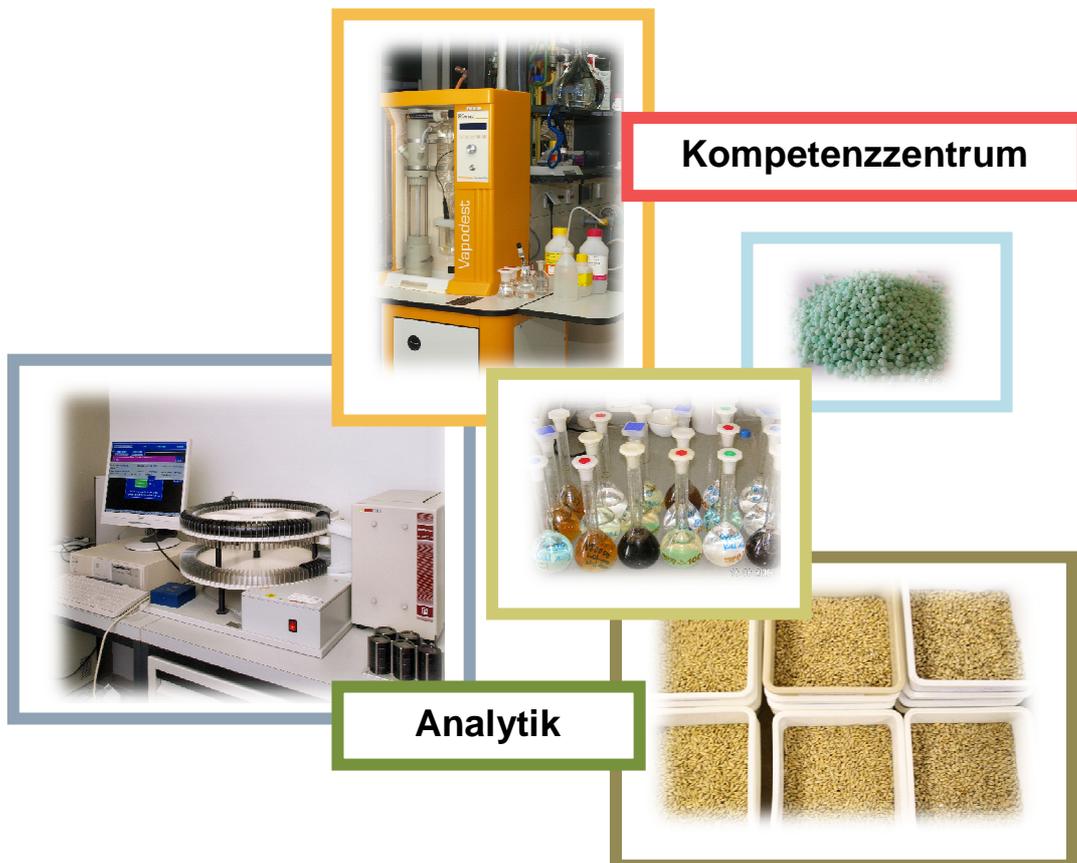


# Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen



# Jahresbericht 2011

## **Impressum**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: [www.LfL.bayern.de](http://www.LfL.bayern.de)

Redaktion: Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen  
Lange Point 4, 85654 Freising  
E-Mail: [AQU@LfL.bayern.de](mailto:AQU@LfL.bayern.de)  
Telefon: 08161/71-3600

Auflage: Juni 2012

Druck: Abteilung Information und Wissensmanagement

© LfL



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## **Jahresbericht 2011**

Marion Berndt  
Richard Ellner  
Rudolf Füglein  
Günter Henkelmann  
Sabine Mikolajewski  
Dieter Nast  
Johann Rieder  
Manfred Schuster



## Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Organisation</b> .....	<b>8</b>
1.1 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft .....	8
1.2 Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen .....	9
1.2.1 Ziele und Aufgaben .....	9
<b>2 Daueraufgaben und Projekte</b> .....	<b>12</b>
2.1 Analysenüberblick .....	12
2.2 Qualitätssicherung in AQU .....	14
2.2.1 Teilnahme von AQU-Laboren an Ringversuchen zur Qualitätssicherung und Methodenentwicklung .....	14
2.3 Ergebnisse aus Daueraufgaben und Projekten .....	17
2.3.1 Notifizierung im Vollzug des Abfallrechts .....	17
2.3.2 Fortschreibung der Liste mit zugelassenen „Gülle-Laboren“ für das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) .....	20
2.3.3 Durchführung des Länderübergreifenden Ringversuchs Abfall (LÜR-V-A) als Grundlage für die Notifizierung von Laboren im Vollzug des Abfallrechts .....	20
2.3.4 Qualitätssicherung zur Absicherung der Beratungsaufgaben des LKP – Grundlagen für die Düngeberatung .....	22
2.3.5 Qualitätssicherung zur Absicherung der Beratungsaufgaben des LKV – Grundlagen für die Fütterungsberatung .....	25
2.3.6 Der LÜR-V-A Klärschlamm 2011 als Grundlage für die Notifizierung nach Fachmodul Abfall .....	30
2.3.7 Analytik von Handelsdüngern für die Düngemittelverkehrskontrolle .....	33
2.3.8 Überwachung Ausbringungsverbot Neonicotinoide Mais 2011 .....	34
2.3.9 Inhaltsstoffe von Heilpflanzen: Baldrian .....	36
2.3.10 Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots 2011 .....	41
2.3.11 Derivat von Thaxtomin A .....	42
2.3.12 Toxinreduktion bei Fusariumbefall in Weizen: 1. Orientierender Feldversuch .....	45
2.3.13 Inhaltsstoffe von Heilpflanzen: <i>Astragalus mongholicus</i> .....	48
2.3.14 Deoxynivalenol-Monitoring von bayerischem Wintergetreide der Ernte 2011 .....	53

2.3.15	Entwicklung einer schnellen NIRS-Methode zur Bestimmung von Proteinen und weiterer Inhaltsstoffe in der Kartoffel.....	57
2.3.16	Weiterentwicklung spektroskopischer Schnellverfahren zum Nachweis von Kleberproteinen bei Weizenkorn und –mehl .....	62
<b>3</b>	<b>Ausbildung von Chemielaboranten .....</b>	<b>66</b>
3.1	Ausbildung von Chemielaboranten an der LfL und Azubi-Austausch im EU-Programm „Leonardo da Vinci“ .....	66
<b>4</b>	<b>Veröffentlichungen und Fachinformationen .....</b>	<b>68</b>
4.1	Veröffentlichungen.....	68
4.2	Tagungen, Vorträge, Vorlesungen, Führungen und Ausstellungen.....	69
4.2.1	Tagungen .....	69
4.2.2	Vorträge .....	69
4.2.3	Führungen .....	71
4.3	Aus- und Fortbildung .....	71
4.4	Dissertationen und Diplomarbeiten.....	73
4.5	Mitgliedschaften.....	73
<b>5</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>75</b>

## Vorwort

Der vorliegende Jahresbericht gibt einen Einblick in die unterschiedlichen Analysenaufgaben der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) und zeigt den Proben- und Analysenumfang für das Jahr 2011 auf.

AQU ist innerhalb der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) die größte Laboreinheit mit dem Auftrag den Instituten der LfL Analysenkapazität zur Verfügung zu stellen. Von den Instituten wurden diese Kapazitäten bei AQU wie bereits in den Vorjahren intensiv nachgefragt, so dass auch in 2011 steigende Proben- und Analysenzahlen zu registrieren waren. Die überwiegende Zahl der Proben sind LfL-interne Proben aus dem Hoheitsvollzug, aus den Dauerversuchen der Institute und aus Drittmittelprojekten und nur fünf Prozent der Proben kamen von Auftraggebern außerhalb der LfL. Für die Institute der LfL hat AQU eine zentrale Bedeutung, denn ohne diese Analysenkompetenz innerhalb der LfL wären viele Projekte nur schwer durchführbar.

Eine intensive Zusammenarbeit von AQU besteht auch zu den Selbsthilfeeinrichtungen der bayerischen Landwirtschaft, dem LKP und dem LKV. Für das LKP erstellt AQU jährlich eine Liste mit den Privatlaboren, die für Bodenuntersuchungen im Rahmen des Vollzugs der Düngeverordnung geeignet sind. Dies geschieht über Ringversuche, Probennachkontrollen und Vor-Ort-Kontrollen. Die Wichtigkeit dieser Kontrollinstrumente hat sich besonders in diesem Berichtszeitraum gezeigt. Mit der Fachaufsicht über das LKV-Labor in Grub sichert AQU die Qualität der Futtermittelanalytik ab, die Grundlage für die Fütterungsberatung des LKV ist. Neben den gesetzlich geregelten Ringversuchen für Klärschlamm- und Bodenlabore hat sich der freiwillige Ringversuch für Biogaslabore mittlerweile ebenfalls am Markt etabliert und wird gut nachgefragt.

Wie bereits im Vorjahr hat AQU intern weiter am Ausbau eines Qualitätsmanagementsystems gearbeitet, um neben der Düngemittelanalytik auch für weitere Analysenprozesse eine Akkreditierung nach DIN ISO 17025 zu erreichen. In diesem Zusammenhang unterstützt AQU auch das Institut für Pflanzenschutz und das Institut für Pflanzenbau, die ebenfalls für einzelne Prozesse eine Akkreditierung anstreben.

Mein Dank geht an alle internen wie auch externen Partnern von AQU für die stets vertrauensvolle Zusammenarbeit und natürlich gilt der Dank allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Abteilung, die auch in diesem Berichtsjahr mit hohem Einsatz und großer Sorgfalt die „Laborarbeit“ bewältigt haben.

Freising, im Juni 2012

Dr. Richard Ellner  
Abteilungsleiter

# 1 Organisation

## 1.1 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ist eine dem Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unmittelbar nachgeordnete Behörde, die im Jahr 2003 aus verschiedenen selbständigen Einrichtungen und Behörden gegründet wurde. Aufgabengebiete der LfL sind Hoheits- und Fördervollzug, anwendungsorientierte Forschung, Ausbildung und Beratung für die bayerische Land- und Ernährungswirtschaft.

Die Aufgabengebiete und die fachliche Ausrichtung – Agrarökologie, Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Tierzucht, Tierernährung, Fischerei, Landtechnik, Tierhaltung, Agrarökonomik, Ernährung und Markt – bestimmen die organisatorische Gliederung der Institute.

Die Abteilungen sind Dienstleister, die einerseits die Institute bei ihren Projekten und Aufgaben unterstützen und andererseits mit Aufgaben in eigener Zuständigkeit nach außen wirken. Seit Kurzem ist der LfL das neu gegründete Kompetenzzentrum für Ernährung (KErn) angegliedert.

Die Führungsebene besteht aus dem Präsidenten, dem Präsidium und der Leitungskonferenz, die gemeinsam mit der Stabsstelle als Controlling-Einrichtung und dem Verwaltungsrat mit dem wissenschaftlich-technischen Beirat die Leitlinien der LfL mit verantworten.

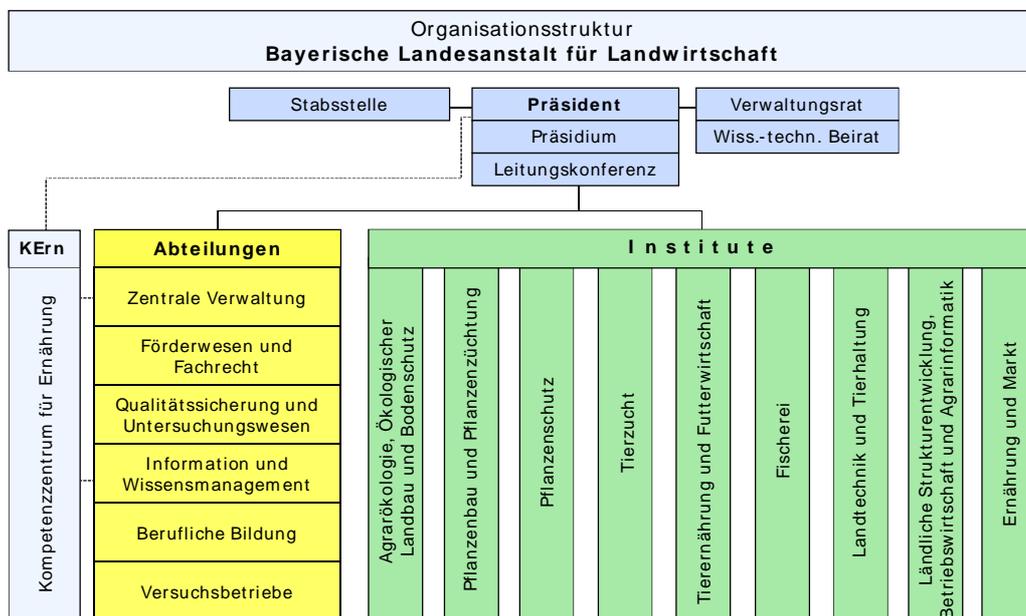


Abb. 1: Organigramm der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

## 1.2 Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen

Die Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) ist gegliedert in die Abteilungsleitung und in 4 Sachgebiete. Der Standort der Abteilungsleitung und der Sachgebiete AQU 1, 2 und 4 ist Freising und der von AQU 5 ist Grub/Poing. In Freising befinden sich die Laborkapazitäten für die Pflanzenproduktion i. w. S., also die Matrices: Boden, Dünger, Pflanze und Reststoffe. Im Labor in Grub wird das Probenmaterial aus dem tierischen Bereich bearbeitet und deckt damit den Analysenbedarf für die Futterwirtschaft, Tierernährung, Tierhaltung und Tierzucht ab.

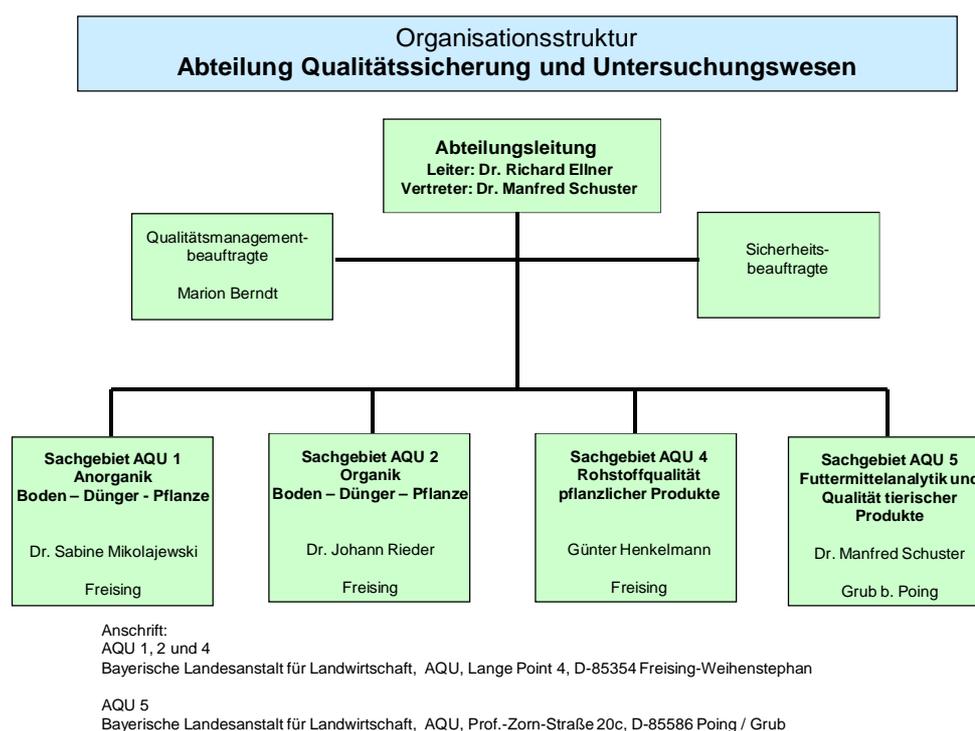


Abb. 2: Organisationsstruktur der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen

### 1.2.1 Ziele und Aufgaben

Die Ziele von AQU werden definiert aus der Stellung der Abteilung innerhalb der LfL als Kompetenzzentrum für Analytik.

Die Ziele der Abteilung werden mit der Bearbeitung der folgenden Aufgaben realisiert:

- Analytik von Boden- und Pflanzenproben, Futtermitteln, tierischen Produkten, Düngemitteln und Siedlungsabfällen im Vollzug von Hoheitsaufgaben,
- Qualitätsuntersuchungen und Analysen für die Institute der Landesanstalt, für Selbsthilfeeinrichtungen der bayerischen Landwirtschaft und andere Wirtschaftsbeteiligte,
- Projektforschung in der Analytik in eigener Verantwortung oder in Zusammenarbeit mit internen und externen Partnern,

- Notifizierung von externen Laboren im Vollzug der Klärschlamm-, Bioabfall- und Düngeverordnung,
- Zusammenarbeit mit Fachbehörden, Forschungseinrichtungen und Verbänden in analytisch-methodischen Fragestellungen,
- Ausbildung von Chemielaboranten im eigenen Bereich und in Zusammenarbeit mit den LfL-Instituten.

Das Aufgabenspektrum der Abteilung ergibt sich aus:

- dem Hoheitsvollzug in eigener Zuständigkeit, der insbesondere im Bereich des Abfallrechts (Notifizierungsstelle) wahrgenommen wird.
- der Analytik im Vollzug der Düngeverordnung und des Pflanzenschutzmittelrechts. AQU stellt dazu den zuständigen Instituten der LfL Analysendaten zur Verfügung. Daneben wird Amtshilfe auch für das Bundessortenamt und andere nationale Prüfstellen geleistet.
- dem Analysenbedarf der LfL-Institute, insbesondere der Institute für Agrarökologie, Ökologischer Landbau und Bodenschutz (IAB), für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ), für Pflanzenschutz (IPS), für Tierzucht (ITZ), für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE), für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) und für Fischerei (IFI).
- der Einbindung von AQU in zahlreiche Forschungsprojekte, Monitoring- und Versuchsprogramme der Institute,
- dem Analysenbedarf der bayerischen Selbsthilfeeinrichtungen der Landwirtschaft (LKP, LKV). AQU erbringt grundlegende Leistungen im Sinne der Qualitätssicherung der landwirtschaftlichen Produktion. Dabei wird die Fachkompetenz privater Labore durch Ringversuche, Probennachkontrollen und Laborüberwachung sicher gestellt bzw. die Fachaufsicht über ein dem Sachgebiet AQU 5 angeschlossenes Futtermittel-labor des LKV ausgeübt.

In Abbildung 3 wird die Schnittstelle zu den Instituten der LfL vereinfacht dargestellt. Daraus wird deutlich, dass AQU in vielen Fällen einen Teilprozess innerhalb der Versuchstätigkeit der LfL-Institute bearbeitet.

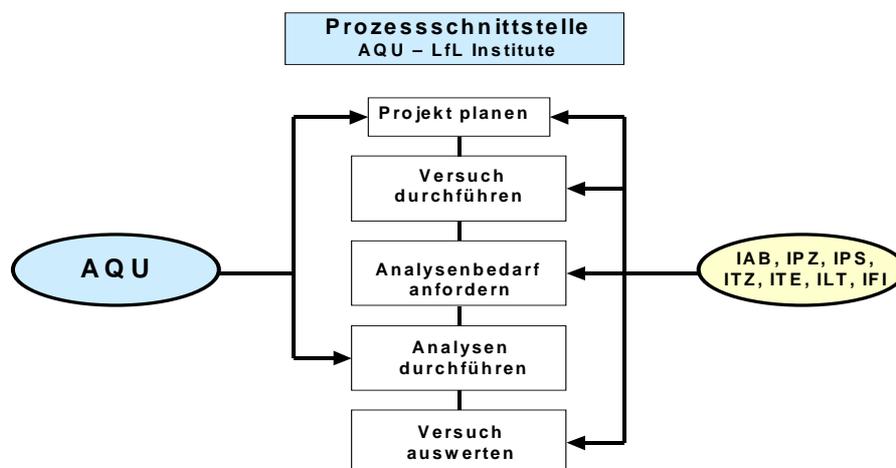


Abb. 3: Prozessschnittstelle: AQU – LfL Institute

Ausdrücklich wird betont, dass AQU nicht auf dem freien Analysenmarkt akquiriert, also keine Untersuchungsaufträge von Landwirten, Verbrauchern oder Firmen ausführt. Ausnahmen werden nur in begründeten Fällen gemacht oder wenn Privatlabore mangels Methodenkompetenz nicht in Anspruch genommen werden können, die Untersuchungen jedoch im allgemeinen Interesse sind. Ein solcher Fall sind z.B. die Brau- und Backqualitätsuntersuchungen für die bayerischen Pflanzenzüchter.

## 2 Daueraufgaben und Projekte

### 2.1 Analysenüberblick

Mit insgesamt 81.908 Proben und 283.767 Analysenwerten (Tabellen 1 und 2) wurde auch im Jahr 2011 die Analysenleistung von AQU stark nachgefragt.

Bei den Probenzahlen bedeutet dies im Vergleich zum Jahr 2010 einen erneuten Zuwachs von 18 Prozent. Im Vergleich zum Jahr 2005 lag die Probenzahl 60 Prozent über dem damaligen Probeneingang.

Tab. 1: Übersicht zu Probenart und –herkunft bearbeitet in AQU, 2011

Probenart: Untersuchungsart Probenmatrix	Probenherkunft				gesamt
	LfL-interne Proben aus ....			Proben ex- terne Auf- traggeber	
	Hoheits- vollzug	Dauerauf- gaben	Drittmittel- projekten		
Anorganische Untersuchungen – Düngemittel, Böden, Getreide	539	7.783	2.555	1.061	11.938
Organische Untersuchungen – Bö- den, Heilpflanzen, Getreide	287	1.793	449		2.529
Untersuchungen der Rohstoffqua- lität pflanzlicher Erzeugnisse		43.604	8.596	2.871	55.071
Untersuchung der Futtermittel- qualität		3.688	1.674	231	5.593
Untersuchungen der Qualität tieri- scher Erzeugnisse		6.549		228	6.777
<b>gesamt</b>	<b>826</b>	<b>63.417</b>	<b>13.274</b>	<b>4.391</b>	<b>81.908</b>

Tab. 2: Übersicht zur Zahl der Analysenwerte und der Probenherkunft bearbeitet in AQU, 2011

Analysenwerte: Probenmatrix	Probenherkunft				gesamt
	LfL-interne Proben aus ....			Proben ex- terner Auf- traggeber	
	Hoheits- vollzug	Dauerauf- gaben	Drittmittel- projekten		
Anorganische Untersuchungen – Düngemittel, Böden, Getreide	4.171	20.611	12.596	1.303	38.681
Organische Untersuchungen – Bö- den, Heilpflanzen, Getreide	300	2.990	574		3.864
Untersuchungen der Rohstoffqua- lität pflanzlicher Erzeugnisse		194.506	11.080	10.814	216.400
Untersuchung der Futtermittel- qualität		6.536	5.096	562	11.605
Untersuchungen der Qualität tieri- scher Erzeugnisse		11.778	881	558	13.217
<b>gesamt</b>	<b>4.471</b>	<b>236.421</b>	<b>30.227</b>	<b>13.237</b>	<b>283.767</b>

Die größten Auftraggeber unter den LfL-Instituten waren IPZ mit 40.169 Proben (2010: 27.629), gefolgt von IAB (2011: 17.780 Proben; 2010: 17.310), ITE (2011: 6.029 Proben; 2010: 5.053) und ITZ (2011: 5.704 Proben, 2010: 5.786 Proben). Gemäß ihren Aufgaben waren die Institute der LfL an unterschiedlichen Analysengruppen, die bei AQU unterschiedlichen Aufwand bedeuten, interessiert.

Biogassubstrate und –gärreste waren mit 11 % der Proben (2010: 7 %) beteiligt.

Abbildung 4 zeigt die Zu- und Abnahmen der Probenzahlen im Jahr 2011 im Vergleich zum Vorjahr bei den Auftraggebern von AQU.

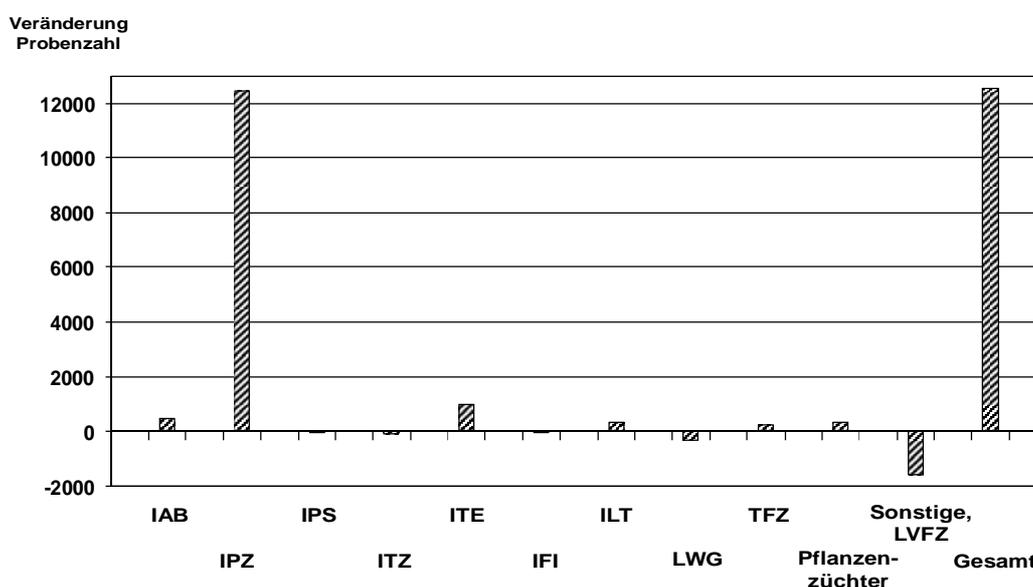


Abb. 4 : Zu- und Abnahmen der Probenzahlen im Jahr 2011 im Vergleich zum Vorjahr

Wie aus Abbildung 5 zu erkennen ist, wurden 95 Prozent der Proben (2010: 92 %) von den Instituten der LfL bei AQU in Auftrag gegeben. etwa 1,1 Prozent waren Proben aus dem Vollzug der Düngemittelverkehrs kontrolle und anderer Vollzugsaufgaben, 77,4 Prozent kamen aus den Daueraufgaben der Institute, 16,2 Prozent aus Drittmittelprojekten, die federführend bei den Instituten bearbeitet werden. 5,4 Prozent der Proben kamen von externen Auftraggebern, für die entsprechende Kosten berechnet wurden.

Im Vergleich zum Vorjahr ist nur eine geringe Verschiebung der Probenanteile festzustellen.

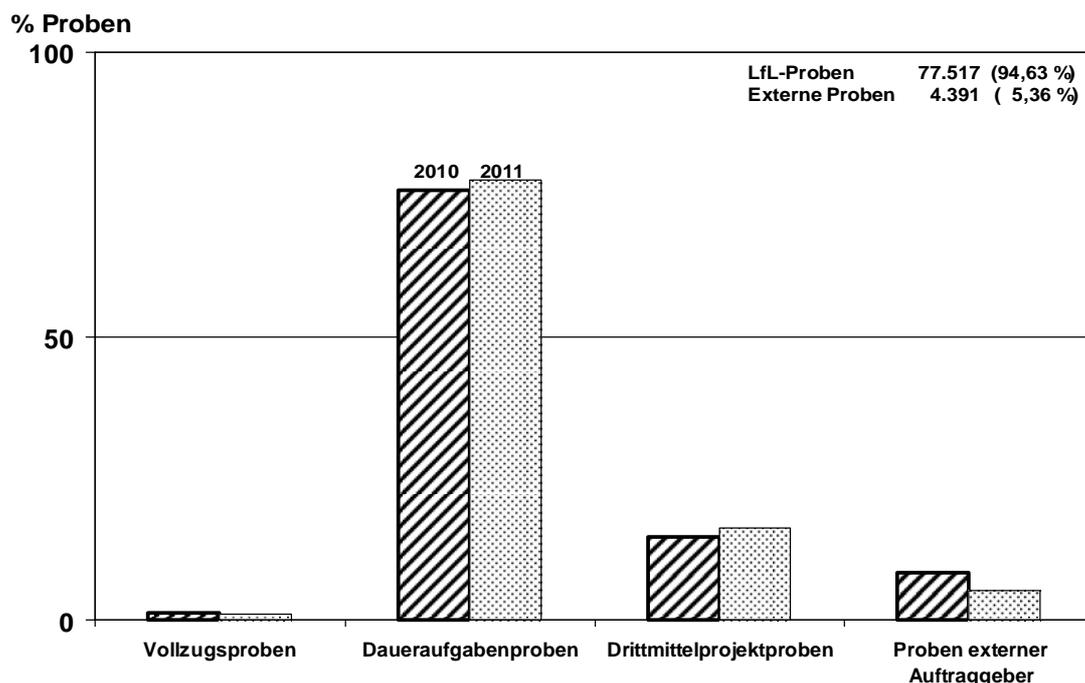


Abb. 5: Anteile der Proben für bestimmte Aufgaben (Vollzug, Daueraufgaben, Drittmittelprojekte, externe Proben) im Jahr 2011

## 2.2 Qualitätssicherung in AQU

### 2.2.1 Teilnahme von AQU-Laboren an Ringversuchen zur Qualitätssicherung und Methodenentwicklung

Zur Stabilisierung und Evaluierung der Analysenleistungen in AQU ist die regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen mit unterschiedlichen Zielsetzungen notwendig. Nachdem in AQU sowohl Methoden entwickelt werden als auch Analytik zur Qualitätssicherung bearbeitet wird, ist es erforderlich an Ringversuchen teilzunehmen, die entsprechend ausgerichtet sind.

In Tabelle 3 sind die Ringversuchsteilnahmen der AQU-Labore zusammengefasst

Tab. 3: Übersicht zur Teilnahme von AQU-Labore an Ringversuchen im Jahr 2011

Teilnehmer	Thema des Ringversuchs	Veranstalter	Datum
AQU 1	DSN 1: Bestimmung von $N_{\min}$ in Bodenproben	LfL-AQU 1	1/2011
AQU 1	DSN 2: Bestimmung von $N_{\min}$ in Bodenproben	LfL-AQU 1	3/2011
AQU 1	Gülle-Ringversuch 2011	LTZ Augustenberg	5/2011

Teilnehmer	Thema des Ringversuchs	Veranstalter	Datum
AQU 1	VDLUFA Fertilizer Ring-Test EU Q3/2011, NPK	VDLUFA	6/2011
AQU 1	LÜRV-A Boden 2011	LTZ Augustenberg	7/2011
AQU 1	LÜRV-A Klärschlamm 2011	LfL-AQU 1	8/2011
AQU 1	LÜRV-A Bioabfall 2011 West	Hessisches Landeslabor, Kassel	8/2011
AQU 1	VDLUFA Fachgruppe III Q1/2011 Kompost Spurennährstoffe	VDLUFA	8/2011
AQU 1	VDLUFA Fachgruppe III Q2/2011 organischer Dünger (Gärrest)	VDLUFA	11/2011

AQU 2	T-2 und HT-2 in Hafermehl	The Food and Environment Research Agency, UK (FAPAS)	2/2011
AQU 2	DON in Getreide	DLA, Ahrensburg	3/2011
AQU 2	DON in Weizenmehl	FAPAS	3/2011
AQU 2	DON in Maismehl	FAPAS	5/2011
AQU 2	T-2 und HT-2 in Tierfutter	FAPAS	8/2011
AQU 2	DON in Tierfutter	FAPAS	9/2011
AQU 2	DON in Frühstückszerealien	FAPAS	12/2011

AQU 4	Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH (DIGEFA)	1/2011
AQU 4	Untersuchungen zur Backqualität	AGF	1/2011
AQU 4	Analytik zur Bestimmung der Gerstenqualität, Abgleich der neuen Standards	TU-München	1/2011
AQU 4	Getreidestandardisierung	DOEMENS	3/2011
AQU 4	Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH	3/2011
AQU 4	Untersuchungen zur Backqualität	AGF	3/2011
AQU 4	Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH	5/2011
AQU 4	Untersuchungen zur Backqualität	AGF	5/2011

<b>Teilnehmer</b>	<b>Thema des Ringversuchs</b>	<b>Veranstalter</b>	<b>Datum</b>
AQU 4	Analytik zur Bestimmung der Malzqualität, Neue Malz Standards	TU-München	5/2011
AQU 4	Feuchtebestimmung Abgleich	Pfeuffer	7/2011
AQU 4	Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH	7/2011
AQU 4	Untersuchungen zum Ölgehalt von Raps	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH	7/2011
AQU 4	Untersuchungen zur Backqualität	AGF	7/2011
AQU 4	Referenzmethoden Sonnenblumen	VDLUFA	9/2011
AQU 4	Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH	9/2011
AQU 4	Untersuchungen zur Backqualität	AGF	9/2011
AQU 4	Analytik zur Bestimmung der Malzqualität	TU-München	9/2011
AQU 4	Biogasringversuche	LfL/AQU 4	9/2011
AQU 4	Referenzmethoden Silomais	VDLUFA	10/2011
AQU 4	Messwertabgleich im NIRS Verbund	NIRS GmbH Kassel	10/2010
AQU 4	Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT	Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH	11/2010
AQU 4	Untersuchungen zur Backqualität	AGF	11/2010
AQU 4	Analytik zur Bestimmung der Malzqualität	TU-München	11/2010

AQU 5	IAG Ringtest 2011 for Feedingstuffs Grass Meal Pellets Piglets Complementary Feed	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH	5-7/2011
AQU 5	Futtermittelringanalyse des Landesarbeitskreises „Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“ RFA-Enquete Grundfutter	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen	8/2011

Teilnehmer	Thema des Ringversuchs	Veranstalter	Datum
AQU 5	Futtermittelringanalyse des Landesarbeitskreises „Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“ mittels NIRS, RFA sowie nasschemische Analysemethoden	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen	11-12/2011
AQU 5	NIRS-Silomaisnetzwerk Ringversuch Silomais 2011	VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH, Kassel	11-12/2011
AQU 5	VDLUFA-Futtermittelenquete Untersuchung Junghennenfutter, Milchviehfutter, Lysinreiches Mineralfutter für Mastsschweine auf Inhalts- und Zusatzstoffe	VDLUFA, Fachgruppe VI Leipzig und Kassel	12/2011 bis 02/2012

## 2.3 Ergebnisse aus Daueraufgaben und Projekten

### 2.3.1 Notifizierung im Vollzug des Abfallrechts

#### Zielsetzung

Nach Klärschlamm- und die Bioabfallverordnung und dem daraus definierten Fachmodul Abfall (FMA) ist AQU für die Notifizierung von Privatlaboren zuständig, die damit berechtigt sind Untersuchungsaufträge der Kläranlagenbetreiber, -ausbringer und -abnehmer anzunehmen. Von den Kreisverwaltungsbehörden (Landratsämter) werden Analyseergebnisse im Zusammenhang mit der Klärschlammausbringung nur dann anerkannt, wenn diese von notifizierten Laboren bearbeitet worden sind.

Nach Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie, die seit November 2010 im Vollzug zu berücksichtigen ist, ist die Notifizierung eines Labors durch die Notifizierungsstelle eines Bundeslandes bundesweit gültig, so dass Gegennotifizierungen in Zukunft nicht mehr erforderlich sind.

#### Methode

In Abbildung 6 werden die wichtigsten Prozessschritte für die Notifizierung durch AQU dargestellt.

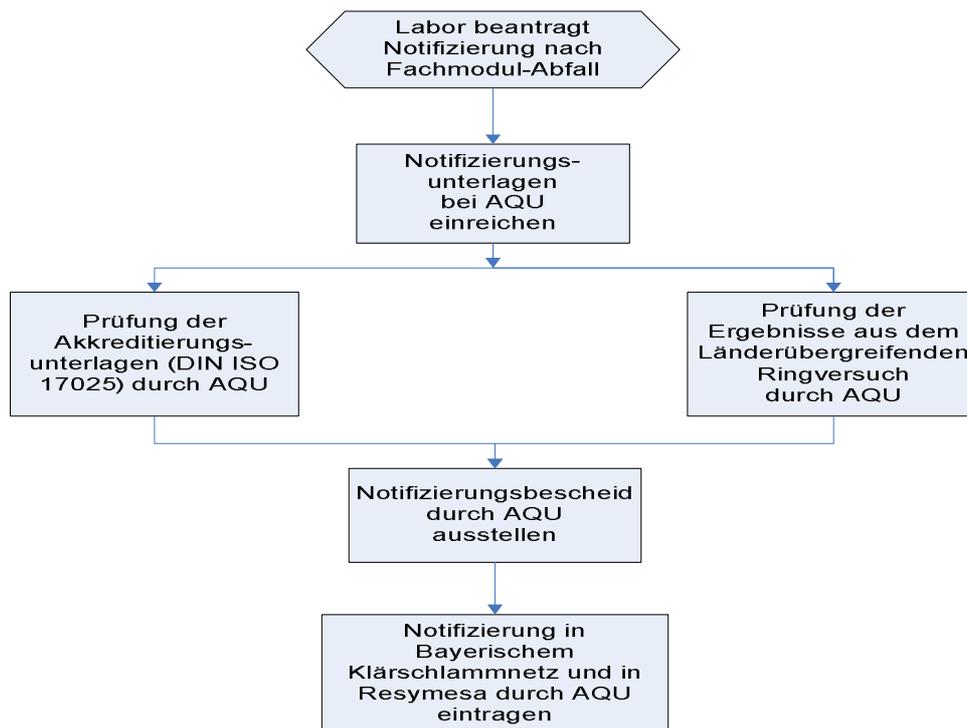


Abb.6 : Wesentliche Schritte bei der Notifizierung von Laboren nach Fachmodul Abfall

Die wesentlichen Aufgaben bei der Notifizierung durch AQU nach Fachmodul Abfall sind:

- Prüfung der Akkreditierungsunterlagen
- Prüfung der Ringversuchsergebnisse
- Ausfertigung der Notifizierungsbescheide für Labore und Bodenprobenehmer
- Eintragung der Notifizierung in das Bayerische Klärschlammnetz und in das Rechercsystem (Resymesa)

### Prüfung der Akkreditierungsunterlagen

Die Labore legen bei AQU die Akkreditierungsunterlagen vor, die den Vorgaben der DIN ISO 17025 entsprechen müssen. Dazu lassen sich die Labore von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) unter Berücksichtigung des Fachmoduls Abfall auditieren. AQU bearbeitet die Antragsunterlagen der Labore im Einvernehmen mit der AQS-Stelle des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU).

Im Jahr 2011 hat die Notifizierungsstelle bei AQU die umfangreichen Akkreditierungsunterlagen von 13 Antragstellern überprüft.

### Prüfung der Ringversuchsergebnisse

Zur Aufrechterhaltung der Notifizierung müssen die Labore an Ringversuchen teilnehmen, die in Zusammenarbeit mit den Vollzugsbehörden der anderen Bundesländer jährlich durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Ringversuche werden den Notifizierungsstellen in den Bundesländern von den Ringversuchsveranstaltern zur Verfügung gestellt. Die Notifizierung bleibt nur dann gültig, wenn die Labore innerhalb von zwei Jahren mindestens einmal am Ringversuch mit Erfolg teilgenommen haben.

In 2011 gab es bei den Ringversuchsergebnissen der bayerischen Labore keine nennenswerten Auffälligkeiten, so dass die Notifizierungen aufrecht erhalten werden konnten.

## Ergebnisse

### Ausfertigung der Notifizierungsbescheide für Labore

Mit Firmensitz in Bayern sind mit Stand vom 31.12.2011 insgesamt 29 Labore nach den Vorgaben des Fachmoduls Abfall von der Notifizierungsstelle bei AQU mit Bescheid notifiziert gewesen.

Einen Überblick zur Kompetenz der notifizierten Labore in Bayern gibt die folgende Tabelle.

Tab. 4: Übersicht zu den Parameterbereichen der notifizierten Labore mit Firmensitz in Bayern (Stand 31.12.2011)

Notifizierungsbereich nach Fachmodul Abfall (FMA)	Anzahl Labore	
	2011	(2010)
1.1 Probenahme Klärschlamm	17	(18)
1.2 Schwermetalle im Klärschlamm	20	(20)
1.3 Adsorbierte organisch gebundene Halogene (AOX) im KS	19	(20)
1.4 Nährstoffe im Klärschlamm	19	(19)
1.5 PCP im Klärschlamm	8	(6)
1.6 Dioxine/Furane im Klärschlamm	4	(5)
2.1 Probenahme Boden	19	(18)
2.2 Schwermetalle im Boden	18	(18)
2.3 Nährstoffe im Boden	17	(19)
3.1 Probenahme Bioabfall	16	(15)
3.2 Schwermetalle im Bioabfall	15	(15)
3.3 Fremdstoffe, Steine, Salzgehalt im Bioabfall	14	(14)
3.4 Seuchenhygiene (Salmonellen) im Bioabfall	7	(7)
3.5 Phytohygiene im Bioabfall	7	(8)

### Ausfertigung der Notifizierungsbescheide für Bodenprobenehmer

Seit 01.01.2009 dürfen Bodenproben von Flächen, die mit Klärschlamm beschlämmt werden sollen, nur noch von notifizierten Laboren oder notifizierten Bodenprobenehmern genommen werden. Der Personenkreis, der eine Notifizierung beantragen kann, darf keine wirtschaftlichen Interessen zur Klärschlammausbringung haben. Die Antragsteller müssen eine Schulung zur Bodenprobenahme absolvieren und eine Verpflichtungserklärung bei der Notifizierungsstelle in AQU vorlegen. Die Notifizierungsbescheide haben eine Gültigkeit von 5 Jahren und laufen mit 31.12.2013 aus.

In 2011 hat AQU sechs Personen die Notifizierung als Bodenprobenehmer erteilt.

Insgesamt haben in Bayern 506 Personen die Notifizierung als Bodenprobenehmer und damit die Berechtigung zur Entnahme von Bodenproben im Vollzug der Abfallklär-schlammverordnung.

Projektleitung: Dr. R. Ellner  
Projektbearbeitung: C. Petosic, J. Lempart  
Projektdauer: Daueraufgabe

### **2.3.2 Fortschreibung der Liste mit zugelassenen „Gülle-Laboren“ für das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP)**

#### **Zielsetzung**

Seit 2003 fördert das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Rahmen des Kulturlandschaftsprogramms (KULAP) die umweltschonende Flüssigmistausbringung. Für die Landwirte besteht die Auflage, mindestens einmal im Jahr die Gülle in einem von der LfL anerkannten Labor untersuchen zu lassen.

#### **Methode**

Zu untersuchende Pflichtparameter sind der Gesamt-N-Gehalt und der Ammonium-N-Gehalt und außerdem müssen sich die Labore verpflichten, einige Betriebsdaten des Gülleeinsenders zu erfassen und diese zusammen mit den Analyseergebnissen an die LfL (Institut für Agrarökologie, IAB) weiterzuleiten.

Da Gesamt-N und NH<sub>4</sub>-N auch Pflichtparameter beim Klärschlamm sind, sind alle für den Untersuchungsbereich „Nährstoffe im Klärschlamm (FMA 1.4)“ notifizierten Labore für die Gülleuntersuchungen zugelassen, vorausgesetzt sie erklären sich zur Datenerhebung und –weiterleitung an die LfL bereit.

#### **Ergebnisse**

Zum 31.12.2011 befanden sich 16 Labore auf der „Gülle-Liste“. 11 Labore haben Ihren Sitz in Bayern, 5 sind aus anderen Bundesländern.

Projektleitung: Dr. R. Ellner  
Projektbearbeitung: C. Petosic  
Projektdauer: Daueraufgabe

### **2.3.3 Durchführung des Länderübergreifenden Ringversuchs Abfall (LÜR-V-A) als Grundlage für die Notifizierung von Laboren im Vollzug des Abfallrechts**

#### **Zielsetzung**

Im Rahmen des „Länderübergreifenden-Ringversuchs-Abfall (LÜR-V-A)“, der im Vollzug der Abfallklär-schlamm-Verordnung und der Bioabfall-Verordnung durchgeführt wird, ist AQU 1 für die Fachmodul-Abfall-Parameter 1.2, 1.3 und 1.4 zuständig. Die Teilnehmer am Ringversuch werden in den einzelnen Parametergruppen meist von zwei Bundesländern bearbeitet. Der Ringversuch wird jährlich durchgeführt.

Die Ergebnisse des Ringversuchs, an dem sich die notifizierten Labore innerhalb von 24 Monaten mindestens einmal mit Erfolg beteiligen müssen, werden den Notifizierungsstellen in den Bundesländern zur Verfügung gestellt.

In der Tabelle 5 sind die Zuständigkeiten der „Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten bzw. der Landesanstalten“ für den LÜRV-A aufgelistet.

Tab. 5: Zuständigkeit der Bundesländer für Ringversuchsparameter im LÜRV-A-2011

Bundesland	Parameterbezeichnung nach Fachmodul Abfall (FMA)	Beschreibung des Parameters
Bayern Sachsen	FMA 1.2	Schwermetalle im Klärschlamm
	FMA 1.3	AOX im Klärschlamm
	FMA 1.4	Nährstoffe, physikalische Parameter im Klärschlamm
Rheinland-Pfalz/ Saarland	FMA 1.5	PCB im Klärschlamm
	FMA 1.6	PCDD/F im Klärschlamm
Baden-Württemberg Thüringen	FMA 2.2	Schwermetalle, pH-Wert, Bodenart des Bodens
	FMA 2.3	Pflanzenverfügbare Nährstoffe des Bodens
Hessen Thüringen Sachsen	FMA 3.2	Schwermetalle in Bioabfall
	FMA 3.3	Fremdstoffe, physikalische Parameter im Bioabfall
	FMA 3.4	Seuchenhygienische Untersuchung am Bioabfall
	FMA 3.5	Phytohygienische Untersuchung am Bioabfall

## Methoden

„AQU 1 Anorganische Analytik“ stellte für den LÜRV-A, Parameter 1.2, 1.3 und 1.4 das Probenmaterial her. Insgesamt wurden 243 Ringproben bereitgestellt: Klärschlammproben, sterilisiert, homogenisiert. Zur Absicherung des Probenmaterials wurden alle Ringproben auf Trockensubstanz und Ammonium-Stickstoff untersucht, um deren Homogenität zu garantieren.

An diesem Ringversuchsteil haben 101 Labore aus allen Bundesländern teilgenommen.

## Ergebnisse

Der LÜRV-A-2011 im Vollzug der Klärschlammverordnung und des Fachmoduls Abfall mit den Parametern 1.2, 1.3 und 1.4 konnte ohne besondere Vorkommnisse von AQU 1 veranstaltet werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 im Vergleich zu den Jahren 2009 und 2010 dargestellt. Weitere Einzelheiten sind im Beitrag unter Punkt 2.3.6 beschrieben.

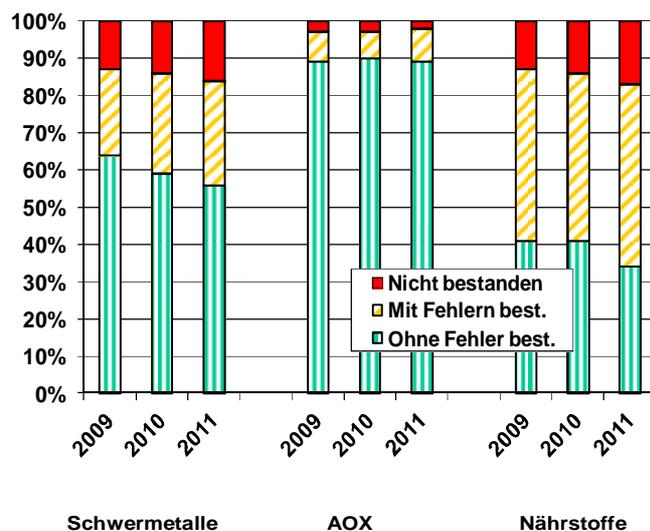


Abb. 7: Ergebnisse der 5-Länder-Ringversuche (2009, 2010) und des LÜRV-A (2011) zu Schwermetallen, AOX, Nährstoffe im Klärschlamm

Im Vergleich zum Jahr 2010 war der Anteil der Teilnehmer, die den Ringversuch nicht bestanden haben für den Parameter AOX (FMA 1.3) um 1 Prozent geringer, bei den Schwermetallen (FMA 1.2) haben 16 Prozent nicht bestanden (2010: 14 %) und bei den Nährstoffen (FMA 1.4) war im Vergleich zum Vorjahr ein Anstieg um 3 Prozent auf 17 Prozent nicht bestandene Teilnehmer zu beobachten.

Projektleitung: Dr. R. Ellner, Dr. S. Mikołajewski  
 Projektbearbeitung: H. Müller, C. Petosic, W. Sitte, M. Wärmann,  
 Projektdauer: Daueraufgabe

### 2.3.4 Qualitätssicherung zur Absicherung der Beratungsaufgaben des LKP – Grundlagen für die Düngeberatung

#### Auswahl der LKP – Auftragnehmer-Labore

##### Zielsetzung

Die Untersuchung von Agrarböden zur Erlangung genauer Kenntnisse über den Gehalt an Nährstoffen, Spurenelementen sowie anorganischen Schadstoffen (z.B. Schwermetallen) ist essentielle Basis für die Gestaltung einer qualitätsbewussten und umweltschonenden Landwirtschaft. Nicht zuletzt ist sie für den Landwirt auch notwendig, um neben den ökologischen Gesichtspunkten den Einsatz von Düngemitteln auch vor dem Hintergrund steigender Preise für Produktionsmittel effizient vornehmen zu können.

In Bayern werden Bodenuntersuchungen vom Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung (LKP) über die angeschlossenen Erzeugerringe organisiert und bei Privatlaboren in

Auftrag gegeben. Die Analysendaten gehen an das Institut für Agrarökologie (IAB) zurück, das daraus eine Düngeempfehlung für die Landwirte erstellt.

### Methode

AQU ist selbst kein LKP-Auftragnehmer-Labor, sondern benennt dem LKP geeignete Labore, die sich im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen, die von AQU vorgegeben werden, qualifizieren müssen. In der Abbildung 8 werden die Schritte, die zur Auswahl der Labore notwendig sind, dargestellt.

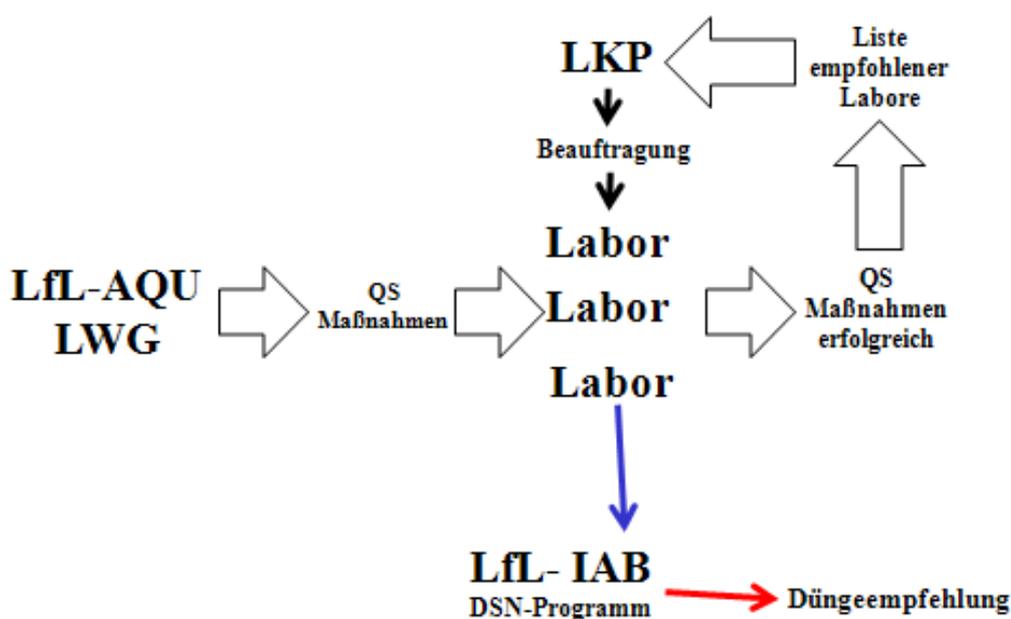


Abb. 8: AQU/LWG-QS-Maßnahmen und Auswahl der LKP-Auftragslabore

Die Qualitätssicherungsmaßnahmen setzen sich aus Ringversuchen und Probennachkontrollen zusammen.

Die Ringversuche werden zu folgenden Parametern von AQU 1 veranstaltet:

- Grundnährstoffe (einschließlich Mg, Humus, freier Kalk und Bodenartbestimmung)
- Spurenelemente und zu
- $N_{\min}$

In die Durchführung der Ringversuche ist das Fachzentrum Analytik: SG Umweltanalytik der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) in Veitshöchheim eingebunden, da nur dort für beide Landesanstalten ein Bodenlabor für die Untersuchung auf Grundnährstoffe und Spurenelemente vorgehalten wird.

Im Jahr 2011 haben 18 Labore an den Ringversuchen teilgenommen, um damit auf die „Liste der empfohlenen Labore“ zu gelangen.

**Ergebnisse**

Wie der Abbildung 9 zu entnehmen ist, scheiterten auch in 2011 bis zu 3 Labore im Ringversuch. Bei diesen handelt es sich ausnahmslos um keine aktuellen LKP- Auftragnehmer-Labore.

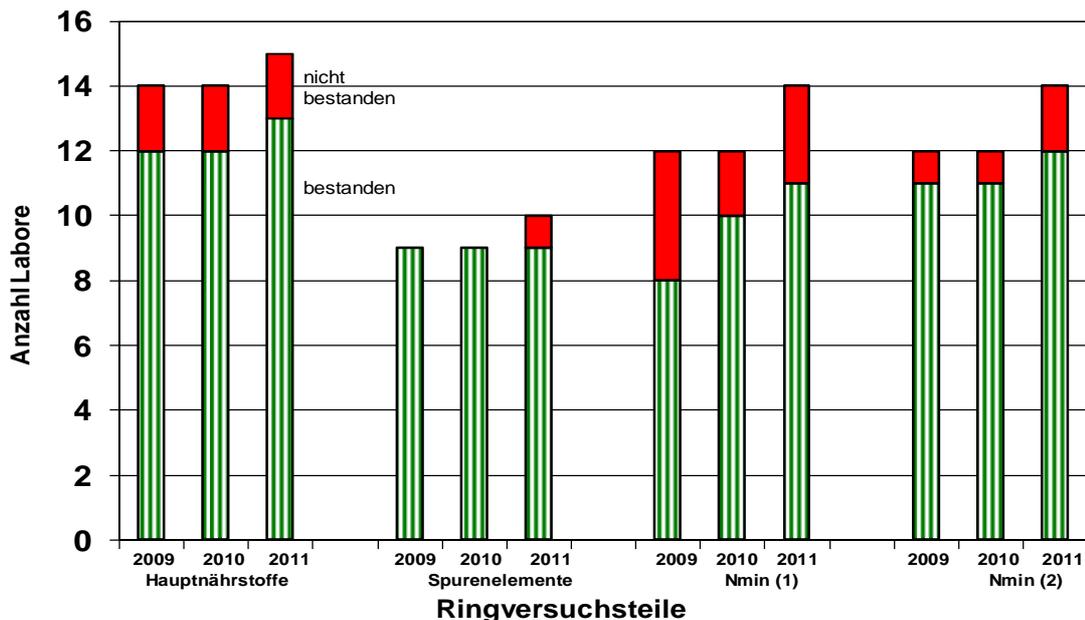


Abb. 9: Vergleich der Ergebnisse der Ringversuche 2009 bis 2011 bei Laboren im Bewerbungsverfahren als LKP-Auftragslabor

Zusätzlich zu den Ringversuchen findet in der Regel einmal im Jahr bei allen LKP-Auftragnehmern eine Überprüfung der Analytik an Rückstellproben mit den Parameterbereichen „Grundnährstoffe“ und „Spurenelemente“ statt. Die Auswahl dieser Proben erfolgte durch AQU, die Untersuchung führte die LWG durch. In 2011 wurden sechs Labore mit 570 Proben nachkontrolliert.

Die Erfahrungen einer Untersuchungssaison sind Gegenstand einer Besprechung mit allen aktuellen und potenziellen LKP-Auftragnehmer-Laboren. Diese Besprechung fand im Dezember 2011 statt.

Für die Untersuchungssaison 2011/2012 konnte dem LKP die in Tabelle 6 genannte Zahl von Untersuchungsstellen gemeldet werden. Unter den 14 Laboren mit Kompetenz für Hauptnährstoffe befinden sich 7 mit Sitz außerhalb Bayerns, während es bei den 9 Spurenelement- 4 und bei 12  $N_{\min}$ -Laboren 3 sind, die ihren Firmensitz nicht in Bayern haben.

Tab. 6: Anzahl der für das LKP als geeignet erklärten Labore für die Bodenuntersuchung 2011/2012 und Zahl der beauftragten Labore

Parameterbereich	geeignete Labore	beauftragte Labore
Hauptnährstoffe	14	6
Spurenelemente*)	9	6
$N_{\min}$ -Untersuchungen (DSN)	12	7
*) Labor muss auch Kompetenz für Hauptnährstoffe haben		

Projektleitung: Dr. R. Ellner, Dr. S. Mikolajewski, Dr. M. Klemisch (LWG)  
 Projektbearbeitung: H. Müller, C. Petosic, M. Wärmann  
 Projektdauer: Daueraufgabe

### 2.3.5 Qualitätssicherung zur Absicherung der Beratungsaufgaben des LKV – Grundlagen für die Fütterungsberatung

Die Ergebnisse der Futtermitteluntersuchungen aus dem Futtermittellabor des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung Bayern e.V. Grub (LKV) in der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen sind Grundlage für die Fütterungsberatung und die Rationsgestaltung in den landwirtschaftlichen Betrieben Bayerns.

Im Untersuchungsjahr 2011 wurden erstmals seit Gründung des LKV Labors mehr als 20.000 Proben, nämlich 23.041 Futterproben untersucht und damit wurden seit 1990 mehr als 300.000 Proben auf ihren Futterwert analysiert (siehe Abbildung 10). Die Untersuchungsaufträge wurden dem Labor in Form von 26.000 Untersuchungspaketen übermittelt. Letztlich hat das Labor ca. 264.000 Einzelparameter bestimmt und diese dem LKV und seinen Mitgliedern zur weiteren Verwendung zur Verfügung gestellt.

Die meisten Proben erreichten das Futtermittellabor mit dem bayernweiten Kurierdienst des LKV.

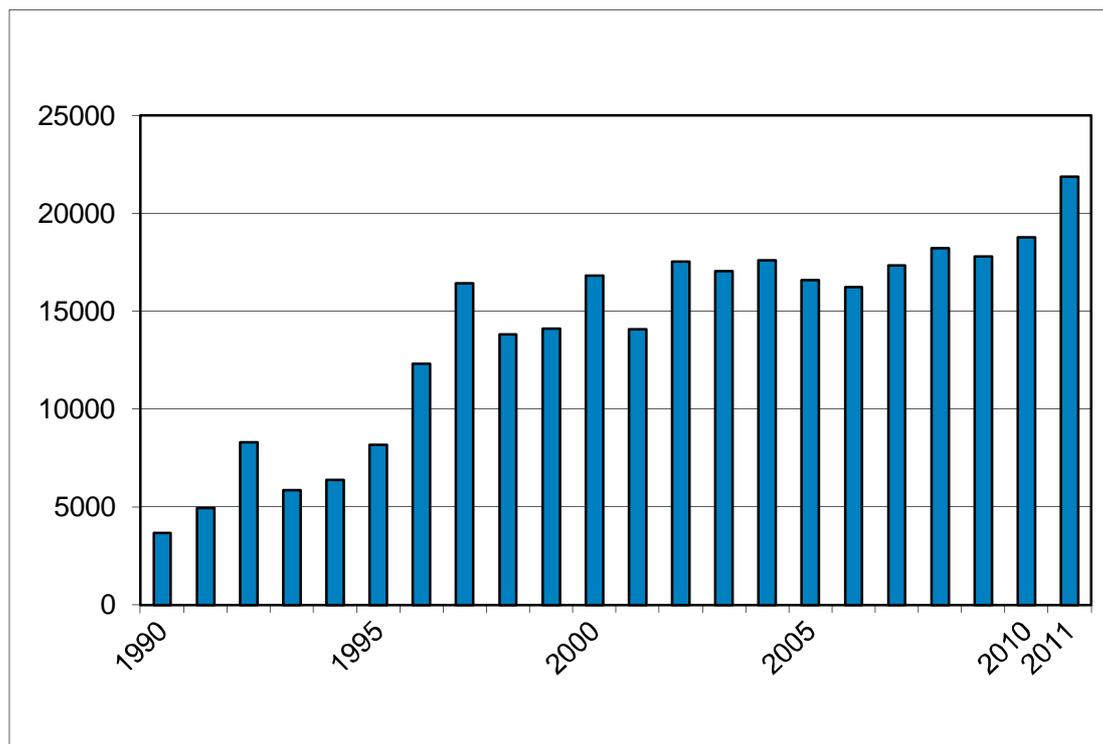


Abb. 10: Zahl der untersuchten LKV Futterproben; 1990 bis 2011

Der Probeneingang war auch im Untersuchungsjahr 2011 stark saisonal geprägt (siehe Abbildung 11). Bereits Ende September setzte ein erhöhtes Probenaufkommen ein, das im Oktober mit 4.567 und im November mit 4.379 Proben sein Maximum erreichte. Zeitweise mussten bis zu 1.500 Proben in der Woche vom Labor verarbeitet werden.

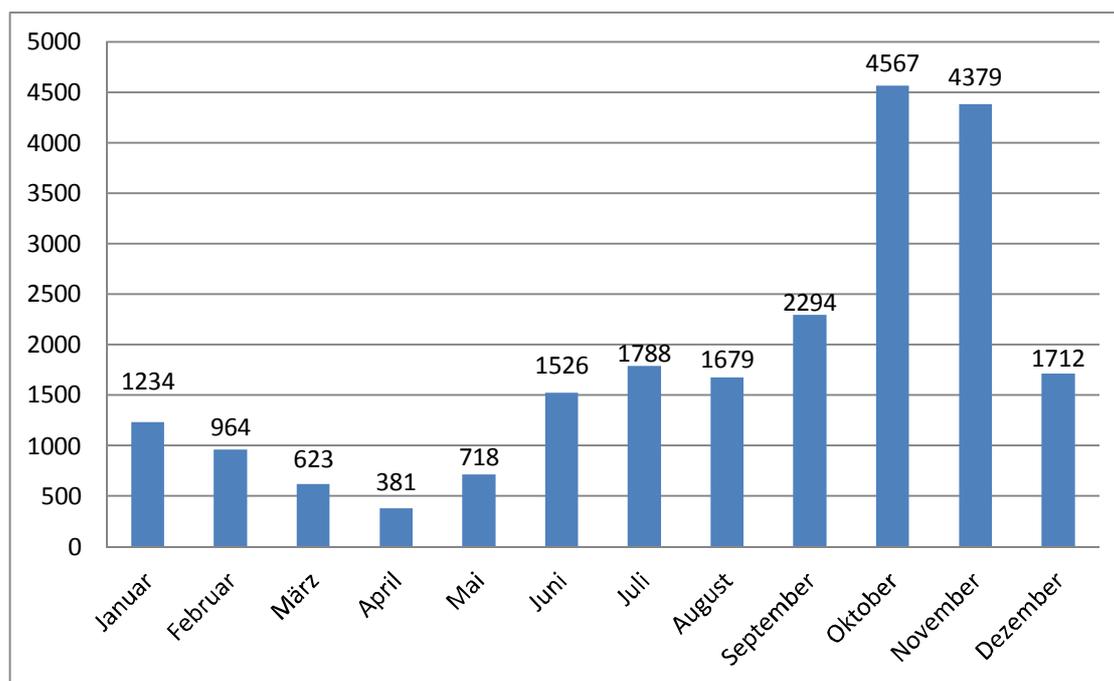


Abb. 11: Verteilung des Probeneingangs im LKV-Labor im Jahr 2011

Im Vergleich zum Jahr 2010 stieg das Probenaufkommen um 3.497 Proben bzw. 17,9 % (siehe Tabelle 7). Der größte Zuwachs ist besonders bei den Gärfutter- und den Biogassubstratproben zu beobachten.

Tab. 7: Übersicht zur Probenart im LKV-Labor; 2010 / 2011

Probenart	Probenzahl	
	2010	2011
Grünfutter	1.952	2.048
Gärfutter	14.490	16.358
davon		
Grassilage	9.066	9.955
Maissilage	4.639	5.539
Heu	261	285
Cobs	253	278
Körnerfrüchte	741	777
Eiweißfuttermittel	170	238
Rinderfuttermittel	138	49
Allein- und Ergänzungsfuttermittel für Schweine	421	395
Gesamtmischrationen	102	116
Sonstige Futtermittel	326	1.321
Biogassubstrate	690	1.176
<b>gesamt</b>	<b>19.544</b>	<b>23.041</b>

Bei den 1.176 Biogassubstratproben wurden die Trockenmassen bestimmt und bei 502 Substratproben zusätzlich der Methangasertrag auf der Basis der Rohnährstoffe ausgewiesen. Die Nachfrage in diesem Analysenfeld ist im Vergleich zum Vorjahr deutlich steigend, was die Bedeutung der alternativen Energieproduktion in den landwirtschaftlichen Betrieben wiedergibt.

Die Beauftragung von Lysinuntersuchungen und Untersuchung der vier essentiellen Aminosäuren ist vergleichsweise gering. Lysin wurde für 303 Proben (2010: 253) und die Analyse auf die vier essentiellen Aminosäuren für 113 Proben (2010: 145) beauftragt.

Die Gründe dafür sind unterschiedlich: Die Analytik ist im Vergleich zum sonstigen LKV-Analysenangebot zeit- und kostenaufwendiger und damit erscheint sie für die Landwirte zu teuer. Bis die Ergebnisse vorliegen, dies gilt bei dem Paket für die vier essentiellen Aminosäuren, können bis zu zwei Wochen vergehen, da diese Aminosäurenanalytik ausschließlich nasschemisch nach VDLUFA-Methode durchgeführt werden kann. Zur Verbesserung dieser Situation wurden erste Maßnahmen über das Programm „Eiweißinitiative Bayern“ des Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in die Wege geleitet u.a. wurde ein leistungsfähiges NIR Gerät beschafft und in das NIR-Aminosäurenetzwerk der Fa. Evonik integriert. Ziel ist es, für ausgewählte Futtermittel kostengünstige und schnelle Nährstoffuntersuchungen, einschließlich der essentiellen Aminosäuren anzubieten.

Tab. 8: Probenart und Analysenparameter der LKV Proben in 2011

Probenart	Untersuchungsart														
	Nährstoffe und Silierkennzeichen												Aminosäuren		
	Weender gesamt	NIR		Chemie									Lysin	Aminos.	
Weender		Stärke	Zucker	ADFom	NDFom	Gasbil- dung	Siliekenn- werte	Biogas	Ammoniak	Nitrat	nur TS				
<b>Grünfutter</b>															
Wiesen-/Weidegras	1095	943	152		78	13		13		16		7	84		
Getreide grün	100	56	44					5		63			10		
Grünmais	679	640	39	28						132		9	876		
Klee/ Klee gras	58	48	10							16			4		
Luzerne/Luzernegras	4	0	4												
sonstige	112	111	1							53			8		
<b>Gärfuttermittel</b>															
Grassilagen	9955	9770	185		31	29		29	159	89	9	102	46	2	
Ganzpflanzensilagen	248	139	109	91	40				7	31		4	106		
Maissilagen	5539	5461	78	65			32		61	88	2	47	32		
Klee/Kleegrassilagen	257	213	44		9				7	2		43	1		
Luzerne/Luzernegrassil	108	76	32		2				1	1	2	2			
Corn Cob Mix	84	79	5	12					1	4			1	9 2	
Maiskorn/Lieschkolber	72	12	60						3	1			1	16 4	
sonstige	95	57	38						2	4		2	3		
<b>Heu</b>															
Wiesenheu	243	195	48		16	10		10	1						
Luzerneheu	33	2	31							1					
sonstige	9	9													
<b>Cobs</b>	278	176	102		10	10		10				4		2	
<b>Stroh</b>	7		7									1			
<b>Körnerprodukte</b>															
Gerste	353	304	49	47	27							1	49	4	
Weizen	270	233	37	32	10								34	7	
Roggen	1	0	1												
Triticale	83	75	8	13									8	1	
Mais	30	1	29										4	2	
sonstige	40	1	39	6		sonstige									
<b>Nebenprodukte</b>															
Rüben	15	0	15		4					1			1		
Molkerei	24	17	7										18	1	
Müllerei	11	0	11	11	4										
Brauerei	13	1	12						1				2	1	
sonstige	30	1	29	6									2	2	
<b>Eiweißfuttermittel</b>															
Erbsen/Ackerbohnen	46	6	40										9	3	
Sojabohnen/Lupinen	40	10	30										5	1	
Sojaextraktionsschrot	134	99	35	15	15								20	3	
Rapsextraktionsschrot	12	0	12												
sonstige	6	0	6										1	1	
<b>Kraftfutter</b>															
Schwein	395	269	126	65	42								118	49	
Rind	49	4	45												
Legehennen	3	1	2											3	
<b>Mineralfutter</b>															
Rind	7	0	7												
Schwein	35	6	29										2	30	
<b>TMR</b>	116	90	26	18	4							1	3	1	
<b>Gülle</b>	2	0	2												
<b>Anzahl Untersuchungen</b>	<b>20691</b>	<b>19105</b>	<b>1586</b>	<b>409</b>	<b>292</b>	<b>62</b>	<b>32</b>	<b>67</b>	<b>243</b>	<b>502</b>	<b>13</b>	<b>223</b>	<b>1176</b>	<b>303</b>	<b>113</b>

Neben der ständigen Pflege der NIR-Kalibrierfunktionen wurde an der Entwicklung neuer Kalibrierungen für Luzerne und Luzernegras sowie deren Silagen und für Ackerbohnen und Erbsen gearbeitet. Diese Futtermittel gewinnen auf Grund ihres hohen Eiweißgehaltes zunehmend an Bedeutung und die Zahl der Untersuchungen für diese Produkte steigt.

Bei den Mineralstoffuntersuchungen bestand das größte Interesse bei den Mengenelementen einschließlich Kupfer und Zink (Block M) gefolgt vom Block O, der zusätzlich die Anionen Schwefel und Chlor sowie die Spurenelemente Mangan und Eisen beinhaltet. Es wird den Landwirten dringend geraten, eine Untersuchung auf die Elemente des Mineralstoffblockes M durchführen zu lassen, da die Streubreite der Mineral- und Spurenele-



Zur Qualitätssicherung der Untersuchungsverfahren wird im Futtermittellabor ein hoher Aufwand betrieben.

Die NIR Kalibrierungen für Gras, Grassilagen und Maissilagen (78 % aller eingehenden Proben) werden jährlich in zwei umfassenden Ringversuchen geprüft, die sich auf 12 Untersuchungsparameter beziehen. Darüber hinaus wird von der VDLUFA Qualitätssicherung GmbH einmal jährlich die Standardisierung der NIR Geräte an Hand eines definierten Probenkollektivs geprüft, um die Qualität des NIR Netzwerkes zu gewährleisten.

Die Röntgenfluoreszenzspektrometrie zur Mineralstoffbestimmung wird ebenfalls jährlich in zwei Laborvergleichsuntersuchungen geprüft. In der Regel werden Gras, Cobs und Silageproben analysiert. Diese werden „laborüblich“ vermahlen und am RFA Gerät in vierfacher Wiederholung vermessen. Interessante Größen sind die Mittelwerte der Inhaltsstoffe, die laborinterne Wiederholbarkeit und die Vergleichbarkeit der Mittelwerte zwischen den teilnehmenden Laboren.

Selbstverständlich werden auch alle nasschemischen Verfahren auf diese Weise geprüft. Ergänzend zu den NIR und RFA Parametern werden auch Aminosäuren, flüchtige Fettsäuren, Nitrat und weitere Parameter abgefragt. Insgesamt können dies bis zu 45 Inhaltsstoffe sein.

Umfangreiche Auswertungen der LKV Untersuchungen sind im Anhang des Jahresberichts 2011 des Instituts für Tierernährung enthalten. (<http://www.lfl.bayern.de/ite/>). Neben den Rohnährstoff- und Energiegehalten verschiedener Grobfuttermittel sind Auswertungen zu Nitrat, Gärqualität und Aminosäuren dargestellt.

Projektleitung: Dr. M. Schuster  
Projektbearbeitung: LKV-Mitarbeiter bei AQU  
Projektdauer: Daueraufgabe

### **2.3.6 Der LÜR-V-A Klärschlamm 2011 als Grundlage für die Notifizierung nach Fachmodul Abfall**

#### **Zielsetzung**

Gemäß der Verordnung zur Übertragung von Zuständigkeiten im Bereich Abfallentsorgung (AbfZustV) in der Fassung vom 7.11.2005 obliegt der LfL (AQU-L) die Zulassung (Notifizierung) von Untersuchungslaboren nach Fachmodul Abfall. Eine wichtige Voraussetzung für die Erlangung und Aufrechterhaltung der Notifizierung ist die erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen gemäß der im Fachmodul Abfall verankerten Parameterbereiche zum Nachweis der Methoden- und Analysenkompetenz des Prüflaboratoriums.

Im Zuge der von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) initiierten Bestrebungen zur bundesweiten Harmonisierung des Ringversuchswesens im abfallrechtlichen Bereich wurde 2011 erstmals für die Matrices Klärschlamm, Boden und Bioabfall des Fachmoduls Abfall (FMA) ein länderübergreifender Ringversuch Abfall (LÜR-V-A) für die gesamte Bundesrepublik organisiert und durchgeführt. Der LÜR-V-A ersetzt damit die bisherigen FMA-Ringversuche, die in der Vergangenheit von Ringversuchsveranstaltern einzelner Bundesländer oder Bundesländer-Kooperationen angeboten worden sind. Innerhalb des LÜR-V-Abfall war die LfL (AQU 1) zusammen mit der BfUL Sachsen für den Ringversuch in den Parameterbereichen FMA 1.2: Schwermetalle im Klärschlamm, FMA 1.3: AOX im Klärschlamm und FMA 1.4: Nährstoffe im Klärschlamm zuständig und hat zu-

dem die Federführung für den gesamten Bereich Klärschlamm (FMA 1.2 bis 1.6) übernommen.

### **Methode**

Die Ausrichtung der Ringversuche umfasste für die Veranstalter Generierung, Homogenitätsprüfung und Versand geeigneten Probenmaterials (jeweils zwei verschiedene Klärschlämme kommunaler Klärwerke), statistische Auswertung der Ergebnisse, Erstellung und Versand des Ringversuchsberichts bis hin zur Übermittlung der Teilnahmebescheinigungen und Zertifikate an die teilnehmenden Labore, sowie die Mitteilung der Ringversuchsergebnisse der Labore an die Notifizierungsstelle und Erstellung einer bundesweiten Gesamtauswertung des LÜRV-A-Klärschlamm 2011 durch die Federführenden (AQU 1).

Die Gesamtheit der von den Laboren rückübermittelten Analysenergebnisse wurde mit der Software ProLab der Firma quoData (Dresden) nach DIN 38402 A 45 statistisch ausgewertet. Die Auswertung der Einzelparameter erfolgte nach LAWA-Merkblatt A-3, Anmerkung 4 auf der Grundlage von  $Z_u$ -Scores ( $|Z_u| \leq 2,0 =$  bestanden). Erfolgreich war die Ringversuchsteilnahme eines Labors, wenn je Parameterbereich bei mindestens 80% der Mittelwerte aller Parameter-Proben-Kombinationen  $Z_u$ -Scores (positiv oder negativ)  $\leq 2,0$  ergaben **und** mindestens 80% der Parameter in mindestens 50% der Proben  $Z_u$ -Scores (positiv oder negativ)  $\leq 2,0$  aufwiesen.

### **Ergebnisse**

Im Bereich Klärschlamm-Anorganik für FMA 1.2, 1.3 und 1.4 wurden 101 Labore von der LfL (AQU 1) und 55 Labore von der BfUL-Sachsen betreut. Die Gesamtauswertung des LÜRV-A Klärschlamm 2011 ergab, dass von den Laboren der gesamten Bundesrepublik 16,4% (FMA 1.2), 4,5% (FMA 1.3) bzw. 20,0% (FMA 1.4) den Ringversuch leider ohne Erfolg abgeschlossen haben. Insbesondere bei der Parametergruppe (FMA 1.4: physikalische Parameter/Nährstoffe) erscheint die Quote im Vergleich zu früheren Ringversuchen erhöht.

Im Bereich Klärschlamm-Organik wurden alle 121 angemeldeten Labore von der LUFA-Speyer betreut. 14,0% (FMA 1.5) und 8,0% (FMA 1.6) der Labore haben am Ringversuch der jeweiligen Parametergruppe leider ohne Erfolg teilgenommen. Dies entsprach in etwa dem langjährigen Mittel bei den Bereichen FMA 1.5 und 1.6.

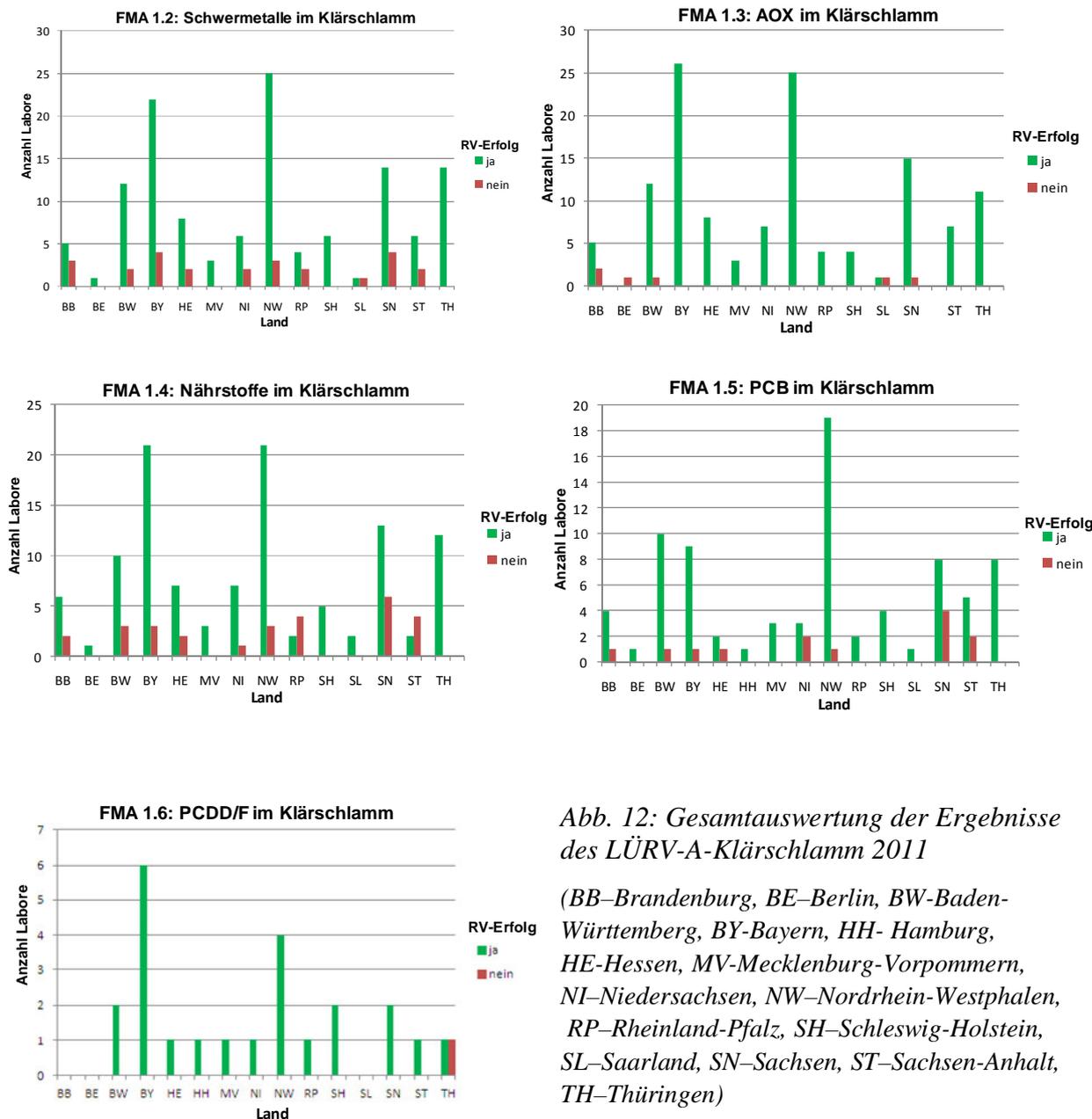


Abb. 12: Gesamtauswertung der Ergebnisse des LÜRV-A-Klärschlamm 2011

(BB–Brandenburg, BE–Berlin, BW–Baden-Württemberg, BY–Bayern, HH–Hamburg, HE–Hessen, MV–Mecklenburg-Vorpommern, NI–Niedersachsen, NW–Nordrhein-Westfalen, RP–Rheinland-Pfalz, SH–Schleswig-Holstein, SL–Saarland, SN–Sachsen, ST–Sachsen-Anhalt, TH–Thüringen)

Die Diagramme (Abb. 12) illustrieren für jede Parametergruppe die gemeinsam ausgewerteten Ringversuchsergebnisse aller teilnehmenden Labore in der gesamten Bundesrepublik.

Die Anzahl der pro Bundesland erfolgreich (Erfolg "ja") bzw. erfolglos (Erfolg "nein") teilgenommenen Labore wurde dabei in Beziehung gesetzt zu der Gesamtzahl der Teilnehmer aus dem jeweiligen Bundesland.

- Projektleitung: Dr. S. Mikolajewski, Dr. R. Ellner
- Projektbearbeitung: K. Baier, R. Graßl, S. Kneipp, C. Petosic, H. Schuhmann, W. Sitte, M. Wärmann, G. Zellner
- Kooperation: Dr. D. Klee (LUFASpeyer), Dr. R. Klose (BfUL Leipzig)
- Projektdauer: Daueraufgabe

### 2.3.7 Analytik von Handelsdüngern für die Düngemittelverkehrskontrolle

#### Zielsetzung

Eine der zentralen Daueraufgaben des Sachgebiets AQU 1 Anorganik Boden-Dünger-Pflanze ist die chemisch-analytische Untersuchung der im Auftrag der amtlichen Düngemittelverkehrskontrolle (DVK) landesweit gezogenen Proben von Handelsdüngern zur Überprüfung der düngemittelrechtlichen Vorschriften. Geprüft wird hierbei, ob die vorgeschriebenen Toleranzen bei der Deklaration der Nährstoffangaben bzw. der mit Grenzwerten belegten Schadstoffe eingehalten werden. Die Analyseergebnisse werden nachfolgend der am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung ansässigen Arbeitsgruppe Verkehrs- und Betriebskontrollen (IPZ 6b) zur weiteren Verbescheidung im Vollzug der Düngemittelverordnung zur Verfügung gestellt.

#### Methode

Gemäß der von IPZ 6b erteilten Untersuchungsaufträge werden die Düngemittelproben entsprechend der deklarierten Gehalte hinsichtlich der Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium, den Sekundärnährstoffen Calcium, Schwefel und Magnesium sowie deren Löslichkeiten überprüft. Für Spurennährstoffdünger werden zudem je nach Deklaration die Gehalte der Elemente Bor, Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän Selen und/oder Zink ermittelt. Kalkdünger erfordern neben der Bestimmung der  $\text{CaCO}_3$ - bzw.  $\text{CaO}$ -Gehalte die Ermittlung basisch wirksamer Bestandteile, der Reaktivität und die Analyse von Siebdurchgängen. Entsprechend den in der Düngemittelverordnung festgelegten Kriterien wird die Bestimmung von Schwermetallen und anderen relevanten Schadstoffen durchgeführt.

Je nach Düngemitteltyp sind Methoden nach deutschem oder EU-Recht anzuwenden. Die Analysemethoden sind vom Gesetzgeber vorgeschrieben und in normkonformen Arbeitsvorschriften festgelegt. Entsprechend der gesetzlichen Vorschriften ist das Sachgebiet AQU 1 für die Düngemittelanalytik nach DIN EN ISO 17025:2005 akkreditiert (Abb. 13).



Abb. 13: Akkreditierungsurkunde



Abb. 14: Königswasserauflösungen von Düngemitteln zur Multielementanalyse am ICP-OES

Zuzüglich zum weiten Spektrum nasschemischer Verfahren (Maßanalyse, Gravimetrie) kommt auf dem Gebiet der instrumentellen Analytik die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS), die Elementaranalyse, die optische ICP-Emissionsspektrometrie (ICP-OES, Abb. 14) sowie die Hydrid- und die Kaltdampftechnik zum Einsatz.

### **Ergebnisse**

Jährlich werden im Sachgebiet etwa 500 amtliche Düngemittelproben untersucht. Im Jahr 2011 belief sich die Anzahl der zur Analytik überstellten Proben auf 535. Die zugehörigen Untersuchungsaufträge der DVK-Stelle wurden dem Labor im Zeitraum vom 31.01.2011 bis 08.02.2012 übermittelt. Zur Untersuchung der je nach Deklaration geforderten Parameter (insgesamt sind 123 verschiedene möglich) waren insgesamt 4.174 Einzelanalysen notwendig. Bei 104 Proben wurden Gehaltsabweichungen festgestellt. Im Vergleich zum Vorjahr (536 Proben, 127 Gehaltsabweichungen) ist damit ein Rückgang der zu beanstandenden Proben von 23,7 % auf 19,4 % zu verzeichnen.

Die Analysenergebnisse wurden der Arbeitsgruppe Verkehrs- und Betriebskontrollen (IPZ 6b) zur weiteren Verbescheidung im Vollzug der Düngemittelverkehrskontrolle zur Verfügung gestellt.

Projektleitung:	Dr. S. Mikolajewski
Projektbearbeitung:	K. Baier, R. Graßl (bis 31.07.2011), S. Petosic (ab 01.09.2011), H. Schuhmann, W. Sitte, M. Wärmann, G. Zellner
Kooperation:	IPZ 6b, AQU 4
Projektdauer:	Daueraufgabe

### **2.3.8 Überwachung Ausbringungsverbot Neonicotinoide Mais 2011**

#### **Zielsetzung**

Das massenhafte Bienensterben im April und Mai 2008 in Baden-Württemberg wurde auf Maissaatgut zurückgeführt, dass mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Neonicotinoide gebeizt wurde. Eine Exposition der Bienen erfolgte durch die Abdrift von wirkstoffhaltigem Abrieb und Feinstaub und Ablagerung auf Blütenpflanzen. Diese geringen Spuren reichten aus, um den Schaden an den Bienenvölkern hervorzurufen. Als Maßnahme erfolgte eine Aussetzung der Zulassung von neonicotinoidhaltigen Saatgutbeizen. In Zusammenarbeit mit IPS erfolgte eine Überwachung des Ausbringungsverbotes von gebeiztem Saatgut, dass mit Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam behandelt wurde.

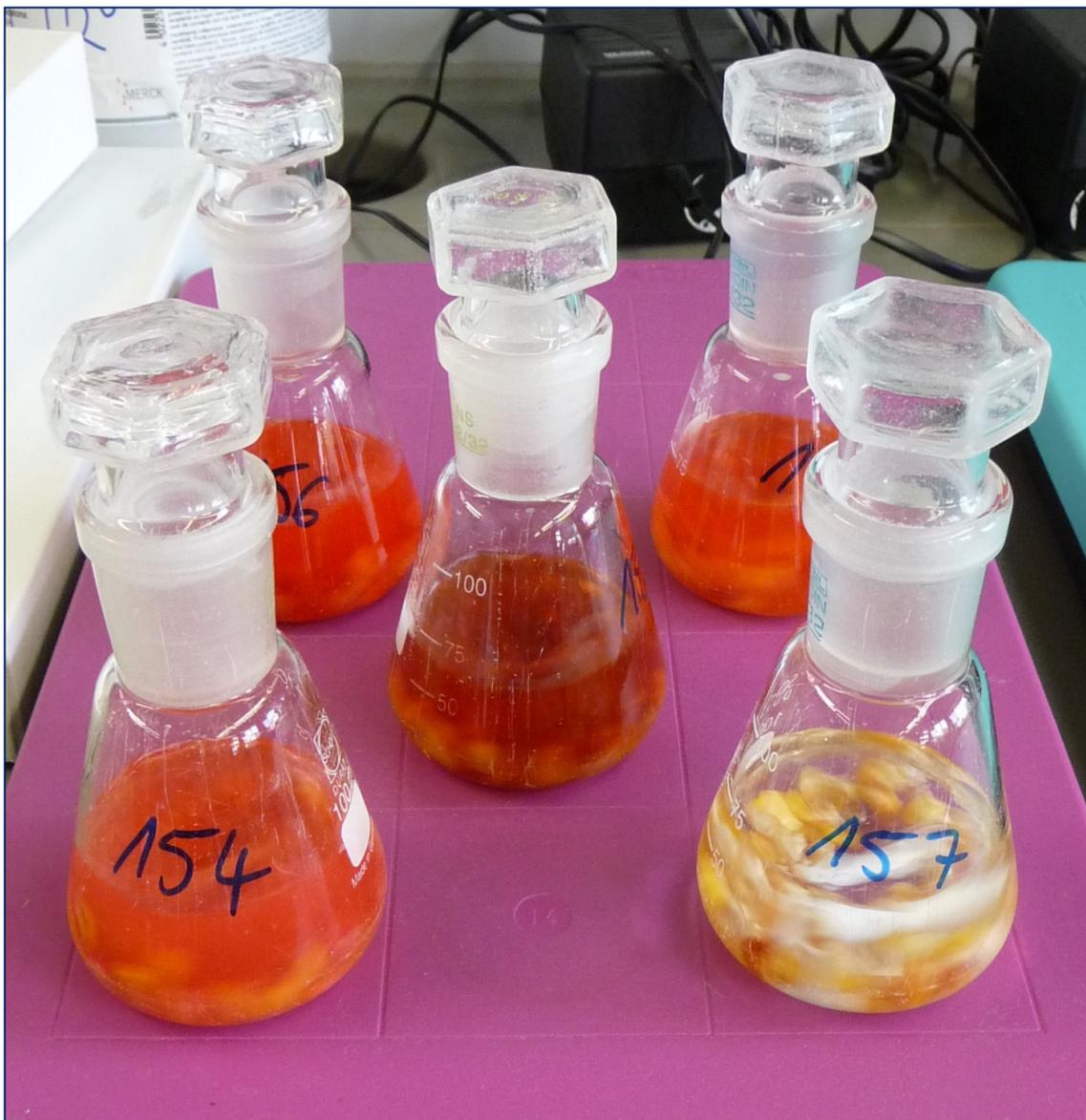


Abb. 15: Extraktion gebeizter Maiskörner mit Rührfisch und Magnetrührer

### Methode

Gebeizter Mais wird mit einem organischen Lösungsmittel auf dem Magnetrührer (siehe Abbildung 15) und anschließend im Ultraschallbad extrahiert. Der Extrakt wird über Faltenfilter filtriert und dünnschichtchromatographisch auf Normalphase getrennt (DC). Als Referenz dient ein Mischstandard der drei verbotenen Wirkstoffe Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam, mit einer Konzentration von 1000 mg/l. Detektion erfolgt mittels UV-Licht und Fluoreszenzlöschung bei 254 nm. Positive Proben werden mit Hochdruckflüssigchromatographie (RP-HPLC) bestätigt.

### Ergebnisse

Im Jahr 2011 wurden 160 Proben Maissaatgut untersucht. Als Positivkontrolle dienen drei Proben aus dem Jahr 2010, die mit je einem der drei Wirkstoffe gebeizt waren. Keine der untersuchten Proben wies eine der drei Substanzen Clothianidin, Imidacloprid oder

Thiamethoxam auf. Die drei Kontrollproben wurden eindeutig identifiziert. Die Beanstandungsquote lag somit bei 0%.

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
Projektbearbeitung: S. Würzinger  
Projektdauer: 2011

### 2.3.9 Inhaltsstoffe von Heilpflanzen: Baldrian

#### Zielsetzung

Pflanzenzüchter der LfL stellten die Frage, ob sich eine der drei Borneolderivate (-)-Borneol **1**, (-)-Bornylacetat **2** oder (-)-Bornylisovalerianat **3** als Leitsubstanz zur Bestimmung in der Wurzel von *Valeriana officinalis* mittels FT-IR-Spektroskopie eignen würde (Abbildung 16). Da das Vorkommen und der Gehalt der drei Substanzen in der getrockneten Droge und im etherischen Öl in der Literatur stark uneinheitlich abgehandelt werden und über das Vorkommen in frischen Wurzeln nichts bekannt ist, sollte die Identifizierung und eine erste Quantifizierung der drei Borneolderivate in frischen Wurzeln von Baldrian erfolgen und die Hauptkomponente ermittelt werden.

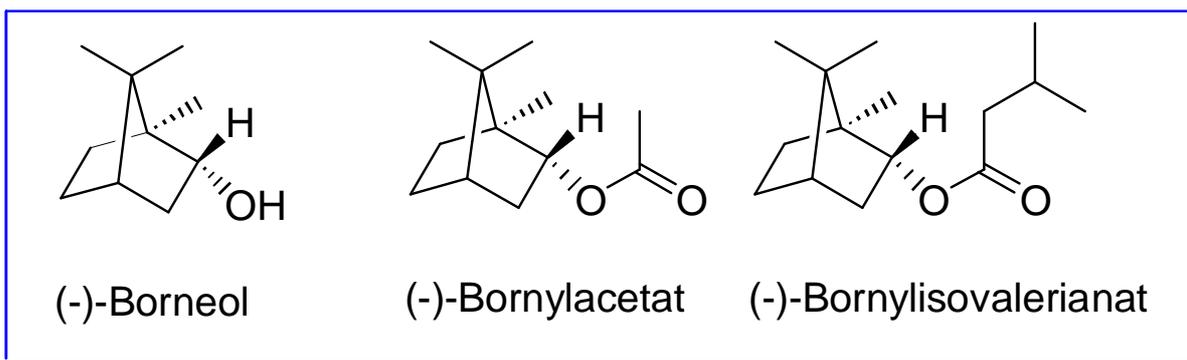


Abb. 16: Strukturen von (-)-Borneol und seinen Derivaten

Identifizierung und Quantifizierung der drei Borneolderivate in frischen Wurzeln von Baldrian und Ermittlung der Hauptkomponente.



Abb. 17: Wurzeln von Baldrian und Extraktion mit Mixer

### Methode

Zur Verfügung standen die frischen Wurzeln von zwei Einzelpflanzen mit der Bezeichnung 711264 und 711265. Ca. 10 - 20 g der bei 4 °C gelagerten frischen Wurzeln wurden mit 300 ml Dichlormethan im Mixer extrahiert, über Faltenfilter filtriert und mit Natriumsulfat getrocknet. Eine zweite Extraktion erfolgte mit 200 ml Methanol. Die Extrakte wurden eingedampft und für die Messungen in Methanol aufgenommen. Der Dichlormethanextrakt wurde in 2 ml, der Methanolextrakt in 5 ml gelöst. Die Messlösungen wurden mittels Dünnschichtchromatographie, Hochdruckflüssigchromatographie (HPLC) mit UV-Detektion und Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektion (GC-FID) untersucht. Eine erste Abschätzung der vorhandenen Gehalte erfolgte über externe Standardlösungen der drei Borneolderivate.

**Ergebnisse**

*Abb. 18: Dünnschichtchromatographische Untersuchung der Extrakte (Bahn 1, 2, 6, 7), Standards 1-3 (Bahn 3, 4, 5); Phase: Umkehrphase RP18; Laufmittel: ACN/H<sub>2</sub>O 84/16; Spray Anisaldehyd; Detektion: Visuell.*

Aus der Dünnschicht ergibt sich ein erster Hinweis auf Bornylacetat als originärem Inhaltsstoff der frischen Wurzel. In den Dichlormethanextrakten ist eindeutig ein grüner Spot bei  $R_f = 0.5$  zu detektieren, der mit Bornylacetat übereinstimmt (Bahn 1 und Bahn 6 in Abbildung 18). Borneol und Bornylisovalerianat scheinen hingegen nicht vorhanden zu sein.

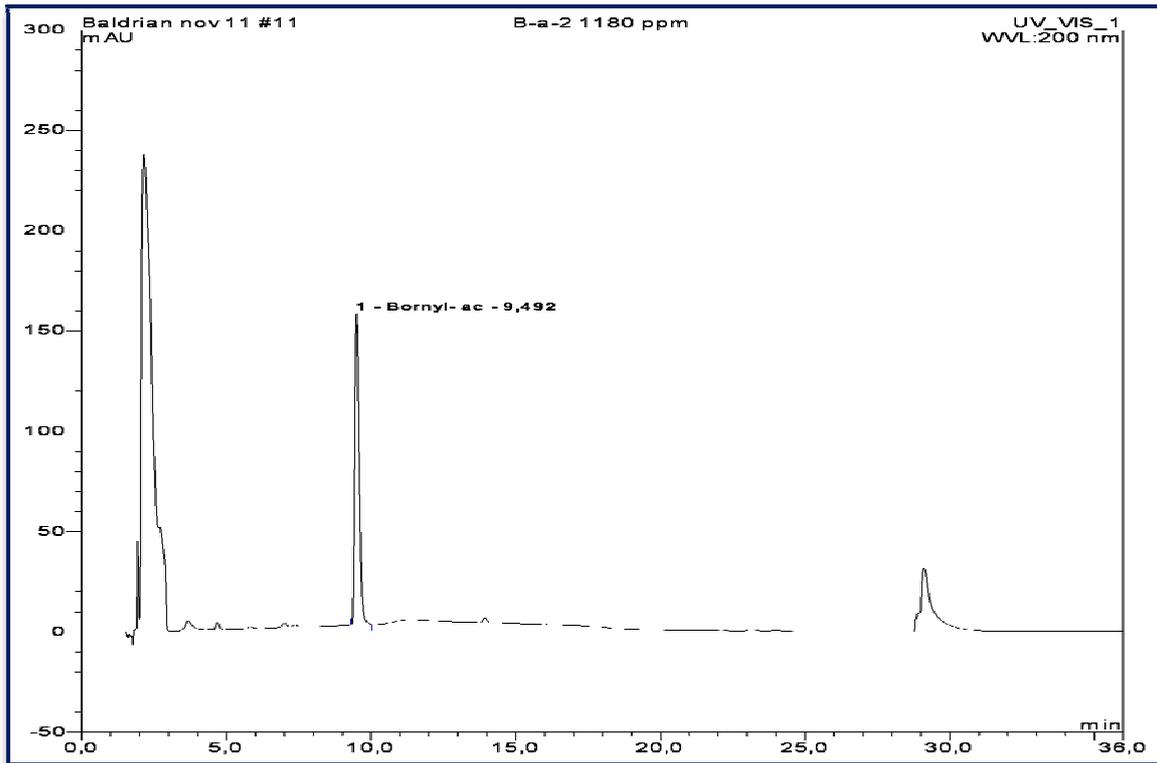


Abb. 19: HPLC-Chromatogramm des Bornylacetatstandards

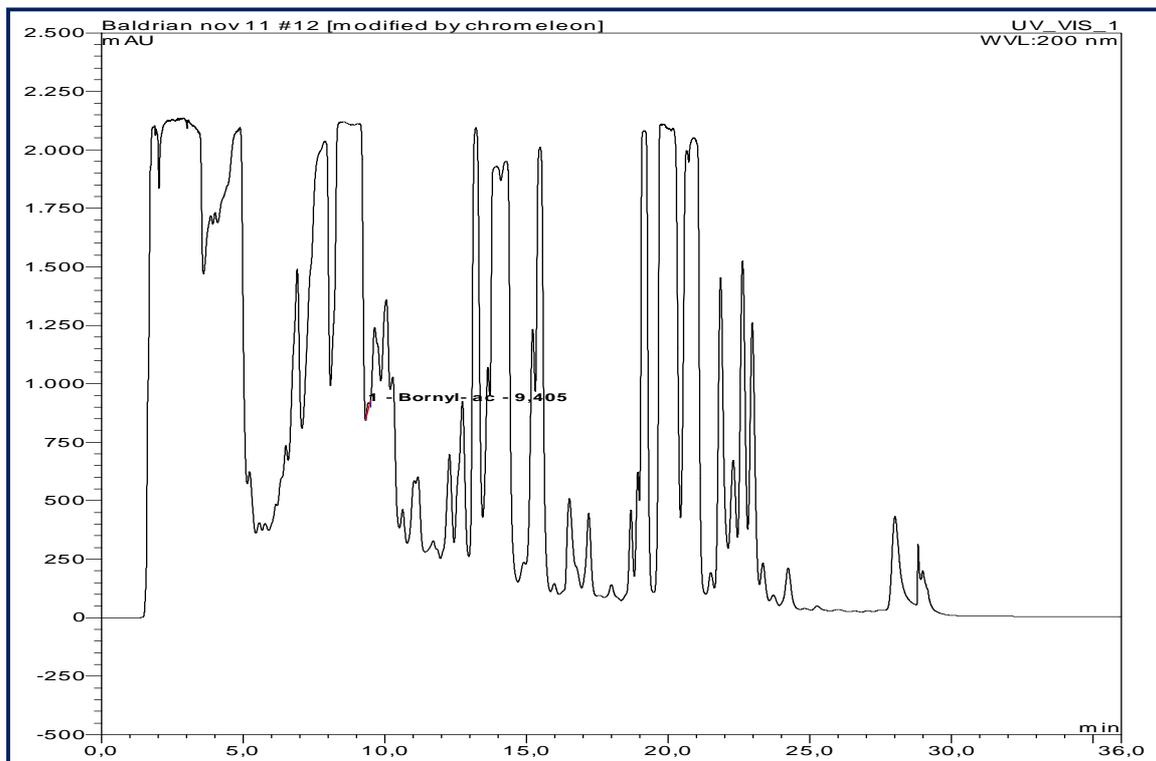


Abb. 20: HPLC-Chromatogramm des Dichlormethanextraktes von Probe 711264

In der HPLC ließen sich die drei Substanzen überraschenderweise sehr gut bei einer Wellenlänge von 200 nm detektieren (Beispiel: Abbildung 19, Bornylacetat), jedoch war die Empfindlichkeit nicht sehr ausgeprägt, was auf einen fehlenden Chromophor in den Molekülen zurückzuführen ist. Es ließen sich aber sehr gute Eichgeraden der drei Substanzen erstellen, die für eine Quantifizierung der Verbindungen ausreichen sollten. Aufgrund ungenügender Abtrennung und massiver Überlagerung von begleitenden Inhaltsstoffen konnte in den Extrakten jedoch keine der drei Substanzen nachgewiesen werden (Abbildung 20). Eine Messung mit HPLC würde eine umfangreiche Vorreinigung erfordern. Anzumerken bleibt, dass wegen der hohen Flüchtigkeit keine der drei Verbindungen mit dem Lichtstreuendetektor zu vermessen war.

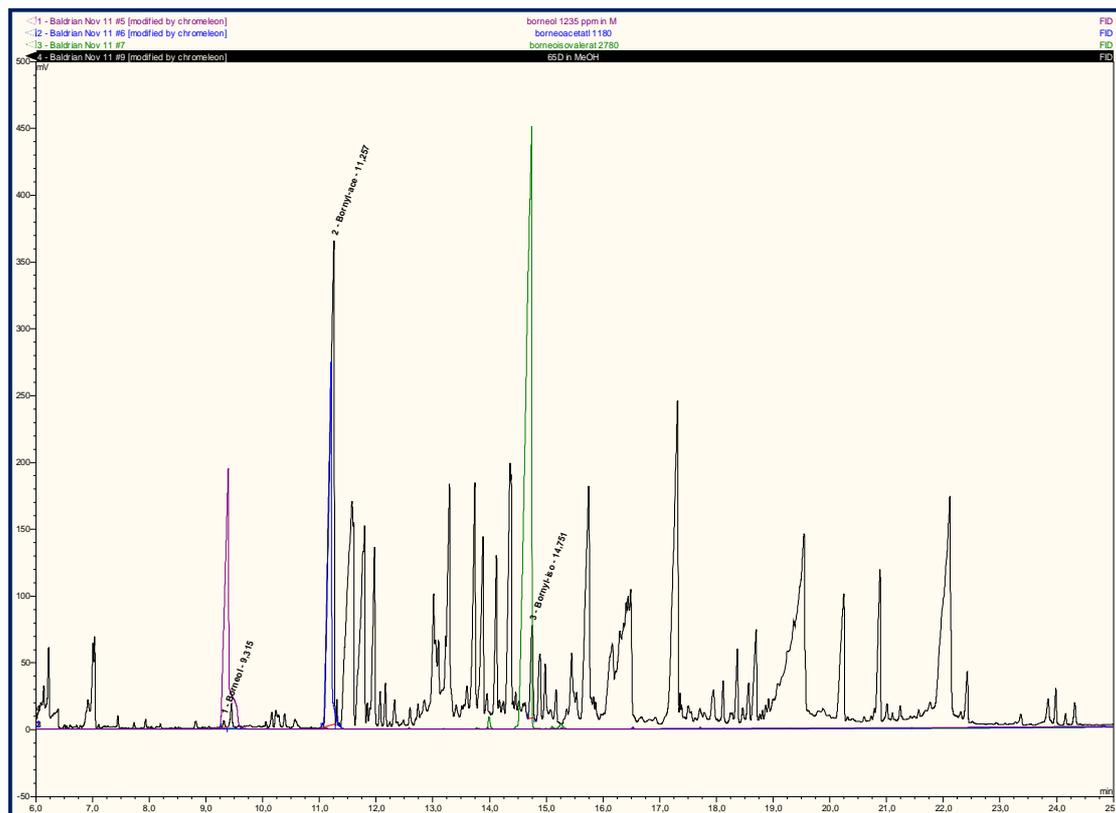


Abb. 21: Überlagerte GC-Chromatogramme: Standards: Borneol (violett), Bornylacetat (blau), Bornylisovalerianat (grün); Probe 711264 (schwarz)

Mit GC-FID ließen sich die Dichlormethanextrakte sehr gut auftrennen und es konnte festgestellt werden, dass Bornylacetat der vorherrschende Metabolit (Hauptmetabolit) in den beiden Proben ist (Abbildung 21). Dabei wurden Gehalte von ca. 110 mg/kg für Probe 711264 und ca. 160 mg/kg für 711265 Bornylacetat pro kg Frischgewicht gefunden. Die Zuordnung von Bornylisovalerianat konnte noch nicht abschließend geklärt werden. Hierfür wären weitere Messungen notwendig. Somit scheint Bornylacetat als Leitsubstanz zur Qualitätsuntersuchung der frischen Wurzeln geeignet.

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
 Projektbearbeitung: C. Knabel, G. Clasen, Dr. J. Rieder  
 Kooperation: Dr. H. Heuberger, IPZ 3d  
 Projektdauer: 11/2011

### 2.3.10 Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots 2011

#### Zielsetzung

Die Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots im Vollzug der Pflanzenschutzmittel-Anwendungsverordnung erfolgte wie in den vergangenen Jahren im Auftrag von IPS.

#### Methode

Insgesamt wurden 90 Maisanbaubetriebe beprobt, davon stammten 15 aus einer Zufallsauswahl und 75 aus 4 verschiedenen Verdichtungsprogrammen. Weiterhin wurden 10 Betriebe mit Christbaumkulturen überprüft. Die Proben wurden wie bisher in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Bioanalytik der TU München zunächst mittels eines atrazinspezifischen ELISA untersucht.

#### Ergebnisse

Im ELISA wurden zwei Proben mit etwas erhöhten Atrazinwerten von 56,4 und 48,2 µg/kg gefunden, die jedoch unterhalb des gesetzlich zulässigen Grenzwertes von 100 µg/kg lagen. Eine weitergehende Überprüfung dieser beiden Proben, sowie einer Verdachtsprobe mittels HPLC-UV ergab jedoch, dass Atrazin nicht nachweisbar ist. Die Nachweisgrenze ist bei der HPLC-Methode bei 25 µg/kg anzusetzen.

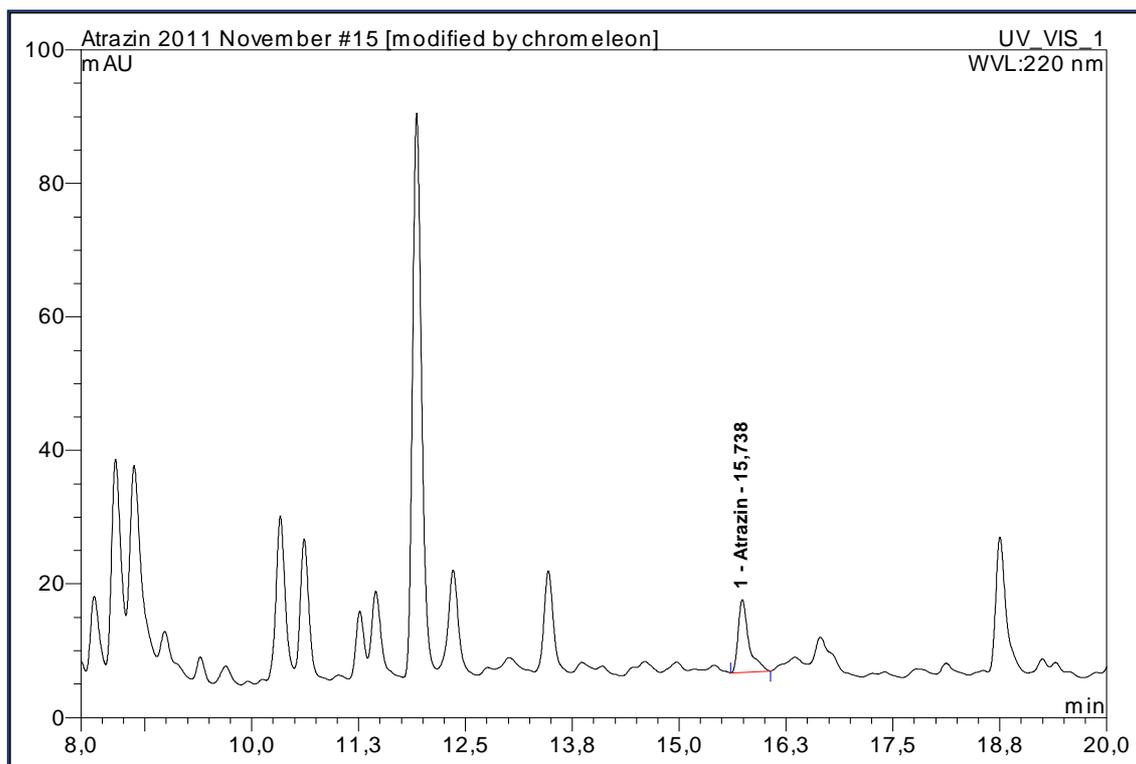


Abb.22 : HPLC-Chromatogramm der positiven Atrazin-Kontrollprobe

Zur Überprüfung beider Methoden wurde eine Positivkontrolle analysiert, die sowohl im ELISA erkannt wurde, als auch bei der HPLC einen Wert von 40 µg Atrazin pro kg luft-

trockenem Boden ergab (siehe Abbildung 22). Die Beanstandungsquote lag damit wie im Vorjahr bei null.

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
 Projektbearbeitung: I. Schanze, G. Clasen  
 Projektdauer: Daueraufgabe

### 2.3.11 Derivat von Thaxtomin A

#### Zielsetzung

Bestimmung von Thaxtomin A in Fermentationsbrühen

#### Methode

Steril filtrierte Fermentationsbrühen von Isolaten wurden durch direkte Injektion der Kulturbrühe mit Hochdruckflüssigchromatographie und UV-Detektion gemessen.

#### Ergebnisse

Von den 200 untersuchten Proben waren 6 auffällige Fermentationen dabei (Tabelle 10), die kein Thaxtomin A erzeugten, jedoch ein Derivat aus der Gruppe der Thaxtomine bildeten, das deutlich später eluierte (Abbildung 23). Aufgrund eines fehlenden Standards wurden die Konzentrationen der Substanz mit der Eichgerade von Thaxtomin A berechnet. Die Konzentrationen lagen dabei recht einheitlich bei ca. 3 mg/l.

Tab. 10: Probennr. und Gehalt der Proben in denen das Thaxtomin-Derivat zu finden ist

Sample Name	Thaxtomin-Derivat [µg/ml]
Thax - 164	2,74
Thax - 165	3,34
Thax - 166	2,13
Thax - 167	3,43
Thax - 176	2,54
Thax - 177	3,61

Dass es sich bei der gemessenen Substanz um einen Metaboliten aus der Gruppe der Thaxtomine handelt, zeigt sich anhand der ähnlichen UV-Spektren beider Substanzen (Abbildung 24). Durch Vergleich der relativen Retentionszeit des Derivates zu Thaxtomin A mit publizierten Chromatogrammen<sup>[1]</sup> ergibt sich ein erster Hinweis darauf, dass es sich bei dem Metaboliten um Thaxtomin D handeln könnte, einer Vorstufe der Biosynthese von Thaxtomin A (Abbildung 25). Dies zu überprüfen sollte mittels massenspektrometrischer Untersuchungen möglich sein. Anzudenken wäre eine LC-MS-Messung oder eine Anreicherung und Aufreinigung der Substanz und Messung mittels MALDI-TOF-MS.

<sup>[1]</sup> J. Bacteriol., 184, No. 7, 2019-2029, 2002

Es ergeben sich daraus folgende Fragestellungen:

- Wird das neue Derivat nur auf Grund der Fermentationsbedingungen gebildet?
- Ist es nur eine biosynthetische Zwischenstufe oder ein Endprodukt, d. h. bilden diese 6 Ansätze kein Thaxtomin A?
- Sind diese 6 Ansätze auch ohne Thaxtomin A biologisch aktiv?
- Lässt sich bestätigen, dass es sich um Thaxtomin D handelt?

Die Isolierung und Strukturabklärung des Metaboliten sind Ziel weiterer Arbeiten.

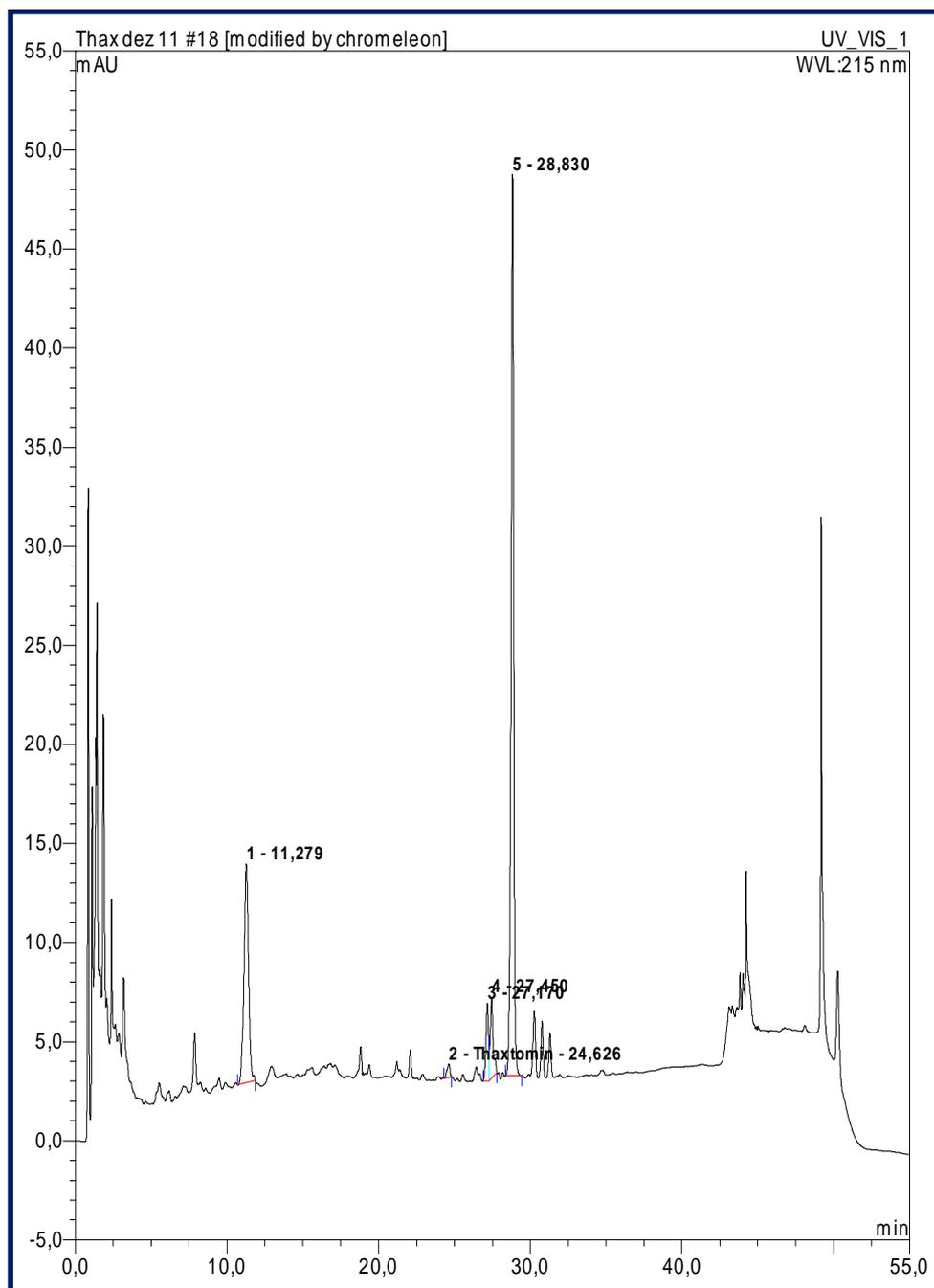


Abb. 23: HPLC-Chromatogramm der Probe Thax-167, die nahezu kein Thaxtomin A produziert (Peak 2, Retentionszeit: 24,626 min), dafür ein Thaxtomin-Derivat (Peak 5, Retentionszeit: 28,830 min)

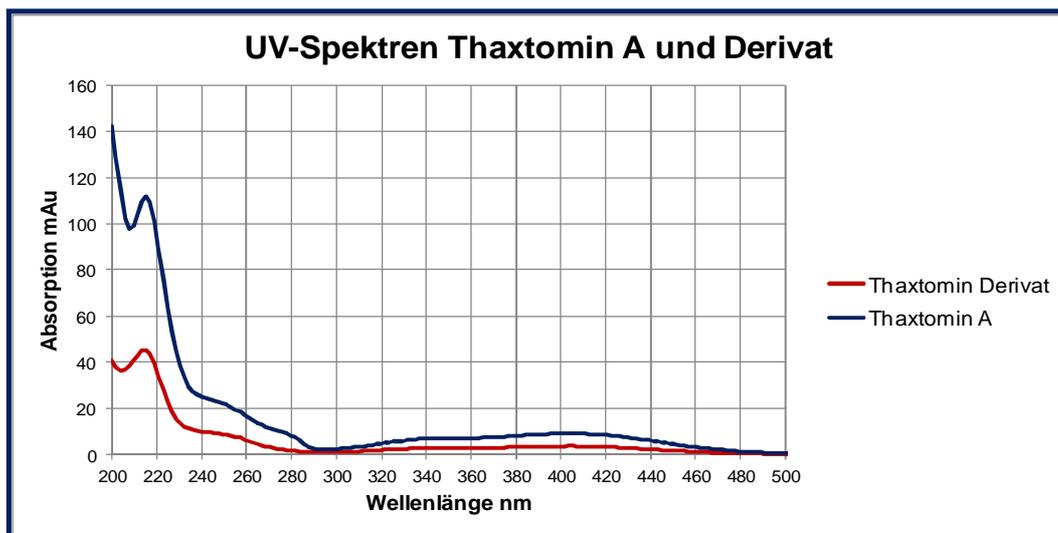


Abb. 24: Vergleich der UV-Spektren

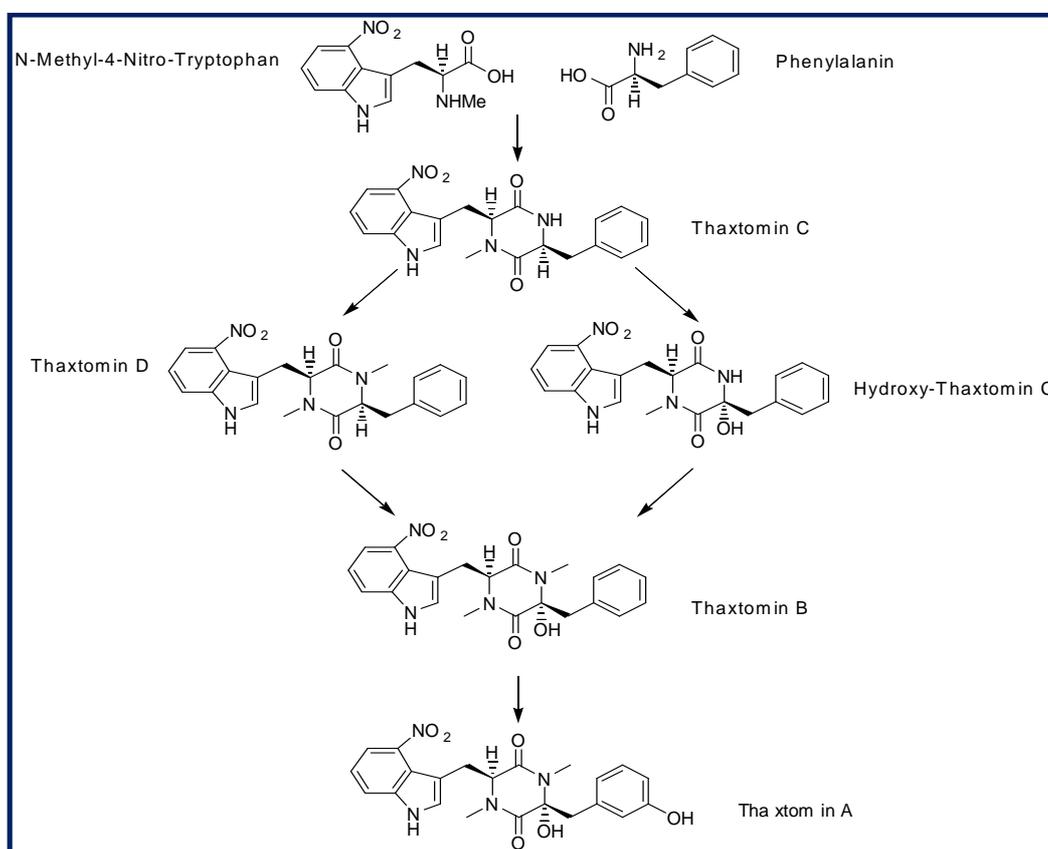


Abb. 25: Vorgeschlagerter Biosyntheseweg von Thaxtomin A<sup>[2]</sup>

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
 Projektbearbeitung: G. Clasen  
 Kooperation: Dr. Leiminger IPZ 3b  
 Projektdauer: 2011

<sup>[2]</sup> Phytochemistry 70, 833-841, 2009

### 2.3.12 Toxinreduktion bei Fusariumbefall in Weizen: 1. Orientierender Feldversuch

#### Zielsetzung

Pilze der Gattung *Fusarium* sind in der Lage Weizen und andere Getreide auf dem Feld zum Zeitpunkt der Blüte zu infizieren (Ährenfusariosen). Dies führt neben einer Ertragsminderung zu einer Kontamination des Ernteguts mit pilzlichen Sekundärmetaboliten, von denen einige starkes toxisches Potential besitzen. Besondere Bedeutung kommt dabei dem Trichothecenderivat Deoxynivalenol (DON) zu, das als weitverbreitetes Toxin in vielen Getreideproben nachzuweisen ist und als Markermolekül für Fusarienbesatz dient. Neben seinen negativen Auswirkungen auf die Nahrungskette ist DON jedoch auch für die Pathogenität von Fusarienstämmen verantwortlich. Stämme die kein DON bilden befallen zwar das Getreide ebenfalls, die Ausbreitung des Pilzes in der Ähre ist aber deutlich reduziert<sup>[1]</sup>.

Es sind eine Reihe von Verbindungen literaturbekannt, die die Produktion von Trichothecenen unter Laborbedingungen inhibieren, etwa Flavone und Furanocumarine<sup>[2]</sup>, sowie Phenole und organische Säuren<sup>[3]</sup>. In einem orientierenden Experiment sollte getestet werden, ob unter Freilandbedingungen eine Hemmung der DON-Biosynthese erreicht werden kann, um die mögliche Ausbreitung des Pilzes in der Ähre zu unterdrücken und die DON-Konzentration zu senken. Als Wirkstoff wurden En-In-Dicyclospiroether gewählt (Abbildung 26), von denen kürzlich berichtet wurde, sie würden die Aflatoxin- und Trichothecenbildung durch Hemmung von Cytochrom P450 Monooxygenasen *in vitro* reduzieren<sup>[4]</sup>.

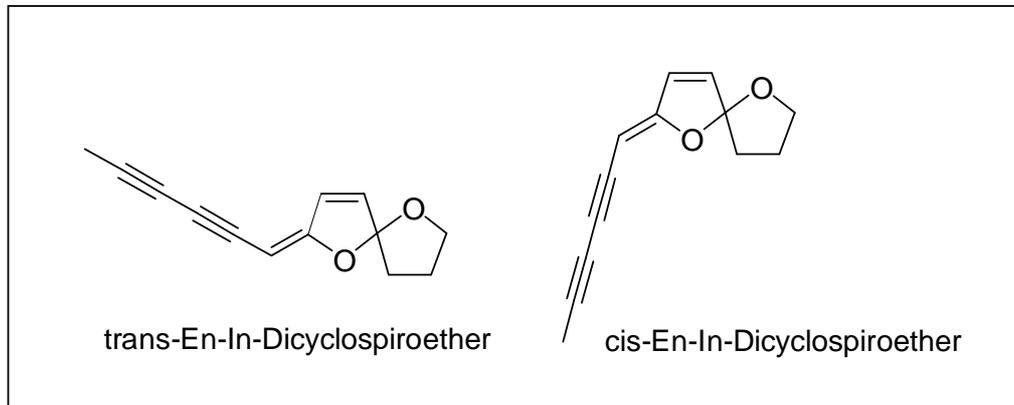


Abb. 26: Chemische Strukturen der isolierten Naturstoffe aus Kamillenblüten

En-In-Dicyclospiroether finden sich in vielen Pflanzen aus der Familie der Korbblütler. Sie sind Hauptbestandteile des etherischen Öls der Kamille, *Matricaria recutita* und sie kommen in der in China als Gemüse genutzten Chrysantheme *Chrysanthemum coronarium* vor. Sie besitzen unter Anderem interessante insektenfrasshemmende Wirkung.

<sup>[1]</sup> Mol. Plant Pathol. 7(6), 449-461, 2006

<sup>[2]</sup> Phytochemistry Vol. 27, No. 3, 767-771, 1988

<sup>[3]</sup> Mycology Vol. 2, No. 4, 291-296, 2011

<sup>[4]</sup> FEMS Microbiol. Lett. 284, 184-190, 2008

### Methode

Die beiden En-In-Dicyclospiroether **K5-2** (= trans-En-In-Dicyclospiroether) und **K5-3** (= cis-En-In-Dicyclospiroether) wurden aus handelsüblichen getrockneten Kamillenblüten isoliert. Das Hauptisomer in der Kamille ist die cis-Verbindung. Die trans-Verbindung lässt sich jedoch aus dem cis-Isomer durch Bestrahlung mit Sonnenlicht und Trennung an Umkehrphase mittels Hochdruckflüssigchromatographie darstellen. Beide Verbindungen sind von der Konsistenz her ölige Substanzen (Abbildung 27).



*Abb. 27: Aus Kamillenblüten isolierte En-In-Dicyclospiroether*



*Abb. 28: Applikation der En-In-Dicyclospiroether auf einer Versuchsparzelle am 03.06.2011*

Die Suspension der lipophilen Substanzen in Wasser erfolgte mittels DMSO sowie Benetzungs- und Antischaummittel aus dem Agrarhandel. Die Spritzung erfolgte am 03.06.2011

zum Stadium "Mitte Blüte" (BBCH 65) mit einer Aufwandmenge von 750 g/ha (Abbildung 28). Die Messung der DON-Konzentration in den Weizenkörnern erfolgte nach der Ernte mittels Hochdruckflüssigchromatographie mit Nachsäulenderivatisierung und Fluoreszenzdetektion. Eine natürliche Infektion mit *Fusarium* wurde durch Ausstreuen von Maisstoppeln erzielt.

## Ergebnisse

Eine erste Begehung der Versuchspartellen knapp drei Wochen nach Ausbringung des Wirkstoffes zeigte bereits, dass eine große Wirkung wohl nicht zu erwarten war, da mehrere Ähren einen deutlichen *Fusarium*-befall aufwiesen (siehe Abbildung 29).



Abb. 29: Deutlicher Befall einer Ähre in der Versuchspartelle am 21.06.2011

Tab. 11: DON-Konzentrationen in den Weizenproben der Versuchspartellen

	DON [µg/kg]	n
<b>K5-2</b>	960	2
<b>K5-3</b>	1124	2
<b>unbehandelt</b>	869	4

Die erhoffte Verhinderung der Ausbreitung des Pilzes entlang der Ähre gelang offensichtlich nicht. Wie auch aus der Tabelle 11 ersichtlich ist, konnte keine Verringerung der DON-Konzentration in den Körnern gemessen werden. Dies könnte auf mehrere Ursachen zurückzuführen sein. Entweder war die Konzentration der Wirkstoffe zu gering, die Substanzen waren nicht stabil gegenüber Umwelteinflüssen oder sie wurden nicht von der Pflanze aufgenommen um eine systemische Verteilung zu erreichen.

Es zeigt sich, dass eine Übertragung der beschriebenen Wirkung aus dem Labor ins Freiland nicht ohne weiteres möglich ist. Durch verschiedene chemische Modifikationen sowie synthetische Arbeiten könnte allerdings versucht werden doch noch eine Wirksamkeit an der Pflanze zu erreichen. Da die gewählten Naturstoffe als Hauptinhaltsstoffe einer seit Jahrhunderten genutzten Medizinalpflanze breite Anwendung finden ist die Chance gegeben, dass unerwünschte toxische Effekte von den Substanzen und eventuell abgeleiteten Derivaten ausbleiben.

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
 Projektbearbeitung: Dr. J. Rieder  
 Kooperation: S. Weigand, A. Bechtel, IPS 3a  
 Projektdauer: 2011

### 2.3.13 Inhaltsstoffe von Heilpflanzen: *Astragalus mongholicus*

#### 1. Schnellextraktionsmethode



Abb. 30: Handelsmuster von *Astragalus* Wurzeln

#### Zielsetzung

Zur Qualitätskontrolle von Heil- und Gewürzpflanzen werden unter anderem Markermoleküle herangezogen, die die Identität der verwendeten Pflanzen sicherstellen. Für Radix Astragali (Abbildung 30) ist die Substanz Astragalosid IV in den einschlägigen Arzneibüchern als Inhaltsstoff beschrieben, die in einer Menge von 0,04 % (entsprechend 400 ppm) in der Wurzel enthalten sein soll. Die Bestimmung nach Vorschrift der Arzneibücher erfolgt mittels umfangreicher Extraktion und Aufreinigung, die sehr zeitintensiv ist. Es sollte daher versucht werden eine effizientere Methode zu entwickeln, die es erlaubt größere Mengen an Proben in kürzester Zeit zu vermessen. Dies könnte z. B. für züchterische Zwecke von Interesse sein, um vielversprechende Pflanzen zügig von weniger interessanten zu sondieren.

#### Methode

Drei Proben wurden parallel nach Vorschrift der Europäischen Pharmakopöe und der Schnellextraktionsmethode aufgereinigt. Die Analytik erfolgte mit Hochdruckflüssigchromatographie als Gradientenlauf mit Acetonitril-Wasser an Umkehrphase. Detektiert wurde mit einem Lichtstreuendetektor.

Ph. Eur. 7.0 (2010)

Kurzbeschreibung: Die fein vermahlene Wurzel wurde in Methanol über Nacht eingeweicht und im Soxhlet extrahiert. Der Extrakt wurde einrotiert, in Wasser gelöst und viermal mit Butanol ausgeschüttelt. Die Butanolphase wurde zweimal mit Ammoniak gewaschen (Ammoniakphase verworfen) und zur Trockne einrotiert. Der Rückstand wurde über eine C18-SPE-Säule gereinigt, einrotiert und zur Messung in Methanol gelöst.

Schnellmethode

Die fein vermahlene Wurzel wurde mit Ultraschall und ammoniakalischem Methanol dreimal extrahiert. Zwischen den Extraktionen wurde abzentrifugiert und der Überstand mit Pipette abgenommen. Vereinigte Extrakte wurden abgeblasen, in Methanol aufgenommen, über 0,25 µm PTFE-Filter filtriert und in die HPLC injiziert.

## Ergebnisse

Tab. 12: Ergebnisse Methodenvergleich

Methodenvergleich	Ph. Eur. 7.0	Schnellmethode
Anzahl der Bestimmungen	n = 2	n = 3
Aufreinigungszeit	6 Tage	3 Stunden
<b>Proben</b>	<b>Gehalt AS IV Mittelwert ± Standardabweichung [mg/kg]</b>	
Asamapotheke	563 ± 68	508 ± 127
101	885 ± 175	756 ± 23
203+242	2518 ± 278	2360 ± 176

Aus Tabelle 12 wird ersichtlich, dass sich mit der angewandten Schnellextraktion mittels Ultraschall um ca. 10 % geringere Gehalte gegenüber der Methode der Europäischen Pharmakopöe ergeben. Die Zeit für die Probenvorbereitung konnte allerdings drastisch reduziert werden, so dass sich die Methode für ein schnelles Screening größerer Probenmengen anbietet. Für exakte Messungen an ausgewähltem Material kann dann immer noch auf die aufwändigere Methode zurückgegriffen werden. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass es sich bei beiden Extraktionen um einen Spezialfall handelt, da AS IV nicht nur einfach aus der Matrix extrahiert wird, sondern aus verschiedenen natürlichen Derivaten wie Essigsäureestern durch basische Hydrolyse erzeugt wird.

Das Ergebnis der angewandten Extraktion ist eine vielversprechende Basis um an Hand größerer Probenmengen zu überprüfen, ob sich die Schnellmethode für ein erstes Screening von Züchtungsmaterial eignet.

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
 Projektbearbeitung: S. Hadler, G. Clasen, Dr. J. Rieder  
 Kooperation: Dr. H. Heuberger, IPZ 3d  
 Projektdauer: 2011

## 2. Bestimmung von Astragalosid IV

### Zielsetzung

Bestimmung des Gehaltes an Astragalosid IV (AS IV) in Wurzeln von *Astragalus mongholicus* mit Hilfe der Schnellmethode.

### Methode

Ein käufliches Muster von Astragalus Wurzeln (Asamapotheke München, Abbildung 1) wurde fein vermahlen und mit Ultraschall dreimal extrahiert. Zwischen den Extraktionen wurde abzentrifugiert und der Überstand mit Pipette abgenommen. Vereinigte Extrakte wurden abgeblasen, in Methanol aufgenommen, über 0,25 µm PTFE-Filter filtriert und in die HPLC injiziert. Es wurde eine Doppelbestimmung durchgeführt und der Mittelwert gebildet. Die Analytik erfolgte mit Hochdruckflüssigchromatographie als Gradientenlauf mit Acetonitril-Wasser an Umkehrphase. Detektiert wurde mit dem Lichtstreuendetektor.

### Ergebnisse

AS IV ist formal ein Steringlycosid, aufgebaut aus verschiedenen hydrophilen Zuckern, die an ein modifiziertes lipophiles Cycloartenol gebunden sind. Als mittelpolare Substanz sollte die Verbindung in Alkoholen oder organischen Lösungsmitteln, die mit Wasser mischbar sind, löslich sein und sich somit mit diesen Lösungsmitteln aus der Wurzel extrahieren lassen. Im Vorfeld wurden verschiedene Lösungsmittelgemische auf Ihr Vermögen zur Extraktion von AS IV getestet (Tabelle 13, Abbildung 31).

Tab. 13: Extraktionsversuche mit diversen Lösungsmitteln; Gehalt an AS IV

Versuch	Lösungsmittel	Gehalt AS IV [ppm]
AS49	Aceton	17,6
AS50	Etylacetat	n. n.
AS51	EtOH	20,6
AS52	Dichlormethan	n. n.
AS53	ACN/H <sub>2</sub> O 84/16	<b>42,9</b>
AS54	MeOH	33,9
AS55	2-PropOH	18,4
AS56	D/EE/M/H <sub>2</sub> O/HAC 25/40/15/5/0.5	36,1
AS57	D/M 8/2	26,0
AS58	EtOH/H <sub>2</sub> O 8/2	33,1

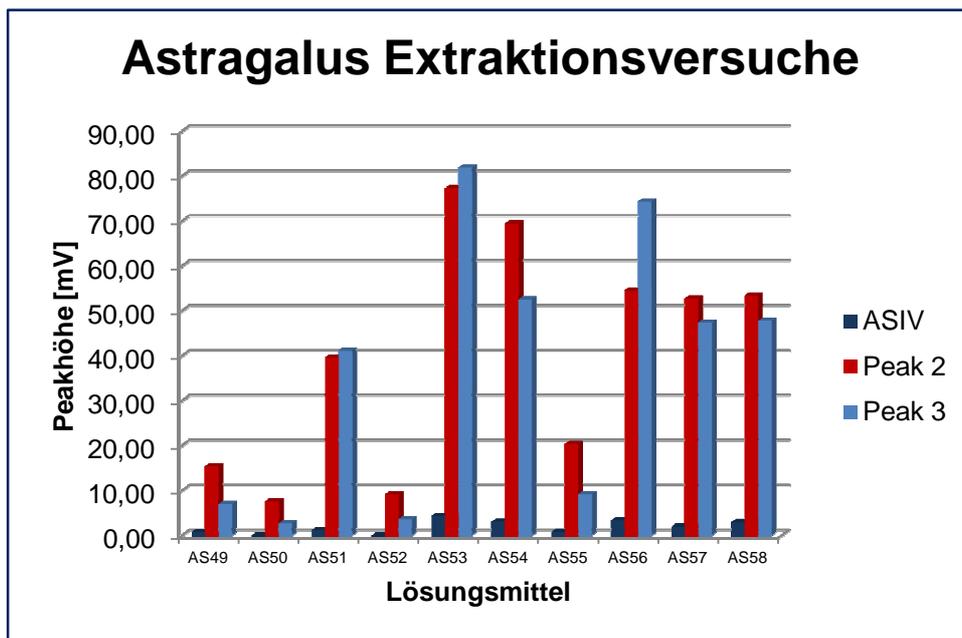


Abb. 31: Peakhöhenverhältnisse AS IV, Peak 2 (AS I), Peak 3 (Malonyl-AS I) unter verschiedenen Extraktionsbedingungen

Sämtliche Versuche AS IV mit neutralen Extraktionsmitteln zu extrahieren resultierten in deutlich geringeren Mengen, die mit den geforderten Werten von 0,04 % AS IV (= 400 mg/kg) nicht in Einklang zu bringen waren. Selbst mit der geeignetsten Mischung Acetonitril:Wasser 84:16, die das beste Ergebnis brachte, konnte nur ein Wert von 43 mg/kg ermittelt werden, also nur rund ein Zehntel des geforderten Wertes.

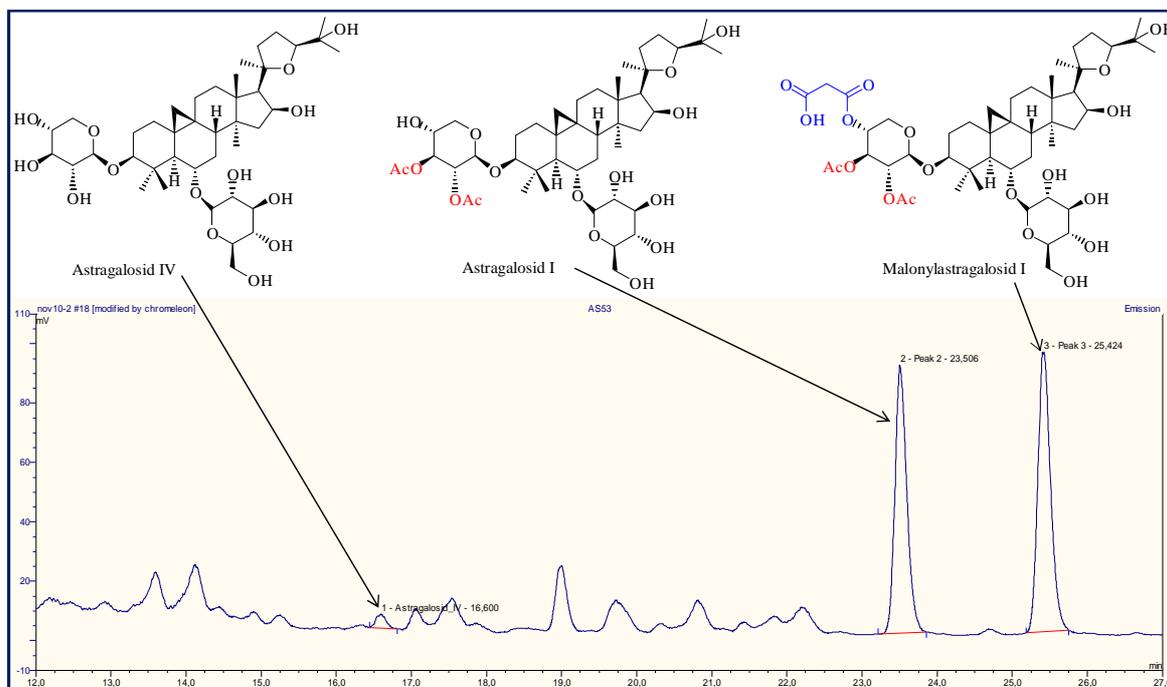


Abb. 32: HPLC-Chromatogramm und Zuordnung der Astragaloside

Unter den neutralen Extraktionsbedingungen ließen sich aber zwei Hauptsubstanzen detektieren (Peak 2 und 3, Abbildung 31), die deutlich später eluierten. Durch umfangreiche Vergleiche mit Dünnschichtchromatographie und publizierten Ergebnissen wird Peak 2 Astragalosid I (AS I) zugeordnet und Peak 3 sollte Malonyl-AS I sein, was aber noch zu beweisen ist. Malonyl-AS I wurde erst kürzlich als Inhaltsstoff von Radix Astragali identifiziert<sup>[1]</sup>. Das Ergebnis zeigt deutlich, dass die beiden Derivate AS I und Malonyl-AS I die vorwiegenden Hauptkomponenten in der untersuchten Handelsprobe sind. AS IV ist in dieser Probe kein originärer Hauptinhaltsstoff von Radix Astragali, sondern wird im Zuge der Aufreinigung und Extraktion mit basischen Lösungsmitteln aus den Hauptkomponenten AS I und Malonyl-AS I und weiteren Nebenkomponten gebildet.

Vielfältige Versuche Malonyl-AS I zur Strukturaufklärung aus der Wurzel zu isolieren scheiterten an der Instabilität dieser Verbindung. So konnte beispielsweise nach Auftrennung einer angereicherten Fraktion über Normalphasen-Dünnschicht nur das Abbauprodukt AS IV isoliert werden. Mittlerweile gelang jedoch die Isolierung von Malonyl-AS I in Form des semisynthetischen Methylesters, der deutlich stabiler ist. Die Bestätigung der Struktur über NMR-Spektroskopie ist in Arbeit.

Mit der vorgestellten Schnellmethode lässt sich nun ein genaueres Bild über die genuine Verteilung der Astragaloside und seiner natürlichen Derivate in Wurzeln von Astragalus darstellen. Gegenüber einer basischen Aufreinigung, die AS IV lediglich als Summenparameter abbildet, kann nun in weiteren Proben die Variabilität der Zusammensetzung aktiver Inhaltsstoffe einzelner Herkünfte untersucht werden. (Abbildung 32)

#### Bemerkung

Die dünnschichtchromatographischen Untersuchungen der Fraktionen aus den Isolierungsversuchen von Malonyl-AS I bestätigen, dass AS I und Malonyl-AS I die vorwiegenden Hauptkomponenten in der untersuchten Handelsprobe sind. AS II ist allenfalls eine von mehreren Nebenkomponten, deren Anteil weit unter denen der beiden Hauptverbindungen angesiedelt ist und somit bei der Hydrolyse eher einen geringen Beitrag zur Gesamtmenge an AS IV leistet. Astragaloside lassen sich gut an der orangen Fluoreszenz unter UV-Licht nach Besprühen und Entwickeln (140 °C) mit Schwefelsäurereagenz erkennen. (Abbildung 33)

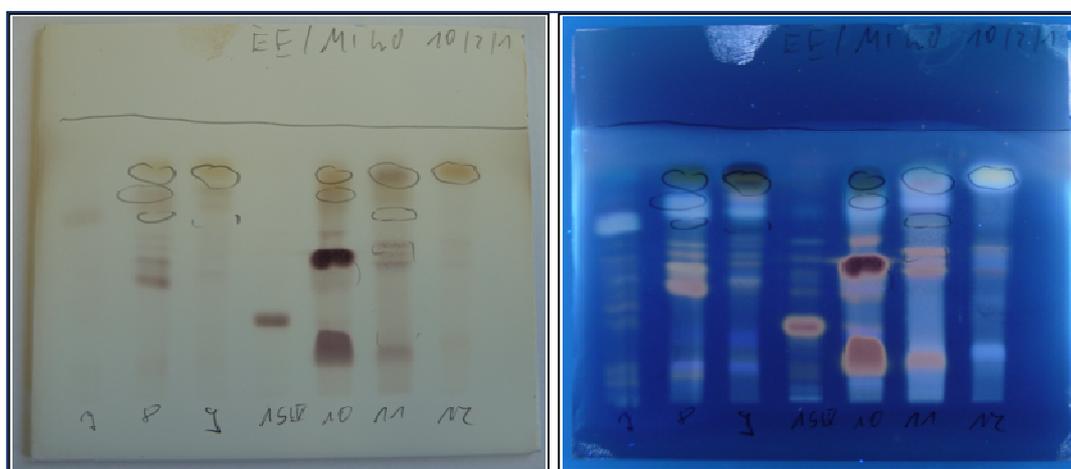


Abb. 33: DC-Chromatogramme Astragalus

<sup>[1]</sup> J. Sep. Sci. 33, 570-581, 2010

Bahn 7, 8, 9, 10, 11, 12 sind Fraktionen aus präparativer RP-HPLC-Trennung, mittlere Bahn = AS IV-Referenz (käuflicher Standard); Detektion: Schwefelsäurereagenz, Tageslicht (Platte links), UV = 366 nm (Platte rechts). Zuordnung der Banden nach Literatur<sup>[2]</sup> und eigener Einschätzung: Bahn 8,  $R_f = 0.40 = \text{AS II}$ ; Bahn 10,  $R_f = 0.50 = \text{AS I}$ ; Bahn 10,  $R_f = 0.20 = \text{Malonyl-AS I}$  (man beachte den langgezogenen Spot, der auf eine Säurefunktionalität im Molekül hindeutet)

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
 Projektbearbeitung: S. Hadler, G. Clasen, Dr. J. Rieder  
 Projektdauer: 2011

### 2.3.14 Deoxynivalenol-Monitoring von bayerischem Wintergetreide der Ernte 2011

#### Zielsetzung

Mit dem jährlichen Deoxynivalenol-Monitoring (DON-Monitoring) soll die Belastung der Wintergetreide mit Deoxynivalenol überwacht und ein Vergleich zu den Vorjahren hergestellt werden.

#### Methode

Das DON-Monitoring umfasste im Erntejahr 2011 insgesamt 174 Proben Winterweizen und 56 Proben Winterroggen. Die Probenziehung erfolgte durch die Ämter für Landwirtschaft und Forsten. DON-Konzentrationen wurden mit HPLC-Trennung, Nachsäulenderivatisierung und Fluoreszenzdetektion gemessen.

#### Ergebnisse

Die folgende Tabelle enthält die wesentlichen statistischen Kennzahlen des DON-Weizen-Monitorings 2011 im Vergleich zu den Ergebnissen der Jahre 2006 bis 2010.

#### Winterweizen

Tab. 14: Vergleich des DON-Monitorings von Winterweizen 2006 bis 2011

Erntejahr	Probenzahl	DON-Werte in $\mu\text{g}/\text{kg}$				
		Mittel	Median	25 % Quartil	75 % Quartil	Maximum
2011	174	139	53	23	142	1335
2010	172	396	167	47	499	3865
2009	173	256	155	48	319	2365
2008	175	186	80	35	197	3236
2007	175	229	72	24	223	3288
2006	173	220	70	20	220	7570

<sup>[2]</sup> Dissertation T. Brehm, Uni Regensburg, 2009

Bei Winterweizen zeigt sich gegenüber 2010 ein deutlich verringerter arithmetischer Mittelwert und niedrigerer Median (siehe Tabelle 14). Dies ist bedingt durch eine Zunahme der Proben in den Gehaltsklassen unter 40 µg/kg und 41-200 µg/kg. In den Gehaltsklasse >200 µg/kg wurden gegenüber 2010 deutlich weniger Proben gefunden, auch lag das Maximum der DON-Belastung mit 1335 µg/kg weit unter den Werten der letzten Jahre. Nur 4 Proben (2,3 %) mit Werten von 1260 bis 1335 µg/kg sind im Bereich des EU-Rohwarengrenzwert von 1250 µg/kg zu finden. 2010 waren es 12 Proben (7 %) (siehe Abbildung 34).

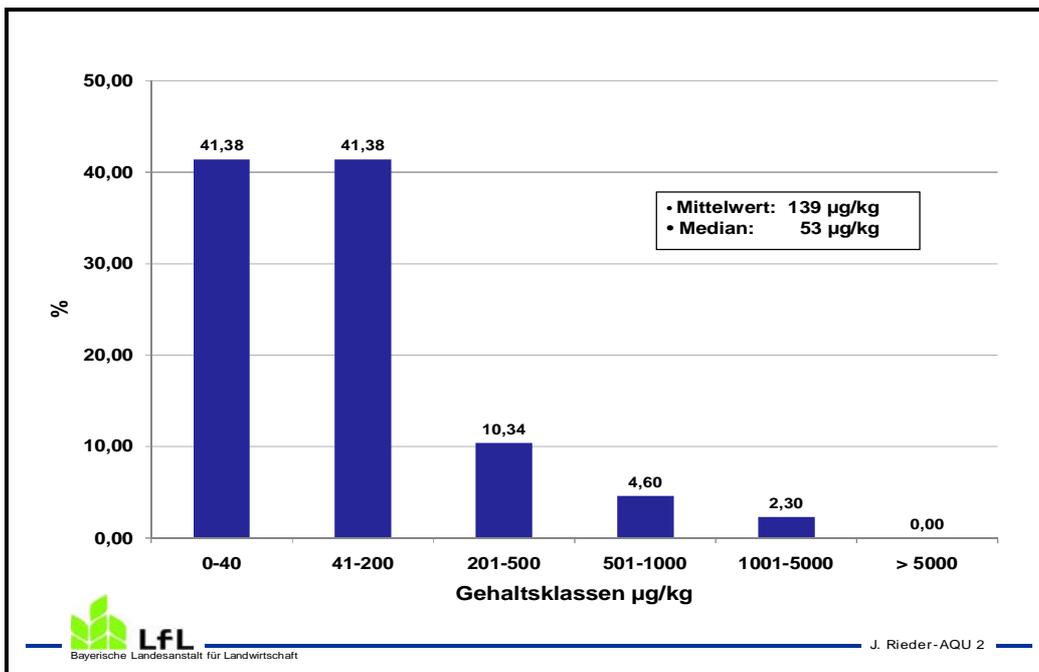


Abb. 34: Verteilung der DON-Ergebnisse von Winterweizen der Ernte 2011

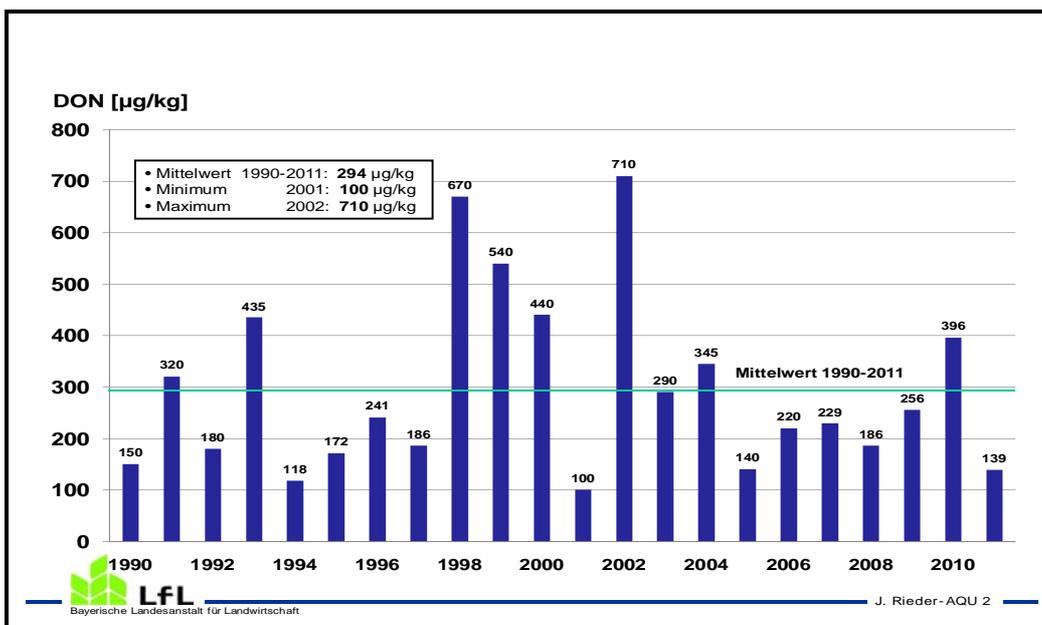


Abb. 35: Mittlere DON-Gehalte der bayerischen Winterweizenernten von 1990 bis 2011

Die mittleren DON-Gehalte für die Jahre 1990 bis 2011 werden in der Abbildung 35 zusammenfassend dargestellt. Es zeigt sich, dass 2011 ein Jahr mit sehr geringer Fusarientoxinbelastung ist. Der Mittelwert liegt mit  $139 \mu\text{g}/\text{kg}$  deutlich unter dem langjährigen Mittel von  $294 \mu\text{g}/\text{kg}$  und ist somit auf niedrigem Niveau angesiedelt.

### Fruchtfolge

Die Fruchtfolge beeinflusst das Ausmaß des Auftretens von Fusarien erheblich, da je nach Vorfrucht mehr oder weniger Infektionspotential auf den Stoppel- und Ernterückständen zurückbleibt. Der Pilz kann sich auf diesen Rückständen vermehren, die vegetationsfreie Zeit überdauern und die Folgefrucht befallen. Die Vorfrucht Mais ist kritisch zu betrachten.

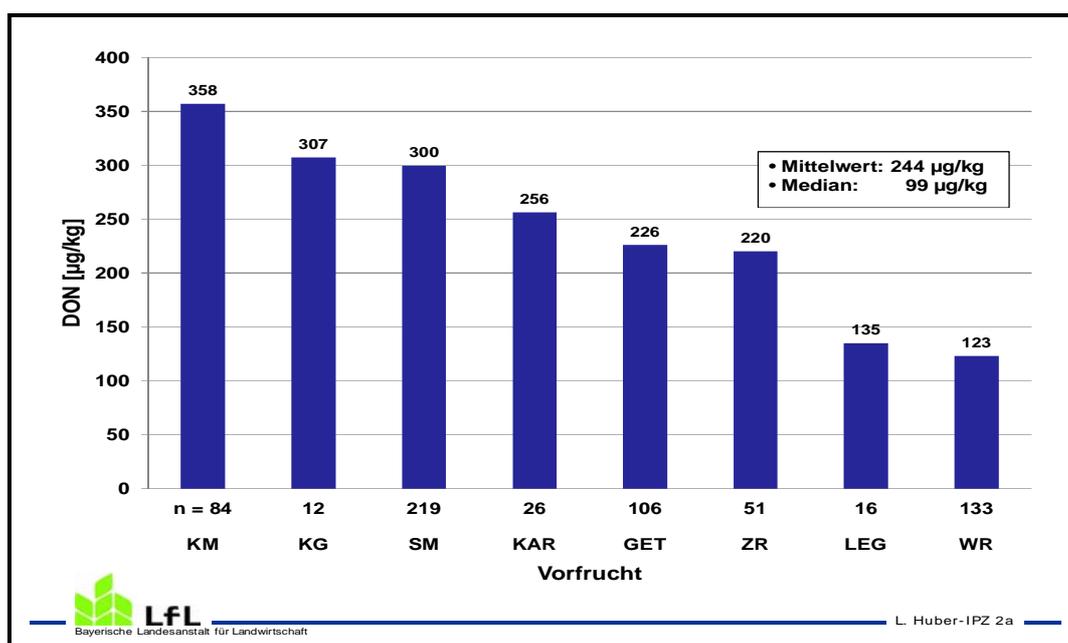


Abb. 36: Mittlerer DON-Gehalt im Winterweizen nach Vorfrucht der Ernten 2008 bis 2011

Abkürzungen: **KM**: Körnermais **KG**: Klee gras **SM**: Silomais **KAR**: Kartoffel  
**GET**: Getreide **ZR**: Zuckerrüben **LEG**: Leguminosen **WR**: Winterraps

Die Mykotoxinwerte beim Winterweizen lagen nach Mais, insbesondere Körnermais, deutlich über dem Durchschnitt von  $244 \mu\text{g}/\text{kg}$  (siehe Abbildung 36). Im Vergleich zum Winterraps, der mit knapp  $123 \mu\text{g}/\text{kg}$  nur halb so belastet war wie der Durchschnitt, verursachte die Vorfrucht Körnermais einen dreifach höheren mittleren DON-Befallswert.

Das Gefährdungsrisiko lässt sich demnach neben der Auswahl fusariumresistenter Sorten entscheidend über die Wahl der Vorfrucht und einer anschließenden ordentlichen Bodenbearbeitung (Ernterückstände häckseln, Pflug) beeinflussen.

### Winterroggen

Wie beim Weizen sind auch die DON-Werte des Winterroggens (siehe Tabelle 15) verglichen mit den Vorjahren deutlich gefallen. Insbesondere ist eine Abnahme in der Gehalts-

klasse von 201-500  $\mu\text{g}/\text{kg}$  zu verzeichnen und es wurden keine Proben mit Werten jenseits von 500  $\mu\text{g}/\text{kg}$  gefunden (Abb. 31).

Tab. 15: Vergleich des DON-Monitorings von Winterroggen 2006 bis 2011

Erntejahr	Probenzahl	DON-Werte in $\mu\text{g}/\text{kg}$				
		Mittel	Median	25 % Quartil	75 % Quartil	Maximum
2011	56	67	25	15	66	489
2010	60	150	55	18	195	1201
2009	60	94	53	29	103	523
2008	60	33	19	9	43	187
2007	60	43	22	14	41	833
2006	59	70	30	10	60	810

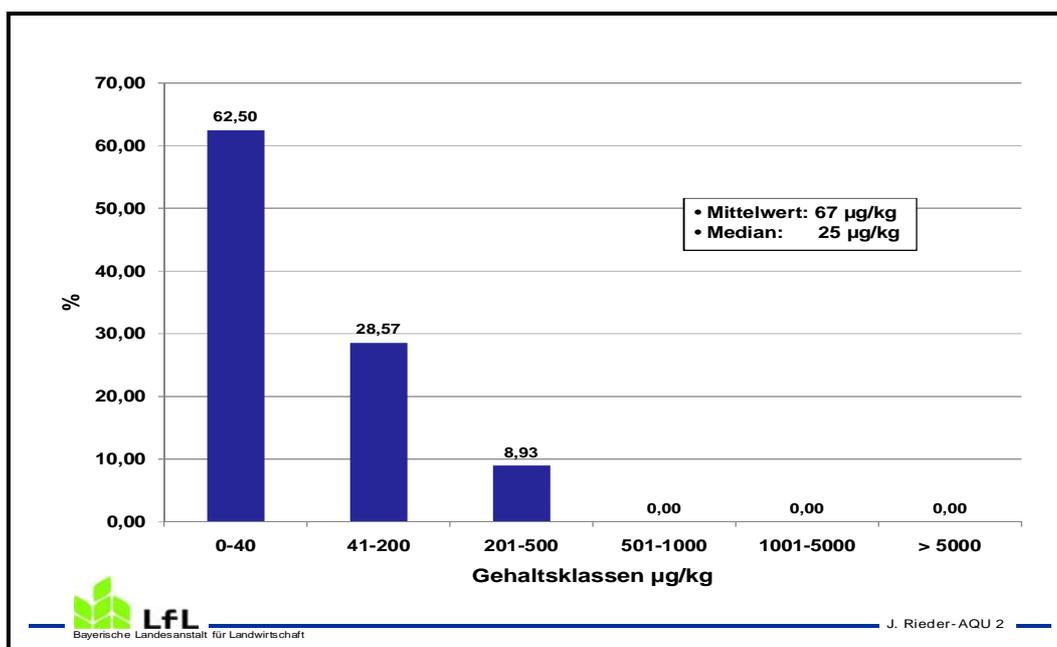


Abb. 37: Verteilung der DON-Ergebnisse von Winterroggen der Ernte 2011

Projektleitung: Dr. J. Rieder  
 Projektbearbeitung: G. Clasen, S. Würzinger  
 Kooperation: U. Nickl, L. Huber, IPZ 2a  
 Projektdauer: Daueraufgabe

### **2.3.15 Entwicklung einer schnellen NIRS-Methode zur Bestimmung von Proteinen und weiterer Inhaltsstoffe in der Kartoffel**

#### **Zielsetzung**

Die derzeitigen Verfahren zur Bestimmung des Proteingehalts von Kartoffeln sind nach einem nasschemischen Aufschluss entweder eine fotometrische Bestimmung oder die üblichen, aufwändigen Verfahren zur Ermittlung des pflanzlichen Stickstoffs, nach Kjeldahl oder Dumas.

In Zusammenarbeit mit dem TUM-Lehrstuhl für Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel sollte unter Verwendung der Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) ein Verfahren zur zerstörungsfreien Messung des Proteingehalts bei Kartoffeln entwickelt werden. Im Untersuchungswesen würde eine solche Methode erhebliche Zeit- und Kostenersparnis bedeuten, für die Pflanzenzüchter könnte diese Methode ein neues Instrument zum Screening von Kartoffelsorten sein.

#### **Methode**

Als Probenvorbereitung wurden für die Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie verschiedene Methoden mit unterschiedlichen Zerstörungsgraden angewendet. Von der Messung der ganzen Kartoffel, über eine Messung des Anschnitts einer halbierten Knolle, des Kartoffelmuses bis hin zur Messung der getrockneten und fein vermahlenden Kartoffel. Gemessen wurden jeweils etwa 20 Einzelspektren pro Probe. Um aus den Spektren mittels NIRS den Proteingehalt von Kartoffeln ermitteln zu können, muss dann eine Kalibration erstellt werden, bei der alle nasschemisch ermittelten Proteingehalte mit den über NIRS erhaltenen Spektren statistisch verrechnet werden. Dabei war festzustellen, dass es bei den untersuchten Bedingungen alle Verarbeitungsarten, außer der ganzen Kartoffel, zu anwendbaren Methoden führten, wobei die Genauigkeit mit dem Verarbeitungsaufwand zunahm.

#### **Durchführung**

Um mittels NIRS den Proteingehalt von Kartoffeln ermitteln zu können, muss zunächst eine Kalibration erstellt werden, bei der der nasschemisch ermittelte Proteingehalt (Referenzmethode nach Kjeldahl) dem über NIR erhaltenen Spektrum zugeordnet wird. Dies wird mit unterschiedlichen Proben und unterschiedlicher Konzentration des Proteins wiederholt. Erst wenn eine ausreichende Genauigkeit dieser Kalibration erreicht ist, kann diese Methode eigenständig den Proteingehalt abschätzen.

#### **Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS)**

„Alle organischen Stoffe bestehen hauptsächlich aus Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Phosphor und Schwefel, zusätzlich zu geringen Mengen anderer Elemente. Diese sind durch kovalente Bindungen verbunden und formen so Moleküle. Diese Bindungen sind beständig in Bewegung, man nennt diese Schwingungen den Grundzustand. Sie finden in Wellenlängen des Infrarotbereichs des elektromagnetischen Spektrums statt.“ (American Association of Cereal Chemists., 1987)

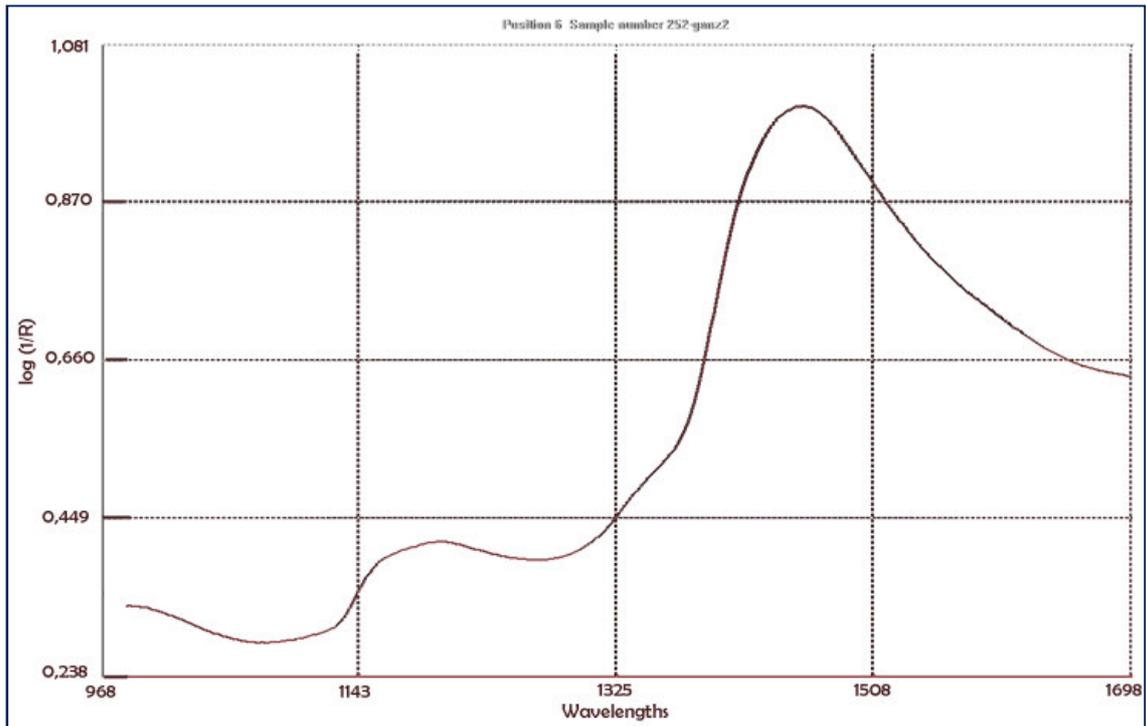


Abb. 38: NIRS-Absorptionsspektrum einer Kartoffelprobe

Der Nahinfrarotbereich erstreckt sich von 750 nm bis hin zu 2600 nm. Es handelt sich hierbei um eine Wärmestrahlung, die sich direkt oberhalb des Bereichs des sichtbaren Lichts, welcher von 380 bis 780 nm reicht, anschließt.

Für die Nah-Infrarot-Spektroskopie sind lediglich solche intramolekularen Bindungen relevant, die einen Dipol bilden. Typisch hierfür sind C-H, N-H und O-H. Alle Verbindungen derselben Sorte in einem Molekül schwingen in für sich charakteristischen Frequenzen.

## Probenvorbereitung für die Messung der ganzen Kartoffel

### Ganze Kartoffeln

Kartoffeln wurden gewaschen und damit von anhaftenden Bodenresten befreit. Zu Messung von ganzen Kartoffeln durch die Schale wurden sie so platziert, dass sie möglichst flach auflagen, um eine Streuung der reflektierten Strahlung weg vom Detektor zu vermeiden.

### Halbe Kartoffeln

Die oben beschriebenen Kartoffeln wurden in einem zweiten Schritt in der Mitte, der Länge nach durchgeschnitten. Sie wurden mit der Schnittfläche nach unten auf das Messgerät gelegt. Zur Doppelbestimmung wurde ebenfalls die zweite Schnittfläche gemessen.



Abb. 39: Kartoffel der Länge nach halbiert

### Mus

Die halben Kartoffeln wurden in einer *Küchenmaschine* fein zerkleinert und als homogene Masse ebenfalls gemessen. Zur Doppelbestimmung wurde das Mus gut durchgemischt und, wieder glattgestrichen, erneut gemessen.



Abb. 40: Kartoffelmus in der Messküvette

### Gefriergetrocknetes Pulver

Nach der Gefriertrocknung des Muses und Bestimmung der Trockenmasse wurden die getrockneten Kartoffeln vermahlen, in eine runde Küvette abgefüllt und das Kartoffelpulver ebenfalls im NIRS-Messgerät gemessen.



Abb. 41: Kartoffelpulver (trocken) in einer Messküvette

## Ergebnisse der methodischen Entwicklung

Das Hauptziel dieser Arbeit war es, ein Messverfahren zu entwickeln, welches möglichst zerstörungsfrei, schnell und günstig die Bestimmung der Proteinkonzentration in Kartoffeln ermöglicht. Es zeigte sich, dass eine vollkommen zerstörungsfreie Methode, die ganze, gewaschene Kartoffeln durch ihre Schale messen sollte, nur bedingt praxistauglich ist. Lediglich bei Kartoffeln, die eine sehr flache Form aufwiesen, konnten reproduzierbare Ergebnisse erzeugt werden. Die Spektren typisch runder Kartoffeln wichen bereits bei der Doppelbestimmung sichtbar von einander ab. Dies resultierte vor allem aus der Tatsache, dass aufgrund der Rundung die eingestrahlte NI-Strahlung reflektiert wurde und nicht zum Detektor gelangte.

## Ergebnisse der Analysen

Die NIR-Spektren der unterschiedlichen Kartoffelsorten unterschieden sich deutlich, Messungen von Knollen der gleichen Sorte wiesen jedoch fast keine spektroskopischen Unterschiede auf. Aus diesem Grund wurden die oben genannten Kalibrationen für weitere Untersuchungen erstellt.

Als Beispiel für eine erstellte Kalibrationsgerade zeigt die folgende Abbildung die Gerade, die für den Proteingehalt der halben Kartoffel im Bezug auf ihre Trockenmasse erzeugt wurde.

Diese weist ein sehr gutes Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,875$  auf, was bedeutet, dass 87,5% aller Abweichungen direkt durch die erstellte Methode erklärt werden können. Das bedeutet, die Methode ist sortenspezifisch einsetzbar und weist eine hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit auf.

Die Abbildung 42 zeigt die Kalibrationsgerade für Kartoffelprotein bei halbierten Kartoffeln.

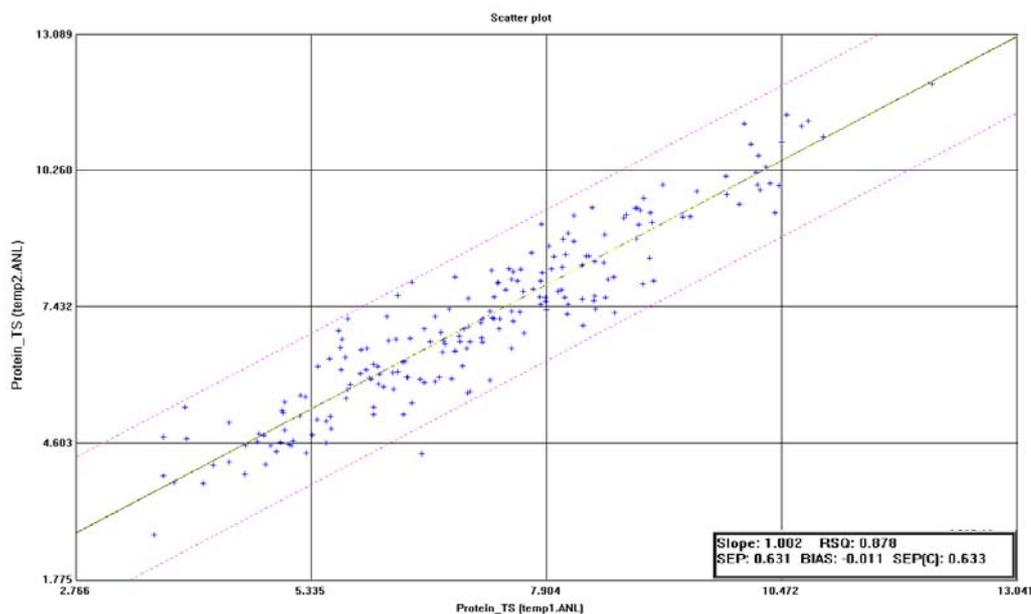


Abb. 42: Kalibrationsgerade des Proteingehalts in der TM, bei halbierten Kartoffeln (Halbschnittmessung)

Wie vermutet, hatten auch die Mus-Spektren, ebenso wie die NIR-Spektren der halben Kartoffeln eine sehr gute Reproduzierbarkeit. Dementsprechend wurden die aufgenommenen Spektren zur Bildung einer Kalibration weiter verwendet. Auch hier zeigte sich eine sehr gute NIRS-Schätzung der Proteingehalte in der Trockenmasse.

Als Abschluss der gesamten Untersuchungen wurde jeweils das für die Proteinbestimmung nach *Kjeldahl* getrocknete Pulver entsprechend im Nah-Infrarot gemessen und das entsprechende Absorptionsspektrum bestimmt. Es wurde angenommen, dass diese Methode die beste Kalibration liefern würde, da das zu messende Protein wasserfrei, und damit höher konzentriert und homogen verteilt vorliegt. Allerdings ist diese Verarbeitung die bei weitem aufwändigste und erfordert zusätzliche Laboreinrichtungen, wie Trockenschrank, Spezialmühlen und Abzug und ist deswegen in keinsten Weise mehr durch die Züchter durchführbar. Wie erwartet ergab sich hierbei die beste Kalibration mit einem  $R^2 = 93,1\%$ .

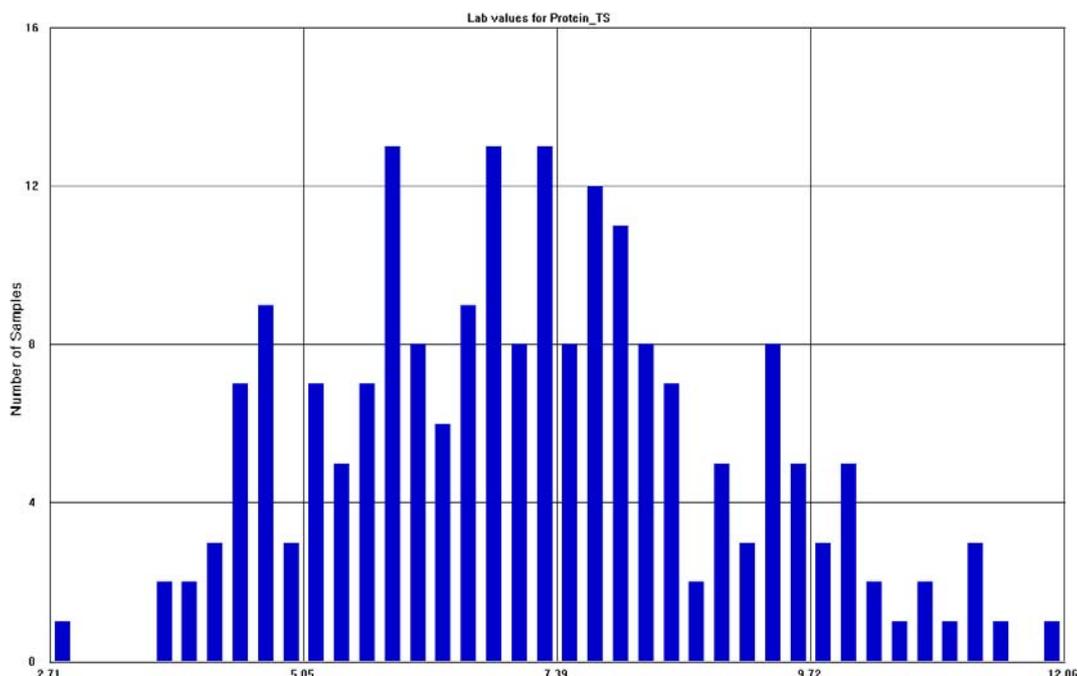


Abb. 43: Verteilung der Proteingehalte aller untersuchten Kartoffelsorten ( $n=204$ )

Abbildung 43 zeigt die insgesamt 204 verwendeten Kartoffelsorten, die in die Protein-Kalibration eingegangen sind.

Bei Einsatz der hier entwickelten Methode konnten die Kartoffelsorten eindeutig bezüglich ihres Proteingehalts unterschieden werden. Dabei gab es keinen Zusammenhang zwischen der Proteinmenge und der Nutzungsform, z.B. ob es sich um eine Stärke- oder Speisekartoffel handelte. Zu erkennen ist in Abbildung 6, dass die meisten Kartoffeln etwa 7% Protein in der TS aufweisen (Mitte der Verteilung). Es gibt allerdings auch Kartoffelsorten, die wesentlich weniger, bis knapp unter 3% Protein haben und wieder andere, die mehr als 12% Protein aufweisen.

Mit solchen proteinreichen Sorten könnte die Idee, der Züchtung einer „Proteinkartoffel“ zur Verbesserung der Proteinversorgung in der Ernährung bzw. zur Anwendung im Futtermittelbereich, verwirklicht werden.

Im Verhältnis zu konventionellen Proteinbestimmungen bei Kartoffeln ist die bei AQU 4 entwickelte NIRS-Methode schneller, kostengünstiger, hinreichend genau und da auch keinerlei Chemikalien verwendet werden müssen, sehr umweltfreundlich. Bei den erstellten NIRS-Kalibrationen zeichnete sich ab, dass die Genauigkeit mit der Probenvorbereitungszeit zunahm. Während eine zerstörungsfreie Untersuchung der ganzen Knolle unter den untersuchten Bedingungen noch keine reproduzierbaren Ergebnisse lieferte, konnte bereits durch einen geringen Mehraufwand bei der Untersuchung einer aufgeschnittenen Knolle (Halbschnitt) eine reproduzierbare Proteinbestimmung durchgeführt werden.

Mit dieser neuen Methode kann ein Züchter schon in einem sehr frühen Stadium etwas über die Inhaltsstoffe der Kartoffeln und damit über seinen Züchterfolg aussagen und sogar die halben Knollen für die Züchtung weiter verwenden.

Ebenfalls wurde hier die Basis geschaffen, um mit dieser NIR-Spektroskopie eine schnelle und genaue Methode zur Bestimmung des Stärkegehalts in Kartoffeln weiter zu entwickeln. Die Stärkemessungen müssen jedoch in einer weiteren Arbeit mit einer großen Zahl nasschemisch ermittelter Laborwerte verglichen werden bevor auch die schnelle Stärkemessung für den Züchter zur Verfügung steht.

Projektleitung: G. Henkelmann  
Projektbearbeitung: A. Glauer (TUM)  
Kooperation: Prof. Dr. Parlar (TUM), A. Kellermann (IPZ 3a)  
Projektdauer: 2011

### **2.3.16 Weiterentwicklung spektroskopischer Schnellverfahren zum Nachweis von Kleberproteinen bei Weizenkorn und –mehl**

Die spektroskopischen Schnellverfahren, insbesondere Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) haben in den letzten Jahrzehnten einen festen Platz bei der Untersuchung von Getreide, Mehl, Schrot und Ölsaaten eingenommen. Die Vorteile der Schnellmethode hat sich vor allem der Getreidehandel zu Nutze gemacht. Dabei hat die NIR-Spektroskopie in modernen Messgeräten einen hohen Probendurchsatz und kann vor Ort zu minutenschneller Routineanalytik verwendet werden. Ein weiterer großer Vorteil liegt in der simultanen Bestimmung mehrerer Parameter und einer zerstörungsfreien Messung.

#### **Zielsetzung**

Mit Hilfe der NIR-Technologie sollen die Möglichkeiten und Grenzen einer schnellen Qualitätsbeurteilung der Klebereigenschaften von Mehl und ganzen Getreidekörnern untersucht werden um die Qualitätsbeurteilung großer Zahlen von Zuchtlinien zu ermöglichen.

Dadurch ergeben sich ganz spezifische, neue, auf das Proben-/Zuchtmaterial zugeschnittene Kalibrierungen wie sie bisher von keiner uns bekannten NIR-Kalibrierung erbracht werden. Denn die Weizenqualität ist zum größten Teil genetisch festgelegt, jedoch spielen auch die Anbaubedingungen, wie zum Beispiel Boden, Klima und Düngung eine Rolle.

## Methoden

Die ganzen Körner wurden in eine gereinigte Küvette locker und gleichmäßig eingefüllt und anschließend mit einem Kunststoffdeckel leicht verdichtet. Die Küvette wurde im Wellenlängenbereich von 1108 bis 2492 nm vermessen.

Danach wurden die Proben gemahlen, gründlich vermischt und in eine Küvette eingefüllt, die ebenfalls spektroskopisch vermessen wurde.

Durch die aufgenommene Lichtenergie wird, in Abhängigkeit von chemischen Strukturen und organischen Inhaltsstoffen der Probenmatrix, Kombinations- und Oberschwingungen der OH-, NH- und CH-Bindungen ausgelöst. Diese Schwingungen reflektierten in verschiedenen Intensitäten Licht, welches in Abhängigkeit von der Wellenlänge gemessen wurde. Folglich konnte aus dem NIR-Spektrum durch die Intensität des reflektierten beziehungsweise des durch die Probe durchscheinenden Lichtes und durch Bearbeitung mit einem aufwändigen, statistischen Auswertungsverfahren auf die Quantität unterschiedlicher Stoffe geschlossen werden, nachdem alle Proben auf den tatsächlichen, nach der üblichen Methode von Perten auf Klebergehalte untersucht wurden. Die Klebereigenschaften werden in der Abteilung AQU nach dem ICC Standard Nr. 155, AACC, Method 38-12 mit Hilfe des Perten Glutomatic, Gluten-Index System untersucht.

## Ergebnisse

### Feuchtkleber - Mehl

Die Funktionalität des Weizenklebers wie das Wasserbindungsvermögen und die viskoelastischen Eigenschaften mit der Fähigkeit zur Bildung einer dreidimensionalen Teignetzstruktur ist eine der Grundlagen der Backfähigkeit des Weizens überhaupt. Neben dem Proteingehalt ist die qualitative und quantitative Kleberbestimmung ein bedeutender Qualitätsparameter und spielt im Zusammenhang mit dem Verarbeitungswert von Weizen und dessen Mahlprodukten eine große Rolle.

Die Korrelation zwischen Labor-Gesamtkleber und NIRS-Gesamtkleber ergab ein Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,80$ , das auf eine gute Übereinstimmung hinweist (siehe Abbildung 44). Die NIR-Spektroskopie ist folglich gut für die Bestimmung der Kleberproteine im Mehl geeignet.

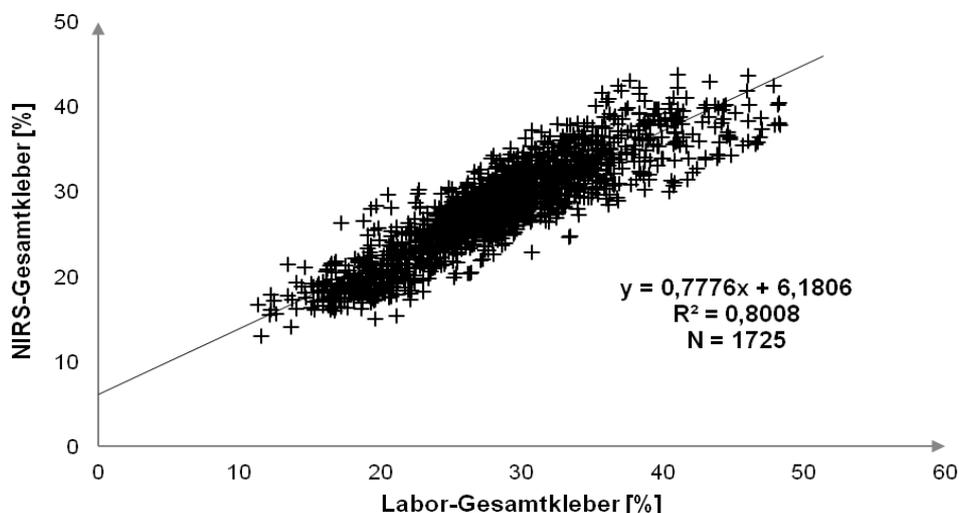


Abb. 44: Korrelation zwischen Mehlspektrum und Labor-Gesamtkleber

Die Bildung des elastisch-plastischen Klebers beruht chemisch gesehen im Wesentlichen auf spezifischen Wechselwirkungen zwischen wasserunlöslichen Proteinfractionen, den Gliadinen und Gluteninen, in Gegenwart von Wasser bei mechanischer Beanspruchung. Diese Hauptkomponenten des Klebers (Gliadine und Glutenine) finden sich im Mehlkörper wieder und sind daher im Mehl hervorragend messbar.

#### Feuchtkleber - Korn

Im Gegensatz zur Kalibration des Gesamtklebers vom Mehl ( $R^2 = 0,80$ ) ist das Bestimmtheitsmaß vom Korn ( $R^2 = 0,57$ ), wie Abbildung 45 zeigt, niedriger.

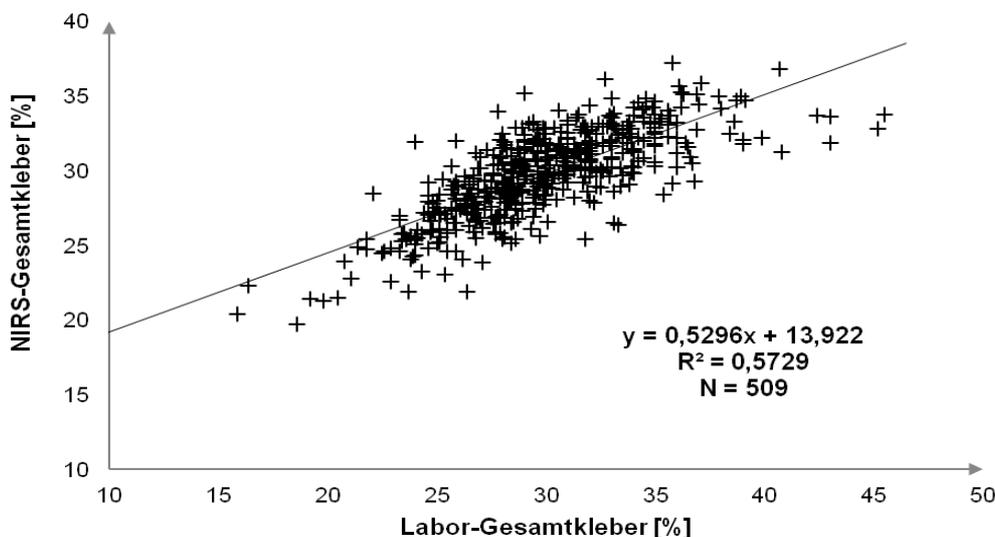


Abb. 45: Korrelation zwischen Kornspektrum und Labor-Gesamtkleber

Bei der Kornkalibration stellen die Parameter Wassergehalt und Protein, Gesamtkleber eine gute bis hinreichende Kalibration dar. Um diese Kalibrationen noch weiter zu verbessern, wären weitere umfassende Messungen und eine Erweiterung der Kalibrationen im Bereich schlechter Mehl-Qualitäten erforderlich, da viele Labormesswerte für A- und E-Weizen vorliegen, NIRS-Kalibrationen jedoch auch den unteren Messbereich abdecken sollen.

#### Zusammenfassung

Für Züchter ergibt sich aus diesen neuen Kalibrationen die Möglichkeit, mit dieser Methode auch Proben der frühen Generationen vermessen zu lassen, da die vermessenen Getreidekörner unbeschädigt und ohne chemisch oder physikalisch beeinflusst zu werden dem Züchter für seine weitere Arbeit wieder zur Verfügung stehen. Für die Selektion werden mit dieser Methode höchst wertvolle Informationen z.B. über Protein-, Kleber- und Feuchtegehalte erhalten. Für einen serienmäßigen, professionellen Einsatz ist aber eine Erweiterung des Probenkollektives und eine eingehende Validierung mittels Proben von weiteren Wild- und Zuchtstämmen notwendig.

Die Vorteile der neuen Methode für die Züchter sind:

- Der Nachweis kann innerhalb kürzester Zeit durchgeführt werden
- Die Methode ist standardisierbar
- Die Laborkosten sind gering

- Die Methode ist zerstörungsfrei (bei NIR-Korn)
- Ein Screening von großen Probenzahlen des Zuchtmaterials wäre dann kostengünstig möglich
- Die Reproduzierbarkeit ist hoch

Projektleitung: G. Henkelmann

Projektbearbeitung: S. Höck

Kooperation: Prof. Dr. C. Kuss (HS Weihenstephan-Triesdorf,  
Bayerischer Müllerbund, Dr. Hartl (IPZ 2c)

Projektdauer: 2010-2011

### 3 Ausbildung von Chemielaboranten

#### 3.1 Ausbildung von Chemielaboranten an der LfL und Azubi-Austausch im EU-Programm „Leonardo da Vinci“

AQU hat im Berichtszeitraum sieben Auszubildende im Beruf Chemielaborant betreut. Die Ausbildung erfolgt nach der „Verordnung über die Berufsausbildung im Laborbereich Chemie, Biologie und Lack, vom 25. Juni 2009“ und nach den Vorgaben der IHK als duale Ausbildung. Der schulische Teil der Ausbildung wird an der Städtischen Berufsschule für Zahntechnik, Chemie-, Biologie- und Drogerieberufe in München abgeleistet und der betriebliche an der LfL.

An der LfL wird die Ausbildung grundsätzlich von AQU gestaltet, jedoch haben die Auszubildenden auch die Gelegenheit im Lauf der Ausbildungsjahre in verschiedenen Instituten der LfL ihre Fertigkeiten im Labor zu erweitern und zu vertiefen. Eine zusätzliche Ausbildung wird den Chemielaboranten durch die „überbetrieblichen Lehrgänge“ an der TUM-Garching geboten.

Im Rahmen des von der EU geförderten Programms „Leonardo da Vinci“ haben die AQU-Auszubildenden die Möglichkeit an einem dreiwöchigen Auslandsaufenthalt teilzunehmen. In 2011 haben drei Auszubildende von AQU eine Partner-Ausbildungsstätte in Ungarn besucht und konnten dort Einblick nehmen in Untersuchungsverfahren und ausgewählte Ausbildungsinhalte. Neben den rein fachlichen Aspekten eines Auslandsaufenthalts gewinnen die Teilnehmer dabei auch an Sozialkompetenz. Nachdem das Programm einen Austausch vorsieht, hatte AQU in 2011 sieben ungarische Auszubildende und Lehrkräfte zu Gast, die sich über die Ausbildung von Chemielaboranten an der LfL informieren konnten.

In 2011 haben drei Auszubildende - Vincenzina Iovinella , Tim Nerbas und Jakob Weigand (Abbildung 46)- an der Abschlussprüfung teilgenommen und diese auch bestanden. Damit ist die Ausbildung an der LfL für diese Auszubildenden abgeschlossen.



*Abb. 46: Erfolgreiche Auszubildende:*

*Tim Nerbas,  
Vincenzina Iovinella  
und Jacob Weigand  
mit dem Ausbilder  
Herrn Dieter Nast (v.l.)*

Im Jahr 2011 wurde ein Auszubildender für den Beruf des Chemielaboranten neu eingestellt und wie schon in den Vorjahren wurden die neuen Auszubildenden der LfL im Rahmen einer festlichen Begrüßung vom Präsidenten der LfL Herrn Opperer und vom Vorsitzenden des Personalrats willkommen geheißen.

## 4 Veröffentlichungen und Fachinformationen

### 4.1 Veröffentlichungen

- Edmunds, B., Südekum, K.-H., Spiekers, H., Schuster, M. und Schwarz, F.J.(2011): Estimating utilisable crude protein at the duodenum, a precursor to metabolisable protein for ruminants, from forages using a modified gas test. eingereichtes Manuskript für Animal Feed Science and Technology.
- Ellner, R., Mikolajewski, S. und Mitarbeiter (2011): Ergebnisbericht zum Ringversuch DSN 1.
- Ellner, R., Mikolajewski, S. und Mitarbeiter (2011): Ergebnisbericht zum Ringversuch DSN 2.
- Ellner, R., Mikolajewski, S. und Mitarbeiter (2011): LÜRV-A Klärschlamm 2011 - Ländereübergreifender Ringversuch nach Fachmodul Abfall für den Bereich Klärschlamm-Anorganik, LfL-Information.
- Hartl, L., Mohler, V. und Henkelmann, G. (2011): Backqualität und Ertrag im deutschen Weizensortiment. I. Historische Entwicklung, Tagungsband der 61. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2010, S. 25-28, ISBN: 978-3-902559-53-1.
- Henkelmann, G. und Meyer zu Köcker, K. (2011): Ergebnisbericht zum 3. Ringversuch, Biogas, LfL-Information.
- Meyer zu Köcker, K. und Henkelmann, G. (2011a): Ringversuche für Laboranalytik – der Weg zur Qualität, Biogas Journal, Heft 1, S. 85-88.
- Henkelmann, G. und Meyer zu Köcker, K. (2011b): Tagungsband zum Workshop des Fachverbands Biogas am 11.01.11 in Nürnberg, „Die Qualität von Labordienstleistungen – Ergebnisse aus Ringversuchen“ .
- Versch. Autoren u.a. Hartl, L., Henkelmann, G. (2011): Abschlussbericht des Projektes: Verbundprojekt „*QualityNet – Integrierte Entwicklung von Selektionswerkzeugen für die Backqualität bei Weizen; Teilvorhaben 1 – Beziehung der Backqualität zur molekulargenetischen Information*“; Gemeinschaftsprojekt an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mit dem Max Rubner-Institut für Ernährung und Nahrungsmittelforschung (MRI) in Detmold und der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA). Laufzeit: 01.01.2008 – 30.06.2011.

## 4.2 Tagungen, Vorträge, Vorlesungen, Führungen und Ausstellungen

### 4.2.1 Tagungen

Thema	Teilnehmer	Datum
Qualitätssicherungsmaßnahmen bei LKP-Auftragnehmerlaboren durch AQU	Laborleiter der LKP-Auftragnehmerlabore, Mitarbeiter von IAB, LWG und LKP	01.12.2011

### 4.2.2 Vorträge

Name	Thema/Titel	Veranstalter/Datum	Ort
Berndt, M.	Qualitätsmanagementsystem nach DIN ISO 17025	AQU/06.07.2011 Gäste aus Ungarn	Freising
Berndt, M. Seigner, L.	Präsentation der QM-Software roXtra	Arbeitskreis „QM in der pflanzengesundheitlichen Diagnostik“/ 19.10.11	Hannover
Berndt, M.	Akkreditierung von Prüflaboren	AQU, LKV/20.10.11	Freising
Berndt, M.	Interne Audits im Rahmen der Akkreditierung	LfL/07.11.11 Mitarbeiter der LfL	Freising
Henkelmann G.	„Die Qualität von Labor-dienstleistungen – Ergebnisse aus Ringversuchen“	Workshop Fachverband Biogas/12.01.2011	Nürnberg
Henkelmann G.	1. Probenahme von Einsatzstoffen und flüssigen Behälterinhalten. 2. Labor- und Analytikparameter für Silo, Fermenter und Gärrückstand	Biogas Forum Bayern/ 09.02.2011	Landshut
Henkelmann G.	1. Probenahme von Einsatzstoffen und flüssigen Behälterinhalten. 2. Labor- und Analytikparameter für Silo, Fermenter und Gärrückstand	Biogas Forum Bayern/ 16.02.2011	Bayreuth

Name	Thema/Titel	Veranstalter/Datum	Ort
Henkelmann G.	1. Probenahme von Einsatzstoffen und flüssigen Behälterinhalten. 2. Labor- und Analytikparameter für Silo, Fermenter und Gärrückstand	Biogas Forum Bayern/ 24.02.2011	Triesdorf
Henkelmann G.	Laborparametern am Beispiel von Protein und Trockenmasse	VDLUFA AG „Qualität“/01.03.2011	Würzburg
Henkelmann G.	1. Probenahme von Einsatzstoffen und flüssigen Behälterinhalten. 2. Labor- und Analytikparameter für Silo, Fermenter und Gärrückstand	Biogas Forum Bayern / 16.03.2011	Landsberg
Henkelmann, G.	Laboranalytik und die Ausbildung von Laboranten	AQU 4/18.04.2011	Freising
Henkelmann, G.	Aufgaben des Sachgebiets AQU4, „Backqualität“	AQU 4/06.07.2011	Freising
Henkelmann, G.	Die Tätigkeiten im SG AQU4, „Backqualität“	AQU 4/01.08.2011	Freising
Henkelmann, G.	Zusatz und Hilfsstoffe im Biogasprozess	StMELF, ILT Plenumsitzung/26.10.2011	Freising
Henkelmann, G.	Sicherheitsaspekten im Zusammenhang mit dem neuen GHS-System	AQU 4/22.11.2011	Freising
Dr. Mikolajewski, S. Kneipp, S. Müller, H.	Ringversuche 2011 zum Düngeberatungssystem Stickstoff (DSN)	AQU1/01.12.2011 Labortagung	Freising
Dr. Mikolajewski, S. Müller, H. Dr. Ellner, R.	Probennachkontrollen 2011: Standardbodenuntersuchung	AQU1/01.12.2011 Labortagung	Freising

### 4.2.3 Führungen

Gruppe	Anzahl Personen	Datum	Sachgebiet
Diplomanden TUM Weihenstephan	7	16.01.2011	AQU 4
Schüler Hofmillergymnasium	5	27.01.2011	AQU 4
Mitarbeiter ILT	9	10.03.2011	AQU 4
Schnupperlehrlinge	5	18.-21.04.2011	AQU 4
Referendare Schwerpunkt: Tierische Produktion	6	19.04.2011	AQU 5
Mitarbeiter IPZ	6	29.06.2011	AQU 4
Ringassistenten LKV Wertingen	27	05.07.2011	AQU 5
Dr. Schmolke mit Studenten TUM Weihenstephan	8	06.07.2011	AQU 4
Ungarische Lehrkräfte	8	06.07.2011	Ausbildung
Fortbildung Lehrkräfte	10	01.08.2011	AQU 4
Gerstenzüchter	4	11.08.2011	AQU 4
Delegation aus Peru, Backqualität	2	22.08.2011	AQU 4
Ellhard Schule, München	4	09.09.2011	AQU 4
Studenten der Agrarwissenschaften TUM Freising-Weihenstephan	11	13.12.2011	AQU 5

### 4.3 Aus- und Fortbildung

Anzahl Personen	Zeitdauer	Personenkreis und Thema der Aus- und Fortbildungsmaßnahme	Betreuung durch
10	Daueraufgabe	Auszubildende zum Chemielaboranten	Nast Dr. Füglein Sachgebiete AQU und Institute
7	11.07.-15.07.2011	Auszubildende/Schüler aus Ungarn im Rahmen des Europäischen Austauschprojektes „Leonardo da Vinci“, Vermittlung von Fach- und Schlüsselqualifikationen als Anerkennung im „Europapass“ für Auszubildende.	AQU-L AQU 1 AQU 2 AQU 4

Anzahl Personen	Zeitdauer	Personenkreis und Thema der Aus- und Fortbildungsmaßnahme	Betreuung durch
2	31.10.-04.11.2011	„Schülerpraktikum“ für den Ausbildungsberufe Chemielaborant	AQU 4
1	15.06.-20.06.2011	Praktikanten	AQU 4
1	05.07.-07.07.2011		
1	16.08.-16.09.2011		
1	16.08.-23.09.2011		
1	29.08.-30.09.2011		
1	05.09.-15.10.2011		
1	12.09.-30.09.2011		
1	27.06.-01.07.2011	Agrartechnische Assistenten	AQU 1
1	04.07.-15.07.2011		AQU 2
1	18.07.-29.07.2011		AQU 4
1	13.09.-30.09.2011		AQU 1
1	04.10.-14.10.2011		AQU 2
1	17.10.-28.10.2011		AQU 4
1	07.11.-18-11.2011		AQU 1
1	21.11.-02.12.2011		AQU 2
1	05.12.-23.12.2011		AQU 4
1	10.01.-26.06.2011	Agrartechnische Assistenten	AQU 5
1	27.06.-23.12.2011		
1	14.02.-21.04.2011	Auszubildende zum Biologielaboranten des Bundesamtes für Strahlenschutz	AQU 5
1	26.04.-17.06.2011		
1	25.07.-02.09.2011		
1	16.05.-20.05.2011	„Schülerpraktikum“ für den Ausbildungsberuf Chemielaborant	AQU 5
1	14.06.-24.06.2011		
1	01.08.-05.08.2011		

#### 4.4 Dissertationen und Diplomarbeiten

Name	Thema/Titel Dissertation/Diplomarbeit	Betreuer, Kooperation
Glauer, A.	Bachelorarbeit zum Thema: Entwicklung einer schnellen NIRS-Methode zur Bestimmung von Proteinen in der Kartoffel und die Untersuchung weiterer Inhaltsstoffe	LfL Freising und Technische Universität München, Lehrstuhl für Chemisch-Technische Analyse und Chemische Lebensmitteltechnologie Betreuer: Prof. Dr. Parlar, Henkelmann, G.
Höck, S.	Diplomarbeit zum Thema: Möglichkeiten und Grenzen der Nahinfrarot-Spektroskopie zur Beurteilung der Backqualität	LfL Freising und Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät: Gartenbau und Lebensmitteltechnologie Betreuer: Kuss, C., Henkelmann G.
Kreitmayr, M.C.	Diplomarbeit zum Thema: Die Bestimmung von Mykotoxinen im Weizen mit Nahinfrarot-Einzelkornuntersuchungen	LfL Freising und Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät: Biotechnologie und Bioinformatik Betreuer: Leßke F., Henkelmann G.

#### 4.5 Mitgliedschaften

Name	Mitgliedschaften
Ellner, R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG)</li> <li>• Kommission für Milchwirtschaft der DLG</li> <li>• VDLUFA Direktorenngremium</li> <li>• Stiftungsrat der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA)</li> <li>• Vorsitzender der Prüfungsausschüsse für Molkereitechniker und für Agrartechnische Assistenten, Fachrichtung Milch und Lebensmittelanalytik</li> </ul>

Name	Mitgliedschaften
Henkelmann, G.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VDLUFA-Fachgruppe I: Pflanzenernährung, Produktqualität und Ressourcenschutz; AG Mykotoxine</li> <li>• VDLUFA- Fachgruppe VIII: Umwelt- und Spurenanalytik; AG-Qualität</li> <li>• Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) Fachgruppen: Analytische Chemie, Umweltanalytik und Angewandte Spektroskopie</li> <li>• Arbeitskreis: „Stabile Isotope“ (ASI)</li> <li>• Projektgruppe: „Radioaktivität“ beim Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen“</li> <li>• Arbeitskreis der Arbeitsgruppen: „Intensivmonitoring, agrar fluxes, Umwelt- und Landschaftsbilanzen“ der Internet – Fachschaft für Umweltbeobachtung – Umweltprognosen</li> <li>• Arbeitsgruppe: Betreiberleitfaden im Biogas Forum Bayern</li> <li>• Biogas Forum Arbeitsgruppe III: „Biologie und Analytik“ des StMELF und ALB</li> </ul>
Mikolajewski, S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VDLUFA-Fachgruppe II: Bodenuntersuchung</li> <li>• VDLUFA-Fachgruppe III: Düngemitteluntersuchung</li> <li>• VDLUFA-Fachgruppe VIII: Umwelt- und Spurenanalytik</li> <li>• Deutsche Botanische Gesellschaft (DBG)</li> </ul>
Nast, D.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsausschuss der IHK München / Oberbayern für Chemie- und Biologielaboranten;</li> <li>• Arbeitskreis KOBAS (Kooperation von Betrieb und Schule) für die Ausbildung von Chemielaboranten</li> <li>• NIRS-Analysenverbund des VDLUFA für Silomais bzw. Raps</li> </ul>
Rieder, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)</li> <li>• Mehrländer-Arbeitsgruppe: „Mykotoxine“</li> </ul>
Schuster, M.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VDLUFA-Fachgruppe VI: Futtermitteluntersuchung</li> </ul>

## 5 Anhang

### Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	IAB			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
Wirtschaftsdünger		236	240	476
Boden		4703		4.703
Sickerwässer		726		726
Getreide/Gräser/Heilpflanzen		887		887
<b>Organische Untersuchungen</b>				
Getreide		44		44
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
Getreide/Gräser/Inhaltsst.		5.189	2400	7.589
Weizen (Backqualität)		820		820
Gerste (Brauwert)		360		360
Silomais		35		35
Biogassubstrat / -gärreste		1.109	1031	2.140
<b>Probenzahlen 2011</b>		<b>14.109</b>	<b>3.671</b>	<b>17.780</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>		<b>13.676</b>	<b>3.634</b>	<b>17.310</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>433</b>	<b>37</b>	<b>470</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

## Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011

Probenmatrix Untersuchungsparameter	IAB			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
<b>Wirtschaftsdünger</b>				
pH-Wert		236	240	476
TS, org. Substanz		470	480	950
Stickstoff		472	480	952
Phosphat		230	218	448
Kalium		232	218	450
Calcium		178	188	366
Magnesium		188	191	379
Schwefel		174	191	365
Natrium		1	0	1
Schwermetalle		408	21	429
<b>Boden</b>				
Nmin (Ammonium-N, Nitrat-N)		9.406		9.406
<b>Sickerwässer</b>				
Stickstoff (Nitrat)		726		726
Phosphat		726		726
Schwefel		726		726
<b>Gräser / Heilpflanzen</b>				
Haupt- u. Spurenelemente		3.464		3.464
Schwermetalle		120		120
<b>Organische Untersuchungen</b>				
<b>Getreide</b>				
DON / NIV (HPLC)		64		64
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
Abrissfläche		309		309
Abrisslänge		309		309
ADF		1.251		1.251
ADForg.		1.251		1.251
ADL		1.251		1.251
Amylogramm		49		49
Asche		2.192		2.192
Aufschlüsse für Nährstoffe		384		384
Aufschlüsse für Schwermetalle		13		13
Backvolumen (Rapid-Mix-Test)		181		181
Brabender		58		58
Brauwertanalyse		48		48
C-Gehalt		13		13
Chlorid		42		42
ELOST		1.251		1.251
Extensogramm		309		309
Extrakt		58		58
Fallzahl		552		552
Feuchtkleber		284		284
Friabilimeter		58		58
Glutenindex		181		181
Hartongzahl		58		58
Nitrat (Kartoffeln)		230		230
Keimenergie		6		6
Keimfähigkeit		58		58
Kleber		181		181
Kornhärte		347		347
Mahldaten		181		181
Malzhärte Brabender		58		58
Malzqualitätsindex		58		58
Mälzungen		58		58
Mälzungsanalysen		58		58
Mehlausbeute		181		181
NDF		1.251		1.251
NDForg.		1.251		1.251
N-Gehalt		6.397		6.397
<b>NIRS - Silomais</b>				
Nitrat (NO3)		230		230
Löslicher Stickstoff (N-lösl.)		58		58
Fett/Oel		39		39
pH		58		58
Rohasche (RA)		478		478
Rohfaser (RF)		3.443		3.443
Rohfett		1.251		1.251
Rohprotein (RP aus N/Kjeldahl)		4.355		4.355
Schwand		58		58
Sedimentation		347		347
S-Gehalt		828		828
Stärke		1.265		1.265
Tausendkomgewicht (TKM)		258		258
Trockenmasse (TM, TS)		1.814		1.814
Vortrocknung		1.230		1.230
Wasseraufnahme		181		181
Zucker (reduz.)		1.251		1.251
<b>Analysenzahlen 2011</b>		<b>55.382</b>	<b>2.227</b>	<b>57.609</b>
<b>Analysenzahlen 2010</b>		<b>65.475</b>	<b>3.812</b>	<b>69.287</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>-10.093</b>	<b>-1.585</b>	<b>-11.678</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>-15</b>	<b>-42</b>	<b>-17</b>

## Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	IPZ			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
Handelsdünger	539			539
Wirtschaftsdünger		27		27
Boden		537		537
Sickerwässer		244		244
Getreide/Gräser/Heilpflanzen		120		120
<b>Organische Untersuchungen</b>				
Heilpflanzen		61		61
Getreide	27	1.209		1.236
Kartoffel			200	200
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
Getreide/Gräser/Inhaltsst.		15.760	2.434	18.194
Weizen (Backqualität)		7.075	400	7.475
Gerste (Brauwert)		3.899		3.899
Silomais		4.500		4.500
Biogassubstrat / -gärreste		2.991		2.991
<b>Futtermittel Untersuchungen</b>				
Grünfutter (frisch/angew.)		146		146
<b>Probenzahlen 2011</b>	<b>566</b>	<b>36.569</b>	<b>3.034</b>	<b>40.169</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>	<b>592</b>	<b>26.535</b>	<b>754</b>	<b>27.699</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>	<b>-26</b>	<b>10.034</b>	<b>2.280</b>	<b>12.470</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>	<b>-4</b>	<b>38</b>	<b>302</b>	<b>45</b>

## Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011

Probenmatrix Untersuchungsparameter	IPZ			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
<b>Handelsdünger</b>				
Stickstoff	1.252			1.252
Phosphat	733			733
Kalium	290			290
Magnesium, Calcium, Reaktivität, BWS	475			475
Schwefel	492			492
Spurenelemente	196			196
Schwermetalle	450			450
Siebungen, TS, org. Subst. pH	283			283
<b>Wirtschaftsdünger</b>				
pH-Wert		27		27
TS, org. Substanz		54		54
Stickstoff		54		54
Phosphat		27		27
Kalium		27		27
Calcium		9		9
Magnesium		18		18
Schwefel		5		5
Natrium		7		7
<b>Boden</b>				
Nmin (Ammonium-N, Nitrat-N)		1.074		1.074
<b>Sickerwässer</b>				
Stickstoff (Nitrat)		244		244
Phosphat		244		244
Schwefel		244		244
<b>Gräser / Heilpflanzen</b>				
Haupt- u. Spurenelemente		240		240
Schwermetalle		60		60
<b>Organische Untersuchungen</b>				
<b>Heilpflanzen</b>				
Nitrat		328		328
Paeoniflorin		99		99
Astragalosid		206		206
<b>Getreide</b>				
DON / NIV (HPLC)		1.223		1.223
DON (ELISA)		370		370
<b>Kartoffel</b>				
Thaxomin			325	325
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
Abrissfläche		679		679
Abrisslänge		679		679
ADF		5.893		5.893
ADForg.		2.812		2.812
ADL		3.445		3.445
Alpha-Amylase		53		53
Amylogramm		94		94
Asche		3.343		3.343
Aufschlüsse für Nährstoffe		693		693
Aufschlüsse für Schwermetalle		693		693
Ausbund		1.430		1.430
Backvolumen (Rapid-Mix-Test)		1.249		1.249
Beta-Amylase		53		53
Brabender		4.731		4.731
Brauwertanalyse		2.048		2.048
C-Gehalt		871		871
ELOST		2.834		2.834
Extensogramm		679		679
Extrakt		4.731		4.731
Fallzahl		8.318		8.318
Farinogramm		238		238
Feuchtkleber		153		153
Friabilimeter		2.024		2.024
Glutenindex		52		52
Hartongzahl		2.024		2.024
Hektolitergewicht (HLG)		560		560
Keimenergie		20		20
Keimfähigkeit		2.024		2.024
Kleber		52		52
Kornhärte		2.867		2.867
Mahlzeiten		1.249		1.249
Mahlhärte Brabender		2.024		2.024
Malzqualitätsindex		2.024		2.024
Mälzungen		2.024		2.024
Mälzungsanalysen		2.024		2.024
Mehlausbeute		1.249		1.249
NDF		2.812		2.812
NDForg.		3.493		3.493
N-Gehalt		2.595		2.595
<b>NIRS - Silomais</b>				
Nitrat (NO3)		525		525
Löslicher Stickstoff (N-lösl.)		2.024		2.024
Fett/Oel		1.327		1.327
pH		2.024		2.024
Rohasche (RA)		6.526		6.526
Rohfaser (RF)		6.684		6.684
Rohfett		3.790		3.790
Rohprotein (RP aus N/Kjeldahl)		11.831		11.831
Schwand		2.024		2.024
Sedimentation		6.127		6.127
S-Gehalt		1.805		1.805
Sortierung		804		804
Stärke		3.889		3.889
Tausendkomgewicht (TKM)		1.211		1.211
Trockenmasse (TM, TS)		5.726		5.726
Vorselektion		2.462		2.462
Vortrocknung		5.102		5.102
Wasseraufnahme		4.240		4.240
Zucker (reduz.)		2.812		2.812
<b>Analysenzahlen 2011</b>	<b>4.171</b>	<b>153.859</b>	<b>325</b>	<b>158.355</b>
<b>Analysenzahlen 2010</b>	<b>3.400</b>	<b>128.410</b>	<b>20.724</b>	<b>152.534</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>	<b>771</b>	<b>25.449</b>	<b>-20.399</b>	<b>5.821</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>	<b>22,7</b>	<b>20,0</b>	<b>-98,0</b>	<b>4,0</b>

## Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	IPS			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
Boden		119		119
<b>Organische Untersuchungen</b>				
Boden	100			100
Getreide	160	479	249	888
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
Getreide/Gräser/Inhaltsst.		1.580		1.580
Weizen (Backqualität)		6		6
Gerste (Brauwert)		60		60
Biogassubstrat / -gärreste		220		220
<b>Probenzahlen 2011</b>	<b>260</b>	<b>2.464</b>	<b>249</b>	<b>2.973</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>	<b>278</b>	<b>2.701</b>	<b>0</b>	<b>2.979</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>	<b>-18</b>	<b>-237</b>	<b>249</b>	<b>-6</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>	<b>-6</b>	<b>-9</b>	<b>100</b>	

### Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011

Probenmatrix Untersuchungsparameter	IPS			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
<b>Boden</b> Nmin (Ammonium-N, Nitrat-N)		238		238
<b>Organische Untersuchungen</b>				
<b>Boden</b> Atrazin (ELISA)	100			100
<b>Getreide</b> DON / NIV (HPLC)		700		700
DON (ELISA)			249	249
Neonicotinoide (DC)	200			200
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
ADF		57		57
ADForg.		57		57
ADL		57		57
Brauwertanalyse		334		334
ELOST		57		57
Extrakt		334		334
Fallzahl		6		6
Friabilimeter		334		334
Hartongzahl		334		334
Keimenergie		20		20
Keimfähigkeit		334		334
Malzhärte Brabender		334		334
Malzqualitätsindex		334		334
Mälzungen		334		334
Mälzungsanalysen		334		334
NDF		57		57
NDForg.		57		57
N-Gehalt		766		766
<b>NIRS - Silomais</b>				
Löslicher Stickstoff (N-lösl.)		334		334
Fett/Oel		480		480
pH		334		334
Rohfaser (RF)		57		57
Rohfett		57		57
Rohprotein (RP aus N/Kjeldahl)		391		391
Schwand		334		334
Sedimentation		65		65
S-Gehalt		828		828
Sortierung		432		432
Stärke		57		57
Trockenmase (TM, TS)		57		57
Vortrocknung		23		23
Zucker (reduz.)		57		57
<b>Analysenzahlen 2011</b>	<b>300</b>	<b>8.584</b>	<b>249</b>	<b>9.133</b>
<b>Analysenzahlen 2010</b>	<b>278</b>	<b>5.850</b>		<b>6.128</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>	<b>22</b>	<b>2.734</b>	<b>249</b>	<b>3.005</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>	<b>8</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>49</b>

## Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	ITZ			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Futtermittel Untersuchungen</b>				
Kraffuttermittel		41	▼	41
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b>				
Schweinefleisch		5261	▼	5.261
Lammfleisch		19	▼	19
Wisent		383	▼	383
<b>Probenzahlen 2011</b>		<b>5.704</b>		<b>5.704</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>		<b>5.786</b>		<b>5.786</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>-82</b>		<b>-82</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>-1</b>		<b>-1</b>

## Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011

Probenmatrix Untersuchungsparameter	ITZ			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Futtermittel Untersuchungen</b>				
<b>Grünfutter (frisch/angew.)</b>				
Trockensubstanz		12		12
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysetrockenmasse		12		12
Rohasche		12		12
Rohfaser		12		12
Rohprotein		12		12
Rohfett		12		12
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)		12		12
<b>Kraffuttermittel</b>				
Trockensubstanz		23		23
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysetrockenmasse		12		12
Rohasche		12		12
Rohfaser		12		12
Rohprotein		12		12
Rohfett		12		12
erw. HFT/Proteinqualität				0
Stärke (Polarimetrie)		5		5
Zucker		5		5
Aminosäuren				
Lysin		5		5
Methionin		5		5
Cystin		5		5
Threonin		5		5
Tryptophan		5		5
proteingebundene AS (18)				
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)		11		11
Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)				
Na		5		5
K		5		5
Mg		5		5
Ca		5		5
P		5		5
Spurenelemente (AAS)				
Cu		5		5
Zn		5		5
<b>Silagen/Mischrationen</b>				
Trockensubstanz		6		6
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysetrockenmasse		6		6
Rohasche		6		6
Rohfaser		6		6
Rohprotein		6		6
Rohfett		6		6
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)				
erw. HFT/Proteinqualität				
Alkohol		6		6
Gärsäuren		6		6
pH		6		6
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b>				
Intram. Fett (Chemie)		626		626
Fettsäuren (45 FS/Analysengang)		64		64
Tropfsaftverlust (Schutzgas)		2366		2.366
NIR- Unters. Muskel		5663		5.663
pH		383		383
Scherkraft		383		383
Lagerverlust		383		383
Grillverlust		383		383
Fleischfarbe		383		383
<b>Analysenzahlen 2011</b>		<b>10.936</b>		<b>10.936</b>
<b>Analysenzahlen 2010</b>		<b>8.782</b>		<b>8.782</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>2.154</b>		<b>2.154</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>25</b>		<b>25</b>

## Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	ITE			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b> Wirtschaftsdünger		42		42
<b>Futtermittel Untersuchungen</b> Grünfutter (frisch/angew.) Silagen Mischrationen Kraffuttermittel Nebenprodukte Körnerfrüchte Ölfrüchte/Schrote Sonstige		627 392 1537 574 142 58 137 34	773 722 61 17 10 53 24 2	1.400 1.114 1.598 591 152 111 161 36
<b>Untersuchung von Exkrementen</b> Kot frisch Kot getr.		359 359		359 359
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b> Wisent		106		106
<b>Probenzahlen 2011</b>		<b>4.367</b>	<b>1.662</b>	<b>6.029</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>		<b>4.102</b>	<b>951</b>	<b>5.053</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>265</b>	<b>711</b>	<b>976</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>6</b>	<b>75</b>	<b>19</b>

Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011

Probenmatrix Untersuchungsparameter	ITE			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b> Futtermittel Untersuchungen</b>				
<b>Grünfutter (frisch/angew.)</b>				
Trockensubstanz	82		584	666
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse	108	46		154
Rohasche	108	46		154
Rohfaser	108	46		154
Rohprotein	108	46		154
Rohfett	108	46		178
Gesamtsicksstoff	15	163		178
Stärke (Polarimetrie)	11			11
Zucker	36	57		93
ADF/ADF	56			56
Nitrat	9	71		80
Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)				
Na	46	13		59
K	46	26		72
Mg	46	13		59
Ca	46	13		59
P	46	26		72
Spurenelemente (AAS)				
Cu	37	10		47
Zn	37	10		47
Mineralstoffe RFA (12 Param.)	20	416		436
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)	11	190		201
erw. HFT/Proteinqualität	4	12		16
Aminosäuren				
Lysin	6			6
<b>Kraftfuttermittel</b>				
Trockensubstanz	460	27		487
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse	356	22		378
Rohasche	356	22		378
Rohfaser	356	22		378
Rohprotein	365	22		387
Rohfett	356	22		378
erw. HFT/Proteinqualität	12			12
Stärke (Polarimetrie)	221	5		226
Zucker	221	5		226
Aminosäuren				
Lysin	147			147
Methionin	147			147
Cystin	147			147
Threonin	147			147
Tryptophan	147			147
proteingebundene AS (18)	1764			1.764
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)	1	71		72
Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)				
Na	147	24		171
K	147	24		171
Mg	147	24		171
Ca	147	24		171
P	147	24		171
Spurenelemente (AAS)				
Cu	147	24		171
Zn	147	24		171
Mineralstoffe RFA (12 Param.)	56	70		126
Säurebindungsvermögen	60			60
pH	60			60
<b>Stägen/Mischrationen</b>				
Trockensubstanz	656	870		1.526
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse	557	101		658
Rohasche	557	101		658
Rohfaser	557	101		658
Rohprotein	594	101		695
Rohfett	557	101		658
Stärke (Polarimetrie)	81	28		109
Zucker	16			16
NDF/ADF und oNDF/oADF	23	189		212
ELOS	42	12		54
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)	434	482		916
erw. HFT/Proteinqualität	39	46		85
Zucker Anthron	97			140
Alkohol	131	84		215
Gärssäuren	135	83		218
pH	226	83		309
Pufferkapazität	16	70		86
Ammonium Stickstoff	133	84		217
Nitrat	10			10
Osmolalität	5			5
DLG Nachprüfung	42			42
Sichtprüfung Schimmel	97	43		140
Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)				
Na	34			34
K	34			34
Mg	34			34
Ca	34			34
P	34			34
Spurenelemente (AAS)				
Cu	34			34
Zn	34			34
Mineralstoffe RFA (12 Param.)	37	284		321
<b>Nebenprodukte</b>				
Trockensubstanz	187	22		209
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse	191	22		213
Rohasche	191	22		213
Rohfaser	191	22		213
Rohprotein	191	22		213
Rohfett	191	22		213
Stärke (Polarimetrie)	172	9		181
Zucker	172	9		181
Aminosäuren				
Lysin	34	5		39
Methionin	34	5		39
Cystin	34	5		39
Threonin	34	5		39
Tryptophan	34	5		39
proteingebundene AS (18)	1170	144		1.314

Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)			
Na	139	12	151
K	139	12	151
Mg	139	12	151
Ca	139	12	151
P	139	12	151
Spurenelemente (AAS)			
Cu	136	12	148
Zn	136	12	148
Nährstoffparameter (NIR)	28		28
<b>Körnerfrüchte</b>			
Trockensubstanz	103	32	135
Weenderanalyse (Nasschemie)			
Analysentrockenmasse	54	8	62
Rohasche	54	8	62
Rohfaser	54	8	62
Rohprotein	54	8	62
Rohfett	54	8	62
Stärke (Polarimetrie)	35	8	43
Zucker	35	8	43
Aminosäuren			
Lysin	47		47
Methionin	47		47
Cystin	47		47
Threonin	47		47
Tryptophan	47		47
proteingebundene AS (18)	396		396
Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)			
Na	29		29
K	29		29
Mg	29		29
Ca	29		29
P	29		29
Spurenelemente (AAS)			
Cu	17	23	40
Zn	17	23	40
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)			
Mineralstoffe RFA (12 Param.)		21	21
<b>Öfrüchte/Schrote</b>			
Trockensubstanz	117	18	135
Weenderanalyse (Nasschemie)			
Analysentrockenmasse	105	15	120
Rohasche	105	15	120
Rohfaser	105	15	120
Rohprotein	105	15	120
Rohfett	105	15	120
Aminosäuren			
Lysin	57		57
Methionin	57		57
Cystin	57		57
Threonin	57		57
Tryptophan	57		57
proteingebundene AS (18)	540		540
Stärke (Polarimetrie)	73	13	86
Zucker	73	13	86
Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)			
K	75	5	80
Mg	75	5	80
Ca	75	5	80
P	75	5	80
Spurenelemente (AAS)			
Cu	73	5	78
Zn	73	5	78
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)	102	26	128
<b>Sonstige</b>			
Trockensubstanz	54	30	84
Weenderanalyse (Nasschemie)			
Analysentrockenmasse	59	38	97
Rohasche	59	38	97
Rohfaser	59	38	97
Rohprotein	59	38	97
Rohfett	59	38	97
Stärke (Polarimetrie)	22		22
Zucker	54		54
Aminosäuren	55	4	59
Lysin	21		21
Methionin	21		21
Cystin	21		21
Threonin	21		21
Tryptophan	21		21
proteingebundene AS (18)	612		612
Mineralstoffbestimmung (AAS/Photom)			
Na	6	1	7
K	6	1	7
Mg	6	1	7
Ca	6	1	7
P	6	1	7
Spurenelemente (AAS)			
Cu	6	1	7
Zn	6	1	7
Mineralstoffe RFA (12 Param.)	46	9	55
pH	2	2	4
Ammonium Stickstoff	5		5
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)	59		59
<b>Untersuchung von Exkrementen</b>			
Weenderanalyse (Nasschemie)			
Analysentrockenmasse	359		359
Rohasche	359		359
Rohfaser	359		359
Rohprotein	359		359
Rohfett	359		359
Gesamt N	359		359
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b>			
Intram. Fett (Chemie)	88		88
Fettsäuren (45 FS/Analysengang)		65	65
Protein		60	60
Wasser		60	60
Asche		60	60
Tropfsaltverlust (Schutzgas)			0
NIR- Unters. Muskel		106	106
pH		106	106
Scherkraft		106	106
Lagerverlust		106	106
Grillverlust		106	106
Fleischfarbe		106	106
<b>Analysenzahlen 2011</b>		23.625	7.057
<b>Analysenzahlen 2010</b>		8.743	4.461
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		14.882	2.596
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		170	58

### Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	IFI			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b>				
Fisch		62		62
<b>Probenzahlen 2011</b>		<b>62</b>		<b>62</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>			97	97
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		62	-97	-35
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>			-100	-36

**Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011**

Probenmatrix Untersuchungsparameter	IFI			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b>				
Protein		62		62
Wasser		62		62
Asche		62		62
NIR- Unters. Muskel		62		62
<b>Analysenzahlen 2011</b>		<b>248</b>		<b>248</b>
<b>Analysenzahlen 2010</b>			<b>104</b>	<b>104</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>248</b>	<b>-104</b>	<b>144</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>100</b>	<b>-100</b>	<b>138</b>

## Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	ILT			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
Wirtschaftsdünger		1		1
Boden		141		141
Biogassubstrat / -gärreste			2315	2.315
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
Getreide/Gräser/Inhaltsst.			1.116	1.116
Silomais			427	427
Biogassubstrat / -gärreste			788	788
<b>Futtermittel Untersuchungen</b>				
Silagen			12	12
<b>Probenzahlen 2011</b>		<b>142</b>	<b>4.658</b>	<b>4.800</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>		<b>18</b>	<b>4.455</b>	<b>4.473</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>124</b>	<b>203</b>	<b>327</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>689</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

### Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011

Probenmatrix Untersuchungsparameter	ILT			
	Vollzug	Dauer- aufgaben	Drittmittel- projekte	Gesamt
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
<b>Boden</b>				
Nmin (Ammonium-N, Nitrat-N)		282		282
<b>Biogassubstrate/ -gärreste</b>				
Hauptnährstoffe			8.466	8.466
Spurenelemente			1.903	1.903
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
ADF			959	959
ADForg.			959	959
ADL			282	282
Aufschlüsse für Schwermetalle			296	296
Beta-Amylase			125	125
ELOST			156	156
Kleber			848	848
Leitfähigkeit			959	959
NDF			282	282
NDForg.			959	959
N-Gehalt			840	840
NH4 - N (Vapodest)			959	959
<b>NIRS - Silomais</b>				
Löslicher Stickstoff (NHösl.)			125	125
Fett/Oel			156	156
Rohasche (RA)			959	959
Rohfaser (RF)			233	233
Rohfett			620	620
Rohprotein (RP aus N/Kjeldahl)			156	156
S-Gehalt			156	156
Stärke			156	156
Trockenmase (TM, TS)			620	620
Wasseraufnahme			156	156
Zucker (reduz.)			119	119
<b>Analysenzahlen 2011</b>		<b>282</b>	<b>21.449</b>	<b>21.731</b>
<b>Analysenzahlen 2010</b>		<b>16</b>	<b>31.948</b>	<b>31.964</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>		<b>266</b>	<b>-10.499</b>	<b>-10.233</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>		<b>1.663</b>	<b>-33</b>	<b>-32</b>

## Übersicht zu Probenart und -herkunft 2011

Untersuchungsart Probenmatrix	Proben, extern			
	LWG	TFZ	Pflanzen- züchter	LVFZ, AELF, LÜRv, LKP, Sonstige
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
Wirtschaftsdünger		3		13
Boden	107	231		144
Getreide/Gräser/Heilpflanzen		96		
Probengenerierung AbfKlärV				243
Probengenerierung DüV				224
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
Getreide/Gräser/Inhaltsst.			889	
Weizen (Backqualität)			1.013	80
Gerste (Brauwert)				200
Silomais				320
Biogassubstrat / -gärreste		240		129
<b>Futtermittel Untersuchungen</b>				
Grünfütter (frisch/angew.)				71
Silagen				67
Mischrationen				35
Kraftfuttermittel				29
Körnerfrüchte				23
Ölfrüchte/Schrote				4
Sonstige				2
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b>				
Schweinefleisch				165
Schweinespeck				63
<b>Probenzahlen 2011</b>	<b>107</b>	<b>570</b>	<b>1.902</b>	<b>1.812</b>
<b>Probenzahlen 2010</b>	<b>438</b>	<b>320</b>	<b>1.574</b>	<b>3.421</b>
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>	<b>-331</b>	<b>250</b>	<b>328</b>	<b>-1.609</b>
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>	<b>-76</b>	<b>78</b>	<b>21</b>	<b>-47</b>

## Übersicht zu Analysenparameter und Probenherkunft 2011

Probenmatrix Untersuchungsparameter	Analysen, extern			
	LWG	TFZ	Pflanzen- züchter	LVFZ, AELF, LÜRV, LKP, Sonstige
<b>Anorganische Untersuchungen</b>				
<b>Wirtschaftsdünger</b>				
pH-Wert			3	13
TS, org. Substanz			6	38
Stickstoff			6	38
Phosphat			3	10
Kalium			3	10
Calcium				10
Magnesium				10
Schwefel				10
Natrium				4
Schwermetalle				10
<b>Boden</b>				
Nmin (Ammonium-N, Nitrat-N)			462	307
<b>Gräser / Heilpflanzen</b>				
Haupt- u. Spurenelemente			360	
<b>Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und Bioenergie</b>				
ADF		274		600
ADForg.		274	30	4
ADL		274		300
Asche		143		
Aufschlüsse für Schwermetalle			30	
Ausbund			172	
Backvolumen (Rapid-Mix-Test)			459	28
Bonitur				140
C-Gehalt		143		
ELOST		131		300
Extensogramm			172	
Fallzahl			775	
Feuchtkleber			2	
Glutenindex			2	
Keimenergie				56
Keimfähigkeit				560
Kleber		40	30	
Kleinbackversuch			316	
Kornhärte			316	
Leitfähigkeit			30	
Mahlzeiten			316	
Mälzungen			108	339
NDF		41		120
NDForg.		40	30	4
N-Gehalt		40	30	
NH4 - N (Vapodest)		40	30	22
<b>NIRS - Silomais</b>				
Fett/Oel		120		128
Rohasche (RA)			30	
Rohfaser (RF)		143	30	
Rohfett		274	30	300
Rohprotein (RP aus N/Kjeldahl)		131		285
Sedimentation			775	33
S-Gehalt		143		16
Stärke		41		
Tausendkomgewicht (TKM)				16
Trockenmasse (TM, TS)		40	30	361
Vorselektion			32	
Vortrocknung				357
Wasseraufnahme		41	72	464
Zucker (reduz.)		131	30	
<b>Futtermittel Untersuchungen</b>				
<b>Grünfutter (frisch/angew.)</b>				
Trockensubstanz				59
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysetrocknenmasse				11
Rohasche				11
Rohfaser				11
Rohprotein				11
Rohfett				11
Zucker				4
Nitrat				2
Mineralstoffe RFA (12 Param.)				46
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)				60

<b>Kraffuttermittel</b>				
Trockensubstanz				29
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse				29
Rohasche				29
Rohfaser				29
Rohprotein				29
Rohfett				29
Stärke (Polarimetrie)				14
Zucker				14
Aminosäuren				
Lysin				11
Methionin				11
Cystin				11
Threonin				11
Tryptophan				11
Spurenelemente (AAS)				14
<b>Silagen/Mischrationen</b>				
Trockensubstanz				81
Weenderanalyse (Nasschemie)				16
Analysentrockenmasse				16
Rohasche				16
Rohfaser				16
Rohprotein				22
Rohfett				16
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)				73
Gärsäuren				8
Mineralstoffe RFA (12 Param.)				34
<b>Körnerfrüchte</b>				
Trockensubstanz				18
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse				12
Rohasche				12
Rohfaser				12
Rohprotein				12
Rohfett				12
Stärke (Polarimetrie)				10
Nährstoffparameter (NIR 12 Param.)				6
Mineralstoffe RFA (12 Param.)				4
<b>Ölfrüchte/Schrote</b>				
Trockensubstanz				3
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse				3
Rohasche				3
Rohfaser				3
Rohprotein				3
Rohfett				3
<b>Sonstige</b>				
Weenderanalyse (Nasschemie)				
Analysentrockenmasse				8
Rohasche				8
Rohfaser				8
Rohprotein				8
Rohfett				8
<b>Untersuchungen tierischer Produkte</b>				
Intram. Fett (Chemie)				31
Fettsäuren (45 FS/Analysengang)				133
Tropfsaftverlust (Schutzgas)				96
NIR- Unters. Muskel				165
<b>Analysenzahlen 2011</b>	0	3.347	3.877	6.269
<b>Analysenzahlen 2010</b>	488	2.238	3.980	10.370
<b>Abweichung absolut zu 2010</b>	-488	1.109	-103	-4.101
<b>Abweichung in Prozent zu 2010</b>	-100	50	-3	-40