



**Bayerische
Landesanstalt für
Landwirtschaft
Freising-Weihenstephan**

Jahresbericht 2004

**Abteilung
Qualitätssicherung und
Untersuchungswesen**

2. Folge



**Bayerisches
Staatsministerium
für Landwirtschaft
und Forsten**



Freising/Grub

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen

Jahresbericht 2004

Autoren

Dr. Anton Wurzinger
Dr. Johann Lepschy
Dr. Johann Rieder
Dr. Robert Beck
Kastulus Pichlmaier
Dieter Nast
Dr. Manfred Schuster
Dr. Manfred Munzert

Redaktion: Dr. Manfred Munzert
Satz: Claudia Petosic, Kathleen Müller
Anschrift: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
Lange Point 4, 85354 Freising
Tel.: 08181/71-3600, Fax: 08161/71-4103
E-Mail: AQU@LfL.bayern.de
http: www.LfL.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Organisation und Aufgaben	7
2	9
1 Schwerpunktthemen	
2.1 Akkreditierung für amtliche Düngemitteluntersuchungen	9
- Zielssetzung	9
- Erstellung von Unterlagen	9
- Ergebnisse	10
2.2 Belastung der bayerischen Getreideernte 2004 mit dem Fusarienmykotoxin Deoxynivalenol	10
- Zielssetzung	10
- Material und Methoden	11
- Ergebnisse	12
2.3 Die SIR-Anlage – ein Instrument der Mikrobiologie	12
- Zielsetzung	12
- Methodische Ansätze	13
- Bisherige Einsatzbereiche an der LfL	14
2.4 Stand der NIR/NIT-Analytik an der LfL	14
- Zielsetzung	14
- Methodisches	15
- Einsatzbereiche an der LfL	15
2.5 Einführung der Röntgenfluoreszenzspektroskopie an der LfL	17
- Zielsetzung	17
- Methodik	17
- Einsatzbereich	18
3 Arbeitsergebnisse im Einzelnen	19
3.1 Vollzug von Hoheitsaufgaben	19
3.1.1 Zulassung und Überwachung der Fremdlabore im gesetzlichen Bereich	19
3.1.2 Laborzulassung für LKP-Untersuchungsaufträge	20
3.1.3 Gülle-Labore für KULAP	22
3.1.4 Analysen für die Düngemittelverkehrskontrolle und Ringversuche	22
3.1.5 Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots	23
3.2 Versuchs- und Forschungsergebnisse im Bereich Boden, Dünger und Pflanze	24
3.2.1 Analysenüberblick	24
3.2.2 Nährstoffe und anorganische Schadstoffe	28
3.2.3 Wirkstoffe und organische Schadstoffe	29
- Heil- und Gewürzpflanzen	29
- Fusarientoxine	29
- Isolierung pestizidwirksamer Naturstoffe	30

3.2.4	Rohstoffe und Verarbeitungsqualität	32
	- Inhaltsstoffe	33
	- Backqualität	33
	- Brauqualität	33
	- Futterwertbestimmung von Silomais mit NIRS	34
	- Biogas-Verbundprojekt	34
3.2.5	Mikrobiologische Untersuchungen	35
	- Projekt „Wirtschaftsdünger“	35
	- Projekt „Bt-Mais“	35
	- Silierversuche	35
	- Getreidelagerungsversuche	35
3.3	Versuchs- und Forschungsergebnisse zur Fleischqualität, Tierernährung und Futterwirtschaft	36
3.3.1	Analysenüberblick	36
3.3.2	Analysen zur Fleischqualität	39
	- Fettgehalt und –zusammensetzung	39
	- Tropfsaftverlust beim Schweinefleisch	42
	- NIR-Analytik zur Fleischqualität	43
3.3.3	Analysen von Futtermitteln und Stoffwechselprodukten	45
	- Proteinqualität	44
	- Prüfung von Siliereigenschaften	47
	- Futtermitteluntersuchungen durch das LKV	48
4	Informationsverweise	51
4.1	Veröffentlichungen	51
4.2	Tagungen, Vorträge, Vorlesungen, Führungen und Ausstellungen	51
4.2.1	Tagungen	51
4.2.2	Vorträge	51
4.2.3	Vorlesungen	52
4.2.4	Führungen	52
4.2.5	Ausstellungen	54
4.3	Aus- und Fortbildung	54
4.4	Diplomarbeiten	54
	Organigramm der LfL	57

Vorwort

Dieser zweite Jahresbericht der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) seit Gründung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) zum 1. Januar 2003 enthält zusätzliche Informationen zum Jahresbericht 2004 der LfL, in dem alle Institute und Abteilungen nur über Schwerpunktthemen im Berichtszeitraum berichten konnten.

AQU ist eine zentrale Organisationseinheit der LfL, deren Auftrag es ist, den Instituten die notwendigen Analysen für Forschungsprojekte, laufende Versuchsprogramme und für den Gesetzesvollzug zur Verfügung zu stellen. Dabei werden chemische und mikrobiologische Ressourcen vorgehalten, die von mehreren Instituten benötigt und somit an einer Stelle mit hoher Fachkompetenz zur Verfügung stehen.

Die Abteilung ist aber auch zuständig für die Qualitätssicherung der Analytik der privaten Labore in Bayern, soweit diese im gesetzlichen Bereich und im Auftrag von Selbsthilfeeinrichtungen der bayerischen Landwirtschaft tätig sind. Als Mitbewerber auf dem freien Analysenmarkt tritt die Abteilung nicht auf. Dieses in Bayern konsequent beachtete Subsidiaritätsprinzip – der Staat beschränkt sich auf seine ureigenen Aufgaben von Kontrolle und Forschung – wurde auch von einer Evaluierungskommission, die im Berichtszeitraum die Laborkapazitäten der LfL unter dem Gesichtspunkt eines ressortübergreifenden Laborkonzeptes für Bayern überprüfte, bestätigt. Das Gutachten kam zu dem Schluss, dass die Labororganisation der LfL keiner Änderung bedarf und ihrem Forschungsauftrag gerecht wird. Dennoch verfügte der Ministerrat für die nächsten Jahre einen weiteren Stellenabbau im Laborbereich der LfL um 20 % (über den generellen Stellenabbau von 25 % hinaus). Welche Konsequenzen daraus für das Aufgabenprofil von AQU noch erwachsen, ist derzeit nicht abzusehen.

Positiv zu vermerken ist, dass es im Berichtszeitraum gelungen ist, ein Röntgenfluoreszenzspektrometer zu beschaffen, dass für beide Laborstandorte (Freising und Grub) eine Leistungssteigerung in der Elementanalytik bringen wird (s. Seite 15).

Alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben sich trotz der angespannten Personalsituation und des zu erwartenden weiteren Stellenabbaus nicht entmutigen lassen und sind mit großem Einsatz ihren Aufgaben nachgegangen. Analysenstatistik und Projektbeschreibungen dieses Jahresberichtes sind ein beredtes Zeugnis dafür. Ich möchte ihnen hierfür sehr herzlich danken und versichern, dass ihre Arbeit für die bayerische Landwirtschaft und allen Bürgern nach wie vor von großem Nutzen ist.

Freising, März 2005

Dr. Manfred Munzert
Abteilungsleiter

1 Organisation und Aufgaben

Die Abteilung befindet sich an den Standorten Freising und Grub/Poing. Das Zentrallabor in Freising ist in vier Sachgebiete gegliedert und deckt den Untersuchungsbereich für Boden und Pflanze ab. Das Zentrallabor in Grub ist für Untersuchungen an Fleisch und anderen tierischen Produkten sowie für die Tierernährung, Futterwirtschaft und Futterkonservierung zuständig. Die näheren Einzelheiten gehen aus Abbildung 1 hervor.

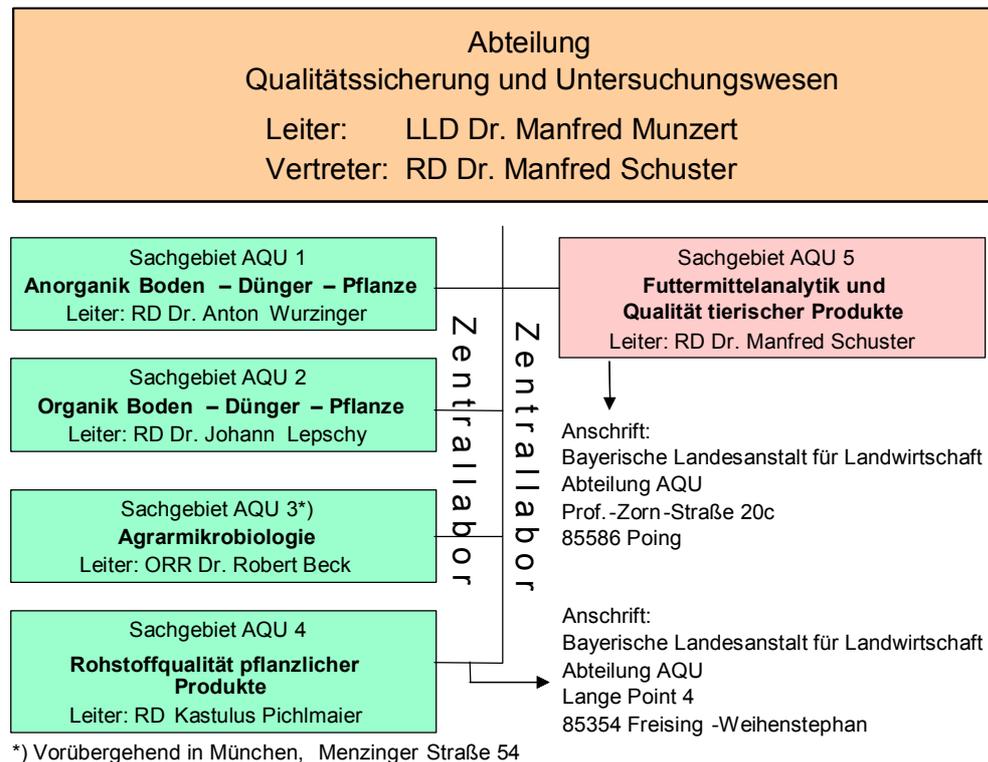


Abb. 1: Gliederung der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU)

Trotz der lokalen Trennung des pflanzlichen und tierischen Bereichs wird auf operativer Ebene eng zusammen gearbeitet. So wurde im Berichtszeitraum ein Röntgenfluoreszenz-Spektrometer (RFA) für die beiden Sachgebiete AQU 1 und AQU 5 mit Aufstellungsort Grub beschafft. Die in Freising anfallenden und für RFA geeigneten Proben werden nach Grub verbracht, dort zu Presslingen verarbeitet und über einen automatischen Probengeber vermessen (Näheres s. Seite 15). Auch sonst helfen sich die Labore bei Bedarf gegenseitig aus und pflegen die Zusammenarbeit im methodischen Bereich.

Im Berichtszeitraum wurde außerdem die erste Ausbaustufe eines gemeinsamen Labor-Informations- und Management-Systems (LIMS) für Freising und Grub planerisch abgeschlossen und Anfang 2005 in Auftrag gegeben. Auch dieses gemeinsame Werkzeug wird zur weiteren Zusammenarbeit beitragen.

Der Abteilung obliegen folgende Aufgaben:

- Untersuchung der Nähr- und Schadstoffe wie auch der wertgebenden Inhaltsstoffe und Qualitätsparameter von Böden, Wasser, Düngemitteln, Ernte- und Abfallprodukten, Futtermitteln, tierischen Produkten und Stoffwechselprodukten,
- Untersuchung auf mikrobiologische Eigenschaften der gesamten landwirtschaftlichen Produktionskette,
- begleitende Analysen und/oder Überwachung von Fremdanalysen für die Qualitätssicherung der landwirtschaftlichen Produktion,
- Ringversuchsdurchführung, Notifizierung und Überwachung privater Untersuchungsstellen gemäß Rechtsvorschriften,
- Adaptierung und Entwicklung von Analysemethoden für das gesamte Analysenspektrum der Abteilung.

Die Sachgebiete sind in zahlreiche Forschungsprojekte, Monitoringprogramme und Versuchsvorhaben der Institute involviert; auf einige dieser Themenfelder wird in diesem Jahresbericht näher eingegangen.

Hoheitliche Aufgaben nimmt die Abteilung insbesondere in den Bereichen Düngemittel-, Abfall- und Pflanzenschutzmittelrecht wahr. Amtshilfe wird auch für das Bundessortenamt u.ä. Behörden geleistet.

Für die bayerischen Selbsthilfeeinrichtungen der Landwirtschaft (LKP, LKV) werden grundlegende Arbeiten für die Qualitätssicherung der landwirtschaftlichen Produktion erledigt: Laborzulassung und –überwachung privater Untersuchungsstellen, aber auch die Fachaufsicht über ein angeschlossenes Futtermittellabor.

Hervorzuheben ist, dass die gesamte Laborkapazität fast ausschließlich für die problemorientierte Forschung und die Hoheitsaufgaben der Landesanstalt genutzt werden. Nur bei fehlendem Angebot der Privatlabore werden auch Analysen für private Auftraggeber mit wesentlicher Bedeutung für die bayerische Landwirtschaft durchgeführt. Dies ist z. B. der Fall bei Brau- und Backqualitätsuntersuchungen für die bayerischen Pflanzenzüchter.

2 Schwerpunktthemen

Die in diesem Abschnitt behandelten Themen sind auch im LfL-Jahresbericht 2004 (gemeinsamer Bericht aller Institute und Abteilungen) enthalten. Sie geben Aufschluss über derzeit wichtige Themen und Projekte der Abteilung.

2.1 Akkreditierung für amtliche Düngemitteluntersuchungen

Zielsetzung

Die Akkreditierung von Laboratorien mit Analyseaufträgen für hoheitliche Aufgaben ist inzwischen nach EU-Recht auch im Bereich der amtlichen Düngemittel-Verkehrskontrolle Voraussetzung für die Anerkennung als amtliches Ergebnis. Das Sachgebiet „Anorganik Boden – Dünger – Pflanze“ (AQU 1) hat deshalb im Berichtszeitraum das Akkreditierungsverfahren durchgeführt. Die Antragstellung erfolgte bei der Deutschen Akkreditierungsstelle Chemie GmbH Frankfurt (DACH) mit der Maßgabe, die Akkreditierung für den Bereich „Untersuchung von Düngemitteln (ohne Wirtschaftsdünger)“ vorzunehmen.

Erstellung der Unterlagen

Dem Antrag waren alle nach DIN EN ISO/IEC 17025 erforderlichen Unterlagen beizulegen. Eingereicht wurden

- ein Qualitätsmanagement-Handbuch (QMH) mit allen Einzelheiten zur Organisation, Durchführung und Dokumentation der Analytik,
- ein Qualitätssicherungs-Handbuch (QSH) mit Angaben zu den Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten und internen bzw. externen Qualitätssicherungsmaßnahmen,
- die Vorgaben des Qualitätsbeauftragten für regelmäßige interne Auditierungsmaßnahmen,
- sämtliche Standardarbeitsvorschriften (standard operation procedures, SOPs).



Abb. 2: Atomspektroskopische Elementmessung für Düngemitteluntersuchungen

Im Düngemittelbereich ist zwischen Analysenvorschriften aufgrund von EG-Düngemittelrecht (siehe Amtsblatt der EU vom 21.11.2003, L 304) und nationalem Düngemittelrecht zu unterscheiden. Entsprechend müssen EU-Vorschriften bzw. die im Methodenbuch II des VDLUFA (Auflage 1995) dokumentierten Methoden angewandt werden. Mit den Analysen ist zu klären, ob ein Dünger dem Düngemitteltyp entspricht und die vorgeschriebenen Toleranzen eingehalten werden.

Für die Akkreditierung wurden die Analysenmethoden in folgende Teilbereiche gegliedert:

Teilbereich 1: Probenvorbereitung

Teilbereich 2: Aufschlüsse

Teilbereich 3: Destillation

Teilbereich 4: Gravimetrie

Teilbereich 5: Komplexometrie

Teilbereich 6: Fotometrie, Ionenchromatographie, Maßanalyse

Teilbereich 7: Elementaranalytik

Teilbereich 8: ICP-OES-Spektroskopie

Teilbereich 9: Atom-Absorptions-Spektroskopie (AAS)

AAS-Graphitrohrtechnik

AAS-Hydridsystem

AAS-Hydridsystem-FIMS

Teilbereich 10: Elektronische Messungen

Ergebnisse

Die Überprüfung der Unterlagen durch DACH sowie die Laborbegutachtung vor Ort sind noch nicht abgeschlossen. Mit der Überreichung der Urkunde wird im 1. Quartal 2005 gerechnet.

2.2 Belastung der bayerischen Getreideernte 2004 mit dem Fusarienmykotoxin Deoxynivalenol

Zielsetzung

Die partielle Taubährigkeit (Ährenfusariosen) des Getreides bedingt nicht nur verringerte Erträge und eine Verschlechterung der technologischen Qualität (Backfähigkeit, Gushing), sondern kontaminiert das Erntegut mit Mykotoxinen, deren wichtigstes das zu den Trichothecenen gehörende Deoxynivalenol (DON) ist. Durch die Inkraftsetzung der Mykotoxin-Höchstmengenverordnung vom 12.02.2004 ist das Toxinproblem in den Vordergrund gerückt. Der wichtigste Faktor für die Höhe der Belastung ist die Witterung zur Zeit der Blüte. Damit gibt es einen deutlichen Jahreseinfluss, wie man an einem Vergleich des Erntejahres 2001 mit einem sehr niedrigen Gesamtmittelwert von 100 µg/kg bei Winterweizen mit denen der Jahre 2000 bzw. 2002 (440 und 710 µg/kg) ersehen kann. Die Analyse einer repräsentativen Zahl

von Getreideproben soll einen Überblick über das Toxinniveau des Erntejahres geben und eine regionale Differenzierung auf Regierungsbezirksebene, bei Bedarf bis zum Landkreis, ermöglichen. Eine Überprüfung des Sorteneinflusses an Hand der DON-Werte soll zeigen, ob die Einstufung der Sorte bezüglich der Fusarienanfälligkeit in der Praxis zutrifft. Die DON-Werte können auch zur Validierung (Überprüfung) von Prognosemodellen für die Fusarien bzw. Mykotoxinbelastung verwendet werden. Die Untersuchungen des Sachgebietes „Organik Boden – Dünger – Pflanze“ (AQU 2) erfolgen in Zusammenarbeit mit den Instituten Pflanzenschutz bzw. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung und den Landwirtschaftsämtern.

Material und Methoden

Seit 2003 werden diese Untersuchungen im Rahmen des vom Staatsministerium geförderten Projekts „Monitoring von Ährenfusariosen unter Einbeziehung molekularbiologischer Methoden zum qualitativen und quantitativen Nachweis von *Fusarium* sp.“, Projektleitung IPS 2, durchgeführt.

Als Material dienen die Proben der „Besonderen Ernteermittlung“ von Weizen und Roggen mit 190 bzw. 80 Proben. Langjährige Untersuchungen zeigten, dass damit auch das Toxinniveau der übrigen Getreidearten abgeschätzt werden kann. Triticale hat ähnliche Werte wie Winterweizen. Sommer- und Wintergerste liegen im durchschnittlichen DON-Gehalt deutlich unter dem Winterroggen.

Alle Proben wurden vermahlen, homogenisiert und deren DON-Gehalt nach der hausinternen Methode mit HPLC und Nachsäulenderivatisierung gemessen. Zur Qualitätssicherung wird bei jeder Messreihe eine laborinterne Standardprobe mit untersucht und es werden die Messwerte in eine Shewart-Kontrollkarte eingetragen. Das Labor nimmt regelmäßig an Ringversuchen mit diversen Materialien teil, die vom Central Science Laboratory, York, UK (FAPAS) veranstaltet werden.

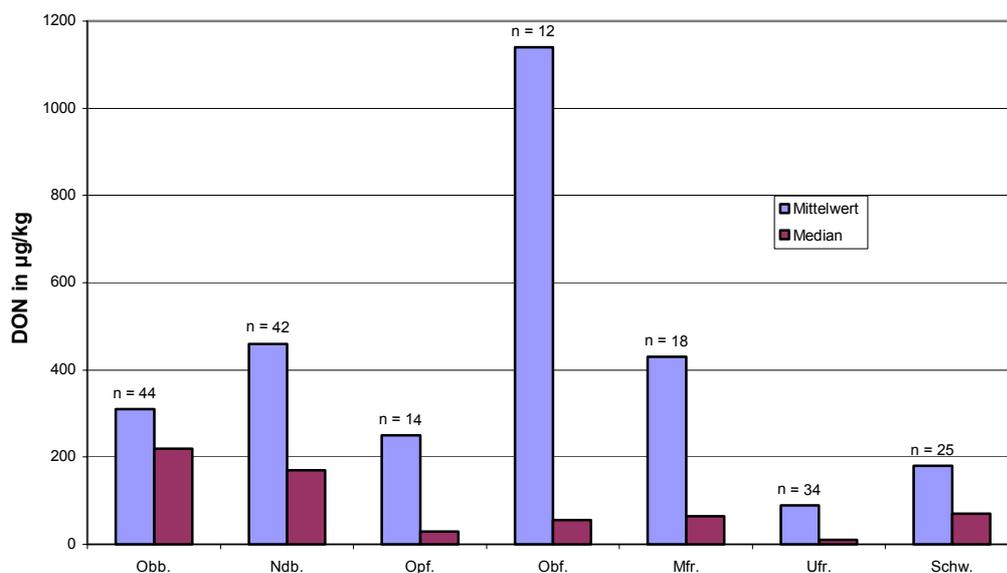


Abb. 3: DON-Gehalte des Winterweizens 2004 in den Regierungsbezirken Bayerns

Ergebnisse

Die statistischen Kennzahlen der DON-Gehalte in den Proben 2004 der Besonderen Ernteer-mittlung sind nachfolgend zusammengestellt. (alle Werte in $\mu\text{g DON/kg}$):

Getreideart	Probenzahl	Mittel	Median	25%Quantil	75%Quantil	Maximum
Winterweizen	190	345	96	25	288	6460
Winterroggen	80	70	0	0	55	1040

Der Median des DON-Gehalts von Weizen ist praktisch identisch mit dem des Vorjahres ($100 \mu\text{g/kg}$), der Mittelwert, bedingt durch zwei Proben (= 1 %) mit Gehalten von $> 5000 \mu\text{g/kg}$, etwas höher ($290 \mu\text{g/kg}$ in 2003). Die DON-Gehalte des Winterroggens sind wie in den Vorjah-ren auf einem niedrigen Level. Nur 4 % der Proben überschreiten $500 \mu\text{g/kg}$.

Die regionale Verteilung auf die Regierungsbezirke zeigt die obige Abbildung 3. Schwerpunkte der DON-Belastung sind, wie in den meisten Jahren, Ober- und Niederbayern. Ungewöhnlich ist das Ergebnis für Oberfranken, das allerdings, wie ein Vergleich von Mittelwert und Median zeigt, durch zwei Extremwerte ($> 6000 \mu\text{g/kg}$) bedingt ist.

Insgesamt kann das Erntejahr 2004 hinsichtlich DON-Belastung als relativ unproblematisch eingestuft werden. Dementsprechend traten auch kaum Probleme in der Vermarktung auf.

2.3 Die SIR-Anlage – ein Instrument der Mikrobiologie

Zielsetzung

Im Sachgebiet „Agrarmikrobiologie“ (AQU 3) spielen Messungen der mikrobiellen Aktivität von Böden und diversem organischen Material eine wichtige Rolle. Die noch wenig bekannte, aber sehr effektive SIR-Methode soll hier kurz vorgestellt werden.

Seit einigen Jahren ist es möglich, den Gehalt der Böden an mikrobieller stoffwechselaktiver Biomasse auf Grund indirekter physiologischer Verfahren zuverlässig zu bestimmen. Das Prin-zip dieser, auch als SIR-Methode (substrat induced respiration) bezeichneten Technik besteht darin, dass die Böden im Überschuss zugesetzte, leicht verwertbare Glukose, in einer kurzen Zeitspanne, noch vor einsetzender Mikrobenvermehrung, proportional zur vorhandenen Mikro-benmenge veratmen. Das bei der Veratmung der Glucose entstandene CO_2 wird über einen computergesteuerten IR-Gasanalysator auf $\pm 1 \text{ ppm}$ genau gemessen. Damit ist eine Reihe von Vorteilen bei Serienuntersuchungen gegeben: Größerer Probendurchsatz, höhere Emp-findlichkeit und vor allem die Tatsache, dass bestimmte Ausschnitte im Verlauf der Atmungs-kurve direkt beobachtet und ausgewertet werden können.

Im Rahmen der mikrobiologischen Bodenuntersuchung ist prinzipiell zwischen aktuellen, kurz-fristigen, nicht durch Populationsveränderungen beeinflussten und potenziellen, langfristigen, durch Substratzusatz induzierten Aktivitätsmessungen zu unterscheiden. Für beide Verfah-renswesen gibt es je nach Fragestellung entsprechende Einsatzmöglichkeiten.

Methodische Ansätze

Aktuelle Kurzzeitmessung

Wird eine Indikatorfunktion der mikrobiellen Bodeneigenschaften angestrebt, so bietet sich die Messung der aktuellen mikrobiellen Biomasse nach der SIR-Methode an. Die ermittelte mikrobielle Biomasse kann dabei in $\mu\text{g C/g Boden}$ angegeben werden und in Bezug zum Gesamt-Corg-Gehalt eines Bodens gesetzt werden. Das C_{mic}/C_{org} -Verhältnis gibt den Prozentsatz des in der mikrobiellen Biomasse festgelegten C zum Gesamt-Corg-Gehalt eines Bodens an; d.i. ein Kennwert, der die Besiedelungsdichte unabhängig vom Humusgehalt charakterisiert. Diese Indikatorfunktion der Bodenfruchtbarkeit ist bei allen Fragen, die die Auswirkungen von landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsweise betreffen, von größter Bedeutung. So werden an der LfL seit vielen Jahren Daueranbauversuche zu den Themen Düngung, Fruchtfolge und Bodenbearbeitung begleitend mit der Kurzzeitmessung untersucht. Auch im Bodendauerbeobachtungs-Programm (BDF) werden Fragen zur Bodenfruchtbarkeit mit der aktuellen Aktivitätsmessung beantwortet. Ebenso werden aktuelle Themen wie Anbau von Bt-Mais oder die Wirkung von Antibiotika im Wirtschaftsdünger über Kurzzeitatmungsmessungen bearbeitet.

Potenzielle Langzeitmessung

Während die Kurzzeitatmungsmessung zur Bestimmung aktueller Mikrobentätigkeit geeignet ist, können bei Langzeitversuchen nach Substratzusatz potenzielle Leistungen der Bodenmikroflora gemessen werden. Bei geeigneter Versuchsanlage ergeben sich aus den Analysenzahlen Hinweise u.a. auf das N-Nachlieferungspotenzial (N_{min}-Gehalt), die Verwertbarkeit von organischen Verbindungen oder auch auf Hemmungen des Stoffumsatzes durch toxische Substanzen.

Mit Hilfe des mikrobiologisch ermittelten N-Nachlieferungspotenzials konnten auch zwei Schnellmethoden zur N_{min}-Bestimmung geeicht werden. Auch sind Langzeitstudien über die Wirkung möglicher toxischer Substanzen (Antibiotika, Schwermetalle) möglich.

Der letzte hier aufgeführte Einsatzbereich der SIR-Messung zeigt, dass diese Methode nicht nur auf die Bodenmatrix anwendbar ist. Neue Möglichkeiten bestehen auch bei der Ermittlung der aeroben Stabilität von Silagen. Die Bestimmung der Atmungsaktivität von Pilzen und Hefen in der SIR-Anlage übertrifft die herkömmliche Temperaturmessung zur Ermittlung der Stabilität von Silagen an Genauigkeit bei weitem und differenziert besser in den Einzelproben.



Abb. 4: SIR-Anlage zur Messung der mikrobiellen Aktivität von Materialien

Bisherige Einsatzbereich an der LfL

Bei folgenden Versuchsthemen fand die SIR-Methode bisher an der LfL Anwendung:

- Kurzzeit-Methode (aktuelle mikrobielle Aktivität)
 - Dauerversuche zur Düngung, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und zum Pflanzenschutz.
 - Spezielle Forschungsprojekte: Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Wirkung von Bt-Mais, Wirkung von Wirtschaftsdüngern.
- Langzeit-Methode (potenzielle mikrobielle Aktivität)
 - Abbauversuche zu Bt-Mais, Biomüllsäcken, Pflanzenschutzmitteln
 - Spezielle Projekte zum N-Nachlieferungspotenzial, Toxizität von Umweltgiften (Neuendettelsauer Äcker) und zur Stabilität von Silagen.

Die SIR-Methode wird auch weiterhin bei vielen mikrobiologischen Fragestellungen für die Forschungsarbeit der LfL von Bedeutung sein. Da europaweit nur wenige derartige Anlagen existieren, ist die LfL diesbezüglich auch ein begehrter Forschungspartner.

2.4 Stand der NIR/NIT-Analytik an der LfL

Zielsetzung

Die Nah-Infrarot-Reflektionsspektroskopie (NIR, NIRS) und die Nah-Infrarot-Transmissionspektroskopie (NIT) sind Schnellmethoden zur Bestimmung von Qualitätsparametern an landwirtschaftlichen Produkten. Sie werden auch in den Zentrallaboren Freising und Grub für die Untersuchung von Probenmaterial aus dem Versuchswesen verstärkt eingesetzt. Neben ihrer Leistungsfähigkeit spricht auch die relativ gute Reproduzierbarkeit der Messergebnisse für die Anwendung im Forschungsbereich. Im Folgenden wird ein Überblick über den Einsatzbereich an der LfL gegeben.

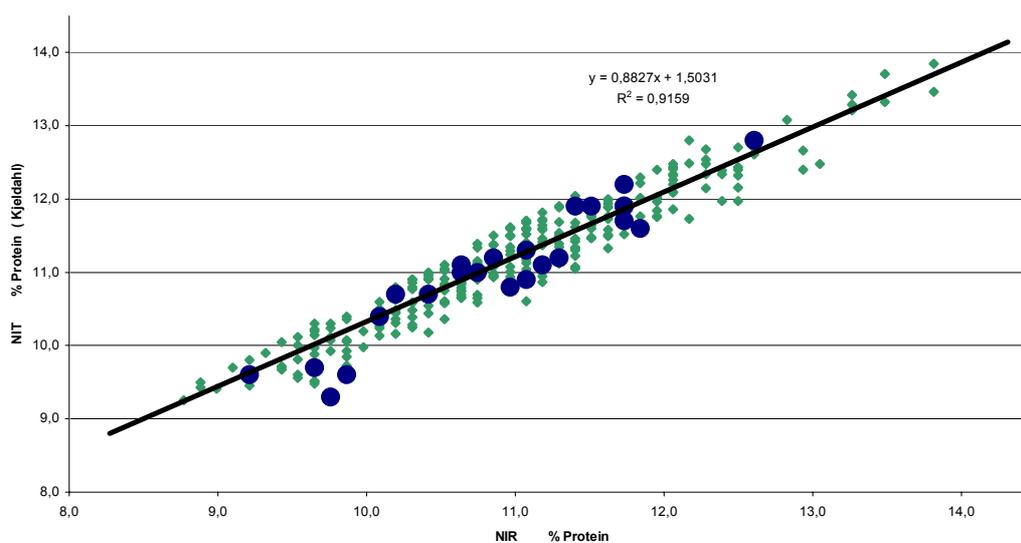


Abb. 5: Vergleich zwischen NIR und NIT bzw. NIR (Rauten) und Kjeldahl-Methode (Kreise) am Beispiel „Rohprotein-Gehalt von Triticale“

Methodisches

Mit **NIR** werden vermahlene Proben vermessen. Dies hat den Vorteil, dass sehr homogenes Material vorliegt und gut reproduzierbare Ergebnisse gewonnen werden können. Es genügen 2 – 10 g Mahlgut, vorausgesetzt die unvermahlene Probe war repräsentativ für das Warenmuster. Obwohl die Eindringtiefe des Lichtes (bei dem benutzten Wellenbereich von 1000 – 2600 nm) in das Messgut nur sehr gering ist (wenige Zehntel Millimeter), zeigt der Messwert eine gute Übereinstimmung mit der Nasschemie.

Eine Ausnahme macht der Raps; er kann aufgrund des kleinen Kornes und der gleichmäßigen Stoffverteilung ohne einen Mahlvorgang mit NIR gemessen werden.

Mit der **NIT**-Methode können Messungen an der (unvermahlene) Ganzkornprobe vorgenommen werden. Auch hier ist die Eindringtiefe des Lichtes (Wellenlänge 800 – 1100 nm) gering, so dass nur der äußere Bereich des Endosperms erfasst wird. Da aber z.B. das Rohprotein hauptsächlich in den äußeren Zellschichten des Kornes vorkommt, sind NIT-Messungen ebenfalls sehr zuverlässig. Man benötigt aber ca. 500 g Kornmaterial, das in mindestens 10 Portionen vermessen werden muss, um einen zuverlässigen Mittelwert zu bekommen. Nur bei sehr homogenen, gereinigten Proben kann die Untergrenze im Idealfall bei 50 g Kornmaterial liegen. Die Messung von Ganzkornproben hat neben der Einsparung des Mahlvorgangs den Vorteil, dass das unzerstörte Kornmaterial für andere Zwecke (z.B. Aussaat im Zuchtgarten) weiter verwendet werden kann.

Die Vergleichbarkeit beider Methoden (NIR/NIT) ist sehr gut. Aktuell wird im Sachgebiet AQU 4 eine neu entwickelte Kalibrierung für Triticale auf beiden Systemen eingesetzt, die mit einem Bestimmtheitsmaß für Rohprotein von $r^2 = 0,916$ ($r = 0,957$) kaum mehr verbesserungsfähig ist (siehe Abb. 5).

Indirekte Methoden sind immer mit der Referenzmethode (z.B. die Kjeldahlmethode für Rohprotein) zu kalibrieren. Da Kalibrierungen immer wieder mit neuen Jahres- und Ortsherkünften zu überprüfen bzw. zu ergänzen sind, müssen NIR/NIT-Labore immer auch die nasschemischen Referenzmethoden vorhalten.

Einsatzbereiche an der LfL

Zur Zeit werden in den Sachgebieten AQU 4 und AQU 5 folgende Produkte und Parameter mit NIR bzw. NIT gemessen:

SG	Produkt	Methode	Parameter
AQU 4	Ackerbohnen	NIR	Protein, Feuchte
	Erbsen	NIR	Protein, Feuchte, Stärke, Amylose, Amylopektin
	Futtererbsen	NIR	Protein, Feuchte, Stärke
	Gerste	NIT	Protein, Feuchte, Extrakt
	Gerstenmalz	NIT	Protein, Feuchte, VZ45
	Gräser	NIR	Protein, Feuchte, Rohfaser
	Hafer	NIT	Protein, Feuchte, Spelzenanteil
	Körnermais	NIR	Protein, Feuchte, Öl, Amylose
	Raps/Ganzkorn	NIR	Protein, Feuchte, Öl, Glucosinolate

SG	Produkt	Methode	Parameter
AQU 4	Silomais	NIR (Netzwerk VDLUFA)	Protein, Feuchte, Rohfaser, ADF, NDF, ELOS, IVDO, reduzierbare Zucker, Stärke
	Silomais/ Restpflanze	NIR (Netzwerk VDLUFA)	Verdauliche org. Masse, Protein, Roh- faser, wasserlösliche Kohlenhydrate, Feuchte, Energiewert
	Triticale	NIR	Protein, Feuchte, Kornhärte
	Weizen	NIR	Protein, Feuchte, Kornhärte
	Weizen/Brauzwecke	NIT	Protein, Feuchte, Extrakt, lösl. Eiweiß
	Weizen	NIT	Protein, Feuchte, Kleber, Sedimentati- onswert
AQU 5 /LKV	Wiesengras, Grassilage 1. und 2. mit folgenden Schnitten, Lu- zerne, Luzernegrassilage, Ganzpflanzensilagen, Grascobs, Heu, Maissilagen, Silomais, Gesamtmischrationen, Hofmi- schungen, Flüssigfuttermittel (CCM, Molke, Wasser), Erbsen, Ackerbohnen, Gerste, Weizen, Triticale, Mais, Sojaschrot	NIR	Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, Roh- fett (bei ausgewählten Futtermitteln), Restfeuchte
	Maissilage, Grassilage, Gesamt- mischrationen, Hofmischungen	NIR (Netz- werk VDLUFA)	Weender-Parameter, Stärke, Zucker, NDF, ADF, orgNDF, orgADF, ELOS, EULOS
	Muskelfleisch Rind	NIR	Intramuskuläres Fett (IMF), Protein, Wasser, Asche
	Muskelfleisch Schwein	NIR	IMF
	Speck	NIR	Fettgehalt, Fettzahl, Fettzusammenset- zung SFA, MUFA, PUFA
	Muskelfleisch Lamm	NIR	Intramuskuläres Fett (IMF), Protein, Wasser, Asche
	Forelle (Filet mit/ohne Haut, Restkörper, Innereien)	NIR	Intramuskuläres Fett (IMF), Protein, Wasser, Asche
	Karpfen (Filet mit/ohne Haut)	NIR	Intramuskuläres Fett (IMF), Protein, Wasser, Asche
	Pflege eines NIR-Netzwerkes zur Bestimmung von Fleisch- qualitätsmerkmalen bei Rind, Schwein, Lamm und Speck (Gerätstandardisierung, Eich- kurvenübertragung, Ringunter- suchungen)	NIR	Intramuskuläres Fett (IMF), Protein, Wasser, Asche, Fettzahl, Fettzusam- mensetzung SFA, MUFA, PUFA

2.5 Einführung der Röntgenfluoreszenzspektroskopie an der LfL

Zielsetzung

Zahlreiche Versuchsanstellungen der Institute der LfL beschäftigen sich im Rahmen einer umweltschonenden und nachhaltigen Landbewirtschaftung mit der Nährstoffversorgung bzw. den Mineralstoffgehalten von Pflanzen, Böden und Futtermitteln. Um der Nachfrage an Untersuchungen gerecht werden zu können, hat die Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungs-wesen im Herbst 2004 ein Röntgenfluoreszenzspektrometer (RFA) beschafft.

Die konventionellen Methoden sehen einen Säureaufschluss der getrockneten und fein vermahlenden Proben vor. Nach entsprechender Verdünnung der Aufschlusslösungen erfolgt eine quantitative Bestimmung der einzelnen Elemente mittels Atomabsorptionsspektrometrie, Flammenphotometrie oder des optischen Emissionsspektrometers mit induktiv gekoppeltem Hochfrequenzplasma (ICP-OES). Diese Verfahren erweisen sich als personal- und zeitintensiv und sind somit für einen großen Probendurchsatz bedingt geeignet.

Alternativ zu den aufgeführten Verfahren etabliert sich in jüngster Zeit verstärkt die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA). Sie zeichnet sich durch schnelle Probenvorbereitung, kurze Messzeiten und sehr gute Reproduzierbarkeiten aus.

Methodik

Die RFA basiert auf der Anregung von Atomen, typischerweise durch energiereiche, primäre Röntgenstrahlung. Elektronen der K-Schale der Atome werden durch Wechselwirkung mit der Röntgenstrahlung herausgeschlagen. Die angeregten Atome streben den energetisch günstigeren Grundzustand an, indem Elektronen der L- oder M-Schale die freien Plätze der K-Schale auffüllen und dabei Fluoreszenzstrahlung im Röntgenbereich (K-Linien) emittieren. In gleicher Weise werden auch die neu entstehenden Leerstellen auf der L-Schale wieder mit Elektronen der M- oder N-Schale aufgefüllt (L-Linien) aufgefüllt. Die Elektronenübergänge erfolgen nach festgelegten Auswahlregeln. Die Energie dieser emittierten Röntgenstrahlung ist charakteristisch für jedes Element des Periodensystems und kann zu qualitativen wie quantitativen Bestimmungen herangezogen werden.

Der Vorteil der Röntgenfluoreszenzanalyse, insbesondere der wellenlängendispersiven RFA, liegt in der zerstörungsfreien, kosten- und zeitsparenden Messung leichter wie schwerer Elemente. In einem Messdurchgang können innerhalb weniger Minuten zahlreiche Verbindungen simultan bestimmt werden. Im Pflanzen- und Futtermittelbereich, wo der organische Probenanteil bis zu 95 % betragen kann, gelingt die Bestimmung der Mengen- und Spurenelemente bis in den mg/g-Bereich.

Vor dem praktischen Einsatz muss das RFA-Gerät matrixspezifisch kalibriert werden. Hierzu sind 20 bis 30 Referenzproben notwendig, deren Elementgehalte einen möglichst breiten Streubereich abdecken sollen.

Die Kalibrierung wird einmal durchgeführt. Eine Rekalibrierung erfolgt über eine oder mehrere matrixunabhängige Monitorproben. Diese werden auch zur Prüfung und Gewährleistung der Gerätestabilität (Alterung der Röhre) herangezogen.

Neben Bestimmungen mit externen Kalibrierungen bietet die Software der Fa. Panalytical auch eine sogenannte standardlose Methode an, die auf der Basis von Fundamentalparametern

arbeitet. Die Matrix wird über einen Instrumentenfaktor innerhalb der Probe über alle Inhaltsstoffe berechnet. Basis der Messungen sind Scans, die durch unterschiedliche Anregungsbedingungen, Kollimatoren und Analysatorkristalle erzeugt werden.

Einsatzbereich

Das Gerät der Fa. Panalytical wurde im Zentrallabor, Bereich Grub (AQU 5), installiert. Dort wird es für die Futtermittelanalytik und Qualitätsuntersuchungen tierischer Produkte eingesetzt. Es wird aber auch vom Sachgebiet AQU 1 (Anorganik Boden – Dünger –Pflanze) in Freising mitbenutzt. Hier soll die Mineralstoffanalytik der Pflanzen, Wirtschaftsdünger, Sekundärrohstoffdünger und Böden soweit als möglich auf RFA umgestellt werden.

Ziel ist es, das Gerät möglichst rasch für die diversen Anforderungen der Institute der LfL zu kalibrieren. Auf diese Weise kann die Abteilung trotz begrenzter und knapper Personalressourcen auf die stetig steigenden Analysenanforderungen reagieren.

Zur Zeit beschäftigen sich die Sachgebiete mit der Erstellung diverser Kalibrierungen. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Röntgenfluoreszenzanalytik der Fachgruppen Umweltanalytik und Futtermittel des VDLUFA.



Abb. 6: Röntgenfluoreszenzspektrometer der Fa. Panalytical GmbH (Werksfoto)

3 Arbeitsergebnisse im Einzelnen

3.1 Vollzug von Hoheitsaufgaben

3.1.1 Zulassung und Überwachung der Fremdlabore im gesetzlichen Bereich

Die LfL ist für die Zulassung (Notifizierung) von Untersuchungsstellen gemäß Klärschlamm- und Bioabfallverordnung in Bayern zuständig. Dies bedeutet, dass neue Antragsteller ihre Fachkompetenz im Rahmen einer Laborbegehung durch die LfL nachzuweisen haben. Aber auch bereits notifizierte Labore müssen ihre Methodenkompetenz durch Teilnahme am jährlichen Ringversuch unter Beweis stellen. Eine erfolglose Teilnahme führt nur dann nicht zum Verlust der Notifizierung, wenn der Teilnehmer in den vorausgegangenen zwei Ringversuchen erfolgreich war. Darüber hinaus führt die LfL in besonderen Fällen (meistens Beschwerdefällen) zusätzliche Laborkontrollen und Überprüfungen an Rückstellproben durch.

Die Ringversuche als wesentliche jährliche Qualitätssicherungsmaßnahme werden gemeinsam mit den Ländern Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Saarland und Hessen (jeweils LUFAs) durchgeführt, wobei jedes Land für bestimmte Parameterbereiche der o.a. Verordnungen zuständig ist. Die LfL veranstaltet Ringversuche zu den Parameterbereichen Nährstoffe und Schwermetalle/AOX im Klärschlamm.

An den Ringversuchen 2004 nahmen 99 (Nährstoffe) bzw. 101 (Schwermetalle/AOX) Labore aus den fünf Ländern teil. Es waren 2 Proben zu untersuchen. Die Ergebnisse wurden nach der DIN-Methode 38 402 A 45 statistisch ausgewertet. Die Fehlerbewertung erfolgte auf der Basis von $|Z_u|=2,04$, d.h. Labormittelwerte mit einer Vergleichsstandardabweichung von $>2,04$ werden als Fehler gewertet.

Die Teilnahme am Ringversuch war erfolgreich, wenn mindestens 80 % der Mittelwerte aller Proben-Parameter-Kombinationen richtig und mindestens 80 % der Parameter in beiden Proben im Toleranzbereich lagen. Das Abschneiden der Teilnehmer im Vergleich zum Ringversuch 2003 zeigt Abb. 7. Auch 2004 erreichten mehr als 10 % der Teilnehmer das „Klassenziel“ nicht.

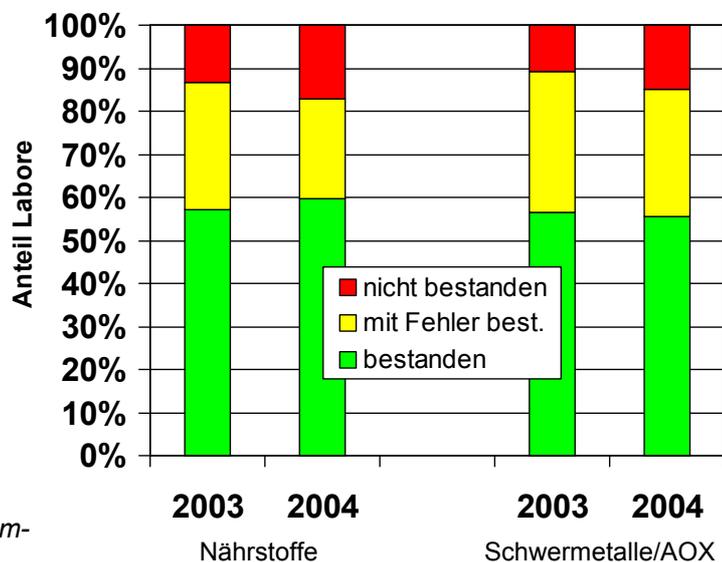


Abb. 7: Ergebnis der Klärschlamm-Ringversuche 2003 und 2004

Dies zeigt die Wirksamkeit dieser Qualitätssicherungsmaßnahme auf.

Eine Auflistung der Zahl der in Bayern notifizierte Labore für die verschiedenen Untersuchungsbereiche zeigt Tabelle 1. Gegenüber dem Vorjahr stieg die Zahl der insgesamt notifizierte Labore um 5 an.

Tab. 1: Liste der in Bayern notifizierte Labore gemäß AbfKlärV und BioAbfV (Stand 31.12.2004)

Parametergruppe	Anzahl Labors		
	bayer.	außerbayer.	insg.
1 = Nährstoffe im Boden	34	24	58
2 = Schwermetalle im Boden	33	21	54
3 = Nährstoffe im Klärschlamm	28	23	51
4 = Schwermetalle, AOX im Klärschlamm	28	23	51
5 = PCP im Klärschlamm	15	16	31
6 = PCDD/F im Klärschlamm	5	12	17
7 = Schwermetalle in Bioabfall	26	17	43
8 = keimf. Samen in Bioabfall	14	14	28
9 = Salmonellen in Bioabfall	11	8	19
1 – 2	31	21	52
3 – 4	27	23	50
4 – 6	5	12	17
7 – 8	13	13	26
1 – 4	25	20	45
1 – 6	2	9	11
1 – 9	1	3	4
Laboradressen	46	27	73

3.1.2 Laborzulassung für LKP-Untersuchungsaufträge

Die Bodenuntersuchungen (Grundnährstoffe, Spurenelemente, N_{min}) der Landwirte werden in Bayern über die Erzeugerringe des Landeskuratoriums für pflanzliche Erzeugung (LKP) organisiert. Das LKP vergibt die Untersuchungsaufträge an Labore des freien Marktes.

Die LfL ist kein Auftragnehmer, benennt jedoch dem LKP die hierfür geeigneten Labore. Für geeignet erklärt werden Labore, wenn sie in den jährlich stattfindenden Ringversuchen und auch bei Probennachkontrollen ihre Kompetenz nachweisen. Die technische Ausrichtung des Ringversuchs und die Nachkontrollen bei den Grundnährstoffen und Spurenelementen über-

nimmt das Bodenlabor der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau; die drei N_{\min} -Ringversuche werden vom anorganischen Labor der LfL (AQU 1) veranstaltet. Das Ergebnis aller Ringversuche ist der Abb. 8 zu entnehmen. Bei den nicht erfolgreichen Teil-

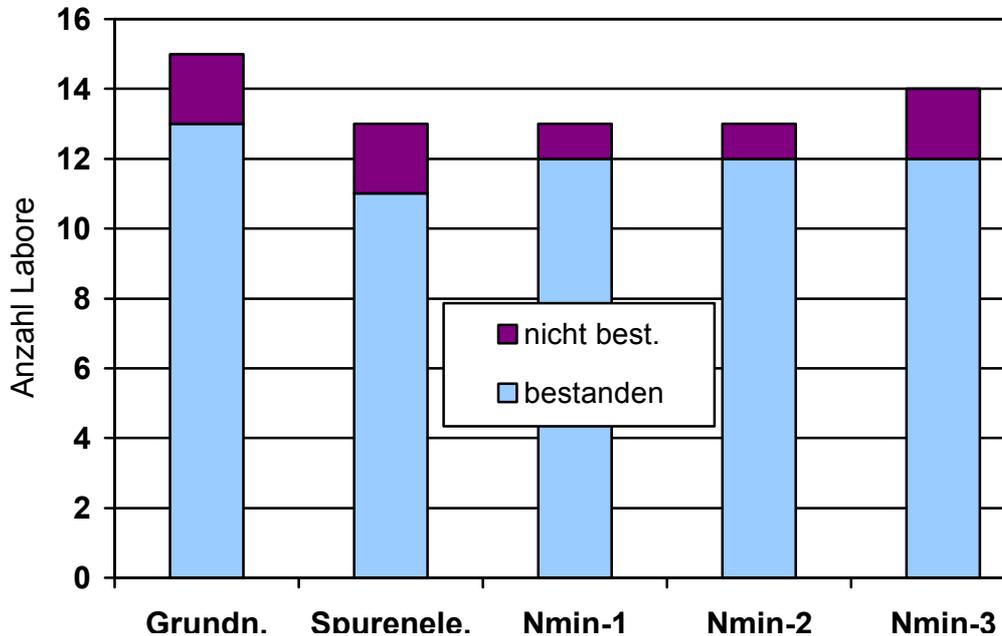


Abb. 8: Ergebnis der Ringversuche 2004 für LKP-Auftragnehmer

nehmern handelte es sich ausnahmslos um keine aktuellen LKP-Auftragnehmer.

Die Nachkontrolle von 341 Rückstellproben aus der Grundnährstoffanalytik ergab bei einem Auftragnehmer zu große Abweichungen bei der Kali-Bestimmung. Das Labor konnte die Analytik erst fortsetzen, als der Fehler abgestellt war.

Die erstmalige Überprüfung der Spurenelementanalytik mittels 153 Rückstellproben deckte beim Bor eine allgemein unbefriedigende Übereinstimmung auf. Damit bestätigen sich Erfahrungen aus der Literatur, dass die photometrische Messung von Bor, wie sie teilweise noch praktiziert wird, unbefriedigend ist und eigentlich nur die Messung mit ICP (OES oder MS) die Methode der Wahl ist.

Die Spurenelement- und Humusanalytik waren beim Labortag 2004 (Treffen aller „LKP-Labore“) die Schwerpunktthemen. Die entsprechenden Methoden-Vorgaben der LfL wurden daraufhin präzisiert.

Für die Untersuchungssaison 2004/2005 konnte dem LKP die in Tabelle 2 aufgeführte Anzahl von Laboren genannt werden. Labore mit Kompetenz für Spurenelementuntersuchungen (Cu, Mn, Zn, B, Na) und Untersuchung auf Kalifizierung müssen auch für die Hauptnährstoffe (P, K, Mg, pH, freier Kalk, Bodenart, Humus) zugelassen sein.

Tab. 2: Geeignete Labore für die Bodenuntersuchung 2004/2005 in Bayern im Auftrag des LKP (Proben der Landwirte)

Parameterbereich	Anzahl geeigneter Labore	
	ohne Vorbehalt	mit Vorbehalt
Hauptnährstoffe	19	9*)
Spurenelemente	12	-
N _{min} -Untersuchungen (DSN)	12	-

*) Vor erstmaliger Auftragsausführung müssen 30 Befunde von der LWG Veitshöchheim nachkontrolliert werden (Einsteiger-Labore)

Mit der Eignungserklärung ist die Auflage verbunden, dass das Labor alle Ergebnisse der LfL für Beratungsaussagen zur Verfügung stellt. Das Institut für Agrarökologie, Bodenschutz und Ökologischen Landbau (IAB) unterhält hierfür eine von der Abteilung Information und Wissensmanagement (AIW) gepflegte Datenbank.

3.1.3 Gülle-Labore für KULAP

Seit 2003 fördert das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (StMLF) im Rahmen des Kulturlandschaftsprogramms (KULAP) die umweltschonende Flüssigmistausbringung (Gülle). Voraussetzung u.a. ist, dass der Landwirt mindestens einmal im Jahr eine Gülleprobe von einem von der LfL anerkannten Labor untersuchen lässt.

Für diese Gülleuntersuchungen werden Labore zugelassen, die für den Parameterbereich Nährstoffe im Klärschlamm nach der Klärschlammverordnung notifiziert sind. Der Bezug zu dieser Verordnung ist sinnvoll, weil die Pflichtparameter für die Gülleuntersuchung, Gesamt-N-Gehalt und Ammonium-N, auch im Klärschlamm zu bestimmen sind. „Güllelabore“ müssen sich allerdings auch verpflichten, einige Betriebsdaten des Gülleinsenders zu erfassen und diese zusammen mit den Analyseergebnissen in einem bestimmten Format an die LfL weiterzuleiten. Damit verfügt die LfL auch über diese Gülledaten und kann der Beratung aktuelles Zahlenmaterial zur Verfügung stellen.

Zum Stichtag 31.12.2004 haben sich 13 bayerische und 5 außerbayerische Labore für dieses Untersuchungsprogramm registrieren lassen. Weitere Einzelheiten können im Internet unter www.LfL.bayern.de/Labor_aktuell nachgelesen werden.

3.1.4 Analysen für die Düngemittelverkehrskontrolle und Ringversuche

Für den Vollzug der Düngemittelverordnung, die auch die amtliche Überwachung der Handelsdünger vorsieht (Düngemittelverkehrskontrolle), ist das LfL-Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) zuständig. Das anorganische Labor von AQU (AQU 1) untersucht die von den Landwirtschaftsämtern gezogenen Proben von Verkaufsware des Handels. Zu überprüfen ist, ob

die relativ engen Toleranzen gemäß EU- bzw. nationalem Recht für die deklarierte Ware eingehalten werden. Es sind die vorgeschriebenen amtlichen Untersuchungsmethoden anzuwenden. Der weitere Vollzug der Untersuchungsbefunde (einschließlich Ahndung eines Verstoßes) erfolgt durch IPZ.

Tab. 3: Analysen für die Düngemittelverkehrskontrolle und Ringversuche im anorganischen Bereich 2004

Bereich	Auftraggeber			
	IPZ		AQU	
	Proben	Analysen	Proben	Analysen
Düngemittelverkehrskontrolle	627	7776		
Binoet für DVK	18	18		
Ringversuche für AbfklärV			300	900
N _{min} -Ringversuche			24	96
Insgesamt	645	7794	324	996

Mit 627 Proben und über 7700 Analysen im Düngemittelbereich wurde der Untersuchungsumfang gegenüber dem Vorjahr überschritten und erreichte wieder das langjährige Ziel von ca. 600 Proben/Jahr (Tab. 3).

In Tabelle 3 ist außerdem der Untersuchungsumfang für die Veranstaltung der in Abschnitt 3.1.1 und 3.1.2 erwähnten Ringversuche aufgeführt.

3.1.5 Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots

Die Kontrolle erfolgte, wie in den früheren Jahren, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenschutz der LfL (IPS). Es wurden insgesamt 393 Proben in 377 Betrieben gezogen. 191 Proben stammten aus der Zufallsauswahl, 134 aus sechs verschiedenen Wassereinzugsgebieten im Rahmen eines sog. Verdichtungsprogramms, 32 aus Verdachtsfällen und Anzeigen sowie sieben aus Nachkontrollen von auffälligen Befunden des Vorjahres. Erstmals wurden auch 12 Proben aus Christbaumkulturen, acht von Betrieben mit Strauchbeerenanbau sowie sieben von Nichtkulturland einbezogen. Die Proben wurden von AQU aufbereitet und extrahiert und wie bisher am Lehrstuhl für Zellbiologie der TU München mittels eines atrazinspezifischen ELISA untersucht.

Es wurde nur eine Probe mit einem Atrazingehalt > 100 µg/kg gefunden. Der Atrazingehalt dieser einzigen Positivprobe des Kontrollprogramms wurde mittels HPLC bestätigt. Alle eingefügten Positivkontrollen wurden ebenfalls richtig erkannt. Sechs weitere Verdachtsproben, die nach Abschluss des Kontrollprogramms eintrafen, wurden direkt mit HPLC untersucht. Erwartungsgemäß waren alle Proben negativ bezüglich Atrazin.

Gegenüber dem Vorjahr hat sich die Situation nochmals verbessert.

3.2 Versuchs- und Forschungsergebnisse im Bereich Boden, Dünger und Pflanze

3.2.1 Analysenüberblick

Art und Umfang der chemischen und mikrobiologischen Analysen in den Sachgebieten AQU 1 – AQU 4 gehen aus den Tabellen 4 (Probenzahl) und 5 (Analysezahl) hervor.

Tab. 4: Probenzahl im Bereich Boden und Pflanze (2004)

Untersuchungsart	Probenherkunft ¹⁾						Insg.
	IPZ	IAB	IPS + ILT	Amts- hilfe	Zücht. u.ä.	AQU/ Sonst.	
1. Anorganische Untersuchungen							
Wirtschaftsdünger	108	137					245
Handelsdünger						75	75
N _{min} für Versuche	2077	1580				35	3692
Lysimeter-Vers.	672	672					1344
BDF-Gülle		380					380
Schwermetalle	22	63				46	131
Pflanzenproben	1613						1613
2. Organische Untersuchungen							
Heil- und Gewpfl.	1445						1445
Mykotoxine							
Monitoring			270				270
BLE-Projekt						592	592
NIRS-Projekt						338	338
Versuche	1188	34	550			209	1981
Anionen							
Nitrat mit GC						340	340
Azid-Projekt						58	58
3. Rohstoff-Qualität							
Inhaltsstoffe	4721	1080	96	1631	934	102	8564
Backqualität	3420	658	98		1400	77	5653
Brauwert	4352	34			2335	738	7459
NIRS-Silomais	6314	114		1168			7596
Biogasprojekt			820				820
4. Mikrobiologische Untersuchungen							
Biomasse	32	289		18	6		345

Untersuchungsart	Probenherkunft ¹⁾						Insg.
	IPZ	IAB	IPS + ILT	Amts- hilfe	Zücht. u.ä.	AQU/ Sonst.	
Katalase	32	289		6		6	333
Keimzahl ²⁾	28			2	14		44
pH-Wert	32	97		18	6		153
TS	32	97		18	6		153
Insgesamt	26088	5524	1834	2861	4701	2616	43624

¹⁾ IPZ = Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung; IAB = Institut für Agrarökologie, Bodenschutz und Ökologischen Landbau; IPS = Institut für Pflanzenschutz

²⁾ Zusätzlich für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE) 133 Proben

Tab. 5: Analysenzahl im Bereich Boden und Pflanze (2004)

Untersuchungsart	Probenherkunft ¹⁾						Insg.
	IPZ	IAB	IPS + ILT	Amts- hilfe	Zücht./ u.ä.	AQU/ Sonst.	
1. Anorganische Untersuchungen							
Wirtschaftdünger	1085	1618					2703
Handelsdünger						510	510
N _{min} für Versuche	4154	3610				70	7834
Lysimeter-Vers.	1344	1344					2688
BDF-Gülle		17480					17480
Schwermetalle							
Boden	56	746				290	1092
Pflanzenproben	15544						15544
2. Organische Untersuchungen							
Heil- und Gewürz.							
Ether. Öl, Dest.	454						454
Ether. Öl, GC	110						110
Rosmarinsäure	154						154
Saikosaponine	8						8
Mykotoxine							
Monitoring			270				270
BLE-Projekt						592	592
NIRS-Projekt						338	338
Versuche	1188	34	550			209	1981
Anionen							
Nitrat mit GC						340	340
Azid-Projekt						58	58

Untersuchungsart	Probenherkunft ¹⁾						Insg.
	IPZ	IAB	IPS + ILT	Amts- hilfe	Zücht./ u.ä.	AQU/ Sonst.	
3. Rohstoff-Qualität							
Inhaltstoffe							
RP Kieldahl	6692	1642	96	1033	20	621	10104
RP NIRS	6774				5094	2	11870
RP NIT	1169	34		25	1394	463	3085
Rohfaser	2651	106		16		102	2875
Rohasche	2511	106		16			2633
Rohfett	796	160					956
TS	1570	28		940			2538
Vortrocknung	1192						1192
K, Mg, P, Na, Ca	5960						5960
Schwefel	253	6					259
Nitrat	744						744
Selen	326						326
Cu, Mn, Zn	888						888
Glukosinolate	762						762
NJ NEL	25						25
Besatz Raps					100		100
TKG, hl	16	594	72	240			922
Backqualität							
Sedimentation	2799	115	24		2210	145	5293
Fallzahl	3063	107	24		2487	135	5816
Rapid-Mix-Test	3836	658				77	4571
Kleinbackversuch			98		1099		1197
Kornhärte	5338				5002	2	10342
Mahldaten	4428	846			747	9	6030
Asche (Korn)	244						244
Asche (Mehl)	244						244
Asche (Nachmehl)	36						36
Stärke (Schrot)	580	298					878
Farinogramm	336						336
Extensogramm	300						300
Amylogramm	315	13					328
Feuchtkleber	36	78	24		128	149	415
Wasseraufn.					83		83
Brauwert							
Mälzungen	2660	34		401	1902	462	5459
Mälzungen ¹⁾	7014	204		2406	6834	1637	18095
Mälzungen ²⁾	6842	102		2406	6834	2778	18962

Fortsetzung Tabelle 5

Untersuchungsart	Probenherkunft ¹⁾						Insg.
	IPZ	IAB	IPS + ILT	Amts- hilfe	Zücht./ u.ä.	AQU/ Sonst.	
Vorselektion	1491				763		2254
Keimfähigkeit				401		409	810
Keimenergie				401		226	627
Diast. Kraft	656				6	108	770
Schwand					401	54	455
Sortierung			72	240		112	424
Extrakt-NIT	201			63	255	188	707
NIRS-Silomais							
TS	6314	114		1168			7596
Stärke	6314	114		1168			7596
ELOS	6314	114		1168			7596
Rohfaser	6314	114		1168			7596
Rohprotein	6314	114		1168			7596
IVDOM	6314	114		1168			7596
ADF	6314	114		1168			7596
NDF	6314	114		1168			7596
Zucker	6314	114		1168			7596
Biogas-Projekt							
TS			195				195
Gesamtfett			153				153
Leitfähigkeit			37				37
RP			153				153
Rohfaser			153				153
Stärke			71				71
ADF			147				147
NDF			147				147
ADL			147				147
Zucker			69				69
P, K, Ca			250				250
NH ₄ -N			349				349
S, C			188				188
Gesamt-N			337				337
4. Mikrobiologische Untersuchungen							
Biomasse							
Projekte	96	603					699
Sonstige				36		18	54
Katalase							
Projekte	64	603					667

Untersuchungsart	Probenherkunft ¹⁾						Insg.
	IPZ	IAB	IPS + ILT	Amts- hilfe	Zücht./ u.ä.	AQU/ Sonst.	
Sonstige TS, pH						18	18
Projekte	64	186					250
Sonstige Keimzahl	28			36 2	14	12	48 44
Insgesamt	153923	32381	3626	19174	35373	10134	254611

¹⁾ IPZ = Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung; IAB = Institut für Agrarökologie, Bodenschutz und Ökologischen Landbau; IPS = Institut für Pflanzenschutz

²⁾ Außerdem 266 Analysen für Institut für Tierernährung (ITE)

Beide Tabellen zeigen auch auf, in wessen Auftrag die Untersuchungen erfolgten. Hauptauftraggeber im Bereich Boden und Pflanze sind die Institute für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) sowie Agrarökologie, Bodenschutz und Ökologischer Landbau (IAB). In bestimmten Fällen werden auch die Institute für Pflanzenschutz (IPS), Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik (ILT) sowie Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE) bedient. Unter „Amtshilfe“ sind in erster Linie das Bundessortenamt (amtliche Wertprüfungen) und die Sortenförderungsgesellschaft (Prüfungen von EU-Sorten) zu verstehen. In der Spalte „Züchter“ sind die im Ring bayerischer Pflanzenzüchter des LKP München organisierten bayerischen Pflanzenzüchter und wenige ähnliche Fälle gemeint. Der eigene Analysenbedarf (z.B. für methodische Arbeiten und wenige (unvermeidbare) Drittuntersuchungen) sind in der Spalte „AQU/Sonstige“ enthalten.

Die Randsummen in beiden Tabellen weisen einen erheblichen Proben- und Analysenumfang aus, der nur dank optimierter Laborausstattung und flexiblen Personaleinsatzes möglich ist. Mit insgesamt 43 624 Proben und 254 611 Einzelanalysen wurde das Vorjahresergebnis bei den Analysenzahlen übertroffen; wegen einer anderen Zählweise liegt die Probenzahl in diesem Jahr niedriger als im Vorjahr.

3.2.2 Nährstoffe und anorganische Schadstoffe

Analysenbedarf haben vor allem die Institute für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung sowie Agrarökologie, Bodenschutz und Ökologischen Landbau. Alle Untersuchungen werden im Sachgebiet AQU 1 durchgeführt.

Für die Bewertung der Wirtschaftsdünger wurden den Instituten Nährstoffanalysen (insbesondere TS, OS, N, NH₄-N, K, P, Ca, Mg) zur Verfügung gestellt. Bei den Gülleproben aus dem Bodendauerbeobachtungsprogramm (BDF) waren zusätzlich auch die Schwermetallgehalte zu bestimmen. Insbesondere stoßen hier die Kupfer- und Zinkgehalte auf Interesse.

Beide o.g. Institute benötigen für das pflanzenbauliche Versuchswesen N_{min}-Bodenanalysen. Die Ergebnisse werden vom Labor direkt in die intranetgestützte Datenbank eingegeben, so

dass sie für die Versuchsansteller (Versuchsteams der Landwirtschaftsämter und staatlichen Versuchsgüter) direkt zur Verfügung stehen.

Die untersuchten Pflanzenproben auf Mineralstoffgehalte (K, Mg, P, Na, Ca, S) sind insbesondere für Versuche zum Futterbau und die Grünlandbewirtschaftung von Bedeutung. Für die aufgeschlossenen Proben eignet sich die ICP-OES-Messanlage bei AQU 1 sehr gut.

3.2.3 Wirkstoffe und organische Schadstoffe

Das organische Labor (AQU 2) befasst sich schwerpunktmäßig mit der Bestimmung von etherischen Ölen, deren Zusammensetzung und einzelnen wertgebenden sonstigen Inhaltsstoffen (z.B. Rosmarinsäure, Saikosaponine) von Heil- und Gewürzpflanzen. Die Daten benötigt die Arbeitsgruppe „Heil- und Gewürzpflanzen“ des IPZ für züchterische und pflanzenbauliche Zwecke. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Mykotoxin-Analysen an Getreideproben (insbesondere Weizen). Auch hier sind IPZ und IPS die Auftraggeber. Es werden aber auch im Rahmen eigener Forschungsprojekte zahlreiche Toxin-Analysen durchgeführt. Als „Abfallprodukt“ dieser Mykotoxin- und Fusarien-Analytik wurde ein Forschungsprojekt der Pflanzenschutzmittel-Industrie initiiert, das der Suche nach neuen pestizidwirksamen Naturstoffen dient.

Heil- und Gewürzpflanzen

Für die colorimetrische Bestimmung von Flavonoiden in *Leonurus spec.* wurde eine Arzneibuchmethode modifiziert. Die arbeitsaufwändige manuelle mehrfache Extraktion der Flavonoide aus einer Einzelprobe kann ohne Einbuße an extrahierten Wirkstoffen durch eine automatisierte simultane Mehrfachextraktion am Soxhletgerät der Firma Gerhardt ersetzt werden. Die Palette der Monoterpene bei der kapillarchromatographischen Bestimmung der Zusammensetzung von Pfefferminzölen wurde um das in allen Ölen enthaltene Sabinenhydrat erweitert.

Fusarientoxine

Über die Ergebnisse des Fusarienmonitorings der bayerischen Getreideernte 2004 wurde bereits im Abschnitt 2.2 zusammenfassend berichtet.

Die Analysen zu dem vom BMVEL geförderten Projekt „Analytik und Vorkommen wichtiger Fusarientoxine (DON und ZEA) und Aufnahme dieser Toxine durch den deutschen Verbraucher“ wurden im Juli 2004 abgeschlossen. Im ersten Halbjahr 2004 wurden mehr als 200 Lebensmittelproben auf DON und ZEA untersucht, um vorhandene Lücken in den Toxindaten einzelner Lebensmittelgruppen zu schließen. Aus der DON-Fraktion einer Reiskultur des Stammes DSM 4528 konnte eine Verbindung isoliert werden, die mit Hilfe eines $^1\text{H-NMR}$ -Spektrums und der MS-Spektren der Acylderivate als 7-Deoxy-DON identifiziert wurde. Diese Verbindung kommt auch in den DON-Standards vor. Im Christian-Doppler-Labor des Analytikentrums der IFA-Tulln/Österreich wurde mittels LC-MS/MS die Identität der Substanz und ihr Vorkommen in den kommerziellen Standardsubstanzen bestätigt. 7-Deoxy-DON ist die Hauptverunreinigung der DON-Standards. Ihr Gehalt in dem DON-Calibrant-Standard wurde zu 1,4 % bestimmt.

Durch die Einführung von Grenzwerten für DON und ZEA in Getreide- und Getreideprodukten im Februar 2004 (Mykotoxin-Höchstmengenverordnung) entstand eine große Nachfrage nach

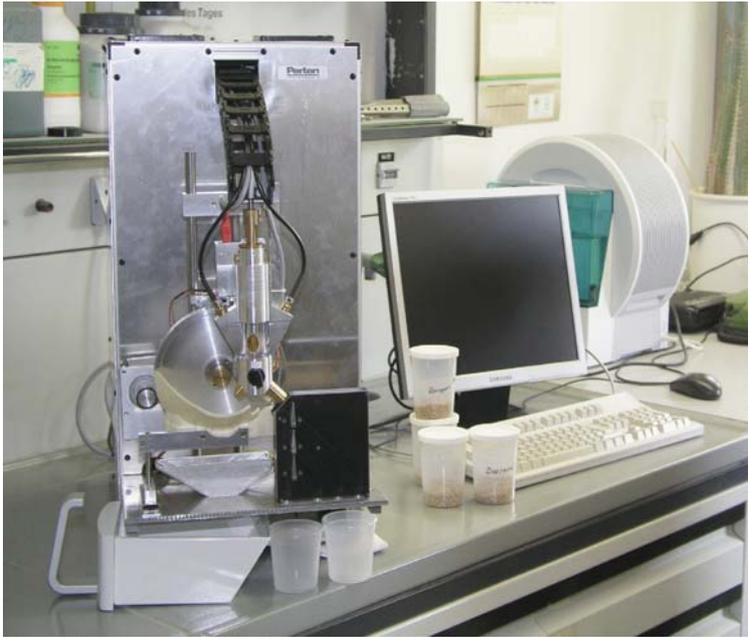


Abb.9: NIR-Einzelkorngerät zur indirekten Bestimmung des DON-Gehaltes

Schnellmethoden zur DON-Bestimmung. Wie in einer früheren Arbeit gezeigt werden konnte, finden sich 70 – 80 % des gesamten DON in der Fraktion der Fusarienkörner, die sich optisch und in ihren sonstigen Eigenschaften von den gesunden Körnern unterscheidet. Deshalb erschien es aussichtsreich, eine schnelle Methode zur sicheren Erkennung dieser Körner auf NIR-Basis zu entwickeln. Vom StMLF wurden Projektmittel für zunächst ein Jahr bewilligt. Eine Herstellerfirma stellte einen Prototypen eines NIRS-Gerätes zur Einzelkornanalyse mit einer eingebauten Kamera zur gleichzeitigen Bildanalyse zur Verfügung (Abb. 9). Leider zeigten sich nach kurzer Zeit erhebliche Mängel in Soft- und Hardware, die eine grundlegende Überarbeitung durch den Hersteller nötig machte. Dadurch stand das Gerät bis zum Jahresende nicht mehr zur Verfügung. Eine Bewertung der NIRS-Einzelkornmethode (plus Bildanalyse) ist deshalb derzeit noch nicht möglich.

Eine weitere Möglichkeit zur Schnellbestimmung von DON- und fusarienbelastetem Weizen ist die Bildanalyse der gesamten Oberfläche der Probe. Mit einer Digitalkamera und einer an der LfL vorhandenen und für andere Zwecke benutzten Software wurden erste Versuche mit verschieden stark belasteten Partien unternommen. Es zeigte sich, dass mit einer reinen Farberkennung zwar prinzipiell eine Unterscheidung von Fusarien- und gesunden Körnern möglich ist, für eine auch nur halbquantitative Analyse aber die reine Farbklassifizierung nicht ausreicht. Zwei verschiedene Geräte sollen im nächsten Jahr auf ihre Eignung zur DON-Schnellanalytik getestet werden.

Isolierung pestizidwirksamer Naturstoffe

Die Isolierung niedermolekularer Wirkstoffe aus natürlichen Quellen steht weltweit im Focus vieler akademischer und industrieller Forschungsgruppen. Neben der klassischen Wirkstoffgewinnung aus Pflanzen, stellen Mikroorganismen eine nahezu unerschöpfliche Quelle von Naturstoffen mit interessanten biologischen Eigenschaften dar. Man hofft, mit den natürlichen

Substanzen neue Wirkungsmechanismen zu entdecken, um besonders wirksame und umwelt-schonende Pflanzenschutzstrategien entwickeln zu können.

In einer Kooperation mit der BASF AG werden biologisch aktive Naturstoffe aus natürlichen Quellen (vorwiegend aus Mikroorganismen) isoliert, die als Leitstrukturen für den Pflanzenschutz von Interesse sein könnten. Die Kooperation geht zurück auf eine Dissertation von Dr. Rieder an der LfL, die maßgeblich von der BASF finanziert wurde. Neben dem bislang im Mittelpunkt stehenden Interesse an fungizidaktiven Verbindungen sollen nun auch herbizide und insektizide Aktivitäten der isolierten Naturstoffe mit untersucht werden. Die verwendeten Mikroorganismen sind teils eigene Isolate aus dem Pilzmonitoringprogramm der LfL, teils stammen sie aus internationalen Stammsammlungen oder werden direkt von Autoren bezogen.

Die Mikroorganismen werden im Labor auf geeigneten Kulturmedien (flüssig oder fest) angezogen und nach entsprechender Wachstumsphase mit organischen Lösungsmitteln extrahiert. Dieser sogenannte Rohextrakt ist ein komplexes Gemisch, der oft Hunderte von Verbindungen enthält. Mit einer Kombination verschiedener Trennmethode, wie Säulen-, Dünnschicht- und Hochdruckflüssigchromatographie, wird der Rohextrakt soweit aufgereinigt, bis die gesuchte Verbindung weitgehend rein vorliegt. Oft werden dabei nur Ausbeuten von einigen Milligramm/Kilogramm erreicht (Abb. 10).



Abb. 10: 16.0 mg kristalliner Naturstoff aus einer Reisfestkultur (Ausbeute: 0.0008 %)

Die Reinsubstanzen werden bei der BASF in Routinetests auf biologische Aktivität untersucht. Parallel zur Testung erfolgt die Strukturabsicherung bei bekannten Verbindungen bzw. die Strukturaufklärung bei unbekannt Substanzen mit spektroskopischen Methoden (Massen-, Kernresonanzspektroskopie).

Bislang konnte eine Reihe bekannter Naturstoffe mit interessantem Wirkungsspektrum identifiziert werden (Abb. 11). Beispielsweise zeigt die Mycophenolsäure **1** (aus verschiedenen *Penicillium*-Arten) im Labortest selektive Aktivität gegen *Fusarium graminearum* und *Fusarium culmorum*, den beiden Hauptverursachern von Ährenfusariosen an Getreide. Gute Effekte gegen *Fusarium graminearum* zeigen auch Verbindungen vom Naphthochinontyp **2**, die relativ oft bei Schimmelpilzen zu finden sind. Enniatine **3** sind zyklische Hexadepsipeptide, bestehend aus 3 L-Aminosäuren und 3 D- α -Hydroxyisovaleriansäuren, die alternierend miteinander verbunden

sind und einen 18-gliedrigen Ring ergeben. Enniatine wirken unter anderem antifungisch, insektizid und phytotoxisch.

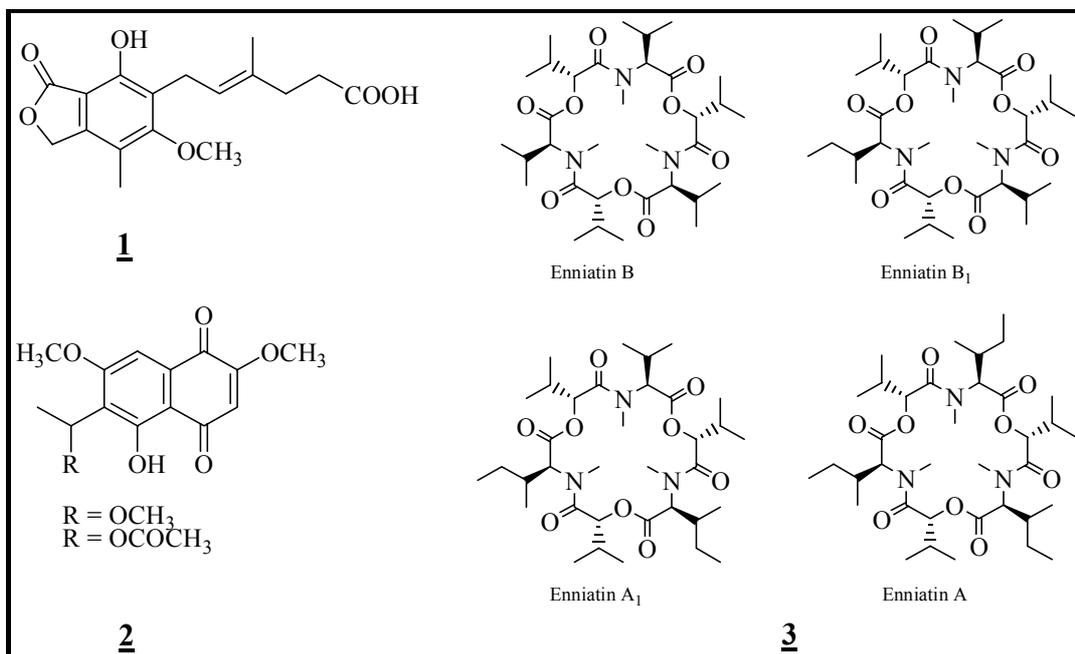


Abb. 11: Strukturen biologisch aktiver Naturstoffe aus Schimmelpilzen

In der Regel zeigt sich jedoch, dass die Naturstoffe nicht automatisch als Pflanzenschutzwirkstoff geeignet sind, weil bei der Anwendung an der Pflanze im Freiland jegliche Aktivität fehlt. Ursachen dafür sind etwa fehlende Stabilität der Substanz gegen Umwelteinflüsse (Licht, Sauerstoff) und ungenügende Aufnahme oder Metabolisierung und damit Inaktivierung durch die Pflanze. In seltenen Fällen lassen sich die Verbindungen chemisch modifizieren und für die Anwendung optimieren. Der berühmte Satz von der "Suche nach der Nadel im Heuhaufen" trifft für die Suche nach neuen Leitstrukturen ohne Abstriche zu.

3.2.4 Rohstoffe und Verarbeitungsqualität

Die Palette der Auftraggeber für Untersuchungen auf Qualitäts- und Verarbeitungseigenschaften von Pflanzen und Pflanzenresten für die weitere Verwertung ist relativ breit. Sie reicht von den „pflanzenbürtigen“ Instituten IPZ, IAB, IPS bis hin zur Landtechnik (ILT), enthält aber auch außerbayerische Zuchtbetriebe und wichtige Marktpartner, die auf die Spezialeinrichtungen des Sachgebietes AQU 4 angewiesen sind (Back- und Kleinmälzungslabor).

Da dieses Sachgebiet gleichzeitig als zentrale Probenannahmestelle für alle in Freising angesiedelten Laboreinheiten fungiert, können die Auftraggeber mit einer Probe alle Untersuchungswünsche abdecken.

Inhaltsstoffe

Die in Tabelle 5 ausgewiesenen Analysen betreffen vorwiegend die Futterpflanzen und das Grünland, aber auch Öl- und Eiweißpflanzen. Das sich einige Parameter (z.B. Rohprotein, Öl, Asche, Faser) sehr gut mit physikalischen Schnellmethoden bestimmen lassen, konnte die Analytik auf diesem Sektor stark ausgeweitet werden. Hauptnutznieser hiervon ist IPZ. Eine ausführliche Beschreibung zum Stand der NIRS/NIT-Technik an der LfL findet sich im Abschnitt 2.4.

Backqualität

Das für die Entwicklung der Qualitätszüchtung bei Brotgetreide in Bayern enorm wichtige Backlabor liefert der Züchtungsforschung, den bayerischen Zuchtbetrieben und der Pflanzenbauberatung ein „Rundum-Qualitätsprofil“ für Weizen- und Roggen-Proben. Neben den klassischen Methoden wie Sedimentationswert, Fallzahl und Mahldaten-Bestimmung erfolgen Spezialprüfungen mittels Backversuchen (RMT, Kleinbackversuch) und Teig- und Kleber-Tests.

Die Qualität der Backgetreidearten Weizen und Roggen kann in den Erntejahren 2003 und 2004 als normal und gut bezeichnet werden. Während die Ernte 2003 im Kleber- und Eiweißgehalt über dem langjährigen Jahresmittel lag, bewegte sich die Ernte 2004 im Bereich des mehrjährigen Jahresmittels. Aber auch bei Brotgetreide spielte die Bodenbeschaffenheit und die Wasserverfügbarkeit in den heißen und trockenen Sommern bei der Korn- und Backqualität eine große Rolle. Besonders auffällig zeigte sich dies bei dem sogenannten Öko-Anbau. Hier konnte teilweise der Feuchtkleber nicht mehr bestimmt werden. Ursachen sind zum einen der niedrige Gehalt an Eiweißstoffen. Zum anderen scheint die Eiweißbildung bis zum Kleber nicht stattgefunden zu haben. Schuld daran könnte die mangelnde Wasserverfügbarkeit während der Biosythese, aber auch der fehlenden Stickstoff sein. Es zeigt sich auch hier, dass die Bodenbeschaffenheit und die Lage bei extremer Witterung entscheidend sind.

Brauqualität

Der traditionelle Braugerstenstandort Bayern hat seit Jahrzehnten sein analysenmethodisches Zentrum an der LfL (Kleinmälzungsanlage und Mälzungslabor, Abb. 12).

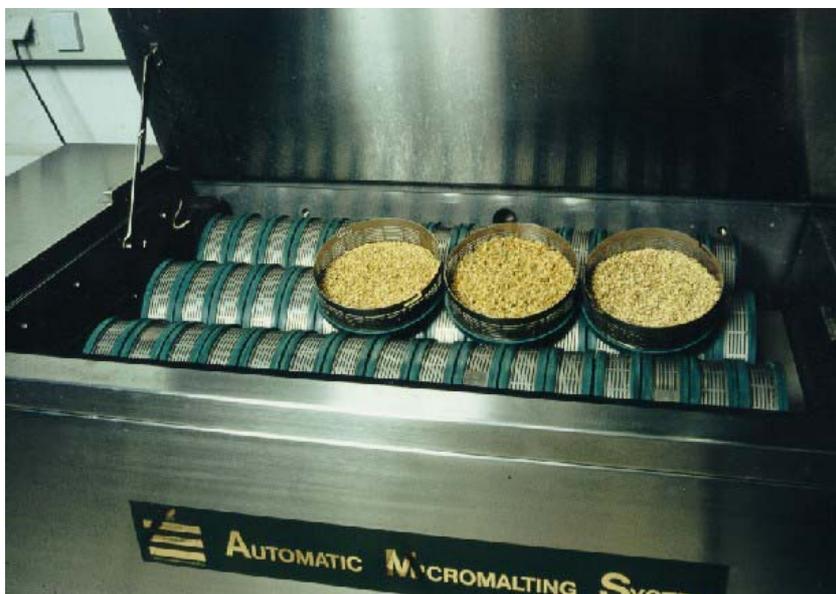


Abb. 12: Kleinmälzungsautomat zur Gewinnung von Malz für die Bestimmung der Brauqualität

Die Entwicklung der Produktionseinrichtung Winterbraugerste hat ihren Ursprung am IPZ, das sich der Malzanalysen von AQU bedient.

Der Trend in der Braugerstenzüchtung geht in Richtung Verkürzung der Keimzeit beim Mälzen. Dies erfordert Gersten, die schneller Wasser aufnehmen und die enzymatischen Lösungsvorgänge schneller zulassen. Beides kann nur geschehen, wenn die Spelzen noch dünner und feiner und auch die Zellwände wasserdurchlässiger, also auch dünner werden. Weiter müssen die zellwandabbauenden und die stärkeauflösenden Enzyme über den jetzt schon hochauflösenden Gersten auf ein noch höheres Niveau gezüchtet werden. Damit wird jedoch die Gefahr von Auswuchs auf dem Feld wesentlich verstärkt. Ob auch die Krankheitsanfälligkeit der Körner vergrößert wird, ist noch nicht geklärt.

In den letzten Jahren, die gekennzeichnet waren durch sehr heiße und trockene Sommer, trat bei Gersten vereinzelt das Phänomen auf, dass die Keimfähigkeit bei anfangs normalen Werten bereits ab Dezember bis Mai/Juni sehr stark abfiel. Wir vermuten als Ursache zum einen Keimschädigungen durch zu hohe Temperaturen der Körner auf dem Halm ähnlich der Trocknung von Getreide bei zu hohen Temperaturen über 40°C. Zum anderen kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Enzyymbildung aus Feuchtigkeitsmangel im Korn während der Stoffeinlagerung unterbrochen wird.

Futterwertbestimmung von Silomais mit NIRS

Zur Silomais-Ernte im Herbst sind innerhalb weniger Wochen sämtliche Landessortenversuche und produkttechnische Versuche und auch die bayerischen Wertprüfungen des Bundessortenamtes sowie die EU-Prüfungen der Sortenförderungsgesellschaft zu Silomais nach dem bundeseinheitlichen, NIRS-gestützten Bewertungsverfahren zu beurteilen. Die NIRS-Kalibrationen werden von Netzwerk des VDLUFA zur Verfügung gestellt; AQU 4 liefert dafür auch Basisdaten.

Im Berichtszeitraum waren ca. 7500 Proben auf die Parameter TS, Stärke, enzymlösliche organische Substanzen (ELOS), Rohfaser, Rohprotein, Invitro-Verdaulichkeit (IVDOM), sauerlösliche Detergentienefaser (ADF), Neutral-Detergentienefaser (NDF) und Zucker zu untersuchen. Die Serie konnte problemfrei und termingerecht fertiggestellt werden.

Biogas-Verbundprojekt

Für das Gemeinschaftsprojekt der Institute ILT, IPZ, ILB und des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe Straubing mit dem Thema „Evaluation der Methanproduktivität Nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen als Grundlage für ein EDV-gestütztes Expertensystem für Beratung und Praxis“ liefert das Sachgebiet AQU 4 die Analysen zu den Substanzen und Reststoffen. Zu bestimmen sind TS-Gehalt, Gesamtfett, Leitfähigkeit, Rohprotein, Rohfaser, Stärke, ADF, NDF, ADL, Zucker, P, K, Ca, NH₄-N, Gesamt-N, S und C. Insgesamt wurden im Berichtszeitraum ca. 2400 Analysen zur Verfügung gestellt.

3.2.5 Mikrobiologische Untersuchungen

Im Arbeitsbereich Agrarmikrobiologie (AQU 3) wurden neben mikrobiologischen Bodenuntersuchungen zu den laufenden Forschungsprojekten "Neubewertung der Wirtschaftsdünger" und „Bt-Mais“ auch Untersuchungen zur Silage- und Getreidequalität durchgeführt.

Projekt „Wirtschaftsdünger“

In diesem Projekt werden mögliche Veränderungen bodenmikrobiologischer Prozesse durch Arzneimittelwirkstoffe im Wirtschaftsdünger unter Laborbedingungen und im Freiland überprüft. Im Untersuchungsjahr 2004 wurde der *Laborversuch* mit dem Präparat „*Antastmon*“ abgeschlossen. Wie im Vorjahr wurden die Versuche mit vier Böden durchgeführt, die sich in ihrer Bodenart und Belebtheit sowie dem Humusgehalt deutlich unterschieden. Die Böden stammen von drei verschiedenen, landwirtschaftlich genutzten Standorten in Bayern. Von allen vier verwendeten Böden ist bekannt, dass sie in der Vergangenheit keine Güllegaben (Wirkstoffeintrag) erhielten. Der Einfluss der Wirkstoffe soll anhand gespikter und „natürlich gewonnener“ Gülle im Vergleich zur identischen, aber wirkstofffreien Gülle dargestellt werden.

Die erzielten Ergebnisse bezüglich des Wirkstoffeinflusses auf die Bodenmikroorganismen waren nahezu identisch mit den Ergebnissen des Vorjahres *mit Chlortetracyclin*. Bei allen vier verwendeten Versuchsböden konnte ein Rückgang in der mikrobiellen Biomasse und in den bodenenzymatischen Kennwerten nach *Antastmon-Zugabe* festgestellt werden. Aus beiden Laborversuchen 2003 und 2004 konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass der quantitative Eintrag der organischen Substanz durch Güllezugabe einen erheblichen Einfluss auf die Versuchsergebnisse hat. Die quantitativ identische Zugabe gleicher TS-Gülmengen ist selbst in einem Laborversuch schwer durchführbar. Aus diesem Grund läuft zur Zeit ein weiterer Laborversuch mit reiner Wirkstoffgabe ohne Gülle.

Der zweite *Feldversuch* mit den beiden Wirkstoffen *Chlortetracyclin* und *Antastmon* in Pulling ist abgeschlossen. Es liegen bisher Ergebnisse von sieben Probenahmeterminen vor, die durch zwei weitere, zu einem späteren Zeitpunkt vorzunehmenden Beprobungsterminen ergänzt werden sollen. Die Untersuchungen des Feldversuches am Spitalhof in Kempten sind zurückgestellt.

Projekt „Bt-Mais“

Das Projekt wurde im Jahr 2004 abgeschlossen. Ein Einfluss von Bt-Maisanbau im Vergleich zu den konventionellen Maissorten auf die Bodenmikroorganismen konnte nicht festgestellt werden. Eine ausführliche Zusammenstellung der Ergebnisse findet sich im Abschlussbericht Bt-Monitoring, der im Frühjahr 2005 erscheint.

Silierversuche

In Zusammenarbeit mit ITE wurde 2004 in Grub ein Silierversuch angelegt, der aktuelle Fragen zum Einsatz von mikrobiologischen Siliermitteln klären soll. Dabei werden die Modellsilagen kontinuierlich über mehrere Monate hinweg chemisch und mikrobiologisch analysiert. Ziel der Untersuchungen ist es, den Mechanismus und die Wirkung heterofermentativer Milchsäurebak-

terien als Starterkulturen in Silagen besser verstehen zu können. Erste Ergebnisse sind Mitte 2005 zu erwarten.

Getreidelagerungsversuche

Im Keimlabor wurden begleitende mikrobiologische Untersuchungen für zwei Getreidelagerungsversuche von ITE durchgeführt. Dabei wurde der Besatz an Schimmelpilzen im Korninneren und auf der Getreideoberfläche qualitativ und quantitativ bestimmt. Im ersten Versuch mit Sommergerste konnte durch den Einsatz verschiedener chemischer Konservierungsstoffe der Oberflächenbesatz um bis zu vier Zehnerpotenzen und der Besatz im Korninneren um zwei Zehnerpotenzen gegenüber der unbehandelten Kontrolle vermindert werden.

Im zweiten Lagerungsversuch mit Erbsen sollte die Bildung von Ochratoxin A in Abhängigkeit vom Wassergehalt über die Zeit verfolgt werden. Dazu wurden die mit unterschiedlichem Wassergehalt gelagerten Erbsen mit einer Suspension von *Penicillium verrucosum* (OTA-Produzent) beimpft. Zu unterschiedlichen Lagerungszeiten wurde die Entwicklung der Schimmelpilze verfolgt.

3.3 Versuchs- und Forschungsergebnisse zur Fleischqualität, Tierernährung und Futterwirtschaft

3.3.1 Analysenüberblick

Im Zentrallaborbereich Grub (Sachgebiet AQU 5) werden Analysen zur Qualität von Fleisch und Speck sowie für die Tierernährung und die Futterwirtschaft durchgeführt. Die in Tabelle 6 zusammengestellten Qualitätsdaten für tierische Produkte wurden ganz überwiegend für das Institut für Tierzucht (ITZ) erarbeitet. Im geringen Umfang wurden auch Analysen für das Institut für Fischerei (IFI) und für zwei außerbayerische Versuchsanstalten durchgeführt.

Tab. 6: Anzahl Untersuchungen zur Qualität tierischer Produkte (2004)

Unter- suchungsart	ITZ		IFI		LVVG Aulendorf LBVW Königshof		Insgesamt	
	Proben	Analysen	Proben	Analysen	Proben	Analysen	Proben	Analysen
Intram. Fett (Chemie)	858	1716	86	172	80	160	1024	2048
Fettzahl	62	124					62	124
Fettsäuren	65	2145	4	132			69	2277
Protein	87	174	52	104	47	94	186	372
Wasser	87	174	52	104	47	94	186	372
Asche	87	174	52	104	47	94	186	372

Fortsetzung Tabelle 6

Unter- suchungsart	ITZ		IFI		LVVG Aulendorf LBVW Königshof		Insgesamt	
	Proben	Analysen	Proben	Analysen	Proben	Analysen	Proben	Analysen
Intram.Fett (NIR)	7562	7562	234	234	80	80	7876	7876
pH	835	835			22	22	857	857
Scherkraft	835	6680			22	22	857	6702
Lagerverlust	835	835			22	22	857	857
Grillverlust	835	835			22	22	857	857
Fleischfarbe	669	669			22	22	691	691
Fettfarbe	87	87					87	87
Summe	12904	22010	480	850	411	632	13795	23492

LVVG Aulendorf = Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf

LBVW Königshof = Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften Königshof, Österreich

Die überwiegende Laborkapazität im Grub wird für anwendungsorientierte Fütterungsversuche und Futtermittelbewertungen eingesetzt. Hier ist das Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE) der Hauptauftraggeber (Tabelle 7). Weitere Probeneinsender sind die Institute für Tierhaltung und Tierschutz (ITH) und Tierzucht (ITZ) sowie in kleinem Umfang IPS, IPZ und IFI. In der Spalte „AQU/Sonstige“ von Tabelle 7 sind neben den selbst benötigten Analysen (insbesondere Ringanalysen) auch NIR-Analysen für die TU München enthalten. Mit einem Aufkommen in beiden Untersuchungsbereichen von insgesamt 26 274 Proben bzw. 71 214 Analysen wurde ein ähnliches Untersuchungsvolumen wie im Vorjahr erzielt.

Tab. 7: Anzahl Futtermitteluntersuchungen im Jahre 2004

Unter- suchungsart	ITE		ITH		ITZ		IPS, IPZ, IFI		AQU/ Sonstige		Insgesamt	
	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen
Trockensubstanz	1171	1171	31	31	25	25	180	180	46	46	1453	1453
Weender on Hydr.	374	3740	1	10							375	3750
Weender m. Hydr.	290	2900	27	270	16	160	2	20	3	30	338	3380
Weender o. Fett	23	184							55	440	78	624
Stärke	157	314			10	20			15	30	182	364
Invertzucker	117	234			10	20			10	20	137	274
Aminosäuren kompl.	195	7020	27	972	10	360	6	216	2	72	240	8640

Fortsetzung Tabelle 7

Unter- suchungsart	ITE		ITH		ITZ		IPS, IPZ, IFI		AQU/ Sonstige		Insgesamt	
	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen	Proben	Ana- lysen
Chlorid	1	2					178	178			179	180
Rohprotein					9	18			40	80	49	98
Proteinqual. HFT	12	36							54	162	66	198
NO ₃	1162	1162									1162	1162
Säurebindungs- verm.	59	118							12	24	71	142
Fettsäuremuster	1	33			2	66			17	561	20	660
Mineralstoffe	334	3340			10	100			4	40	348	3480
Phosphor m. Aufschluss									2	4	2	4
Kupfer/ Zink	192	768							4	16	196	784
NIR/ Basis	1914	7656	32						98		2044	7656
NIR / erweitert			27	270					267	2670	294	2940
Alkohol	600	1200									600	1200
Anthronzucker	505	1010							8	16	513	1026
Gärsäuren	707	3535									707	3535
pH/ Gärfutter	1454	1454									1454	1454
NH ₃	722	1444							54	108	776	1552
Osmolalität n. Zierenberg	30	60									30	60
Pufferkapazität	31	62									31	62
Kot Weender	191	1910									191	1910
Kot RP/N	191	382									191	382
Sammelproben	752	752									752	752
Summe	11185	40487	145	1553	90	703	368	660	691	4319	12479	47722

3.3.2 Analysen zur Fleischqualität

Fettgehalt und –zusammensetzung

Bei den Untersuchungen zur Produktqualität von Fleisch und Speck liegt der Schwerpunkt auf der Bestimmung des Intramuskulären Fettes (IMF). IMF steht in enger Beziehung zur Zartheit, zum Aroma und zum Aussehen (Marmorierung) von Fleisch. Seit diesem Jahr ist der IMF-Gehalt Bestandteil der Zuchtwertschätzung bei Schweinen, wodurch hohe Anforderungen hinsichtlich Probenlogistik, Untersuchungsdauer und Analysengenauigkeit, insbesondere bei der Pflege und Validierung der entwickelten NIR-Kalibrierkurven, gestellt werden. Die Kalibrierkurven für IMF wurden an Hand von Referenzergebnissen aus der Nasschemie abgesichert.

Neben dem IMF-Gehalt im Muskelfleisch und dem Fettgehalt im Speck gewinnt die Bestimmung der Fettzusammensetzung zunehmend an Bedeutung. Aus ernährungsphysiologischer Sicht sind mehrfach ungesättigte, konjugierte Fettsäuren, sog. Ω -3- und Ω -6-Fettsäuren besonders wertvoll. Neue Langzeitstudien zeigen, dass die Aufnahme von Linolsäure, Ω -6- und anderer mehrfach ungesättigter Fettsäuren das Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen deutlich senkt.

Innerhalb der ungesättigten Fettsäuren können je nach Stellung der zwei Wasserstoffatome an den Doppelbindungen cis- und trans-Fettsäuren vorkommen. Trans-Fettsäuren erhöhen im gleichen Maß wie gesättigte Fettsäuren den Serum-Cholesterinspiegel und vermindern in höheren Konzentrationen den Anteil an **High Density Lipoprotein (HDL)** im Blut, welches zum „Abtransport“ von Cholesterin benötigt wird. Zudem hemmen trans-Fettsäuren die Bildung der ernährungsphysiologisch wertvollen Arachidonsäure.

Um diesen gesundheitlichen Aspekten der Fettsäuren Rechnung zu tragen, wurde die Fettsäureanalytik, die bereits seit Jahren fester Bestandteil des Untersuchungsspektrums ist, überarbeitet.

Das gaschromatographische Analyseverfahren gestattet nun den Nachweis nahezu aller natürlich in Fleisch und Speck vorkommenden gesättigten und ungesättigten Fettsäuren einschließlich der cis- und trans-Isomeren (Abb. 13). Einen weiteren Überblick gibt Tabelle 13. Die Fettzusammensetzung wird nach der 100-Prozent-Methode bestimmt.

Nach der *Probenvorbereitung* mittels Soxhlet-Extraktion der Fettfraktion mit Chloroform/Methanol 2/1 (3 h, 160 °C) lauten die *chromatographischen Bedingungen* wie folgt:

- Gaschromatograph HP 5890 mit Autoinjektor und Flammenionisationsdetektor,
- Säule: Supelco Fused Silica SP 2380, 60 m, ID 0,25 m, Foliendicke 0,2 μ m, Vorsäule 1 m,
- Gase: Trägergas Helium, Säulenvordruck 2,1 bar, 20 cm/sec bei 184 °C, make up Gas Helium, 30 ml/min,
- Temperaturen: Injektor 250 °C, FID 270 °C,
- Temperaturprogramm: 60 °C 1 min, bis 120 °C mit 8 °C/min, bis 225 °C mit 1,5 °C/min, bis 240 °C mit 8 °C/min,
- Splitverhältnis 1:26,1.

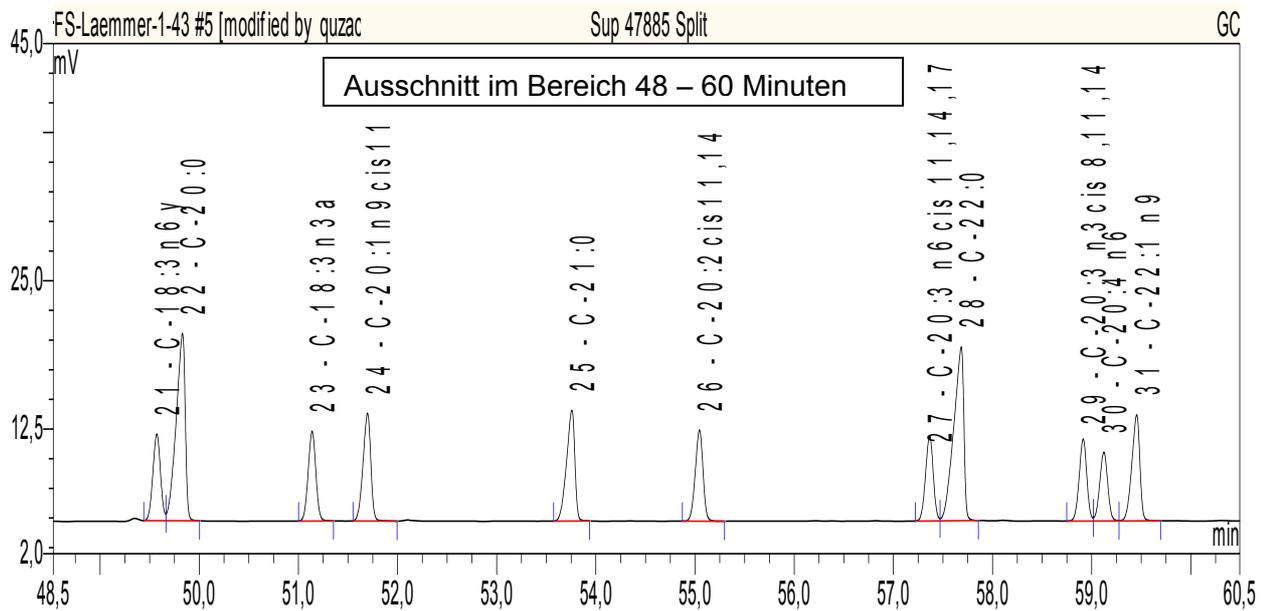
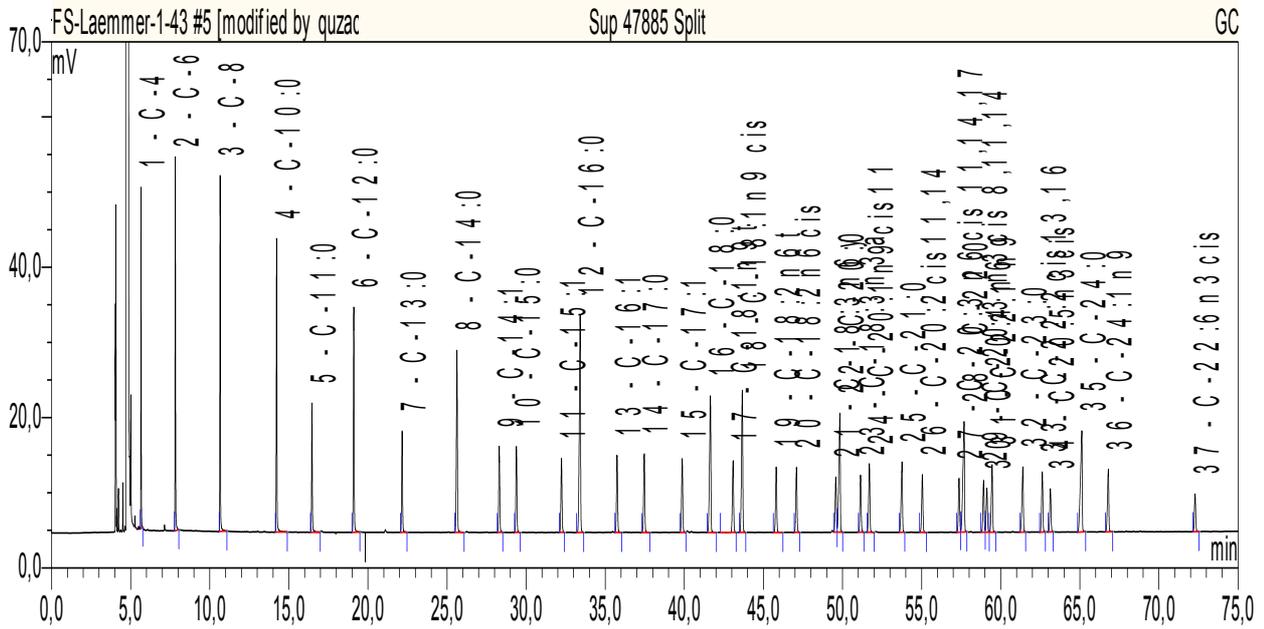


Abb. 13: Gaschromatogramm des Fettsäurestandards Supelco 47885 FAME

Tab. 13: Zusammensetzung der Fettsäurestandardmischung für die Untersuchungen in Muskelfleisch von Schwein, Rind, Lamm, Fisch und Speck

	Fettsäure	Ret..zeit	Bezeichnung	Bemerkung
1	C-4	5,660	Buttersäure	
2	C-6	7,821	Capronsäure	
3	C-8	10,653	Caprylsäure	
4	C-10:0	14,223	Caprinsäure	
5	C-11:0	16,459	Undecansäure	
6	C-12:0	19,104	Laurinsäure	
7	C-13:0	22,158	Tridecansäure	
8	C-14:0	25,626	Myristinsäure	
9	C-14:1	28,299	Myristoleinsäure	
10	C-15:0	29,386	Pentadecansäure	
11	C-15:1	32,234	cis-10-Pentadecensäure	
12	C-16:0	33,412	Palmitinsäure	
13	C-16:1	35,748	Palmitoleinsäure	
14	C-17:0	37,467	Heptadecansäure	
15	C-17:1	39,864	cis-10-Heptadecensäure	
16	C-18:0	41,648	Stearinsäure	
17	C-18:1 n9 trans	43,081	Elaidinsäure	Omega 9 FS
18	C-18:1 n9 cis	43,662	cis-9-Oleinsäure	Omega 9 FS
19	C-18:2 n6 trans	45,805	trans-trans 9,12-Linoleadinsäure	Omega 6 FS, conj.
20	C-18:2 n6 cis	47,086	cis-cis-9,12-Linolsäure	Omega 6 FS, conj.
21	C-18:3 n6 gamma	49,572	gamma-Linolensäure (z,z,z-6,9,12-)	Omega 6 FS, conj.
22	C-20:0	49,830	Arachidonsäure	
23	C-18:3 n3 alpha	51,137	alpha-Linolensäure	Omega 3 FS, conj.
24	C-20:1 n9 cis 11	51,697	cis-11 Eicosensäure	Omega 9 FS
25	C-21:0	53,758	Henicosansäure	
26	C-20:2 cis 11,14	55,046	cis-11,14 Eicosadiensäure	
27	C-20:3 n 6 cis 11,14,17	57,365	cis-8, 11,14 Eicosatriensäure	Omega 6 FS, conj.
28	C-22:0	57,686	Behensäure	
29	C-20:3 n3 cis 8,11,14	58,913	cis-11,14,17 Eicosatriensäure	Omega 3 FS, conj.
30	C-20:4 n6	59,123	Arachidonsäure	Omega 6 FS, conj.
31	C-22:1 n9	59,455	Erucasäure	Omega 9 FS

	Fettsäure	Ret..zeit	Bezeichnung	Bemerkung
32	C-23:0	61,398	Tricosansäure	
33	C-22:2 cis 13,16	62,631	cis-13,16- Docosadiensäure	
34	C-20:5 n3 cis	63,138	cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaensäure	Omega 3 FS, conj.
35	C-24:0	65,127	Lignocerinsäure	
36	C-24:1n9	66,800	Nervonsäure	Omega 9 FS
37	C-22:6 n3 cis	72,286	cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaensäure	Omega 3 FS, conj.

Neben dem Gehalt an IMF und der Bestimmung der Fettzusammensetzung wurden zahlreiche Untersuchungen auf Protein, Wasser und Cholesterin durchgeführt. Bei den physikalischen Qualitätsparametern spielen neben der Fleisch- und Fettfarbe, der pH als Kriterium für PSE- bzw. DFD-Fleisch und die Fleischzartheit insbesondere bei Rind und Lamm eine übergeordnete Rolle.

Methodische Arbeiten erfolgten bei der Zartheitsbestimmung mit dem Instron-Scherkraftsystem. Als Alternative zum Grillen wurden Lammfleischproben im Wasserbad gegart und die zu untersuchenden Fleischpräparate mit dem Doppelskalpell (1 cm Abstand) exakt entlang den Muskelfasern hergestellt.

Die Scherkraftmessung erfolgte mit einer modifizierten Platte mit rechteckigem Fenster genau quer zu den Muskelfasern. Der Vorteil dieser Methode liegt in der besseren Standardisierung der Probenvorbereitung. Es wird derzeit geprüft, inwieweit sich diese Technik auch bei der Zartheitsbestimmung von Rindfleisch einführen lässt.

Tropfsaftverlust beim Schweinefleisch

Frischfleisch wird vermehrt portionsweise und eingeschweißt in Schalen in den SB-Regalen der großen Supermärkte angeboten. Der Anteil dieser SB-Ware beträgt bereits 40 % des gesamten Frischfleischangebots und es ist damit zu rechnen, dass der Anteil mit der Änderung der Ernährungsgewohnheiten und der Zunahme an Single-Haushalten künftig noch zunehmen wird. In diesem Zusammenhang gewinnt das Qualitätskriterium Tropfsaftverlust an Bedeutung. Bei unzureichendem Wasserbindungsvermögen sammelt sich der Fleischsaft in der SB-Schale, wodurch möglicherweise die Produkthygiene und die Mindesthaltbarkeitsdauer beeinträchtigt werden. Außerdem wird der Verbraucher wegen des unappetitlichen Aussehens der Ware vom Kauf absehen. Neben diesen Aspekten spielen aber sowohl beim Konsumenten wie auch in der Fleischverarbeitung wirtschaftliche Gesichtspunkte eine Rolle, so dass der Tropfsaftverlust künftig auch in der züchterischen Ausrichtung stärker zu berücksichtigen ist. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierzucht wird die Tropfsaft-Problematik bearbeitet, wobei sich der Laborbereich insbesondere mit methodischen Fragestellungen beschäftigt.

Ziel ist, ein Verfahren zu etablieren, mit dem der Tropfsaftverlust exakt, schnell und mit dem vorhandenen Personal im Rahmen der Untersuchungen für die Leistungsprüfungen und später auch für Kreuzungstiere durchgeführt werden kann. Mit den gewonnenen Daten soll außerdem geprüft werden, ob der Tropfsaftverlust mit dem NIR-Verfahren, welches fester Bestandteil im Rahmen der Qualitätsprüfungen ist, hinreichend genau bestimmt werden kann.

Als Referenzverfahren wird die Verpackung von Schweinefleischscheiben in Tiefziehschalen unter Schutzgas (Sauerstoff/Kohlendioxidmischung) und Folienschweißung gewählt. Diese Gasmischung gewährleistet durch die antimikrobielle Wirkung des CO₂-Anteils eine längere Haltbarkeit des Frischfleisches. Der Sauerstoffanteil wirkt sich positiv auf die Fleischfarbe aus.

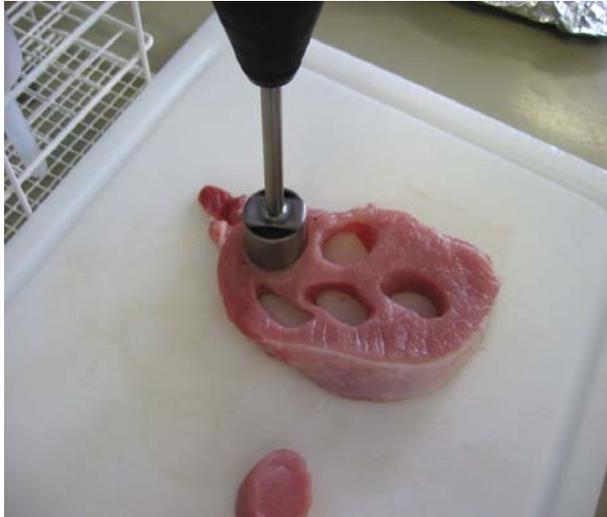


Abb. 14: Ausschneiden der Fleischzylinder mit dem Rundmesser



Abb. 15: Kunststoffgefäß mit Röhrenfortsatz für den Tropfsaft

Beim Routineverfahren werden aus einer 2 cm dicken Fleischscheibe mit einem Rundmesser Zylinder mit 25 mm Durchmesser ausgeschnitten und in Kunststoffbehälter, wie sie auch zur Salmonellenbestimmung verwendet werden, eingewogen und 24 Stunden bei 4-6 °C gelagert. In dem Röhrenfortsatz an der Unterseite des Gefäßes sammelt sich der Fleischsaft. Der Tropfsaftverlust wird durch Wägung ermittelt (Abb. 14 und Abb. 15).

Die Einführung dieser Methodik sowie eventuell notwendige Modifizierungen werden Gegenstand weiterer Arbeiten sein. Dann ist auch abzusehen, inwieweit diese Methode oder ein daraus entwickeltes NIR-Verfahren für eine routinemäßige Erfassung des Merkmals Tropfsaftverlust geeignet ist. Ziel der Untersuchungen ist, den Parameter im Rahmen der stationären Leistungsprüfung zu erheben und gegebenenfalls in der Zuchtwertschätzung zu berücksichtigen.

NIR-Analytik zur Fleischqualität

Im Rahmen der Qualitätsprüfungen wird seit Jahren die Nah-Infrarot-Reflexionsspektrometrie (NIR) eingesetzt. Die hierzu notwendigen Kalibrierkurven werden regelmäßig durch Vergleich der NIR-Daten mit Ergebnissen aus nasschemischen Untersuchungen überprüft, gegebenenfalls angepasst oder neu berechnet. Der Anteil dieser Untersuchungen am gesamten NIR-Untersuchungsumfang betrug im Jahr 2004 9,8 %. Die Tabelle 14 beinhaltet die statistischen Daten der zur Zeit verfügbaren Kalibrierfunktionen.

Tab. 14: Statistische Daten der derzeit gebräuchlichen NIR-Kalibrationen

Produkt	Kalibrierung					Validierung				
	Anzahl	Parameter % FM	Korrelation Chemie/NIR	Rest- fehler % FM	Variations- breite % FM	Anzahl	Parameter	Korrelation Chemie/NIR	Rest- fehler % FM	Variations- breite
Schwein mld	767	IMF	0,989	0,07	0,48 – 3,64	44	IMF	0,984	0,09	0,62 – 3,21
Rind	345	IMF	0,995	0,08	0,65 – 7,61	42	IMF	0,993	0,10	0,93 – 6,69
Lende	201	RP	0,958	0,14	20,35 – 23,91	40	RP	0,953	0,16	19,73 – 25,01
	199	Wasser	0,963	0,18	70,20 – 77,13	39	Wasser	0,960	0,20	70,66 – 76,93
Speck	656	Fett	0,942	1,06	83,10 – 96,30	42	Fett	0,914	0,93	84,70 – 94,60
	352	Fettzahl	0,888	1,23	50,58 – 66,57	42	Fettzahl	0,851	1,37	51,64 – 63,27
	312	SFA	0,897	0,81	37,46 – 51,32	31	SFA	0,889	0,79	39,91 – 51,03
	311	MUFA	0,974	0,82	34,58 – 52,62	31	MUFA	0,943	0,74	34,68 – 51,32
	311	PUFA	0,975	0,45	7,43 – 20,23	31	PUFA	0,962	0,46	8,51 – 18,05
Lamm mld	248	IMF	0,976	0,08	0,78 – 3,77	29	IMF	0,966	0,098	0,86 – 3,32
	168	RP	0,892	0,16	19,47 – 22,22	79	RP	0,875	0,161	19,98 – 23,01
	174	Wasser	0,952	0,15	70,52 – 78,81	81	Wasser	0,924	0,217	74,53 – 77,21
Forelle*	245	IMF	0,988	0,30	1,83 – 13,96	49	IMF	0,989	0,32	2,35 – 12,65
Filet mit Haut	158	RP	0,884	0,38	17,29 – 24,95	23	RP	0,855	0,40	19,95 – 24,41
	152	Wasser	0,993	0,34	66,28 – 78,45	23	Wasser	0,985	0,34	68,66 – 77,53
Filet ohne Haut	102	IMF	0,992	0,11	1,80 – 10,45	25	IMF	0,989	0,13	2,15 – 9,05
	56	RP	0,924	0,14	19,19 – 23,71	18	RP	0,955	0,16	19,95 – 24,41
	56	Wasser	0,993	0,18	69,59 – 76,42	18	Wasser	0,959	0,20	70,66 – 77,03
Karpfen*	109	IMF	0,985	0,26	1,24 – 29,80	23	IMF	0,992	0,28	1,34 – 13,22
Filet mit Haut	69	RP	0,934	0,29	18,75 – 22,44	15	RP	0,925	0,26	19,27 – 22,41
	69	Wasser	0,991	0,34	69,58 – 75,94	15	Wasser	0,989	0,30	71,65 – 76,01
Filet ohne Haut	175	IMF	0,998	0,09	0,90 – 21,50	89	IMF	0,990	0,11	0,85 – 16,05
	51	RP	0,918	0,18	13,80 – 18,16	15	RP	0,925	0,20	14,27 – 19,41
	51	Wasser	0,988	0,21	67,77 – 76,04	15	Wasser	0,981	0,30	68,65 – 75,31

* Bei Forelle und Karpfen stehen für Bilanzierungsversuche auch Kalibrierfunktionen für Innereien und Restkörper zur Verfügung

Die entwickelten Kalibrierungen für Fleischqualitätsmerkmale werden auch in einem NIR-Netzwerk gepflegt. In diesem Zusammenhang wurden speziell vorbereitete Referenzproben an verschiedenen NIR-Geräten vermessen und an Hand der individuellen Spektren Gerätestandardisierungen durchgeführt. Nach Übertragung der Kalibrierfunktionen wurde die Genauigkeit der Geräteübereinstimmung nochmals mit einem unabhängigen Probensatz geprüft (Validierung). Die Abweichung der Analyseergebnisse nach Messung auf verschiedenen NIR-Geräten liegt im Bereich der Restfehler aus der Kalibrierung bzw. Validierung.

3.3.3 Analysen von Futtermitteln und Stoffwechselprodukten

Das Untersuchungsspektrum umfasst die Bereiche

- Nähr- und Inhaltsstoffe in Futtermitteln jeglicher Art und Herkunft,
- Mineralstoffe- und Spurenelemente,
- Silierparameter in Futterkonserven,
- Nährstoffe in Stoffwechselprodukten sowie die
- Futtermitteluntersuchungen für das Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung Bayern e.V.

Neben diesen versuchsbegleitenden Untersuchungen für die Institute lag ein Schwerpunkt der Arbeiten in der Entwicklung und Einführung neuer Methoden zur Beurteilung der Proteinqualität, der Siliermittelprüfung sowie zur Bestimmung von Mineral- und Spurenelemente mittels Röntgenfluoreszenz.

Proteinqualität

Für eine leistungsgerechte, wirtschaftliche und ökologisch ausgeglichene Fütterung muss der Proteingehalt der Futtermittel und besonders die Qualität des Proteins hinsichtlich seiner Verwertbarkeit bekannt sein. Über die Abbaubarkeit der Proteine in Grobfuttermitteln durch Wiederkäuer gibt es nur wenig experimentell ermitteltes Datenmaterial, so dass auf diesem Gebiet Forschungsbedarf besteht.

Aus diesem Grunde wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierernährung ein in-vitro-Verfahren eingeführt, das auf dem Hohenheimer Futterwerttest (HFT) basiert. Über die analysierten Gas-, Ammoniak- und Stickstoffkonzentrationen der mit Pansensaft inkubierten Proben können die Proteinfraktionen berechnet werden.

Durch geeignete Versuchsanstellung lässt sich neben dem Proteingehalt (nXP) und der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auch der im Pansen nicht verdauliche Futterproteinanteil (UDP) ermitteln. Die prinzipiellen Zusammenhänge gehen aus nachfolgender Abbildung 16 hervor.

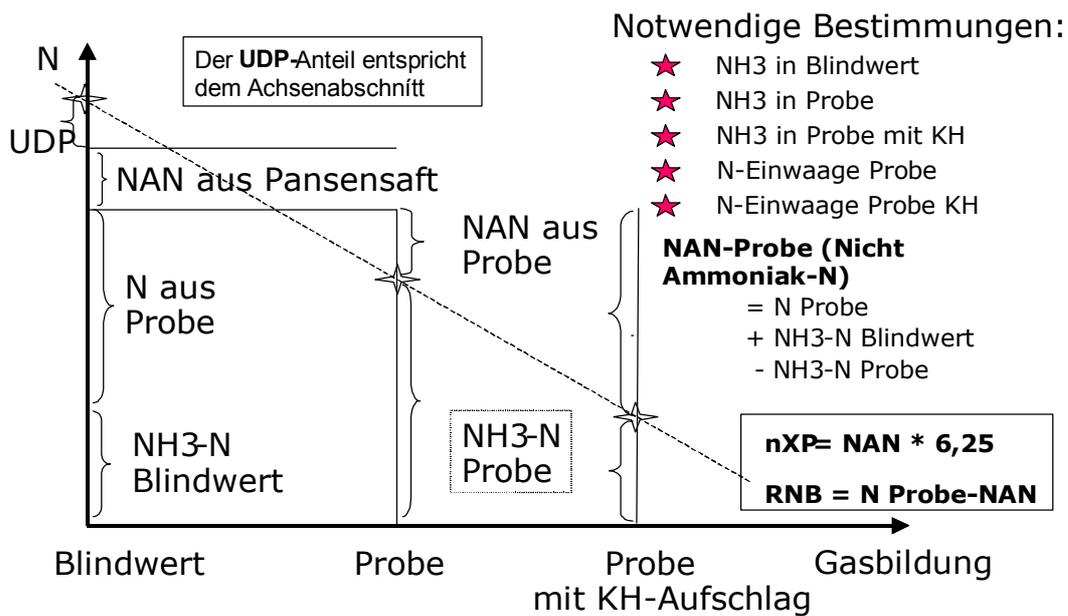


Abb. 16: Bestimmung von nXP, RNP und UDP über die Gasbildung (nach Steingass, Südekum, 2004); Erläuterung siehe Text

In der praktischen Durchführung werden ca. 250 mg der getrockneten und vermahlene Futtermittelprobe in eine Glasspritze mit Kappillaransatz (100 ml, Graduierung 1/1) eingewogen, mit Pansensaft vom Hammel versetzt, gemischt und bei 39 °C im Brutschrank in einem sich drehenden Karussell 24 h lang inkubiert (Abb. 17). Ebenso verfährt man mit dem Pansensaft ohne Probe (Blindwert) und zwei Referenzmaterialien, anhand derer die Tagesfaktoren bestimmt werden. Durch die mikrobielle Aktivität des Pansensaftes wird das Futterprotein unter Bildung von Ammoniak, Kohlendioxid, Methan und Schwefeldioxid teilweise abgebaut. Über die Gasbildung lässt sich die Nettoenergie-Laktation (NEL) im Futtermittel schätzen. Mittels der Ammoniakgehalte in den Proben- und Blindwert-Lösungen und über den Stickstoffgehalt der Ausgangsproben lassen sich das Gesamteiweiß nXP, die Ruminale Stickstoffbilanz und das im Pansen nicht verdauliche Eiweiß (UDP) berechnen bzw. grafisch bestimmen.

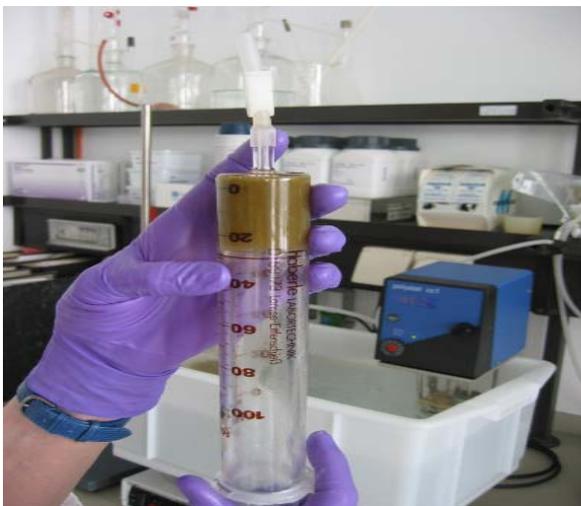


Abb. 17: In-vitro-Methode zur Proteinbewertung von Futtermitteln: Kolbenprober mit Futtermittel und Pansensaft (links), Inkubation der Proben (rechts)

Prüfung der Siliereigenschaften

Für den Arbeitsbereich Futterwirtschaft, Konservierung und Futterhygiene im Institut für Tierernährung werden im Rahmen hausinterner Versuchsanstellungen aber auch für die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) Untersuchungen zur Wirksamkeit von Silierzusätzen durchgeführt. Es liegt eine Zulassung durch die DLG-Zertifizierungsstelle vor.

Für die drei Wirkungsrichtungen „Verbesserung des Gärverlaufes, Verbesserung der aeroben Stabilität und Reduzierung des Gärstoffablaufes“ werden Laborsiloversuche durchgeführt, deren analytische Aufarbeitung sehr aufwändig ist, weshalb nicht alle in der Praxis vorkommenden Silierbedingungen berücksichtigt werden können. Zierenberg (2000) beschreibt in Ihrer Dissertation (Agrar -und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock) die Zusammenhänge zwischen Art der Gärsubstrate, deren Trockenmasse und verschiedenen Milchsäurebakterienkulturen (MSB) als Siliermittel und der Osmolalität von Gärsubstrat-Lösungen. Während des Gärprozesses werden Kohlenhydrate in Milch- und Essigsäure, Alkohol und Kohlendioxid umgewandelt. Dadurch erhöht sich die Konzentration aller gelösten, osmotisch wirksamen Substanzen, was sich in dem ansteigenden Wert für die Osmolalität widerspiegelt. Die Osmolalität lässt sich relativ einfach über Gefrierpunktsbestimmungen ermitteln. Auf Grund der gegebenen Abhängigkeit ist es möglich, durch Zusatz von Kaliumchlorid die Osmolalität in den Substratlösungen (Pflanzenpresssaft) so einzustellen, dass sie verschiedenen Trockenmassenstufen der Silagen entspricht. Die zu prüfenden MSB-Kulturen vertragen das Presssaftmedium gut und produzieren Milchsäure, wodurch der pH abgesenkt wird. Diese Absenkung kann über eine Inkubationsperiode von 50 Stunden verfolgt und graphisch dargestellt werden.

Mit dieser Methode lassen sich demnach Siliereigenschaften von verschiedensten Pflanzmaterialien sowie die Wirksamkeit biologischer Silierzusätze, insbesondere von Milchsäurebakterien-Kulturen, bei verschiedenen Trockengehaltsstufen in vitro im Labor prüfen. Sie liefert in kurzer Zeit reproduzierbare Ergebnisse zum Säuerungsverlauf, ist einfach in der praktischen Durchführung und mit geringerem Personalaufwand durchführbar als die Weckglasmethode. Sie liefert gute Aussagen über die Leistungsfähigkeit des natürlichen MSB-Besatzes und vor allem von zugesetzten MSB-Präparaten.

Die praktische Durchführung gliedert sich wie folgt:

- Bestimmung der Trockenmasse im Ausgangsmaterial,
- Vermusen und Herstellen des Pflanzenpresssaftes (Abb. 18, links),
- Herstellen von Parallelproben und Einstellen der Osmolalität auf den Wert, der einer Silage mit 30 % T entspricht (KCl-Lösung) (Abb. 18. Mitte),
- Inkubation bei 30 °C und Messung des pH-Verlaufes nach 0, 14, 18, 22, 26, 38, 42, 46 und 50 h (Abb. 18, rechts)
- Bestimmung der Silierparameter im Pflanzenaufguss am Inkubationsende (Gärsäuren, NH₃, Alkohol)

Ein Beispiel wird in Abbildung 19 gezeigt.

In weiteren Untersuchungen ist die Übereinstimmung der in-vitro-Ergebnisse mit denen der Weckglasmethode noch näher zu prüfen. Nach ersten Erfahrungen eignet sich die dargestellte Methode vor allem zur Nachprüfung von Silierzusätzen im Rahmen des DLG-Gütezeichens.



Abb 18.: Bestimmung der Siliereigenschaften von Pflanzenmaterial und Wirksamkeit biologischer Silierzusätze nach Methode Zierenberg: Vermusen und Herstellung des Presssaftes (links), Bestimmung der Osmolalität (Mitte) und des pH-Wertes (rechts)

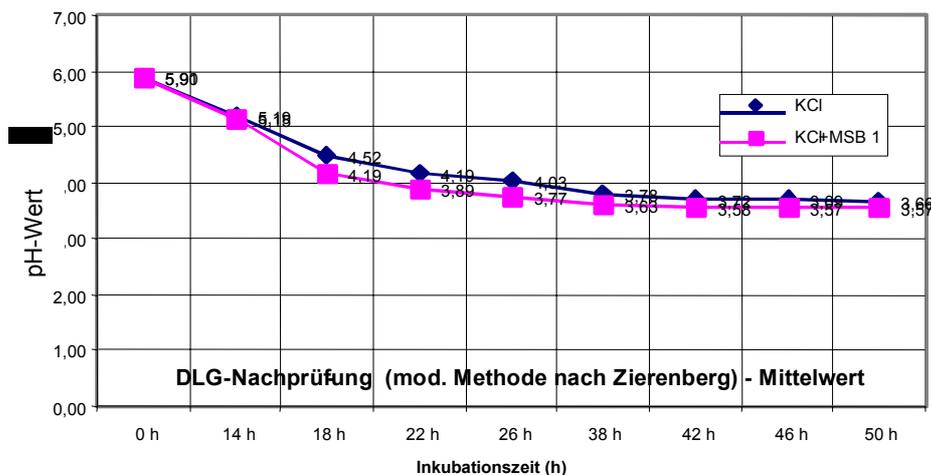


Abb. 19: Prüfung der Wirksamkeit einer Milchsäurebakterienkultur im Presssaft von Grünroggen anhand des pH-Wertes

Futtermitteluntersuchungen durch das LKV

Das LKV bietet für seine Mitgliedsbetriebe Futtermitteluntersuchungen an. Hierzu unterhält es ein eigenständiges Labor im Zentrallabor Grub der LfL unter der fachlichen Leitung von AQU 5. Über einen eigenen Kurierdienst werden bayernweit Futtermittelproben der Mitgliedsbetriebe an festgelegten Sammelstellen zu vorgegebenen Terminen abgeholt und zur Untersuchung nach Grub transportiert.

Es können alle Futterarten und Futtermischungen eingesendet werden, die in den Betrieben verfüttert werden, also auch wirtschaftseigenes Futter, Flüssigfutter, Gesamtmischungen und Zu-

kauffutter. Für die gängigsten Futtermittel wurden Kalibrierkurven für die Nah-Infrarot-Reflexionsspektrometrie (NIR) entwickelt. Die Kalibrierfunktionen beinhalten bis zu 1100 Proben verschiedener regionaler Herkünfte und stammen aus bis zu 8 Untersuchungsjahren. In der Basisversion sind die Nährstoffe Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, teilweise Rohfett und Restfeuchte enthalten. Die Ergebnisse der NIR-Untersuchung werden regelmäßig an Hand von Kontrolluntersuchungen geprüft. Im vergangenen Jahr betrug der Anteil der chemischen Referenzuntersuchungen 4,3 Prozent (754 Proben). Neben der Basisuntersuchung wird für bestimmte Futterarten auch eine erweiterte Untersuchung über das NIR-Netzwerk des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) angeboten. Das Untersuchungsspektrum beinhaltet je nach Futtermittel die Parameter Stärke, Zucker, NDF, ADF, ONDF, OADF, ELOS, EULOS und die Gasbildung nach dem Hohenheimer Futterwerttest (HFT).

Neben den Rohnährstoffuntersuchungen können auch verschiedene Mineralstoffpakete, Nitrat und Silierparameter wie pH, Milch-, Essig-, Propion- und Buttersäure und Ammoniak angefordert werden. Die Mineralstoffbestimmung führt der Tiergesundheitsdienst (TGD) in Grub durch. Dafür werden die Aliquote der Proben nach der Trocknung und Vermahlung zum TGD gebracht. Die Untersuchungen auf Nitrat und Silierparameter werden nasschemisch mittels Ionenchromatographie mit Leitfähigkeitsdetektion durchgeführt.

In den Tabellen 15 und 16 können die Proben- und Analysenzahlen im Jahr 2004 nachgelesen werden.

Tab. 15: Untersuchungsumfang im LKV-Labor im Jahr 2004

Futterart	Summe Proben	Untersuchungsart					
		Gesamt	NIR		Chemie	Nitrat	Silierparameter
			Basis	Erweitert			
Wiesengras	1486	1458	1140	318	28	40	
Grassilage	9294	9199	8467	732	95	499	117
Maissilage	4721	4685	3911	774	36	228	33
Wiesenheu	446	416	330	86	30	9	
Grascobs	56	40	40		16	1	
Gerste	316	294	294		22	1	
Hafer	19				19	1	
Weizen	231	211	211		20		
Maiskörner	26				26		
CCM	166	140	140		26		
Sojaschrot	123	93	93		30		
Hofeigene Mi.	166	140	140		26	1	
Flüssigfutter	43				43		
andere Futter	485	148	93	55	337	14	7
Summe	17578	16824	14859	1965	754	794	157

Anmerkung: Der Anteil nasschemischer Untersuchungen beträgt 4,3 %.

Tab. 16: Mineralsstoffuntersuchungen für LKV-Mitgliederbetriebe im Jahre 2004

Untersuchungsblock	Untersuchungsparameter	Probenzahlen
A	Ca, P, Mg, Na, K	701
B	Ca, P, Mg, Na, K, S, Cl	115
C	Cu, Zn, Mn, Se	4
D	P, K	57
E = A + C	Ca, P, Mg, Na, K, Cu, Zn, Mn, Se	432
F = B + C	Ca, P, Mg, Na, S, Cl, Cu, Zn, Mn, Se	161
G = D + C	P, K, Cu, Zn, Mn, Se	17
Summe		1487

Die mittlere Untersuchungsdauer der NIR Untersuchung betrug 6,5 Kalendertage, für die chemischen Untersuchungen wurden im Schnitt 10,4 Tage benötigt. Somit konnte die Untersuchungsdauer im Vergleich zum Jahr 2003 nochmals um einen bzw zwei Kalendertage verkürzt werden.

Eine ausführliche Auswertung der Futtermittelergebnisse aus dem LKV-Untersuchungsbereich ist im Jahresbericht des Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft nachzulesen.

Einen Überblick über den monatlichen Probeneingang im Berichtszeitraum und über das Probenvolumen seit 1990 vermittelt Abb. 20.

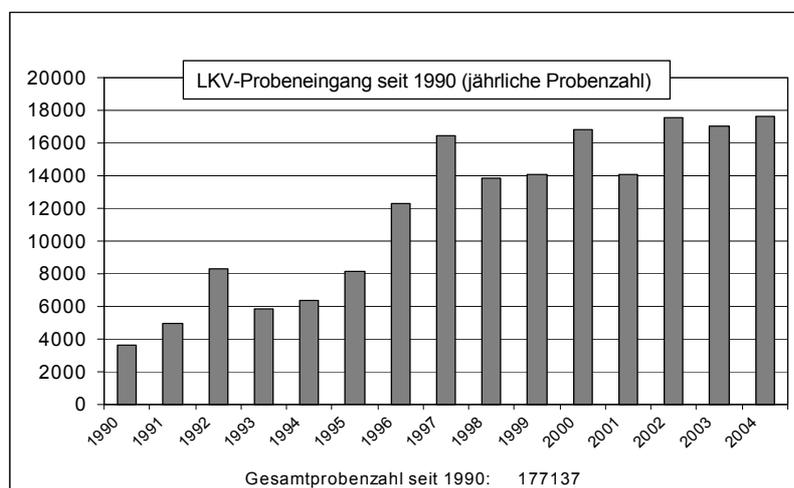
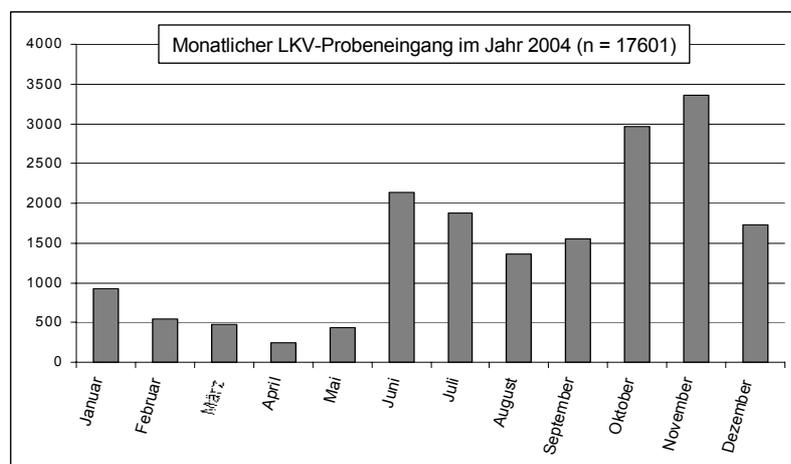


Abb. 20: Futtermitteluntersuchungen im LKV-Labor

4 Informationsverweise

4.1 Veröffentlichungen

Munzert, M. und Lepschy, J. (2004): Fusarium im Weizen abschätzen. BLW 194., 30, S. 24-25.
Munzert, M. und Lepschy, J. (2004): DON-Belastung selbst kontrollieren. dlz 10/2004, S. 29-31.

4.2 Tagungen, Vorträge, Vorlesungen, Führungen und Ausstellungen

4.2.1 Tagungen

Mykotoxin-Workshop der Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Thüringen und Sachsen am 28.02.2004 in Freising

Tagung der Gushing-AG der Wissenschaftsförderung der deutschen Brauwirtschaft am 23.07.2004 in Freising

Labortag für LKP-Auftragnehmer am 24.11.2004 in Freising

Tagung der Gushing-AG der Wissenschaftsförderung der deutschen Brauwirtschaft am 07.12.2004 in Freising

4.2.2 Vorträge

Arbeitsgruppe	Name	Thema/Titel	Veranstalter	Ort
AQU L	Munzert M.	Organisation und Aufgaben der Laboranalytik in Bayern	Besuchergruppe INWENT 11.03.04	Freising
AQU L	Munzert M.	Vorstellung und Aufgaben des Zentrallabors der LfL	LfL, Inspektorenanwärter 15.03.04	Freising
AQU 2	Lepschy J.	Betimmung von DON in Weizen mittels NIRS am Einzelkorn	Workshop 28.02.04	LfL Freising
AQU 2	Lepschy J.	Zum derzeitigen Stand bei der Analytik von Fusarientoxinen	FüAk 09.03.04	Landshut
AQU 2	Lepschy J.	Zum derzeitigen Stand bei der Analytik von Fusarientoxinen	FüAk 10.03.04	Roth
AQU 2	Lepschy J.	Neue Erkenntnisse zur Mykotoxin-Analytik und – Problematik	LfL 29.06.04	Freising
AQU 2	Lepschy J.	Derzeitiger Stand der Analytik von Fusarientoxinen	Workshop 26.08.04	Freising
AQU 2	Lepschy J.	Mykotoxinverordnung in der Praxis	Bayer. Müllerbund 28.10.04	Volkach

Arbeitsgruppe	Name	Thema/Titel	Veranstalter	Ort
AQU 3	Beck R.	Einfluss antibiotikahaltiger Gülle auf Bodenmikroorganismen	TUM-Tierhygiene 18.02.2004	Uni Freising
AQU 3	Beck R.	Einfluss von Bt-Mais auf die Bodenmikrobiologie	IPZ 29.03.2004	LfL Freising
AQU 4	Nast D.	NIR-Methode zur Proteinbestimmung von Getreide	Bauernverband	Schwabmünchen
AQU 5	Schuster M.	Methoden und Kapazitäten zur Untersuchung von Fleischqualitätsparametern im Zentrallabor Grub der LfL: Möglichkeiten zur züchterischen Verbesserung der Fleischqualität in Bayern	Fleischproduzenten, Züchter, Vermarkter/Fleischindustrie 30.01.04	Grub
AQU 5	Schuster M.	Futtermitteluntersuchungen	LKV-Fachberater in Ausbildung 10.03.04	Grub
AQU 5	Schuster M. Kölln K.	in-vitro-Methode zur Beurteilung der Fermentationsleistung von Milchsäurebakterien im Rahmen der DLG Nachprüfung nach Zierenberg	DLG 13.10.04	Grub

4.2.3 Vorlesungen

Munzert, M.: Lehrbeauftragter an der FH Weihenstephan – FB Gartenbau und Lebensmitteltechnologie. Vorlesung in Versuchswesen (1. Semester) und Versuchspraktikum (2. Semester)

4.2.4 Führungen

Arbeitsgruppe	Gastinstitution	Teilnehmer
AQU/L, AQU 1, 2, 4	Landwirtschaftsmeister	40
AQU 1 - 4	Evaluierungskommission	7
AQU 1 – 4	Stipendiaten Internationales Bildungszentrum	29
AQU 1 – 4	Inspektorenanwärter	3
AQU 2, 4	Referendare höherer Dienst	4

Arbeitsgruppe	Gastinstitution	Teilnehmer
AQU 4	Praktikanten Ökotrophologen	16
AQU 4	Praktikanten Ökotrophologen	14
AQU 4	Praktikanten Ökotrophologen	14
AQU 4	Landw. Berufsschule München	42
AQU 4	Berufsschule München	30
AQU 4	Praktikanten Ökotrophologen	18
AQU 4	Praktikanten Ökotrophologen	6
AQU 4	Frau Hässel und Frau Mitgard Pajbjergfonden, Dänemark	2
AQU 4	Chilenische Gäste von IPZ	20
AQU 4	Lehrer und Schüler, Berufsschule- Lebensmitteltechnologie, Bozen/Italien	3
AQU 4	Backpraktikum – Lebensmitteltechnologie	20
AQU 4	Backpraktikum – Lebensmitteltechnologie	25
AQU 4	FH-Lebensmitteltechnologie, Malzqualität	25
AQU 4	Tschechische Gäste von IPZ	30
AQU 4	FH Weihenstephan	3
AQU 4	TUM/Ausbildung	4
AQU 4	FH Weihenstephan	20
AQU 5	LKV-Fachberater	4
AQU 5	Landwirtschaftsschule SS Hofheim/Uffenheim	20
AQU 5	Verband Landwirt. techn. Dienst Bayern	30
AQU 5	Agrar-Bildungszentrum Landsberg, Techniker	25
AQU 5	Gymnasium Vaterstetten, Projekttag „Gesunde Ernährung“	170

4.2.5 Ausstellungen

Zentrallandwirtschaftsfest München 18.09.-03.10.2004 – Mühlen- und Backqualität AQU 4

4.3 Aus- und Fortbildung

Munzert. M.: Statistikkurs für Chemie- und Biologielaborant/en/innen der LfL, TUM und GSF (7 * 3 Std.)

Nast, D.: Betreuung von 7 bzw. 3 Azubis im Ausbildungsberuf Chemie-/Biologielaboranten/innen.

Nast, D.: Betreuung von 14 Schülern im Rahmen einer Schnupperlehre (1 Woche) im Ausbildungsberuf Chemie- und Biologielaboranten/innen (AQU 4 Freising)

Schuster, M.: Betreuung von 7 Schülern im Rahmen einer Schnupperlehre (1 Woche) im Ausbildungsberuf Biologielaboranten/innen (AQU 5 Grub)

4.4 Diplomarbeiten und Dissertationen

Arbeitsgruppe	Name	Thema/Titel Dissertation /Diplomarbeit	Zeitraum	Zusammenarbeit
AQU 3	Beck R.	Amira Romadan Wirkung verschiedener Starterkulturen bei der Sauerkrautbereitung	Januar bis Mai 2004	Dr. Kraus Freising Gemüseverarbeitung Prof. Lotz Uni Fulda
AQU 4	Nast	Simon Gerlach Evaluierung zweier alter Maissorten aus Kärnten	März bis November	FH Weihenstephan Prof. Oppitz

4.5 Mitgliedschaften

Name	Mitgliedschaften
Beck R.:	Wissenschaftlicher Beirat der VLB, Berlin
Lepschy J.:	Fachgruppe Umweltanalytik des VDLUFA; Gesellschaft Deutscher Chemiker
Munzert M.:	Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.; Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e.V.; Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG); Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (GIL); Verband Deutscher Landw. Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) und Fachgruppen „Bodenuntersuchung“ und „Pflanzenernährung“

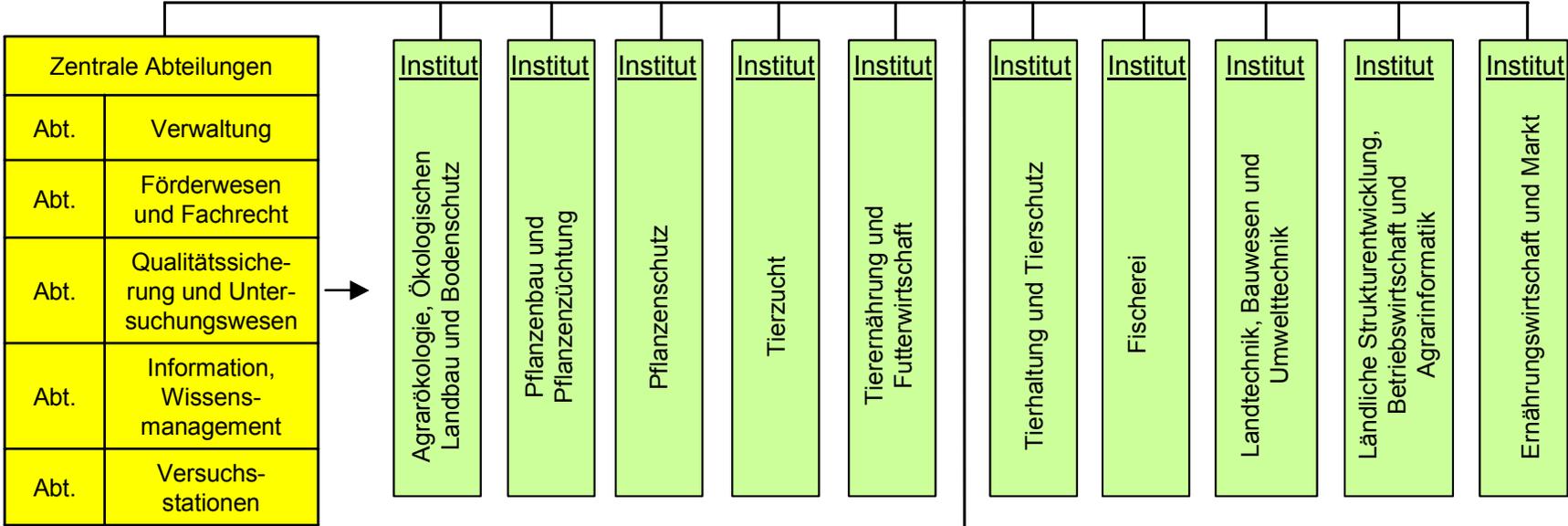
Name	Mitgliedschaften
Nast, D.:	Prüfungsausschuss der IHK München und Oberbayern für Chemie- und Biologielaboranten; Arbeitskreis KOBAS (Kooperation von Betrieb und Schule) für die Ausbildung von Chemielaboranten; NIT-Analysenkomitee der Doemens-Lehranstalten für Braugetreide und im NIT_Analysenverbund der Doemens-Lehranstalten für Brau-, Futter- und Backgetreide; NIRS-Analysenverbund des VDLUFA für Silomais bzw. Raps; International Grain Network zur Harmonisierung der Untersuchungsmethoden in Kooperation mit der International Association for Cereal Science and Technology (ICC)
Pichlmaier, K.:	Wissenschaftlicher Beirat der Braugerstengemeinschaft für das Bundesgebiet
Schuster, M.:	Fachgruppe „Futtermittel“ des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA)
Wurzinger, A.:	Fachgruppen „Bodenuntersuchung“, „Düngemitteluntersuchung“ und „Umweltanalytik“ des VDLUFA.

Strategische Ebene

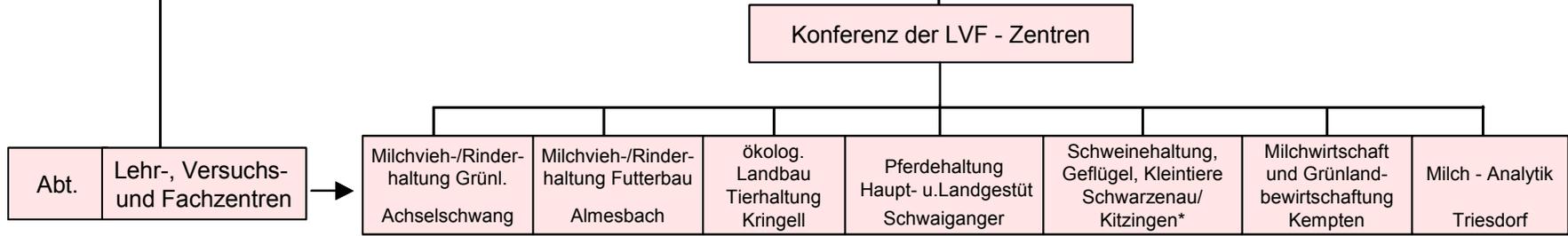
Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten



Operative Ebene



Transformations-
ebene



Bezirkseinrichtungen

* Geflügel, Kleintiere (Kitzingen) bis auf weiteres dem Institut für Tierhaltung und Tierschutz zugeordnet.