firmen mit Geräten am Markt, die eine ebenfalls Bildanalysegestützte Analyse der Proben vornehmen. Diese Entwicklungen laufen vor allem in Ländern mit hohen Personalkosten, hohen Saatgutqualitätsstandards und hoher Innovationskraft.

Die Internationalen Vorschriften für die Prüfung von Saatgut sind das internationale Methodenbuch der Saatgutuntersuchung. Hier definierte, harmonisierte und damit standardisierte Methoden werden einerseits für den internationalen Export von Saatgut und andererseits für nationale Saatgutzertifizierungssysteme entwickelt und angewendet. In dem Beitrag werden Voraussetzungen und Vorgehensweisen beschrieben, mit denen die oben beschriebenen Automatisierungen und digitalen Auswertungen von Tests in die derzeitigen Vorschriften integriert werden können. Hierbei steht die Art der Festlegung von Anforderungen an die Auswertungssysteme (z.B. bezüglich Fehlerraten, Messgenauigkeit) im Vordergrund. Weiterhin werden Verfahren vorgeschlagen, mit denen die Einhaltung dieser Anforderungen überprüft werden kann. Ziele dieser Anforderungen und Verfahren sind einerseits, den Herstellern derartiger Systeme die für die Saatgutuntersuchung notwendige Arbeitsqualität transparent zu dokumentieren und andererseits den Saatgutuntersuchungslaboren und Akkreditierungsstellen Verfahren an die Hand zu geben, mit denen aufgezeigt werden kann, dass die Systeme für die Saatgutuntersuchung geeignet sind. Auf hierfür erforderliche Änderungen und Ergänzungen der Internationalen Vorschriften für die Prüfung von Saatgut wird beispielhaft eingegangen.

QR-Code ersetzt Probenahmebescheinigung

Goeritz, A. (Hameln), Preuss, E. (Hannover)

Im Rahmen der Saatenanerkennung liegt der eingesendeten Anerkennungsprobe eine Probenahmebescheinigung bei. Dieses Begleitpapier enthält wichtige Daten zur Identifizierung und Bearbeitung der Probe wie z.B. Anerkennungsnummer, Fruchtart, Sorte und Kategorie. Zudem ist der Untersuchungsauftrag angegeben und das Dokument ist vom Probenehmer unterschrieben.

In der Saatgutprüfung werden die Bescheinigungen der eingehenden Proben manuell erfasst. Diese händische Eingabe ist zeitaufwändig und anfällig für Transferfehler.

In Niedersachsen erfolgt die Erfassung der probenbezogenen Daten in dem WEB-Programm SaPlus durch den Saatgutaufbereiter, der dort auch alle für die Untersuchung notwendigen Parameter angibt. Diese Daten werden in einem QR-Code verschlüsselt und auf einem Klebeetikett ausgedruckt, mit welchem jede Anerkennungsprobe individuell gekennzeichnet wird.

In der Saatgutprüfung der LUFA Nord-West wird von jeder Probe der QR-Code abgescannt und direkt mit der nächsten freien Untersuchungsnummer in das Laborprogramm (**S**eed **A**nalysis **M**odul) eingelesen. Die Daten werden automatisch und auch augenscheinlich auf Fehler hin überprüft und stehen dann für die Erfassung von Untersuchungsergebnissen und die Berichterstattung zur Verfügung. Erste Erfahrungen in der Umsetzung werden dargestellt und analysiert.

Autorenliste

Achten, Elisabeth..... 112, 115
Bundesinstitut für Risikobewertung
Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette
Berlin

Albers, Dirk 96
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Dr. Alert, Hans-Joachim 74
Rostock
Rostock

Dr. Alt, Fabian..... 107, 116
Elementar Analysensysteme GmbH
Langenselbold

Prof. Dr. Appel, Thomas 30
Technische Hochschule Bingen
Bingen

Dr. Armbruster, Martin 47
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Dr. Bahlmann, Arnold 120
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8-10, 10589 Berlin

Barker, Sam 116
Elementar Analysensysteme GmbH
Manchseter

Bauherr, Anita 124
LLG
Sachsen-Anhalt

Dr. Baumgarten, Andreas.....45
AGES
Wien

Dr. agr. Bauwe, Andreas.....62
Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Beck, Kerstin.....53
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
Veitshöchheim

Beintmann, Silke 95, 97
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen VBZL Haus Riswick
Kleve

Dr. Bischoff, Joachim.....49
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Bernburg

Dr. Bodi, Dorina 123
Bundesinstitut für Risikobewertung
Berlin

Dr. Bolduan, Carmen.....72
Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierernährung
Weihenstephan

Borchert, Anne 42
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

Dr. Borgmann, Peter 128
Universität Osnabrück, Botanischer Garten
Osnabrück

Bothe, Bernadette 91, 97
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Bad Sassendorf

Dr. Böttger, Christian..... 69, 86
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften
Bonn

Brandt, Tanja 62
Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Dr. Breuer, Jörn 13, 27, 108
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Brockmeyer, Timo 42
iotec GmbH
Osnabrück

Brugger, Daniel 72, 82
Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierernährung
Freising-Weihenstephan

Brunlehner, Eva-Maria 81
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Grub

Prof. Dr. phil. Brunner, Norbert 70
Institut für Mathematik (IMA)
Gregor-Mendel-Straße ..... 33, Wien

Prof. Dr. Bücking, Mark Walter 118
Fraunhofer IME
Schmallenberg

Dr. Buczko, Uwe 36, 62
Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Buffler, Marzell 72
Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierernährung
Weihenstephan

Bünemann, Katharina 77
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) Institut für Tierernährung
Braunschweig

Dr. Bürcky, Klaus 57
Südzucker AG
Obernbreit

Dr. Bussink, Wim 37
Nutriënten Management Instituut BV
Wageningen

Dr. Butz, Andreas 38, 50, 54, 55
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Rheinstetten

Prof. Christen, Olaf 49
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Halle (Saale)

Clousier, Laurent 0
AMS France
Frépillon

Dr. Cramer, Benedikt 109
Institut für Lebensmittelchemie
Münster

Prof. Dänicke, Sven 77
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) Institut für Tierernährung
Braunschweig

Prof. Dr. Dr. Dänicke, Sven 68
Institut für Tierernährung,
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI),
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Braunschweig

Prof. Dr. Daum, Diemo 19, 20, 59, 117
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

De Los Rios Mera, J 31
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Dr. Demmel, Markus 17
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Freising

Denißen, Jana **97**
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen VBZL Haus Riswick
Kleve

Deplewski, Peter **132**
Produktionsforschung KWS Saat SE
Einbeck

Dinklage, Stephan **117**
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

Döhler, Helmut Georg **102**
DöhlerAgrar
Untermerzbach

Dr. Dohme-Meier, Frigga **69**
Agroscope
Posieux

Prof. Dr. Doluschitz, Reiner **58**
Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim
Stuttgart

Doppenberg, Geertjan **37**
Nutriënten Management Instituut BV
Wageningen

Dr. Dreyer, Michael **28**
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde
Kiel

Dunkel, Silke **71, 74, 75**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dunker, Marion **84**
LMS Agrarberatung GmbH - LUFA Rostock
Rostock

Eichhorn, Maria **118**
Fraunhofer IME
Schmallenberg

Prof. Dr. Eichler-Löbermann, Bettina . **62**
Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Eingang, Daniel **94**
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung
Irdning

Eißner, Florian **49**
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Halle (Saale)

Engelhard, Thomas **88**
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt Abt. 5 - Landwirtschaftliches Untersuchungswesen
Iden

Enggist, Andrea **82**
Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg
Posieux

DI Essl, Laura **39**
Universität für Bodenkultur, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation
Wien

Dr. Ettle, Thomas **89, 90, 98**
LfL-Tierernährung
Grub

Eustermann, Regina **85**
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) Futtermittelinstitut Stade
Stade

Falk, Johannes **32**
Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenernährung
Gießen

Dr. Fauhl-Hassek, Carsten 112, 115
Bundesinstitut für Risikobewertung
Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette
Berlin

Federolf, Carl-Philipp 40
YARA GmbH & Co. KG Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung
Dülmen

Dr. Fettweis, Ulrich 119
C. Gerhardt GmbH & Co. KG
Königswinter

Fetzer, Hans 58
Maschinenring Ulm-Heidenheim
Langenau

Dr. Finck, Margarete 46, 64, 65
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Finke, Martin 42
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

Dr. Fiorani, Fabio 133
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jülich

Fischer, Katrin 104
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Abt. Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
Freising

Prof. Dr. Fischer, Markus 112, 115
Universität Hamburg, Institut für Lebensmittelchemie
Hamburg

Prof. Dr. Formayer, Herbert 45
Inst. f. Meteorologie
Wien

Frerichs, Christian 19
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

Frieman, Alexander 20
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

Fröhlingsdorf, Andreas 86
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften
Bonn

Fry, Hildburg 110
Bundesinstitut für Risikobewertung
Berlin

Dr. Gandorfer, Markus 17
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Freising

Genctürk, Kenan 134
Universität Hohenheim (350) Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik
Stuttgart

Dr. Gerlach, Katrin 93
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften
Bonn

Prof. Dr. Gierus, Martin 70, 80
Universität für Bodenkultur
Wien

Göckener, Bernd 118
Fraunhofer IME
Schmallenberg

Goebel, M 24
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Fachgebiet ..... 33 Pflanzenproduktion, Versuchsstation Kassel Harleshausen
Kassel

MSc Goebel, Maria 60, 62
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Fachgebiet .....33 Pflanzenproduktion,
Versuchsstation Kassel Harleshausen
Kassel

Dr. Goeritz, Axel 135, 136
LUFA Nord-West Standort Hameln,
Institut für Düngemittel und Saatgut
Hameln

Gottschald, Marion.....9
Bundesinstitut für Risikobewertung
Fachgruppe Futtermittel und
Futtermittelzusatzstoffe
Berlin

Prof. Dr. Griepentrog, Hans Werner ...58
Institut für Agrartechnik, Universität
Hohenheim
Stuttgart

Grosse, Meike.....52
Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
Müncheberg

Dr. Gruber, Leonhard 78, 90, 94
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut
für Nutztierforschung
Irdning

Grubjesić, Goran.....87
Universität Hohenheim Institut für
Nutztierwissenschaften..... 460a
Stuttgart-Hohenheim

Grundler, Monika 131
Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft Institut für
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Saatgutuntersuchung/ Saatgutforschung
Freising

Dr. Grünewald, Karl-Hermann.....83
Verein Futtermitteltest (VFT) e. V.
Bad Sassendorf

Prof. Dr. Haiger, Alfred 94
Universität für Bodenkultur, Institut für
Nutztierwissenschaften
Wien

Halli, Kathrin 101
Justus-Liebig-Universität Institut für
Tierzucht und Haustiergenetik
Gießen

Hartel, Mathias 22
Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft Institut für Landtechnik
und Tierhaltung
Freising

Hartwig, Heiner 13
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Dr. Haslmayr, Hans-Peter 45
AGES
Wien

Hauck, Daniel 33
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Freising

Häusler, Johann 94
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut
für Nutztierforschung
Irdning

Häußermann, Uwe 102
Justus-Liebig-Universität Institut für
Landschaftsökologie und Ressourcen-
Management
Gießen

Heckelmann, Anja 64
Landwirtschaftliches Technologiezentrum
Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Heim, Martin.....89
Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft, Institut für
Betriebswirtschaft und Agrarstruktur
München

Dr. Heinrich, Uwe 43, 44
Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
Müncheberg

Dr. Heinze, Arnd 71, 83
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Hengge, Hubert 58
Maschinenring Tettnang
Tettnang

Dr. Henke, Catarina 60
EuroChem Agro
Mannheim

Henkelmann, Günter 105
Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
Freising

Dr. Hermann, Wilfried 5
Universität Hohenheim
Stuttgart

Heßler, Marco 32
Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenernährung
Gießen

Hettlich, Peter 4
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Düsseldorf

Dr. Heyn, Johannes 57
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Kassel

Prof. Dr. Hierold, Wilfried 52
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
Müncheberg

Dr. Himken, Markus 40
YARA GmbH & Co. KG Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung
Dülmen

Hobmeier, Theresa 72
Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierernährung Weihenstephan

Höcherl, Susanne 103
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Freising

Dr. Hoedtke, Sandra 84
LMS Agrarberatung GmbH - LUFA Rostock
Rostock

Dr. Hoffmann, Carsten 43, 44, 52
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
Müncheberg

Holshof, Gertjan 37
Wageningen University and Research Centre Agrosystems Research
Wageningen

Honermeier, Bernd 23
Justus-Liebig-Universität Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I
Gießen

Dr. Hoppe, Sebastian 95, 97
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen VBZL Haus Riswick
Kleve

Dr. Horn, Bettina 112, 115
Bundesinstitut für Risikobewertung Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette
Berlin

Dr. Horn, Dietmar 30, 33, 57
EUF - Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit
Ochsenfurt

Prof. Dr. Hoy, Steffen 100, 101
Justus-Liebig-Universität Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Gießen

DI Huber, Sigbert 45
Umweltbundesamt
Wien

Prof. Dr. Hülsbergen, Kurt-Jürgen 41
Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan - Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Freising

Prof. Dr. Hummel, Jürgen 96
Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutztierwissenschaften - Abteilung Wiederkäuerernährung
Göttingen

Humpf, Hans-Ulrich 121
Institut für Lebensmittelchemie
Münster

Prof. Dr. Humpf, Hans-Ulrich 109
Institut für Lebensmittelchemie
Münster

Dr. Hünerberg, Martin 96
Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutztierwissenschaften - Abteilung Wiederkäuerernährung
Göttingen

Dr. Hünting, Klaus 95
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen VBZL Haus Riswick
Kleve

Dr. Isermann, Klaus 51, 55, 56
Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur (BNELK)
D 67374 Hanhofen

Isermann, Renate 51, 55, 56
Büro für Nachhaltige Ernährung, Landnutzung und Kultur (BNELK)
D 67374 Hanhofen

Dr. Jacobi, Fabian 62
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor
Bad Hersfeld

Jacobs, Dominik 113
Institut für Tierwissenschaften
Bonn

Jagels, Annika 121
Institut für Lebensmittelchemie
Münster

Dr. Jahnke, Siegfried 133
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jülich

Dr. Jilg, Thomas 73, 88, 90, 98
LAZBW
Aulendorf

Dr. Jonitz, Andrea 135
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) Saatgutuntersuchung
Karlsruhe

Dr. Kemmlein, Sabine 120
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8-10, 10589 Berlin

Kern, Daniel 23
Justus-Liebig-Universität Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I
Gießen

Kießling, Günter 13, 35
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Killermann, Berta 130, 131
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Saatgutuntersuchung/ Saatgutforschung
Freising

Klein, Ramona 85
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) Futtermittelinstitut Stade
Stade

Dr. Klemisch, Manfred 53
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
Veitshöchheim

Dr. Koch, Christian 88, 101
Lehr- und Versuchsanstalt für
Viehhaltung Hofgut Neumühle
Münchweiler an der Alsenz

Koch, Dierk 24, 57, 60, 62
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Fachgebiet .....33 Pflanzenproduktion,
Versuchsstation Kassel Harleshausen
Kassel

Dr. Koller, Robert 133
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jülich

Kolrep, Franziska 110
Bundesinstitut für Risikobewertung
Berlin

Dr Kotthoff, Matthias 118
Fraunhofer IME
Schmallenberg

Dr. Kowalczyk, Janine 118
Bundesamt für Risikobewertung BfR
Berlin

Dr Krammer, Carmen 45
Bundesamt für Wasserwirtschaft
Petzenkirchen

Dr. Kratz, Rüdiger 93
Innovad
Linsengericht

Dr. Kreuter, Thomas 49
SKWP Stickstoffwerke Piesteritz GmbH
Cunnersdorf

Prof. Dr. Kruse, Michael 134, 135
Universität Hohenheim (350) Institut für
Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und
Populationsgenetik
Stuttgart

Prof. Kruse, Michael 132
Fg. Saatgutwissenschaft und
-technologie, Universität Hohenheim
Stuttgart

Dr. Kuhla, Björn 98
FBN
Dummerstorf

Prof. Mag. Dr. Kühleitner, Manfred 70
Institut für Mathematik (IMA)
Gregor-Mendel-Straße .....33, Wien

Dr. Künnemeyer, Jens 85
Niedersächsisches Landesamt
für Verbraucherschutz und
Lebensmittelsicherheit (LAVES)
Futtermittelinstitut Stade
Stade

Kunoth, Mechthild..... 65
Landwirtschaftliches Technologiezentrum
Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Kunz, Birgitta Maria 120
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8-10, 10589 Berlin

Kunz, Katja 0
Gesellschaft für Analysentechnik HLS
Salzwedel

Dr. Lahrssen-Wiederholt, Monika .....
.....9, 76, 123
Bundesinstitut für Risikobewertung
Berlin

Dr. Lange, Lutz 107
Elementar Analysensysteme GmbH
Langenselbold

Leibfried, Walter..... 58
Güllegemeinschaft Neckar-Odenwald
GbR
Höpfingen

Prof. Dr. Leist, Norbert 135
Landwirtschaftliches Technologiezentrum
Augustenberg (LTZ) Saatgutuntersuchung
Bad Schönborn

Prof. Dr. Lennartz, Bernd..... 62
Universität Rostock Agrar- und
Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Dr. Lenz, Jürgen 113
Senzyme GmbH
Troisdorf

Liftinger, Gerhard 111
AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Institut für Tierernährung und Futtermittel Geschäftsfeld Ernährungssicherung
Linz

Lindemann, Viktoria 121
Institut für Lebensmittelchemie
Münster

Dr. Lindner..... 11
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Loos, Almut 107
Elementar Analysensysteme GmbH
Langenselbold

Dr. Lorenz, Frank..... 8, 125
LUFA Nord-West Institut für Boden und Umwelt
Oldenburg

Dr. Lösing, Heinrich..... 59, 117
Versuchs- und Beratungsring für Baumschulen Schleswig-Holstein e.V.
Ellerhoop

Lünne, Friederike..... 122
Institut für Lebensmittelchemie
Münster

Mädge, Inga 123
Bundesinstitut für Risikobewertung
Berlin

Dr. Maidl, Franz-Xaver 41
Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan - Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Freising

Dr. Maier, Wolfgang 131
Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) - Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik
Braunschweig

Dr. Mannheim, Thomas 60
EuroChem Agro
Mannheim

Prof. Dr. Maul, Ronald..... 120
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8-10, 10589 Berlin

Dr. Mechler, Melanie 27, 108
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Dr. Meinken, Elke..... 33
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Freising

Meints, Fendrik 59
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

Dr. Metzner, Ralf..... 133
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jülich

Dr. Meyer, Ulrich..... 68, 77
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) Institut für Tierernährung
Braunschweig

Dr. Michels, Klaus 124
LTZ Agustenberg
Karlsruhe

Miersch, Martin..... 129
Landwirtschaftliches Zentrum für Sojaanbau und Entwicklung
Freiburg

Milhareck, Stephan 84
LMS Agrarberatung GmbH - LUFA Rostock
Rostock

Möhlenhof, Victoria..... 96
Georg-August-Universität Göttingen Department für Nutztierwissenschaften - Abteilung Wiederkäuerernäh
Göttingen

Mohr, Uwe **98**
LLA - Triesdorf
Triesdorf

PD Dr. Möller, Kurt..... **21, 58**
LTZ Augustenberg, Referat für Pflanzenbau
Rheinstetten-Forchheim

Prof. Dr. Mühling, Karl Hermann **28**
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde
Kiel

Müller, Kersten **108**
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Prof. Dr. Müller, Torsten **58**
Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Universität Hohenheim
Stuttgart

Dr. Müller-Linow, Mark **133**
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jülich

DI Murer, Erwin **45**
Bundesamt für Wasserwirtschaft
Petzenkirchen
#NV

Dr. Nadeem, Imram **45**
Inst. f. Meteorologie
Wien

Dr. Nagel, Kerstin **133**
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jülich

Dr. Nagel, Thomas **108**
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Najdenko, Elena **125**
LUFA Nord-West Institut für Boden und Umwelt
Oldenburg

Nerenz, Annika **93**
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften
Bonn

Dr. Neuhaus, Christina **125**
LUFA Nord-West Institut für Boden und Umwelt
Hameln

Prof. Dr. Niessen, Ludwig **131**
Technische Universität München - Lehrstuhl für Technische Mikrobiologie
Freising

Nöther, Sibylle **127**
Humboldt-Universität zu Berlin Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften
Berlin

Dr. Numata, Jorge **9**
Bundesinstitut für Risikobewertung
Fachgruppe Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe
Berlin

Obermaier, Anton **89**
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Grub

Prof. Dr. Olfs, Hans-Werner **18, 42, 48**
Hochschule Osnabrück
Osnabrück

Ornetsmüller, Karin **78**
Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien
Wien

Ott, Jürgen..... **38**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Rheinstetten

Dr. Pacholski, Andreas **19, 60**
EuroChem Agro
Mannheim

Paeßens, Benedikt 50, 54
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg
Rheinstetten

Dr. Paradies-Severin Inge 13
LUFA Nord-West
Hameln

Paul, Helena 28
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde
Kiel

Dr. Peters, Nils 60
EuroChem Agro
Mannheim

Pfeiffer, Johanna 17
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Freising

DI Pichler, Josef 80
Universität für Bodenkultur
Wien

Prof. Piepho, Hans-Peter 132
Fg. Biostatistik, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Universität Hohenheim
Stuttgart

Dr Pock, Hannes 45
Bundesamt für Wald
Wien

Pralle, Herbert 48
Hochschule Osnabrück
Osnabrück

Dr. Preißinger, Wolfgang 99
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Schwarzenau

Dr. Preiß-Weigert, Angelika 123
Bundesinstitut für Risikobewertung
Berlin

Preuss, Eric 136
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich .....3.8 Pflanzenbau, Saatgut
Hannover

Dr. Pries, Martin 88, 91, 95, 97, 98
LWK-NRW
Bad-Sassendorf

Prigge, Max 31
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

DI Prokop, Gundula 45
Umweltbundesamt
Wien

Propstmeier, Günther 99
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Grub

DI Puntigam, Reinhard 70, 79
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie
Wien

Recke, Anja 85
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) Futtermittelinstitut Stade
Stade

Reh, Sabine 31
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Rippstein, Lena 87
Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften 460a
Stuttgart-Hohenheim

Prof. Dr. Rodehutscord, Markus 87
Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften 460a
Stuttgart-Hohenheim

DI Rodlauer, Christian 45
BM für Finanzen
Wien

Prof. Dr. Rohn, Sascha 120
Universität Hamburg
Grindelallee .....117, 20146 Hamburg

Royer, Martin 90, 94
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung
Irdning

Dr. Sager, Manfred 29, 67
AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Institut für Tierernährung und Futtermittel Geschäftsfeld Ernährungssicherung
Wien

Salzeder, Georg 50
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Freising

Dr. Sandén, Taru 39
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Wien

Schachtschneider, Marie-Luise 117
Hochschule Osnabrück Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur
Osnabrück

Schäffler, Martin 14
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Grub

PD Dr Schafft, Helmut 76
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
Berlin

Schären, Ph.D., Melanie 68
LVAT Groß Kreutz
Groß Kreutz

Schauer, Anton 94
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung
Irdning

Dr. Schaumberger, Andreas 45
HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Gumpenstein

Dr. Schedle, Karl 80
Universität für Bodenkultur
Wien

Scherb, Simone 99
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Schwarzenau

Schickhoff, Daniel 66
Georg-August-Universität Göttingen Department f. Nutzpflanzenwissenschaften
Göttingen

Prof. Dr. Schmidhalter, Urs 33
Technische Universität München
Freising

Schneider, Bettina 108
LTZ Augustenberg
Karlsruhe

Dr. Schneider, Stephan 81
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Grub

Schröter, Hubert 34, 35, 82
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Schulz, Volker 71
JenaBios GmbH
Jena

Prof. Dr. Schurr, Ulrich 133
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jülich

Dr. Schuster, Manfred 104
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Abt. Qualitätssicherung und Untersuchungswesen, Zentrallabor Grub
Grub

Schütz, David 112, 115
Universität Hamburg, Institut für Lebensmittelchemie
Hamburg

Prof. Dr. Schwarz, Frieder J. 90
TUM München, Lehrstuhl für Tierernährung
Freising

DI Schwarz, Michael 45
AGES
Wien

Schwick, Sander 83
DLG
Groß-Umstadt

Sedaghatjoo, Somayyeh 131
Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) - Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik
Braunschweig

Sedlmeier, Monika..... 131
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Saatgutuntersuchung/ Saatgutforschung
Freising

DI Sedy, Kathrin 45
Umweltbundesamt
Wien

Seed, Mike 116
Elementar Analysensysteme GmbH
Manchester

Dr. Severin, Karl 13
Landwirtschaftskammer Niedersachsen Geschäftsbereich Landwirtschaft Düngebehörde
Hannover

Slama, Julia 126
Universität für Bodenkultur
Wien

PD Dr. Spiegel, Heide 39
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Wien

Prof. Spiekers, Hubert..... 98
LfL-Tierernährung
Grub

Prof. Dr. Spiekers, Hubert..... 14
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Grub

Dr. Spolders, Markus 76
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
Berlin

Dr. Steemann, F. Xaver..... 108
RP Freiburg
Freiburg

Steevens, Ludger 91
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen VBZL Haus Riswick
Kleve

Prof. Dr. Steffens, Diedrich 32
Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenernährung
Gießen

Stein, Bernd..... 9
Bundesinstitut für Risikobewertung Fachgruppe Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe
Berlin

Steinmetz, Matthias 68
Institut für Tierernährung, Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Braunschweig

Dr. Steuer, Patrick 113
Senzyme GmbH
Troisdorf

Dr. Strauß, Gerhard..... 104
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Abt. Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
Freising

Strenner, Martin 41
Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan - Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Freising

Ströbel-Fröschle, Markus 42
Amazonen Werke H. Dreyer GmbH & Co.KG
Hasbergen

Strube, Manfred 75
Wartburgland-Agrargenossenschaft eG
Marksuhl/OT Eckardtshausen

Prof. Dr. Südekum, Karl-Heinz
..... 69, 86, 92, 93, 113
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Institut für Tierwissenschaften
Bonn

Sudnik, Mike 116
Elementar Analysensysteme GmbH
Manchseter

Prof. Dr. Sundrum, Albert..... 15
Universität Kassel
Kassel

Dr. Svoboda, Nikolai 43, 44, 52
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
Müncheberg

Dr. Tauchnitz, Nadine..... 49
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Bernburg

Dr. Taylor, Kyle W. R. 116
Elementar Analysensysteme GmbH
Manchseter

ten Huf, Martin..... 48
Hochschule Osnabrück
Osnabrück

Terler, Georg..... 94
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung
Irdning

Dr. Tillmann, Peter..... 114
VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH
Kassel

Dr. Titze, Natascha 87
Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften 460a
Stuttgart-Hohenheim

Trauboth, Katrin 75
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Dr. Urbatzka, Peer..... 50
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Freising

van Laak, Michael..... 36
Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Van Middelkoop, Jantine 37
Wageningen University and Research Centre Agrosystems Research
Wageningen

Van Schooten, Herman 37
Wageningen University and Research Centre Agrosystems Research
Wageningen

Verhoeuven, Anne **95**
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen VBZL Haus Riswick
Kleve

Vincent, Bert **17**
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Freising

Dr. Voelkner, Amrei **60**
EuroChem Agro
Mannheim

Dr. Vogt, Christian **105**
Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
Freising

Voit, Benno **130**
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Saatgutuntersuchung/Saatgutforschung
Freising

Dr. von Soosten, Dirk **68, 77**
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) Institut für Tierernährung
Braunschweig

Dr. Vorsatz, Carsten **20**
Mählmann Gemüsebau GmbH & Co. KG
Cappeln

Dr. Vuolo, Francesco **39**
Universität für Bodenkultur, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation
Wien

Wagner, Bettina **76**
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
Berlin

Wagner, Sabine **35**
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Wallsberger, Franz **70**
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE)
Muthgasse ..... 11, Wien

Walzel, Lutz **75**
BASU Heimtierspezialitäten GmbH
Bad Sulza

Wanko, Felicitas **120**
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8-10, 10589 Berlin

Dr. Weber, Hansjörg **58**
Landesverband der Maschinenringe in Baden-Württemberg
Stuttgart

Dr. Weis, Martin **58**
LTZ Augustenberg, Referat für Pflanzenbau
Rheinstetten-Forchheim

Weiser, Armin A. **9**
Bundesinstitut für Risikobewertung
Fachgruppe Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe
Berlin

Weisenburger, Sebastien **27**
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Dr. Weiß, Kirsten **127**
Humboldt-Universität zu Berlin Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften
Berlin

DI Wenng, Hannah **39**
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Wien

Prof. Dr. Werner, Michael **128**
Werner Brothers
Hockenheim

Prof. Dr. Wetscherek, Wolfgang 79
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie
Wien

DI Dr, Wetscherek-Seipelt, Gabriela ... 79
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie
Wien

Prof. Dr. Wiesler, Franz..... 31, 47
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer
Speyer

Prof. Dr. Windisch, Wilhelm 72
Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierernährung
Weihenstephan

Dr. Wippermann, Wolf..... 68
LVAT Groß Kreutz
Groß Kreutz

Prof. Wolf, Petra 74
Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Professur für Ernährungsphysiolgie und Tierernährung
Rostock

Wyss, Ueli 69, 82
Agroscope Institut für Nutztierwissenschaften INT
Posieux

Yan, Feng..... 23
Justus-Liebig-Universität Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I
Gießen

Zerr, Walter 62
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor
Bad Hersfeld

Zicker, Theresa..... 62
Universität Rostock Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Rostock

Dr. Zikeli, Sabine 21
Universität Hohenheim (340i) Institut für Kulturpflanzenwissenschaften
Stuttgart

Prof. Zollitsch, Werner 78
Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien
Wien

Zopf, Dorit 35
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Friemar

Dr. Zorn, Wilfried.....34, 35, 82
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Jena

Zoska, Melanie 27
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Karlsruhe

Inhalt

PL 001 Plenartagung 4
Anforderungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf die Landwirtschaft
Hettlich, P. (Düsseldorf)

PL 002 Plenartagung 5
Anforderungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf das Versuchswesen
Hermann, W. (Stuttgart)

PL 003 Plenartagung 8
Anforderungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf das Untersuchungswesen
Lorenz, F. (Oldenburg)

W 001 Workshop 9
Digitalisierung entlang der Nahrungskette
Numata, j. (Berlin), Schafft, H. (Berlin), Gottschald, M. (Berlin), Weiser, A. A. (Berlin), Stein, B. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin)

W002 Workshop 11
smartLAB - Vision einer interaktiven Laborumgebung
Dr. P. Lindner, TCI, LUH Hannover

W 003 Workshop 13
10 Jahre EU-Düngemittel-Ringtest der VDLUFA Fachgruppe Düngemitteluntersuchung
Breuer, J. (Karlsruhe), Hartwig, H. (Karlsruhe), Kießling,G. (Jena), Neuenfeldt, R. (Nossen), Paradies-Severin, I. (Hameln), Severin, K. (Hannover)

W 004 Workshop 14
Digitalisierung für Futter und Fütterung nutzen!
Spiekers, H. (Grub), M. Schäffler (Grub)

W 005 Workshop 15
Big Data in der Nutztierhaltung – Mittel zu welchen Zwecken?
Sundrum, A. (Kassel)

W 006 Workshop 17
Digitalisierung entlang der Pflanzenproduktion: Verbreitung, Hemmnisse und Perspektiven
Gandorfer, M. (Freising), Vinzent, B. (Freising), Pfeiffer, J. (Freising), Demmel, M. (Freising),

W 007 Workshop 18
Landwirtschaft 4.0 – Nutzen und Relevanz landwirtschaftlicher Beratung
Olfs, H.-W. (Hochschule Osnabrück)

V001 Öffentliche Sitzung „Sonderkulturen“ 19
Einfluss von Ammoniak und Ammonium auf das Wachstum von Topfbasilikum nach organischer Stickstoffdüngung
Frerichs, C. (Osnabrück), Daum, D. (Osnabrück), Pacholski, A. (Mannheim)

V002 Öffentliche Sitzung „Sonderkulturen“ 20
Einfluss der Stickstoffdüngung, Bestandsdichte und Sorte auf das Auftreten hohler Strünke bei Brokkoli
Frieman, A. (Osnabrück), Vorsatz, C. (Cappeln), Daum, D. (Osnabrück)

V003 Öffentliche Sitzung „Sonderkulturen“ 21
Monitoring der Nährstoffflüsse und des Bodennährstoffstatus von ökologisch bewirtschafteten Apfelanlagen in Baden-Württemberg
Möller, K. (Rheinstetten), Zikeli, S. (Stuttgart)

V004 Öffentliche Sitzung „Biogassubstrate / Gärreste“ 22
Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat
Hartel, M. (Freising)

V005 Öffentliche Sitzung „Biogassubstrate / Gärreste“. 23
Einfluss unterschiedlicher Ausbringungstechniken von Biogas-Gärresten auf die N-, P- und K-Düngewirkung in einem On-Farm Versuch mit Mais
Kern, D. (Gießen), Yan, F. (Gießen), Honermeier, B. (Gießen)

V006 Öffentliche Sitzung „Biogassubstrate / Gärreste“ 24
Ergebnisse eines dreijährigen Düngungsversuches mit Gärresten zu Weizen und Silomais
Koch, D. (Kassel), Goebel, M. (Kassel)

V007 Öffentliche Sitzung „Schadstoffe / Mikronährstoffe / Spurenelemente“ 27
Versuche zum Transfer von PFAS aus belasteten Böden in Energiepflanzen – ist Phytosanierung eine realistische Option für PFAS-belastete Standorte?
Weisenburger, S. (Karlsruhe), Zoska, M. (Karlsruhe), Mechler, M. (Karlsruhe), Breuer, J. (Karlsruhe)

V008 Öffentliche Sitzung „Schadstoffe / Mikronährstoffe / Spurenelemente“ 28
Einfluss einer Ammoniumthiosulfatdüngung auf die Verfügbarkeit und Aufnahme von Mangan im Weizen
Paul, H. (Kiel), Dreyer, M. (Kiel), Mühling, K. (Kiel)

V009 Öffentliche Sitzung „Schadstoffe / Mikronährstoffe / Spurenelemente“ 29
Nickel – ein selten beachtetes Spurenelement
Sager, M. (Wien)

V010 Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 30
Phosphor-Nachlieferungspotenzial in Ackerböden: Vergleich der Elektro-Ultrafiltration (EUF) mit dem Kinetikfaktor nach Flossmann und Richter
Appel, T. (Bingen), Horn, D. (Ochsenfurt)

V011 Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 31
Beziehung zwischen anorganischen und organischen P-Fraktionen im Boden und der P-Aufnahme von Pflanzen in einem Modellversuch
De Los Rios Mera, J. (Speyer), Reh, S. (Speyer), Prigge, M. (Speyer), Wiesler, F. (Speyer)

V012 Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 32
Aneignungsvermögen verschiedener Winterweizen-Genotypen für organisch gebundenes Phosphat
Heßler, M. (Gießen), Falk J. (Gießen), Steffens, D. (Gießen)

V013 Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 33
Charakterisierung der Düngewirkung alternativer P-Dünger im Zierpflanzenbau
Hauck, D. (Freising), Horn, D. (Ochsenfurt), Meinken, E. (Freising), Schmidhalter, U. (Freising)

V014 Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 34
Wirkung differenzierter P-Düngung auf Ertrag, P-Gehalt im Boden, P-Saldo sowie N-Effizienz auf dem Löß-Braunschwarzerdestandort Friemar nach 7 Jahren Versuchsdauer
Zorn, W. (Jena), Schröter, H. (Jena)

V015 Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 35
Entwicklung der P-Versorgung der Unterböden auf Thüringer Acker- und Grünlandstandorten
Zorn, W. (Jena), Schröter, H. (Jena), Wagner, S. (Jena), Zopf, D. (Friemar), Kießling, G. (Jena)

V016 Öffentliche itzung „Phosphor / Kalium“ 36
Entwicklung der relativen Erträge bei unterlassener Phosphor Düngung – Ergebnisse einer Metastudie
van Laak, M. (Rostock), Buczko, U. (Rostock)

V017 Öffentliche Sitzung „Phosphor / Kalium“ 37
Towards a new K fertilizer recommendation for silage maize in the Netherlands
Bussink, W. (Wageningen), Van Schooten, H. (Wageningen), Van Middelkoop, J. (Wageningen), Holshof, G. (Wageningen), Doppenberg, G. (Wageningen)

V018 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 38
Beregnungsversuch mit GPS-gesteuerte Parzellenberegnung bei neun Ackerbaukulturen
Butz, A. (Rheinstetten), Ott, J. (Rheinstetten)

V019 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 39
Neue Technologien als Basis für die Verbesserung der Stickstoffdüngung
Spiegel, H. (Wien), Sandén, T. (Wien), Essl, L. (Wien), Wenng, H. (Wien), Vuolo, F. (Wien)

V020 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 40
Strategien zur Digitalisierung der Pflanzenernährung
Federolf, C. (Dülmen), Himken, M. (Dülmen)

V021 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 41
Vergleich verschiedener Vegetationsindizes auf deren Eignung den Stickstoffstatus von Winterroggenbeständen abzubilden
Strenner, M. (Freising), Maidl, F. (Freising), Hülsbergen, K. (Freising)

V022 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 42
Nährstoffverteilgenauigkeit bei Applikation von zwei Mischdüngern mittels Zentrifugalstreuer
Borchert, A. (Osnabrück), Finke, M. (Osnabrück), Brockmeyer, T. (Osnabrück), Ströbel-Fröschle, M. (Hasbergen), Olfs, H.-W. (Osnabrück)

V023 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 43
Das BonaRes Datenzentrum: Verbesserte Nachnutzbarkeit von Forschungsdaten durch die Vergabe von Lizenzen und DOI
Svoboda, N. (Müncheberg), Hoffmann, C. (Müncheberg), Heinrich, U. (Müncheberg)

V024 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 44
Übersicht über relevante Standards für die verschiedenen „Data Life Stages“ digitaler boden- und bodenbegleitender Forschungsdaten
Hoffmann, C. (Müncheberg), Svoboda, N. (Müncheberg), Heinrich, U. (Müncheberg)

V025 Öffentliche Sitzung „Technik / Digitalisierung / Modelle“ 45
Bodenbedarf zur Ernährungssicherung in Österreich
Baumgarten, A. (Wien), Haslmayr, H. (Wien), Schwarz, M. (Wien), Huber, S. (Wien), Prokop, G. (Wien), Sedy, K. (Wien), Krammer, C. (Petzenkirchen), Murer, E. (Petzenkirchen), Pock, H. (Wien), Rodlauer, C. (Wien), Schaumberger, A. (Gumpenstein), Nadeem, I. (Wien), Formayer, H. (Wien)

V026 Öffentliche Sitzung „Stickstoff“ 46
Einfluss der Lagerungstemperatur auf die Nitratgehalte in Bodenproben
Finck, M. (Karlsruhe)

V027 Öffentliche Sitzung „Stickstoff“ 47
Stickstoff-Ausnutzung organischer Dünger – Ergebnisse aus Dauerversuchen der LUFA Speyer
Armbruster, M. (Speyer), Wiesler, F. (Speyer)

V028 Öffentliche Sitzung „Stickstoff“ 48
Wirkung eines Nitrifikationshemmstoffs auf N_2O- und CH_4-Emissionen bei bandförmiger Applikation von Gülle und Gärrest in einem Bodensäulenversuch
Ten Huf, M. (Osnabrück), Pralle, H. (Osnabrück), Olfs, H.-W. (Osnabrück)

V029 Öffentliche Sitzung „Stickstoff“ 49
Lachgasemissionen auf einem Schwarzerdestandort bei Harnstoffdüngung
Tauchnitz, N. (Bernburg), Eißner, F. (Halle), Bischoff, J. (Bernburg), Christen, O. (Halle), Kreuter, T. (Cunnersdorf)

V030 Öffentliche Sitzung „Stickstoff“ 50
Schätzung der N_2-Fixierungsleistung von Sojabohnen und Erbsen in Süddeutschland
Paeßens, B. (Rheinstetten), Butz, A. (Rheinstetten), Salzeder, G. (Freising), Urbatzka, P. (Freising)

P001 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 51
The utopian / illusionary initiatives like 4p1000 org to enforce apparently „permanent“ C-, (N-, P-, S-) (im-)mobilisation ≠ sequestration in soil organic matter (SOM) as „negative emissions“ to counteract i.e. climate change
Isermann, K. (Hanhofen), Isermann, R. (Hanhofen)

P002 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 52
Überblick über Dauerfeldversuche in Deutschland auf der Basis strukturierten Metadaten
Grosse, M. (Müncheberg), Hoffmann, C. (Müncheberg), Svoboda, N. (Müncheberg) und Hierold, W. (Müncheberg)

P003 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 53
Sind Pflanzenkohlen ein geeigneter Zuschlagstoff in Baumsubstraten?
Beck, K. (Veitshöchheim), Klemisch, M. (Veitshöchheim)

P004 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 54
Reduzierte Bodenbearbeitung und unterschiedliche Herbizidstrategien bei Sojabohnen
Paeßens, B. (Rheinstetten), Butz, A. (Rheinstetten)

P005 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 55
Einfluss der Impfung von Sojabohnen mit kommerziellen Bradhyrhizobienpräparaten auf Ertrag und Eiweißgehalt
Butz, A. (Rheinstetten)

P006 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 56
Mortalität, Ursachen und Gesamtkosten ernährungs(mit)bedingter Fehlernährung sowie von NH_4-sensitivem Feinstaub (PM2.5) z. B. in Deutschland und Grundvoraussetzungen zu ihrer Vermeidung
Isermann, R. (Hanhofen), Isermann, K. (Hanhofen)

P007 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 57
Wie hat sich die Nährstoffaufnahme von Zuckerrüben bei gestiegenen Erträgen geändert?
Bürcky, K. (Obernbreit), Heyn, J. (Kassel), Horn, D. (Ochsenfurt), Koch, D. (Kassel)

P008 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 58
MR digital - Überbetrieblicher Einsatz von informationsgestützter Landtechnik
Weber, H. (Stuttgart), Leibfried, W. (Höpfingen), Fetzer, H. (Langenau), Hengge, H. (Tettnang), Griepentrog, H. (Stuttgart), Doluschitz, R. (Stuttgart), Müller, T. (Stuttgart), Weis, M. (Rheinstetten), Möller, K. (Rheinstetten)

P009 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 59
Bewertung von Extraktionsmethoden zur Bestimmung des Aluminiumgehaltes in Baumschulböden am Beispiel von *Abies nordmanniana*
Meints, F. (Osnabrück), Daum, D. (Osnabrück), Lösing, H. (Ellerhoop)

P010 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 60
Effizienz Erhöhende Dünger (EEF) steigern Erträge und verringern N-Auswaschungsverluste bei Sommergerste und Weidelgras im Gefäßversuch
Goebel, M. (Kassel), Voelkner, A. (Mannheim), Henke, C. (Mannheim), Peters, N. (Mannheim), Mannheim, T. (Mannheim), Koch, D. (Kassel), Pacholski, A. (Mannheim)

P011 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 62
Einfluss der Faktoren Stickstoffdüngung und Pflanzenschutzmitteleinsatz auf die Bodenfauna in einem Dauerfeldversuch
Koch, D. (Kassel), Goebel, M. (Kassel), Jacobi, F. (Bad Hersfeld), Zerr, W. (Bad Hersfeld)

P012 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 64
Vergleich der Düngebedarfsermittlung nach NID Baden-Württemberg mit der Berechnung der N-Obergrenze nach novellierter Düngeverordnung (DüV 2017)
Finck, M. (Karlsruhe), Heckelmann, A. (Karlsruhe)

P013 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 65
Ergebnisse aus 10 Jahren NID-konformer Düngung in Wasserschutzgebieten
Finck, M. (Karlsruhe), Kunoth, M. (Karlsruhe)

P014 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 66
Einfluss von N-Düngerformen auf die N_2O-Emissionen in fertigierten Kartoffeln
Schickhoff, D. (Göttingen), Brück, H. (Dülmen), Lebender, U. (Dülmen)

P015 Posterpräsentation „Pflanzliche Produktion“ 67
Silizium in der Biosphäre
Sager, M. (Wien)

P016 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 68
Vergleich verschiedener Probenahmeorte an Fahrsilos und Messme-thoden zur Trockensubstanz (T)-Bestimmung von Mais und Grassilage
Steinmetz, M. (Braunschweig), Wippermann, W. (Groß Kreutz), von Soosten, D. (Braunschweig), Schären, M. (Groß Kreutz), Meyer, U. (Braunschweig), Dänicke, S. (Braunschweig)

P017 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 69
Bestimmung des Reinproteingehaltes von Futtermitteln: Vergleich von Trichloressigsäure und Wolframsäure als Fällungsmittel
Böttger, C. (Bonn), Dohme-Meier, F. (Posieux), Wyss, U. (Posieux), Südekum, K.-H. (Bonn)

P018 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 70
Einfluss unterschiedlicher Temperatur- und Zeitkombinationen auf den Gehalt an Vitamin E von Körnermais
Puntigam, R. (Wien), Wallsberger, F. (Wien), Brunner, N. (Wien), Kühleitner, M. (Wien), Gierus, M. (Wien)

P019 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 71
Antinutritive Inhaltsstoffe in heimischen Körnerleguminosen und Sojabohnen
Heinze, A. (Jena), Dunkel, S. (Jena), Schulz, V. (Jena)

P020 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 72
Zum ruminalen Abbau von Phasinen aus Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris*) sowie deren Einfluss auf die Gasbildung *in vitro*
Brugger, D. (Freising), Hobmeier, T. (Freising), Buffler, M. (Freising), Bolduan, C. (Freising), Windisch, W. (Freising)

P021 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 73
Einfluss von Maiskleberfuttersilage auf Futteraufnahme und Milchleistung von Fleckviehkühen
Jilg, T. (Aulendorf)

P022 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 74
Wirkung einer Mikronisierung bei Ackerbohnen und Rapssaat auf den intraruminalen Rohproteinabbau
Dunkel, S. (Jena), Alert, H. (Rostock), Wolf, P. (Rostock)

P023 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 75
Mikrowellenbehandelte Rapssaat in der Milchkuhfütterung
Dunkel, S. (Jena), Trauboth, K. (Jena), Strube, M. (Marksuhl), Walzel, L. (Bad Sulza)

P024 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 76
Effekte der Verfütterung von Nutzhanf auf die Gesundheit von Milchkühen
Wagner, B. (Berlin), Spolders, M. (Berlin), Schafft, H. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin)

P025 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 77
pH-Wert als Indikator für subakute Pansenazidose bei unterschiedlichen Kraftfutteranteilen in der Ration von Milchkühen
Bünemann, K. (Braunschweig), von Soosten, D. (Braunschweig), Meyer, U. (Braunschweig), Dänicke, S. (Braunschweig)

P026 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 78
Beurteilung der Versorgungslage von Milchkühen anhand der Milchinhaltsstoffe
Ornetsmüller, K. (Wien), Gruber, L. (Irdning), Zollitsch, W. (Wien)

P027 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 79
Einsatzpotential von rohen Sojabohnen mit reduzierten Gehalt an Trypsininhibitoren in der Ferkelfütterung
Wetscherek, W. (Wien), Puntigam, R. (Wien), Wetscherek-Seipelt, G. (Wien)

P028 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 80
Der Wahlversuch als altes/neues wissenschaftliches Instrument der Tierernährung in der Schweinmast
Pichler, J. (Wien), Gierus, M. (Wien), Schedle, K. (Wien)

P029 Posterpräsentation „Tierische Produktion und Futtermittel“ 81
„demonstration farms“ – ein neuer Ansatz des digitalen Wissenstransfers im Schweinebereich
Brunlehner, E. (Grub), Schneider, S. (Grub)

V031 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 82
Einfluss der Silagebereitung eines Mais-Stangenbohnen-Gemisches auf den Phasingehalt
Wyss, U. (Posieux), Enggist, A. (Posieux), Brugger, D. (Freising)

V032 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 83
Aminosäurenprofile von zugekauftem Alleinfutter für Schweine
Grünewald, K.-H. (Bad Sassendorf), Heinze, A. (Jena), Schwick, S. (Groß-Umstadt)

V033 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 84
Zum Auftreten von Hefen in Maissilagen von Praxisbetrieben
Hoedtke, S. (Rostock); Milhareck, S. (Rostock); Dunker, M. (Rostock)

V034 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel I“ 85
ndl-PCB in Futtermitteln – Eine Übersicht über die Belastungssituation
Künnemeyer, J. (Stade), Eustermann, R. (Stade), Klein, R. (Stade), Recke, A. (Stade)

V035 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“.....86
Schätzung der ruminalen Freisetzung von Slow-Release Harnstoff im pansensaftbasierten *in vitro*-System Hohenheimer Futterwerttest
Böttger, C. (Bonn), Fröhlingsdorf, A. (Bonn), Südekum, K.-H. (Bonn)

V036 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 87
Untersuchungen zur Additivität des nutzbaren Rohproteins von Kraftfuttermitteln in daraus hergestellten Mischungen im erweiterten Hohenheimer Futterwerttest (eHFT)
Grubješić, G. (Stuttgart), Titze, N. (Stuttgart), Rippstein, L. (Stuttgart), Rodehutscord, M. (Stuttgart)

V037 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 88
Untersuchungen zur Milchharnstoffbestimmung mit MIR-Spektroskopie im Vergleich zu Referenzverfahren
Jilg, T. (Aulendorf), Engelhard, T. (Iden), Koch, C. (Münchweiler), Pries, M. (Kleve)

V038 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 89
Untersuchungen zur Futteraufnahme und Zuwachsleistung in der Aufzucht von Fresserkälbern der Rassen Braunvieh und Fleckvieh bei variierender Höhe des Angebots an Milchaustauscher
Ettle, T. (Grub), Obermaier, A. (Grub), Heim, M. (München)

V039 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 90
Untersuchungen zur Futteraufnahme und zum Energieaufwand von Aufzuchtrindern der Rasse Fleckvieh und Holstein
Gruber, L. (Irdning), Ettle, T. (Poing), Schwarz, F. (Freising), Jilg, T. (Aulendorf), Royer, M. (Irdning)

V040 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel II“ 91
Verdaulichkeitsbestimmungen von Totalen Mischrationen mit Hammeln und Milchkühen
Bothe, B. (Bad Sassendorf), Steevens, L. (Kleve), Pries, M. (Bad Sassendorf)

V041 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel III“ 92
Untersuchungen zur Futteraufnahme tragender und säugender Mutterschafe um den Geburtszeitraum
Piepenbrink, S. (Bonn), Burau, C. (Kleve), Ravenschlag, T. (Kleve), Gerlach, K. (Bonn), Südekum, K.-H. (Bonn)

V042 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel III“ 93
Bestimmung der Bioverfügbarkeit eines pansenstabilen Methioninprodukts bei Milchziegen
Gerlach, K. (Bonn), Nerenz, A. (Bonn), Kratz, R. (Linsengericht), Südekum, K.-H. (Bonn)

V043 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel III“ 94
Einfluss von Genotyp und Futterniveau auf Leistung sowie Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparameter von Milchkühen
Gruber, L. (Irdning), Häusler, J. (Irdning), Haiger, A. (Wien), Terler, G. (Irdning), Schauer, A. (Irdning), Royer, M. (Irdning), Eingang, D. (Irdning)

V044 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel III“ 95
Vergleich von Kleegras dominierten Rationen mit Maissilage reichen Rationen unter ökologischen Fütterungsbedingungen
Hoppe, S. (Kleve), Verhoeven, A. (Kleve), Hünting, K. (Kleve), Beintmann, S. (Kleve), Pries, M. (Bad Sassendorf)

V045 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel III“ 96
N-Effizienz von Milchviehherden mit Weide- und Stallhaltung
Möhlenhof, V. (Göttingen), Albers, D. (Oldenburg), Hünerberg, M. (Göttingen), Hummel, J. (Göttingen)

V046 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel III“ 97
Einfluss einer proteinreduzierten Fütterung hochleistender Milchkühe auf Leistungsparameter und Stickstoffausscheidungen
Pries, M. (Bad Sassendorf), Denißen, J. (Kleve), Beintmann, S. (Kleve), Hoppe, S. (Kleve), Bothe, B. (Bad Sassendorf)

V047 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel IV“ 98
Grobfutterleistung von Milchkühen und Futterertrag – Auswertung der Versuchsdaten des Verbundprojektes optiKuh
Spiekers, H. (Grub), Ettle, T. (Grub), Jilg, T. (Aulendorf), Kuhla, B. (Dummerstorf), Mohr, U. (Triesdorf), Pries, M. (Bad-Sassendorf)

V048 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel IV“ 99
Unterschiedliche Faserkomponenten im Futter von Zuchtsauen – Auswirkungen auf Futteraufnahme, Lebendmasseentwicklung und Zuchtleistung
Preißinger, W. (Schwarzenau), Propstmeier, G. (Grub), Scherb, S. (Schwarzenau)

V049 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel IV“ 100
Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung in der Milchviehhaltung
Hoy, S. (Gießen)

V050 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel IV“ 101
Digitalisierung in der Milchviehhaltung – Überwachung der Rumination vor und nach der Kalbung
Halli, K. (Gießen), Koch, C. (Münchweiler), Hoy, S. (Gießen)

V051 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel IV“ 102
Emissionsminderung der Tierhaltung durch Ansäuerung von Gülle – Eine hochwirksame Maßnahme zu mehr N-Effizienz und zur Luftreinhaltung
Döhler, H. (Untermerzbach), Häußermann, U. (Gießen)

V052 Öffentliche Sitzung „Tierische Produktion und Futtermittel IV“ 103
Akzeptanz des Verfahrens der Gülleansäuerung zur Reduktion von Ammoniakemissionen im Stall und Lager
Höcherl, S. (Freising)

V053 Workshop „Analytik“ 104
Digitalisierung im Analysenlabor: Beispiele für Anwendungen bei Analysenverfahren und Laborорganisation
Fischer, K. (Freising), Schuster, M. (Grub)

V054 Workshop „Analytik“ 105
Bewertung, Zertifizierung und Überprüfung der Qualität von Online-Sensoranwendungen bei der Digitalisierung in der Landwirtschaft
Henkelmann, G. (Freising), Vogt, C. (Freising)

V055 Workshop „Analytik“ 107
Trennung von Kohlenstoff- und Stickstofffraktionen im Boden mit einer Temperaturrampe
Alt, F. (Langenselbold), Loos, A. (Langenselbold), Lange, L. (Langenselbold)

V058 Workshop „Analytik“ 108
Bestimmung des Gehalts von Precursor-Substanzen auf PFC-belasteten Versuchsflächen über den TOP-Assay
Mechler, M. (Karlsruhe), Steemann, F. X. (Freiburg), Schneider, B. (Karlsruhe), Müller, K. (Karlsruhe), Nagel, T. (Karlsruhe), Breuer, J. (Karlsruhe)

V059 Workshop „Analytik“ 109
Mykotoxine: Expositionsabschätzung bei Mensch und Tier
Cramer, B. (Münster), Humpf, H. (Münster)

V060 Workshop „Analytik“ 110
Entwicklung eines Analysenverfahrens zur Bestimmung von Chinolizidinalkaloiden in Lupinensamen
Kolrep, F. (Berlin), Klis, V. (Berlin), Schwieters, M. (Berlin), Preiß-Weigert, A. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin), Fry, H. (Berlin)

V061 Workshop „Analytik“ 111
Validierung einer HPLC-ICP-MS Methode für die Bestimmung von Quecksilberspezies in Lebens- und Futtermitteln und ausgewählte Untersuchungsergebnisse
Liftinger, G. (Linz)

V062 Workshop „Analytik“ 112
Nachweis der geographischen Herkunft von Körnermais anhand spektroskopischer Methoden – eine Machbarkeitsstudie –
Achten, E. (Berlin), Schütz, D. (Hamburg), Fischer, M. (Hamburg), Fauhl-Hassek, C. (Berlin), Horn, B. (Berlin)

P030 Posterpräsentation „Analytik“ 113
Einsatz von Kaninchenkot als Inokulum im Hohenheimer-Futterwerttest
Jacobs, D. (Bonn), Lenz, J. (Troisdorf), Südekum, K.-H. (Bonn), Steuer, P. (Troisdorf)

P031 Posterpräsentation „Analytik“ 114
Messunsicherheit bei NIRS-Messungen
Tillmann, P. (Kassel)

P032 Posterpräsentation „Analytik“ 115
Einfluss der Trocknung auf das Infrarot-Spektrum von Körnermais
Achten, E. (Berlin), Schütz, D. (Hamburg), Fischer, M. (Hamburg), Fauhl-Hassek, C. (Berlin), Horn, B. (Berlin)

P033 Posterpräsentation „Analytik“ 116
ArDB: Eine innovative Datenbank für Analyseergebnisse und Datenvisualisierung
Alt, F. (Langenselbold), Barker, S. (Manchester), Taylor, K. (Manchester), Sudnik, M. (Manchester), Seed, M. (Manchester)

P034 Posterpräsentation „Analytik“ 117
Bestimmung von Nitrat, Ammonium und Kalium im Pflanzensaft von Baumschulgehölzen mit Schnelltestmethoden
Schachtschneider, M.-L. (Osnabrück), Dinklage, S. (Osnabrück), Lösing, H. (Ellerhoop), Daum, D. (Osnabrück)

P035 Posterpräsentation „Analytik“ 118
Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) – Untersuchungen zur Aufnahme und des Transfers in das Hühnerei
Eichhorn, M. (Schmallenberg), Kotthoff, M. (Schmallenberg), Göckener, B. (Schmallenberg), Bücking, M. (Schmallenberg), Kowalczyk, J. (Berlin)

P036 Posterpräsentation „Analytik“ 119
Referenzanalytik für akkreditierte Laboratorien
Fettweis, U. (Königswinter)

P037 Posterpräsentation „Analytik“ 120
Methodenentwicklung und Probenscreening für Mykotoxine in Leguminosen
Kunz, B. (Berlin), Wanko, F. (Berlin), Kemmlein, S. (Berlin), Bahlmann, A. (Berlin), Rohn, S. (Hamburg), Maul, R. (Berlin)

P038 Posterpräsentation „Analytik“ 121
Toxine aus *Stachybotrys* Spezies – Möglichkeiten zur Expositionsabschätzung
Lindemann, V. (Münster), Jagels, A. (Münster), Humpf, H.-U. (Münster)

P039 Posterpräsentation „Analytik“ 122
The rye-infecting fungus *Claviceps purpurea*: Producer of bioactive pigments
Lünne, F. (Münster), Niehaus, E.-M. (Münster), Kunigkeit, J. (Münster), Kalinina, S. A. (Münster), Humpf, H.-U. (Münster)

P040 Posterpräsentation „Analytik“ 123
Standardisierung von Analysenmethoden für Futter- und Lebensmittelkontrolle zur Sicherung vergleichbarer Analysenergebnisse im globalen Handel am Beispiel von Pyrrolizidinalkaloiden in Futtermitteln
Mädge, I. (Berlin), Bodi, D. (Berlin), Preiß-Weigert, A. (Berlin), Lahrssen-Wiederholt, M. (Berlin)

P041 Posterpräsentation „Analytik“ 124
Bestimmung von Chlorid, Nitrat und Sulfat in pflanzlichem Material mittels Ionenchromatographie
Michels, K. (Karlsruhe), Bauherr, A. (Halle)

P042 Posterpräsentation „Analytik“ 125
Anpassung von Labormethoden für die Online-Bodenuntersuchung im Feld
Najdenko, E. (Oldenburg), Neuhaus, C. (Hameln), Lorenz, F. (Oldenburg)

P043 Posterpräsentation „Analytik“ 126
„Hydration capacity“ – Aufruf zur Etablierung einer standardisierten Methodik zur physikalischen Charakterisierung von Futtermittel
Slama, J. (Wien), Gierus, M. (Wien)

P044 Posterpräsentation „Analytik“ 127
Bestimmung von Phosphor und Kalium im Doppellactat (DL)-Auszug von Böden mittels ICP-OES-Messung
Weiß, K. (Berlin), Nöther, S. (Berlin)

V063 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 128
Kreuz und Quer - Erkennung und Management von Wildarten der Gattung *Senecio*
Borgmann, P. (Osnabrück)

V064 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 129
Auswirkung des Befalls mit Diaporthe/Phomopsis bei Sojabohnen (*Glycine max*) auf die Saatgutqualität
Miersch, M. (Freiburg)

V065 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 130
Lässt sich durch Beizung der Feldaufgang und Ertrag bei Sojabohnen (*Glycine max*) verbessern?
Voit, B. (Freising), Killermann, B. (Freising)

V066 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 131
Nachweis des Zwergsteinbrands (*Tilletia controversa*) mittels qPCR
Grundler, M. (Freising), Sedaghatjoo, S. (Braunschweig), Sedlmeier, M. (Freising), Maier, W. (Braunschweig), Killermann, B. (Freising), Niessen, L. (Freising)

V067 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 132
Erwartete Varianz von Wiederholungsergebnissen bei der Bestimmung von Saatgutkeimfähigkeiten
Deplewski, P. (Einbeck), Piepho, H. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

V068 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 133
Ansätze zur Charakterisierung von Samen und Sämlingen – Methoden der Pflanzen- Phänotypisierung am Forschungszentrum Jülich
Müller-Linow, M. (Jülich), Nagel, K. (Jülich), Fiorani, F. (Jülich), Jahnke, S. (Jülich), Koller, R. (Jülich), Metzner, R. (Jülich), Schurr, U. (Jülich)

V069 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 134
Multispektralanalyse zur Qualitätsbeurteilung von Saatgut
Genctürk, K. (Stuttgart), Kruse, M. (Stuttgart)

V070 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 135
Der Beitrag der ISTA zur Digitalisierung und Automatisierung der Saatgutuntersuchung
Kruse, M. (Stuttgart), Jonitz, A. (Karlsruhe), Goeritz, A. (Hameln), Leist, N. (Bad Schönborn)

V071 Öffentliche Sitzung „Saatgut“ 136
QR-Code ersetzt Probenahmebescheinigung
Goeritz, A. (Hameln), Preuss, E. (Hannover)

Autorenliste

C. Gerhardt gehört zu den führenden Anbietern von Laborgeräten und Verfahren zur Analyse von Futter-, und Lebensmitteln. Wir arbeiten für Bereiche, die eine hohe Anforderung an Präzision und Zuverlässigkeit stellen und für die dauerhafte Partnerschaft, Flexibilität und kontinuierliche Serviceorientierung unabdingbare Voraussetzungen sind. Dafür stehen wir, das kennt man von uns seit 1846.

Produkte

- Automatisches Extraktionssystem zur Fettbestimmung
- Vollautomatisches Hydrolysesystem für den Fettaufschluss
- C/N-Analysensysteme nach der Verbrennungsmethode von Dumas
- Wasserdampf-Destillationssysteme für vielseitige Anwendungsbereiche
- Aufschlussgeräte für die Kjeldahlanalytik sowie Spezialaufschlüsse CSB, SMA und Cyanid
- Automatische Systeme zur Rohfaserbestimmung
- Klassische Heizbänke für den vielfältigen Einsatz im Labor
- Robuste Schüttler und Inkubatoren

Cäsariusstraße 97
53639 Königswinter

info@gerhardt.de
www.gerhardt.de

Gerhardt
Analytical Systems

Pragmatis ist Experte für Datenbankanwendungen in Labor und Technik. Wir verfügen über mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Verwaltung und Verarbeitung von Messdaten (LIMS, LIS, LES, CAQ, AQS, ELN).

Pragmatis LIMS für Desktop, Tablet und Smartphone

Pragmatisch und modern - unsere Lösungen sind immer auf der Höhe der Zeit, und mit ihnen unsere Kunden, von denen wir die meisten seit vielen Jahren begleiten.

Informieren Sie sich über moderne Datenverarbeitung in Labor und Technik. Nehmen Sie Kontakt mit uns auf - wir freuen uns auf Sie!

www.pragmatis.de sales@pragmatis.de Telefon ++49.8165.999210
Fax ++49.8165.999218

t&p Triestram und Partner GmbH, Bochum

Mit mehr als 25-jähriger Erfahrung haben wir unser Labor-Informations- und Managementsystem lisa.lims sehr erfolgreich am Markt etabliert und in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden ständig weiter entwickelt. Die aktuelle Version lisa.lims 10 zeichnet sich besonders durch ihre Benutzerfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit aus. Der modulare Aufbau ermöglicht die Anpassung an branchenspezifische Anforderungen.

t&p software. our profession.

Wir finden für jedes Labor die passende Lösung, denn die Zufriedenheit und qualifizierte Betreuung unserer Kunden steht für uns im Mittelpunkt. Namhafte Referenzkunden bestätigen uns in dieser Philosophie mit einer erfolgreichen, in vielen Fällen langjährigen Zusammenarbeit, wie zum Beispiel AGES in Österreich, ART in der Schweiz, LALLF, LUFA Rostock, DTC oder UFA AG in der Schweiz.

www.t-p.com

Unity Scientific GmbH

ein Unternehmen der KPM Analytics

Unity Scientific www.unityscientific.com

Die NIR-Produkte von Unity® Scientific werden zur Qualitätskontrolle in Produktion und Labor eingesetzt. Die Systeme bedienen eine breite Palette für Endmärkte wie Lebensmittel- und Milchprodukte, Landwirtschaft und Umwelt. Der Hauptsitz befindet sich in Milford, MA, USA mit zusätzlichem Büro in Weiler bei Bingen.

Process Sensors Corporation (PSC) www.processsensors.com

Die online NIR Geräte von PSC liefern genaue und zuverlässige Feuchtigkeits- und Temperaturmessungen in Herstellungsprozessen in vielen Bereichen. Der Hauptsitz von PSC ist in Milford, MA, USA mit Vertriebsbüros in Franklin Lakes, New Jersey, USA; Corby, Großbritannien und Warschau, Polen.

AMS Alliance www.amsalliance.com

AMS Alliance bietet eine breite Palette von Systemen, die komplexe Analysen für Forschung und Entwicklung, Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle in Lebensmittel-, Umwelt- und Landwirtschaftsanwendungen automatisieren. Der Vertrieb geht in alle Welt mit Standorten in Italien, Frankreich und den USA.

Über **CHOPIN Technologies** www.chopin.fr

Die Produkte von CHOPIN Technologies analysieren die Zusammensetzung und Funktion von Getreide, Mehlen und deren Derivaten. Die Produkte werden weltweit eingesetzt, um sicherzustellen, dass betriebliche Spezifikationen, behördliche Auflagen und Qualitätsstandards eingehalten werden. CHOPIN Technologies mit Hauptsitz in Frankreich bei Paris hat weitere Niederlassungen in USA, Peking, China.

SPECTRO ist einer der weltweit führenden Anbieter von Analysegeräten auf dem Gebiet der Optischen Emissions- und Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie. Als Unternehmensbereich der AMETEK Materials Analysis Division produziert SPECTRO zukunftsweisende Geräte, entwickelt für die verschiedenartigsten Aufgabenstellungen die besten Lösungen und stellt eine hervorragende Kundenbetreuung sicher. SPECTRO-Produkte sind bekannt für ihre einzigartige technische Leistungsfähigkeit mit messbarem Nutzen für den Kunden. Von der Gründung 1979 bis heute wurden weltweit bereits mehr als 40.000 Analysegeräte an Kunden geliefert.

AMETEK, Inc. ist ein führender, weltweit aktiver Hersteller von elektronischen und elektromechanischen Produkten mit 17.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an 150 Produktions-, Vertriebs- und Servicestandorten in 30 Ländern.

SPECTRO
AMETEK®
MATERIALS ANALYSIS DIVISION

Laborservice Onken GmbH

Jann Onken gründete 1997 Laborservice Onken in Gründau-Breitenborn als Dienstleistungsunternehmen für die klassische Aminosäurenanalytik. Aus Laborservice Onken wurde im Jahr 2000 die Laborservice Onken GmbH die sich heute zum führenden Anbieter von Geräten, Verbrauchsmaterialien und Serviceleistungen im Bereich der Aminosäurenanalytik in Deutschland, Benelux, Österreich und der Schweiz entwickelt hat.

Mit dem Biochrom B30 Plus bieten wir den Anwendern im deutschsprachigen Raum und den Benelux-Ländern heute einen der modernsten Aminosäurenanalysatoren, der zurzeit weltweit für die klassischen Aminosäurenanalytik erhältlich ist.

In enger Zusammenarbeit mit der Firma Biochrom in Cambridge beraten wir Anwender in applikativen Fragen zur klassischen Aminosäurenanalytik. Für praktische Ausarbeitungen und für Kontrollanalysen steht uns in Gründau ein eigenes Applikationslabor mit Biochrom Analysatoren zur Verfügung. Die Laborservice Onken GmbH führt für die Aminosäurenanalytik mehrtägige Anwenderseminare an den aktuellen Biochrom Analysatoren durch.

Zu unseren Zielen gehört es Ihnen die Bestimmung von Aminosäuren in Futtermitteln gemäß EG-Verordnung 152/2009 gemäß Richtline 98/64/EG zu ermöglichen.

www.laborservice-onken.de

laborservice Onken GmbH

SEAL Analytical GmbH ist führender Hersteller von Segmented-Flow AutoAnalyzern und Discreten Analyzern mit Sitz in Norderstedt bei Hamburg. Des weiteren haben wir Verkaufsbüros in UK, USA und China sowie ein flächendeckendes Vertriebsnetz mit Distributions- und Servicepartnern weltweit.

Die Einsatzgebiete der **SEAL Analyzer** finden sich im Umweltschutz, in der Lebensmittel-, pharmazeutischen und chemischen Industrie und in der Landwirtschaft.

Hier werden die SEAL Analyzer vor allem zur Bodenanalyse und zur Analyse von Wasser und Abwasser eingesetzt.

Gerätespezifisch stehen mehr als 1.000 Applikationen zur Verfügung.

Parameter, wie z.B. NO_3, NO_2, PO_4, SiO_2, NH_4 und viele weiter sind DIN / ISO, UKAS oder USEPA konform.

SEAL Analytical hat mehr als 50 Jahre Erfahrung in Entwicklung, Anwendung und Applikation.