



# Fördergemeinschaft

für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen  
in Landwirtschaft und Umwelt e. V.

## Vortragsveranstaltung

„Ackerbau 2028“

- **Wie sieht der Ackerbau in der Zukunft aus?**

- Parkhotel, Borken



**22. November 2018**

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1. Programm .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Vortrag Prof. Dr. Andreas von Tiedemann (Universität Göttingen): Was leistet moderner Pflanzenschutz - und ein Blick in die Zukunft .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Vortrag Dr. Ruben Gödecke (RP Gießen, Dezernat Pflanzenschutz): Historische Versuchsergebnisse mit aktuellen Schlussfolgerungen - muss der integrierte Pflanzenschutz reanimiert werden?! .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Vortrag Dr. Thomas Kreuter (SKW Piesteritz): Wie könnten zukunftsfähige Strategien im integrierten Ackerbau aussehen? Überlegungen zu den Bereichen Bodenbearbeitung und N-Düngung. ....</b>	<b>8</b>
<b>5. Vortrag Dierk Koch (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen): Versuchsergebnisse im Bereich Düngung - wie sehen die Entwicklungs-tendenzen im Ackerbau aus?.....</b>	<b>17</b>
<b>6. Posterbeiträge .....</b>	<b>23</b>
6.1. Bodenbiologische Ergebnisse aus einem Dauerextensivierungsversuch.....	23
6.2. Bodenbiologische und bodenphysikalische Ergebnisse aus einem Dauerbodenbearbeitungsversuch .....	24
6.3. Klimawandel und Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft .....	25
6.4. Sorghumhirsen (Sorghum bicolor) lockern Biogasfruchtfolgen auf und nutzen der Insektenwelt! Das SoNaBi-Projekt! .....	27
6.5. N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung als innovative Technologien zur Optimierung der Ressourceneffizienz bei der Harnstoff-Düngung ("StaPlaRes") .....	28
6.6. Solorrow: Einstieg in die Präzisionslandwirtschaft .....	30
6.7. Erkenntnisse aus der landwirtschaftlichen Analytik in Zusammenarbeit mit dem landwirtschaftlichen Versuchswesen.....	32

---

---

## 1. Programm

**09:30 Uhr - 09:45 Uhr**

***Begrüßung***

Dierk Koch, LLH und Vorsitzender der Fördergemeinschaft

**09:45 Uhr - 10:30 Uhr**

***Was hat der Pflanzenschutz in den letzten Jahrzehnten geleistet  
- der Blick in die Zukunft!***

Prof. Dr. Andreas von Tiedemann, Georg-August-Universität Göttingen

**10:45 Uhr - 11:30 Uhr**

***Historische Versuchsergebnisse mit aktuellen Schlussfolgerungen  
- muss der integrierte Pflanzenschutz reanimiert werden?!***

Dr. Ruben Gödecke, PSD Hessen

**11:45 - 13:00 Uhr Mittagessen/Kommunikationspause**

**13:00 Uhr - 13:45 Uhr**

***Wie könnten zukunftsfähige Strategien im integrierten Ackerbau aussehen? Überlegungen zu den  
Bereichen Bodenbearbeitung und N-Düngung.***

Dr. Thomas Kreuter, SKW Piesteritz

**14:00 Uhr - 14:45 Uhr**

***Versuchsergebnisse im Bereich Düngung - wie sehen die Entwicklungstendenzen im Ackerbau aus?***

Dierk Koch, LLH

**15:00 Uhr - 15:30 Uhr Kaffee/Kommunikationspause**

***Abschlussdiskussion an den Postern***

**Poster zu folgenden Themen:**

**LLH** - Ergebnisse aus Extensivierungs- und Bodenbearbeitungsversuchen,  
Berichte aus der Klimawandelforschung und dem Bieneninstitut

**LHL** - neue Erkenntnisse aus der landwirtschaftlichen Analytik  
**sowie Poster und Informationsstände weiterer Ausstellungspartner**

**Veranstaltung der/des:**

- Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen in Landwirtschaft und Umwelt
- Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen (LLH)
- Landesbetriebes Hessisches Landeslabor (LHL)
- Hessischen Pflanzenschutzdienstes (PSD)

---

## **2. Vortrag Prof. Dr. Andreas von Tiedemann (Universität Göttingen): Was leistet moderner Pflanzenschutz - und ein Blick in die Zukunft**

Niemals zuvor haben auf unserem Planeten so viele Menschen so gesund, so sicher, so friedlich, so glücklich und so lange gelebt wie heute. Niemals zuvor in der Geschichte ist die Landwirtschaft ihrer gesellschaftlichen Aufgabe der sicheren Versorgung Aller mit günstigen und hochwertigen Nahrungsmitteln so erfolgreich gerecht geworden wie heute. Aber gleichzeitig hat es nie zuvor einen solch fundamentalen Grundpessimismus in der Gesellschaft gegeben, die die Welt als Ganzes und die Landwirtschaft im Speziellen am Rande des Abgrunds sehen will.

Diesem faktenfernen Weltbild ist auch die moderne Landwirtschaft in besonderem Maße ausgesetzt. Die seit mehreren Jahrzehnten steigende Produktivität in allen modernen Anbausystemen weltweit und die damit unbestreitbare Zunahme der Ertragsfähigkeit der Standorte ignorierend, wird der Landwirtschaft ein Systemfehler angehängt, der eine „Agrarwende“ erfordere. Von diesen Widersprüchen ist besonders auch der moderne Pflanzenschutz betroffen. Statt seinen fundamentalen Anteil an der erreichten Prosperität anzuerkennen, wird ausschließlich sein vermeintliches Risiko beschworen. Entgegen aller Kausalität wird leichtfertig die Abschaffung genau der technologischen Errungenschaften gefordert, die für den heute erreichten Wohlstand verantwortlich sind.

Mit diesen bemerkenswerten Widersprüchen befasst sich der Vortrag von Professor Andreas von Tiedemann von der Universität Göttingen. Die Skepsis gegenüber der Landwirtschaft findet sich vor allem in der urban geprägten Bevölkerung, die in Deutschland inzwischen einen Anteil von 75% hat und der landwirtschaftlichen Urproduktion weitgehend entfremdet ist. Während der modernen Landwirtschaft die Schädigung natürlicher Ressourcen wie Artenvielfalt, Boden und Wasser vorgehalten wird, betreffen die Vorwürfe gegenüber dem modernen Pflanzenschutz auch die Gesundheit der Verbraucher und Anwender. Obgleich gerade für Letzteres jegliche Belege fehlen und dieser Vorwurf angesichts steigender Lebenserwartung wenig plausibel ist, wird der bloße stoffliche Nachweis im Nanobereich als hinreichender Beleg für eine vermeintliche Gefährdung durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln angesehen. Der deutliche Rückgang von Umweltbelastung und Verbrauchergefährdung in den vergangenen drei Jahrzehnten ist von der Gesellschaft nicht zur Kenntnis genommen worden, sondern hat im Gegenteil zu einem Anwachsen von Ängsten geführt. Risikowahrnehmung und tatsächliches Risiko haben sich weitgehend entkoppelt.

Die hohe Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln ist selbstverständlich geworden und ermutigt zur Forderung nach völligem Verzicht von Pflanzenschutzmitteln. In einem Klima der Diskreditierung des modernen Pflanzenschutzes fühlen sich immer mehr Interessengruppen dazu ermutigt, rigorose Naturschutzziele auch auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen durchzusetzen. Im Zielkonflikt zwischen Produktivität und Naturschutz wird letzterem bedenkenlos der Vorrang gegeben.

Der Nutzen des modernen Pflanzenschutzes und seine zentrale Bedeutung für die gegenwärtige komfortable Lebensmittelversorgung sind angesichts des Fehlens von Notlagen durch Fehlernten völlig aus dem Bewusstsein verschwunden. Es ist ein Zynismus unserer Zeit, dass die gesellschaftliche Anerkennung der modernen Landwirtschaft gerade dadurch geschwächt wird, dass sie für eine so komfortable Versorgungssicherheit sorgt.

Im Vortrag sollen dieser Widerspruch und die essentielle Bedeutung effektiver Pflanzenschutzmethoden für die Sicherstellung des Grundrechts auf Ernährung – national wie global - beleuchtet werden. Am Ende soll auch ein Versuch unternommen werden, auf die möglichen Gründe für die Fehleinschätzung von Nutzen und Risiken des Pflanzenschutzes einzugehen.

3. Vortrag Dr. Ruben Gödecke (RP Gießen, Dezernat Pflanzenschutz):  
Historische Versuchsergebnisse mit aktuellen Schlussfolgerungen - muss der integrierte Pflanzenschutz reanimiert werden?!



Tagung der Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung  
und Versuchswesen in Landwirtschaft und Umwelt



## Historische Versuchsergebnisse mit aktuellen Schlussfolgerungen

*Muss der integrierte Pflanzenschutz reanimiert werden?!*

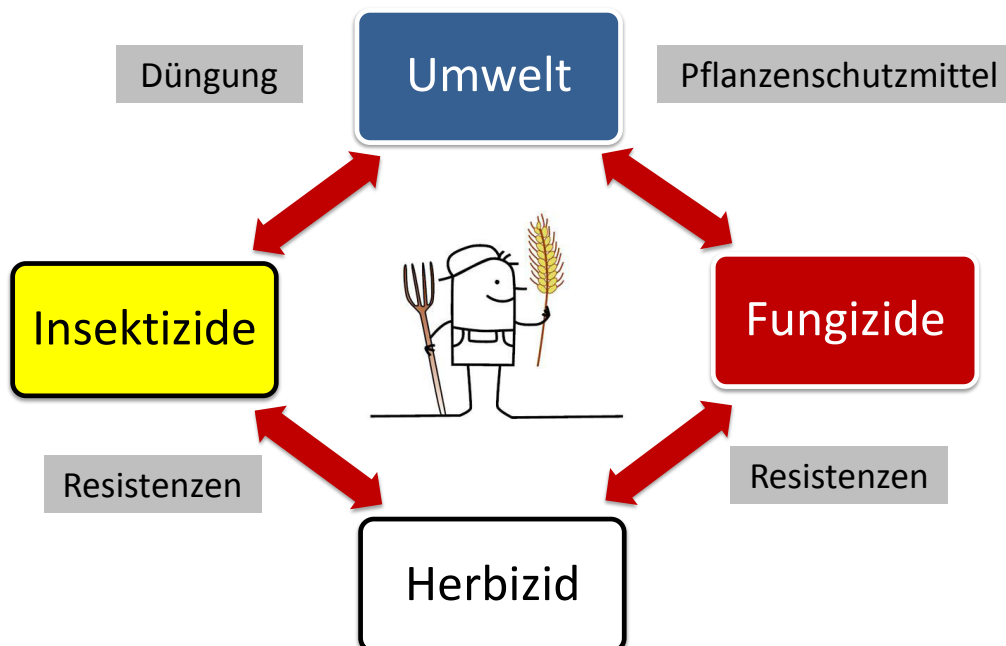
Dr. Ruben Gödecke & Eberhard Cramer  
Pflanzenschutzdienst Hessen  
-Außenstelle Kassel-  
Mündener Straße 4  
34123 Kassel

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

1



## Praktischen Anforderungen an den konventionellen Ackerbau



Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

2



## Schaderregerüberwachung im Raps im Herbst

**Gelbschale ab dem Auflaufen des Raps**

**Kein insektizider Beizschutz in der Jugendentwicklung!**



Mehr als 50 Erdflöhe  
in 3 Wochen



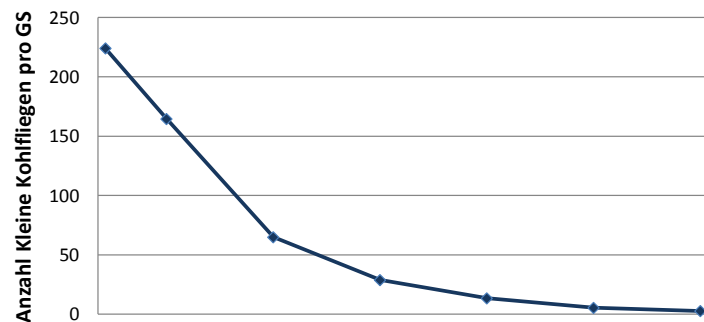
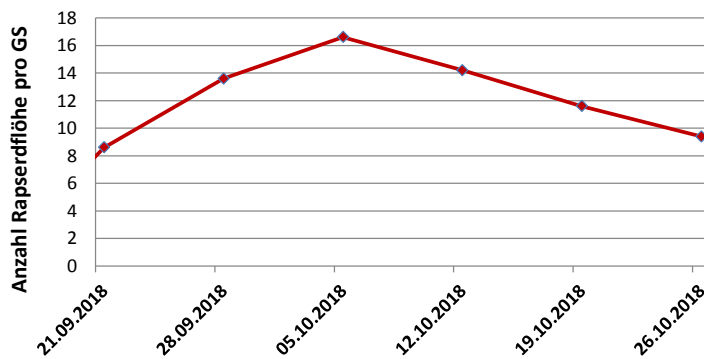
**Augen auf und andere Schaderreger nicht vergessen**

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

3



## Schaderregerüberwachung 2018 in Blickershausen/Witzenhausen



**Zuflug Erdflöhe**



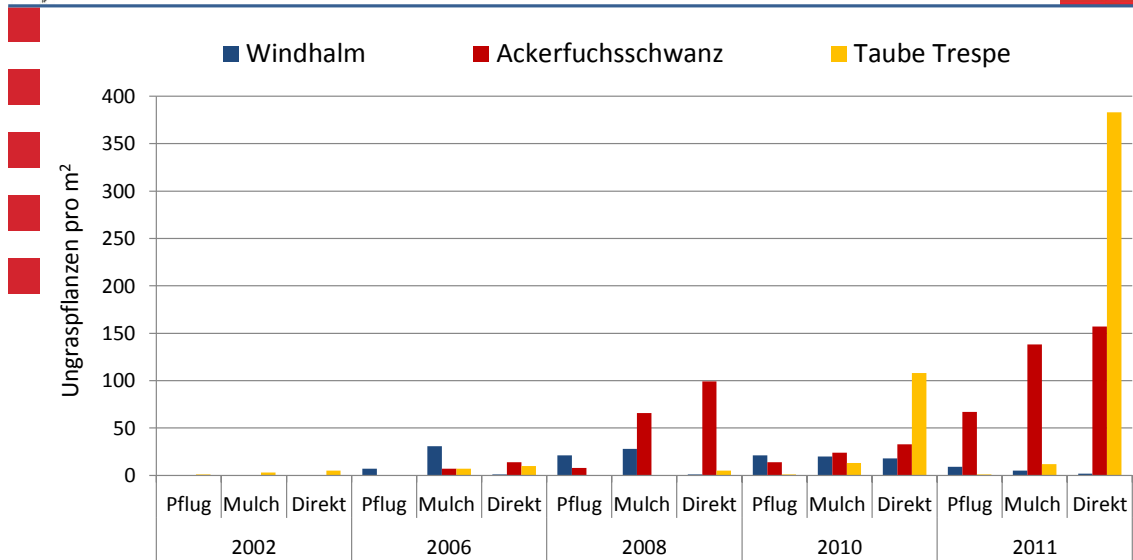
**Zuflug Kleine Kohlfiege**

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

4



## Widerspricht die nichtwendende Bodenbearbeitung dem integrierten Pflanzenschutz?



Quelle: Manfred Kirchner

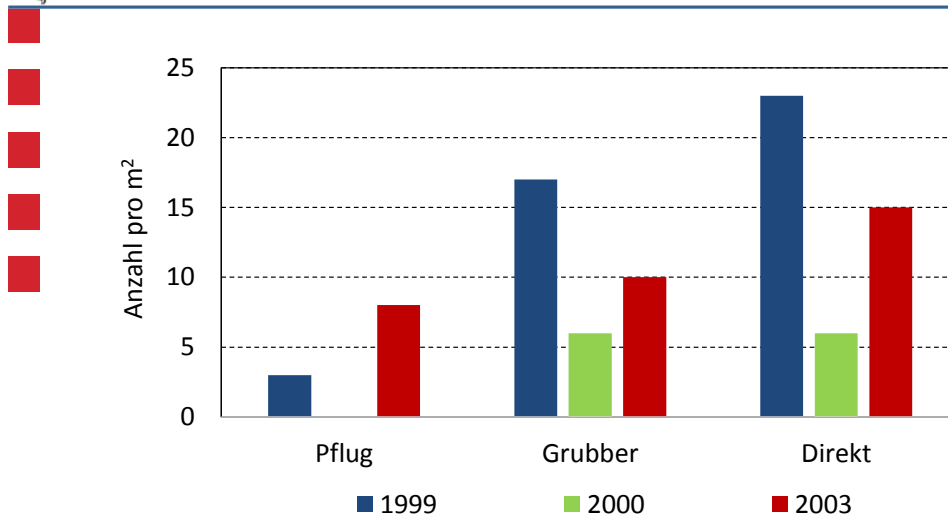
### Systemversuch Bodenbearbeitung Hessen Herleshausen - Willershausen

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

5



## Regenwürmer ≠ Bodenbearbeitungsintensität



Menge von *Lumbricus terrestris* pro m<sup>2</sup> in Bodenringen (1590 cm<sup>2</sup>) bestimmt von Herrn Zimmermann, LZ Eichhof

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

6



## Der Blick **auf** und **in** den Boden



Quelle: <https://pixabay.com/de/regenwurm-wurm-niedlich-gl%C3%BCcklich-151033/>

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

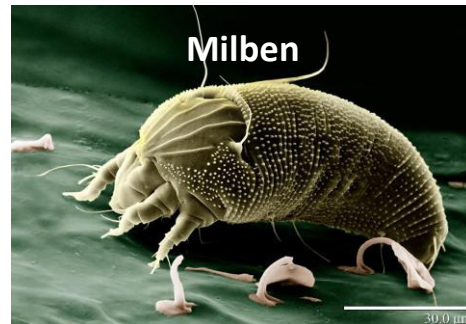
7



## Die **wichtigsten** Zersetzer der organischen Substanz im Boden



<https://destepti.ro/colebole-globulare-hexapode-non-insecte>



<https://de.wikipedia.org/wiki/Milben>



<https://portfolio.fotocommunity.de/csr-makro/828902/photo/38198852>

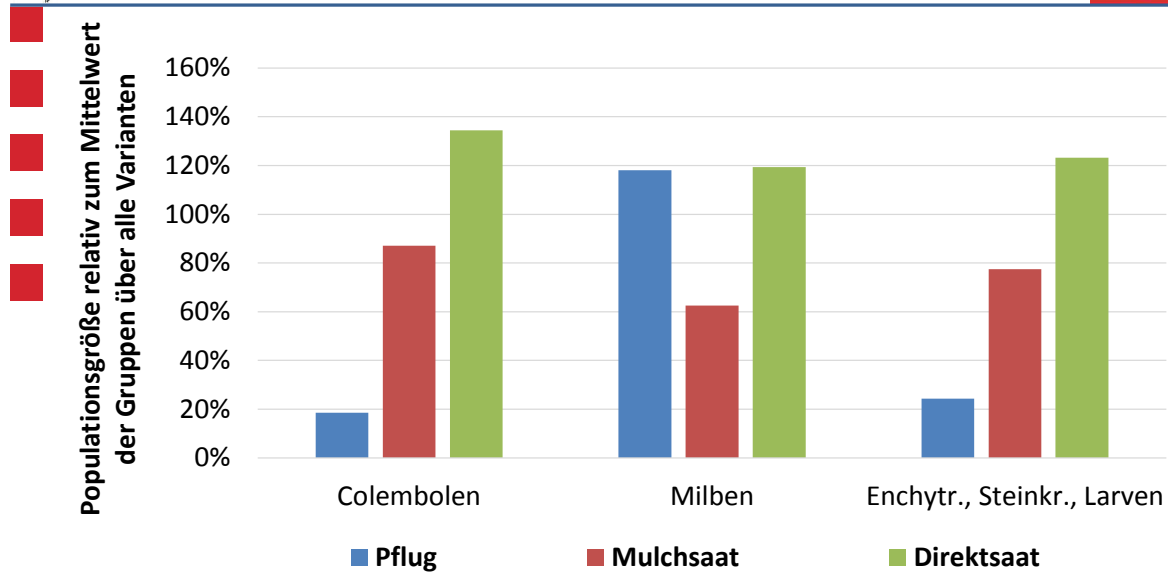
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

8





## Der Blick **auf** und **in** den Boden



Untersuchungen durchgeführt von Herrn Zimmermann, LZ Eichhof am 15.08.2017

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

9



## Ausblick auf die kommenden 10 Jahre im Ackerbau



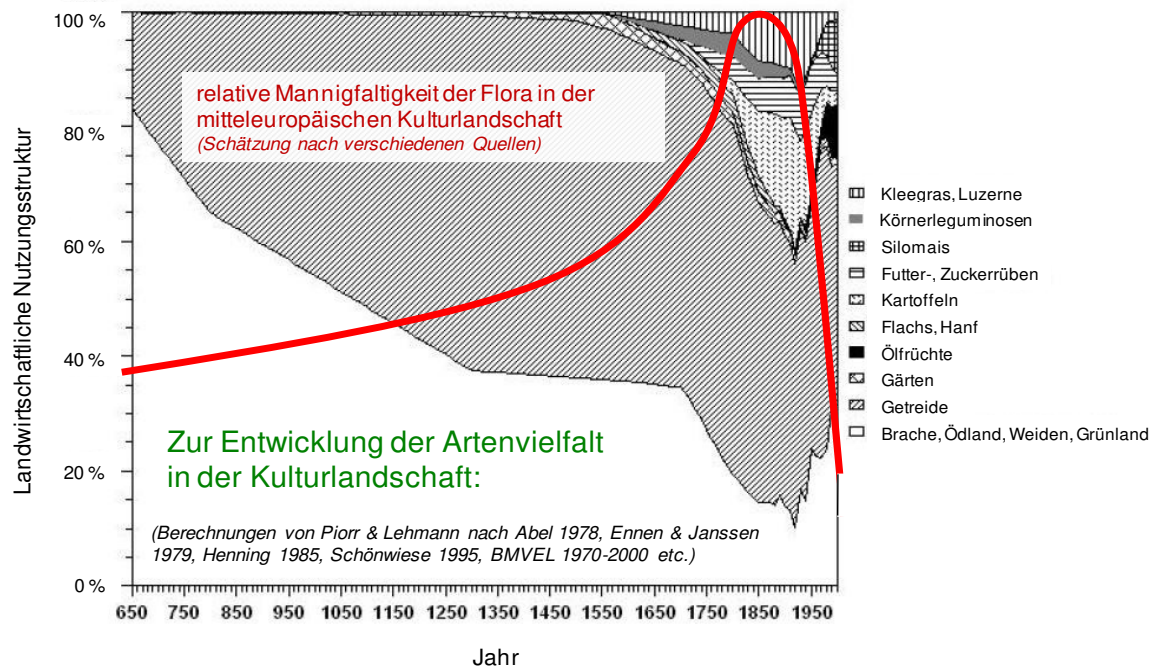
- Wetter wird extremer, höhere Temperaturen und wahrscheinlich auch höheres Schädlingsaufkommen, bei weniger insektizider Wirkstoffklassen, **Problemfeld Insektizidresistenzen**
- **Mechanische Lösungsoptionen werden wieder stärker in den Fokus rücken, besonders bei einem möglichen Verlust von Glyphosat, Problemfeld Herbizidresistenzen**
- sichere Prognose- und Entscheidungshilfen
- **wissenschaftlich belegte, praxisnahe Schadensschwellen**
- ausreichende Auswahl an toleranten/resistenten Sorten
- **Integrierte Pflanzenschutz bleibt unser Leitbild! Wir haben nichts besseres!**

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

10

#### 4. Vortrag Dr. Thomas Kreuter (SKW Piesteritz): Wie könnten zukunftsfähige Strategien im integrierten Ackerbau aussehen? Überlegungen zu den Bereichen Bodenbearbeitung und N-Düngung.

In Ackerlandschaften überlagern und durchdringen sich ökonomische und ökologische Anforderungen und Leistungen sehr stark. Zielkonflikte sind damit vorprogrammiert. Sie lassen sich generell wohl nie vermeiden, da die Ackerflur als anthropogenes (von Menschen geschaffenes) Ökosystem keinen Gleichgewichtszustand kennt. Wie solche Landschaften auszusehen haben und welche Mindestanforderungen sie in Bezug auf Ressourcenschutz, Produktivität oder Diversität erfüllen sollen, ist damit subjektiv.



*Unsere Agrarlandschaft ist ein Produkt menschlicher Aktivitäten. Sie hat sich seit ihrer Entstehung ständig und oft auch drastisch verändert. Einen stabilen Idealzustand für diesen anthropogenen Lebensraum hat es nie gegeben.*

Die deutschen Ackerbauggebiete haben sich in den letzten 70 Jahren zu einer der im weltweit am intensivsten, aber auch am effizientesten genutzten Agrarregionen entwickelt. Die hier erzeugten Produkte stehen dem Markt in großer Vielfalt und hoher Qualität und – aufgrund einer massiven Agrarsubvention – auch sehr preiswert zur Verfügung. Klima und Böden erlauben in Deutschland ein hohes Maß an Nachhaltigkeit, und tatsächlich werden die natürlichen Ressourcen hierzulande besser geschützt als in den meisten vergleichbar intensiv genutzten Agrarregionen der Erde.

Dennoch gelingt es der deutschen Landwirtschaft aktuell nicht, die hohen und steigenden Umweltstandards vollständig zu erfüllen. Darüber hinaus wächst in breiten Kreisen der Gesellschaft die Kritik am industriellen Charakter der landwirtschaftlichen Produktion. Im Hinblick auf den Ackerbau stehen dabei besonders der Einsatz agrochemischer Produkte sowie der Verlust an biologischer Vielfalt im Fokus. In diesem Spannungsfeld ist ein gesellschaftlicher Konsens schwierig. Am einfachsten lässt er sich noch bezüglich der überlebenswichtigen primären Schutzgüter Luft, Wasser und Boden finden.

---

## **Bodenbearbeitung:**

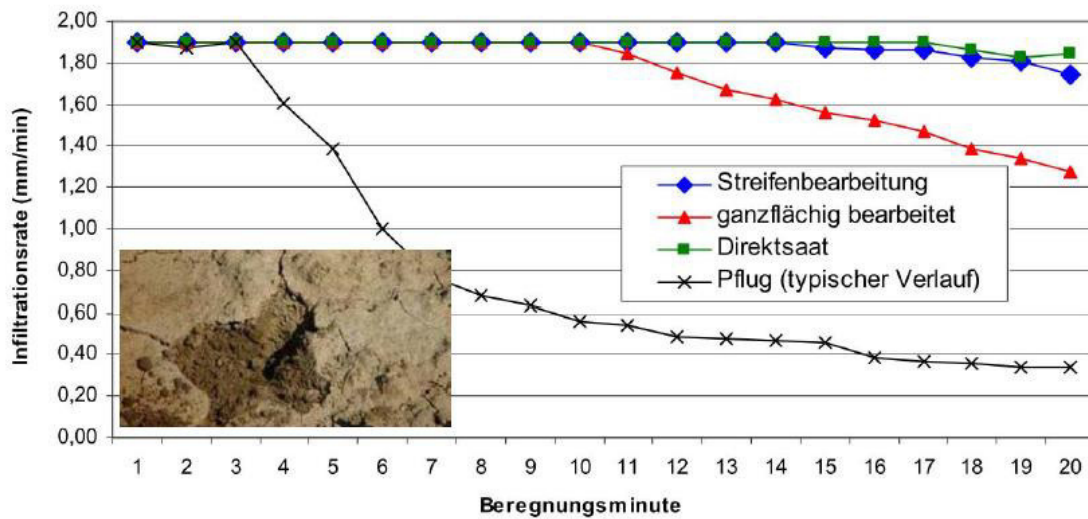
Böden ermöglichen das terrestrische Pflanzenwachstum und bilden damit eine Grundlage unserer Existenz. Weltweit, aber auch in Deutschland ist die Erosion ackerbaulich genutzter Böden ein schwerwiegendes Problem. Auf erosionsgefährdeten Standorten können konservierende Bodenbearbeitungssysteme gegenüber dem traditionellen Pflugeinsatz sowohl den Bodenabtrag signifikant mindern als auch die Infiltrationsrate deutlich erhöhen. Sie leisten damit einen effizienten und im Zuge des Klimawandels stetig an Bedeutung zunehmenden Beitrag zum Ressourcenschutz.

Im gesellschaftlichen Problem- und Verantwortungsbewusstsein ist die Notwendigkeit eines effizienten Bodenschutzes aktuell allerdings weit weniger stark verankert als etwa die Vermeidung negativer Auswirkungen von chemischen Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen. Deutlich wird dies derzeit in den zahlreichen öffentlichen Diskussionen zur Anwendung von Glyphosat, welches in konservierenden Bodenbearbeitungssystemen oft alternativ zum Pflug als Mittel zur Unkrautregulierung eingesetzt wird. Im Zuge der gesellschaftlichen Ächtung des Glyphosats ist mit einer Zunahme des Pflugeinsatzes auf erosionsgefährdeten Äckern zu rechnen.

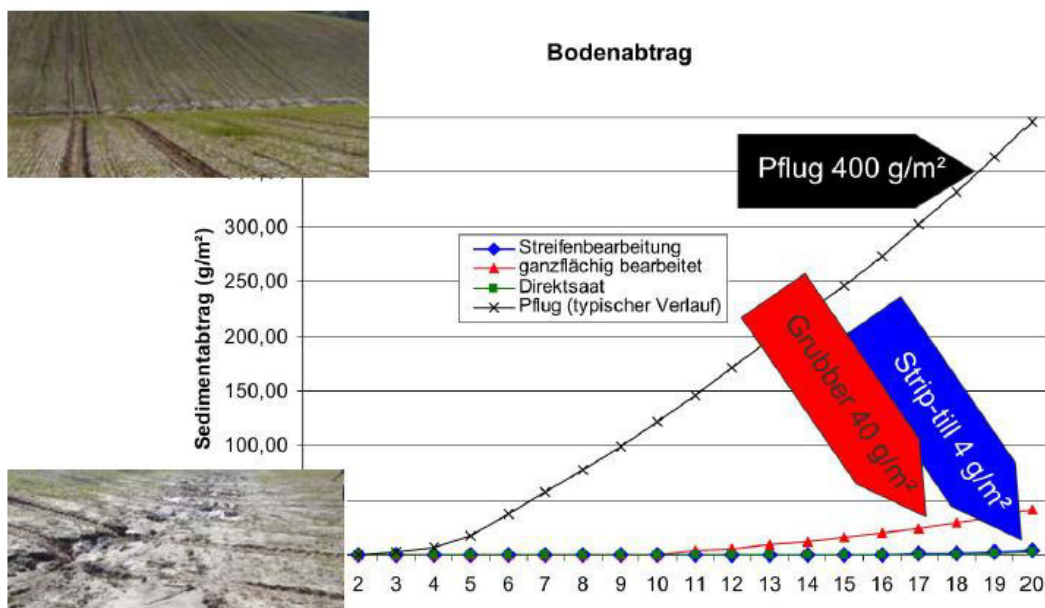
Dem Ressourcenschutz wäre damit in Summe nicht geholfen, denn durch konservierende Bearbeitungsstrategien werden - neben dem Erhalt des Bodens und der Minderung des Oberflächenabflusses nach Starkniederschlägen - weitere Schutzgüter positiv beeinflusst: Zum einen leistet der effiziente Schutz vor Erosion einen entscheidenden Beitrag zur Gewässerreinigung, denn auch der Eintrag von Nährstoffen sinkt hochsignifikant. Die Akkumulation von Humus und mikrobieller Aktivität in den oberen Bodenschichten verbessert darüber hinaus das Puffer-, Abbau- und Rückhaltevermögen der Böden. Auch diese Effekte tragen zur Reinhaltung des Grund- und Oberflächenwassers bei. Ferner steigt die Vielfalt und Aktivität der Bodenfauna deutlich an. Langjährige Untersuchungen in Sachsen und Bayern konnten z.B. belegen, dass bei einem konsequenten Pflugverzicht die Population tiefgrabender Regenwürmer (Art *Lumbricus terrestris*), die Fraßaktivität der streuabbauenden Mesofauna (Collembolen, Milben, Myriapoden etc.) und die Aktivitätsdichte großer Laufkäferarten (Gattung *Carabus* spp.) hochsignifikant zunehmen. Anhand der Interaktionen von Laufkäfer- und Schneckenpopulationen konnte auch eine Steigerung des natürlichen Regulationspotenzials belegt werden.

Um zukunftsfähige Strategien im integrierten Ackerbau entwickeln zu können, ist im Hinblick auf den Ressourcenschutz ein ausgewogenes Ranking der Risikofaktoren notwendig, welches sich an den Funktionen und den Gefährdungen der einzelnen Ressource (und nicht am medialen Mainstream) orientiert. Der Vermeidung von Bodenerosion auf erosionsgefährdeten Flächen durch konservierende Bodenbearbeitung sollte dabei ein vorderer Platz zugebilligt werden.

## Auswirkungen von Strip-till und Direktsaat zu Mais auf die Wasserinfiltrationsrate (Niederschlag: 38mm, 20 min)



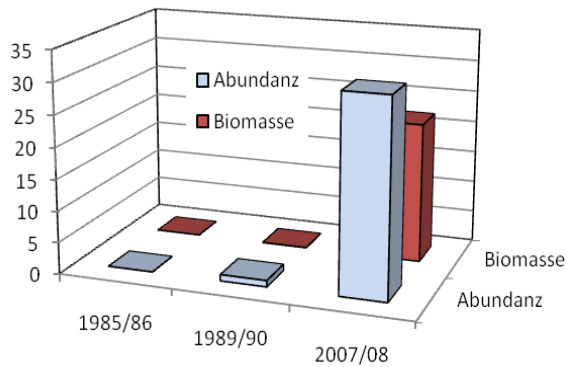
## Auswirkungen von Strip-till und Direktsaat zu Mais auf den Bodenabtrag durch Wasser (38 mm, 20 min)



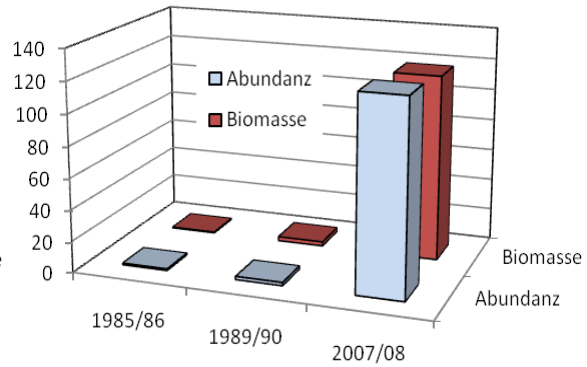
Konsequent konservierende Bodenbearbeitung mindert den Bodenabtrag und erhöht das Infiltrationsvermögen nach Starkniederschlägen.  
(Quelle: Schmidt 2011; Sächs. LfULG; verändert durch Ilgen)

## Untersuchungen in Bayern

Abundanz (Indiv./m<sup>2</sup> und Biomasse (g/m<sup>2</sup>) der Regenwürmer auf langjährig pfluglos bearbeiteten Dauerbeobachtungsflächen



BDF 22: pfluglos seit 2002



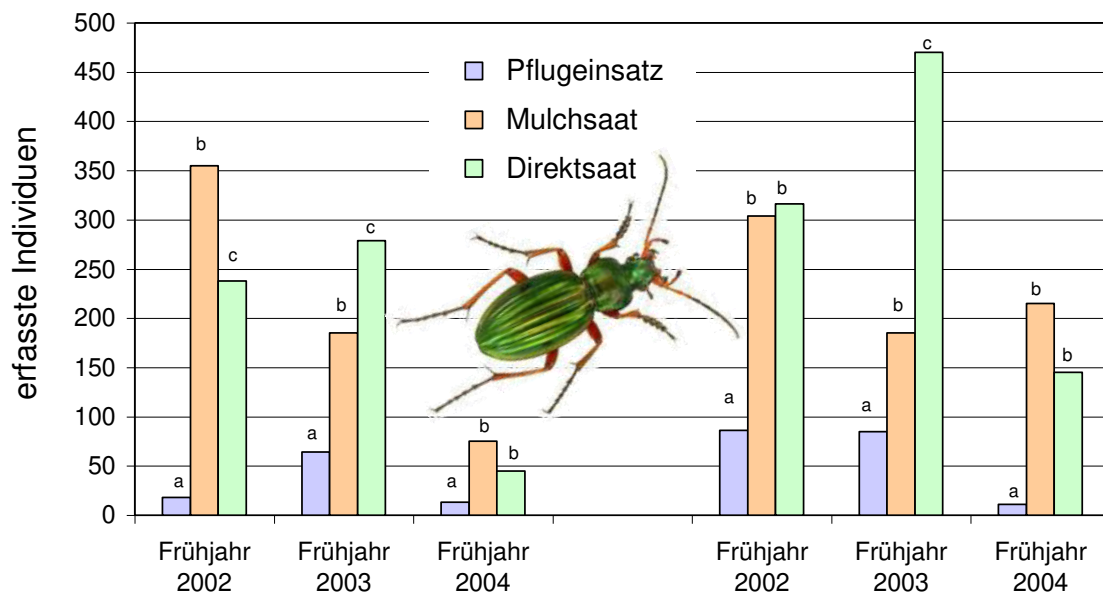
BDF 115: pfluglos seit 1994

## Untersuchungen in Sachsen

Aktivitätsdichte des Goldlaufkäfers (*Carabus auratus* L.)

am Standort Zschortau

am Standort Lüttewitz

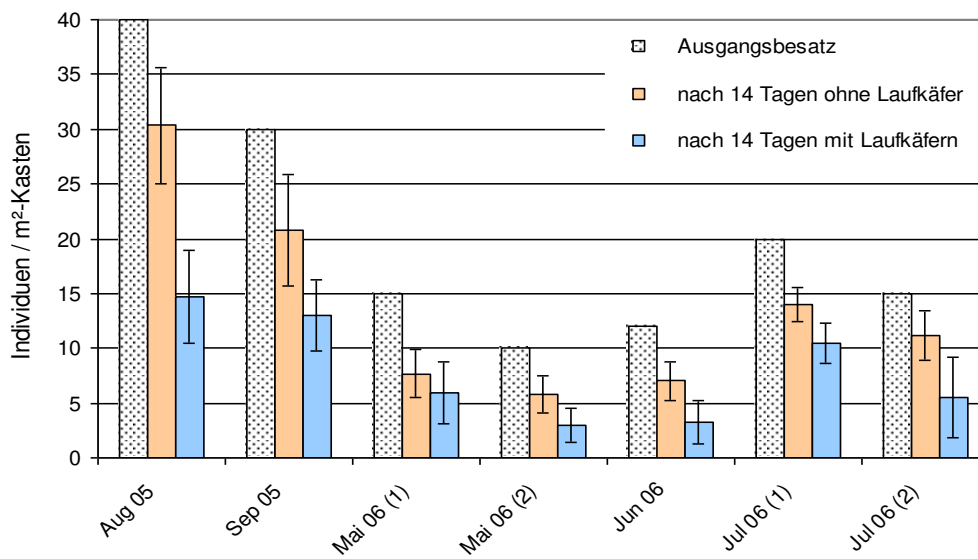


Konsequent konservierende Bodenbearbeitung wirkt sich signifikant fördernd auf die Quantität, Diversität und Aktivität der Bodenfauna aus.  
(Quelle: Kreuter; Bayer. LfL / Sächs. LfULG)



## Untersuchungen in Sachsen

Schneckenbesatz in m<sup>2</sup>-Rahmen bei An- bzw. Abwesenheit großer Laufkäferarten (*Carabus* spp. / *Pterostichus melanarius*)



Laufkäferbesatz: 1 - 4 Individuen / m<sup>2</sup>



*Konsequent konservierende Bodenbearbeitung fördert selbstregulierende Prozesse innerhalb der Bodenfauna von Ackerflächen.*  
(Quelle: Kreuter 2005; Sächs. LfULG)

---

## **N-Düngung:**

Im Hinblick auf den Ressourcenschutz in der Agrarlandschaft steht auch die Düngung seit Jahren im Fokus der gesellschaftlichen Auseinandersetzung. Ein Übermaß an reaktivem Stickstoff (N) in der Umwelt wird von führenden Wissenschaftlern derzeit als eine der größten globalen Herausforderungen angesehen. Die dringende Notwendigkeit einer Anpassung der N-Gaben an den Bedarf der gedüngten Kultur und die damit zu erreichende Reduzierung der N-Überschüsse ist gesellschaftlicher Konsens und war ein Hauptziel der Novellierung der Düngeverordnung im Jahr 2017. Geringe N-Bilanzüberschüsse und eine hohe Düngeeffizienz sind eine wesentliche Voraussetzung für die Minderung umweltschädigender N-Verluste.

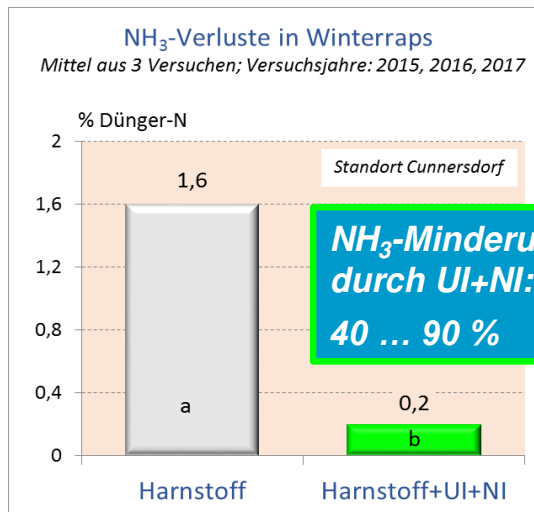
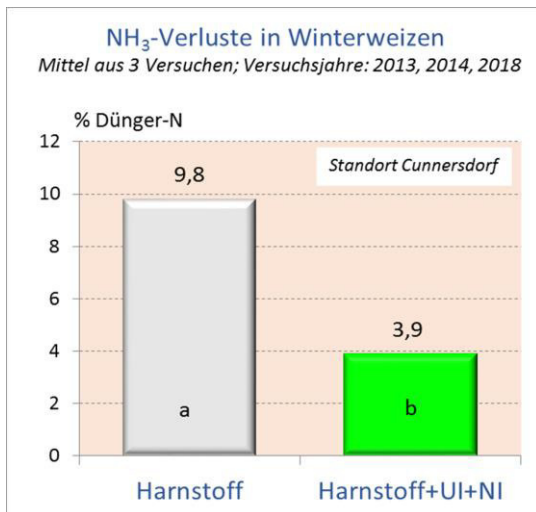
Eine drastische Drosselung der N-Zufuhr, wie sie aktuell von Kreisen der Gesellschaft gefordert wird, könnte zwar das N-Verlustrisiko weiter senken; allerdings nimmt der weltweite Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten stetig zu. Aufgrund der massiven globalen Vernetzung würde eine solche flächendeckende Extensivierungsmaßnahme in Deutschland zur Ausweitung von Anbaufläche und Intensität in anderen Regionen führen. Eine derartige Verschiebung kann nicht zielführend sein, denn sowohl die Effizienz der landwirtschaftlichen Erzeugung als auch die Umweltstandards sind aktuell in kaum einem Teil der Erde so hoch wie hierzulande.

Als Alternative bieten sich z.B. Technologien und Düngungssysteme an, mit denen auf einem vertretbar hohen Intensitätsniveau N-Verluste weitgehend vermieden werden und eine Erhöhung der N-Effizienz erreicht wird. Dazu gehören z.B. innovative Injektions- und Platzierungssysteme oder die gezielte Steuerung von N-Umsatz und -Verteilung im Boden mittels N-Stabilisatoren. Eine Kombination von Urease- und Nitrifikationsinhibitoren kann z.B. Dünger-N-Verluste über alle Verlustpfade in der Vegetationsperiode signifikant mindern. Neben diesen Werkzeugen gilt es Anwendungsstrategien zu entwickeln, die den agrarmeteorologischen Entwicklungen im Zuge des Klimawandels Rechnung tragen. Aktuell widmet sich das F&E-Verbundvorhaben *StaPlaRes* der Entwicklung und Optimierung verlustarmer und effizienter Düngungssysteme beim Einsatz der weltweit bedeutendsten Dünger-N-Form Harnstoff. Eine zentrale Rolle spielen dabei die genannten Verfahren der Platzierung und N-Stabilisierung sowie eine intensive Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst. Die bisherigen Ergebnisse in diesem Projekt weisen bereits eine ganze Reihe erfolversprechender Ansatzpunkte aus.

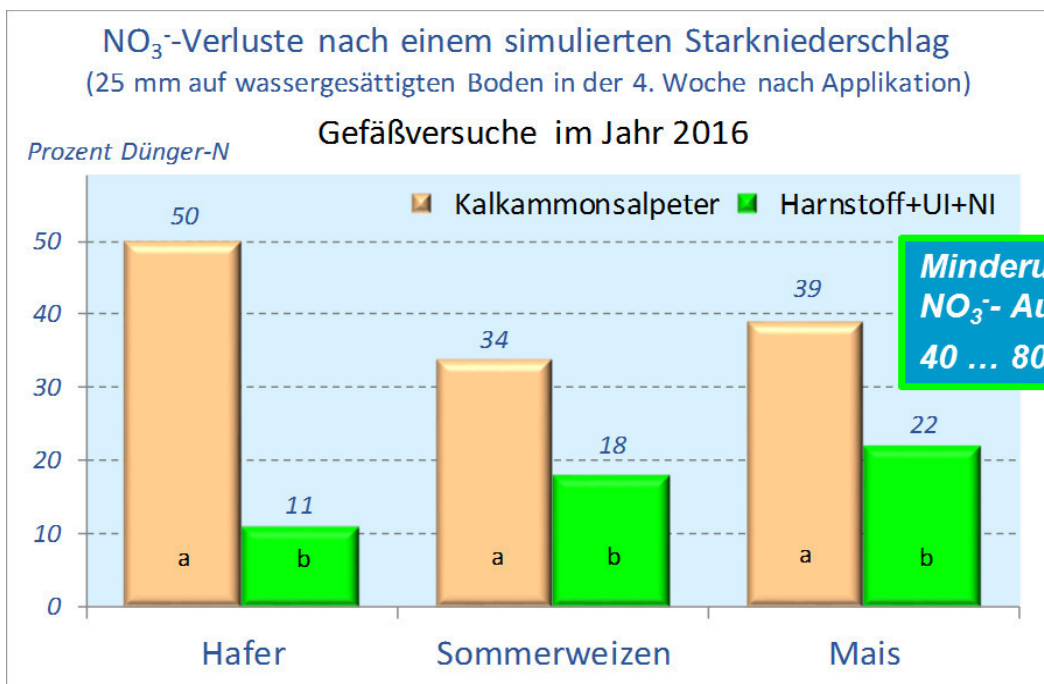
Eine intensive Stickstoffdüngung beeinflusst die Diversität und Aktivität der Bodenorganismen i.d.R. positiv. Wirtschaftsdünger bringen neben wertvollen Pflanzennährstoffen auch Kohlenstoffgerüste und damit eine strukturelle Komponente in das Ökosystem Boden ein und wirken sich dadurch besonders förderlich aus. Durch eine optimale Kombination mineralischer und organischer Dünger lassen sich ein verlustarmes Stickstoffmanagement, ein vielfältiges Bodenleben und der Erhalt einer hohen Bodenfruchtbarkeit am besten verknüpfen.

Im oberirdischen Bereich bieten dichte, gesunde und optimal gedüngte Kulturbestände allerdings wenig Raum für botanische und faunistische Vielfalt. Das gilt übrigens auch für gut geführte Getreidebestände im ökologischen Landbau. Soll die botanische und faunistische Vielfalt vergangener Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte erhalten oder wiedererlangt werden, müssen entsprechende Lebensräume in der Agrarlandschaft geschaffen und durch ein gezieltes Management gepflegt werden. Prinzipiell bietet die Agrarförderpolitik der EU hierfür zahlreiche Möglichkeiten.

Mittlere  $\text{NH}_3$ -N-Verlustraten (%) für Harnstoff (HS) und Harnstoff+UI+NI in praxisnahen Feldversuchen mit WW und W-Raps



**$\text{NH}_3$ -Minderung durch UI+NI: 40 ... 90 %**



**Minderung des  $\text{NO}_3$ - Austrags: 40 ... 80 %**

Stabilisierte Düngungssysteme, in denen Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren kombiniert werden, haben das Potenzial, Stickstoffverluste über alle Verlustpfade nachhaltig zu verringern.

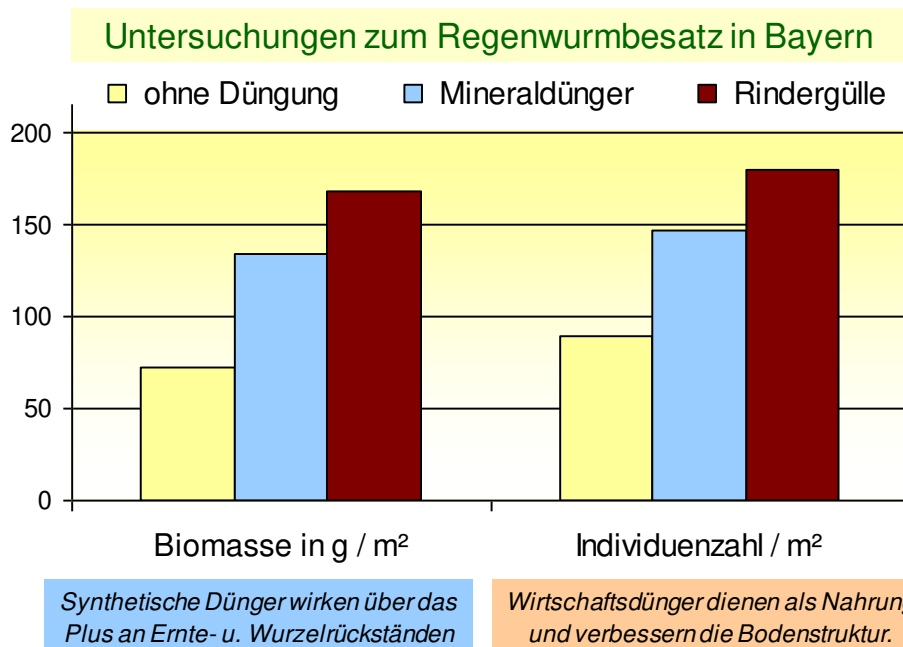
(Quelle: Kreuter et al. 2017; VdLUFA-Schriftenreihe)



N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung als innovative Technologien zur Optimierung der Ressourceneffizienz bei der Harnstoff-Düngung (Projekt StaPlaRes).



Im Rahmen des nationalen F&E-Verbundprojektes StaPlaRes werden Technologien einer ökonomisch und ökologisch hocheffizienten Harnstoffdüngung entwickelt, optimiert und in die landwirtschaftliche Praxis überführt.



Stickstoff ist ein Hauptnährstoff und i.d.R. das limitierende Lebenselement. Eine Stickstoffdüngung regt daher nicht nur das Pflanzenwachstum, sondern auch die Entwicklung des Bodenlebens an.

(Quellen: Bauchhenß, Kreuter; Bayer. LfL)

---

**Fazit:**

Der Ackerbau erfüllt ökonomische und ökologische Funktionen gleichermaßen. Wie er sich zukünftig entwickeln soll und welche Funktionen dabei vorrangig zu erfüllen sind, muss letztendlich von der Gesellschaft festgelegt werden.

Im gesellschaftlichen Diskurs zu den zahlreichen ökologischen Herausforderungen im Agrarsektor wird dem Bodenschutz aktuell relativ wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Es dominieren Diskussionen zu den Themen Düngung, chemischer Pflanzenschutz und Biodiversität. Hier ist ein Umdenken notwendig, denn der effiziente Schutz der Böden und ihrer Fruchtbarkeit zeitigt – unabhängig vom Intensivierungsgrad im System – positive Effekte auf eine ganze Reihe weiterer Schutzgüter (z.B. Gewässergüte oder biologische Vielfalt).

Weltweit wächst der Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten, während die Anbauflächen begrenzt sind und perspektivisch eher abnehmen. Dies stellt den Ackerbau in den nächsten Jahrzehnten vor immense Herausforderungen. Neben einer stärkeren Fokussierung auf den Bodenschutz ist vor diesem Hintergrund auch eine Versachlichung der gesellschaftlichen Debatte zum Thema N-Düngung angebracht. Der kombinierte Einsatz von innovativen Mineraldüngern und Wirtschaftsdüngern ermöglicht im Zusammenspiel mit der Entwicklung angepasster Düngungsverfahren bereits heute einen ressourcenschonenden Ackerbau auf hohem Intensitätsniveau.

Im Sinne des globalen Ressourcenschutzes dürfte die Aufrechterhaltung einer vergleichsweise hohen Intensität der Landbewirtschaftung in Deutschland durchaus zielführend sein. Dabei steht die Notwendigkeit eines umfassenden Schutzes von Boden, Wasser und Atmosphäre außer Frage. Während diesbezüglich ein gesellschaftlicher Konsens besteht, gehen die Zielvorstellungen zu weiteren ökologischen Leistungen der Landwirtschaft weit auseinander. Die gesellschaftliche Akzeptanz eines produktiven konventionellen Ackerbaus hängt aber gerade davon ab, inwieweit auch solche zusätzlichen Leistungen erbracht werden.

Ein erfolgversprechendes Modell könnte die Kombination von Integration (in Bezug auf die primären Schutzgüter Boden, Wasser, Atmosphäre) und Segregation (in Bezug auf weitere Umweltziele) darstellen. Es ermöglicht z.B. ein Nebeneinander von intensiver Produktion und zielgerichtetem Vertragsnaturschutz. Die hohen Agrarsubventionen bieten dafür prinzipiell gute Voraussetzungen. In der öffentlichen Wahrnehmung bewirkt ein auf Teilflächen sichtbar und erlebbar gemachter Arten- und Biotopschutz u.U. mehr Anerkennung als die flächendeckende Einhaltung hoher Umweltstandards zur Reinhaltung von Luft und Wasser.

5. Vortrag Dierk Koch (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen):  
Versuchsergebnisse im Bereich Düngung - wie sehen die Entwicklungstendenzen im Ackerbau aus?



*Versuchsergebnisse im Bereich Düngung -  
wie sehen die Entwicklungstendenzen im  
Ackerbau aus?*

Dierk Koch, LLH  
Versuchsstation Kassel Harleshausen  
34128 Kassel

19.11.2018

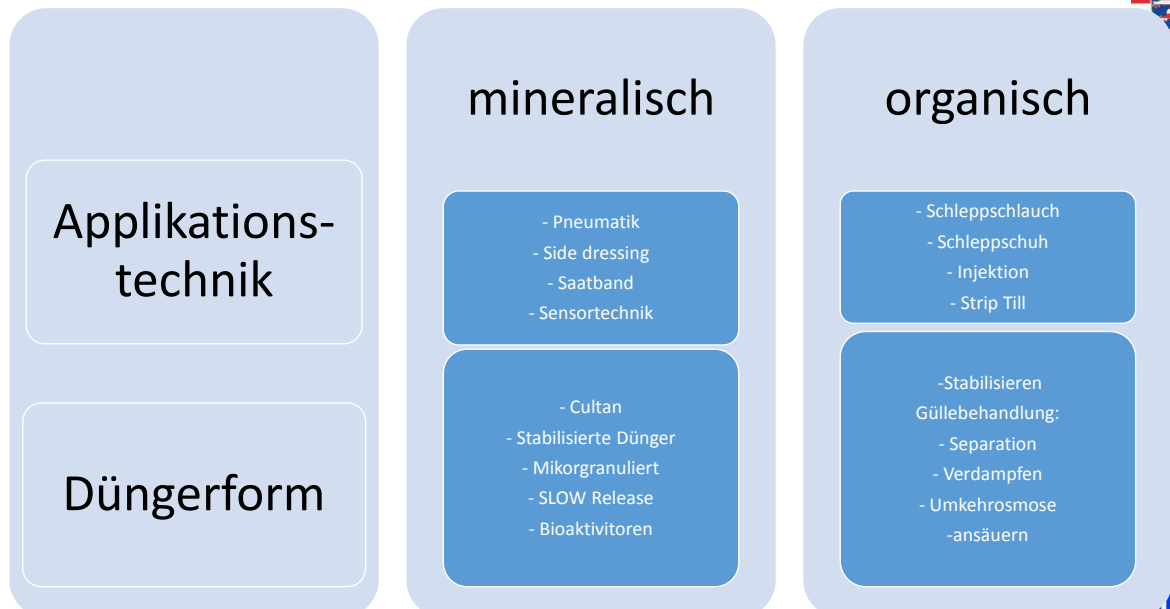
Fachgebiet 33, Fachinformation Pflanzenbau

Kompetenz für Landwirtschaft  
und Gartenbau 

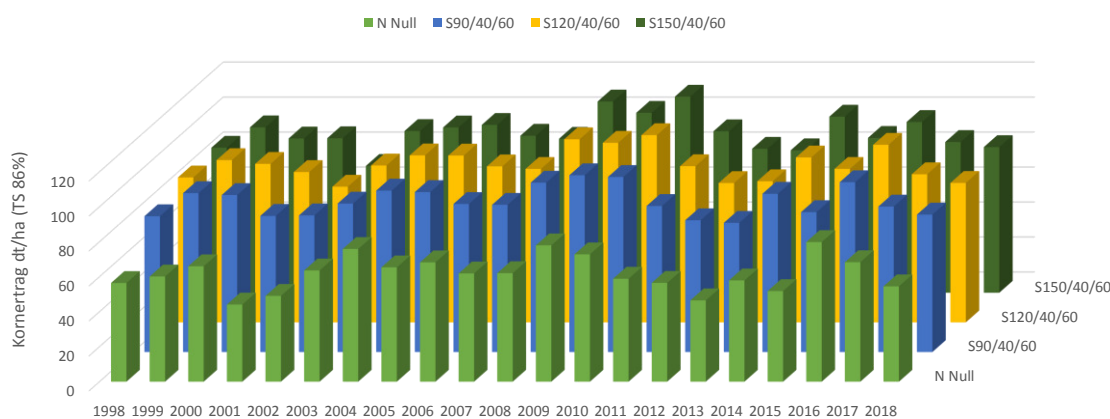


Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

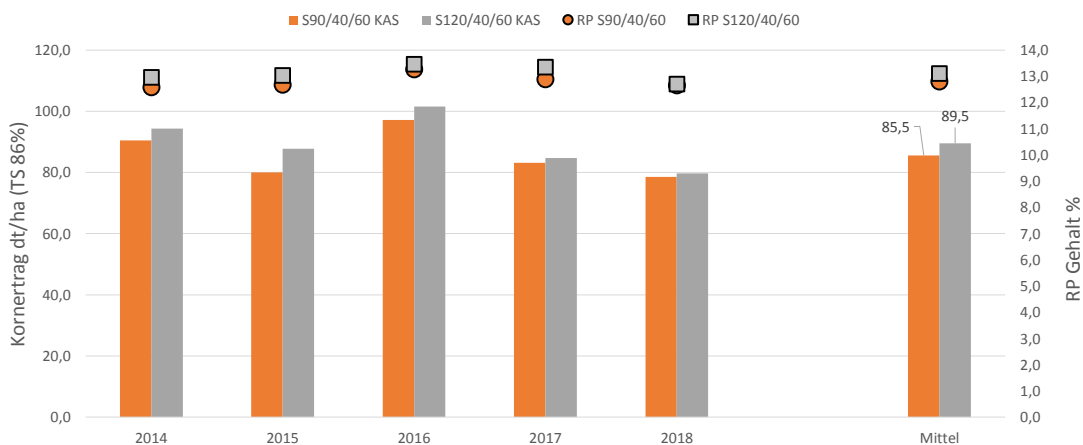
Zukunftsthemen



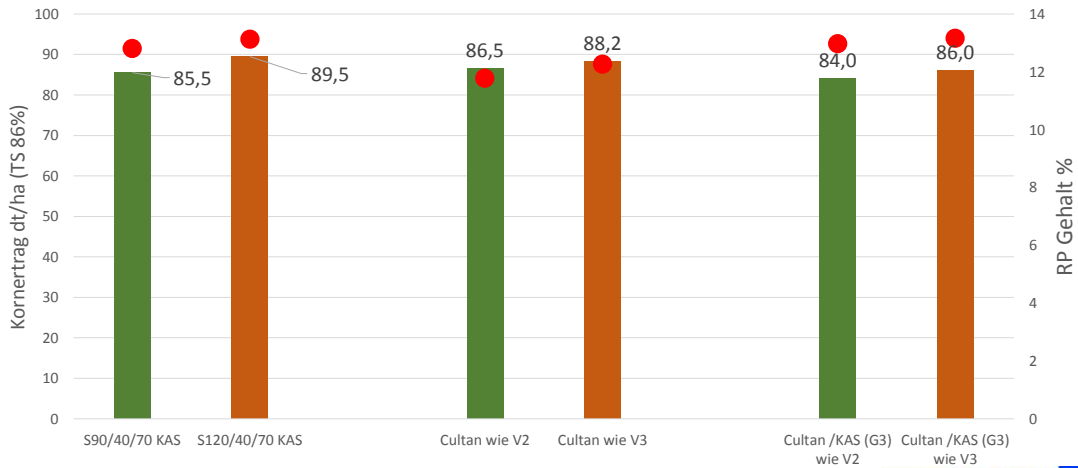
## Entwicklung der Erträge der Steigerungsversuche Winterweizen 1998 bis 2017 dt/ha (n=106)



## Entwicklung der Erträge der Steigerungsversuche Winterweizen 2014 bis 2018 dt/ha (n=28)



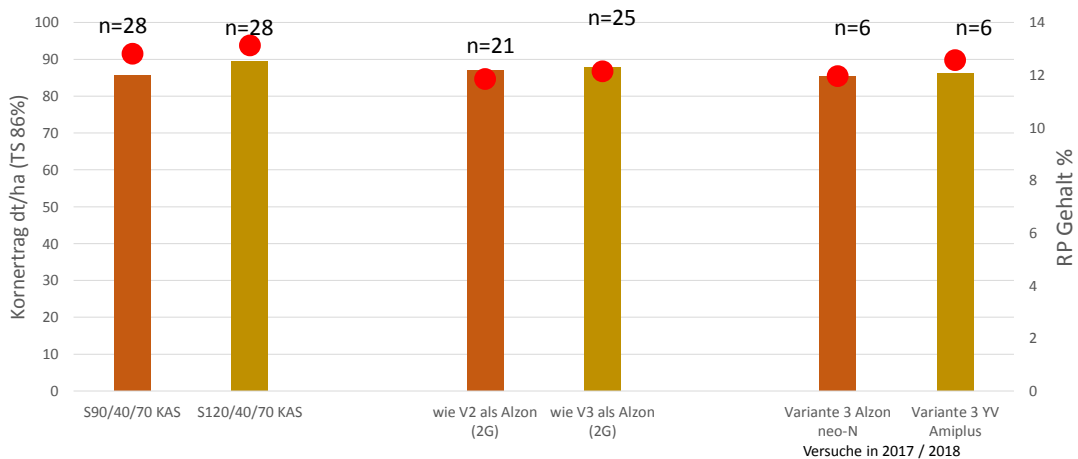
## Wie wirkt sich eine Cultan Düngung auf Ertrag und Qualität aus?



[www.LLH.hessen.de](http://www.LLH.hessen.de)

Kompetenz für Landwirtschaft und Gartenbau 

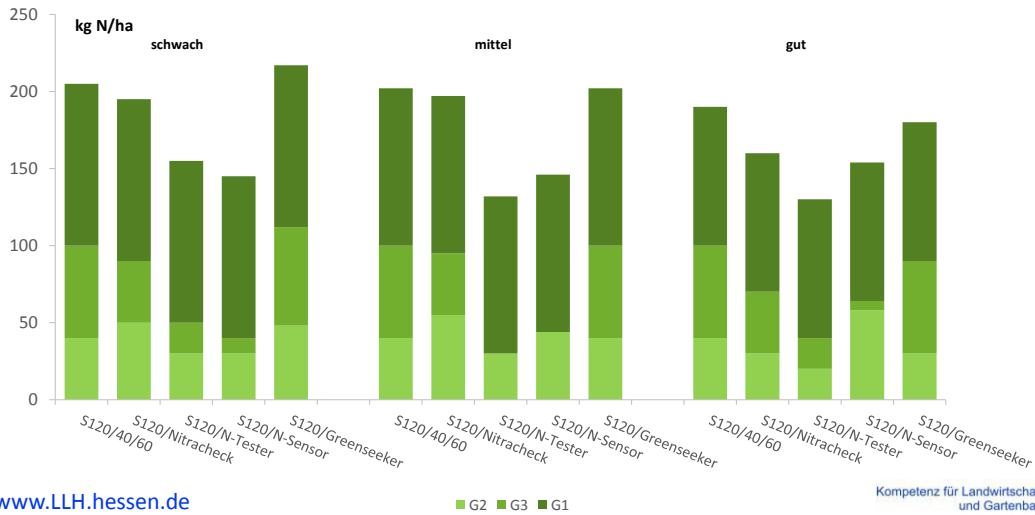
## Wie wirkt sich die Zugabe von stabilisierten Düngern auf Ertrag und Qualität aus?



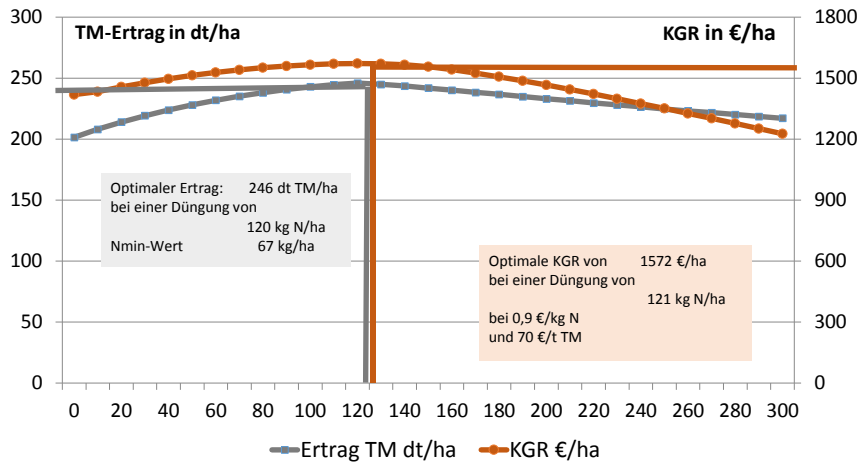
[www.LLH.hessen.de](http://www.LLH.hessen.de)

Kompetenz für Landwirtschaft und Gartenbau  Versuche in 2017 / 2018

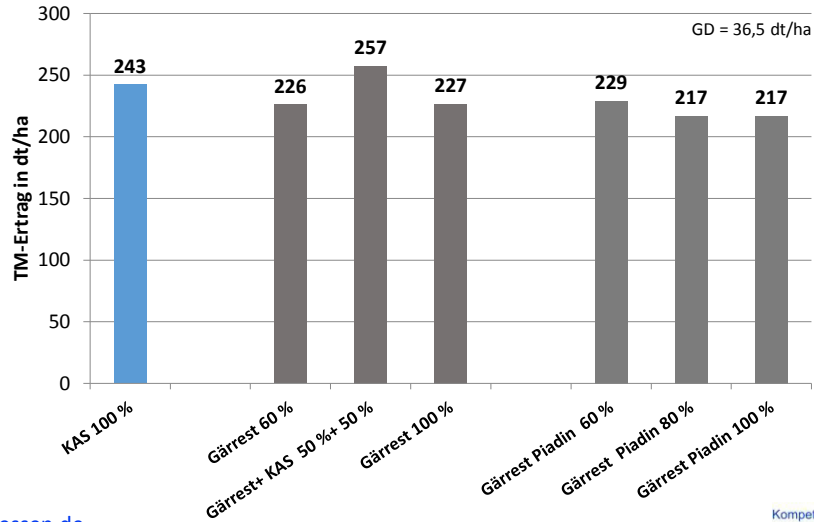
Vergleich der Sensor-N-Düngungsempfehlungen zur Standard-Weizen Düngung auf 3 verschiedenen Standortbereichen eines Schlags



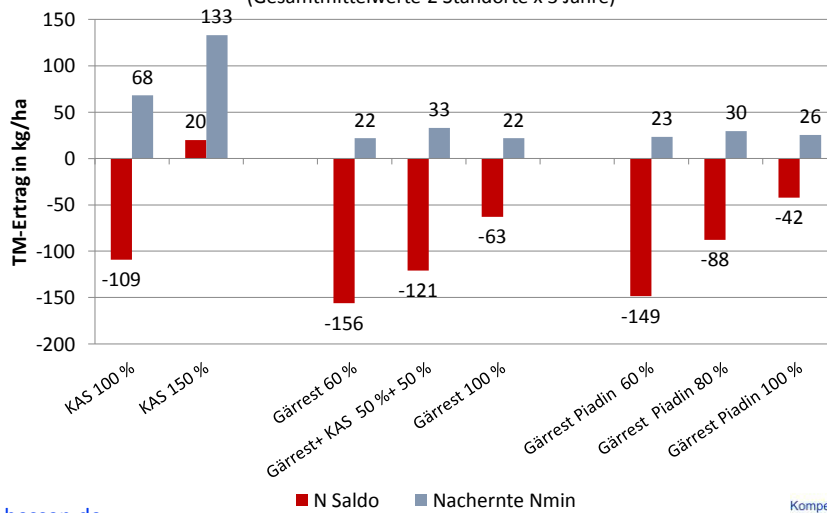
Berechnete Entwicklung des Silomais TM Ertrages und des korrigierte Geldrohertrages in Abhängigkeit der Düngungshöhe (n=6)



Einfluss unterschiedlich gestalteter Gärrestdüngung auf den Silomaisertrag im Vergleich zu mineralischer N-Düngung (Gesamtmittelwerte 2 Standorte x 3 Jahre)



Einfluss unterschiedlich gestalteter Gärrestdüngung auf den N Saldo und Nachernte  $N_{min}$  im Vergleich zu mineralischer N-Düngung (Gesamtmittelwerte 2 Standorte x 3 Jahre)



## Ausblick auf die kommenden 10 Jahre

- Umweltaspekte (Stichwort: Biodiversität, Nährstoffsalden) werden in der Zukunft eine größere Rolle spielen
- Gesetzliche Vorgaben werden eine größere Rolle spielen
- Notwendigkeit der verbesserten Nutzungseffizienz nimmt zu
- Strukturwandel wird hierdurch verstärkt
- Anwendungstechnik wird zielgerichteter (Sensortechnik, Applikationstechnik)
- Entscheidungshilfen werden benötigt und entwickelt (der Weg vom Infrarotmesswert, Vegetationsindex NDVI bis zur Düngeempfehlung)
- mineralische und organische Dünger erfahren einen weiteren Wertschöpfungsschritt (stabilisierte Formen, Aufbereitung organischer Dünger)



## 6. Posterbeiträge

### 6.1. Bodenbiologische Ergebnisse aus einem Dauerextensivierungsversuch



## Einfluss der Faktoren Stickstoffsteigerung und Pflanzenschutzmitteleinsatz auf die Bodenfauna in einem Dauerfeldversuch



D. Koch<sup>1</sup>, M. E. Goebel<sup>1</sup>, F. Jacobi<sup>2</sup> und W. Zerr<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH), Kassel <sup>2</sup> Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LLH), Bad Hersfeld



### 1. Einleitung

Bekannt ist, dass Regenwurmpopulationen durch vor allem Bearbeitungssysteme, wie vornehmlich den Pflug, teilweise stark dezimiert werden können (EHRMANN 2015). Ein Zusammenhang zwischen einer Intensivierung (also eines gesteigerten Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes) und einem Rückgang von diversen höheren Pflanzen- und auch Tierarten (Säuger, Vögel) in der Agrarlandschaft wird in vielen empirischen Untersuchungen gefunden (DÖRING et al. 2017). Über die Auswirkungen gängiger Mineraldüngungsmaßnahmen kombiniert mit einem im konventionellen Ackerbau üblichem Pflanzenschutzmitteleinsatz auf das eher versteckte Leben unterhalb der Bodenoberfläche hingegen ist insgesamt deutlich weniger bekannt.

In einem exakten Parzellenversuch des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen (LLH) bei Niederlistingen wird seit mehr als 25 Jahren eine Extensivierung mit unterschiedlichen Düngungsstufen und Pflanzenschutzintensitäten aufrechterhalten. Ziel dieser Untersuchung ist es nun, eventuelle Unterschiede in der Besiedelung zwischen den in den Versuch mit eingeschlossenen Behandlungsvarianten durch Bodenorganismen festzustellen und weiterhin zu bewerten, ob etwaige Unterschiede gegebenenfalls mit der Düngung sowie dem langjährigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Verbindung gebracht werden können.

### 2. Material und Methoden

#### 2.1 Versuchsdesign

Aus fünf Stickstoffdüngungsstufen (N) sowie dem zweistufigen Faktor Pflanzenschutz (PS), in jeweils vierfacher Wiederholung, ergibt sich ein Versuchsdesign, das insgesamt 40 Versuchspartellen (10 \* 5 m = 50 m<sup>2</sup> je Parzelle) umfasst (siehe **Tab. 1**). Der Versuch wurde randomisiert angelegt und seit 1991 als statischer Dauerversuch geführt. Das Düngeoptymum war jeweils fruchtartspezifisch. Im Versuchsjahr 2016 wurde Winterweizen angebaut. Es ergab sich in diesem Jahr keine Differenzierung durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Von einer Akkumulation von Pflanzenschutzmittelrückständen in den Parzellen in denen nunmehr genau ein viertel Jahrhundert Fungizide und Insektizide nach Bedarf eingesetzt wurden, ist jedoch sicher auszugehen. Die Fruchtfolge auf dem Praxisschlag war in aller Regel dreigliedrig: (1) Winterraps, (2) Winterweizen, (3) Wintergerste.

Tab. 1. Variantenplan

Ohne Pflanzenschutz (Herbizide erlaubt)	
Var. 1	Ohne Stickstoffdüngung
Var. 2	50 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums
Var. 3	75 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums
Var. 4	100 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums
Var. 5	130 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums
Pflanzenschutz nach Bedarf (Fungizide, Insektizide)	
Var. 6	Ohne Stickstoffdüngung
Var. 7	50 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums
Var. 8	75 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums
Var. 9	100 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums
Var. 10	130 % des fruchtartspezifischen Stickstoffoptimums

#### 2.2 Bodenbiologie

**Arthropoda (Gliederfüßer) und Annelida (Ringelwürmer)**

Die Bodenprobenahme wurde am 18.10.2016 durchgeführt (in 0 - 10 cm). Der Probenumfang betrug ca. 200 cm<sup>3</sup> (Varianten 1 - 5). Parallel wurde eine gestörte Probe zur bodenphysikalischen Untersuchung entnommen. Nach dem Transfer der Proben in das Labor (LHL) erfolgte die Bestimmung der Trockensubstanz anhand der Parallelprobe. An den bodenbiologischen Proben wurde eine thermische Austreibung nach 10-tägiger Inkubation bei 55 °C durchgeführt. Anschließend wurden die Individuen unter dem Mikroskop ausgezählt. Über eine mittlere Lagerungsdichte von 1,4 wurden die Populationszahlen je m<sup>2</sup> in 0 - 10 cm Tiefe errechnet.

**Lumbricidae (Regenwürmer)**

Die Probenahme, zu welcher Metallringe mit einem Durchmesser von 45 cm in den Boden eingetrieben wurden, fand ebenfalls am 18.10.2016 statt. Über die Grundfläche der durch den Ring abgesteckten Bodenoberfläche sickerte 0,1%ige (v/v) Formalinlösung ein. Die mit Hilfe des Austreibungsmittels an die Oberfläche kommenden Regenwürmer wurden abgesammelt und in Ethanol konserviert (und aufgrund geringer Fangraten Einzelproben zu einer Sammelprobe je Variante vereinigt). Das Alterstadium der Tiere sowie deren Biomasse wurden schließlich im Labor bestimmt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Arthropoden und Anneliden

Folgende Articulata (Gliederfüßer) wurden auf Familienniveau bestimmt, wobei viele der gefundenen Familien zur Klasse der Collembola (Springschwänze) gehören: Enchytraeidae (Klasse der Gürtelwürmer, Clitellata im Stamm der Ringelwürmer, Annelida, genau wie die Lumbricidae), Entomobryidae, Isotomidae, Julidae (Klasse der Doppelfüßer, Diplopoda), Lithobiidae, Onychiuridae, Poduridae, Polydesmidae und Sminthuridae. Weiterhin wurden noch viele Individuen der Unterklasse Acari (Milben) vorgefunden. Die Organismengruppen, welche in größerem Umfang im Boden gefunden wurden waren namentlich Isotomidae, Onychiuridae, Poduridae und Acari. Für all diese Gruppen konnte in der Tendenz ein Anstieg der Populationsstärke mit zunehmender Düngungsintensität beobachtet werden (siehe **Abb. 1**). Aufgrund einer oft größeren Streuung sowie teilweise gar keiner Funde in vielen Wiederholungen, ließen sich signifikante Unterschiede allerdings nur gesichert für die Familie der Poduridae feststellen (siehe **Abb. 2**).

#### 3.2 Lumbriciden

Die Anzahl aufgefundener, vor allem adulter, Lumbriciden war relativ gering. Zum Zeitpunkt der Probenahme wurden vornehmlich juvenile Tiere erfasst. Die Verteilung der Gesamtmasse der juvenilen und adulten Tiere über die Varianten ohne Pflanzenschutz zeigte einen Gipfel bei optimaler Düngung, für die Varianten mit Pflanzenschutz hingegen wurden ansteigende Populationsumfänge (gefasst über die absolute Masse) mit zunehmender Düngung ermittelt (siehe **Abb. 3**).

Insgesamt lässt sich eine höhere Zahl an gefundenen Organismen mit steigender Stickstoffdüngungsintensität wohl am naheliegendsten mit einer Verbesserung der Nahrungsgrundlage erklären.

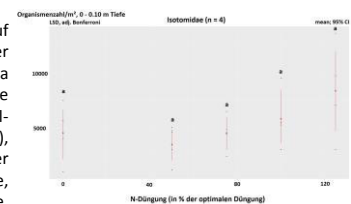


Abb. 1. Abundanz der Isotomidae (Gleichringler)

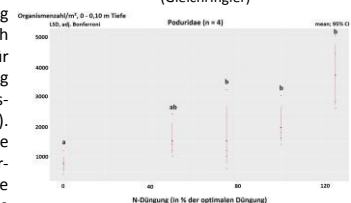


Abb. 2. Abundanz der Poduridae (Wasserspringschwänze)

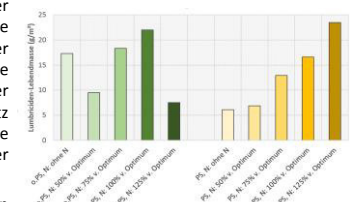


Abb. 3. Biomasse der Lumbricidae (Regenwürmer)

### 4. Zusammenfassung

Die Artenzusammensetzung der Bodenmesofauna wurde bei Wahl dieses Ansatzes durch eine Stickstoffsteigerung nicht wesentlich alterniert gefunden. Hingegen wurde bei steigender Stickstoffdüngungsintensität ein Anstieg der Organismenzahlen statistisch gesichert für die Gruppe der Poduridae gefunden. In den Varianten mit Pflanzenschutz und optimaler beziehungsweise überoptimaler Stickstoffdüngung wurden gemessen am Lebendgewicht ebenfalls mehr Lumbriciden gefunden. Dieser klare ansteigende Trend zeigt sich bei den fünf Varianten ohne Pflanzenschutz hingegen in dieser Weise nicht. Insgesamt wäre eine abermalige Probenahme sinnvoll, um gefundene Trends kritisch zu überprüfen. Ein anderer Zeitpunkt oder auch ein Methodenwechsel bei der Probenahme könnte weiterhin zu höheren Fangraten bei den adulten Lumbriciden führen, sodass diese auch auf Artniveau bestimmt werden könnten.

Ehrmann, O. (2015): Untersuchung von Regenwürmern und Regenwurmröhren am Standort Dossenheim des Systemvergleichs Bodenbearbeitung. Im Auftrag des LTZ Augustenberg.  
Döring, T. F. (2017): Im Spannungsfeld zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Naturschutz. Conference paper, VDLUFA.

## 6.2. Bodenbiologische und bodenphysikalische Ergebnisse aus einem Dauerbodenbearbeitungsversuch

Landesbetrieb  
Landwirtschaft  
Hessen  
Landesbetrieb  
Hessisches  
Landeslabor

### Bodenbearbeitungsversuch

- bodenphysikalische und bodenbiologische Parameter

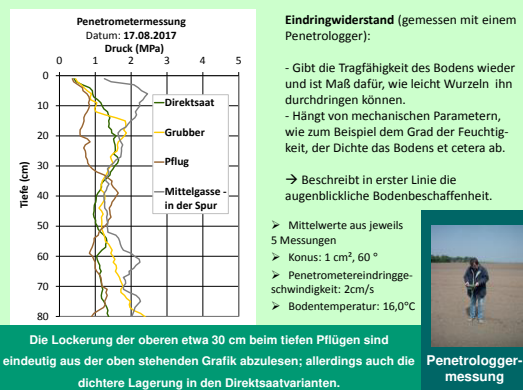
Dierk Koch, Dr. Fabian Jacobi, Daniel Zimmermann, Manfred Kirchner, Maria Elisabeth Goebel und Walter Zerr



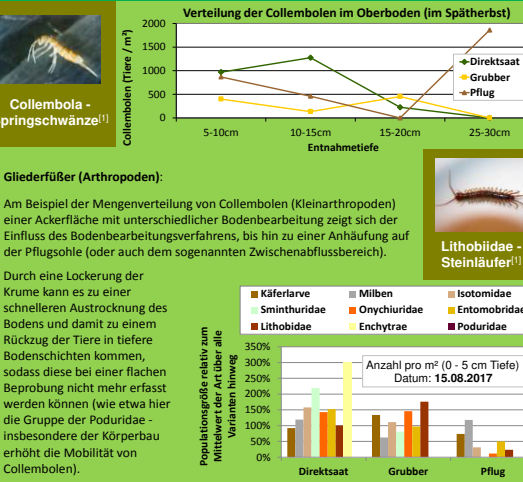
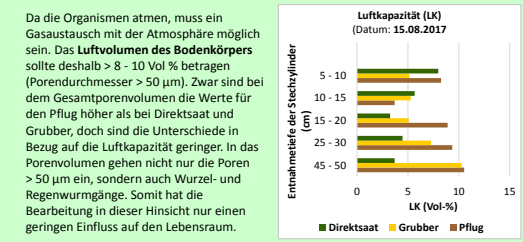
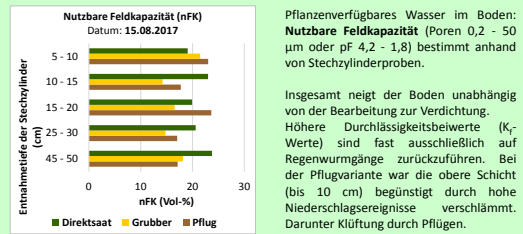
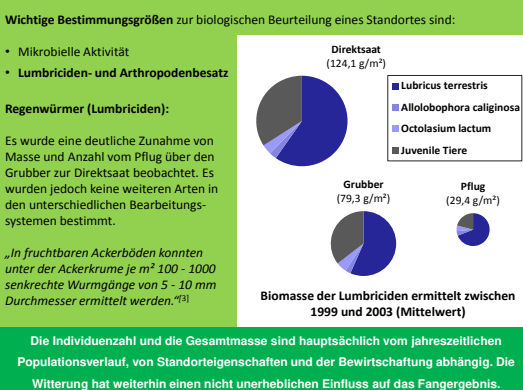
Auf einer Demonstrationsfläche mit unterschiedlicher Bodenbearbeitung wurden neben physikalischen Untersuchungen auch biologische Parameter bestimmt. Der genannte streifenförmig angelegte Dauerversuch mit den drei Behandlungsvarianten **Direktsaat**, **Mulchsaat/Grubber** und **Pflugeinsatz** liegt in **Willershausen** (Werra-Meißner-Kreis) und wird bis heute von Manfred Kirchner betreut. Bei dem Boden am Standort handelt es sich um kalkhaltigen Löss.

Lebensraum für **Bodenorganismen** sind die organische Bodenaufgaben, sowie Gänge, Risse und Poren im Boden selbst. Sie erfüllen hierbei wichtige Ökosystem- und „Dienstleistungsfunktionen“ für den Landwirt: Wie Lockerung und Durchmischung (Bioturbation), Verbesserung der Bodenstruktur und natürlich Nährstoffzyklisierung. **Ein bodenbiologisch, aber auch bodenphysikalisch guter Zustand des Ackerbodens ist die Grundlage für ein gesundes Pflanzenwachstum und stabile Erträge.**

#### Bodenphysikalische Untersuchungsergebnisse



#### Bodenbiologische Untersuchungsergebnisse



**Ansprechpartner:**  
Maria E. Goebel  
LLH Standort KS-Harleshausen  
0561 / 9 888 - 441  
maria.goebel@llh.hessen.de



---

### **6.3. Klimawandel und Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft**

Die Auswirkungen des Klimawandels werden zunehmend spürbar. Die Durchschnittstemperatur steigt, die Winter werden milder und Hitzeperioden in den Sommermonaten häufiger. Zwar nimmt die jährliche Niederschlagsmenge tendenziell zu, jedoch verteilt sie sich eher in das Winterhalbjahr. In der Vegetationszeit ist mit längeren Trockenphasen bei häufigeren Starkniederschlagsereignissen zu rechnen. In Verbindung mit steigenden Lufttemperaturen kann dies in Zukunft vermehrt zu einer negativen Wasserbilanz während der Vegetationsperiode führen. Gerade in diesem Jahr sind die direkten Auswirkungen auf die Landwirtschaft besonders spürbar. Laut Deutschem Wetterdienst ist die Vegetationsperiode 2018 (April bis Oktober) die wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.

Zukünftig wird sowohl im Pflanzenbau als auch in der Tierhaltung die Entwicklung von Anpassungsstrategien an die sich verändernden klimatischen Bedingungen eine zentrale Rolle im Management landwirtschaftlicher Betriebe einnehmen.

Ein Anpassungsbedarf zur Risikominderung besteht zum Beispiel im Hinblick auf zunehmenden Hitzestress bei Nutztieren oder größere Ertragsausfälle bei längeren Trockenperioden. Weiterhin ist durch die ansteigenden Temperaturen mit einer Zunahme des Schädlingsdrucks (häufigere Vermehrungszyklen) sowie mit einer Zuwanderung neuer wärmeliebender Insekten und Schadpflanzen zu rechnen. Zudem können sich bei geringer Bodenfeuchte Unsicherheiten bei der Anwendung von Bodenherbiziden ergeben.

Um die Ertragsstabilität zu sichern wird die Anpassung bestehender aber auch die Entwicklung neuer Anbauverfahren zukünftig eine stärkere Bedeutung einnehmen. Die Fruchtfolgegestaltung, d.h. die Anpassung des Fruchtartenspektrums, kann dazu beitragen, das Risiko von Ertragsausfällen zu verringern und die Ausschöpfung des standortspezifischen Ertragspotenzials zu erhöhen. Dahingehende Maßnahmen sind beispielsweise die Etablierung wärmeliebender Arten (z.B. Sorghum oder Soja), der vermehrte Anbau wassereffizienter Kulturen oder die Integration von Kulturen, welche die Bodenstruktur verbessern.

Die erwarteten Klimaveränderungen bieten aber gleichzeitig auch Chancen für die Landwirtschaft. Ein Beispiel ist die Nutzung der verlängerten Vegetationsperiode durch Zweitkulturanbau (unter der Voraussetzung ausreichender Wasserversorgung) oder der Anbau von Winterformen heimischer Leguminosen aufgrund milderer Winter.

Eine wassersparende und standortgerechte Bodenbearbeitung ist in diesem Zusammenhang auch als Anpassungsmöglichkeit zu nennen. Weiterhin sorgt der Anbau von Zwischenfrüchten für eine ganzjährige Begrünung, wodurch der Humusaufbau und somit die Wasserhaltefähigkeit des Bodens gefördert wird. Ebenfalls wird dadurch der  $\text{NO}_3$ -Ausstrag verringert und der Boden vor Erosion geschützt.

#### **Klimaschutz in der Landwirtschaft**

Die Eindämmung der Folgen des Klimawandels durch geeignete Klimaschutz-Maßnahmen ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, bei der auch die landwirtschaftlichen Betriebe gefordert sind. Denn die Landwirtschaft ist nicht nur direkt von den Folgen des Klimawandels betroffen, sondern in vielen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion werden nicht unerhebliche Mengen klimarelevanter Treibhausgase freigesetzt. Den größten Teil bilden dabei Methan ( $\text{CH}_4$ ) sowie Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), welche vor allem in der Tierhaltung beziehungsweise der Stickstoffdüngung anfallen.

---

Neben den direkten Treibhausgasen werden durch den Energieverbrauch, z. B. bei der Herstellung von Stickstoffdünger, auch indirekt Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> frei, die der landwirtschaftlichen Produktion zugerechnet werden müssen.

Die Landwirtschaft hat aber auch großes Potential CO<sub>2</sub> zu speichern und damit einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Ziel im Management landwirtschaftlicher Betriebe wird sein, durch betriebsindividuelle Maßnahmen den weiteren Anstieg von produktionsbedingten Treibhausgasemissionen zu minimieren, um so den Klimawandel nicht weiter zu beschleunigen und seine negativen Effekte möglichst gering zu halten.

Unabhängig von der Betriebsform und der Produktionsausrichtung bestehen verschiedene Handlungsfelder, die zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen:

**Sicherung von Erträgen und Tierleistungen:**

- Senkung von produktbezogenen Emissionen durch Ertrags- bzw. Leistungssteigerung und -sicherung

**Verbesserung der Stickstoffausnutzung:**

- In der pflanzlichen Produktion stellen Lachgasemissionen infolge der N-Düngung die Hauptquelle für Treibhausgasemissionen dar
- Eine bessere am Bedarf der Pflanze ausgerichtete N-Versorgung kann Stickstoffverluste vermeiden
- Minderung der Treibhausgasemissionen während der Wirtschaftsdüngerlagerung und emissionsarme Ausbringtechnik

**CO<sub>2</sub>-Speicherung durch den Erhalt und den Aufbau von Humus:**

- Führt gleichzeitig zu einer Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und der Wasserspeicherkapazität

**Verringerung des Energieaufwandes in den Produktionsverfahren**

- Einsparung im Diesel- oder Stromverbrauch
- Alternative Heiz- oder Kühlformen
- Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen

Dies soll nur einen kleinen Überblick geben, welche Möglichkeiten zur Reduzierung der Treibhausgase in der Landwirtschaft bestehen.

Auch der LLH wird sich zukünftig noch intensiver, im Rahmen eines neuen Beratungsangebotes, diesem Themenkomplex widmen. Für weitergehende Informationen oder bei Fragen zu betriebsindividuellen und ökonomisch sinnvollen Maßnahmen zur weiteren Optimierung Ihrer betrieblichen Klimabilanz stehen Ihnen **Marcel Phieler** (LLH Bad Hersfeld, Tel.: 06621 9228894) und **Lisa Fröhlich** (LLH Marburg, Tel.: 06421 4056108) gerne zur Verfügung.

## 6.4. Sorghumhirsen (*Sorghum bicolor*) lockern Biogasfruchtfolgen auf und nutzen der Insektenwelt! Das SoNaBi-Projekt!

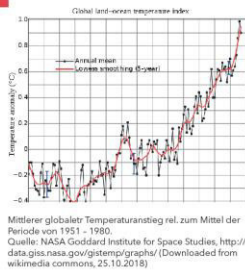
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen



### Sorghumhirsen (*Sorghum bicolor*) lockern Biogasfruchtfolgen auf und nutzen der Insektenwelt! Das SoNaBi-Projekt!

Siede R.<sup>1</sup>, Eickhoff B.<sup>2</sup>, Windpassinger S.<sup>3</sup>, Büchler R.<sup>1</sup>

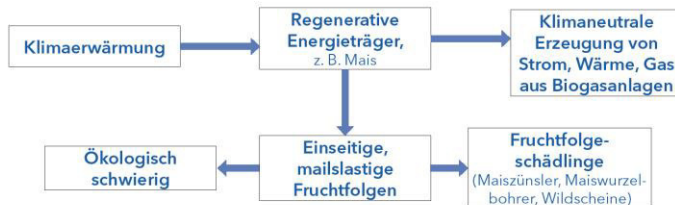
<sup>1</sup> Bienninstitut Kirchhain, LLH, D-35274 Kirchhain, <sup>2</sup> LOEWE Zentrum für Insektenbiotechnologie & Bioressourcen D-35394 Gießen, <sup>3</sup> Department of Plant Breeding, JLU, D-35392 Gießen  
Und NPZ Innovation GmbH Hohenlieth, D-24363 Holtsee



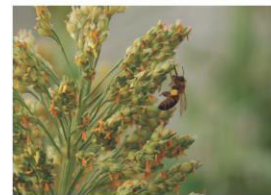
#### Warum Sorghum?

Der Klimawandel bedroht uns akut. Nachwachsende Rohstoffe als weitgehend klimaneutrale Energieträger können die globale Erwärmung verlangsamen. Mais ist heute das wichtigste Substrat für den Betrieb von Biogasanlagen. Jedoch ist in ökologischer und pflanzenbaulicher Hinsicht ein hoher Maisanteil in der Fruchtfolge problematisch. Sorghum bietet die Chance, Biogasfruchtfolgen aufzulockern. Dafür bedarf es moderner, an mitteleuropäische Verhältnisse angepasster Sorghumsorten.

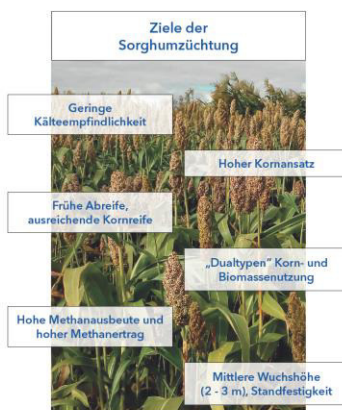
An Sorghumblüten beobachtet man häufig pollen-sammelnde Bienen. Sorghum scheint für Insekten eine wertvolle Pollenquelle zu sein. Das vorliegende Forschungsprojekt mit dem Kürzel „SoNaBi“ verfolgt beide Ziele, leistungsfähige Sorghumsorten bereit-zustellen und deren Wertigkeit als Nahrungsressource für Bienen zu prüfen.



Versuche mit kleinen Bienenvölkern in Flugzellen: Hier können die Bienen nur Sorghum als Pollenquelle nutzen! Vergleichsgruppen (ohne Bild): Zelte mit Mais und Phacelia. Die Völkchen verblieben 10 Wochen in den Zellen. Die Brutmenge wurde wöchentlich gemessen.

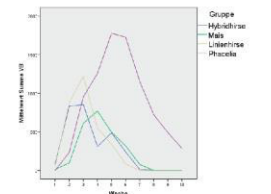


Pollensammelnde Biene an einem Blütenstand von Sorghum bicolor.



#### Sorghumzucht

Neue Sorghumhybriden mit den links genannten Eigenschaften entwickeln die Züchter der Professur für Pflanzenzüchtung der Justus Liebig Universität Gießen, der norddeutschen Pflanzenzüchtung (NPZ Innovation GmbH und NPZ KG) und der Deutschen Saatveredelung AG (DSV). In näherer Zukunft werden leistungsfähige Sorghumsorten aus dem SoNaBi Vorhaben für die Biogaserzeugung verfügbar sein.



Brutleistung der Versuchsvölkchen, die nur Sorghumpollen, nur Maispollen oder nur Phacelapollen gefressen hatten.



Dank: Wir danken dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) für die Förderung des Vorhabens.

Kompetenz für Landwirtschaft und Gartenbau



---

## **6.5. N-Stabilisierung und wurzelnahe Platzierung als innovative Technologien zur Optimierung der Ressourceneffizienz bei der Harnstoff-Düngung (“StaPlaRes“)**

Harnstoff ist mit Abstand der weltweit bedeutendste Stickstoff-Dünger. Er vereint einen sehr hohen N-Gehalt mit einer hohen Anwendungssicherheit. Harnstoff besitzt zwar im Hinblick auf Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) auf vielen Standorten ein höheres Verlustpotenzial als andere N-Formen, ermöglicht aber auch eine Optimierung von Pflanzenentwicklung und Dünger-N-Effizienz über eine gezielte Regulation der mikrobiellen N-Umsetzung im Boden. Das F&E-Vorhaben “StaPlaRes“ stellt mit dem kombinierten Einsatz von Urease- und Nitrifikationsinhibitoren (UI+NI) sowie der wurzelnahen Platzierung des Düngers im Side-Dressing-Verfahren zwei für den Harnstoff-Einsatz häufig empfohlene Maßnahmen zur  $\text{NH}_3$ -Emissionsminderung in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Betrachtung.

Geprüft werden die Technologien in drei Fruchtfolge-Feldversuchen, ergänzt durch Labor-, Gewächshaus- und weitere Freilandversuche. Zentrales Anliegen des F&E-Vorhabens sind die Steigerung von Erträgen und Dünger-Effizienz sowie die Minderung von N-Verlusten. Die Bewertung der Technologien basiert auf Analysen der Bestandsentwicklung und der Erträge, der NUE-Berechnung, der Quantifizierung von Lachgas- und Ammoniakemissionen im Feldversuch, der Analyse von N-Verlustpotenzialen über die Pfade Ammoniakfreisetzung, Denitrifikation und Nitrat Auswaschung, verbunden mit der modellgestützten Ableitung von Emissionsfaktoren und einem Life Cycle Assessment. Auf Basis der experimentellen Ergebnisse werden Möglichkeiten der wirtschaftlichen Verwertung und des Wissenstransfers geprüft und umgesetzt. Die Potenziale der geprüften Technologien und Verfahren sollen zeitnah für die landwirtschaftliche Praxis nutzbar gemacht werden.

Die bisherigen Ergebnisse weisen zahlreiche erfolgversprechende Ansätze im Hinblick auf den Umwelt- und Ressourcenschutz und bei der Steigerung der Dünger-N-Effizienz aus: So wurden die bereits auf niedrigem Niveau liegenden  $\text{NH}_3$ -Emissionen nach praxisüblicher Harnstoff-Düngung durch den UI+NI-Einsatz generell und durch die wurzelnahe Platzierung in den meisten Fällen signifikant gemindert. Unter starken Auswaschungs- und  $\text{NH}_3$ -Verlustbedingungen erreichen die innovativen Verfahren Platzierung und N-Stabilisierung signifikant höhere Erträge und N-Entzüge als das Standardverfahren. Vor allem der kombinierte Einsatz von UI+NI ermöglicht eine signifikante N-Verlustminderung über alle relevanten Verlustpfade ohne Gefahr einer Verlustverlagerung (pollution swapping). Erste Ergebnisse aus einem Lysimeterversuch des sächsischen LfULG zeigen auf verschiedenen Böden signifikant positive Ertragseffekte und tendenziell auswaschungsmindernde Effekte durch die UI+NI-Kombination. Diese Vorteilswirkung war sowohl bei konventioneller als auch bei pflugloser Bodenbearbeitung zu erkennen.

Umfangreiche agrarmeteorologische Analysen und Prognosen für die untersuchten Standorte erlauben eine Ableitung spezifischer Düngestrategien. Diese sollen dazu beitragen, die potenziellen Vorteile der im Projekt “StaPlaRes“ geprüften Innovationen optimal wirksam werden zu lassen. Entsprechende Anwendungsempfehlungen werden abgeleitet und sukzessive in die landwirtschaftliche Praxis überführt.

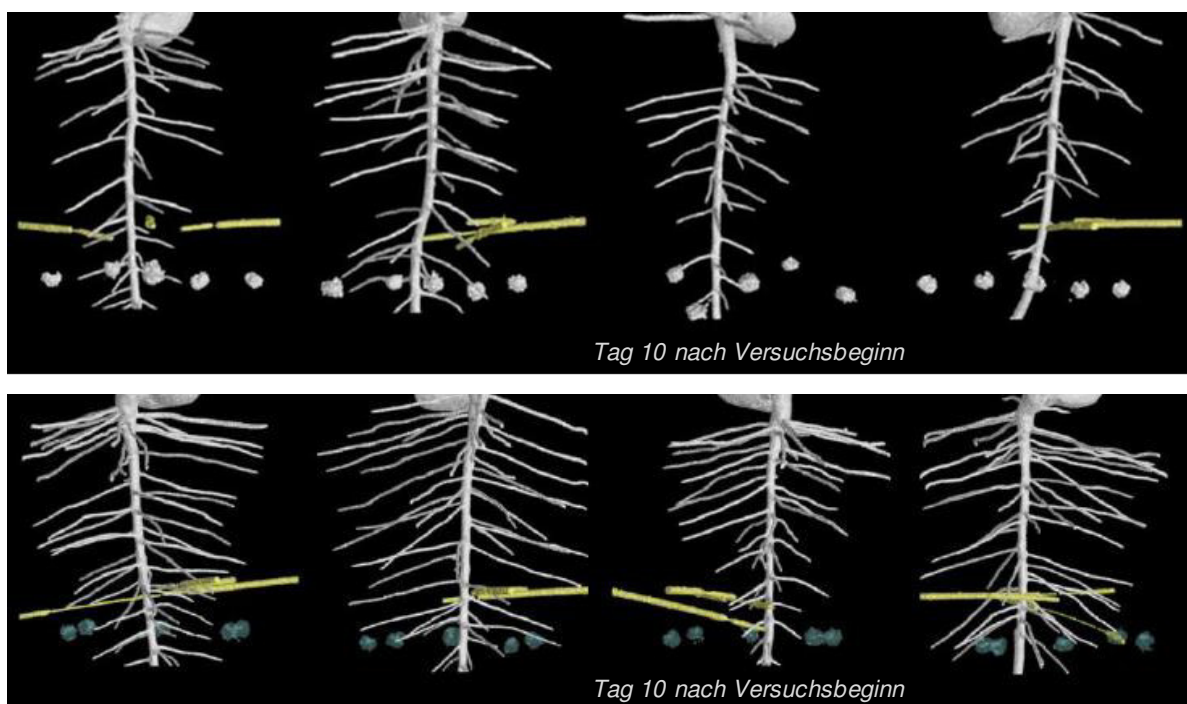
### **Poster: Ammoniumbetonte Pflanzenernährung und Wurzelwachstum**

Die Entwicklung des Wurzelsystems ist essenziell für die Entwicklung der gesamten Pflanze. Schon seit Langem ist bekannt, dass die Nährstoffversorgung und insbesondere die N-Versorgung das Wurzelwachstum positiv beeinflussen können. Bei der Regulation des pflanzlichen Wachstums spielen biochemische Signale durch Phytohormone eine zentrale Rolle. Zahlreiche Studien zeigen, dass auch die N-Form einen Einfluss auf das

---

Wurzelwachstum hat. Beispielsweise wird durch eine ammoniumbetonte Ernährung die verstärkte Bildung von Seitenwurzeln gefördert, wodurch Wasser- und Nährstoffaufnahme verbessert werden kann.

Obwohl die Wurzel entscheidend für das Wachstum der gesamten Pflanze ist, wird das Wurzelsystem in praxisnahen Studien nur selten untersucht. Die Standardmethoden dafür sind sehr zeitaufwendig und destruktiv. Je nach Fragestellung kommen verschiedene Methoden zum Einsatz, mit denen Merkmale wie Wurzellänge, Anzahl und Länge der Seitenwurzeln oder Wurzeloberfläche gemessen werden. Mit innovativen Verfahren, z.B. der Computertomografie, gelingt es heute, räumliche und zeitliche Veränderungen des Wurzelwachstums in-situ detailliert abzubilden. Dadurch eröffnen sich neue Möglichkeiten, die Wirkung einer ammoniumbetonten Ernährung zu untersuchen und Vorteilseffekte aufzuzeigen.



*Einsatz von Harnstoff (oben) und Harnstoff plus Nitrifikationsinhibitor (unten): Effekte auf das Wurzelwachstum; Ergebnis einer Forschungskoooperation zwischen UFZ und SKWP; 2017*

Die Anwendungsforschung der SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH (SKWP) arbeitet zu dieser Thematik eng mit renommierten Forschungseinrichtungen zusammen. Ziel ist die schrittweise und dabei immer umsetzungsorientierte Ermittlung von Zusammenhängen und Anwendungsvorteilen. Am Anfang steht der standardisierte Laborversuch; über den Erfolg aber entscheidet letztlich der Effekt auf dem Feld unter Praxisbedingungen.

In einem Forschungsvorhaben in Kooperation mit dem Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ) konnte kürzlich nachgewiesen werden, dass ammoniumbetonte Ernährung im Jugendstadium zu einer schnelleren und vermehrten Ausbildung von Seitenwurzeln führt. Diese Förderung des Wurzelwachstums könnte zu mehr Stresstoleranz in Trockenperioden, zu einer verstärkten Nährstoffaufnahme und damit zu einer verbesserten Etablierung der Bestände unter schwierigen Umweltbedingungen beitragen.

---

## 6.6. Solorrow: Einstieg in die Präzisionslandwirtschaft

Mit Solorrow bringen wir ein Produkt in den Ackerbau, das den Herausforderungen der Landwirtschaft in der heutigen Zeit gerecht wird. Eine stetig wachsende Weltpopulation und knapper werdende Ackerflächen erfordern effiziente und gezielte Maßnahmen, um für die Nahrung von Morgen sorgen zu können. Wir nutzen Satellitendaten und künstliche Intelligenz, um tiefe Einblicke in die Landwirtschaft zu gewinnen. So unterstützen wir Landwirte und Unternehmen gleichermaßen dabei fundiertere und präzisere Entscheidungen zu treffen.

### Präzisionslandwirtschaft

Laut Umfrage des Digitalverbands Bitkom wird seit 2016 Smart bzw. Precision Farming von 53% der Landwirte genutzt.<sup>1</sup> Solorrow zielt nun darauf ab, allen Landwirten den Weg in die Präzisionslandwirtschaft zu ebnet! Aber was genau ist Präzisionslandwirtschaft? Damit werden Verfahren bezeichnet, die u.a. die Unterschiede des Bodens und der Ertragsfähigkeit innerhalb eines Feldes berücksichtigen und den die Feldarbeiten entsprechend anpassen. Falls Sie Präzisionslandwirtschaft noch nicht für sich entdeckt haben, bieten wir Ihnen eine App, in der Sie sich an die Thematik unkompliziert herantasten und so schnell das ganze Potenzial ihrer Felder ausschöpfen können.

### Funktionen

Mit Solorrow müssen Sie Ihre Feldgrenzen nicht selbst eingeben. Die App ortet Ihren Standort mithilfe von GPS. Von dort aus können Sie Ihr Feld suchen oder Sie geben Ihre Betriebsadresse ein. Im nächsten Schritt tippen Sie auf Ihr Feld und Solorrow erledigt den Rest. Falls Sie mit der vorgeschlagenen Feldgrenze nicht einverstanden sind, haben Sie mehrere Möglichkeiten: Sie können Ihre

Feldgrenzen manuell ändern, eine Korrektur anfragen oder hochladen.

Im nächsten Schritt erstellt Solorrow eine Feldkarte. Aber was genau ist eine Feldkarte? Sie zeigt die verschiedenen Feldzonen mit den unterschiedlichen Wachstumspotenzialen in Ihrem Feld an. Die Einteilung in individuelle Feldzonen, zeigt dabei an, wo Pflanzen eher schlechter und wo sie eher besser gewachsen sind - unabhängig von der angebauten Fruchtart.

Wie das funktioniert? Solorrow verwendet dabei Satellitenbilder zur Analyse Ihrer Schläge! Dabei wertet die App den Durchschnitt der vitalen Biomasse der letzten fünf Jahre aus. Da die Analyse mehrere Anbauzyklen betrachtet, spielt die Fruchtart hierbei keine Rolle. Aus diesen Informationen wird dann die genannte Feldkarte erstellt, die die unterschiedlichen Feldzonen anzeigt.

### Nutzen der Feldkarte

Solorrow ermöglicht Ihnen Ihr Feldpotenzial effizient auszuschöpfen. Anhand der unterschiedlichen Feldzonen können Sie nun Dosierungen von Dünger, Saatgut und Spritzmittel optimal managen. Sie geben einfach die gewünschte Menge, angepasst an die verschiedenen Feldzonen, ein und Solorrow erstellt Ihnen im Anschluss eine ISOBUS-Datei. Sie können auch den Durchschnittswert für den ganzen Schlag und in welchen Prozentstufen sich die Zonen voneinander unterscheiden sollen eingeben. Die App teilt dann genau auf, welche Menge in welcher Zone ausgebracht werden muss, um den gewünschten Durchschnittswert zu erreichen.

---

<sup>1</sup> Sehen Sie hierzu:  
<https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article1>

76062193/Smart-Farming-Kann-die-Digitalisierung-die-Landwirtschaft-retten.html





### Präzision auch ohne ISOBUS

Für alle Landwirte, die keine ISOBUS-fähigen Maschinen nutzen, haben wir zudem ein tolles Tool entwickelt: unseren Fahrmodus! Mithilfe von GPS wird ermittelt, wo im Feld Sie sich gerade befinden. Dabei wird Ihnen angezeigt welche Ausbringungsmenge

Sie für diese Feldzone geplant haben. So können Sie die Menge während der Fahrt anpassen sobald Sie eine andere Feldzone befahren.

### Das App-Abgebot

Solorrow bietet Ihnen zur Basis Version, in der Sie alle Funktionen testen können, auch eine Account Variante. Für nur 0,99 € jährlich haben Sie die Möglichkeit bis zu 500 Schläge abzuspeichern und zu verwalten. Einfach die Solorrow App downloaden im Playstore für iOS oder Android und registrieren. Weiteres auf [www.solorrow.com](http://www.solorrow.com)

### Ihre Erfahrungen bringen uns weiter

Haben Sie Solorrow schon ausprobiert? Falls ja, würden wir uns über Ihr Feedback freuen. Haben Sie Erfahrung mit ähnlichen Apps gesammelt, nutzen Sie teilflächenspezifische Bodenbearbeitung und denken Sie Solorrow ist hilfreich? Über [support@solorrow.com](mailto:support@solorrow.com) können Sie uns gerne eine E-Mail schreiben. Wir bedanken uns!

### Was uns antreibt

Falls Sie sich fragen, was Solorrow eigentlich bedeutet: Solorrow drückt das Morgen in "Mars Zeit" aus. Außerdem steht es für Innovationen, die das Leben von morgen heute schon ermöglichen. Unsere Nahrung zu produzieren ist eines der wertvollsten Aufgaben. Deshalb verdient es unsere Landwirtschaft, dass wir ihr unsere Innovationskraft widmen. Wir freuen uns, dass wir mit Solorrow einen Teil dazu beitragen können.

# 6.7. Erkenntnisse aus der landwirtschaftlichen Analytik in Zusammenarbeit mit dem landwirtschaftlichen Versuchswesen

## Vegetationsversuche zur Aufnahme perfluorierter Tenside (PFT) in landwirtschaftliche Kulturpflanzen

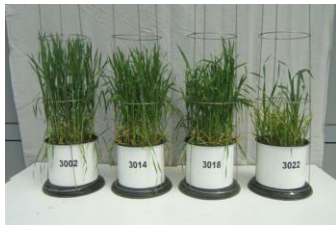
Gemeinschaftsprojekt des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH) und des Landesbetriebs Hessisches Landeslabor (LHL)



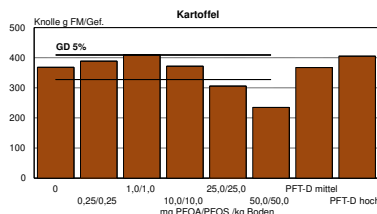
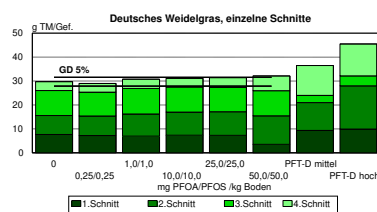
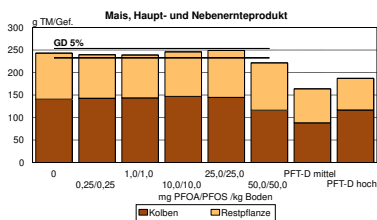
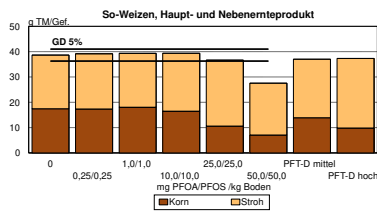
### Varianten:

1. Kontrolle, ohne PFOA/PFOS
2. jeweils 0,25 mg PFOA/PFOS je kg Boden
3. jeweils 1,00 mg PFOA/PFOS je kg Boden
4. jeweils 10,0 mg PFOA/PFOS je kg Boden
5. jeweils 25,0 mg PFOA/PFOS je kg Boden
6. jeweils 50,0 mg PFOA/PFOS je kg Boden
7. PFT-Dünger, Dosierung mittel = 0,0034 mg PFOA, 0,0075 mg PFOS je kg Boden
8. PFT-Dünger, Dosierung hoch = 0,0052 mg PFOA, 0,0113 mg PFOS je kg Boden

### Einfluß gesteigerter PFT-Konzentrationen auf das Erscheinungsbild der Versuchspflanze So-Weizen



### Einfluß gesteigerter PFT-Konzentrationen auf den Ertrag



### Problemstellung

In Nordrhein-Westfalen, aber auch in Nordhessen, wurden im Sommer 2006 Ackerflächen bekannt, aus denen offensichtlich ein Ausstrag von PFT in Oberflächengewässer stattgefunden hatte. Bei der Risikoabschätzung durch die beteiligten Behörden stellte sich zunehmend die Frage nach der Aufnahme der PFT durch Kulturpflanzen. Zu einer ersten Beantwortung dieser Frage beauftragte das Hessische Ministerium für Umwelt, ländliche Räume und Verbraucherschutz (HMULV) die Landesbetriebe „Landwirtschaft Hessen“ und „Hessisches Landeslabor“ mit der Durchführung von Vegetationsversuchen und der Untersuchung der Aufwuchsproben.

In der Vegetationsperiode 2007 wurde dazu ein Versuch in Mitscherlich-Gefäßen unterschiedlicher Größe mit So-Weizen, Hafer, Mais, Kartoffel und Deutschem Weidelgras durchgeführt. Es wurde ein PFT-unbelasteter Boden verwendet, der durch Zugabe wässriger PFT-Lösung auf die nebenstehend genannten Konzentrationen eingestellt wurde. Nach der Ernte wurden jeweils die Haupt- und Nebenenergieprodukte auf ihren PFOA- und PFOS-Gehalt hin untersucht.

### Ergebnisse

- Sommerweizen zeigte beim höchsten Konzentrationsniveau deutlich kleinere Pflanzen, was sich in einem signifikant niedrigeren Ertrag manifestierte.
- Bei gleicher Boden-Konzentration lagen in der Pflanzensubstanz die PFOA-Werte immer höher als die PFOS-Werte, diese Unterschiede sind teilweise erheblich. Eine Ausnahme stellen die Schalen der Kartoffel dar. Hier überwiegen die PFOS-Werte.
- Mit steigender PFT-Konzentration im Boden stieg auch die PFT-Konzentration in der Pflanze. Eine Bilanzierung über absolute PFT-Mengen in Boden- und Pflanzenmatrix konnte nicht vorgenommen werden. Dazu hätten Bodenproben aus allen Gefäßen analysiert werden müssen.
- Im Vergleich der PFT-Gehalte von Korn und Stroh bzw. Kolben und Restpflanze wird deutlich, dass die Aufnahme von PFT wesentlich intensiver ablaufen muss als die innerpflanzliche Umlagerung in die Speicherorgane.
- Davon abweichend ist die Differenzierung zwischen geschälten Kartoffelknollen und der abgetrennten Schale zu werten. In beiden Matrices lagen die Konzentrationen vergleichsweise gering. Wenn dennoch die Schalen höhere Gehalte aufwiesen, so ist nicht zu beurteilen, ob es sich dabei um Aufnahme in das Gewebe oder nur äußerliche Anhaftung in Form einer „Kontaminationskruste“ handelte. Letzteres wäre ein Indiz für eine blockierte Aufnahme.
- Die jeweilige Aufnahme/Verteilung/Einlagerung der beiden Substanzen hängt offensichtlich stark von der eingesetzten landwirtschaftlichen Kulturpflanze ab.
- Ein Übergang von PFOA/PFOS Boden/Pflanze findet bereits bei niedrigen Konzentrationen statt, wie sie beispielsweise in belasteten Böden oder Klärschlamm gefunden werden können. Es muss jedoch angemerkt werden, dass bei bisherigen Bodenuntersuchungen in Hessen nur sehr geringe PFOA-respektive PFOS-Konzentrationen ermittelt wurden und somit ein möglicher Übergang in Kulturpflanzen - im Vergleich zur Versuchsanordnung – vermutlich nur zu sehr geringen Gehalten in der jeweiligen Pflanze führt.
- In den Kontrollvarianten wurden teilweise auch geringe PFOA- und PFOS-Konzentrationen ermittelt. Die Ursachen können nur vermutet werden. Unter Berücksichtigung des Gesamtverfahrens und der hohen Konzentrationen, die mit zunehmender PFOA- und PFOS-Zugabe in den Kulturpflanzen ermittelt wurden, sind diese Werte jedoch vernachlässigbar gering und haben keinerlei Einfluss auf die Aussagekraft der Versuchsanordnung.
- Bei der exemplarischen Untersuchung der PFT-Tiefenverteilung im Boden einer Gefäßvariante (Mais, 50/50) konnte bei PFOA eine Abnahme der Gehalte mit zunehmender Bodentiefe festgestellt werden. Demgegenüber wurde PFOS im Boden der Gefäß nahezu konstant verteilt.
- Die Fragestellung wird durch Versuche mit PFT-belastetem Klärschlamm weiter bearbeitet.

### Übergang von PFOA/PFOS in die Pflanze Konzentrationen im Aufwuchs

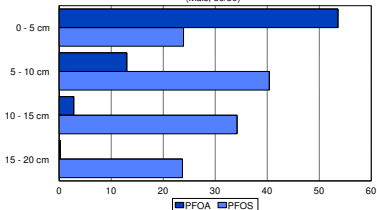
Varianten	So-Weizen			
	PFOA Korn [µg/kg]	PFOS Korn [µg/kg]	PFOA Stroh [µg/kg]	PFOS Stroh [µg/kg]
0 mg/kg	1	0	170	51
0,25 mg/kg	24	0	800	50
1 mg/kg	9	0	1900	270
10 mg/kg	1300	2	42600	9950
25 mg/kg	1340	6	94200	21600
50 mg/kg	1110	34	341000	76900
PFT-D mittel	11	0	400	66
PFT-D hoch	6	0	110	15

Varianten	Mais			
	PFOA Kolben [µg/kg]	PFOS Kolben [µg/kg]	PFOA Restpflanze [µg/kg]	PFOS Restpflanze [µg/kg]
0 mg/kg	17	2	290	66
0,25 mg/kg	54	17	220	56
1 mg/kg	12	1	690	150
10 mg/kg	1200	124	1800	2700
25 mg/kg	960	102	91030	19100
50 mg/kg	1480	124	217000	41400
PFT-D mittel	24	4	1400	180
PFT-D hoch	120	38	400	48

Varianten	PFOA [µg/kg]				PFOS [µg/kg]			
	1.Schnitt	2.Schnitt	3.Schnitt	4.Schnitt	1.Schnitt	2.Schnitt	3.Schnitt	4.Schnitt
0 mg/kg	3	27	7	220	2	20	8	22
0,25 mg/kg	32	550	170	1550	12	67	41	88
1 mg/kg	408	2860	762	7520	120	220	92	470
10 mg/kg	2530	43300	18800	55100	760	6650	2650	42000
25 mg/kg	9230	64300	34900	49300	4030	20700	10260	39000
50 mg/kg	23200	100300	39100	54000	11700	30070	18250	28000
PFT-D mittel	39	82	500	270	9	22	120	40
PFT-D hoch	12	1190	340	63	5	380	18	51

Varianten	PFOA [µg/kg]		PFOS [µg/kg]	
	Knolle o. Schale	Schale	Knolle o. Schale	Schale
0 mg/kg	0	0	0	0
0,25 mg/kg	0	0	2	5
1 mg/kg	0	0	2	13
10 mg/kg	7	7	20	85
25 mg/kg	19	16	41	170
50 mg/kg	52	34	234	590
PFT-D mittel	0	0	6	2
PFT-D hoch	0	0	6	1

### Konzentration von PFOA und PFOS im Boden, Verteilung im Gefäß nach Versuchsende (Mais, 50/50)



Dr. Johannes Heyn  
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, FG 25  
Kölnische Str. 48-50  
34117 Kassel  
E-Mail: johannes.heyn@lh.hessen.de



Dr. Thorsten Stahl und Dr. Sebastian Georgii  
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, FG V.3  
Glarusstr. 6  
65203 Wiesbaden  
E-Mail: thorsten.stahl@lhl.hessen.de  
sebastian.georgii@lhl.hessen.de



## Langzeit-Lysimeterversuch als Modell für den Übergang von anthropogenen Kontaminanten in Pflanzen und in Grundwasser

Thorsten Stahl<sup>1</sup>, Sandy Falk<sup>2</sup>, Sebastian Georgii<sup>2</sup>, Carmen Bernhard<sup>3</sup>,  
Dierk Koch<sup>3</sup>, Hubertus Brunn<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, Am Versuchsfeld 13, 34128 Kassel, <sup>2</sup> Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, Glarusstr. 6, 65203 Wiesbaden  
<sup>3</sup> Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Am Versuchsfeld 11-13, 34128 Kassel, <sup>4</sup> Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, Schubertstr. 60, 35392 Giessen

### Einleitung

Die in den Jahren 1992 bis 1993 gebaute Lysimeter-Anlage besteht aus 32 Edelstahl-Lysimeterbehältern mit jeweils einer quadratischen Oberfläche von 1 m<sup>2</sup> und 1,50 m Bauhöhe. Die Lysimeter enthalten monolithische Bodensäulen vom Typ Parabraunerde aus Löß und sind am unteren Ende mit einem Lochblech versehen, aus dem das Sickerwasser nach natürlicher Beregnung austreten kann. In einem unter der Erdoberfläche liegenden Kontrollgang stehen gläserne Großgefäße (jeweils 60 L Inhalt) zum Auffangen des aus dem Boden austretenden Sickerwassers. Um die in zwei Reihen angeordneten Lysimeter sind sogenannte Simulierbeete angelegt, deren Bewuchs den mikroklimatischen Inseleffekt in den eigentlichen Versuchspartellen verringern soll. Zum Schutz vor Vogelfraß ist die Anlage mit einem engmaschigen Maschendraht überspannt.



Abb. 1: Unterirdischer Teil

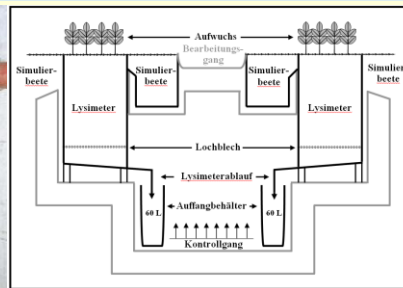


Abb. 2: Schematischer Querschnitt



Abb. 3: Oberirdischer Teil

### Versuchsaufbau und Ergebnisse

Im Jahr 2007 wurde der Boden von vier Lysimetern mit einer wässrigen Lösung (jeweils 25 mg/kg) von zwei perfluorierten Chemikalien (PFC) beaufschlagt, die aufgrund ihrer Persistenz und ihrer anthropogenen Herkunft als „Modellkontaminanten“ dienen bzw. dienen. Über einen Zeitraum von nunmehr 10 Jahren wurde der Aufwuchs der Lysimeter sowie das aus der Anlage austretende Sickerwasser auf die Zielanalyten untersucht (zusätzlich: Beaufschlagung 2015 mit Veterinärantibiotika).

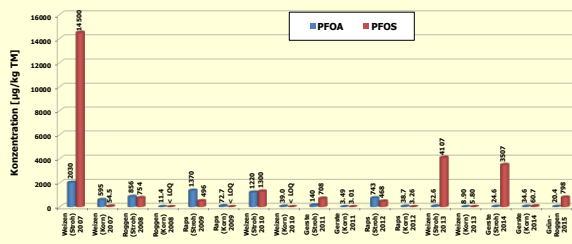


Abb. 4: Ergebnisse Aufwuchs nach Kompartiment und Jahr

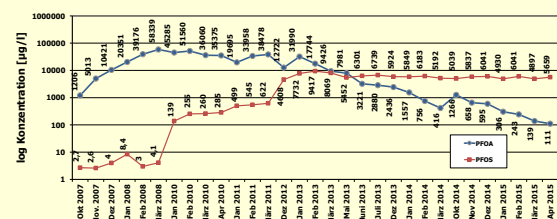


Abb. 5: Ergebnisse Sickerwasser nach Monat und Jahr

### Zusammenfassung

Die vorgenommene Bilanzierung nach zehn Jahren zeigt im Hinblick auf den Aufwuchs und das Lysimetersickerwasser zwei Resultate:

1. Je nach Pflanzenart und der damit verbundenen Durchwurzelung des Bodens werden die beaufschlagten Substanzen unterschiedlich effizient von den Pflanzen aufgenommen und innerhalb der Pflanze verlagert.
2. Nach Niederschlagsereignissen werden die Substanzen in Abhängigkeit von ihrer chemischen Struktur unterschiedlich schnell durch den Bodenhorizont in Richtung des Grundwassers verlagert.

Der durchgeführte Lysimeterversuch ist nach den bislang vorliegenden Ergebnissen sehr gut geeignet, sowohl den Übergang von anthropogenen Kontaminanten in verschiedene Pflanzen sowie Pflanzenkompartimente als auch die mögliche Verlagerung der Substanzen durch den Boden in das Sickerwasser parallel zu untersuchen und dafür belastbare Resultate zu erhalten.



## Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen in Landwirtschaft und Umwelt e. V.

Am Versuchsfeld 11 - 13, 34128 Kassel, Telefon 0561 9888 440, E-Mail: foerdergemeinschaft.kassel@gmx.de,  
Bankverbindung: Kasseler Sparkasse / Kto.-Nr. 203000056 BLZ 520 503 53

Die Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen in Landwirtschaft und Umwelt hat den Zweck:

- Die Forschung, den Fortschritt, die Qualität und umweltrelevante Aspekte in der landwirtschaftlichen Produktion sowie in der Be- und Verarbeitung von Rohstoffen und Nahrungsmitteln zu fördern,
- eine enge Verbindung zwischen den wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen und der Praxis herzustellen,
- die Zusammenarbeit der Fachverwaltung für Landwirtschaft und Gartenbau mit der Praxis, den Verbänden und Organisationen im Agrarsektor zu fördern,
- die Entwicklung spezieller agrikultur-chemischer Methoden und Analysen zu fördern.

Die Mittel hierzu sind:

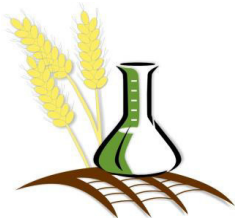
- Die Verbreitung neuer Forschungsergebnisse und technischer Fortschritte in Wort und Schrift,
- Durchführung von Fachtagungen, Besichtigungen sowie Gedankenaustausch jeder Art,
- Zusammenarbeit und Austausch mit fachlichen und wissenschaftlichen Institutionen des In- und Auslandes (z. B. VDLUFA, VLK, DLG u.a.).

Die Fördergemeinschaft wurde 1996 aus der damaligen Hessischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt (HLVA), auch LUFA, heraus gegründet mit dem Ziel, die wissenschaftlichen Arbeiten und insbesondere die Öffentlichkeitsarbeit der Versuchsanstalt zu unterstützen. So ermöglichte die Fördergemeinschaft unter anderem die Herausgabe der Schriftenreihe der HLVA. Mit der Satzungsänderung von 2010 erweiterte die Fördergemeinschaft ihre möglichen Aktivitätsbereiche und sie gewann mit den beiden Landesbetrieben Hessisches Landeslabor (LHL) und Landwirtschaft Hessen (LLH) zwei kompetente Partner, in deren fachlichen Aufgabengebieten sie auch in Zukunft fördernd und koordinierend tätig sein kann.

Mitglieder der Fördergemeinschaft können ihr Fachwissen in Veranstaltungen und Tagungen einbringen, weiterhin nutzt sie ihre Möglichkeiten als Verein, zusammenführend zwischen Wissenschaft, Fachverwaltung und Praxis, den Erfahrungsaustausch und die Wissensvermittlung zu stärken.

In diesem Sinne ist die Fördergemeinschaft aktiv geworden und hat in diesem Jahr eine Vortragsveranstaltung unter dem Titel „Ackerbau 2028 - Wie sieht der Ackerbau der Zukunft aus“ organisiert. Die Veranstaltung wird in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, dem Pflanzenschutzdienst Hessen, dem Landesbetrieb Hessisches Landeslabor sowie weiteren externen Fachleuten, unter anderem von der Georg-August-Universität Göttingen sowie der SKW Piesteritz oder auch der Yara International, durchgeführt.

Die Fördergemeinschaft ist offen für neue Mitglieder, deshalb in den Sie auf der nächsten Seite das Formular für den Aufnahmeantrag. Falls Sie Interesse an einer Mitarbeit haben, füllen Sie diesen bitte aus und senden ihn an den Vorsitzenden.



## Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen in Landwirtschaft und Umwelt e. V.

Am Versuchsfeld 11 - 13, 34128 Kassel, Telefon 0561 9888 440, E-Mail: foerdergemeinschaft.kassel@gmx.de,  
Bankverbindung: Kasseler Sparkasse / Kto.-Nr. 203000056 BLZ 520 503 53

### ANTRAG

Hiermit beantrage/n ich/wir die Mitgliedschaft bei der **Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen in Landwirtschaft und Umwelt e. V.**

Name	Vorname
Straße	PLZ, Ort
Beruf	Gab.-Datum

Telefon (privat)	Telefon (dienstl.)
Telefon (mobil)	Telefax
E-Mail	Internet

Mit der Abbuchung des **Mitgliedsbeitrages von z. Zt. 30,00 Euro/Jahr** von Konto

Kreditinstitut	
Bankleitzahl	Konto-Nummer

erkläre/n ich/wir mich/uns einverstanden.

Diese Ermächtigung erlischt bei Widerruf bzw. Ausscheiden aus dem Verein.

\_\_\_\_\_  
(Ort, Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

Bearbeitungsvermerke der Geschäftsstelle:

1. Vorstandsbeschluss
2. Mitgliederverzeichnis
3. Abbuchung Beiträge
4. Adressaufkleber
5. zdA

#### Datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung:

Mit der Verwendung der oben angegebenen Daten durch die Fördergemeinschaft für Untersuchung, Forschung und Versuchswesen in Landwirtschaft und Umwelt e. V. zum Zwecke der Mitgliederverwaltung etc. erkläre ich mich hiermit einverstanden.

\_\_\_\_\_  
(Ort, Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)



Fördergemeinschaft  
für Untersuchung, Forschung und  
Versuchswesen in Landwirtschaft  
und Umwelt

Am Versuchsfeld 11 - 13

34128 Kassel

Tel.: 0561 988 440

E-Mail: [foerdergemeinschaft.kassel@gmx.de](mailto:foerdergemeinschaft.kassel@gmx.de)

[www.foerdergemeinschaft-kassel.de](http://www.foerdergemeinschaft-kassel.de)

#### Partner der Fördergemeinschaft:



HESSEN  
Regierungspräsidium  
Gießen

Landesbetrieb  
Hessisches  
Landeslabor



Kompetenz für Landwirtschaft  
und Gartenbau

