

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Abteilung Qualitätssicherung
und Untersuchungswesen**

Zentrale Analytik



Jahresbericht 2012

Impressum

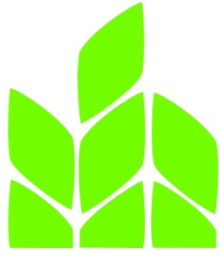
Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

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

Auflage: Juni 2012

Druck: Abteilung Information und Wissensmanagement

© LfL



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Jahresbericht 2012

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

Inhalt

| | Seite |
|---|-----------|
| Vorwort | 7 |
| 1 Organisation | 8 |
| 1.1 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft | 8 |
| 1.2 Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen | 9 |
| 1.2.1 Ziele und Aufgaben | 9 |
| 2 Daueraufgaben und Projekte | 12 |
| 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) | 19 |
| 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 | 24 |
| 2.3.6 Der LÜR-V-A Klärschlamm 2012 als Grundlage für die Notifizierung nach Fachmodul Abfall | 33 |
| 2.3.7 Analytik von Handelsdüngern für die Düngemittelverkehrskontrolle | 36 |
| 2.3.8 Überwachung Ausbringungsverbot Neonicotinoide Mais 2012 | 38 |
| 2.3.9 Inhaltsstoffe von Heilpflanzen: Baldrian | 39 |
| 2.3.10 Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots 2012 | 42 |
| 2.3.11 Analytik von Thaxtominen | 42 |
| 2.3.12 Toxinreduktion bei Fusariumbefall in Weizen: 2. Feldversuch | 47 |
| 2.3.13 Deoxynivalenol-Monitoring von bayerischem Wintergetreide der Ernte 2012 | 49 |
| 2.3.14 Mikrobiologische Prozessoptimierung in der Biogastechnologie – Diagnostik der mikrobiellen Populationen und Identifizierung von Schlüsselorganismen in Biogas-Fermentern | 52 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.3.15 | Verbesserung der Effizienz von Biogasanlagen durch den Einsatz von anaeroben Pansenpilzen | 54 |
| 2.3.16 | Entwicklung eines Schnellscreenings auf Pathogene in landwirtschaftlich relevanten Substraten | 55 |
| 2.3.17 | Verhalten von EHEC und krankheitserregenden Clostridien in Biogasanlagen | 56 |
| 2.3.18 | Verbundvorhaben: Bioraffinerie-Modul zum gerichtet-fermentativen Aufschluss von Biomasse für eine kombinierte energetische und stoffliche Verwertung (FABES-Modul) - Mikrobiologische Optimierung der Hydrolyse (TP2) und Ökologische Bewertung des Verfahrens (TP5)..... | 58 |
| 2.3.19 | Effektive ELOS-Analytik in pflanzlichen Rohstoffen für den Bioenergie- und Futtermittelbereich | 61 |
| 2.3.20 | Einfluss der Knetzeit auf das Backvolumenim „Rapid-Mix-Test“ | 67 |
| 2.3.21 | Restgasbestimmung in Gärresten – ein einzigartiger Ringversuchsparameter für Labordienstleister in der landwirtschaftlichen Biogasproduktion | 72 |
| 2.3.22 | Analytik zur Qualität von Futtermitteln und tierischen Produkten | 75 |
| 3 | Ausbildung von Chemielaboranten | 81 |
| 3.1 | Ausbildung von Chemielaboranten an der LfL und Azubi-Austausch im EU-Programm „Leonardo da Vinci“ | 81 |
| 4 | Veröffentlichungen und Fachinformationen | 83 |
| 4.1 | Veröffentlichungen..... | 83 |
| 4.2 | Tagungen, Vorträge, Vorlesungen, Führungen und Ausstellungen | 86 |
| 4.2.1 | Tagungen | 86 |
| 4.2.2 | Vorträge..... | 86 |
| 4.2.3 | Führungen..... | 90 |
| 4.3 | Aus- und Fortbildung | 91 |
| 4.4 | Dissertationen und Diplom-, Master-, Bachelorarbeiten..... | 92 |
| 4.5 | Mitgliedschaften..... | 92 |

Vorwort

Der Jahresbericht der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) stellt in ausgewählten Themen die große Bandbreite der analytischen Untersuchungen dar, die im Jahr 2012 vor allem für die Institute der Landesanstalt bearbeitet wurden. Darüber hinaus wird mit den Proben- und Analysenstatistiken der Arbeitsumfang umrissen.

Zentrales Thema von AQU war in 2012 die Erweiterung der Akkreditierung nach DIN ISO 17025, die im Dezember von den Gutachern der deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) bestätigt wurde. Somit sind nun neben der bereits seit 2005 akkreditierten Düngemittelanalytik auch die Verfahren der Brauqualität, die Mykotoxinanalytik und die Futtermittelanalytik akkreditiert. Mit Hilfe dieses Systems wird die Qualität der Analysenergebnisse, die für die erfolgreiche Bearbeitung von Projekten und für die Ergebnisinterpretation durch die Institute von großer Wichtigkeit ist, weiter verbessert. AQU hat auch Labore anderer LfL-Institute bei deren Vorbereitung auf die Akkreditierung maßgeblich unterstützt.

Wie bereits in den vergangenen Jahren wurde die Analysenkapazität von AQU von den Instituten stark nachgefragt. Steigende Probenzahlen sind dafür ein eindeutiger Beweis. Die meisten Proben kamen auch in 2012 aus dem Versuchswesen der Institute, während die Proben aus dem Hoheitsvollzug und von externen Auftraggebern vergleichsweise gering waren.

Die Organisationsstruktur von AQU wurde in 2012 neu gestaltet und damit wurde ein Schritt zur besseren Kommunikation und zum Zusammenwachsen getan, der sich langfristig auf die Leistung der Abteilung auswirken wird. Mit der Übernahme des Aufgabenbereichs „Mikro- und Molekularbiologie“ ist AQU nun auch forschungsmäßig präsent. Hervorzuheben ist auch der neue Aufgabenbereich „Qualität von Prozessstoffen der Bioenergie“, der sich sowohl als Anbieter von Ringversuchen für Labordienstleister in der Biogassubstratanalytik etablieren soll, als auch die gesamte Analytik für Biogassubstrate anbieten wird.

Die Zusammenarbeit von AQU mit den Selbsthilfeeinrichtungen der bayerischen Landwirtschaft, dem LKP und dem LKV, war aufgrund des weiter gestiegenen Probenaufkommens auch in diesem Berichtsjahr sehr intensiv. Die Neugestaltung der Kooperation mit dem LKP spielte dabei eine maßgebliche Rolle. Die Analysenprozesse der Futtermittelproben von LKV-Mitgliedern wurden bewertet und dokumentiert, um sie auch in Zukunft effektiv durchführen zu können.

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

Freising, im Mai 2013

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. Das Kompetenzzentrum für Ernährung (KERN) ist der Landesanstalt verwaltungstechnisch 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.

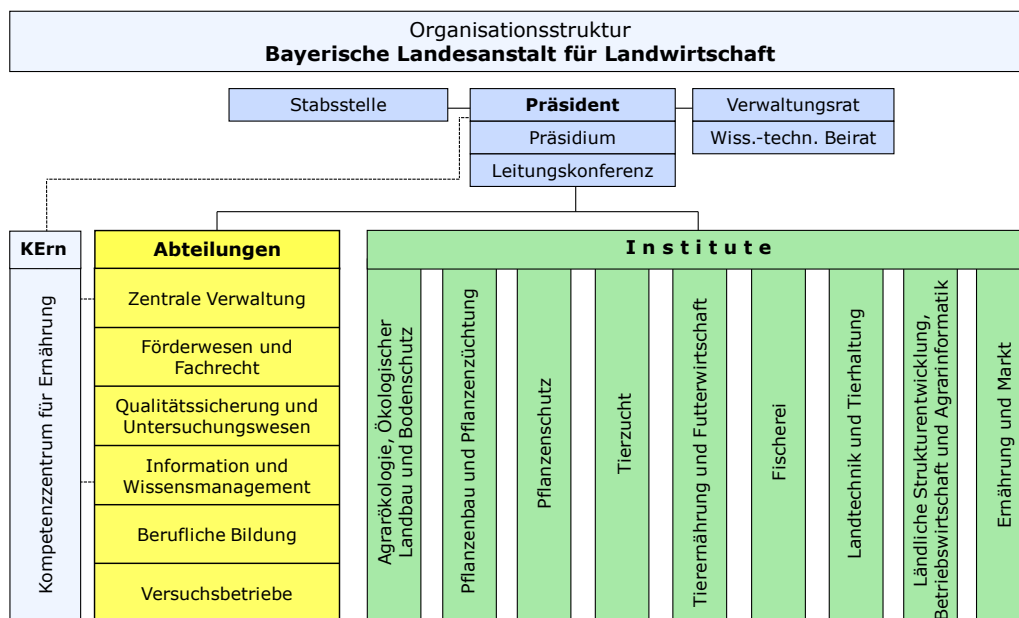


Abb. 1: Organigramm der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

1.2 Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen

Die Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) ist gegliedert in die Abteilungsleitung und in drei Sachgebiete. Der Standort der Abteilungsleitung und der Sachgebiete AQU 1 und 2 ist Freising und der von AQU 3 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.

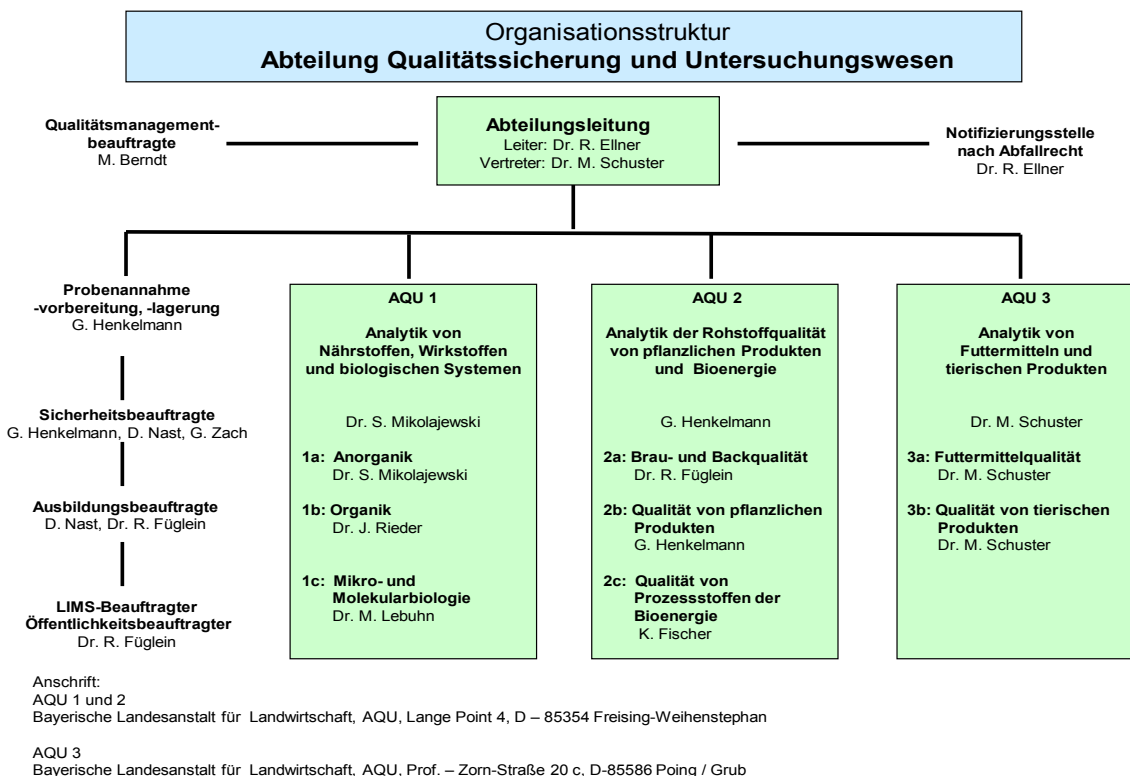


Abb. 2: Organisationsstruktur der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen

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 Ökologischen Landbau, Agrarökologie 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 3 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.

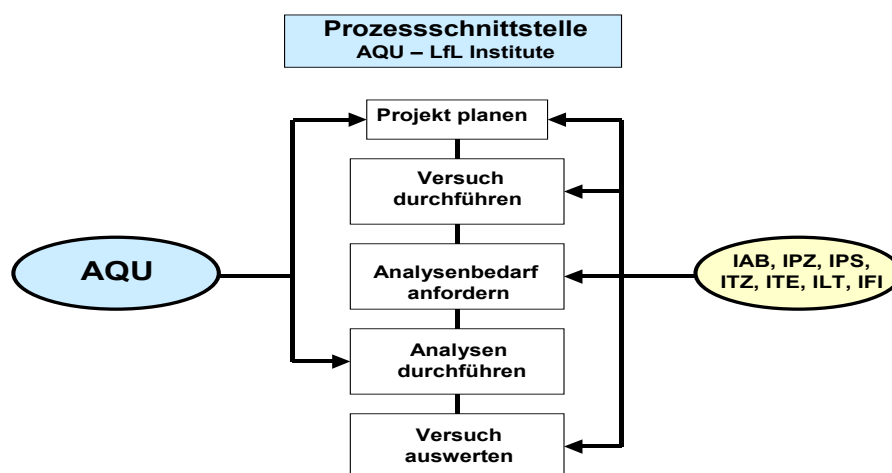


Abb. 3: Prozessschnittstelle: AQU – LfL Institute

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 83320 Proben und 302182 Analysenwerten (Tabellen 1 und 2) wurde auch im Jahr 2012 die Analysenleistung von AQU stark nachgefragt.

Tab. 1: Übersicht zu Probenart und –herkunft bearbeitet in AQU, 2012

| 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 | 523 | 11238 | 386 | 2163 | 14310 |
| Organische Untersuchungen – Bö- den, Heilpflanzen, Getreide, Kar- toffel | 263 | 1892 | 163 | | 2318 |
| Untersuchungen pflanzlicher Roh- stoffe und von Bioenergie-Proben | | 41722 | 8582 | 4329 | 54633 |
| Untersuchung der Futtermittel- qualität | | 4249 | 1582 | 1054 | 6885 |
| Untersuchungen der Qualität tieri- scher Erzeugnisse | | 5049 | | 125 | 5174 |
| gesamt | 786 | 64150 | 10713 | 7671 | 83320 |

Tab. 2: Übersicht zur Zahl der Analysenwerte und der Probenherkunft bearbeitet in AQU, 2012

| Analysenwerte: Probenmatrix | Probenherkunft | | | | gesamt |
|--|------------------------------|--------------------|---------------------------|--|---------------|
| | LfL-interne Proben aus | | | Proben ex- terner Auf- traggeber | |
| | Hoheits- vollzug | Dauerauf- gaben | Drittmittel- projekten | | |
| Anorganische Untersuchungen – Düngemittel, Böden, Getreide | 4076 | 23124 | 5354 | 7168 | 39722 |
| Organische Untersuchungen – Bö- den, Heilpflanzen, Getreide, Kar- toffel | 329 | 1024 | 2496 | | 3849 |
| Untersuchungen pflanzlicher Roh- stoffe und von Bioenergie-Proben | | 187870 | 12026 | 10957 | 210853 |
| Untersuchung der Futtermittel- qualität | | 13107 | 11420 | 4752 | 29279 |
| Untersuchungen der Qualität tieri- scher Erzeugnisse | | 12018 | 5340 | 1121 | 18479 |
| gesamt | 4076 | 237143 | 39260 | 21374 | 302182 |

Bei den Probenzahlen bedeutet dies im Vergleich zum Jahr 2011 einen geringen Zuwachs von 2 Prozent.

Die größten Auftraggeber unter den LfL-Instituten waren IPZ mit 39.810 Proben (2011: 40.169), gefolgt von IAB (2012: 17.542 Proben; 2011: 17.780), ITE (2012: 5.825 Proben; 2011: 6.029) und ITZ (2012: 4.934 Proben, 2011: 6.029 Proben). Gemäß ihren Aufgaben und Versuchsanstellungen waren die Institute der LfL an unterschiedlichen Analysengruppen interessiert. Das Spektrum reichte von NIR Untersuchungen, die mit vergleichsweise geringem Aufwand durchgeführt werden können bis hin zu aufwändigen Analysen im Bereich der instrumentellen Analytik.

Biogassubstrate und –gärreste waren mit 10 % der Proben (2011: 11 %) beteiligt.

Abbildung 4 zeigt die Zu- und Abnahmen der Probenzahlen im Jahr 2012 im Vergleich zum Vorjahr bei den Auftraggebern von AQU.

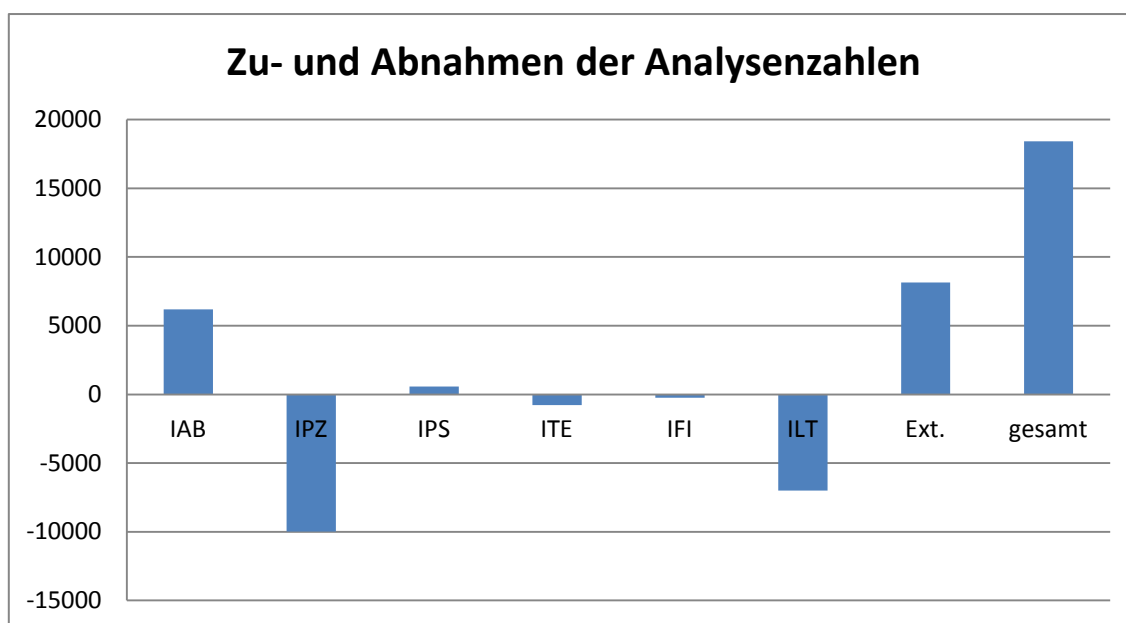


Abb. 4 : Zu- und Abnahmen der Probenzahlen im Jahr 2012 im Vergleich zum Vorjahr

Während die Proben- und Analysenzahlen einiger Institute leicht zurückgingen, nahmen die Aufträge von IAB und die von externen Auftraggebern zu. Die Mehrheit der Untersuchungen für Externe gingen im Rahmen der Eiweißinitiative Bayern ein, beispielsweise durch einen Projektauftrag des Forschungsinstitutes für biologischen Landbau (FIBL).

Wie aus Abbildung 5 zu erkennen ist, wurden 93 Prozent der Proben (2011: 92 %) von den Instituten der LfL bei AQU in Auftrag gegeben. etwa 2 Prozent waren Proben aus dem Vollzug der Düngemittelverkehrskontrolle und anderer Vollzugsaufgaben, 78 Prozent kamen aus den Daueraufgaben der Institute, 13 Prozent aus Drittmittelprojekten, die federführend bei den Instituten bearbeitet werden. Ca. 7 Prozent der Proben kamen von externen Auftraggebern, für die entsprechende Kosten berechnet wurden.

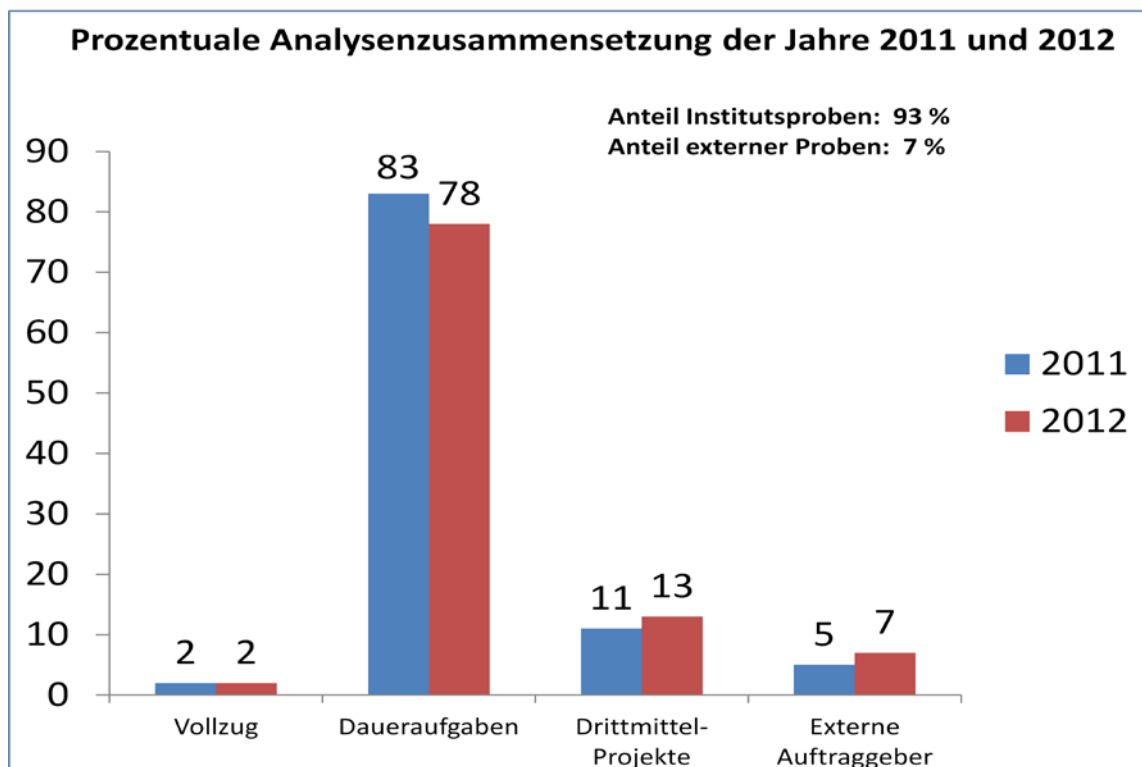


Abb. 5: Anteile der Proben für bestimmte Aufgaben (Vollzug, Daueraufgaben, Drittmittelprojekte, externe Proben) in den Jahren 2011 und 2012

2.2 Qualitätssicherung in AQU

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

Zur Stabilisierung und Evaluierung der Analysemethoden in AQU ist die regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen in den unterschiedlichsten Arbeitsbereichen notwendig.

In Tabelle 3 sind die Ringversuchsteilnahmen der AQU-Labore zusammengefasst. Dabei wird der breit streuende Aufgabenbereich von AQU deutlich. Die Ringversuchsteilnahmen erstreckten sich auf die Bereiche Mykotoxine, Boden, Klärschlamm, Bioabfälle, Biogaserzeugung, Malz- und Bachqualität sowie wertgebende Inhaltsstoffe in Pflanzen, Getreide und Futtermitteln

Tab. 3: Übersicht zur Teilnahme von AQU-Labore an Ringversuchen im Jahr 2012

| Teilnehmer | Thema des Ringversuchs | Veranstalter | Datum |
|------------|--|--------------|---------|
| AQU 1a | DSN 1: Bestimmung von N_{\min} in Bodenproben | LfL-AQU 1 | 01/2012 |
| AQU 1a | VDLUFA Fertilizer Ring Test- EU Q4/2012 "Potassium Chloride with Magnesium 40 (+6+4+12)" | VDLUFA | 03/2012 |
| AQU 1a | DSN 2: Bestimmung von N_{\min} in Bodenproben | LfL-AQU 1 | 03/2012 |

| Teilnehmer | Thema des Ringversuchs | Veranstalter | Datum |
|------------|--|--------------------------------|---------|
| AQU 1a | LÜRV-A Boden 2012 | LTZ Augustenberg | 05/2012 |
| AQU 1a | Ringuntersuchung (externe Qualitätsprüfung) Gülle 2012 | LTZ Augustenberg | 05/2012 |
| AQU 1a | LÜRV-A Klärschlamm 2012 | LfL-AQU 1 | 05/2012 |
| AQU 1a | LÜRV-A Bioabfall 2012 West | Hessisches Landeslabor, Kassel | 05/2012 |

| | | | |
|--------|----------------------------|--|---------|
| AQU 1b | DON in Weizenmehl | The Food and Environment Research Agency, UK (FAPAS) | 02/2012 |
| AQU 1b | DON in Getreide | Dienstleistung Lebensmittel Analytik GbR, Großhansdorf (DLA) | 03/2012 |
| AQU 1b | DON in Maismehl | FAPAS | 05/2012 |
| AQU 1b | DON in Frühstückszerealien | FAPAS | 07/2012 |
| AQU 1b | DON in Tierfutter | FAPAS | 11/2012 |

| | | | |
|--------|---|---|---------|
| AQU 2a | Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT | Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH (DIGEFA) | 02/2012 |
| AQU 2a | Untersuchungen zur Backqualität | AGF | 04/2012 |
| AQU 2a | Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT | Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH | 04/2012 |
| AQU 2a | Untersuchungen zur Backqualität | AGF | 04/2012 |
| AQU 2a | Analytik zur Bestimmung der Gerstenqualität, Abgleich der neuen Standards | TU-München | 06/2012 |
| AQU 2a | Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT | Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH | 06/2012 |
| AQU 2a | Untersuchungen zur Backqualität | AGF | 06/2012 |
| AQU 2a | Analytik zur Bestimmung der Malzqualität, Neue Malz Standards | TU-München | 06/2012 |
| AQU 2a | Getreidestandardisierung | DOEMENS | 07/2012 |
| AQU 2a | Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT | Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH | 08/2012 |
| AQU 2a | Untersuchungen zur Backqualität | AGF | 08/2012 |
| AQU 2a | Untersuchungen zur Backqualität | AGF | 10/2012 |

| Teilnehmer | Thema des Ringversuchs | Veranstalter | Datum |
|------------|--|--|------------|
| AQU 2a | Untersuchungen zur Backqualität | AGF | 12/2012 |
| AQU 2b | Referenzmethoden Silomais | VDLUFA | 07/2012 |
| AQU 2b | Messwertabgleich im NIRS Verbund, Raps | NIRS GmbH Kassel | 07/2012 |
| AQU 2b | Analytik zur Bestimmung der Malzqualität | LLGL Sachsen Anhalt | 08/2012 |
| AQU 2b | Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT | Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH | 10/2012 |
| AQU 2b | Getreideinhaltsstoffe mittels NIRS/NIT | Detmolder Institut für Getreide- und Fettanalytik GmbH | 12/2012 |
| AQU 2c | Biogasringversuch Substrat-Fermenteruntersuchung | LfL | 05-06/2012 |
| AQU 2c | Biogas Ringversuch Gasbildung | LfL | 07/2012 |

| | | | |
|--------|---|--|------------|
| AQU 3a | VDLUFA-Futtermittelenquete Untersuchung Junghennenfutter, Milchviehfutter, Lysinreiches Mineralfutter für Mastsschweine auf Inhalts- und Zusatzstoffe | VDLUFA, Fachgruppe VI Leipzig und Kassel | 01-04/2012 |
| AQU 3a | IAG Ringtest 2012 for Feedingstuffs Grass Meal Pellets Mixed Feed | Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH | 5-7/2012 |
| AQU 3a | Gerätstandardisierung NIRS 6500 an Hand von Referenzproben | VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH, Kassel | 07/2012 |
| AQU 3a | Futtermittelringanalyse des Landesarbeitskreises „Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“ Methodenprüfung NIRS, RFA sowie Nasschemie | Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen | 05-08/2012 |
| AQU 3a | Futtermittelringanalyse des Landesarbeitskreises „Futter und Fütterung im Freistaat Sachsen“ RFA-Enquete Grundfutter | Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen | 8/2012 |

2.3 Ergebnisse aus Daueraufgaben und Projekten

2.3.1 Notifizierung im Vollzug des Abfallrechts

Zielsetzung

Nach der Klärschlamm- und 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 Analysenergebnisse 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.

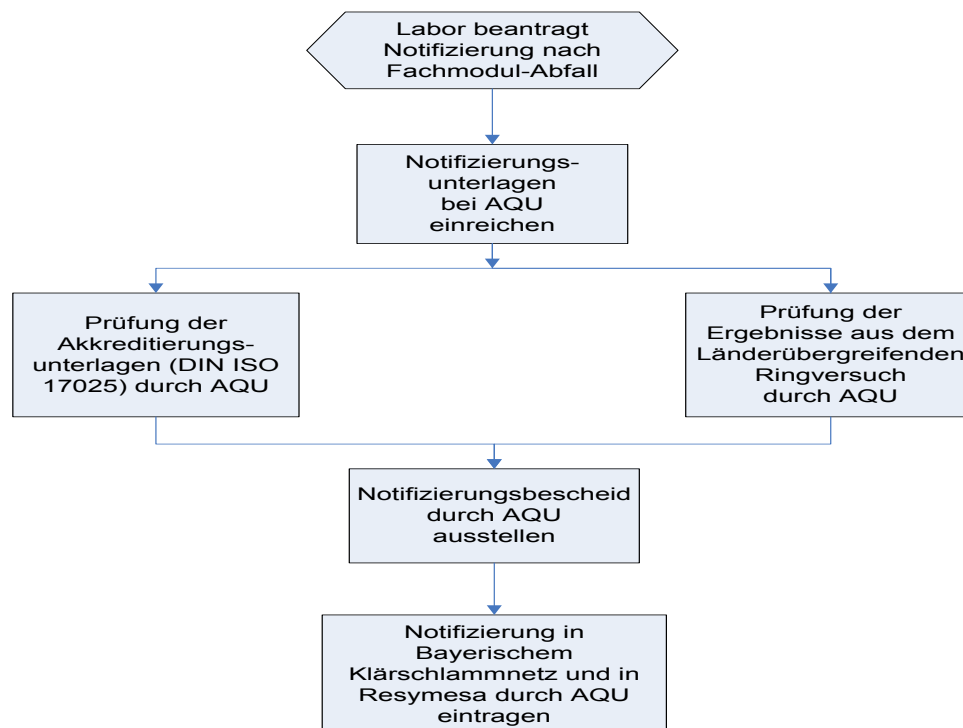


Abb.6 : Wesentliche Schritte bei der Notifizierung von Laboren nach Fachmodul Abfall

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 Recheresystem Messstellen und Sachverständige (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 2012 hat die Notifizierungsstelle bei AQU die umfangreichen Akkreditierungsunterlagen von 7Antragstellern 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 2012 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 31.12.2012 insgesamt 28 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 31.12.2012)

| Notifizierungsbereich nach Fachmodul Abfall (FMA) | Anzahl Labore |
|--|---------------|
| | 2012 (2011) |
| 1.1 Probenahme Klärschlamm | 16 (17) |
| 1.2 Schwermetalle im Klärschlamm | 20 (20) |
| 1.3 Adsorbierte organisch gebundene Halogene (AOX) im KS | 19 (19) |
| 1.4 Nährstoffe im Klärschlamm | 20 (19) |
| 1.5 PCP im Klärschlamm | 8 (8) |
| 1.6 Dioxine/Furane im Klärschlamm | 4 (4) |
| 2.1 Probenahme Boden | 19 (19) |

| | |
|--|---------|
| 2.2 Schwermetalle im Boden | 18 (18) |
| 2.3 Nährstoffe im Boden | 17 (17) |
| 3.1 Probenahme Bioabfall | 16 (16) |
| 3.2 Schwermetalle im Bioabfall | 15 (15) |
| 3.3 Fremdstoffe, Steine, Salzgehalt im Bioabfall | 15 (14) |
| 3.4 Seuchenhygiene (Salmonellen) im Bioabfall altes FM | 6 (7) |
| 3.5 Phytohygiene im Bioabfall altes FM | 7 (7) |

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 2012 hat AQU zwei Personen die Notifizierung als Bodenprobenehmer erteilt, für einen Probenehmer endete die Notifizierung wegen Ruhestand.

Insgesamt haben in Bayern 507 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
 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 NH₄-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 31.12.2012 befanden sich 17 Labore auf der „Gülle-Liste“. 11 Labore haben Ihren Sitz in Bayern, 6 sind aus anderen Bundesländern.

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

2.3.3 Durchführung des Länderübergreifenden Ringversuchs Abfall (LÜRVA) als Grundlage für die Notifizierung von Laboren im Vollzug des Abfallrechts

Zielsetzung

Im Rahmen des „Länderübergreifenden-Ringversuchs-Abfall (LÜRVA)“, der im Vollzug der Abfallklärschlamm-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 LÜRVA aufgelistet.

Tab. 5: Zuständigkeit der Bundesländer für Ringversuchsparameter im LÜRVA-2012

| Bundesland | Parameterbezeichnung nach Fachmodul Abfall (FMA) | Beschreibung des Parameters |
|--|--|--|
| Bayern | FMA 1.2 | Schwermetalle im Klärschlamm |
| Sachsen | FMA 1.3 | AOX im Klärschlamm |
| | FMA 1.4 | Nährstoffe, physikalische Parameter im Klärschlamm |
| Rheinland-Pfalz | FMA 1.5 | PCB im Klärschlamm |
| | FMA 1.6 | PCDD/F im Klärschlamm |
| Baden-Württemberg Mecklenburg - Vorpommern | FMA 2.2 | Schwermetalle, pH-Wert, Bodenart des Bodens |
| | FMA 2.3 | Pflanzenverfügbare Nährstoffe des Bodens |
| Hessen | FMA 3.2 | Schwermetalle in Bioabfall |

| | | |
|---|-----------|--|
| Thüringen Sachsen Baden-Württemberg | FMA 3.3 | Fremdstoffe, physikalische Parameter im Bioabfall |
| | FMA 3.5 a | Seuchenhygienische Untersuchungen (Salmonellen) |
| | FMA 3.5 b | Phytohygienische Untersuchungen (Keimfähige Samen und austriebsfähige Pflanzenteile) |

Methode

„AQU 1 Anorganische Analytik“ stellte für den LÜRVA, Parameter 1.2, 1.3 und 1.4 das Probenmaterial her. Insgesamt wurden 240 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 95 Labore aus allen Bundesländern teilgenommen.

Ergebnisse

Der LÜRVA-2012 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 2010 und 2011 dargestellt. Weitere Einzelheiten sind im Beitrag unter Punkt 2.3.6 beschrieben.

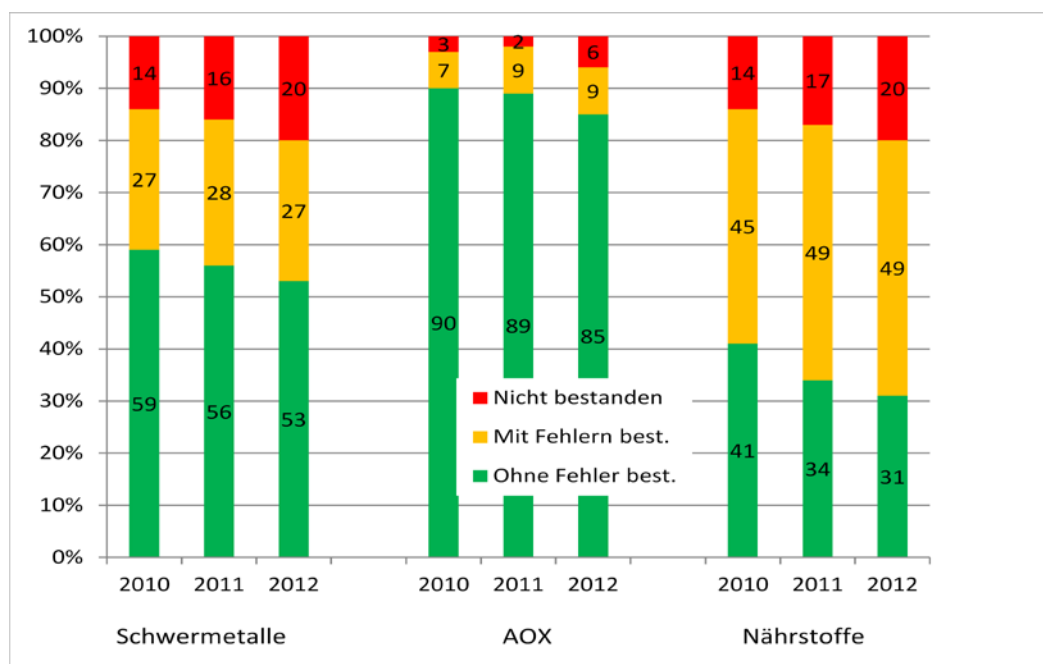


Abb. 7: Ergebnisse der 5-Länder-Ringversuche (2010, 2011) und des LÜRVA (2012) zu Schwermetallen, AOX, Nährstoffe im Klärschlamm

Im Vergleich zum Jahr 2011 lässt sich eine geringe Erhöhung der „nicht bestanden Labore“ feststellen. Bei den Schwermetallen (FMA 1.2) haben 20 Prozent (2011: 16 %), bei AOX (FMA 1.3) haben 6 Prozent (2011: 2 %) nicht bestanden. Bei den Nährstoffen (FMA

1.4) war im Vergleich zum Vorjahr ein Anstieg um 3 Prozent auf 20 Prozent nicht bestandene Teilnehmer zu beobachten.

Projektleitung: Dr. R. Ellner, Dr. S. Mikolajewski
 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 Landbewirtschaftung. 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.

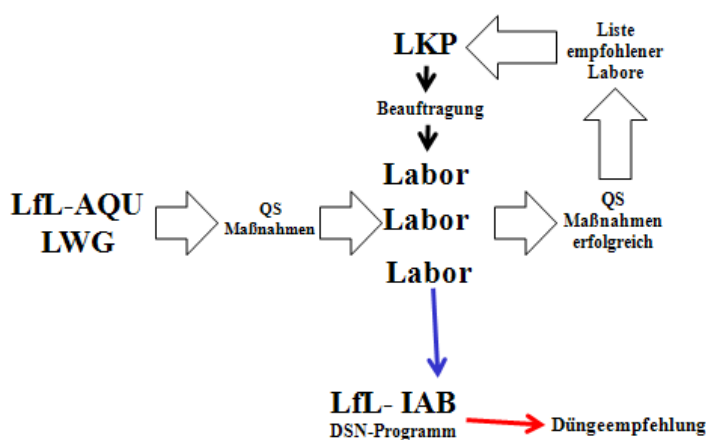


Abb. 8: AQU/LWG-QS-Maßnahmen und Auswahl der LKP-Auftragslabore

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.

Für die Saison 2012/2013 haben sich 18 Labore zu den Ringversuchen angemeldet und teilgenommen. Ziel der Labore ist der Verbleib auf der „Liste der empfohlenen Labore“ oder die Neuaufnahme.

Ergebnisse

Wie der Abbildung 9 zu entnehmen ist, scheiterten auch in 2012 bis zu 3 Labore im Ringversuch.

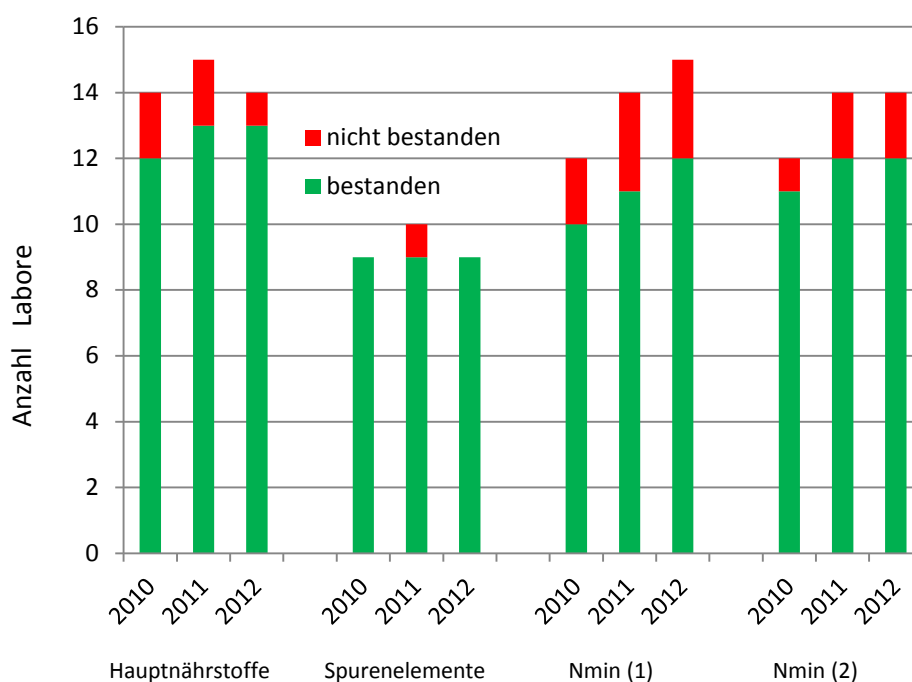


Abb. 9: Vergleich der Ergebnisse der Ringversuche 2009 bis 2011 bei Laboren im Bewerbungsverfahren als LKP-Auftragslabor

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 2012 wurden sechs Labore mit 751 Proben nachkontrolliert.

Die Erfahrungen einer Untersuchungssaison sind Gegenstand einer Besprechung mit allen aktuellen und potenziellen LKP-Auftragnehmer-Laboren. Diese Besprechung fand im Dezember 2012 statt.

Für die Untersuchungssaison 2012/2013 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 2012/2013 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 2012 wurden - wie schon im Vorjahr - mehr als 20.000 Proben, nämlich 24.194 Futterproben untersucht. Seit dem Untersuchungsstart im Jahr 1990 wurden mehr als 325.000 Proben auf ihren Futterwert analysiert (siehe Abbildung 10). Die erneute Steigerung der Untersuchungszahlen zeigt, dass die Fütterungsberatung in Bayern verstärkt nachgefragt wird. Auswertungen des LKV belegen, dass auf der Basis der Untersuchungsergebnisse bedarfsgerechte, wirtschaftliche und ökologische Futterrationen erstellt werden können.

Die Untersuchungsaufträge wurden dem Labor in Form von 28.716 Untersuchungspaketen übermittelt. Insgesamt hat das Labor ca. 275.000 Einzelparameter bestimmt und diese dem LKV und seinen Mitgliedern zu Beratungszwecken zur Verfügung gestellt.

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

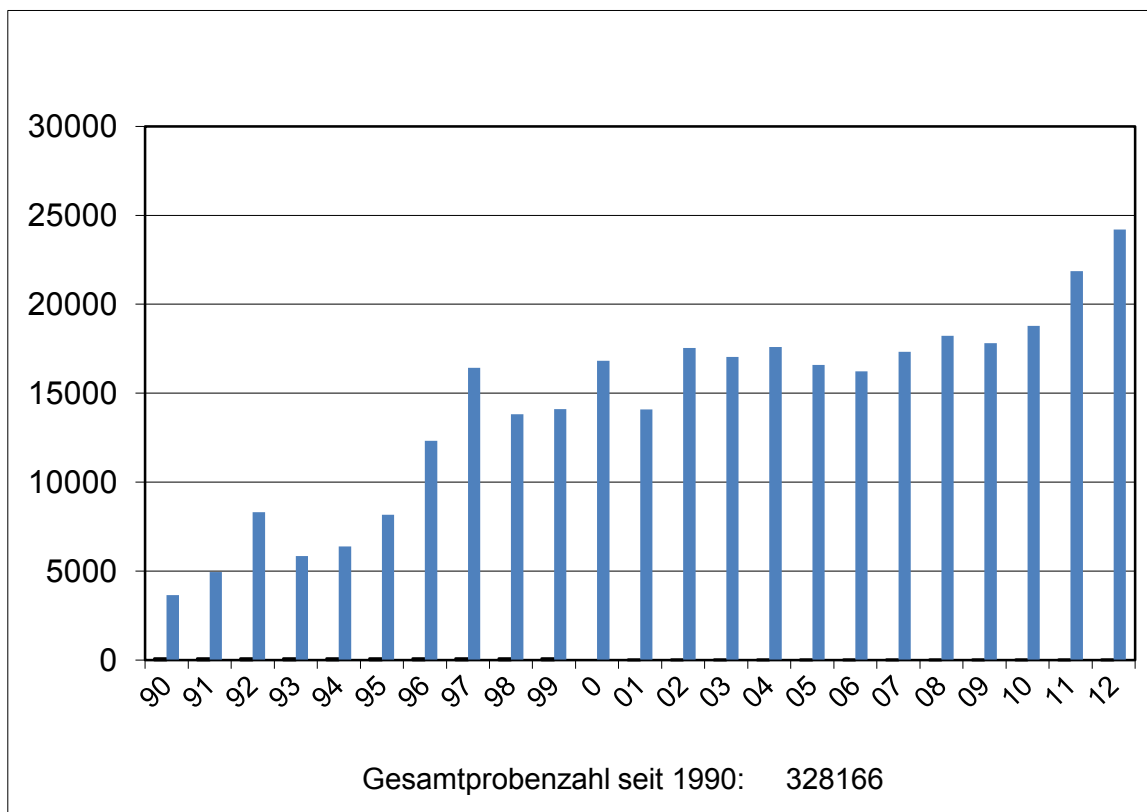


Abb. 10: Zahl der untersuchten LKV Futterproben; 1990 bis 2012

Der Probeneingang war auch im Untersuchungsjahr 2012 stark saisonal geprägt (siehe Abbildung 11). Bereits Ende September setzte ein erhöhtes Probenaufkommen ein, das im Oktober mit 4.891 und im November mit 4.402 Proben sein Maximum erreichte. Im Oktober mussten bis zu 1.400 Proben in der Woche vom Labor verarbeitet werden.

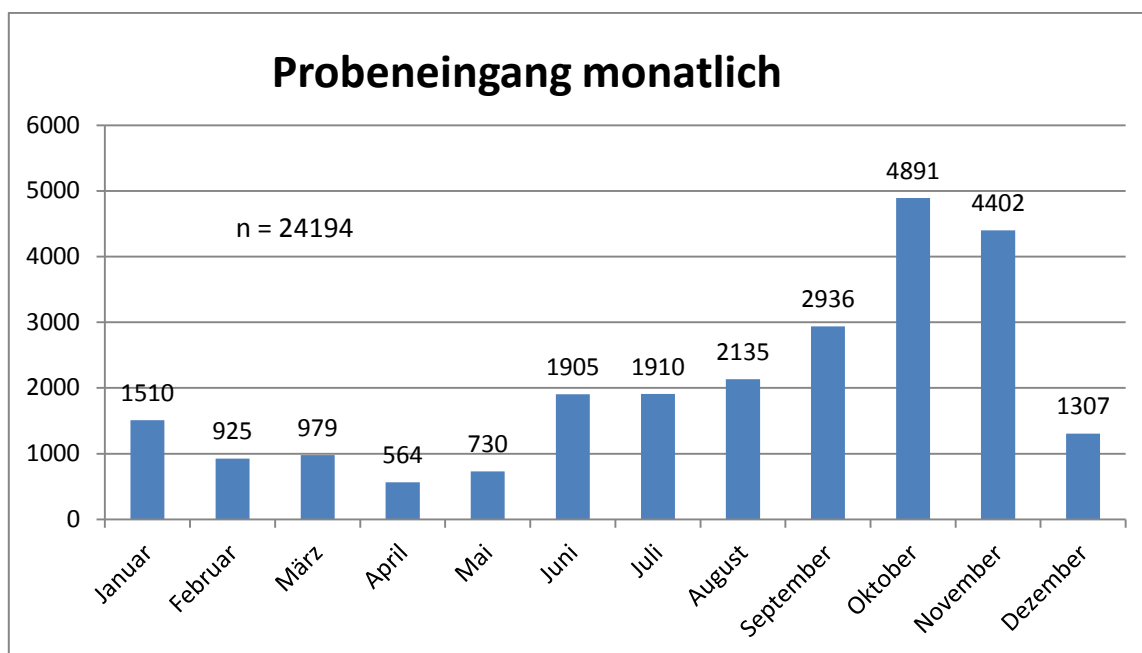


Abb. 11: Verteilung des Probeneingangs im LKV-Labor im Jahr 2012

Im Vergleich zum Jahr 2011 stieg das Probenaufkommen um weitere 1153 Proben, so dass die Steigerung in den letzten zwei Untersuchungsjahren mehr als 23 % betrug (siehe Tabelle 7). Der größte Zuwachs ist bei den Gärfutter-, Biogassubstratproben und Körnerfrüchten zu beobachten. Beachtlich sind auch die höheren Untersuchungszahlen bei Schweinefuttermitteln.

Tab. 7: Übersicht zur Probenart im LKV-Labor; 2010 / 2011/ 2012

| Probenart | Probenzahl | | |
|---|---------------|---------------|---------------|
| | 2010 | 2011 | 2012 |
| Grünfutter | 1.952 | 2.048 | 2.335 |
| Gärfutter | 14.490 | 16.358 | 16.827 |
| davon | | | |
| Grassilage | 9.066 | 9.955 | 10.402 |
| Maissilage | 4.639 | 5.539 | 5.602 |
| Heu | 261 | 285 | 370 |
| Cobs | 253 | 278 | 264 |
| Körnerfrüchte | 741 | 777 | 1.130 |
| Eiweißfuttermittel | 170 | 238 | 335 |
| Rinderfuttermittel | 138 | 49 | 74 |
| Allein- und Ergänzungsfuttermittel für Schweine | 421 | 395 | 627 |
| Gesamtmischrationen | 102 | 116 | 162 |
| Sonstige Futtermittel | 326 | 1.321 | 175 |
| Biogassubstrate | 690 | 1.176 | 1.895 |
| gesamt | 19.544 | 23.041 | 24.194 |

Bei 1895 Biogassubstratproben erfolgte lediglich eine Trockenmassebestimmung und bei 485 Substratproben wurde zusätzlich der Methangasertrag auf der Basis der Roh Nährstoffe ausgewiesen. Die Nachfrage im Bereich der Bioenergie ist im Vergleich zum Vorjahr deutlich gestiegen, was die Bedeutung der alternativen Energieproduktion in den landwirtschaftlichen Betrieben wiedergibt.

Tab. 8: Probenart und Analysenparameter der LKV Proben in 2012

| Produkt | Parameter | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|-------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|---------------------------|---------------|-----------|-------------|------------|------------|---------------|------------|
| | Nährstoffe | | | | | | | | | | | Aminosäuren | | | | |
| | Xges | XNIR | XCHEM | Stärke | Zucker | ADFo | NDFo | Gasbildung | B | S | _A | _B | _N | _L | _A | _A |
| Weender gesamt | Weender NIR | Weender Chemie | | | | | | nur TS | Silier- kenn- werte | Amm- oniak | Biogas | Nitrat | Lysin | Aminos. | Amino- NIR | |
| Grünfutter | 2335 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wiesen-/Weidegras | 1653 | 1612 | 41 | | 1 | 1 | | 1 | 216 | 1 | | 3 | 34 | | | |
| Getreide grün | 41 | 34 | 7 | | 4 | 4 | | 4 | 28 | | | 18 | | | | |
| Grünmais | 534 | 511 | 23 | 8 | | | 9 | | 1426 | 1 | | 59 | 9 | | | |
| Klee/Kleegras | 88 | 78 | 10 | | | | | | 1 | | | | 3 | | | |
| Luzerne/Luzernegras | 11 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Sonstige | 8 | | 8 | | | | | | 3 | | | 3 | | | | |
| Gäruttermittel | 16827 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grassilagen | 10544 | 10420 | 124 | | 2 | 3 | 2 | 2 | 36 | 19 | 27 | 137 | 95 | 3 | 2 | |
| Klee-/Kleegrassilagen | 284 | 268 | 16 | | 7 | 7 | | 7 | 2 | 11 | | 8 | 37 | | | |
| Luzerne-/Luzernegrassilagen | 100 | 87 | 13 | | 2 | 2 | | 2 | | 2 | | | 1 | | | |
| Ganzpflanzensilagen | 271 | 215 | 66 | | 7 | | | | 117 | 2 | | 56 | 1 | 1 | | |
| Maissilagen | 5602 | 5538 | 64 | 17 | | | 17 | | 54 | 54 | 6 | 174 | 48 | 20 | 8 | |
| sonstige Silagen | 26 | 18 | 8 | | | | | | | 1 | | 13 | | | | |
| Heu | 370 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wiesenheu | 318 | 304 | 14 | | | | | | | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | |
| Luzerne-/Kleegrasheu | 52 | 15 | 37 | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Cobs | 262 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobs | 262 | 207 | 55 | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | | 2 | |
| Stroh | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stroh | 2 | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Körnerprodukte | 1130 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gerste | 515 | 483 | 32 | 31 | 31 | | | | | | | | | 3 | 1 | 402 |
| Weizen | 380 | 355 | 25 | 25 | 25 | | | | | | | | | 3 | 1 | 305 |
| Triticale | 121 | 113 | 18 | 14 | 14 | | | | 1 | | | | | 2 | | 94 |
| Hafer | 27 | 19 | 8 | | | | | | | | | | | | 10 | |
| Mais | 50 | 31 | 19 | | | | | | 4 | | | | | 3 | | 23 |
| Roggen | 6 | 1 | 5 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| Menggetreide | 12 | 5 | 7 | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Sonstige | 19 | 12 | 7 | | | | | | | | | | | 1 | 2 | |
| Eiweißfuttermittel | 335 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Erbsen/Ackerbohnen | 75 | 67 | 8 | 5 | | | | | | | | | | | | 18 |
| Sojabohnen/Lupinen | 49 | 37 | 12 | | | | | | | | | | | | | 5 |
| Sojaextraktionsschrot | 183 | 171 | 12 | 7 | 7 | | | | | | | | | 16 | | 67 |
| Rapsextraktionsschrot | 17 | 5 | 12 | | | | | | | | | | | | | 5 |
| Sonstige | 11 | 2 | 9 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | |
| Nebenprodukte | 125 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rüben | 39 | 5 | 34 | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | | |
| Molkerei | 21 | | 21 | | | | | | | | | | | 11 | 4 | |
| Brauerei | 28 | 4 | 24 | | | | | | | 2 | 1 | 1 | | 3 | 1 | |
| Müllerei | 13 | 2 | 11 | | | | | | | | | | | 2 | 1 | |
| Sonstige | 24 | 8 | 18 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Kraftfutter | 701 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rind | 74 | 14 | 60 | 5 | 5 | | | | | | | | | 3 | | |
| Schwein | 627 | 493 | 134 | 11 | 11 | | | | 1 | | | | | 165 | 108 | |
| Mineralfutter | 46 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schwein | 40 | 36 | 4 | | | | | | | | | | | 6 | 27 | |
| Rind | 6 | | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| TMR | 162 | 147 | 15 | 8 | 8 | | | | 2 | 1 | | | | | | |
| Gülle | 4 | | 4 | | | | | | | | | 4 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anzahl Untersuchungen | 22299 | 21318 | 994 | 133 | 127 | 20 | 30 | 19 | 1895 | 101 | 39 | 485 | 239 | 250 | 175 | 920 |

Bei den Mineralstoffuntersuchungen bestand das größte Interesse bei den Mengenelementen einschließlich Kupfer und Zink (Block M) gefolgt vom Block O, der zusätzlich zu Block M die Anionen Schwefel und Chlor sowie die Spurenelemente Mangan und Eisen beinhaltet. Insgesamt ist die Zahl der Mineralstoffuntersuchungen im Vergleich zum Vorjahr um 27 % auf 2351 angestiegen. Auch bei Gras und Grassilagen ist eine Steigerung um 15,4 % zu verzeichnen, dennoch wird den Landwirten dringend geraten, gerade bei diesen Futtermitteln eine Untersuchung auf die Elemente des Mineralstoffblockes M durchführen zu lassen, da die Streubreite der Mineral- und Spurenelementgehalte relativ groß ist. Die Mineralstoffanalytik in Grobfuttermitteln, Hofmischungen und Getreide erfolgt mittels Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie. Mineralfuttermittel werden entsprechend der amtlichen Methode nach saurem Druckaufschluss mittels Atomabsorptionsspektrometrie auf Mengen- und Spurenelemente analysiert. 133 Proben wurden zur Selenbestimmung an das TGD-Labor Grub im Unterauftrag vergeben.

Insgesamt wurden 2260 Proben auf die Elemente Calcium, Phosphor, Natrium, Kalium, Magnesium, Kupfer und Zink und 91 Proben auf Chlorid, Schwefel, Mangan und Eisen analysiert. Mehr als 7000 Einzelgehalte wurden attestiert.

Tab. 9: Probenarten und Mineralstoffanalysenblöcke der LKV-Proben in 2012

| Produkt | Mineralstoffe | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------------|
| | <u>_M</u> | <u>_N</u> | <u>_O</u> | <u>_P</u> | <u>_Q</u> | <u>_R</u> |
| | P 1 | P 2 | P 1 + P 2 | P 1 + Selen | P 2 + Selen | P 1 + P 2 + Selen |
| Grünfutter | | | | | | |
| Wiesen-/Weidegras | 136 | 9 | 6 | 1 | 0 | 5 |
| Getreide grün | | | | | | |
| Grünmais | 34 | | | | | |
| Klee/Kleegrass | 1 | | | | | |
| Luzerne/Luzernegrass | | | | | | |
| Sonstige | | | | | | |
| Gäruttermittel | | | | | | |
| Grassilagen | 1045 | 17 | 116 | 41 | 6 | 25 |
| Klee-/Kleegrassilagen | 39 | 2 | 5 | 1 | | 2 |
| Luzerne-/Luzernegrassilagen | 31 | | | | | |
| Ganzpflanzensilagen | 11 | | 1 | | | 1 |
| Maissilagen | 354 | 2 | 24 | 5 | 1 | 1 |
| sonstige Silagen | 2 | | 1 | | | |
| Heu | | | | | | |
| Wiesenheu | 18 | 1 | 5 | 1 | | 6 |
| Luzerne-/Kleegrassheu | 2 | | | | | |
| Cobs | | | | | | |
| Cobs | 14 | | 4 | | | 1 |
| Stroh | | | | | | |
| Stroh | | | | | | |
| Körnerprodukte | | | | | | |
| Gerste | 6 | | | 1 | | |
| Weizen | 9 | | | | | |
| Triticale | 1 | | | | | |
| Hafer | 2 | | | | | |
| Mais | | | | | | |
| Roggen | | | | | | |
| Menggetreide | 1 | | | | | |
| Sonstige | 1 | | | | | |
| Eiweißfuttermittel | | | | | | |
| Erbsen/Ackerbohnen | 2 | | | | | |
| Sojabohnen/Lupinen | 1 | | | | | |
| Sojaextraktionsschrot | 3 | | | | | |
| Rapsextraktionsschrot | 1 | | | | | |
| Sonstige | | | | | | 1 |
| Nebenprodukte | | | | | | |
| Rüben | 4 | | 1 | | | |
| Molkerei | 1 | | | | | |
| Brauerei | 1 | | | | | |
| Müllerei | 2 | | | | | |
| Sonstige | 7 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kraftfutter | | | | | | |
| Rind | 4 | | | 2 | | |
| Schwein | 150 | | 3 | | | 1 |
| Mineralfutter | | | | | | |
| Schwein | 27 | | | 1 | | 1 |
| Rind | 5 | | | 1 | | |
| TMR | 60 | 1 | 3 | 10 | | 2 |
| Gülle | | | | | | |

Die Beauftragung von Aminosäureuntersuchungen legte in 2012 deutlich zu. Es wurden insgesamt 1345 Proben auf Lysin (250) bzw. die vier essentiellen Aminosäuren (1095) untersucht. Davon wurden 970 Proben über das AMINO NIR Netzwerk der Fa. Evonik ausgewertet. Das Netzwerk erlaubt die Aminosäureuntersuchung bei Gerste, Weizen, Triticale, Roggen, Körnermais, Sojaprodukte, Rapsextraktionsschrot und Erbsen. Die Untersuchung ist hinreichend genau, schnell und im Vergleich zur Nasschemie äußerst kostengünstig durchzuführen.

Voraussetzung hierfür war die Beschaffung eines leistungsfähigen NIR Gerätes, ausgestattet mit modernster Technik, welches im Rahmen des Programmes „Eiweißinitiative Bayern“ des Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten speziell dafür beschafft werden konnte.

In den nachfolgenden Tabellen sind die statistischen Kennwerte der Kalibrierungen für Sojaprodukte und Weizen dargestellt.

Tab. 10: *Kenndaten der NIR Kalibrierung für ausgewählte Inhaltsstoffe in Sojaprodukten**

| Variable | n | MW | Min | Max | SEC | RSQ | SECV | 1-VR |
|----------|-----|-------|------|------|-------|------|-------|------|
| DM | 809 | 91,99 | 85,6 | 97,2 | 0,413 | 0,96 | 0,468 | 0,95 |
| C P | 853 | 43,4 | 31,2 | 66,2 | 0,571 | 0,99 | 0,631 | 0,99 |
| MET | 853 | 0,58 | 0,39 | 0,90 | 0,022 | 0,93 | 0,024 | 0,92 |
| CYS | 853 | 0,64 | 0,41 | 0,94 | 0,028 | 0,90 | 0,030 | 0,89 |
| LYS | 853 | 2,64 | 1,90 | 4,17 | 0,057 | 0,98 | 0,066 | 0,97 |
| THR | 853 | 1,68 | 1,24 | 2,58 | 0,038 | 0,97 | 0,041 | 0,97 |
| TRP | 402 | 0,59 | 0,41 | 0,87 | 0,012 | 0,98 | 0,013 | 0,98 |

Tab. 11: *Kenndaten der NIR Kalibrierung für ausgewählte Inhaltsstoffe in Weizen**

| Variable | n | MW | Min | Max | SEC | RSQ | SECV | 1-VR |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| DM | 435 | 88,84 | 83,14 | 93,32 | 0,231 | 0,98 | 0,255 | 0,98 |
| C P | 454 | 12,22 | 7,88 | 18,29 | 0,206 | 0,99 | 0,228 | 0,99 |
| MET | 454 | 0,19 | 0,13 | 0,28 | 0,009 | 0,90 | 0,009 | 0,89 |
| CYS | 454 | 0,27 | 0,18 | 0,40 | 0,011 | 0,91 | 0,011 | 0,90 |
| LYS | 454 | 0,33 | 0,23 | 0,46 | 0,014 | 0,87 | 0,015 | 0,85 |
| THR | 454 | 0,35 | 0,23 | 0,49 | 0,009 | 0,96 | 0,010 | 0,95 |
| TRP | 256 | 0,15 | 0,10 | 0,20 | 0,006 | 0,85 | 0,007 | 0,82 |

SEC: Standardfehler der Kalibrierung

RSQ: Bestimmtheitsmaß der Kalibrierung

SECV: Standardfehler der Kreuzvalidierung

1-VR: Bestimmtheitsmaß der Kreuzvalidierung

*Angaben der Fa. Evonik

Die Aminosäureanalytik bei Mischfuttermitteln ist wesentlich zeit- und kostenaufwendiger. Bis die Ergebnisse vorliegen, dies gilt bei dem Paket für die vier essentiellen Aminosäuren, können bis zu zwei Wochen vergehen, da diese Aminosäureanalytik ausschließlich nasschemisch nach VDLUFA-Methoden durchgeführt werden kann.

Zur Verbesserung der Situation wurde im Labor mit der Entwicklung von eigenen Kalibrierfunktionen für essentielle Aminosäuren in Mischfuttermitteln begonnen. Basis sind die aus den letzten Jahren vorliegenden Ergebnisse aus dem LKV Labor und aus den Untersuchungen der Versuchsproben. Die Spektren wurden mit dem Multi Purpose Ana-

lyzer (MPA) Gerät der Fa. Bruker im Wellenlängenbereich von 900 nm bis 2300 nm aufgezeichnet.

Erste Ergebnisse für Protein und ausgewählte Aminosäuren liegen vor.

Tab. 12: Kenndaten der NIR Kalibrierung für ausgewählte Inhaltsstoffe in hofeigenen Mischungen ohne Aminosäuresupplementierung (Stand Dez. 2012)

| Variable | n | MW | Min | Max | SEC | RSQ | SECV | 1-VR |
|----------|-----|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| C P | 309 | 18,47 | 13,06 | 40,33 | 0,48 | 0,991 | 0,502 | 0,990 |
| MET | 268 | 0,33 | 0,18 | 0,81 | 0,043 | 0,813 | 0,046 | 0,832 |
| CYS | 217 | 0,30 | 0,16 | 0,47 | 0,0252 | 0,605 | 0,028 | 0,465 |
| LYS | 352 | 0,95 | 0,52 | 2,06 | 0,121 | 0,931 | 0,203 | 0,908 |
| THR | 267 | 0,69 | 0,35 | 1,02 | 0,064 | 0,923 | 0,076 | 0,882 |
| TRP | 269 | 0,23 | 0,14 | 0,61 | 0,019 | 0,848 | 0,025 | 0,890 |
| VAL | 111 | 0,74 | 0,46 | 1,03 | 0,051 | 0,83 | 0,051 | 0,773 |

In der nachfolgenden Tabelle sind am Beispiel von drei Futtermischungen die absoluten Differenzen zwischen NIR und nasschemisch ermittelten Inhaltsstoffen dargestellt. Die ersten Ergebnisse sind recht vielversprechend. Die Differenzen liegen innerhalb des Analysenspielraumes. Im Weiteren werden gezielt Proben eingearbeitet, die den Streubereich erweitern und die Kalibrierungen stabilisieren. Es ist zu erwarten, dass die Differenzen von NIR und Nasschemie dann noch geringer werden.

Abschließend ist eine Validierung der Kalibrierfunktionen an Hand von Referenzproben geplant, die nicht in der Kalibrierung enthalten waren. Daraus ergibt sich der Standardfehler der Bestimmung (SEP), der ein Maß für die Güte der Kalibrierungen ist. Ziel des Projektes ist eine schnelle, kostengünstige und hinreichend genaue Aminosäureanalytik in Hofmischungen auf der Basis der NIR Analytik. Vergleichbar zur NIR Analytik der Fa. Evonik könnten diese Untersuchungen für Fleischerzeugerbetriebe im LKV Labor angeboten werden, die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

Tab. 13: Gegenüberstellung von Ergebnissen aus nasschemischer und NIR Untersuchung

| FAF mit Ackerbohnen | NIR Bruker | Chemie | Differenz |
|----------------------------|------------|--------|-----------|
| TS % | 97,01 | 97,39 | 0,38 |
| Protein % OS | 18,22 | 17,99 | -0,23 |
| Cystein % OS | 0,35 | 0,29 | -0,07 |
| Methionin % OS | 0,39 | 0,35 | -0,04 |
| Lysin % OS | 1,19 | 1,12 | -0,07 |
| Threonin % OS | 0,75 | 0,70 | -0,05 |
| Tryptophan % OS | 0,23 | 0,20 | -0,03 |
| Valin % OS | 0,76 | 0,82 | 0,06 |

| FAF mit Donausoja | NIR Bruker | Chemie | Differenz |
|--------------------------|------------|--------|-----------|
| TS % | 97,00 | 97,35 | 0,35 |
| Protein % OS | 19,27 | 19,12 | -0,15 |
| Cystein % OS | 0,35 | 0,35 | 0,00 |
| Methionin % OS | 0,41 | 0,40 | -0,01 |
| Lysin % OS | 1,28 | 1,39 | 0,11 |
| Threonin % OS | 0,81 | 0,83 | 0,02 |
| Tryptophan % OS | 0,24 | 0,26 | 0,01 |
| Valin % OS | 0,79 | 0,80 | 0,01 |

| Mastfutter Schwein | NIR Bruker | Chemie | Differenz |
|---------------------------|------------|--------|-----------|
| TS % | 96,22 | 95,80 | -0,42 |
| Protein % OS | 16,99 | 16,91 | -0,08 |
| Cystein % OS | 0,29 | 0,37 | 0,08 |
| Methionin % OS | 0,27 | 0,32 | 0,05 |
| Lysin % OS | 1,02 | 1,01 | -0,01 |
| Threonin % OS | 0,68 | 0,68 | 0,00 |
| Tryptophan % OS | 0,18 | 0,19 | 0,01 |
| Valin % OS | 0,70 | 0,73 | 0,03 |

Projektleitung: Dr. M. Schuster
 Projektbearbeitung: Frau Iovinella, Frau Swientek, Frau Reinhardt
 Projektdauer: Feb. 2012 bis Feb. 2015

Die Aminosäurebestimmung in Mineralfuttermitteln erfolgt ausschließlich nach amtlichen, nasschemischen Verfahren gemäß VO (EG) Nr. 152/2009 Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln.

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. Außerdem wurde neben der Kalibrierung für Sojaextraktionsschrote eine weitere Kalibrierung für Sojabohnen entwickelt. Damit wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass durch das Programm Eiweißinitiative Bayern des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten neben Sojaextraktionsschroten vermehrt Sojabohnen (mit und ohne thermische Behandlung) zur Untersuchung auf Nährstoffe und Aminosäuren zur Untersuchung gelangen.

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

Die NIR Kalibrierungen für Gras, Grassilagen und Maissilagen (ca. 80 % aller eingehenden Proben) werden jährlich in zwei umfassenden Ringversuchen geprüft, die sich auf 12 bis 14 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 der Ergebnisse aus dem NIR Netzwerk zu gewährleisten.

Die Röntgenfluoreszenzspektrometrie zur Mineralstoffbestimmung wird ebenfalls jährlich in zwei Laborvergleichsuntersuchungen geprüft. In der Regel werden Gras, Grascobs 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 2012 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 2012 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 von Methoden- und Analysenkompetenz des Prüflaboratoriums.

Im Zuge der von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) initiierten Bestrebungen zur bundesweiten Harmonisierung des Ringversuchswesens im abfallrechtlichen Bereich wird seit 2011 für die Matrices Klärschlamm, Boden und Bioabfall des Fachmoduls Abfall (FMA) jährlich ein länderübergreifender Ringversuch Abfall (LÜR-V-A) für die gesamte Bundesrepublik organisiert und durchgeführt. Der LÜR-V-A ersetzt die bisherigen FMA-Ringversuche, die in der Vergangenheit von Ringversuchsveranstaltern einzelner Bundesländer oder Bundesländer-Kooperationen angeboten worden sind. Innerhalb des LÜR-V-Abfall 2012 war die LfL (AQU 1a) 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. Der Ringversuch im Bereich der persistenten organischen Schadstoffe FMA 1.5: PCB und FMA 1.6.: PCDD/PCDF wurde von der LUFA Speyer durchgeführt. Neben der arbeitsteiligen Durchführung des LÜR-V-A 2012 hat die LfL (AQU 1a) auch 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 (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 LÜR-V-A-Klärschlamm 2012 durch die Federführenden (AQU 1a).

Die von den Laboren rückübermittelten Analysenergebnisse wurden mit der Software ProLab der Firma quoData, Dresden nach DIN 38402 A 45 statistisch ausgewertet. Die Auswertung der Einzelparameter erfolgte dabei 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

Die Diagramme in 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.

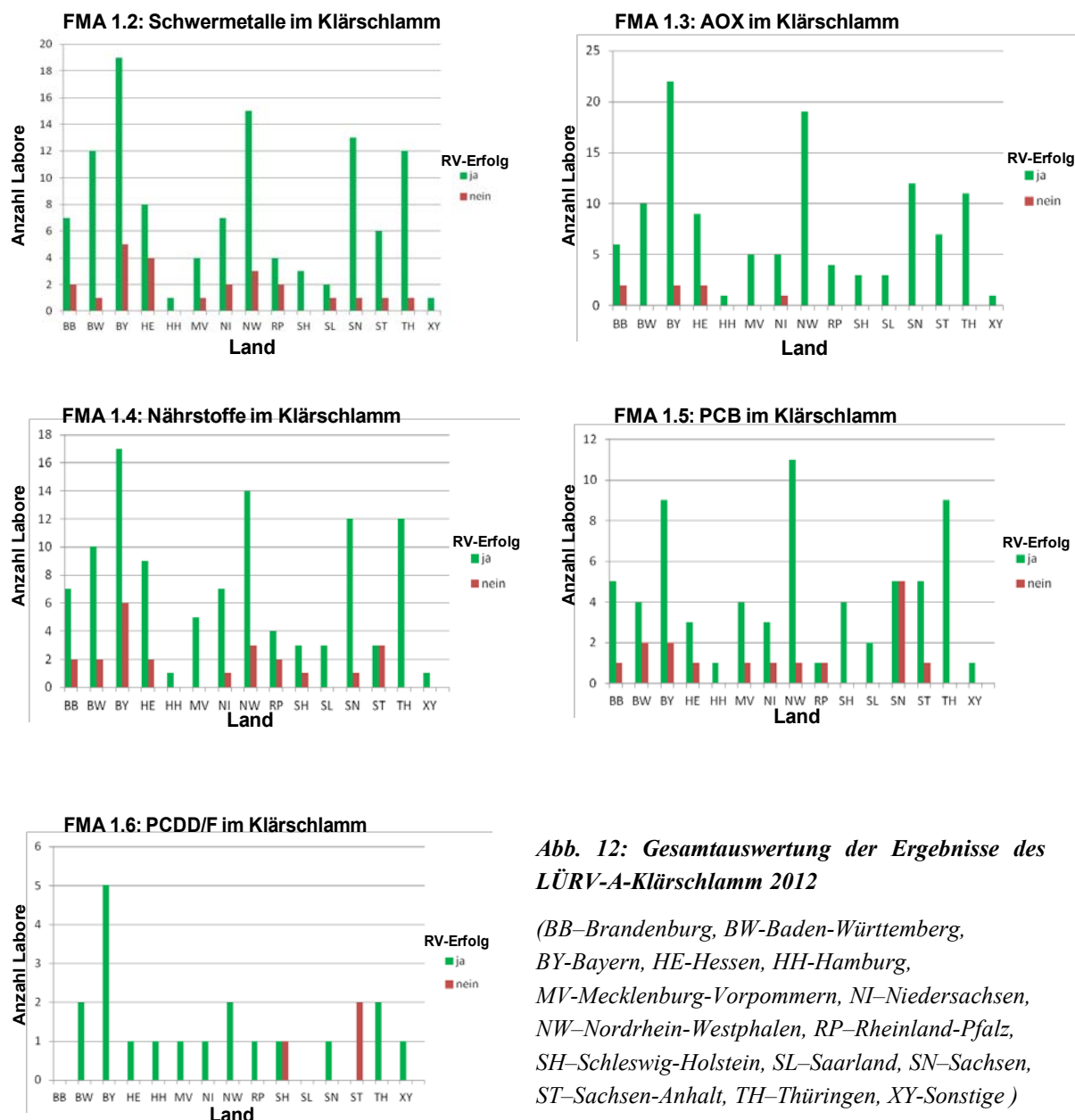


Abb. 12: Gesamtauswertung der Ergebnisse des LÜR-V-A-Klärschlamm 2012

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

Für den **Bereich Klärschlamm-Anorganik** lagen 2012 insgesamt 144 Anmeldungen vor (zum Vergleich 2011: 156 Anmeldungen). Von den 144 Laboren wurden 95 von der LfL (AQU 1a) betreut, 49 Teilnehmer von der BfUL in Leipzig.

Von der Gesamtheit der teilnehmenden Labore haben im LÜR-V-A Klärschlamm 2012 17,4% (FMA 1.2), 5,6% (FMA 1.3) bzw. 17,6% (FMA 1.4) den Ringversuch ohne Erfolg abgeschlossen. Im Vergleich zum Vorjahr musste dabei für FMA 1.2 (2011: 16,4% ohne Erfolg) und FMA 1.3 (2011: 4,5% ohne Erfolg) jeweils eine Erhöhung der „Nicht-Bestehen-Quote“ verzeichnet werden. Die Parametergruppe FMA 1.4 hingegen haben im Vergleich zu 2011 2,4% mehr Labore erfolgreich bestanden.

Im **Bereich Klärschlamm-Organik** wurden alle 96 angemeldeten Labore (2011: 121 Anmeldungen) aus der gesamten Bundesrepublik von der LUFA-Speyer betreut. In den Parametergruppen der Klärschlamm-Organik haben von allen teilnehmenden Laboren 19,3% (FMA 1.5), 13,6% (FMA 1.6), 3,4% (B(a)P) bzw. 8,7% (PFT) den LÜRV-A Klärschlamm 2012 ohne Erfolg abgeschlossen. Auch bei den Parametergruppen FMA 1.5 (zum Vergleich 2011: 14,0% ohne Erfolg) und FMA 1.6 (2011: 8,0% ohne Erfolg) musste im Vergleich zum Ringversuch des Vorjahres jeweils eine Erhöhung der „Nicht-Bestehen-Quote“ verzeichnet werden. Bei den fakultativen Parametern hingegen hat eine höhere Anzahl der Labore den Parameter (B(a)P) erfolgreich bestanden (2011: 5,5% ohne Erfolg) bzw. die Erfolgsquote bei PFT (2011: 8,3% ohne Erfolg) entsprach in etwa dem langjährigen Mittel.

Projektleitung: Dr. S. Mikolajewski, Dr. R. Ellner
Projektbearbeitung: K. Eugel, H. Müller, C. Petosic, S. Petosic, H. Schuhmann, W. Sitte, M. Wärmann, G. Zellner
Kooperation: Dr. D. Klee (LUFA Speyer), Dr. R. Klose (BfUL Leipzig)
Projektdauer: Daueraufgabe

2.3.7 Analytik von Handelsdüngern für die Düngemittelverkehrskontrolle

Zielsetzung

Eine der zentralen Daueraufgaben des Sachgebiets AQU 1a 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 Analysenergebnisse 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 CaCO₃- bzw. 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: Königswasseraufschlüsse 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.

Ergebnis

Jährlich werden im Sachgebiet etwa 500 amtliche Düngemittelproben untersucht. Im Jahr 2012 belief sich die Anzahl der zur Analytik überstellten Proben auf 523. Die zugehörigen Untersuchungsaufträge der DVK-Stelle wurden dem Labor im Zeitraum vom 08.02.2012 bis 08.02.2013 übermittelt. Zur Untersuchung der je nach Deklaration geforderten Parameter (insgesamt sind 123 verschiedene möglich) waren insgesamt 4.076 Einzelanalysen notwendig. Bei 85 Proben wurden Gehaltsabweichungen festgestellt. Im Vergleich zum Vorjahr (535 Proben, 104 Gehaltsabweichungen) ist damit ein Rückgang der zu beanstandenden Proben von 19,4 % auf 16,3 % 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. Eugel, S. Petosic (bis 05.08.2012), H. Schuhmann, S. Sigl (ab 24.09.2012), W. Sitte, M. Wärmann, G. Zellner |
| Kooperation: | IPZ 6b, AQU - Probenannahme |
| Projektdauer: | Daueraufgabe |

2.3.8 Überwachung Ausbringungsverbot Neonicotinoide Mais 2012

Zielsetzung

Das massenhafte Bienensterben im April und Mai 2008 in Baden-Württemberg wurde auf Maissaatgut zurückgeführt, das 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, auf die Wirkstoffe Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam.

Methode

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

Auffällige positive Referenzproben aus früheren Untersuchungen¹ die je mit 570 mg/kg Thiamethoxam, 960 mg/kg Imidacloprid und 80 mg/kg Clothianidin belegt waren dienten als Kontrolle.

Ergebnis



Abb. 15: Verdachtsproben Maiskörner mit Erde (links) und Jungpflanzen (rechts)

¹ LfL Jahresbericht 2010

Im Jahr 2012 wurden 144 Maisproben, darunter zwei Verdachtsproben die als Körneransammlung in Erde und als Jungpflanzen im Labor ankamen, untersucht. Die Maispflanzen wurden ergänzend mittels HPLC gemessen. In keiner der Proben konnte eine der drei Substanzen aus der Gruppe der Neonicotinoide nachgewiesen werden. Die Beanstandungsquote lag somit bei 0 %.

Projektleitung: Dr. J. Rieder
Projektbearbeitung: S. Hadler
Projektdauer: 2012

2.3.9 Inhaltsstoffe von Heilpflanzen: Baldrian

Einleitung

Die Inhaltsstoffe der Medizinalpflanze *Valeriana officinalis* lassen sich grob in drei Gruppen einteilen und zwar in die Sesquiterpene (ca. 50 Verbindungen), die epoxidhaltigen Iridoide = Valepotriate (**V**aleriana-**e**poxy-**t**riester, ca. 40) und in sonstige Substanzen (ca. 40).²

Für den beruhigenden und angstlösenden Effekt des Baldrian werden Substanzen mit Valerenstruktur und die Valepotriate verantwortlich gemacht. Zu den Inhaltsstoffen mit Valerenstruktur gehören Valerensäure und seine Derivate, sowie Valerenol und Valerenal. Valerenol und Valerenal sind im etherischen Öl der Wurzel zu finden, Valerensäure selbst geht nur zum Teil in das Destillat über. Darüber hinaus sind im etherischen Öl von Baldrianarten ca. weitere 170 Inhaltsstoffe bestimmbar.³ Bornylacetat ist einer der Hauptinhaltsstoffe im etherischen Öl von *Valeriana officinalis* und kommt auch in den verwandten Arten vor. Bornylacetat ist jedoch kein Wirkstoff und damit eher ungeeignet als Leitsubstanz für qualitative Untersuchungen, zumal bekannt ist, dass Wurzeln mit hohem Gehalt an Bornylacetat wenig Valerenal enthalten.⁴ Ein standardisierter Extrakt mit drei Valepotriaten wurde früher unter dem Namen Valmane vertrieben.⁵ Die Valepotriate (z. B. Valtrat) sind jedoch aufgrund möglicher toxischer Effekte, die auf die vorhandenen Epoxidgruppen zurückzuführen sind, heute unerwünschte Inhaltsstoffe.

Für den typischen widrigen Geruch von Baldrian ist die Isovaleriansäure verantwortlich, die hauptsächlich aus den Valepotriaten durch Lagerung abgespalten wird. Weitere Nebenkomponenten sind Valeranon und Valerianol.

² Mini-Reviews in Organic Chemistry, **7**, 2010, 161-172

³ Flavour Fragr. J., **12**, 1997, 359-370

⁴ Sci. Pharm., **51**, 1983, 63-86

⁵ J. Ethnopharmacol., **22**, 1988, 121-142

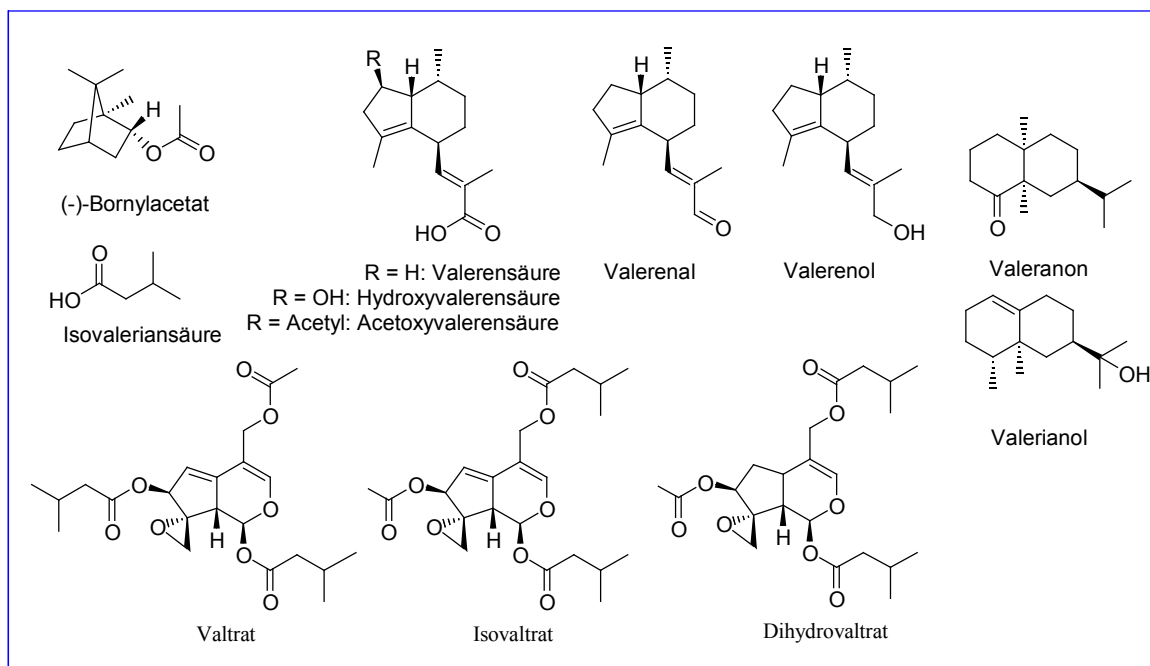


Abb. 16: Strukturen von Inhaltsstoffen des Baldrian

Zielsetzung

Bestimmung von Bornylacetat in einer frisch geernteten Baldrianwurzel und Identifizierung weiterer Inhaltsstoffe.

Methode

Zur Verfügung stand die frische Wurzel einer Einzelpflanze aus dem Züchtungsprogramm der LfL. Die Wurzel wurde zweimal mit einem organischen Lösungsmittel im Mixer (Waring blender) extrahiert, über Faltenfilter filtriert und mit Natriumsulfat getrocknet. Der Extrakt wurde mit Dünnschicht, Hochdruckflüssigchromatographie (HPLC) mit UV-Detektion und Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektion (GC-FID) untersucht. Valerensäure wurde aus einer käuflichen Baldrianprobe isoliert und mit Natriumborhydrid zu Valerenol reduziert.⁶ Bornylacetat wurde über eine Kalibriergerade eines käuflichen Standards bestimmt. GC-MS Messungen wurden in einem externen Labor durchgeführt.

Ergebnis

Der Bornylacetatgehalt der Wurzel wurde mit ca. 155 mg/kg frischer Wurzel bestimmt. Die Werte stimmen ganz gut mit den Gehalten der ersten Messung dieser Art an frischen Wurzeln überein, die im November 2011 durchgeführt wurden. Damals wurden 110 mg/kg und 160 mg/kg gemessen.⁷ Die gaschromatographische Untersuchung zeigte gute Übereinstimmung in der Retentionszeit des semisynthetischen Valerenol und eines Hauptpeaks im Chromatogramm des Wurzelextraktes. Massenspektrometrische Untersuchungen ergaben jedoch für diesen Peak im Extrakt eine Masse von 218 g/Mol, die mit der Masse von 220 g/Mol für Valerenol nicht im Einklang stand.

⁶ Neuropharmacology, **56**, 2009, 174-181

⁷ LfL Jahresbericht 2011, 92-93

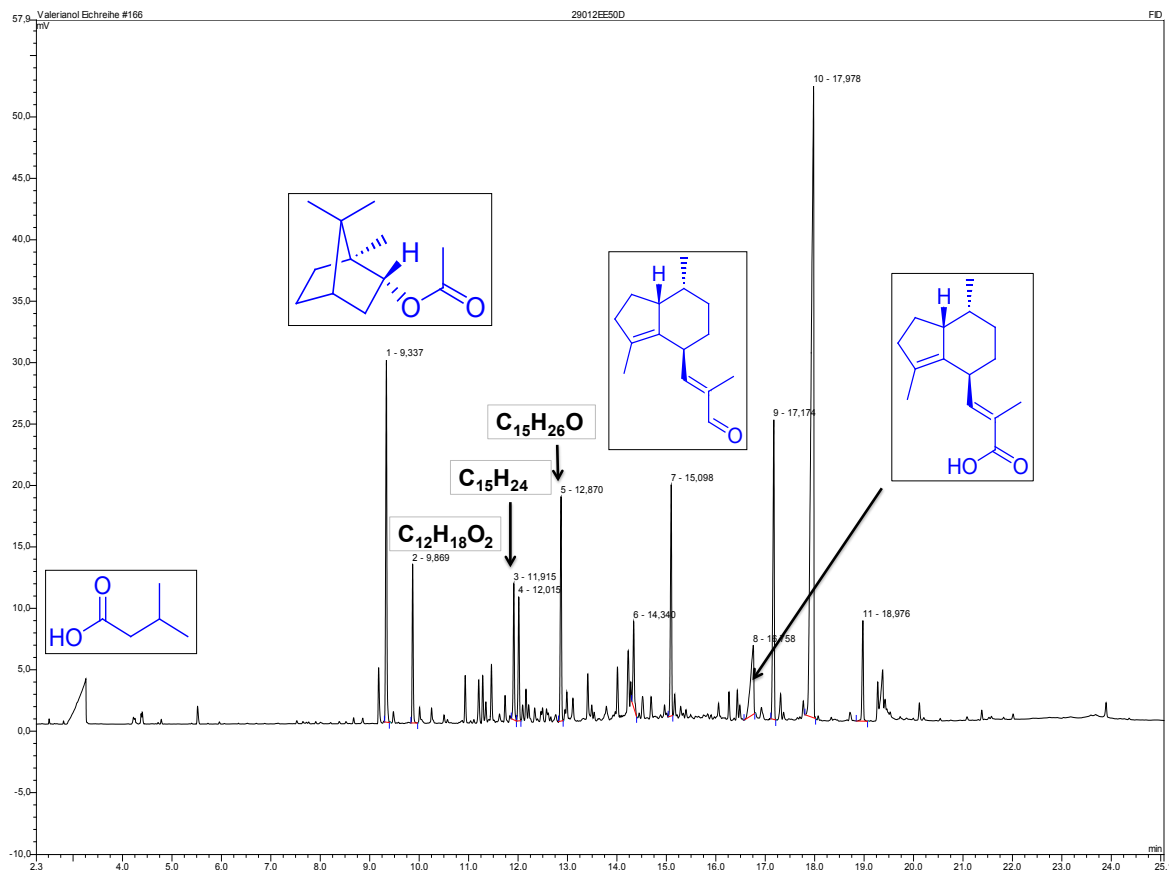


Abb. 17: Ausschnitt des Gaschromatogrammes des Baldrianwurzelextraktes

Die Koinjektion des Extraktes mit einer Standardlösung von Valerenol ergab zwei basisliniengetrennte Peaks, folglich ist das halbsynthetisch dargestellte Valerenol nicht identisch mit der Verbindung im Extrakt. Somit wurde dieser Peak bei der Retentionszeit von 15.098 min vorläufig als Valerenal identifiziert. Valerenol (der kleine Peak hinter Valerenal) ist allenfalls in Spuren enthalten.

Der Hauptverbindung des Extraktes (Peak bei 17.978 min) konnte mit einer Ausbeute von 60 mg/190 g Frischwurzeln isoliert werden. Aus dem Massenspektrum konnte noch keine Strukturvorstellung abgeleitet werden. Eine Strukturaufklärung dieser Verbindung mit Kernspinresonanzspektroskopie steht momentan noch aus.

Eine weitere Verbindung (Peak 11.915 min) ergab im Massenspektrum eine Molmasse von 204 g/Mol entsprechend einer Zusammensetzung von $C_{15}H_{24}$. Eine Strukturzuordnung fällt schwer, da ca. 28% der gaschromatographisch trennbaren Bestandteile etherischer Öle aus Baldrianarten ebenfalls die Summenformel $C_{15}H_{24}$ aufweisen.² Hinzu kommt, dass die Verbindung relativ flüchtig ist und daher schwierig zu handhaben ist. Die Arbeiten konnten jedoch so weit vorangetrieben werden, dass die Analytik der Verbindung, sowie der Aufreinigungsprozess weitgehend abgeschlossen sind, so dass der Isolierung einer größeren Menge dieser Substanz zur Standardgewinnung und Strukturaufklärung nichts mehr im Weg steht.

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Projektleitung: | Dr. J. Rieder |
| Projektbearbeitung: | Dr. J. Rieder |
| Kooperation: | Dr. H. Heuberger, IPZ 3d |
| Projektdauer: | 2012 |

2.3.10 Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots 2012

Zielsetzung

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

Methode

Es wurden insgesamt 107 Proben gezogen. 98 Maisanbaubetriebe wurden kontrolliert, davon stammten 21 Proben aus einer Zufallsauswahl und 75 Proben aus 3 verschiedenen Verdichtungsprogrammen, sowie 1 Probe eines Verdachtsfalles. Weiterhin wurden 9 Betriebe mit Christbaumkulturen überprüft.

Eine positive Kontrollprobe wurde im Labor aus einer älteren Bodenprobe (Atrazin-negativ) durch Benetzen mit einem Standard und anschließender Homogenisierung dargestellt und in die Untersuchung eingeschleust. Die Proben wurden wie bisher in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Bioanalytik der TU München zunächst mittels eines Atrazin-spezifischen ELISA untersucht. Einzelne Proben wurden durch HPLC mit UV Detektion überprüft. Die Nachweisgrenze der HPLC-Methode liegt bei 25 µg/kg.

Ergebnis

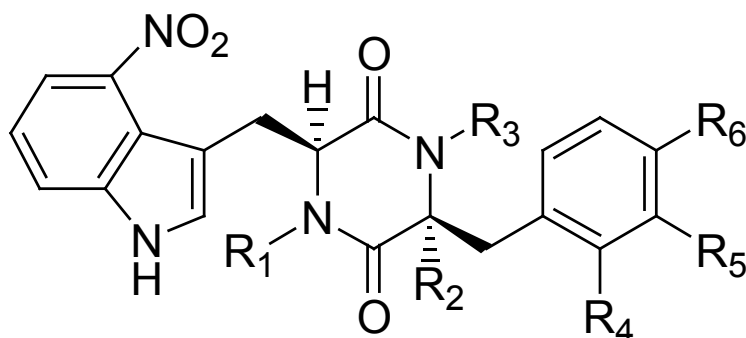
Im ELISA wurden zwei Proben mit etwas erhöhten Atrazin-Werten von 50 µg/kg und 83 µg/kg gefunden, die jedoch noch unterhalb des gesetzlich zulässigen Grenzwertes von 100 µg/kg lagen. Eine weitergehende Überprüfung dieser beiden Proben sowie einer weiteren Probe mittels HPLC-UV ergab jedoch, dass kein Atrazin nachweisbar war. Die von uns im Labor hergestellte positive Kontrollprobe ergab recht einheitliche Werte von 110 µg/kg im ELISA und in den HPLC-Bestimmungen.

Die Beanstandungsquote lag damit wie im Vorjahr bei Null.

| | |
|---------------------|----------------------|
| Projektleitung: | Dr. J. Rieder |
| Projektbearbeitung: | S. Hadler, G. Clasen |
| Projektdauer: | Daueraufgabe |

2.3.11 Analytik von Thaxtominen

Bei der Gruppe der Thaxtomine handelt es sich um cyclische Dipeptide vom 2,5-Diketopiperazin-Typ die aus 4-Nitrotryptophan und Phenylalanin aufgebaut sind. Bislang sind ca. ein Dutzend dieser Substanzen bekannt, die von bodenbürtigen Bakterien der Gattung *Streptomyces* gebildet werden (siehe Abbildung 1). Stämme die Thaxtomin A produzieren sind in der Lage Kartoffeln und andere Kulturpflanzen zu befallen, während Isolate die kein Thaxtomin A bilden als nicht pathogen gelten. Das typische Schadbild an der Kartoffel ist eine unansehnliche, schorfartige Deformation der Schale.



| Substanz | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | Masse g/Mol |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Thaxtomin A | Me | OH | Me | H | OH | H | 438 |
| Thaxtomin A o-Isomer | Me | OH | Me | OH | H | H | 438 |
| Thaxtomin C | Me | H | H | H | H | H | 392 |
| Thaxtomin B | Me | OH | Me | H | H | H | 422 |
| Thaxtomin D | Me | H | Me | H | H | H | 406 |
| Hydroxy-Thaxtomin C | Me | OH | H | H | H | H | 408 |
| Thaxtomin A p-Isomer | Me | OH | Me | H | H | OH | 438 |
| Hydroxy-Thaxtomin A | Me | OH | Me | H | OH | OH | 454 |
| N-desmethyl-Thaxtomin A | Me | OH | H | H | OH | H | 424 |
| N-desmethyl-Thaxtomin A | H | OH | Me | H | OH | H | 424 |
| Cyclo-(4-Nitrotryptophyl-Phenylalanin) | H | H | H | H | H | H | 378 |

Abb.18. Strukturformeln bislang bekannter Thaxtomin-Derivate⁸

Isolierung eines Thaxtomins

Zielsetzung

In den Analysen des Jahres 2011 zur Bestimmung von Thaxtomin A in Fermentationsbrühen des Institutes für Pflanzenzüchtung wurde eine Substanz gefunden, die aufgrund ihres UV-Spektrums der Gruppe der Thaxtomine zuzuordnen ist, jedoch eine deutlich andere Retentionszeit in der Hochdruckflüssigchromatographie aufwies⁹. Diese Verbindung sollte isoliert und eine erste Strukturvorstellung über deren molare Masse gewonnen werden.

⁸ J. Agric. Food Chem. **49**, 2001, 2298-2031

⁹ LfL, AQU Jahresbericht 2011, 42-44

Methode

Ein Fermentationsansatz des produzierenden Stammes wurde mit einem organischen Lösungsmittel extrahiert und die Zielverbindung mittels Festphasenextraktion und mehrfacher Aufreinigung durch Hochdruckflüssigchromatographie als Reinsubstanz dargestellt. Die Bestimmung des Molekulargewichts erfolgte durch massenspektrometrische Untersuchung (MALDI-TOF-MS) in einem externen Labor. Als Referenz diente der käufliche Standard von Thaxtomin A.

Ergebnis

Die gesuchte Zielverbindung konnte mit einer Ausbeute von 8 mg/1.5 l isoliert werden (siehe Abbildung 2). Die ursprüngliche Arbeitshypothese, dass es sich dabei um Thaxtomin D handeln könnte wurde durch die massenspektrometrische Untersuchung nicht bestätigt. Es wurde vielmehr eine Masse $[M+Na]^+$ von 445 gemessen, entsprechend einem Molekulargewicht von 422 g/mol. Dies deutet auf eine mögliche Identifizierung des Moleküls als Thaxtomin B oder eines Isomers zu Thaxtomin B hin. Eine weitergehende Strukturabsicherung über das Fragmentenspektrum im Vergleich zu Thaxtomin A gelang aufgrund unerwarteter Peakverbreiterungen der gemessenen Einzelfragmente nicht. Das Spektrum des isolierten Thaxtomins wies im Massenspektrum weniger Verunreinigungen auf, als das Spektrum des gekauften Standards, was zeigt dass das Isolat deutlich reiner ist als der Standard von Thaxtomin A.



Abb. 19. Isoliertes Thaxtomin Derivat (Thaxtomin B)

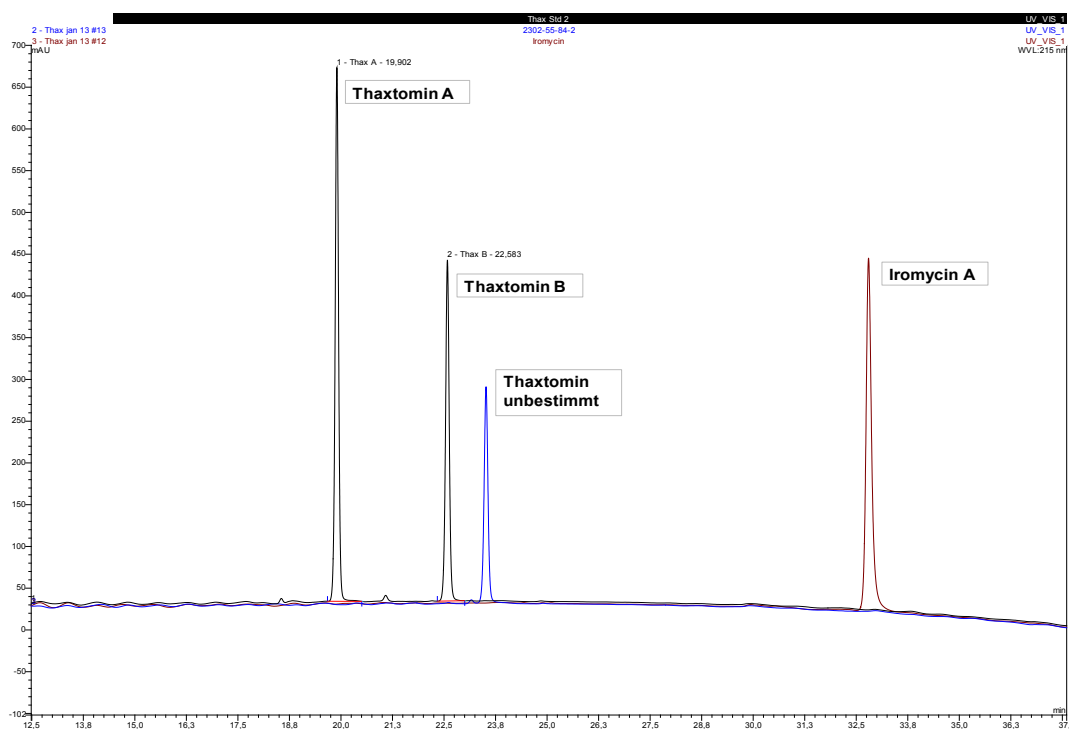


Abb. 20: HPLC-Chromatogramm der Reinsubstanzen

Mit Hilfe der isolierten Substanz stand nun eine zweite Verbindung aus der Reihe der Thaxtomine zur Verfügung, um die Analytik in den zur Untersuchung anstehenden Kulturbrühen zu erweitern.

Desweiteren wurde im Zuge der Aufreinigung von Thaxtomin B ein drittes Derivat in geringen Mengen (0.7 mg/l) gefunden das nach Thaxtomin B eluierte (siehe Abbildung 3). Massenspektroskopische Untersuchungen zu dieser Substanz stehen noch aus.

Screening von Isolaten nach einem starken Thaxtomin A Produzenten

Zielsetzung

Bestimmung von Thaxtomin A und Thaxtomin B (oder Isomer) in Fermentationsbrühen zur Auffindung eines Produktionsstammes, der Thaxtomin A in möglichst hohen Konzentrationen produziert.

Methode

Steril filtrierte Fermentationsbrühen wurden durch direkte Injektion mittels Hochdruck-flüssig-chromatographie an Umkehrphase (C-18, Gradientenelution) getrennt und mit UV-Detektion (215 nm) gemessen. Die Nachweisgrenze lag im Bereich von 0,6 mg/l, die Bestimmungsgrenze bei 1,8 mg/l. Die Quantifizierung erfolgte mittels externer Kalibriergeraden eines käuflichen Standards von Thaxtomin A und des isolierten Thaxtomins der Masse 422 g/Mol (Thaxtomin B oder Isomer).

Ergebnis

In 40 % von den 188 untersuchten Ansätzen konnte kein Thaxtomin A nachgewiesen werden. 29 % produzierten die Substanz nachweisbar, jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze, ein Viertel der Stämme erzeugte Thaxtomin A in Mengen von ca. 2 bis 10 mg/l. Zwölf Stämme (6 %) synthetisierten Thaxtomin A in Konzentrationen größer als 10 mg/l mit einem Maximalwert von 17 mg/l. Dies ist ein relativ geringer Wert im Vergleich zu industriellen Produktionsstämmen aus dem Bereich der Antibiotika Produktion, die durchaus Wirkstoff-Konzentrationen erreichen die im Bereich von mehreren g/l liegen. Jedoch ist Thaxtomin A bereits in äußerst geringen Konzentrationen biologisch aktiv¹⁰, so dass aus Sicht des produzierenden Stammes eine Überproduktion nicht nötig ist.

Tab. 14: Prozentuale Verteilung der Thaxtomin Produktion

| Gehaltsklasse | < 0,6 mg/l | 0,6 - 1.8 mg/l | 1.8 - 10 mg/l | > 10 mg/l |
|------------------------|------------|----------------|---------------|-----------|
| Thaxtomin A (n= 188) % | 40 | 29 | 25 | 6 |
| Thaxtomin B (n= 153) % | 96 | 1 | 3 | 0 |

Im Gegensatz zum relativ häufigen Auftreten von Thaxtomin A wurde Thaxtomin B in deutlich weniger Ansätzen gefunden. Nur vier Prozent der gemessenen Kulturen enthielten die Verbindung. Auch lag die maximal gemessene Konzentration bei nur 4,5 mg/l.

Interessant ist jedoch, dass die Stämme, die Thaxtomin A produzierten kein Thaxtomin B enthielten und umgekehrt. Dies deutet darauf hin, dass das isolierte Thaxtomin ein Endprodukt ist und keine Zwischenstufe in der Biosynthese von Thaxtomin A, denn dann würde man eine Mischung der beiden Substanzen erwarten.

¹⁰ Phytochemistry **70**, 2009, 833-841

Die Strukturaufklärung der isolierten Substanz und deren Testung in biologischen Systemen könnten in weiteren Arbeiten untersucht werden.

Weitere interessante Sekundärmetaboliten

Zielsetzung

Auffinden weiterer Naturstoffe aus *Streptomyces*-Fermentationen.

Methode

Steril filtrierte Fermentationsbrühen wurden durch direkte Injektion mittels Hochdruckflüssigchromatographie an Umkehrphase (C-18, Gradientenelution) getrennt und mit UV-Detektion (Diodenarray, 200-600 nm) gemessen.

Ergebnis

Bei der Durchsicht der Chromatogramme der Fermentationsansätze zur Bestimmung der Thaxtomine konnten weitere Peaks in der einen oder anderen Kulturbrühe gefunden werden. Beispielsweise produzierte ein Stamm, der nur sehr wenig Thaxtomin A enthielt, zwei Substanzen, die auf der Säule bei höherer Retentionszeit eluierten (siehe Abbildung 4) und ein UV-Spektrum aufwiesen, dass nicht den Thaxtominen zuzuordnen ist.

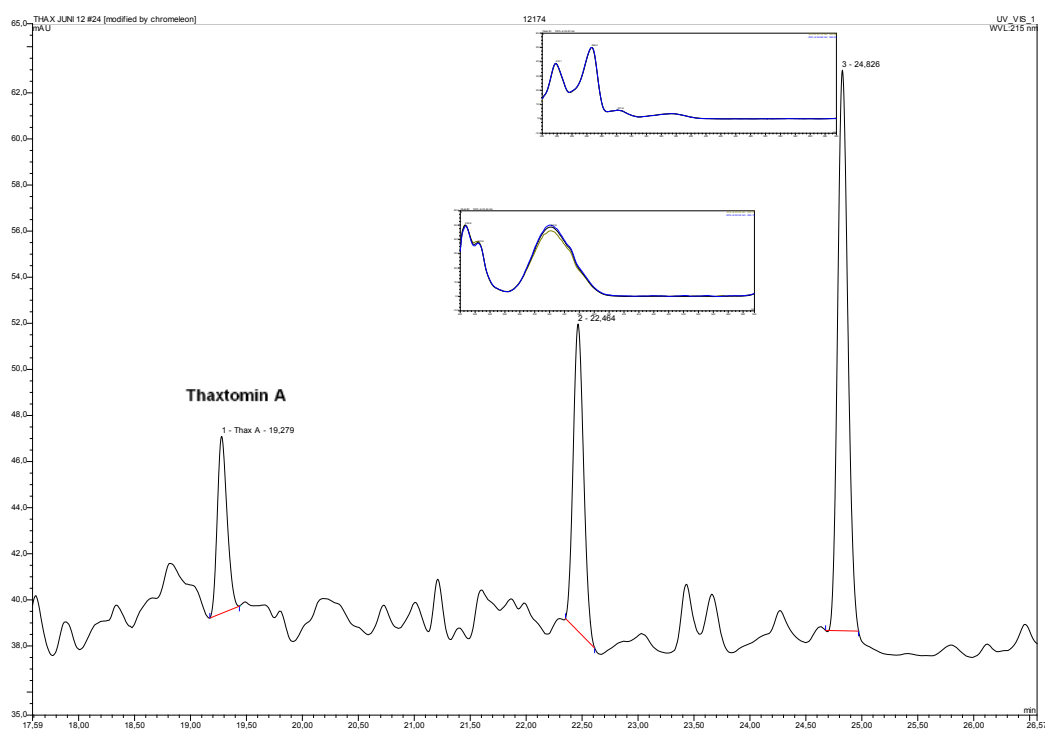


Abb. 21: Ausschnitt HPLC-Chromatogramm mit Thaxtomin A und zwei bislang noch nicht identifizierten Verbindungen mit UV-Spektren

Da die entsprechenden Naturstoffe interessante biologische Eigenschaften aufweisen könnten, wäre eine weitergehende Untersuchung dieser Substanzen hinsichtlich Isolierung, Strukturaufklärung und biologischer Testung sicher lohnend.

Projektleitung: Dr. J. Rieder
 Projektbearbeitung: G. Clasen, Dr. J. Rieder
 Projektdauer: 2012
 Kooperation: Dr. Leiminger, IPZ 3b

2.3.12 Toxinreduktion bei Fusariumbefall in Weizen: 2. Feldversuch

Einleitung

Fusarium gramineum und *Fusarium culmorum* sind die beiden Hauptverursacher einer Pflanzenkrankheit im Getreide, die als Ährenfusariose bekannt ist. Über Sporenzufug von befallenen Ernterückständen infizieren die Pilze das Getreide während der Blüte, insbesondere wenn feucht-warme Witterungsverhältnisse herrschen und wachsen in die Ähren. Dies führt zu Ertragsverlusten und stellt eine Gefahr für Mensch und Tier dar, da die Pilze eine Reihe von toxischen Sekundärmetaboliten produzieren, die anschließend im Getreide zu finden sind. Eine Schlüsselrolle spielt dabei das Sesquiterpen Deoxynivalenol (DON), das als Leitsubstanz zur Erkennung von kontaminiertem Getreide dient. DON ist darüber hinaus ein Pathogenitätsfaktor der Pilze und für die Ausbreitung des Pilzes in der Ähre notwendig. Genetisch veränderte Pilzstämme, denen das Vermögen zur Bildung von Deoxynivalenol fehlt, breiten sich nicht in der Ähre aus¹¹.

Zielsetzung

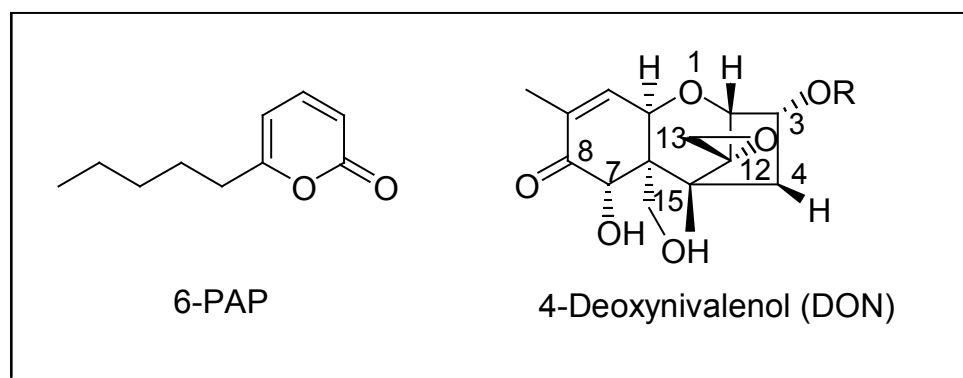


Abb. 22: Chemische Strukturen von DON und 6-PAP

Als Testsubstanz wurde 6-Pentyl-Alpha-Pyron (6-PAP) gewählt, die dafür bekannt ist, dass sie breite antifungische Wirkung besitzt und die DON-Produktion im Labortest um 80% reduziert¹². 6-PAP ist ein Hauptmetabolit¹³ von bodenbürtigen *Trichoderma*-Stämmen, die als biologische Mittel gegen viele Schadpilze Verwendung finden¹⁴. Darüber hinaus kommt 6-PAP auch in reifen Nektarinen vor¹⁵ und zeichnet sich durch ein stark kokosnussartiges Aroma aus. Es sollte getestet werden, ob mit 6-PAP eine Hemmung der DON-Biosynthese unter Freilandbedingungen und eine Reduktion der Toxinkonzentration erreicht werden kann.

Methode

6-PAP (käuflicher Standard) wurde wie im ersten Test 201116 mittels DMSO sowie Benetzung- und Antischaummittel aus dem Agrarhandel aufgenommen und durch starkes Schütteln von Hand homogenisiert. Die Spritzung erfolgte am 05.06.2012 zum Stadium

¹¹ MPMI **8**, 1995, 593-601

¹² J. Agric. Food Chem. **49**, 2001, 522-526

¹³ Phytochem. Rev. **7**, 2008, 89-123

¹⁴ Int. Microbiol. **4**, 2001, 1-4

¹⁵ J. Agric. Food Chem. **36**, 1988, 1003-1006

¹⁶ LfL AQU Jahresbericht 2011

"Mitte Blüte" (BBCH 65) mit einer Aufwandmenge von 750 g/ha (6-PAP 2.5) und 2250 g/ha (6-PAP 7.5). Die DON-Konzentration wurde nach der Ernte mittels Hochdruckflüssigchromatographie bestimmt. Die natürliche Infektion erfolgte über ausgestreute Maisstoppeln ($1/m^2$).

Ergebnis

In den beiden Versuchspartzen zeigten sich nach zweieinhalb Wochen vereinzelte Ähren mit Symptomen eines Fusariumbefalls, die vermuten ließen, dass keine große Wirkung durch 6-PAP erzielt wurde. Dies wurde durch die Bestimmung der DON-Werte bestätigt, die sich innerhalb der Toleranzen der unbehandelten Partzen befanden.

Tab. 15: DON-Konzentrationen in den Weizenproben der Versuchspartzen

| | DON [$\mu\text{g}/\text{kg}$] | n |
|--------------------|---------------------------------|---|
| 6-PAP 2.5 | 456 \pm 77 | 3 |
| 6-PAP 7.5 | 575 \pm 129 | 3 |
| unbehandelt | 682 \pm 272 | 4 |



Abb. 23: Anwendungsfertiges Präparat und Ährenfusariose in der Versuchspartze 6-PAP 7.5

Wie schon im letzten Jahr mit der Ausbringung einer Substanz aus der Kamille konnte auch 2012 mit dem aktiven Naturstoff 6-Pentyl-Alpha-Pyron keine Reduktion der DON-Konzentration erreicht werden, was die Schwierigkeit unterstreicht, dass eine einfache

Übertragung eines *in vitro* Tests in die Anwendung am Feld nicht direkt wirksam ist. Es bedarf offensichtlich einer weiteren Optimierung der Substanz hinsichtlich UV-Beständigkeit, Verfügbarkeit an/in der Pflanze oder einer Blockierung möglicher metabolischer Abbauewege durch die Pflanze oder den Pilz.

Projektleitung: Dr. J. Rieder
 Projektbearbeitung: Dr. J. Rieder
 Projektdauer: 2012
 Kooperation: S. Weigand, A. Bechtel, IPS 3a

2.3.13 Deoxynivalenol-Monitoring von bayerischem Wintergetreide der Ernte 2012

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 2012 insgesamt 149 Proben Winterweizen und 79 Proben Winterroggen. Die Probenziehung erfolgte durch die Ämter für Landwirtschaft und Forsten. DON-Konzentrationen wurden mit HPLC-Trennung, Nachsäulenderivatisierung und Fluoreszenzdetektion gemessen.

Ergebnisse

Die folgenden Tabellen enthalten die wesentlichen statistischen Kennzahlen des DON-Monitorings 2012 im Vergleich zu den Ergebnissen der Jahre 2006 bis 2011.

Winterweizen

Tab. 16: Vergleich des DON-Monitorings von Winterweizen 2006 bis 2012

| Erntejahr | Probenzahl | DON-Werte in µg/kg | | | | |
|-----------|------------|--------------------|--------|--------------|--------------|---------|
| | | Mittel | Median | 25 % Quartil | 75 % Quartil | Maximum |
| 2012 | 149 | 651 | 279 | 104 | 591 | 12839 |
| 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 |

Bei Winterweizen zeigt sich, dass das Erntejahr 2012 als „Fusarienjahr“ bezeichnet werden kann. Während 2011 sehr geringe Belastungen gemessen wurden ist der arithmetische

Mittelwert des DON-Gehaltes 2012 mit 651 $\mu\text{g}/\text{kg}$ gegenüber 139 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deutlich gestiegen. Ähnlich hohe Werte wurden in den Jahren 1998 und 2002 gemessen (Abbildung 24).

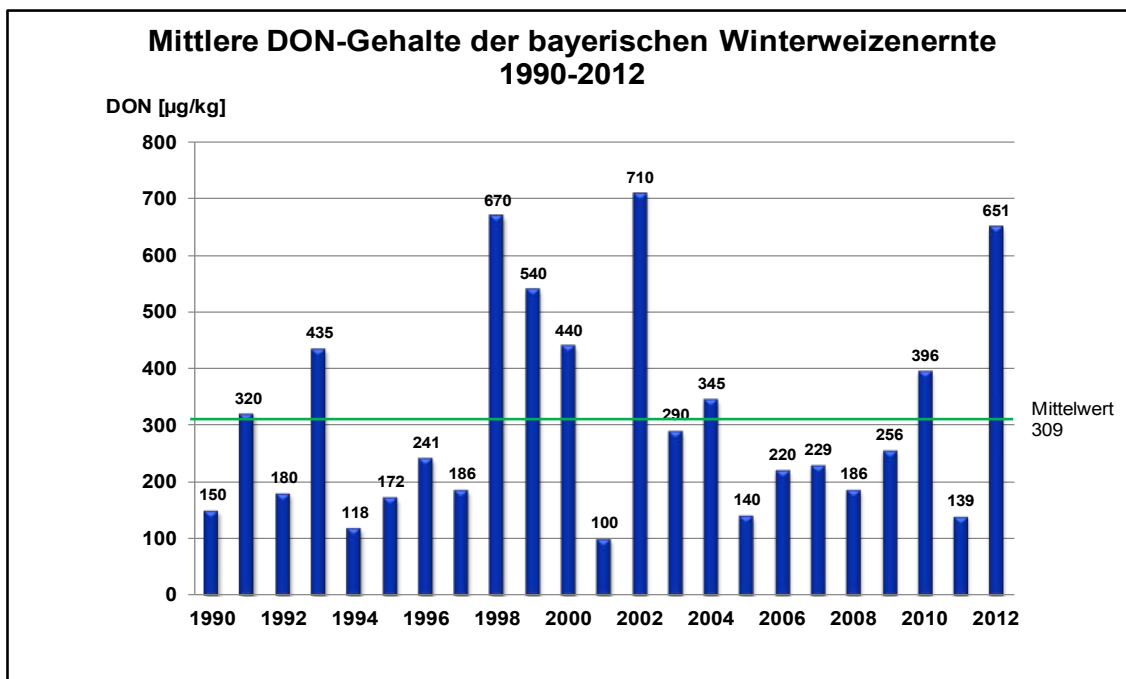


Abb. 24: Mittlere DON-Gehalte der bayerischen Winterweizenernten von 1990 bis 2012

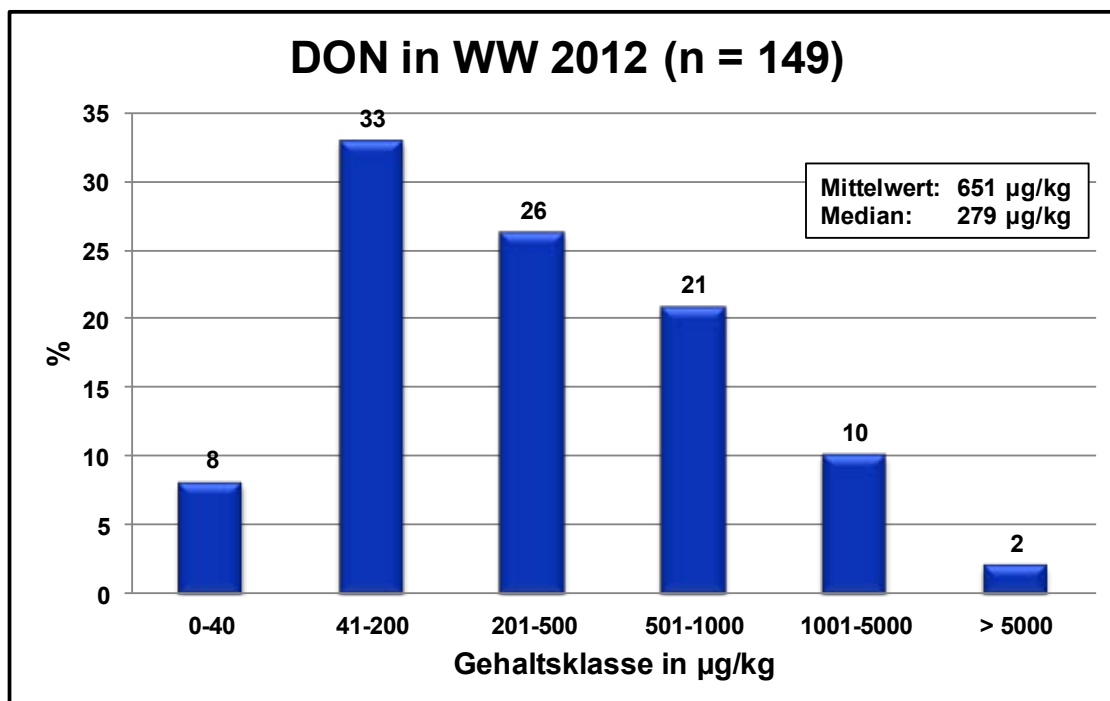


Abb. 25: Verteilung der DON-Ergebnisse von Winterweizen der Ernte 2012

In den Gehaltsklassen bis 40 $\mu\text{g}/\text{kg}$ und 41-200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ liegen dieses Jahr nur 41 % der untersuchten Proben während sich in der letzten Ernte 82 % der Proben in diesen gering be-

lasteten Klassen fanden. In die Gehaltsklassen von 200-500 µg/kg fallen 26 % (10 % 2011). Im Bereich von 501-1000 µg/kg erhöht sich der Anteil um das Vierfache auf 21 % und in der Klasse von 1001-5000 µg/kg sind fünfmal so viel Proben angesiedelt wie im Jahr 2011. Auch wurden drei hochbelastete Proben mit einem DON-Gehalt von über 5000 µg/kg gemessen. Der Maximalwert liegt bei mehr als 12 mg DON pro Kilogramm Getreide. Waren 2011 lediglich 4 Proben (2,3 %) im Bereich des EU-Rohwarengrenzwertes von 1250 µg/kg zu finden, so weisen heuer 10 % der untersuchten Proben eine DON-Belastung auf, die über diesem Wert liegen.

Winterroggen

Wie beim Weizen sind auch die DON-Werte des Winterroggens (siehe Tabelle 2) verglichen mit dem Vorjahr deutlich gestiegen. Insbesondere ist eine Zunahme in den Gehaltsklasse von 40-200 und 201-500 µg/kg zu verzeichnen (Abbildung 3). Wurden 2011 keine Proben jenseits von 500 µg/kg gefunden, so liegen in diesem Jahr 4 % der untersuchten Proben über 500 µg/kg. Im Maximum war eine Probe mit 2,7 mg/kg belastet.

Tab. 17: DON-Monitoring von Winterroggen im Vergleich 2006 bis 2012

| Erntejahr | Probenzahl | DON-Werte in µg/kg | | | | |
|-----------|------------|--------------------|--------|--------------|--------------|---------|
| | | Mittel | Median | 25 % Quartil | 75 % Quartil | Maximum |
| 2012 | 79 | 140 | 50 | 23 | 108 | 2695 |
| 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 |

Das Ergebnis zeigt, dass trotz der intensiven Bemühungen und Forschungen der letzten 20 Jahre auf dem Gebiet der Fusarientoxine weiterhin keine Entwarnung gegeben werden kann. Die ausgesprochen infektionsgünstige Witterung in 2012, durch die vielerorts anhaltenden Niederschläge zur Getreideblüte, zeigte dies deutlich. Hier stoßen auch die bekannten vorbeugenden Maßnahmen zur Vermeidung einer Kontamination (Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Sortenwahl, Pflanzenschutzmittel zum Zeitpunkt der Blüte) an ihre Grenzen. Nur bei deren konsequenter Anwendung bleibt dann das Fusariumrisiko beherrschbar.

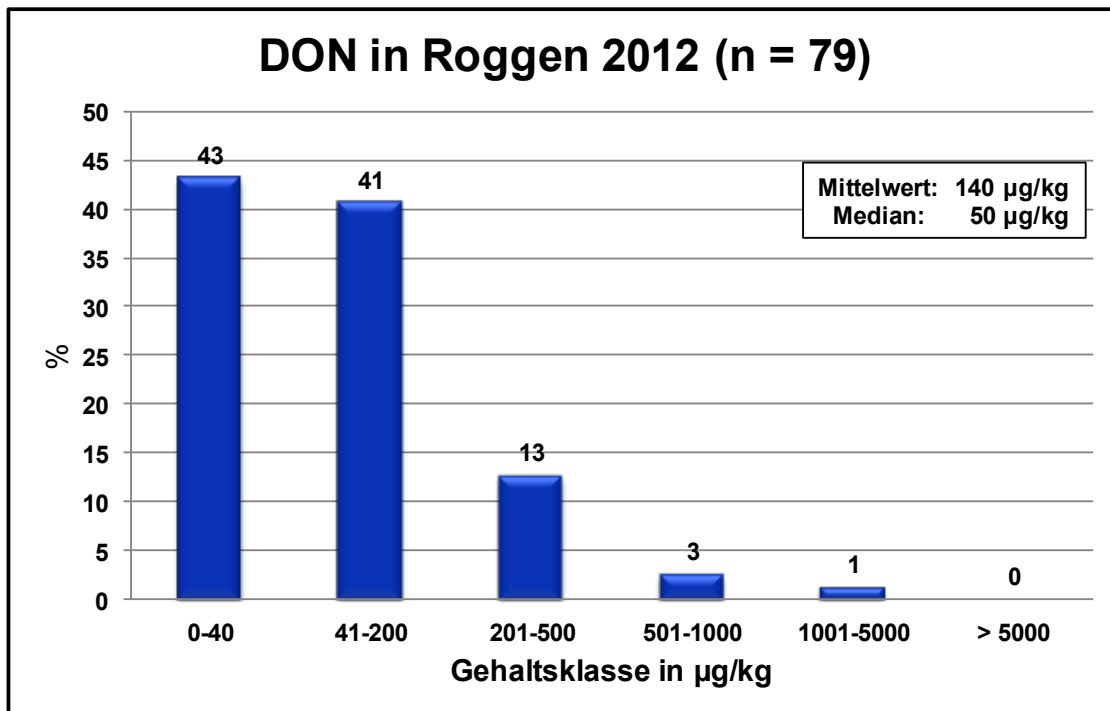


Abb. 26: Verteilung der DON-Ergebnisse von Winterroggen der Ernte 2012

Projektleiter:
Projektbearbeiter:
Projektdauer:

Dr. J. Rieder
G. Clasen
Daueraufgabe

2.3.14 Mikrobiologische Prozessoptimierung in der Biogastechnologie – Diagnostik der mikrobiellen Populationen und Identifizierung von Schlüsselorganismen in Biogas-Fermentern

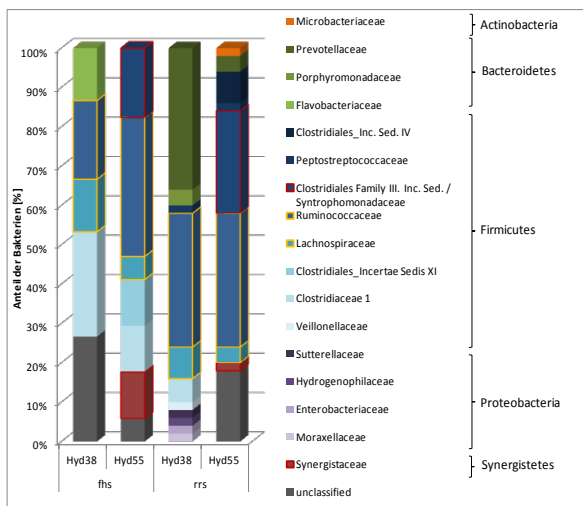


Abb. 27: Populationszusammensetzung der AASF-Bakterien (fhs) und Bacteria (rrs) in einem mesophilen (Hyd38) und einem thermophilen (Hyd55) Hydrolysefermenter

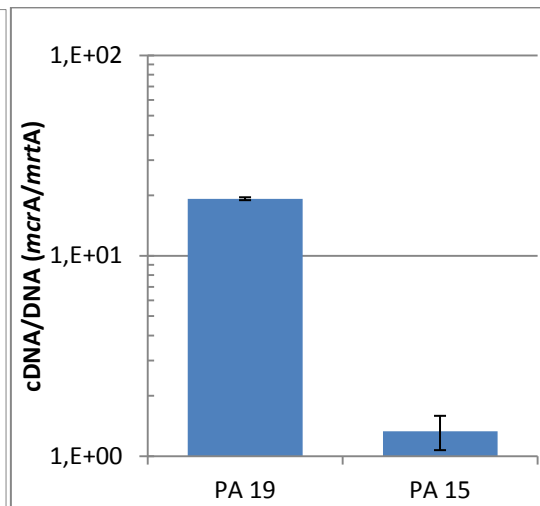


Abb. 28: cDNA/DNA-Verhältnis zweier Praxisanlagen mit stark graslastiger Substratmischung

Zielsetzung

Biogas ist eine Alternative zum Einsatz fossiler Energieträger, um Treibhausgasemissionen zu verringern. Das energiereiche Methan wird dabei von einer mikrobiellen Lebensgemeinschaft produziert, die immer noch als „grey-box“ anzusehen ist. Durch Populationsanalysen, Quantifizierung und Aktivitätsbestimmung primär von methanogenen Archaeen und acidogenen, acetogenen und syntrophen fettsäureoxidierenden (AASF) Bakterien werden neue Einblicke gewonnen, um die Abläufe im Biogasprozess besser zu verstehen, bewerten und steuern zu können. Weiterhin werden molekularbiologische Frühwarnsysteme entwickelt, die eine Prozessversäuerung schneller als konventionelle Parameter anzeigen. Damit können Störungen früher erkannt und Gegenmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden, um einem Prozesszusammenbruch mit eventuell gravierenden ökonomischen oder auch ökologischen Konsequenzen vorzubeugen.

Methode

Die mikrobiologisch-diagnostische Analytik wurde an der LfL in institutioneller Zusammenarbeit (ILT, AQU) aufgebaut. Fermenterbetrieb und Bereitstellung von Fermenterproben aus verschiedenen Betriebsvarianten und Aktivitätszuständen erfolgen durch ILT2a. Es werden verschiedene Biogasanlagen und unterschiedliche Prozesszustände mit für Bayern typischen Substraten untersucht.

Die mikro- und molekularbiologischen Untersuchungen obliegen AQU1c und umfassen Populationsanalysen (Direkt-PCR-Klonierung) und Quantifizierung (quantitative Real-Time-PCR) relevanter funktioneller Schlüsselgene des Intermediatmetabolismus (*fhs*) und der Methanogenese (*mcrA/mrtA*). Es werden sowohl die gesamte Population (DNA-Ebene) als auch spezifisch die aktive Fraktion (mRNA- bzw. cDNA-Ebene) untersucht. Mit den Ergebnissen werden Zeigerorganismen identifiziert, molekularbiologische „benchmarks“ für verschiedene Prozesszustände erstellt und Frühwarnsysteme (Metabolischer Quotient, cDNA/DNA-Verhältnis) zur rechtzeitigen Erkennung von Prozessstörungen entwickelt.

Ergebnisse

Die molekularbiologischen Untersuchungen ergaben einen funktionellen Zusammenhang zwischen der Methanproduktivität und der Konzentration von Methanogenen (spezifische 'Norm-Aktivität') über verschiedene Prozesszustände. Hieraus wurde das molekularbiologische Frühwarnsystem 'Metabolischer Quotient' (MQ) als Indikator für Stressmetabolismus (bis zu 1 Monat vor Versäuerung) entwickelt.

Als weitere Entwicklung gibt das cDNA/DNA-Verhältnis Auskunft über die Aktivität der Biozönose im betrachteten Gärgemisch. Untersuchungen von zwei graslastig betriebenen Praxisanlagen zeigten eine hohe Aktivität mit einem cDNA/DNA-Verhältnis zwischen 1 und 20 (Abb. rechts). Derart hohe Verhältnisse wurden bis jetzt noch nicht in maislastig betriebenen Fermentern gefunden. Den Populationsanalysen zufolge war hier ein noch nicht beschriebener Vertreter der Familie *Methanosarcinaceae* dominant, ein möglicher Indikatororganismus für einen effizienten Grassilage-Vergärungsprozess.

Populationsuntersuchungen zeigten, dass sich bei Prozessstörungen die Zusammensetzung der aktiven von der gesamten Population deutlich unterscheiden kann. Die Untersuchung der aktiven Population (cDNA) ist für die Bewertung des aktuellen Zustands der Biozönose wichtig. Sehr häufig werden noch nicht beschriebene methanogene Archaeen und AASF-Bakterien identifiziert, die auch Indikatororganismen darstellen können.

Ein mesophiler und ein thermophiler Hydrolysefermenter wurden auf die bakterielle Population (*rrs*, *Bacteria*) und die AASF-Bakterien (*fhs*) untersucht. Die Populationsprofile zeigten für beide Systeme ein ähnliches Muster (Abbildung links). Unter beiden Temperaturbedingungen wurden Vertreter der *Ruminococcaceae* und *Lachnospiraceae* gefunden. Diese Organismen scheinen unabhängig von den Betriebsbedingungen eine zentrale Rolle in der anaeroben Vergärung einzunehmen. Weiterhin wurden mögliche Indikatororganismen für den mesophilen (Vertreter der *Bacteroidetes*) und den thermophilen (Vertreter der *Synergistaceae* und *Clostridiales* Family III Inc. Sed./ *Syntrophomonadaceae*) Betrieb identifiziert.

Projektleitung: Dr. Michael Lebuhn
 Projektbearbeitung: Bernhard Munk, Bianca Fröschle, Elena Madge-Pimentel
 Laufzeit: 2008 - 2013
 Finanzierung: StMELF

2.3.15 Verbesserung der Effizienz von Biogasanlagen durch den Einsatz von anaeroben Pansenpilzen

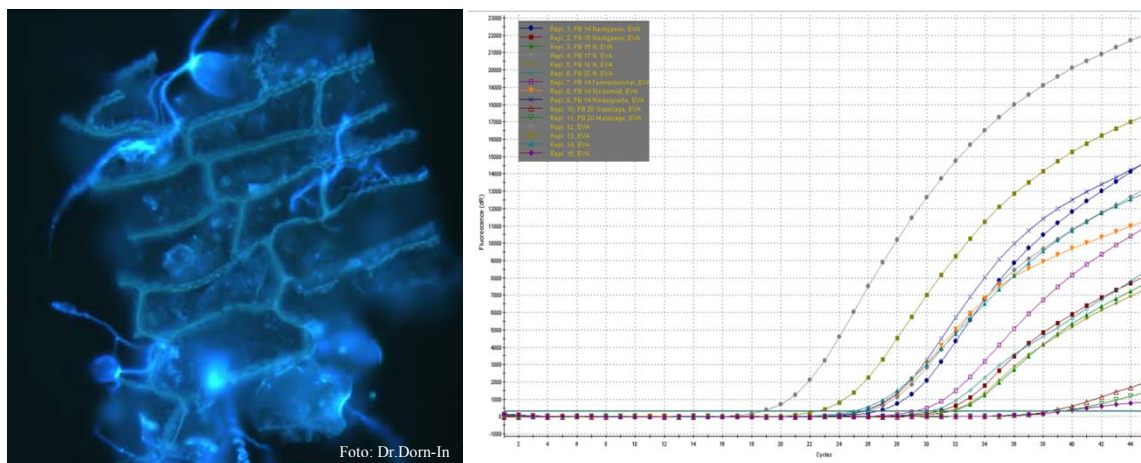


Abb. 29: Anaerobe Pansenpilze zersetzen Pflanzenzellen (l.), Amplifikationsplot des 18S rDNA Quantifizierungssystems mit Proben aus Praxisanlagen (r.)

Zielsetzung

Ein Hindernis bei der Gewinnung von Biogas stellt der hohe Lignocellulosegehalt der pflanzlichen Einsatzstoffe dar. Die im konventionellen Biogasprozess vorhandenen Mikroorganismen sind nicht in der Lage Lignin, das Cellulose und Hemicellulose ummantelt, abzubauen. Anaerobe Pilze spalten Lignocellulose sowohl mechanisch als auch enzymatisch auf. Dabei trennen sie das Lignin von den weiteren Bestandteilen ab und machen diese für den bakteriellen Abbau viel besser verwertbaren Bestandteile leichter zugänglich. Damit könnten sie die Vergärung effektiver gestalten.

Als besonders geeignet erscheinen Pilze aus dem Pansen von Tieren, die sich von stark lignocellulosehaltiger Kost ernähren, wie z.B. die Gemse. Pilze aus dem Gemsepansen werden kultiviert (Partner TUM), molekulargenetisch quantifiziert und bestimmt, sowie auf ihre enzymatische Aktivität hin untersucht. Es wird geprüft, ob anaerobe Pilze auch aktuell schon eine Rolle im konventionellen Biogasprozess spielen. In Batchversuchen und Durchflussfermentern werden gewonnen Isolate auf ihre Einsatzfähigkeit und eine Verbesserung des Biogasprozesses hin getestet.

Methoden

Mittels qPCR werden Panseninhalt und Fermenterproben auf das Vorkommen von anaeroben Pansenpilzen untersucht, und ihre Konzentration wird bestimmt. Über Klonierung und Analyse von 18S-rDNA und ITS-DNA Sequenzen werden die vorhandenen Pilze klassifiziert. Um die Transkription von Genen nachzuweisen, die für wichtige Enzyme aus dem Lignocelluloseabbau kodieren, wird RNA isoliert und über reverse Transkription in cDNA umgeschrieben. Mit Real-Time PCR (qPCR) kann daraus die enzymatische Aktivität der Pilze nachgewiesen und semiquantitativ bestimmt werden. In Zusammenarbeit mit der TUM wird über anaerobe Kultivierungstechnik versucht, ein enzymatisch aktives Isolat zu gewinnen. Sein Einsatz im Biogasprozess wird schließlich in Batchversuchen und Versuchsfermentern erprobt.

Ergebnisse

Zunächst wurde ein für 18S-rDNA Sequenzen von anaeroben Pilzen spezifisches qPCR System entwickelt. Die Beprobung von Praxis und Technikums-Biogasanlagen und der quantitative Nachweis anaerober Pilze haben begonnen. Weiterhin befindet sich ein Nachweissystem für Endoglucanase, ein Enzym, das Cellulose an amorphen Regionen spaltet, in der Entwicklung. Weitere Testsysteme, die einen noch gezielteren Nachweis der Lignin-Abspaltung zulassen, sind in Planung.

Der Inhalt eines ersten Gemsenpansens wird aktuell molekulargenetisch hinsichtlich der mikrobiellen Populationen und der Aktivität analysiert.

| | |
|---------------------|--|
| Projektleitung: | Dr. M. Lebuhn |
| Projektbearbeitung: | V. Dollhofer, E. Madge-Pimentel |
| Laufzeit: | 01.07.2012 – 30.06.2014 |
| Finanzierung: | StMELF |
| Projektpartner: | Kooperation mit TUM-Institut für Tierhygiene (Dr. Dorn-In, Prof. Dr. Bauer), ILT2a (Dr. Weber), HS-WT (M. Nast, Prof. Bodmer) |

2.3.16 Entwicklung eines Schnellscreenings auf Pathogene in landwirtschaftlich relevanten Substraten

Zielsetzung

Die Ergebnisse dieses Verbundvorhabens mit dem LGL und ILT sollen die Datenlage zum Vorliegen und Verhalten von EHEC und pathogenen Clostridien in Biogasanlagen verbessern. Dazu werden Proben von ausgewählten bayerischen Biogasanlagen u.a. auf die Anwesenheit dieser Krankheitserreger hin untersucht. Weiterhin wird das Potenzial des meso- und thermophilen Biogasprozesses zur Reduktion dieser Erreger in Keimträgerexperimenten geprüft.

Methoden

Die qPCR dient als hochspezifisches und sensitives Analyseverfahren zur Unterscheidung von kontaminiertem und unbelastetem Proben-/ Kulturmaterial sowie zur Quantifizierung der gesuchten Erreger. qPCR-Nachweissysteme für relevante Pathogene werden von bereits bestehenden Systemen abgeleitet oder neu entwickelt, evaluiert und etabliert. Für Zur

Überprüfung kommen z.T. mehrstufige Kultivierungsabläufe in/auf (teil-) selektiven Medien und Agarböden zum Einsatz, soweit solche verfügbar sind.

Ergebnisse

qPCR-Nachweissysteme für *Clostridium botulinum* (Abbildung 3) und EHEC, basierend auf Pathogenitäts-assoziierten Genen, wurden etabliert und werden z.T. bereits eingesetzt. Parallel dazu wurden mikrobiologische Untersuchungsmethoden für EHEC, *C. botulinum* und *C. difficile* etabliert und an Proben von Biogasanlagen getestet. Rückstellproben stehen für die Untersuchung durch noch zu entwickelnde qPCR-Schnellnachweissysteme zur Verfügung. Bereits bestehende qPCR-Systeme zum Nachweis von *Salmonella* sp., *C. difficile* und Kryptosporidien werden derzeit auf Aktualität und Spezifität überprüft.

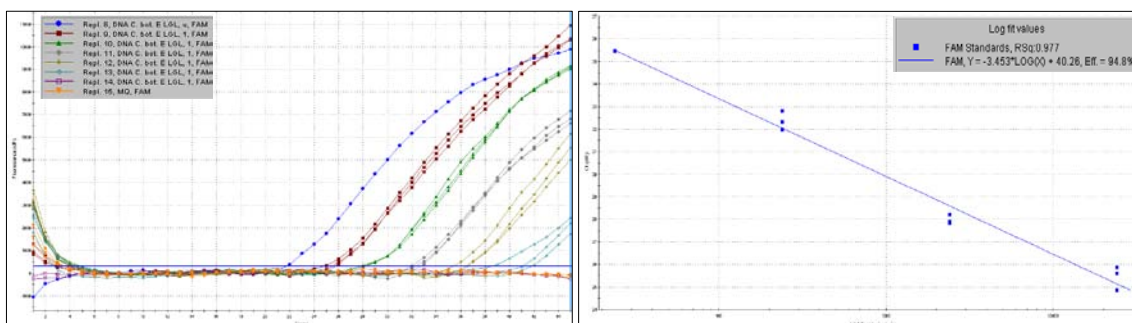


Abb. 30: Amplifikationsplots (l.) und Standardgerade (r.) der *C. botulinum*-qPCR: Verdünnungsreihe eines DNA-Extrakts von *C. botulinum*

Projektleitung: Dr. M. Lebuhn
 Projektbearbeitung: B. Fröschle, E. Madge-Pimentel
 Laufzeit: 01.10.2011 – 31.12.2014
 Finanzierung: StMELF
 Projektpartner: Kooperation mit ILT2a (D. Andrade, R. Kissel;
 Fermenterbetrieb, Beprobung von Praxisanlagen)

2.3.17 Verhalten von EHEC und krankheitserregenden Clostridien in Biogasanlagen

Zielsetzung

Die Ergebnisse dieses Verbundvorhabens mit dem LGL und ILT sollen die Datenlage zum Vorliegen und Verhalten von EHEC und pathogenen Clostridien in Biogasanlagen verbessern. Dazu werden Proben von ausgewählten bayerischen Biogasanlagen u.a. auf die Anwesenheit dieser Krankheitserreger hin untersucht. Weiterhin wird das Potenzial des meso- und thermophilen Biogasprozesses zur Reduktion dieser Erreger in Keimträgerexperimenten geprüft.

Methode

Zur Bestimmung der Hygienisierungsraten in Biogasprozessen werden nicht-pathogene Stämme von EHEC bzw. *Clostridium botulinum* in Keimträgern mit Gärgemisch vor und nach unterschiedlicher Verweilzeit in meso- und thermophilen Labor-Biogasanlagen untersucht. Die reale Keimbelastung in der Prozesskette wird durch Analyse der Einsatzstoffe, Gärgemische und Gärreste von ausgewählten bayerischen Praxisanlagen ermittelt. Lebensfähige Einheiten u.a. von EHEC und *C. botulinum* werden durch mehrstufige Kulti-

vierungsabläufe quantitativ bestimmt. Dabei werden auch qPCR-Analysen zur schnellen Quantifizierung oder zur Unterscheidung von kontaminiertem und keimfreiem Proben-/Kulturmateriale eingesetzt. Die dazu erforderlichen qPCR-Nachweissysteme für EHEC, *C. botulinum* und andere Pathogene werden entweder von bestehenden Systemen abgeleitet oder neu entwickelt, evaluiert und etabliert.

Ergebnisse

Methoden zur Kultivierung von EHEC, *C. botulinum* und *C. difficile* wurden etabliert. Verschiedene qPCR-Nachweissysteme für *C. botulinum* und EHEC wurden evaluiert oder werden entwickelt und getestet. Im Anlagenscreening wurden 6 Biogasanlagen zum Teil mehrfach in der gesamten Prozesskette beprobt und auf die Anwesenheit von *C. botulinum*, EHEC (Abbildung 31) und anderen Krankheitserregern hin untersucht. Derzeit werden Keimträgerversuche mit nicht-pathogenen Stämmen von *C. botulinum* und EHEC durchgeführt. Ergebnisse zum Hygiene-Status der Biogasanlagen und dem Hygienisierungspotenzial bzgl. der untersuchten Bakterien werden nach Abschluss des Projekts veröffentlicht.

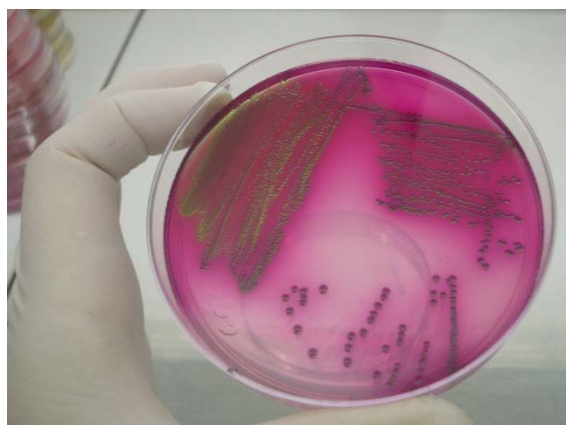


Abbildung 31: Verdünnungsausstrich einer EHEC-Anreicherungskultur auf Endo-Agar

| | |
|---------------------|---|
| Projektleitung: | Dr. M. Lebuhn |
| Projektbearbeitung: | D. Andrade, T. Barufke, B. Fröschle, R. Kissel, E. Madge-Pimentel |
| Laufzeit: | 01.11.2011 – 31.12.2013 |
| Finanzierung: | StMUG, StMELF |
| Projektpartner: | Verbundvorhaben zwischen der LfL (AQU1c, ILT2a) und dem Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit |

2.3.18 Verbundvorhaben: Bioraffinerie-Modul zum gerichtet-fermentativen Aufschluss von Biomasse für eine kombinierte energetische und stoffliche Verwertung (FABES-Modul) - Mikrobiologische Optimierung der Hydrolyse (TP2) und Ökologische Bewertung des Verfahrens (TP5)

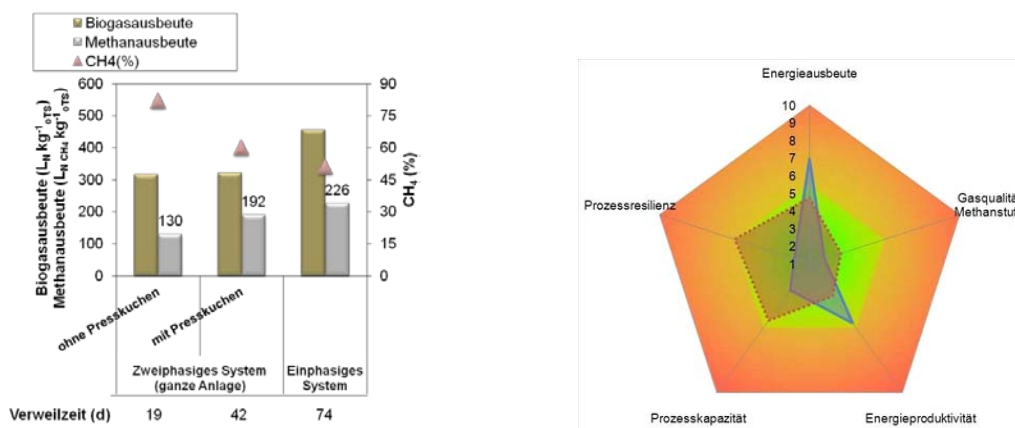


Abb.32: Links: Biogas- bzw. Methanausbeute und Methangehalt ein- und zweiphasiger Systeme im Vergleich; rechts: Bewertungsergebnis für das FABES-Modul (blau) im Vergleich zum einphasigen Referenzverfahren (rot).

Zielsetzung

Im Rahmen des Verbundvorhabens wurden auch verfahrenstechnische sowie mikro- und molekularbiologische Fragestellungen zum gerichteten fermentativen Aufschluss schwer abbaubarer Biomasse in insgesamt sechs Teilprojekten (TP) bearbeitet, davon zwei an der LfL.

Ziele des TP 2 waren:

- Gewinnung grundlegender Informationen zur Konversion schwer abbaubarer Biomasse in zweiphasiger Prozessführung
- Verbesserung des Abbaus der schwer hydrolysierbaren Fraktion durch Enzymzugabe in einer ersten Hydrolysestufe (HS) sowie in einer separaten Hydrolyse (zweite HS) bei Zusatz einer selektierten cellulolytischen Bakterienkultur
- Beschreibung der bakteriellen Populationszusammensetzung sowie Quantifizierung der dominanten und aktivsten Bakterien in der HS-Phase bei unterschiedlichen Prozessbedingungen
- Analyse aktiver Bakterien in den Fermentern des FABES-Moduls
- Vergleich der über Amplikon- (PCR-) und Metagenom-Sequenzierung ermittelten Populationszusammensetzung bei meso- und thermophilem Betrieb der HS-Phasen

Ziele des TP 5 waren:

- Bewertung des FABES-Moduls im Vergleich mit einem herkömmlichen einphasigen Vergärungsverfahren für organische Reststoffe
- Beurteilung des FABES-Verfahrens hinsichtlich der ökologisch und ökonomisch gewinnbringenden Integration in ein Bioraffinerie-Konzept

Methoden

In **TP 2** wurde ein Modellsubstrat (Mischung aus gleichen Teilen Heu und Stroh) in Batch-Ansätzen und in Durchflusssystemen untersucht. In Batch-Ansätzen (0,53 L Volumen) wurde das Substrat mit einem *in-sacco*-Verfahren einer Hydrolyse unter verschiedenen Bedingungen unterzogen. Die Durchflussanlagen bestanden aus einer HS mit 40 L und einer Methanstufe (MS) mit 70 L Arbeitsvolumen. Die HS wurden bei 55°C, 45°C sowie 38°C, und die MS mesophil (38°C) betrieben. Die pH-Werte wurden im Bereich 5,2 bis 7,2 variiert. Die flüssige Phase des täglich aus der HS entnommenen Hydrolysats wurde nach Fest-/Flüssigtrennung in die MS eingebracht, oder es wurden beide Phasen in die MS überführt. In einer weiteren Untersuchung wurde ein einstufiges methanogenes Durchflusssystem (6 L, 60°C) mit einer cellulolytischen Kultur wiederholt beimpft.

Für die Populationsanalysen (*Bacteria*) wurde ribosomale 16S DNA aus den HS extrahiert und sequenziert. Für die häufigsten Vertreter wurden reverse-transcription Real-Time PCR Systemen (RT-qPCR) entwickelt und für Quantifizierungen und Aktivitätsbestimmungen (RNA-Ebene) in den Versuchsanlagen des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung bzw. im FABES-Modul der Universität Hohenheim (TP 3) eingesetzt. Weiterhin wurden Ergebnisse aus Amplikon- und Metagenom-Sequenzierungen zur bakteriellen Populationszusammensetzung in den meso- und thermophilen HS verglichen, um Hinweise auf eine eventuelle Ergebnisverzerrung durch die PCR zu erhalten.

In **TP 5** sollte das FABES-Verfahrenskonzept basierend auf den experimentellen Untersuchungen in TP 2 (Laboranlagen) und TP 3 (Technikumsanlagen) unter den oben genannten Aspekten bewertet werden. Da für den Technikumsmaßstab im Projektverlauf keine ausreichende Datengrundlage zur Verfügung stand, wurde auf die Ergebnisse aus TP 2 zurückgegriffen. Da der Schwerpunkt der experimentellen Untersuchungen auf der energetischen Verwertungslinie lag, konnte auch nur für diesen Bereich eine quantitative Bewertung erfolgen. Hierfür wurde eine Skala von 1 bis 10 gewählt, wobei „1“ den theoretisch besten, „10“ den theoretisch schlechtesten Fall markiert (lineare Bewertungsfunktionen). Für die mögliche Integration des FABES-Moduls in ein Bioraffinerie-Konzept wurde untersucht, in welche der nach Stand der Wissenschaft existierenden Typen von Bioraffinerien das FABES-Modul am Besten zu integrieren wäre bzw. welche Änderungen hierfür evtl. vorgenommen werden müssten.

Ergebnisse

Die Untersuchungen im Labormaßstab lieferten folgende wesentliche Erkenntnisse und ergab folgende relevante Unterschiede zwischen dem ein- und zweiphasigen System:

- Insbesondere der pH-Wert aber auch die Temperatur hatten einen starken Einfluss auf den Abbau der schwer verwertbaren Substrate. Der Abbaugrad leicht umsetzbarer Inhaltsstoffe stieg mit steigender Säurekonzentration an, und der Cellulose-Abbaugrad nahm mit steigendem pH-Wert tendenziell zu.
- Die Enzymzugabe in die Hydrolysestufe bewirkte keine erkennbare Verbesserung der Methanproduktion des Verfahrens.
- Die Inokulation mit selektiert cellulolytischen Bakterien verbesserte den Substratabbau im Batchansatz, im Durchflusssystem intensivierte aber selbst mehrmalige Inokulation mit dieser Kultur den Aufschluss der separierten festen Phase nicht.
- Im zweiphasigen System lag der Methangehalt in der Methanstufe um 30 % höher (Abbildung 1 links), die Abbaugeschwindigkeit der leicht und (teilweise) der schwer

umsetzbaren Fraktionen war in der Hydrolysestufe höher (Abbildung links), und die gebildeten Säuren wurden in der Methanstufe schnell abgebaut. Diese Vorteile entstanden allerdings auf Kosten einer schlechteren energetischen Effizienz bei der Substratverwertung.

- Die bakteriellen Populationen in ein- und zweiphasig betriebenen Fermentern sowie bei unterschiedlicher Temperaturführung deutlich verschieden. In allen Proben dominierten Vertreter der Ordnungen *Clostridiales*, *Bacteroidales* waren nur im mesophilen Betrieb stark vertreten.
- Mit etwa 10^{10} *Bacteria* / mL lagen in den Hydrolyse- und den einstufigen Fermentern ähnliche Populationsdichten vor. Bei thermophilem Betrieb waren bestimmte Vertreter der Familien *Ruminococcaceae* und *Syntrophomonadaceae/Thermoanaerobacteraceae* am aktivsten.
- Der Einsatz der PCR hatte (angesichts statistischer Unsicherheit) in den verglichenen Populationsprofilen keine oder eine nur unwesentliche Verzerrung bewirkt.

Damit ergab sich folgendes Bewertungsergebnis (Abbildung rechts):

- Stärken des Verfahrenskonzeptes in der Produktivität und der Belastbarkeit gemessen an den Kriterien Gasqualität, Prozesskapazität (Raumbelastung) und Prozessresilienz (Widerstandsfähigkeit gegenüber Belastungsschwankungen).
- Nachteile des Verfahrens hinsichtlich der Energieausbeute und –produktivität, da nicht die gesamte Biomasse energetisch verwertet wurde
- Die Grenzen der Prozesse konnten nicht systematisch ausgelotet werden.

Um das FABES-Modul als Teil eines Bioraffinerie-Konzeptes weiter zu entwickeln, sind mögliche stoffliche und energetische Verwertungspfade der Zwischenprodukte und Endprodukte zu untersuchen. Erst dann ist auch eine verlässliche ökologische und ökonomische Bewertung eines solchen Verfahrens möglich.

Projektleitung: Dr. M. Lebuhn, Dr. A. Weber (TP2); Dr. M Effenberger (TP5)
 Projektbearbeitung: C. Marín Pérez, V. Dandikas, C. Bauer, E. Madge-Pimentel (TP2); H. Bachmaier, Dr. M. Effenberger (TP5)
 Laufzeit: 2009-2012
 Finanzierung: BMBF über Projektträger Jülich (Förderinitiative BioEnergie 2021)



Projektpartner: Humboldt-Univ. zu Berlin (IASP, Koordination), TU München, Univ. Hohenheim, Leibniz-Institut f. Agrartechnik Potsdam-Bornim, Joh. Wolfg. Goethe-Univ. Frankfurt, Biopract GmbH, Pilzhof Dr. Schulz, AVAT Automation GmbH

2.3.19 Effektive ELOS-Analytik in pflanzlichen Rohstoffen für den Bioenergie- und Futtermittelbereich

Zielsetzung

Die Futterqualität wurde früher ausschließlich über Rohnährstoffe der Weender Futtermit-telanalyse bestimmt. Auf dieser Grundlage standen allein für die energetische Bewertung von Grasprodukten unzählige unterschiedliche Schätzgleichungen zur Verfügung. Neuere Formeln zur Energiebewertung verwendeten die Analysen nach van Soest, die die vormalige Rohfasermessung durch die Differenzierung der Faseranteile in die Neutrale-Detergenzien-Faser (NDFom), Säure-Detergenzien-Faser (ADFom) und die Ligninfraktion als ADL erfasst. Die Anteile von Lignin sind Großteils unverdaulich, Cel-lulose schwer verdaulich und die Hemicellulosen verdauliche Bestandteile der Zellwände von Pflanzen.

Die Nutzung dieser Parameter ermöglicht eine detaillierte energetische Bewertung der Fa-serfraktionen. Mit den Lignocellulosen und der Asche der Pflanzen sind aber nur die we-niger bis unverdaulichen Stoffe gekennzeichnet. Ein echter Parameter für die Verdaulich-keit bzw. für die zu Methan umwandelbare Stoffmenge steht hiermit jedoch noch nicht zur Verfügung. Auch die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage ist nicht zuletzt von der Steue-rung des biologischen Prozesses und damit von der Zusammensetzung der eingesetzten Substrate abhängig. Hierfür fehlen aussagekräftige Parameter.

Daher ist eine schnelle und zuverlässige Analytik für die Untersuchung von Nähr- und Energiestoffen notwendig.

Bedeutung der ELOS Bestimmung

Echte Verdaulichkeit konnte bislang nur im Tierversuch bestimmt werden. Schätzungen der organischen verdaulichen Substanz ohne Verdauungsversuche beim Tier sind über das in vitro Pansensaftverfahren (Hohenheimer-Futterwert-Test, HFT), der Methode nach Tilley und Terry (1963), einer Cellulase-Methode zur Bestimmung der Enzymlöslichkeit organischer Substanz (ELOS) und der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) möglich. bei Verwendung von Pansensaft besteht jedoch das Problem der Abhängigkeit von der Quali-tät, beeinflusst von Haltbarkeit, Temperatur und der Konzentration der Bakterien. Dieses Problem kann nur mit einer vom Pansensaft unabhängigen, auf Basis biochemischer Stoffe basierenden Methode zur in vitro Bestimmung der Verdaulichkeit gelöst werden.

Daher kommt der schnellen, effizienten und zuverlässigen Bestimmung von ELOS und EULOS in pflanzlichen Rohstoffen und Futtermitteln eine große Rolle zu, da mit diesen Parametern die Verdaulichkeit von Biomasse unabhängig von der Qualität des Pansensaftes bestimmt werden kann. Nach Weißbach (1999) wurde der EULOS-Wert für die Verdaulichkeit von Frischgras verwendet. Die Enzymunlösliche organische Substanz ist dabei ein Wert, der sich ebenfalls vom ELOS ableitet.

$EULOS \text{ in g/kg TM} = 1000 - \text{Rohasche (g/kg TM)} - ELOS \text{ (g/kg TM)}$ berechnet.

Auch wenn in letzter Zeit die NIRS-Technik verstärkt Einzug gehalten hat, ist doch eine präzise Referenzmessung mit den klassischen nasschemischen Methoden für die Energie-bewertung ein ganz entscheidender Faktor für die Güte der Berechnungen.

Methode

ELOS-Bestimmung nach VDLUFA

Die Untersuchung auf enzymlösliche organische Substanz (ELOS) in Pflanzen erfolgt in der Regel nach VDLUFA (1993c). Dabei wird das zu untersuchende Material mit Verdauungsenzymen behandelt, und somit die Abbaubarkeit des Futters im Verdauungstrakt des Tieres simuliert.

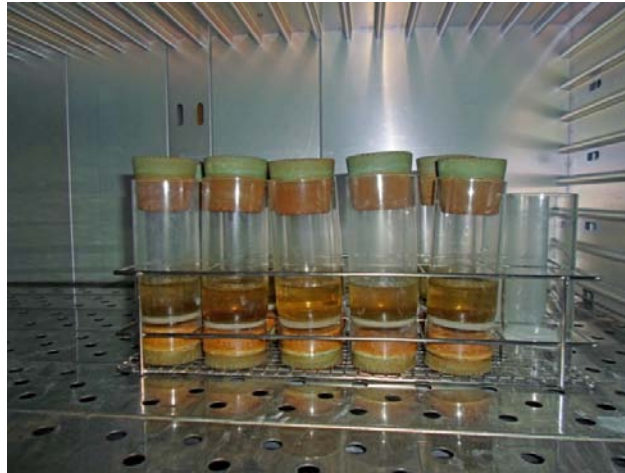


Abb. 33: Nutzung von Frittengläsern zur ELOS-Bestimmung nach VDLUFA

Die praktische Durchführung ist wie folgt:

1. 300 mg Probe mit je 30 ml Pepsin-Salzsäurelösung vermischen
2. 24 h bei 40 °C inkubieren
3. 45 min bei 80 °C im Wasserbad
4. Pepsin-Salzsäurelösung abgießen und Rückstand säurefrei waschen
5. Zugabe der Cellulaselösung
6. 24 h bei 24 °C inkubieren
7. Cellulaselösung abgießen und Rückstand waschen
8. Erfassung der unverdauten organische Masse durch Trocknen, Veraschen und Wiegen

ELOS-Bestimmung mit ANKOM FilterBag-Technologie

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



- kein Gewebe, Co-Polymer
- Porenweite 25 μm
- chemisch inert
- Asche frei

Abb. 34: F57 FilterBags (Faser- und *in vitro* Bestimmungen)

Die Entwicklung der FilterBags erfolgte gemeinsam mit Van Soest an der Cornell University. Dort wurden auch zahlreiche Studien zur Überprüfung der Vergleichbarkeit und Genauigkeit der FB gegenüber den Standardmethoden nach Van Soest durchgeführt.

Die meisten Parameter, die in den Schätzgleichungen für die Energiebewertung Anwendung finden, können mit den ANKOM-Gerätesystemen und den FilterBags bestimmt werden.

Der ANKOM^{Daisy II} -*In vitro* Inkubator (Abb. 35) wurde als Inkubator für alle enzymatischen Aufschlüsse verwendet. Durch die ständige Bewegung der mit Probenmaterial gefüllten Filterbags ist eine intensive Auswaschung der enzymlöslichen Substanzen bei gleichzeitig reduziertem Reagenzienverbrauch (ANKOM: 500 ml/25 Proben, konventionelle Methode: 750 ml/25 Proben) besonders gut gewährleistet. Sehr hilfreich war in der Anwendung die Lochplatte, die senkrecht in der Flasche eingebracht ist. Sie verhinderte ein „Zusammenballen“ und intensiviert das Durchströmen der Filterbags. Dieses intensive Spülen im Daisy-Inkubator ersetzt dabei das Schütteln der ELOS-Zylinder in der Standardmethode. Zudem konnten in einem Durchgang etwa 100 Proben gleichzeitig extrahiert werden.

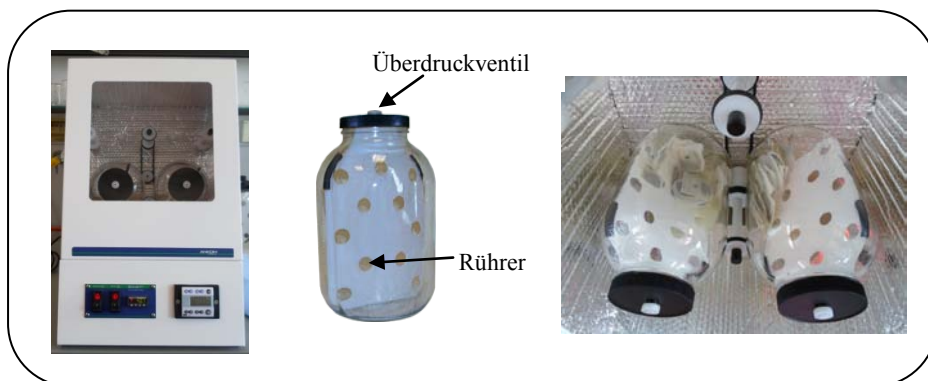
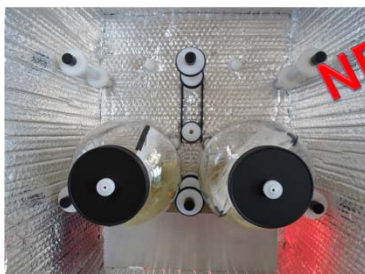


Abb. 35: ANKOM^{Daisy II} -*In-vitro* Inkubator (links) und die Inkubatorflasche (mitte), der Innenraum des Inkubators (rechts)

Durchführung der Bestimmung

Die Methode nach VDLUFA Band III, 6.6.1 - Bestimmung der enzymlöslichen organischen Substanz (Cellulasemethode) wurde 1:1 auf den ANKOM^{Daisy II} -*In vitro* Inkubator übertragen.

In jede Flasche wurden 500 ml Pepsin-Salzsäurelösung bzw. Cellulaselösung eingefüllt. Das entspricht einer Ersparnis von 250 ml Reagenzlösung auf 25 Proben. Die Durchführung entspricht der konventionellen Methode. Die Filterbags wurden nach Beendigung der Extraktion in ein Haushaltssieb geschüttet, wieder in die Flasche zurückgegeben und in der Flasche mit warmem Wasser säurefrei gewaschen.



- Reagenzien identisch mit der VDLUFA-Methode
- Einwaage von 300 mg Probe pro F57 FilterBag
- pro Flasche 25 Proben + 1 Blank Bag

Abb.36: Inkubator Methode

Berechnung ELOS

ELOS wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{ELOS} = \text{TM} - \text{A} - \text{G} [\%]$$

TM = Trockenmassegehalt der Probe in %

A = Aschegehalt der Probe in %

G = Glühverlust in %

Für die Berechnung der Ergebnisse nach Bestimmung mit dem ANKOM^{Daisy II} - *In vitro* Inkubator steht für den Anwender eine Tabelle für Excel Verfügung.

Ergebnis des Methodenvergleichs

Zwanzig Praxisproben aus dem Bereich Futtermittel und Bioenergie wurden zufällig ausgewählt und die Proben sowohl mit der konventionellen Methode als auch mit dem Daisy-Inkubator extrahiert. Die Verrechnung erfolgte nach der VDLUFA-Methode. Die Ergebnisse beider Probenserien sind in der folgenden Tabelle gelistet. In diesen Parallelversuchen sollte zunächst gezeigt werden, dass beide Methoden in der Größenordnung zu ähnlichen Ergebnissen führen. Um jedoch die „neue“ Methode zu validieren, sind noch weitere umfangreichere Untersuchungsserien erforderlich.

Tab. 18: Analysenergebnisse mit dem ANKOM Daisy II-In-vitro Inkubator und VDLUFA

| Nr. | Pflanzenart | Asche- gehalt | Glüh- verlust | Daisy ELOS | VDLUFA ELOS | Absolute Differenz |
|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|
| | | % | % | % TM | % TM | % TM |
| 1 | Futtermischung | 2,66 | 23,85 | 73,49 | 73,84 | 0,36 |
| 2 | Futtermischung | 1,45 | 21,61 | 76,94 | 78,33 | 1,39 |
| 3 | Futtermischung | 1,29 | 26,09 | 72,62 | 71,84 | 0,78 |
| 4 | Futtermischung | 1,58 | 29,98 | 68,44 | 66,70 | 1,74 |
| 5 | Futtermischung | 1,25 | 48,71 | 50,03 | 50,64 | 0,60 |
| 6 | Futtermischung | 1,06 | 41,88 | 57,06 | 55,34 | 1,73 |
| 7 | Futtermischung | 1,47 | 24,14 | 74,40 | 74,36 | 0,04 |
| 8 | Futtermischung | 1,74 | 27,71 | 70,55 | 69,80 | 0,75 |
| 9 | Futtermischung | 3,12 | 24,15 | 72,73 | 71,42 | 1,31 |
| 10 | Futtermischung | 4,59 | 33,21 | 62,20 | 63,41 | 1,21 |
| 11 | Kartoffel | 0,12 | 20,69 | 79,18 | 76,24 | 2,95 |
| 12 | Winterraps | 0,45 | 7,56 | 91,99 | 91,23 | 0,76 |
| 13 | Kartoffel | 0,42 | 12,64 | 86,93 | 83,99 | 2,94 |
| 14 | Silomais | 1,23 | 33,65 | 65,12 | 64,17 | 0,95 |
| 15 | Silomais | 1,34 | 36,03 | 62,63 | 61,34 | 1,29 |
| 16 | Getreide GPS | 2,57 | 48,37 | 49,06 | 46,10 | 2,96 |
| 17 | Winterraps | 3,44 | 8,79 | 87,77 | 90,40 | 2,64 |
| 18 | Getreide GPS | 0,00 | 40,76 | 59,24 | 57,24 | 2,00 |
| 19 | Silomais | 0,29 | 34,77 | 64,94 | 65,06 | 0,12 |
| 20 | Silomais | 1,20 | 33,26 | 65,53 | 64,31 | 1,23 |

Dieses insgesamt zufriedenstellende Ergebnis zeigt sich in der folgenden Abbildung 37. Die maximale Abweichung (absolute Differenz) beider Serien betrug 2,96%. Dies war für den Nachweis der Vergleichbarkeit zunächst ausreichend.

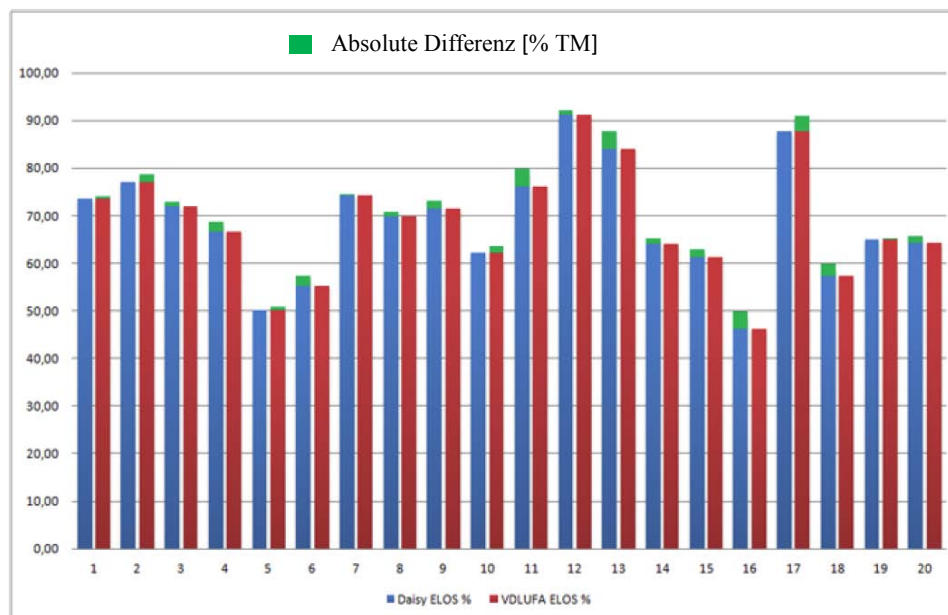


Abb. 37: Vergleich der ELOS-Analyseergebnisse mit dem ANKOM Daisy II-In-vitro Inkubator und VDLUFA

Schätzgleichungen für die Energiebewertung

Die jüngsten Schätzgleichungen für die Energiebewertungen beruhen auf den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, die eine neue Schätzgleichung zur energetischen Bewertung von Gras- und Maisprodukten empfiehlt (GfE, 2011; DLG, 2011). Dabei ist die umsetzbare Energie bestimmt von dem Gehalt an Netto- (NEL) bzw. umsetzbarer Energie (ME).

Bei den Grobfuttermitteln, Gras als Frischgras, Silage und Heu, kann mittels der sogenannten ELOS Formel, neben anderen Schätzgleichungen auch eine Schätzung für die Bewertung für Gras ermittelt werden. Hier sind nach GfE (2008) in der Formel ELOS, XA, XL und ADF_{org} enthalten.

Bei der Futterbewertung von Mais als Silomais, Maissilage, Mais Kornprodukten und Maisrestpflanzen empfiehlt die GfE eine Schätzung mit Hilfe des ELOS und dem organischen Anteil der Neutralen-Detergenzien-Faser (NDF_{org}). Auch hier ist wieder die Enzymlösliche-Organische-Substanz (ELOS), NDF_{org} und XL in der Formel enthalten. Dem ELOS kommt daher ein hoher Stellenwert zu.

Zusammenfassung

Die neue energetische Bewertung für Gras- und Maisprodukte und die Möglichkeit diese ebenfalls in dem Bereich der Bioenergie einzusetzen, erhält durch die Verwendung von z. B. ELOS oder EULOS und der differenzierten Faserfraktionen statt der Rohfaser eine deutlich Verbesserung und ermöglicht eine präzisere Vorhersage als dies in der Vergangenheit möglich war. Künftige Ziele sind die Anpassung der Energieberechnungen auf die Gasproduktion im Biogasbereich.

Vorteile der neuen Methode

- Die FilterBag-Technologie ist standardisiert
- hoher Probendurchsatz, bis 100 Proben im Inkubator

- hohe Präzision und Sicherheit
- gleichmäßige Filtration, 25 µm Porenweite der FilterBags
- geringer Reagenzienverbrauch ANKOM - 500 ml / 100 Probenkonventionelle Methode - 750 ml / 25 Proben

Literatur

DLG (2011) Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.

Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung (www.futtermittel.net), Dezember 2011

GfE, Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Gras- und Maisprodukten. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17 (2008), S. 191 - 198.

Tilley, J.M.A. und Terry, R.A. (1963): A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104-111.

Van Soest, P.J., 1968: Structural and chemical characteristics which limits the nutritive value of forages. In: HARRISON, C.M. (ed.): Forage: economics/quality. – Spec. Publ. 13, American Soc. Agron., Madison, Wiscon., 63-76.

Weißbach, F., Kuhla, S., Schmidt, L. und Henkels, A. (1999); Schätzung der Verdaulichkeit und der Umsetzbaren Energie von Gras und Grasprodukten. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 8, 72.

| | |
|-----------------------|--|
| Projektinformationen: | Energiewertbestimmung von Gräsern Verbesserung und methodische Weiterentwicklung von Qualitätsuntersuchungen im Gräserbereich |
| Projektleitung: | G. Henkelmann |
| Projektbearbeitung: | R. Gerung, G. Plank, I. Setzer |
| Kooperation: | B. Stadler (HLS; Gesellschaft für Analysentechnik, Techn. Büro Berlin), S. Hartmann (IPZ), M. Diepolder (IAB) |
| Projektdauer: | bis 2014 |

2.3.20 Einfluss der Knetzeit auf das Backvolumenim „Rapid-Mix-Test“

Zielsetzung

Die Züchter von Weizen hatten in den vergangenen Jahrzehnten durch Neuzüchtungen die Erträge ständig steigern können. Somit konnte in Europa die landwirtschaftliche Produktion deutlich optimiert werden. Die Erträge verdoppelten sich nahezu in den letzten 40 Jahren durch intensive Selektion. Zudem stiegen die Gebäckvolumina, die in den 60er Jahren noch um 600 ml lagen bei heute üblichen Sorten auf Volumenausbeuten zwischen 650 und 800 ml. Mit der stetigen Entwicklung des Weizenanbaus, veränderten sich somit die Qualitätseigenschaften der Weizensorten. Da die Untersuchungen der Weizenqualität jedoch oft auf Methoden der 60er Jahre basieren, passen manche Qualitätsuntersuchungen aus dem Labor nicht mehr zu den Ergebnissen aus der Praxis. Es zeigt sich häufig, dass auch

mit proteinschwachen Weizenmehlen (z.B. aus dem Ökobereich) zufriedenstellende Qualitäten erzielt werden können, dass aber umgekehrt viel Protein nicht mit guten Backeigenschaften gleichgesetzt werden kann. Die indirekten Backqualitätsparameter, wie z. B. Rohprotein, Feuchtkleber und Sedimentation, dienen den Praktikern daher oft nicht mehr als bewährtes Mittel für eine gute Vorhersage der Backqualität.

Methode

Ein wichtiger Parameter für die Qualität ist seit vielen Jahren ein Backtest, der sog. Rapid-Mix-Test. Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde der Einfluss der Knetzeit auf den Rapid-Mix-Test anhand von Knetzeitverlängerungen untersucht, um den Backversuch im Hinblick auf das heutige Weizenspektrum zu prüfen. Dafür wurden konventionell und ökologisch angebaute Weizensorten sowie Handelsmehle verwendet. Die Standardknetzeit im RMT (eine Minute) wurde in den folgenden Untersuchungen auf eineinhalb, zwei und zweieinhalb Minuten erhöht.

Ergebnisse

Geht man vom standardisierten Ablauf des Rapid-Mix-Testes aus, bei dem die Knetzeit eine Minute beträgt, haben die Züchtungsfortschritte und die damit einhergehende Veränderung der Weizenqualität bewirkt, dass die Teige meist „unterknetet“ sind. Da der Knetvorgang für die Homogenität und die Ausbildung eines dreidimensionalen Netzwerks aus Eiweiß und Stärke die Grundlage für die Qualität des Endproduktes bildet, muss diese für ein optimales Gebäckergebnis optimiert sein. Die Schwierigkeit liegt in der Tatsache, dass jede Weizensorte aufgrund ihrer genetisch determinierten Qualität ein anderes Knetzeitoptimum aufweist,

Versuche mit konventionell angebauten Weizensorten

Zunächst wurden Backversuche mit einer verlängerten Knetzeiten bei zehn verschiedenen Weizensorten aus dem konventionellen Anbau durchgeführt. Bei jeder Sorte erzielte eine Verlängerung der Knetzeit eine Erhöhung der RMT-Volumenausbeute (Abb. 6).

Die Sorte Asano hatte ihr Knetzeitoptimum bei eineinhalb Minuten, dagegen stieg die Volumenausbeute im Backversuch bei den Sorten Genius, Kerubino und Kometus weiter an und sie erreichten ihr Optimum bei zwei Minuten. Bei den Sorten Colonia, Orcas und Impression, stieg die Volumenausbeute bei zweieinhalb Minuten weiter an und daher kann nicht gesagt werden, ob ihr Optimum erreicht wurde. Die Sorten Manager, Julius und Meister stiegen bei einer Knetzeit von zwei Minuten in ihrem Backvolumen erneut an, jedoch war es nicht möglich festzustellen, ob hier die maximale Backfähigkeit liegt, da keine weiteren Backversuche mit erhöhter Knetzeit durchgeführt wurden, aufgrund der schweren Verarbeitbarkeit des Teiges bei einer längeren Knetzeit. Es stellte sich heraus, dass eine Knetzeit von zweieinhalb Minuten deutlich zu lange ist, da die Teige stark erweichen und somit überknetet werden. Zu lange Knetzeiten sind nicht zu empfehlen, da die weitere Verarbeitung des Teiges dadurch erschwert wird. Deutlich wurde, dass durch eine Anpassung der Knetzeit, eine bessere Differenzierung der Mehlnqualität verschiedener Sorten möglich ist. Die Sorten Julius und Manager zeigten bei einer Knetzeit von einer Minute gleiche Volumenausbeuten, erhöht man im Backversuch jedoch die Knetzeit auf zwei Minuten, unterscheiden sich die Mehle in ihrem Backpotential deutlich voneinander. Der Rapid-Mix-Test mit seiner sehr kurzen Knetzeit erfasst somit nicht die wahre Backqualität einer Weizensorte, denn die Knetzeit hat ein individuelles Optimum für jede Weizensorte. Die Versuche zeigten, dass durch eine Veränderung des Parameters Knetzeit, die

Weizensorten besser differenziert werden können und gleichzeitig auch eine bessere Voraussage der Weizenqualität möglich ist.

Beispiel: Die Sorten Julius und Manager zeigen in der Abbildung 38 bei einer Knetzeit von einer Minute gleiche Volumenausbeuten. Erhöht man im Backversuch jedoch die Knetzeit auf zwei Minuten, unterscheiden sich die Mehle in ihrem Backpotential deutlich voneinander. Man kann jedoch nicht davon ausgehen, dass eine generelle Verlängerung der Knetzeit bessere Ergebnisse bringt. Zu lange Knetzeiten sind nicht zu empfehlen, da die Teigstrukturen in der Form von Netzwerken durch zuviel Energie wieder zerstört werden und die weitere Verarbeitung des Teiges dadurch erschwert wird.

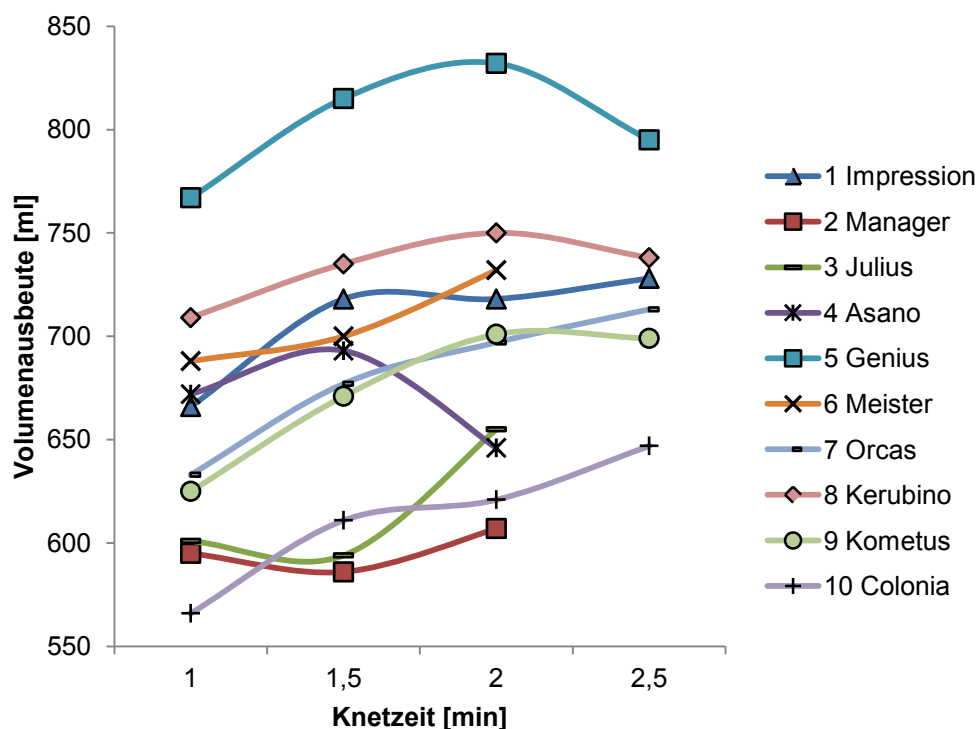


Abb. 38: Volumenausbeuten konventioneller Sorten bei unterschiedlichen Knetzeiten

Versuche mit ökologisch angebauten Weizensorten

Da der Rapid-Mix-Test für proteinschwache Weizensorten, wie im ökologischen Anbau, keine optimalen Ergebnisse zeigt und die Mehle in ihrer Qualität unterbewertet, sollten auch Backversuche mit ökologisch angebauten Weizensorten durchgeführt werden (Abbildung 39). Verwendet wurden fünf unterschiedliche ökologische Weizensorten aus verschiedenen Anbaugebieten Europas. Auch bei diesen Sorten stiegen die durchschnittlichen Volumenausbeuten deutlich an. Die Sorte Achat zeigte bei eineinhalb Minuten ihr höchstes Backpotenzial, die Sorten Capo (Österreich und Rumänien) und Akteur hingegen erst bei zwei Minuten und bei der Sorte Wiwa gab es sogar bei einer Knetzeit von zweieinhalb Minuten eine erneute Steigerung des Volumens. Deutlich wurde, dass sowohl bei konventionell, als auch bei ökologisch angebauten Sorten mindestens eine Knetzeit von eineinhalb Minuten nötig ist, um die Weizensorten besser zu differenzieren und näher an ihr Backoptimum zu kommen.

Aufgrund der durchgeführten Knetzeitverlängerungen wurde gezeigt, dass die Knetzeit eine wichtige Rolle für das Gebäckvolumen spielt. Alle untersuchten Proben hatten bei einer Knetzeitverlängerung um mindestens eine halbe Minute, einen deutlichen Zuwachs an

Backvolumen gegenüber dem „normalen“ RMT. Dies lässt den Schluss zu, dass die Mehle im standardisierten RMT-Ablauf unterknetet werden und somit nicht ihre wirkliche Backqualität wiedergegeben wird. Sind die Teige unterknetet, hat sich das Gluten-Netzwerk noch nicht ausreichend ausgebildet und sie sind sehr zäh und unelastisch. Zudem besitzen heutige Sorten häufig zähere Klebereigenschaften, hierbei sind längere Knetzeiten von Vorteil. Durch Zunahme der mechanischen Einwirkung erweicht der Teig. Während der Gärung können die entstehenden Gase (z. B. Kohlendioxid) vom Gluten-Netzwerk besser zurückgehalten werden, wodurch sich feine Poren bilden und das Volumen des Teiges vergrößert wird (Erling, P. 2008).

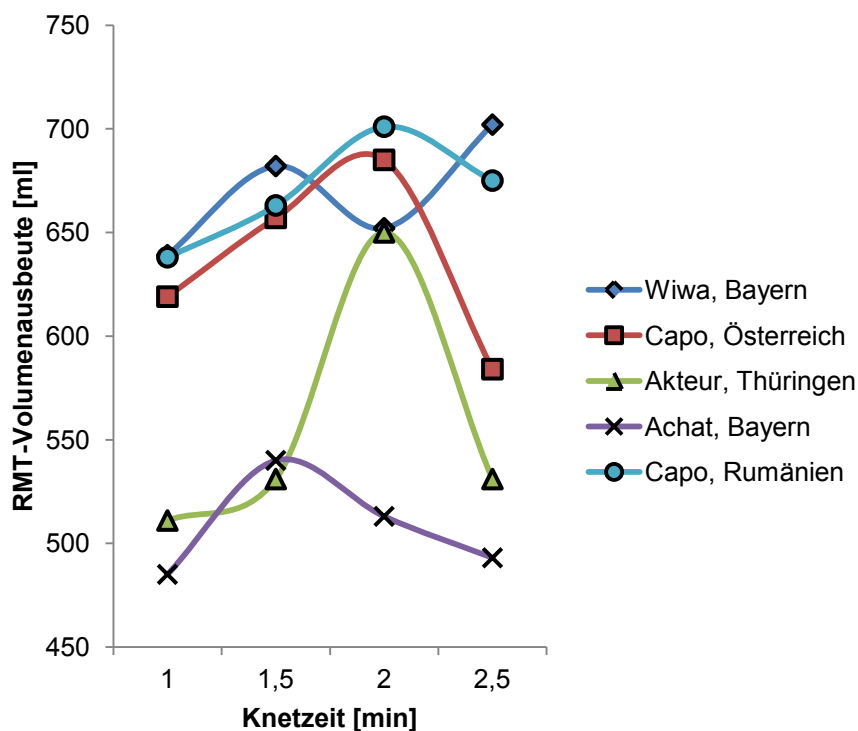


Abb. 39: Volumenausbeuten ökologisch angebaute Sorten bei unterschiedlichen Knetzeiten

Aufgrund der durchgeführten Knetzeitverlängerungen wurde gezeigt, dass die Knetzeit eine wichtige Rolle für das Gebäckvolumen spielt. Alle untersuchten Proben hatten bei einer Knetzeitverlängerung um mindestens eine halbe Minute, einen deutlichen Zuwachs an Backvolumen gegenüber dem „normalen“ RMT. Dies lässt den Schluss zu, dass die modernen Mehle im standardisierten RMT-Ablauf nicht genügend strukturiert werden und diese somit nicht ihre wirkliche Backqualität preisgeben. Sind die Teige unterknetet, hat sich das Gluten-Netzwerk noch nicht ausreichend ausgebildet und sie sind sehr zäh und unelastisch. Zudem besitzen heutige Sorten häufig zähere Klebereigenschaften, hierbei sind längere Knetzeiten von Vorteil. Durch Zunahme der mechanischen Einwirkung erweicht der Teig. Während der Gärung können die entstehenden Gase (z. B. Kohlendioxid) vom Gluten-Netzwerk besser zurückgehalten werden, wodurch sich feine Poren bilden und das Volumen des Teiges vergrößert wird (Erling, P. 2008). Aufgrund der Veränderungen der Weizenqualitäten, durch erhöhte Proteingehalte und veränderte Proteineigenschaften, ist es notwendig geworden längere Knetzeiten einzubauen, da diese Mehle mehr

Zeit zur Teigentwicklung benötigen. Der Knetprozess ist der Schlüssel für ein größeres Gebäckvolumen eines Brötchens.

Die Kurvenverläufe der Knetzeitverlängerungen zeigten, dass jedes Mehl ein unterschiedliches Knetzeitoptimum aufwies. In der Praxis kann dies, bei Vergleichsuntersuchungen von Weizensorten, nicht umgesetzt werden. Es ist daher sinnvoll einen stets gleichen Ablauf festzulegen, der reproduzierbar ist und repräsentative Ergebnisse liefert. Ein individueller Backversuch ist beim derzeitigen Kenntnisstand nicht durchführbar, da sich die einzelnen Sorten auch durch externe Faktoren (Standort, Witterungsverhältnisse, Düngung, etc.) beeinflussen lassen.

Bei dem heutigen vielfältigen Sortenspektrum, zeigt der RMT Schwächen in Bezug auf die Praxis. Insbesondere erweist sich das, bei ökologischen Weizensorten und den veränderten Klebereigenschaften der Mehle. Dennoch ist und bleibt der RMT als Backversuch das ein gutes Werkzeug zur vergleichenden Untersuchung der Backqualität eines Mehles. Backqualitätsuntersuchungen wie der Rohproteingehalt, Feuchtklebergehalt oder das Sedimentationsvolumen, sind lediglich indirekte Parameter, die nur Anhaltspunkte für die Qualität der Sorte sein können.

Mittelfristig sollte jedoch über einige Veränderungen nachgedacht werden, um den RMT besser an die Praxis anzupassen. Eine Anhebung der Knetzeit auf eineinhalb oder sogar zwei Minuten wäre sicherlich eine sinnvolle Neuerung und würde nur geringfügige Veränderungen verlangen, aber durchaus bessere Ergebnisse liefern.

Da die Knetung ein wichtiger Faktor für die Endqualität ist, kann durchaus über die Verwendung eines anderen, besser geeigneten Kneters nachgedacht werden. Da, wie sich bei den Versuchen herausstellte, jede Weizensorten ein unterschiedliches Knetoptimum besitzt, wäre es nützlich einen Kneter zu verwenden, der bei der optimalen Teigkonsistenz das Kneten beendet. Somit würde jedes Mehl individuell und bestmöglich verarbeitet werden und das Ergebnis wäre stets optimal, unabhängig von der Sorte oder anderen externen Faktoren, die die Qualität des Weizens beeinflussen.

Die schnelle Verarbeitung im RMT erlaubt dem Teig relativ wenig Entspannung vor der Portionierung (Teilung). Es könnte vor dem Prozess der Teigteilung und des Rundwirkens eine Teigentspannung eingebaut werden. Durch eine zusätzliche Zeit des Entspannens könnten sich die Gärgase innerhalb des Teiges gleichmäßig verteilen und die Brötchen während der Gare leichter aufgehen, zudem würde sich der Teig auf dem Wirksteller besser ausbreiten und stets gleich große Brötchen entstehen. Ebenso sollte der Zusatz von Ascorbinsäure überdacht werden, denn dieser Backzusatz beeinflusst unnötigerweise den Backprozess. Und in Handelsmehlen ist meist schon eine unbekannte Menge dieser Substanz enthalten. Zuletzt könnte noch über eine Verlängerung der Endgare nachgedacht werden. Während der Gare verändern sich die Porengrößen im Teig. Je größer die Poren sind, umso mehr CO₂ ist im Teig eingeschlossen und das Gebäck wird automatisch voluminöser.

Prinzipiell sollten alle Verarbeitungsparameter während eines Backversuches möglichst optimal ausgeführt werden, damit sich die wahre Backqualität eines Mehles zeigt. Damit könnte das Backpotential eines Mehles sicher vorausgesagt werden und die Ergebnisse aus der Praxis würden wieder mit den Ergebnissen aus dem Labor übereinstimmen. Die Veränderungen an den Getreidequalitäten durch intensive Selektionen hat es zur Notwendigkeit gemacht, auch die entsprechenden Qualitätsuntersuchungen an die neuen Sorten anzupassen und die Untersuchungsmethoden den heutigen Gegebenheiten anzupassen.

| | |
|---------------------|---|
| Projektleitung: | G. Henkelmann |
| Projektbearbeitung: | K. Stanik, G. Henkelmann, J. Grameier, N. Ruhland |
| Projektdauer: | 2012 |

2.3.21 Restgasbestimmung in Gärresten – ein einzigartiger Ringversuchsparameter für Labordienstleister in der landwirtschaftlichen Biogasproduktion

Zielsetzung

Im Rahmen des LfL Biogas-Ringversuchs wurden und werden Bestimmungen der Restgasmenge aus einem Gärrest durchgeführt und die Ergebnisse der teilnehmenden Labordienstleister ausgewertet.

Auf Grundlage der Angaben über die jeweilige Durchführung der Messungen, die uns von den Labordienstleistern zusätzlich zu den Laborwerten übermittelt wurden, war es möglich, Erkenntnisse zu erarbeiten, die dazu beitragen können, das Ringversuchswesen im Bereich der Biogasproduktion qualitativ zu bereichern und damit die Analytik der Labordienstleistungsanbieter zu verbessern

Gemeinsamkeiten der Versuchskonditionen

In Bezug auf die Restgasbestimmung aus einem Gärrest sollen an dieser Stelle zunächst die Parallelen in den Untersuchungsbedingungen aufgezeigt werden.

Die Vorgabe der dreifachen Probenwiederholung wurde überwiegend eingehalten, nur drei Labore wichen davon ab und gaben eine Doppel- bzw. Vierfachbestimmung an.

Bei 17 der teilnehmenden Labore wurden die Gärbehälter täglich geschüttelt sowie das Gasvolumen täglich gemessen. Bei 11 Laboren erfolgte das Messintervall der Restgasproduktion täglich und die Gasqualität wurde aus einer Sammelprobe bestimmt.

Ergebnisse

In den anderen Bereichen der methodischen Vorgehensweise gibt es große Unterschiede. Beispielsweise wurden Gärrestmengen zwischen 28,5 ml und 800 ml eingesetzt in verschieden großen Gärbehältern, die ein Volumen von 0,1 Liter bis 10 Liter fassten, wobei sich die meisten im Bereich 0,5 Liter und 1,0 Liter bewegten.

Noch deutlicher sind die Unterschiede bei der Art der Gasvolumenmessung. Diese wurde überwiegend mittels Eudiometer und Gassammelrohr durchgeführt, aber auch Gasdruckmessgeräte und Kolbenprober (Hohenheimer Biogastest) wurden häufig eingesetzt (Abb.40).

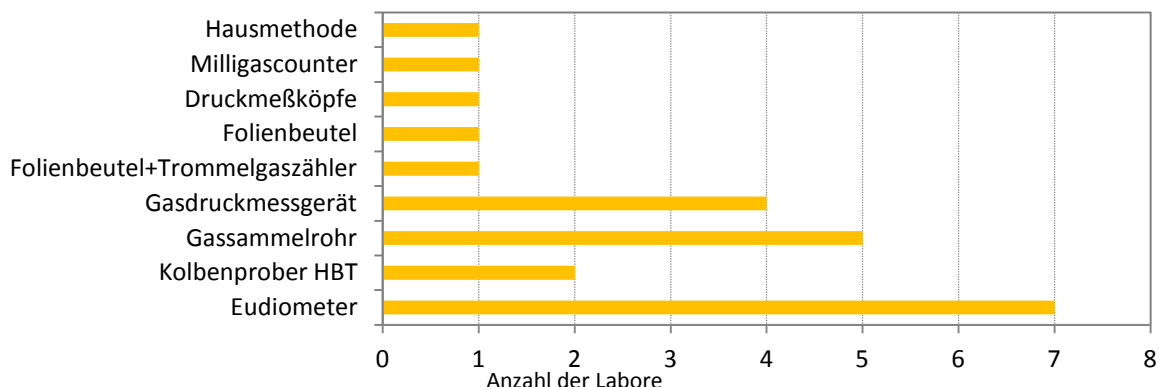


Abb. 40: Methoden Gasvolumenmessung

Um herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen der angewandten Methode und dem Messergebnis besteht, wurden die Toleranzgrenzen sehr eng gesetzt, um damit Klassen bilden zu können (Abb. 41). Somit liegen nur fünf Labore innerhalb der Toleranzgrenzen, die übrigen Labore über- bzw. unterschätzen den Mittelwert.

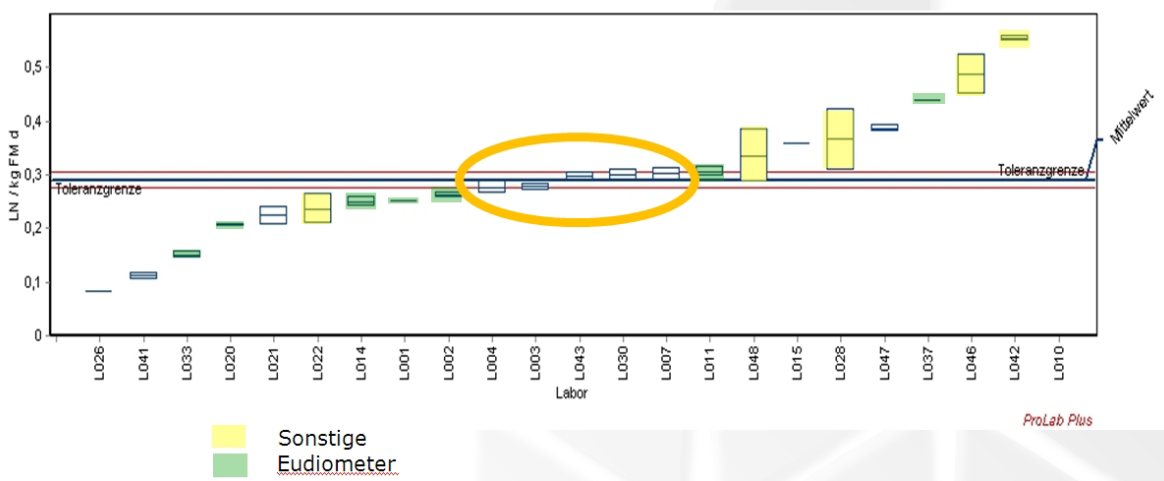


Abb. 41: Streuungsdiagramm „Restgasmenge“

Fünf der Labore, die für die Gasmessung Eudiometer eingesetzt haben und in der Darstellung grün markiert sind, liegen mit ihren Werten eher unter dem Mittel.

Unter Sonstige sind hier diejenigen Labore mit Gelb markiert, die mit Hausmethode, Folienbeutel, Milligascounter und Druckmessköpfen gearbeitet haben.

Bei der Betrachtung der Gärversuchsdauer kann gezeigt werden, dass die gesamte Versuchsdauer von Labor zu Labor stark variierte. Die Schwankungsbreite lag zwischen 20 und 47 Tagen.

Die meisten Labore haben sich hinsichtlich ihrer Abbruchkriterien überwiegend an die VDI 4630 angelehnt und daher den Versuch bei einer tägliche Gasmenge von < 1% der bisher gebildeten Gesamtmenge beendet. Andere Abbruchkriterien ergaben sich aus dem Abgabetermin des Ringversuchs oder aus anderen organisatorischen Gründen (Abb. 42).

Die Vergleichbarkeit der Daten unter Berücksichtigung eines Abbruchkriteriums nach VDI 4630 ist damit nahezu unmöglich.

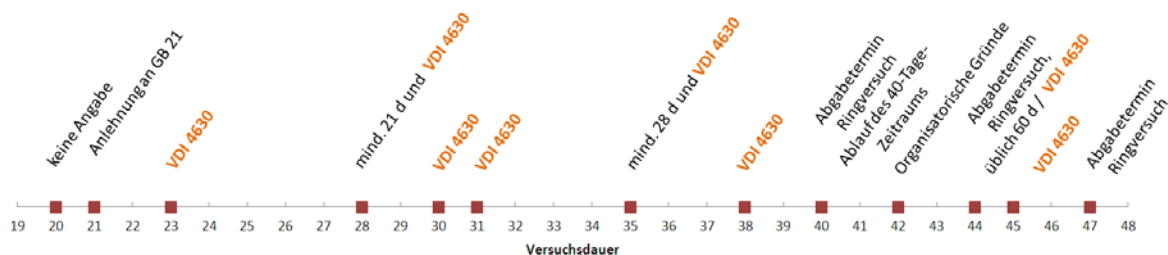


Abb. 42: Dauer der Versuchsansätze mit Abbruchkriterien

Die VDI 4630 ist für Gaspotentialmessungen von Einsatzstoffen vorgesehen. Sie ist nicht einsetzbar für die Bestimmung der Gasmenge aus einem Gärrest. Auffällig hierbei ist, dass keines der Labore angab, ihren Restgastest nach der dafür vorgesehenen VDI 3475 Blatt 4 durchzuführen. Die VDI 3475 Blatt 4 ist entstanden zur Emissionsminderung landwirtschaftlicher Biogasanlagen, die Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger vergären, im Hinblick auf Anlagen-Effizienz und aus Klimaschutzgründen. Hierin werden Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen aus dem Gärrestlager beschrieben, u.a. das Einhalten bestimmter Mindestverweilzeiten. Auf diese Mindestverweilzeiten kann nur verzichtet werden, wenn eine definierte Restmethanbildung aus dem Gärrestlager pro Stunde von weniger als 1,5% der in der gesamten Biogasanlage gebildeten stündlichen Methanmenge eingehalten und nachgewiesen wird. Obwohl diese Richtlinie für die Durchführung von Gärtests zur Restgasbestimmung vorgesehen ist, wird sie von Labordienstleistern noch nicht angewandt.

Das Ziel des Ringversuchsprojekts ist es, Standards für Ringversuchsparameter zu entwickeln, die in Zukunft bessere Analyseergebnisse produzieren. Die Laboratorien haben somit die Möglichkeit ihre Untersuchungsmethoden zu überwachen und zu verbessern. Die Betreiber der Biogasanlagen haben dadurch bessere Ergebnisse zu erwarten und sie können sich über Labore und deren Analysequalitäten informieren. Dies ist nach Erfahrungen der Ringversuche auch nötig. Bei dessen Auswertung kamen große Unterschiede zwischen den Laboren und auch zwischen den verwendeten Analysemethoden zu Tage.

Somit kann sich ein Anlagenbetreiber bis jetzt nur auf Ergebnisse vom gleichen Labor und mit der gleichen Methode verlassen. Absolute Werte sind gegenwärtig im Bereich der Restgasemissionen aus Gärresten nicht zuverlässig und auf andere Anlagen nicht übertragbar. Daher sollen die Ringversuche an der LfL unbedingt langfristig fortgeführt werden, denn es hatte sich bei anderen Parametern bereits gezeigt, dass die Analysenqualität der beteiligten Labore durch häufige Teilnahme an den LfL-Ringversuchen stetig angestiegen war.

Projektleitung: G. Henkelmann
 Projektbearbeitung: K. Fischer
 Projektdauer: 2013

2.3.22 Analytik zur Qualität von Futtermitteln und tierischen Produkten

Die Arbeitsschwerpunkte von AQU3 sind versuchs- und projektbegleitende Analysen für die Institute für Tierernährung und Futterwirtschaft, für das Institut für Tierzucht, das Institut für Tierhaltung und Technik sowie für verschiedene Lehr- Versuchs- und Fachzentren wie für Geflügel und Kleintiere in Kitzungen oder für Schweinehaltung in Schwarzenau.

Es wurden verschiedene Qualitätserhebungen begleitet und Analysen im Rahmen von Daueraufgaben durchgeführt. Bei den projektbezogenen Untersuchungen standen Analysen zur Eiweißinitiative Bayern mit dem Schwerpunkt Heimische Eiweißfuttermittel im Vordergrund. Dieses Projekt wurde vom Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mit dem Ziel der Verbesserung der heimischen Eiweißversorgung initiiert. Neben Projektanstellungen der Institute wurden zahlreiche Proben für das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FIBL) untersucht.

Monitoring - Untersuchungen

Aufwuchsverlauf von bayerischen Grünlandbeständen

Klee- und Wiesengrasproben von Grünlandflächen aus sechs Regierungsbezirken Bayerns wurden vom ersten bis zum 4. bzw. 5. Schnitt auf ihre Nährstoffgehalte untersucht und in Verbindung mit Ertragsmessungen der optimale Schnittzeitpunkt für jede Region Bayerns ermittelt. Die Analysenergebnisse wurden zeitnah in der Fachpresse publiziert.

Zum Futterwert von Mühlennachprodukten

Ca. 100 Feldproben von Mühlennachprodukten wie Nachmehle, Futtermehle, Grieskleie und Kleie von Weizen und Roggen wurden auf Rohnährstoffe einschließlich Stärke und Zucker, der Mineralstoff- und Spurenelementzusammensetzung sowie auf Aminosäuren analysiert. Die Ergebnisse, ergänzt durch Daten aus Verdauungsversuchen wurden in einem LfL Faltblatt zusammengefasst.

Qualitative Erfassung von Futtermitteln/Nebenprodukten registrierter Futtermittelhersteller (Teilprojekt aus dem Aktionsprogramm „Heimische Eiweißfuttermittel“)

Von über 80 registrierten Futtermittelherstellern wie Molkereien, Brauereien, Bäckern und Trocknungen wurden ca. 180 Futtermittelproben auf Rohnährstoffe, Stärke, Zucker, Aminosäuren und Mineralstoff- und Spurenelemente untersucht. Die Produktvielfalt reichte von verschiedenen Käsesorten, Molken, Yoghurts, Backwaren, Kartoffelprodukten bis hin zu Getreideprodukten und Biertrebern. Für jedes Produkt wurde ein Futterdatenblatt mit den wichtigsten Daten und Fütterungshinweisen erstellt.

Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben.

Im Rahmen dieses Projektes wurden die Nährstoffverluste vom „Feld bis zum Trog“ ermittelt und durch interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener LfL Institute und Abteilungen ein systematisches Controlling zur Vermeidung dieser Verluste erarbeitet.

Bei mehr als 500 Gras- und Silageproben erfolgten Nähr- und Mineralstoffuntersuchungen. Die Gehalte an Stickstoff, Kalium und Phosphor wurden referenzanalytisch bestimmt, die anderen Inhaltsstoffe mittels NahInfrarotReflexionsSpektrometrie (NIRS) oder über die Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA).

Mehr Milch aus Grobfuttereiweiß (EWP)

Die Eiweißversorgung beim Milchvieh erfolgt in erster Linie über heimische Grobfuttermittel. Mit dem Einsatz von proteinreichen Gras, Klee und Luzernefuttermitteln kann der Einsatz von Eiweißergänzern reduziert werden. Im vorliegenden Teilprojekt aus der Eiweißstrategie Bayern wurden in erster Linie die Rohproteinflüsse vom Feld bis zum Trog verfolgt. Natürlich spielen auch geografische und klimatische Einflüsse eine Rolle. 150 Klee-, Luzerne und Grasproben sowie deren Silagen wurden auf Nährstoffe und Mineralstoffe analysiert. Die Ergebnisse wurden in die Beratungspraxis übernommen.

Futtermittelqualität

Untersuchungen zum Zuckergehalt in Gräsern

Für eine schnelle und hinreichend gute Silierung benötigen die Milchsäurebakterien insbesondere wasserlösliche Kohlenhydrate um Milch- und Essigsäure in ausreichenden Mengen zu bilden und die Entstehung von Schadorganismen zu unterdrücken. Die Höhe Zuckergehalte, die nach der fotometrischen Anthronmethode bestimmt wurden, sind abhängig von Tageszeit, Sonnenscheindauer und Einwirkzeit. Sie schwanken in vergleichbaren Parzellen zwischen 4,4 und 10 % Zucker in der Trockenmasse innerhalb eines Tages und von 13 bis 18% von einem Tag zum anderen.

Die niedrigsten Gehalte wurden in sehr jungen Aufwüchsen analysiert.

Untersuchungen zur Proteinqualität von Sojabohnen aus heimischer Erzeugung und deren Erzeugnissen nach unterschiedlichen Verarbeitungsprozessen (Aktionsprogramm heimische Eiweißfuttermittel: Institut für Tierhaltung und Technik, Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL)

Ca. 300 Sojaprobe und deren Verarbeitungsprodukte wurden auf Nährstoffe, Zucker, Stärke, Faserfraktionen, Aminosäuren und teilweise auf die Fettsäurezusammensetzung untersucht. Neben heimischen Erzeugnissen gelangen auch Proben aus dem Donaauraum und verschiedenen Überseeregionen und dem asiatischen Raum zu Untersuchung. Die Wirkung verschiedener Düngevarianten und der Einfluss von thermischen, hydrothermischen und druckthermischen Behandlungsverfahren und verschiedenen Extraktionsverfahren auf die Nährstoffzusammensetzung wurden an Hand der Veränderungen in den Nährstoff- und Aminosäuregehalten erfasst. Das Projekt wird in 2013 noch fortgeführt. Teilaspekte werden im Rahmen von Vortragsveranstaltungen und Bachelor-Arbeiten vorgestellt. Ein ausführlicher Bericht erfolgt mit Ablauf des Gesamtprojektes in 2015.

Analysen zu Silierversuchen mit Wildpflanzenmischungen

Alternativ zu Maissilagen werden Wildpflanzenmischungen als mögliches Biogassubstrat diskutiert. Ertragsmäßig sind die Wildpflanzenmischungen den Maissilagen natürlich unterlegen, allerdings kommen sie mit einer minimalen Pflege aus und es kann gänzlich auf den Einsatz von Insektiziden und Herbiziden verzichtet werden. Zur Untersuchung kamen 85 Proben aus Grub und Triesdorf. Neben dem frischen Ausgangsmaterial wurden Silagen mit unterschiedlichen Silierzusätzen analysiert.

Ergänzend zur Rohnährstoffanalytik im Ausgangsmaterial wurden pH, flüchtige Fettsäuren, wasserlösliche Kohlenhydrate, Pufferkapazität und Nitrat untersucht. Die Silagequalitäten der Wildpflanzenmischungen waren durchwegs sehr gut.

Ausweisung von nXP auf der Basis der NahInfrarotReflexions Spektrometrie (NIRS)

Die Untersuchungen werden im Aktionsprogramm heimisches Eiweiß durchgeführt, mit dem Ziel die Proteinversorgung über hofeigene Grobfuttermittel zu verbessern und den Einsatz von Sojaprodukten zu reduzieren. Die Analytik des verwertbaren Proteins, das im erweiterten Hohenheimer Futterwerttest ermittelt werden kann, steht hier im Vordergrund. Methodische Anpassungen, die eine längere Verweilzeit von Grobfutter im Pansen berücksichtigen, führten zu starken Streuungen der Ergebnisse nach 48 h Inkubation. In Zusammenarbeit mit der Universität Bonn und der LKS Lichtenwalde wird das Projektes, das bis März 2013 verlängert wurde, bearbeitet. Die geplanten 650 Proben können in dem gesetzten Zeitrahmen nicht analysiert werden.

Ziel des Projektes ist die Erstellung einer NIR Kalibrierung für nXP in verschiedenen Grasprodukten zur Ergänzung des Beratungsangebotes in Bayern. Erste Ergebnisse über die Genauigkeit der NIR Kalibrierungen werden Ende April / Anfang Mai 2013 vorliegen.

Daueraufgaben

Die vom Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft durchgeführten Fütterungs- und Verdauungsversuche mit Rindern und Schweinen standen teilweise in enger Verbindung zu den Forschungsprojekten. Untersucht wurden verschiedene Futterrationen bei denen Sojaextraktionsschrot durch andere Eiweißträger ersetzt wurde. Die Versuchsanstellungen in der Rinderernährung behandelten die Fragestellungen

Rohproteinbedarf in der Endmast von Fleckviehbullen und Fleckviehfärsen

Austausch von Sojaextraktionsschrot durch Rapsextraktionsschrot in Milchvieh-Rationen

Einsatz von Leinextraktionsschrot in der Aufzucht weiblicher Fresserkälber

Rohproteinbedarf von Mastbullen

Außerdem erfolgten zahlreiche Analysen für Versuche zum Einsatz einer Trocken- TMR in der Fresseraufzucht und im Zusammenhang mit Prüfung und Aussagekraft von Body Condition Score (BCS) und Rückenfettdichte mittels Ganzkörperanalyse von Nähr- und Mineralstoffen sowie von Spurenelementen. Die durchgeführten Futtermittelanalysen im Zusammenhang mit dieser Fragestellung ergänzten das Spektrum der Nährstoffanalysen im Arbeitsbereich Qualität tierischer Produkte (siehe xxxx). In dem Versuch wurden die Schlachtkörper in Teilproben wie Magen und Darmtrakt, Organe, Blut und Rest, 4 Teilproben mit Fleischpartien, eine Muskelfleischprobe aus der IMF Bestimmung, Leber, Nierentalg, Schwanz und Euter geteilt. Die 748 Analysenproben wurden in AQU3 einem sauren Druckaufschluß in der Mikrowelle unterzogen, in ICP Messgefäße abgefüllt und in AQU1 unter der Leitung von Frau Dr. Mikolajewski auf die Mineralstoff- und Spurenelementgehalte mittels ICP OES analysiert. Diese Daten werden zur Überarbeitung der DLG Broschüre „Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere“, herangezogen. Neben ca. 1000 Nährstoffergebnissen wie Protein, Fett, Wasser und Aschegehalt (252 Einzelproben) wurden knapp 6000 Mineralstoff- und Spurenelementgehalte bestimmt. Im Einzelnen waren es die Elemente Calcium, Kalium, Magnesium, Phosphor, Kupfer, Zink, Eisen und Schwefel.

Fütterungs- und Verdauungsversuche Schwein

Die Fragestellungen in den Fütterungs- und Verdauungsversuchen Schwein behandelten ebenfalls den Einsatz von heimischen Eiweißfuttermitteln in den Futterrationen.

Der Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Fütterung von Zuchtsauen, in der Aufzucht von Ferkeln und in der Schweinemast wurde getestet. Mastversuche mit gutem und überhitztem Sojaextraktionsschrot aus Sojabohnen bayerischer Herkunft ergänzten die Arbeiten. Gerade bei den thermisch behandelten Sojapartien war die Bestimmung der dünn-darmverdaulichen Aminosäuren von großem Interesse. Bei den thermisch geschädigten Varianten lag der dünn-darmverdauliche Lysingehalt ca 20 % unter dem Lysingehalt der Variante mit ungeschädigten Sojaextraktionsschrot.

Weitere Versuche wie „Varianten der Aminosäureversorgung in der Ferkelaufzucht“, und „Qualitative und quantitative Optimierung der Eiweiß- bzw. Aminosäureversorgung in der Schweinefütterung“ wurden im Labor begleitet. Neben den standardmäßigen Rohnährstoffen und Mineralstoffgehalten stand die Aminosäureanalytik im Vordergrund. Zum Großteil wurde das gesamte Säurespektrum analysiert, was sehr zeit-, kosten- und personalintensiv war.

Abgerundet wurden die Fragestellungen mit Arbeiten zur „Mehrphasigen Schweinemast“, mit Untersuchungen unterschiedlicher Fütterungskonzepte in der Ferkelaufzucht sowie die Erarbeitung von Aussagen zum Tierwohl in Abhängigkeit unterschiedlicher Rohfasergehalte in den Fütterungsregimen in der Ferkelaufzucht.

Neben den Arbeiten für das Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft erfolgten Analysen für das Institut für Tierhaltung und Technik. Im Rahmen von Projektarbeiten zum Einsatz von Fütterungsrobotern in Milchviehställen erfolgten neben Nährstoffanalysen Bestimmungen von Silierparametern in den TMR Rationen, um eventuell auftretende Hygieneveränderungen zu erkennen. Ausgewiesen wurden die Gehalte an flüchtigen Fettsäuren und Ammoniak sowie pH Veränderungen in den Mischrationen. In einzelnen Fällen wurde auch der Alkoholgehalt in den Rationen bestimmt.

Untersuchungen zur Qualität tierischer Produkte

Bei diesen Untersuchungen stand - wie schon in den Vorjahren- die Bestimmung des intramuskulären Fettes im Vordergrund.

Für die Leistungsprüfungen Schwein in Grub und Schwarzenau wurden 1985 bzw. 2480 IMF Bestimmungen durchgeführt. Bei den Proben aus der LPA Grub erfolgten zusätzlich Untersuchungen des Tropfsaftverlustes unter Schutzgasatmosphäre. Zur Absicherung der NIR Ergebnisse erfolgten an ca 10 Prozent der Proben nasschemische Referenzanalysen. Die Übereinstimmung von NIR-Wert und Nasschemie betrug 0,98. Die Bearbeitungszeit der wöchentlich anfallenden Proben (ca 50 aus Grub und 80 aus Schwarzenau) beträgt zwei Arbeitstage.

Detaillierte Auswertungen sind im Jahresbericht der Leistungsprüfungen auf der Internetseite des Instituts für Tierzucht, Grub, nachzulesen.

Qualitätsuntersuchungen beim Rind wurden im Rahmen verschiedener Kreuzungsversuche vom Institut für Tierzucht durchgeführt. Neben dem intramuskulären Fett wurden Lager- und Grillverluste bestimmt, Zartheitsmessungen mittels Scherkraftmessungen sowie Farbmessungen am Muskelfleisch durchgeführt.

Umfangreiche Laboranalysen wurden im Rahmen einer Studie über den Zusammenhang von Body Condition Score (BCS), Rückenfettdichte (RFD) und Körperfettgehalt durchgeführt. Insbesondere die Probenvorbereitung der verschiedenen Körperchargen bereitete

große Probleme. Neben den physikalischen Untersuchungsparametern wie Zartheit, Lager- und Grillverluste und Fleischfarbe wurde der Fettgehalt und bei 60 Teilproben die Fettzusammensetzung (40 Fettsäuren je Analyse) mittels Gaschromatographie analysiert.

Untersuchungen mit vergleichbaren Analysenanforderungen erfolgten im Rahmen von Proteinbedarfsstudien bei Mast- und Fleckviehbullen und Fleckviefärsen.

In Zusammenarbeit mit externen Einrichtungen wie der TUM Weihenstephan und der Fachhochschule Triesdorf Weihenstephan wurden IMF- Analysen und Tropfsaftverlustbestimmungen durchgeführt. An 47 Hühnerbrustfilets wurde die Fleischfarbe mittels des Minolta Farbmesssystems ermittelt,

Gerätetechnik /EDV

Aufbau einer online Futtermittel und Substratdatenbank zur Sicherung einer nachhaltigen Tierproduktion und Landnutzung in Bayern.(Teilprojekte Praefekt und NeoFulab)

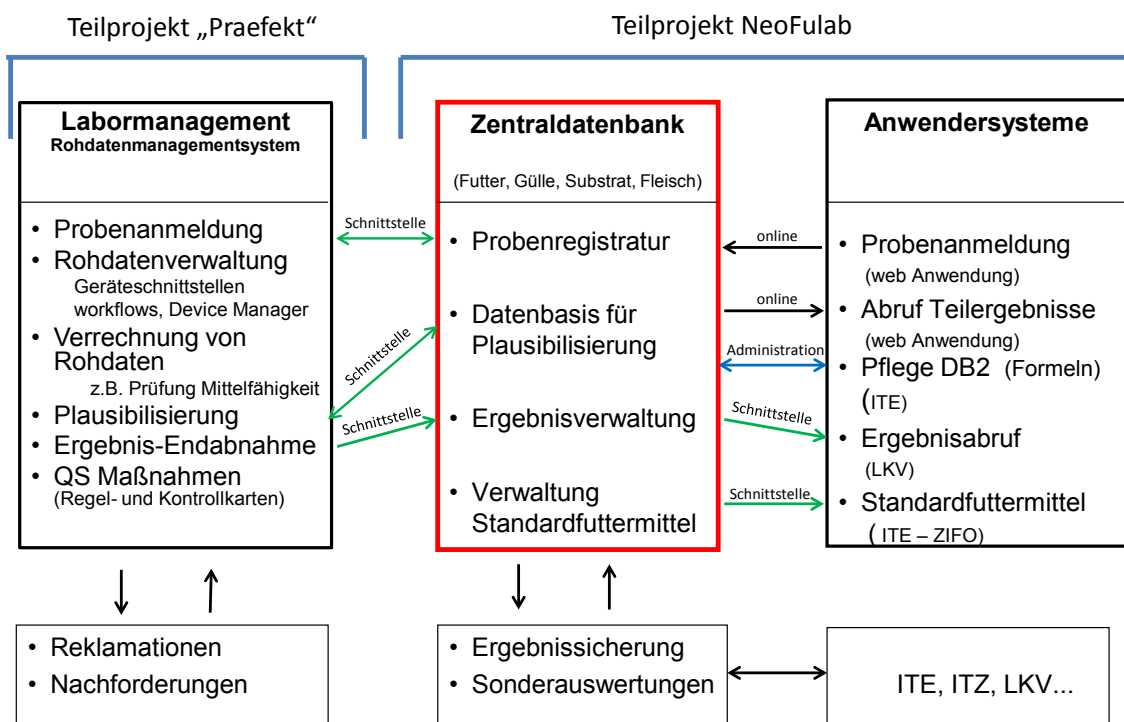


Abb. 43: Gesamtkonzept der web-Fulab-Anwendung

In der Abbildung ist das Gesamtkonzept der EDV Anwendung dargestellt. Zentraler Bestandteil ist eine neu aufgebaute Datenbank in der die Probenregistrator sowohl im Labor als auch dezentral über eine web-Anwendung durchgeführt wird. In der Datenbank sind Plausibilitätsgrenzen für alle gängigen Futtermittel und deren Inhaltsstoffe hinterlegt. Die Analysenergebnisse aus dem Labor werden beim Einlesen in die Datenbank automatisch auf Plausibilität geprüft. Die Analysenergebnisse von Proben, die mindestens eine Plausibilitätsgrenze verletzen, werden in das Laborsystem zur Überprüfung zurückgeschickt.

In der Datenbank werden alle Teil- und Endergebnisse gespeichert. Der Einsender hat die Möglichkeit, Teilergebnisse zeitnah einzusehen. Individuelle Sonderauswertungen sind ebenfalls möglich.

In der Datenbank werden auch die Daten von Standardfuttermitteln für das Ziel-Futter-Optimierungsprogramm (ZIFO) verwaltet. Diese können automatisch in das ZIFO Programm übernommen werden. In Kürze können auch betriebsinterne Analysendaten in das ZIFO Programm übernommen werden und die Beratungsarbeit des LKV effizienter gestaltet werden.

Alle für die Energieberechnung notwendigen Formeln werden vom Institut für Tierernährung eingespielt und die Datenbank so auf dem aktuellsten Stand gehalten.

Im Labor wurde das Rohdatenmanagementsystem der Fa. Pragmatis vollständig implementiert.

Alle Waagen kommunizieren über sogenannte Devicemanager und „workflows“ mit dem Rohdatensystem. Einige der Analyseninstrumente im Labor sind direkt in das Praefektsystem eingebunden und senden Analyseergebnisse auf „Knopfdruck“ in das System. Im Falle von chromatographischen Analysen werden Ergebnisse nach Auswertung und Berechnung im Chromatographiedatensystem Chromeleon per Dateischnittstelle in die Labordatenbank eingelesen und nach Prüfung auf Mittelfähigkeit innerhalb fester Zeitintervalle in die Futtermitteldatenbank überführt. Bei Wägeprozessen wird die Prüfung auf Mittelfähigkeit nach dem Vorliegen des zweiten Analysenwertes durchgeführt und gegebenenfalls eine weitere Doppelbestimmung angelegt. Alle Gefäße von Analysenproben sind mit Punktcode - Etiketten versehen. Über mobile oder festinstallierte Scanner werden Probandaten und Untersuchungsanforderungen gelesen. Die in der Analytik verwendeten Gefäße sind ebenfalls mit dauerhaft haltbaren Etiketten versehen, so dass eine komplett papierlose Bearbeitung der Proben möglich ist. Die Effizienz und die Qualitätssicherung innerhalb des Labors werden deutlich gesteigert.

Die Freischaltung in den aktiven Betrieb ist für das Frühjahr 2013 geplant.

Projektleitung: Dr. Manfred Schuster und Dr. H. Lindermayer

Projektbearbeitung: S. Neumüller, C. Reinhardt, G. Härtel und S. Fuhrmann

Projektdauer: 10/2010 – 12/2013

Insgesamt wurden im Laborbereich AQU 3 im Jahr 2012 über 30.000 Proben auf 325.000 Einzelparameter untersucht. Zum Einsatz kamen auch Hochdurchsatzgeräte wie NIRS Analysensysteme und Röntgenfluoreszenzspektrometer. In einem Teil der Proben wurden bis zu 20 Nährstoff- und Mineralstoffelemente ausgewiesen. Bei der Fettsäureanalytik werden 38 Fettsäuren pro Probe erfasst und ausgewertet.

3 Ausbildung von Chemielaboranten

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

Im Berichtsjahr hat unser AZUBI Patricia Krähe aufgrund sehr guter Leistungen vorzeitig ihre Abschlussprüfung mit sehr gutem Ergebnis abgelegt.

Ebenso hat unser AZUBI Barbara Eichinger ihre Ausbildung nach erfolgreich abgelegter Abschlussprüfung beendet.

AQU bildet z.Zt. noch vier AZUBI's aus. Davon werden drei ihre Abschlussprüfung im Dez.'13 (theor.) und Feb '14 (prakt.) ablegen. Für den vierten AZUBI haben wir wegen sehr guter Leistungen einen Antrag auf vorzeitige Zulassung zur Abschlussprüfung gestellt (theor. Mai'14 und prakt. Juli'14).

Seit 2006 führen wir einen Austausch von AZUBIs der LfL und der TUM mit Schüler aus Ungarn (Pécs) durch.

Das Projekt wird im Rahmen des EU-Austauschprogrammes "Leonardo da Vinci" gefördert und von der Berufsschule München, der TUM und der LfL durchgeführt.

Der Austausch dient der Erweiterung der fachlichen Ausbildung insbesondere aber der Erweiterung von Schlüsselqualifikationen wie: Fach-, Sozial-, Methoden- und Handlungskompetenz. Zunächst sind die ungarischen Schüler zu uns gekommen und drei Wochen lang von den deutschen Austauschpartnern betreut worden.

Entsendende Einrichtung war die technische Fachmittelschule in Pécs, das ehemalige Fünfkirchen der Donauschwaben im südlichen Ungarn. Die technische Fachmittelschule ist etwa mit der Fachoberschule in Bayern zu vergleichen. Das Alter der aufgenommenen Jugendlichen entspricht deshalb auch jungen Erwachsenen. Sie werden in Pécs im naturwissenschaftlichen Zweig mit Schwerpunkt „Chemie- und Umweltschutz“ unterrichtet.

Im Herbst 2012 führen dann die angehenden Chemielaboranten des dritten Ausbildungsjahres der TU München und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft eine dreiwöchige Vermittlung nach Ungarn durch. Schwerpunkt sind dort neue und ergänzende Methoden moderner Analytik in einem Umweltschutzlabor, Wasserlabor und Labor des ehemaligen Uranbergbaus. Die Projekte in Bayern und Ungarn werden jeweils mit dem EU-Ausbildungs-Programm „Leonardo da Vinci“ gefördert und sind mit einem Lehrer- und Ausbilderaustausch verknüpft.

Aufnehmende Einrichtungen für die zwei Frauen und vier Männer waren die Berufsschule für Zahntechnik, Chemie-, Biologie- und Drogerieberufe in München, die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising und das Institut für Bioanalytik der TU München in Weihenstephan.

Schwerpunkte in der Berufsschule war die instrumentelle Analytik und präparative Chemie. Dabei lernten zum Beispiel die Schüler aus Ungarn – auch im Vergleich mit Methoden ihres Heimatlandes - die Untersuchung von Gewässern auf Schwermetalle mit einem Atom-Absorptions-Spektrometer und die Herstellung von Aspirin im Labormaßstab kennen.

Schwerpunkt in der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft waren Qualitätssicherung im Labor- und Lebensmittelbereich.

Die Schüler lernten hier die Grundlagen der Backqualität inklusive Bäckerei, Müllerei und Teig-Rheologie kennen. In einem weiteren Lernabschnitt lernten sie die Auswirkungen der Hygienemaßnahmen kennen, mittels Mikrobiologischer Methoden wurden die Wirkungen von Hand- und Arbeitsgerätedesinfektion am praktischen Beispiel vorgeführt und erarbeitet.

Während einer feierlichen Abschiedsveranstaltung am letzten Tag, haben die Schüler in einem Powerpoint-Vortrag über ihre Erfahrungen berichtet. Daran anschließend haben alle drei Institutionen, jeweils für Ihren Bereich eine Teilnahme-Urkunde an jeden Teilnehmer übergeben.

4 Veröffentlichungen und Fachinformationen

4.1 Veröffentlichungen

Dandikas, V., Marín Pérez, C., Koch, K., Lebuhn, M., Weber, A. and Gronauer, A. (2012): Effect of retention time in the hydrolytic phase of a two-phase anaerobic digestion system on reactor performance. In: Proceedings of the Venice 2012 Symposium, 11.-14.11.2012, S. Servolo, pp. 8.

Bauer, C., Marín Pérez, C., Munk, B. und Lebuhn, M. (2012): Bakterielle Populationen in der Hydrolysephase der Vergärung einer Stroh- und Heumischung. Bornimer Agrartechnische Berichte 79, 87-98. ISSN 0947-7314.

Ellner, R., Mikolajewski, S. und Mitarbeiter (2012): Ergebnisbericht zum Ringversuch DSN 1, LfL-Information.

Ellner, R., Mikolajewski, S. und Mitarbeiter (2012): Ergebnisbericht zum Ringversuch DSN 2., LfL-Information.

Ellner, R., Mikolajewski, S. und Mitarbeiter (2012): LÜRV-A Klärschlamm 2012 - Länderübergreifender Ringversuch nach Fachmodul Abfall für den Bereich Klärschlamm-Anorganik, LfL-Information.

Formowitz, B., Beck, R., Brandhuber, R. et al. (2012): „Einfluss von Biogasgärresten und Rindergülle auf biotische und abiotische Bodenparameter und Pflanzenwachstum“; Nennung (Günter Henkelmann, Projektpartner) im Beitrag zur 55. Jahrestagung der Kommissionen IV und VI der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Veröffentlicht in den Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 24, Seite 80-81, Verlag Liddy Halm (Göttingen).

Fröschle, B. und Lebuhn, M. (2012): Abtötung von Salmonellen im Biogasprozess, LfL-Information, pp. 34.

Fröschle, B., Munk, B., Gronauer, A. and Lebuhn, M. (2012): Inactivation of Salmonella in biogas processes – determination by conventional and qPCR methods. In: Proceedings of the Venice 2012 Symposium, 11.-14.11.2012, S. Servolo, pp. 14.

Gaul, Th. und Henkelmann, G. (2012): „Was Labore können“, Redaktioneller Beitrag in der Zeitschrift „joule“ (Agrarenergie, Technik, Politik, Wirtschaft) Heft Nr. 5 (Sept./Okt. 2012), S. 47-50

Henkelmann, G. und Fischer, K., (2012): Zentrallandwirtschaftsfest 2012 vom 22.-30.09.12, Poster: „Zusatz- und Hilfsstoffe - Fluch oder Segen?“.

Henkelmann, G. und Fischer, K., (2012): Zentrallandwirtschaftsfest 2012 vom 22.-30.09.12, Poster: „Transparenz und Qualität von Laboranalysen“.

Henkelmann, G. und Fischer, K. (2012): Ergebnisbericht zum 5. Ringversuch, Biogas, LfL-Information, September.

Henkelmann, G., Meyer zu Köcker, K., Gronauer, A., Effenberger, M., Heuwinkel, H., Lebuhn, M. und Koch, K. (2012): Schlüsselparmeter zur Kontrolle des Gärprozesses – Laboranalytik, LfL-Schriftenreihe, Biogasanlagen; Laborparameter und Prozessüberwachung, LfL Schriftenreihe und Biogasforum Bayern. ISSN 1611-4159

Henkelmann, G., Stanik, K. und Fischer, K. (2012), Zentrallandwirtschaftsfest 2012 vom 22.-30.09.12, Poster: „Zusatz-, Hilfs- und Wirkstoffe im Umfeld des Biogasprozesses“.

Hölzel, C., Müller, C., Harms, K, Mikolajewski, S., Schäfer, S., Schwaiger, K. und Bauer, J. (2012): Heavy metals in liquid pig manure in light of bacterial antimicrobial resistance. *Environ. Res.* 113: 21-27.

Lebuhn, M. (2012): Ist die Ausbringung von Gärresten aus Biogasanlagen ein gesundheitliches Risiko? <http://www.energie-pflanzen.info/meinungen>.

Lebuhn, M. (2012): Säureregulation in Biogasanlagen durch Mikroorganismen. *BioSpektrum* 05/12, 549

Lebuhn, M. (2012): Molekularbiologische Quantifizierung - ein neues Messkonzept zur Bewertung des Prozessstatus von Biogasanlagen. In: Kongressband der 2. VDI-Konferenz „Prozessmesstechnik an Biogasanlagen“, 9.-10.10.2012, Fulda, S. 85-97, ISBN 978-3-942980-99-9.

Lebuhn, M. und Effenberger, M. (2012): Prozessoptimierung – verfahrenstechnische und mikrobiologische Aspekte beim Betrieb einer Biogasanlage. In: Kongressband der 3. Biogastagung der LWK Niedersachsen und des Kompetenzzentrums 3N, Verden, 23.02.2012, S. 15-20.

Lebuhn, M. und Effenberger, M. (2012): Hygienisierung durch Biogastechnologie. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 8/12, S. 419-424.

Lebuhn, M. und Fröschle, B. (2012): Hygienische Aspekte beim Einsatz von Gärresten. In: Kongressband des 10. Kulturlandschaftstags „Düngung mit Biogasgärresten, effektiv – umweltfreundlich - bodenschonend“, 15.11.2012, Weichering, LfL-Schriftenreihe 11, ISSN 1611-4159, S. 59-71, http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_45175.pdf.

Lebuhn, M., Wilken, D., Knabel, M. und Ostertag, J. (2012): Empfehlungen für eine gute fachliche Praxis in landwirtschaftlichen Biogasanlagen aus hygienischer Sicht, http://www.biogas-forum-bayern.de/Presse/Empfehlungen_fur_eine_gute_fachlich_Praxis_in_landw_BGA_aus_hygienischer_Sicht.pdf, pp 17.

Marín Pérez, C., Fröschle, B. und Lebuhn, M. (2012): Prozessbeschleunigung und Hygienisierung in Biogasanlagen durch Vorschaltung einer Hydrolysephase/-stufe, Abschlussbericht des Verbundvorhabens an das StMELF, 358 Seiten.

Marín Pérez, C., Dandikas, V., Koch, K., Lebuhn, M. and Gronauer, A. (2012): Effect of cellulolytic microorganisms on the degradation of the solid residual fraction of straw and hay. *Proc. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-Ageng 2012, Valencia, Spain*, pp. 5.

http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla_137_C1857.pdf.

Munk, B., Bauer, C., Gronauer, A. and Lebuhn, M. (2012): A metabolic quotient for methanogenic Archaea. *Water Sci. Technol.* 66(11), S. 2311-2317.

Munk, B., Fröschle, B. and Lebuhn, M. (2012): Activity of bacteria of the intermediary metabolism and methanogens in an agricultural pilot biogas plant. In: *Proceedings of the Venice 2012 Symposium*, 11.–14.11.2012, S. Servolo, pp. 11.

Mohler, V., Schmolke, M., Paladey, E. et al. (2012) (Nennung: Grameier, Ruhland); "Association analysis of Puroindoline-D1 und Puroindoline-b2 loci with 13 quality traits in European winter wheat (*Triticum aestivum* L.); Journal of Cereal Science Band 56/2012, S. 623-628

Stadler, B. und Henkelmann, G. (2012): „Moderne Analytik von ELOS in pflanzlichen Rohstoffen im Bioenergie- und Futtermittelbereich“, Schriftenreihe 68 Kongressband zur Tagung 2012 in Passau, ISBN 978-3-941273-13-9, Seite 855-864.

Stadler, B. und Henkelmann, G. (2012): „Fette und Öle im Bereich der Bioenergie“; VDLUFA Schriftenreihe Band 67 Kongressband zur Tagung 2012 in Passau, ISBN 978-3-941273-13-9, Seite 867-874.

Stanik K., (2012), Bachelorarbeit zum Thema: „Einflussfaktoren auf das Backvolumen im „Rapid-Mix-Test (RMT) und die Neubewertung von Backqualitätsparametern. 17. Juli 2012, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät: Gartenbau und Lebensmitteltechnologie, (Betreuer: Kuss, C. und Henkelmann, G.).

Schuster, M., Edmunds, B., Südekum, K.-H., Spiekers, H., Schuster, M. und Schwarz, F.-J. (2012): Estimating ruminal crude protein at the duodenum, a precursor for metabolisable protein for ruminants, from forages using a modified gas test. in: Animal Feed Science and Technology 175, 106-113.

Geuder, U., Pickl, M., Scheidler, M., Schuster, M., Götz, K., -U., (2012): Mast-, Schlachtleistung und Fleischqualität bayerischer Rinderrassen, Züchtungskunde, Ausg.: 84, S. 485 bis 499, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. Bonn, Verlag Eugen Ulmer

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Viel Eiweiß in der Silage. Bayer. Landw. Wochenbl. 29, 27 – 28

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Gutes Futter mit Top- Qualität. Allgäuer Bauernblatt 32, 26 – 27

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Mit guter Grassilage Kraftfutter sparen. Bayer. Landw. Wochenbl. 44, 31 – 33

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Mit guter Grassilage Kraftfutter sparen. Allgäuer Bauernblatt 44, 26 – 28

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Im Großen und Ganzen gute Qualitäten. Bayer. Landw. Wochenbl. 46, 45 – 48

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Heu und Grascobs mit Top-Qualität. Allgäuer Bauernblatt 48, 39 – 41

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Wurde das Optimum erreicht? Allgäuer Bauernblatt 49, 22 – 23

Schuster, H., Moosmeyer, M und Schuster, M. (2012): Die Qualität der Maissilage schwankt. Bayer. Landw. Wochenbl. 50, 28 – 29

Weiß, S., Zankel, A., Guebitz, G.M., Überbacher, B., Somitsch, W., Lebuhn, M. und Andrade, D. (2012): Selektive Förderung von Biogas-Mikroorganismen durch Migulatoren. In: Tagungsband des 5. Biogas-Innovationskongresses 2012, 10.-11.5.2012, Osnabrück. ISBN 978-3-9813776-2-0, S. 95-99

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 | 26.11.2012 |

4.2.2 Vorträge

| Name | Thema/Titel | Veranstalter/Datum | Ort |
|---------------------------------------|---|---|----------------|
| Berndt M. | Schulung von LfL-Mitarbeitern zu internen Auditoren | LfL/09.05., 14.05.2012 | Freising |
| Mikolajewski S., Müller H. | Ringversuche 2012 zum Düngeberatungssystem Stickstoff (DSN) | LKP 26.11.2012 | Freising |
| Mikolajewski S., Müller H., Ellner R. | Probennachkontrollen 2012: Standardbodenuntersuchung | LKP 26.11.2012 | Freising |
| Mikolajewski S., Offenberger K. | Probennachkontrollen 2012 DSN: N _{min} -Vergleichsuntersuchungen | LKP 26.11.2012 | Freising |
| Rieder J. | Neuere Fusariummetaboliten: 2. Fusaproliferin | Mehrländer-AG Mykotoxine 24./25. 04. 2012 | Potsdam |
| Rieder J. | Toxinreduktion bei Fusariumbefall an Weizen 1. Orientierender Feldversuch | Mehrländer-AG Mykotoxine 24./25. 04. 2012 | Potsdam |
| Lebuhn M. | Bakterien und Archaeen, Reaktionsparameter und -kinetik | Biogas Forum Bayern Modul 3, Landw. Lehranstalten Bayreuth 16.1.2012 | Bayreuth |
| Lebuhn M. | Bakterien und Archaeen, Reaktionsparameter und -kinetik | Biogas Forum Bayern Modul 3, Landmaschinenschule Landsberg/Lech 18.1.2012 | Landsberg/Lech |

| Name | Thema/Titel | Veranstalter/Datum | Ort |
|-----------|--|--|----------------------------|
| Lebuhn M. | Bakterien und Archaeen, Reaktionsparameter und -kinetik, Hygienisierung und Gärrest | Biogas Forum Bayern Modul 3, Landmaschinenschule Triesdorf 24.1.2012 | Triesdorf |
| Lebuhn M. | Prozessoptimierung – verfahrenstechnische und mikrobiologische Aspekte beim Betrieb einer Biogasanlage | 3. Biogastagung der LWK Niedersachsen und des Kompetenzzentrums 3N 22.-23.2.2012 | Verden |
| Lebuhn M. | Agricultural Biogas Production in Germany (and Bavaria) - Current State of the Art | EU-Projekt "Leonardo da Vinci" 26.6.2012 | Freising |
| Lebuhn M. | Mikrobiologische Optimierung des Biogasprozesses | Technische Universität München, LS Mikrobiologie 17.7.2012 | Freising |
| Lebuhn M. | Molekularbiologische Quantifizierung - ein neues Messkonzept zur Bewertung des Prozessstatus von Biogasanlagen | 2. VDI-Konferenz „Prozessmesstechnik an Biogasanlagen“ 09.–10.10.2012 | Fulda |
| Lebuhn M. | Bakterielle Populationen in der Hydrolysephase der Vergärung einer Stroh- und Heumischung | 2. Öffentliches Symposium des Biogas Competence Networks (BCN): Biogas-POTENZIALE: Erkennen, Erforschen, Erwirtschaften 20.10.2012 | Potsdam |
| Lebuhn M. | Inactivation of Salmonella in biogas processes – determination by conventional and qPCR methods. | 4 th International Symposium on Energy from Biomass and Waste 12.-15.11 2012 – IWWG (International Waste Working Group) | San Servolo, Venice, Italy |
| Lebuhn M. | Hygienische Aspekte beim Einsatz von Gärresten | 10. Kulturlandschaftstag „Düngung mit Biogaskomposten, effektiv-umweltfreundlich- bodenschonend“ 15.11.2012 | Weichering |

| Name | Thema/Titel | Veranstalter/Datum | Ort |
|---------------|--|---|----------------------------|
| Lebuhn M. | Mikrobiologische Prozessoptimierung in der Biogastechnologie – Diagnostik der mikrobiellen Populationen und Identifizierung von Schlüsselorganismen in Biogas-Fermentern | StMELF München 11.12.2012 | München |
| Lebuhn M. | Nachweis von STEC/VTEC und Clostridium spp. in Gärrückständen in bayerischen Biogasanlagen | StMELF München 11.12.2012 | München |
| Munk B. | Qualitative und quantitative Analysen der mikrobiellen Population in landwirtschaftlichen Biogasanlagen | TUM-Agrarsystemtechnik 13.1.2012 | Freising |
| Munk B. | Identifizierung und Quantifizierung von Leitorganismen im Biogasprozess zur Evaluierung der Prozessqualität | Technische Universität 09.02.2012 | Graz |
| Munk B. | Activity of bacteria of the intermediary metabolism and methanogens in an agricultural pilot biogas plant | 4 th International Symposium on Energy from Biomass and Waste, 12.-15.11 2012 – IWWG (International Waste Working Group) | San Servolo, Venice, Italy |
| Dollhofer V. | Verbesserung der Effizienz von Biogasanlagen durch anaerobe Pansenpilze | StMELF München, 11.12.2012 | München |
| Henkelmann G. | Vorträge zum Thema Probenahme, Laboranalytik, Analysenparameter im Biogasprozess am | Biogas Forum Bayern 17.01.2012 | in Bayreuth |
| Henkelmann G. | Praxisnaher Workshop zu Labor- und Analytikparametern am Beispiel von FOS/TAC, pH und TM | Biogas Forum Bayern 17.01.2012 | Bayreuth |

| Name | Thema/Titel | Veranstalter/Datum | Ort |
|------------------------------|--|---|----------------------|
| Henkelmann G. | Vorträge zum Thema Probenahme, Laboranalytik, Analysenparameter im Biogasprozess | Biogas Forum Bayern 19.01.2012 | Landshut |
| Henkelmann G. | Praxisnaher Workshop zu Labor- und Analytikparametern am Beispiel von FOS/TAC, pH und TM | Biogas Forum Bayern 19.01.2012 | Landshut |
| Henkelmann G. | Vorträge zum Thema Probenahme, Laboranalytik, Analysenparameter im Biogasprozess | Biogas Forum Bayern 25.01.2012 | Triesdorf |
| Henkelmann G. | Praxisnaher Workshop zu Labor- und Analytikparametern am Beispiel von FOS/TAC, pH und TM | Biogas Forum Bayern/ 25.01.2012 | Triesdorf |
| Henkelmann G. | Vorträge zum Thema Probenahme, Laboranalytik, Analysenparameter im Biogasprozess | Biogas Forum Bayern 16.02.2012 | Landsberg |
| Henkelmann G. | Praxisnaher Workshop zu Labor- und Analytikparametern am Beispiel von FOS/TAC, pH und TM | Biogas Forum Bayern 16.02.2012 | Landsberg |
| Henkelmann G. | „Prüfmittelüberwachung und Messunsicherheit im Qualitätslabor“ | Arbeitsgruppe Qualität 28.03.12 | VDLUFA Kassel |
| Henkelmann G. | „Der Beruf des Chemielaboranten und Vorstellung der Abteilung AQU“ | Ausbildung im Laborbereich AQU 2 02.04.12 | Weihenstephan |
| Henkelmann G. | „Qualität von Laboruntersuchungen - das Kompetenzzentrum für Analytik stellt sich vor“ | Hochschule Weihenstephan Triesdorf 08.05.12 | Weihenstephan |
| Stadler B., Henkelmann G. | „Fette und Öle im Bereich der Bioenergie“ | VDLUFA 20.09.12 | Hochschule Passau |
| Henkelmann G., Stanik K. | Ist eine Neubewertung der Verarbeitungsparameter des Rapid-Mix-Test notwendig? | Volkacher Herbstfachtagung des Bayerischen Müllerbundes 26.10.12 | Volkach |

| Name | Thema/Titel | Veranstalter/Datum | Ort |
|-------------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| Henkelmann G. | „Vorstellung der Abteilung AQU“ | LfL-Freising 22.11.12 | Weihenstephan |
| Henkelmann G. | „Akkreditierung in der Abteilung AQU“ | AQU 29.11.12 | Freising |
| Henkelmann G. | „Sicherheit und Explosionsschutz“. | AQU 29.11.12 | in Freising |
| Henkelmann G. | „Qualitätsparameter in der Biogasanalytik, Weender, van Soest und Co“ | Kolloquienreihe 14.12.12 | Weihenstephan |
| Nast D., Henkelmann G. | „Backqualitätsuntersuchungen - das Kompetenzzentrum für Analytik stellt sich vor“. | LfL Freising 20.12.12 | LfL Freising |
| Fischer, K., Henkelmann G. | „Biogas-Ringversuche“ | Biogasforum Bayern 11.12.12. | Freising |

4.2.3 Führungen

| Gruppe | Anzahl Personen | Datum | Sachgebiet |
|---|-----------------|------------|------------|
| Herr Viehbeck, FOS Schönbrunn | 3 | 12.01.2012 | AQU 2 |
| Studenten von IPZ zur Backqualität | 8 | 08.02.12 | AQU 2 |
| Herr Pooda und Delegation (Landwirtschaftsministerium Burkina Faso) | 4 | 08.03.2012 | AQU 2 |
| FHM, Mitarbeiter Mühlen | 6 | 16.03.2012 | AQU 2 |
| Frau Hamik, Herr Ebertseder | 2 | 27.03.2012 | AQU 2 |
| Referendare | 4 | 07.12.2012 | AQU 2 |
| Besucher bei Dr. Hartl, Weizenzüchter | 6 | 12.12.2012 | AQU 2 |
| Lehrgang für Tierwirtschaftsmeister Fachrichtung Schäferei | 18 | 31.01.2012 | AQU 3 |
| LKV / Ringassistenten, Fütterungstechniker | 22 | 06.02.2012 | AQU 3 |
| AELF Wertingen | 20 | 04.06.2012 | AQU 3 |

4.3 Aus- und Fortbildung

| Anzahl Personen | Zeitdauer | Personenkreis und Thema der Aus- und Fortbildungsmaßnahme | Betreuung durch |
|-----------------|--|--|---|
| 7 | Daueraufgabe | Auszubildende zum Chemielaboranten | Nast Dr. Füglein Sachgebiete AQU Institute der LfL |
| 1 | 06.02.-22.02.2012 | Studentin TUM, Laborpraktikum | AQU 1c |
| 1 | 09.04.-14.06.2012 | Studentin IUT Yutz, Laborpraktikum | AQU 1c |
| 1 | 11.01.-16.03.2012 10.01.-29.07.2012 02.07.-10.08.2012 09.07.-05.10.2012 09.07.-13.07.2012 30.07.-21.12.2012 01.08.-21.019.2012 08.10.-19.10.2012 19.03.-30.03.2012 10.12.-21.12.2012 13.09.2011.- 17.02.2012 27.02.-20.07.2012 | Studenten/innen der TUM, FH, HSWT ATA's Schüler FOS Landshut | AQU 2 |
| 7 | 23.01.-27.01.2012 27.02.-02.03.2012 19.03.-23.03.2012 26.03.-30.03.2012 16.07.-20.07.2012 01.08.-06.08.2012 | Schüler; berufsorientiertes Praktikum | AQU 3 |
| 2 | 05.02.-11.05.2012 14.05.-13.07.2012 | Ausbildung Biologielaboranten | AQU 3 |
| 1 | 09.01.-23.12.2012 | Ausbildung ATA | AQU 3 |
| 1 | 09.07.-13.07.2012 | Laborpraktikum; Ausbildung Fachlehrkraft für Ernährung | AQU 3 |

4.4 Dissertationen und Diplom-, Master-, Bachelorarbeiten

| Name | <i>Thema/Titel</i> Dissertation/Diplom-/Master-/Bachelorarbeit | <i>Betreuer, Kooperation</i> |
|------------------|--|--------------------------------------|
| Khawaja, Cosette | Optimization of anaerobic digestion of a straw/hay mixture by a selected cellulolytic culture in a two-phase system, Masterarbeit an der Technischen Universität München, Studienfakultät für Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement | B. Munk, C. Marín Pérez, TUM, ILT |
| Stanik Katharina | „Einflussfaktoren auf das Backvolumen im „Rapid-Mix-Test (RMT) und die Neubewertung von Backqualitätsparametern. | Kuss, C. (HSWT), Henkelmann, G.(LfL) |

4.5 Mitgliedschaften

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

| Name | <i>Mitgliedschaften</i> |
|------------------|--|
| Henkelmann, G. | <ul style="list-style-type: none"> • Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) Fachgruppen: Analytische Chemie, Umweltanalytik und Angewandte Spektroskopie • Arbeitsgruppe im Arbeitsschwerpunkt „Regenerative Energien“ • Biogasforum Bayern, Arbeitsgruppe 3 „Prozessbiologie, -bewertung und Analytik“ • Arbeitsgruppe „Qualität“ der VDLUFA, Fachgruppe Analytische Chemie • Arbeitsgruppe „Biogas“ der VDLUFA, Fachgruppe Analytische Chemie • VDLUFA-Fachgruppe I: Pflanzenernährung, Produktqualität und Ressourcenschutz; AG Mykotoxine • VDLUFA- Fachgruppe VIII: Umwelt- und Spurenanalytik; AG-Qualität • Arbeitskreis: „Stabile Isotope“ (ASI) • Projektgruppe: „Radioaktivität“ beim Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen“ • Arbeitskreis der Arbeitsgruppen: „Intensivmonitoring, agrar fluxes, Umwelt- und Landschaftsbilanzen“ der Internet – Fachschaft für Umweltbeobachtung – Umweltprognosen • Arbeitsgruppe: Betreiberleitfaden im Biogas Forum Bayern • Biogas Forum Arbeitsgruppe III: „Biologie und Analytik“ des StMELF und ALB |
| Mikolajewski, S. | <ul style="list-style-type: none"> • VDLUFA-Fachgruppe II: Bodenuntersuchung • VDLUFA-Fachgruppe III: Düngemitteluntersuchung • VDLUFA-Fachgruppe VIII: Umwelt- und Spurenanalytik • Deutsche Botanische Gesellschaft (DBG) |
| Nast, D. | <ul style="list-style-type: none"> • Prüfungsausschuss der IHK München / Oberbayern für Chemie- und Biologielaboranten; • Arbeitskreis KOBAS (Kooperation von Betrieb und Schule) für die Ausbildung von Chemielaboranten • NIRS-Analysenverbund des VDLUFA für Silomais bzw. Raps |
| Rieder, J. | <ul style="list-style-type: none"> • Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) |
| Schuster, M. | <ul style="list-style-type: none"> • VDLUFA-Fachgruppe VI: Futtermitteluntersuchung • Arbeitskreis NIRS • Arbeitskreis RFA |

| Name | <i>Mitgliedschaften</i> |
|-------------|--|
| Berndt, M. | <ul style="list-style-type: none">• VDLUFA-Arbeitskreis „Qualitätsmanagementbeauftragte im VDLUFA“• Arbeitskreis „Qualitätsmanagement in der pflanzengesundheitlichen Diagnostik“• Fachbeirat „Gesundheitlicher Verbraucherschutz/Agrar“ des Akkreditierungsbeirats (BMW) |
| Lebuhn, M. | <ul style="list-style-type: none">• Federführung der LfL-Arbeitsgruppe „Mikrobiologie“ innerhalb des Arbeitsschwerpunkts „Regenerative Energien“• Leitung der Arbeitsgruppe 3 „Prozessbiologie, -bewertung und Analytik“ im Biogas Forum Bayern• Projektleitung der Gentechnischen Anlage 55.1 - 8791 - 16.862.1468 an der LfL |