22. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung

21. November 2013

Kultur- und Kongresshotel Pfiffelbach Apoldaer Straße 4 99510 Pfiffelbach

Vorträge



Impressum

Herausgeber:

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Naumburger Str. 98, 07743 Jena Tel.: 03641 683-0, Fax: 03641 683-390 Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

November 2013

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Eröffnung und Begrüßung
Dr. Armin Vetter
Neue gesetzliche Regelungen im Pflanzenschutz **Reinhard Götz
Ernährungszustand Thüringer Ackerkulturen - Ergebnisse langjähriger Monitoring-Untersuchungen in der Praxis Dr. Wilfried Zorn und Sabine Wagner
Bedeutung der Carboxamide bei der Krankheitsbekämpfung im Getreide Gerhard Schröder und Stefanie Kupfer20
Einfluss von Standort und Bewirtschaftung auf Stickstoffausnutzung und -auswaschung Dr. Steffi Knoblauch
Sortenwahl zur Bekämpfung von Fusarium im Wintergetreide Christian Guddat42
Kann die N-Effizienz im Pflanzenbau verbessert werden? - Ergebnisse aus den Gewässerschutzkooperationen in Nordwest- und Mittelthüringen Dr. Thomas Werner und Hendrik Luck47
Herbizid-Resistenz und Konsequenzen für die Beratung Dr. Dirk Wolber
Dünge- und Humuswirkung von Gärresten Hubert Schröter und Dr. Wilfried Zorn58

Eröffnung und Begrüßung

Dr. Armin Vetter (Stellv. Präsident der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Im Bereich Düngung war das Jahr 2013 wiederum von Diskussionen über die Novellierung der Düngeverordnung geprägt. Wie der landwirtschaftlichen Fachpresse zu entnehmen ist, liegt aber noch kein abschließender Entwurf für die Novelle vor.

Hintergrund für die Novellierung der Verordnung ist die von mehreren Bundesländern angestrebte Verlängerung der Derogationsregelung, die eine N-Zufuhr aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft über die von der EG-Nitratrichtlinie vorgegebenen Grenze von 170 kg N/ha im Mittel des Betriebes hinaus ermöglicht. Bund und Länder befinden sich in der Abstimmung über die richtlinienkonformen Inhalte der Düngeverordnung mit der Europäischen Kommission.

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand wird eine novellierte Düngeverordnung im 2. Halbjahr 2014 verabschiedet und voraussichtlich am 01.01.2015 in Kraft treten. Wichtige Änderungen betreffen die Möglichkeiten der Ausbringung flüssiger organischer Dünger im Herbst auf Ackerland, die nur bei bestehendem N-Düngebedarf der Kulturen zulässig sein wird. Im Wesentlichen betrifft das die Düngung zu Winterraps, Wintergetreide nach Getreide, Feldgras und Zwischenfrüchte. Die Gülleausbringung zur Strohrotteförderung ohne N-Bedarf einer Kultur wird dann nicht mehr möglich sein! Die Konsequenz daraus sind höhere Anforderungen an die Lagerkapazität für flüssige organische Dünger sowie die Notwendigkeit eines umfangreicheren Einsatzes von Gülle und Gärresten im Frühjahr.

Weiterhin sind umfangreichere Aufzeichnungspflichten im Rahmen der N-Düngebedarfsermittlung geplant. Neben dem pflanzenverfügbaren N-Gehalt im Boden (N_{min}) ist die N-Düngebedarfsermittlung schlagweise zu dokumentieren. Die Verordnung gibt dazu die Einführung von detaillierten Vorgaben. Die P-Zufuhr auf hoch bis sehr versorgten Flächen wird voraussichtlich stärker begrenzt als bisher. Auf unterversorgten Flächen bleibt die Möglichkeit einer gezielten P-Aufdüngung bestehen. Der Nährstoffvergleich wird voraussichtlich wie bisher als Feld-Stall-Bilanz mit einer Modifikation zur besseren Bewertung der Futtererträge vorgeschrieben. Inwieweit der zulässige N-Saldo von zurzeit 60 kg N/ha weiter gesenkt wird, ist noch nicht abzusehen. Landwirte mit nachgewiesener Überschreitung der N-Saldenobergrenze sind dazu verpflichtet, an speziellen Weiterbildungsmaßnahmen teilzunehmen und der zuständigen Behörde die betriebliche Düngebedarfsermittlung zur Genehmigung vorzulegen.

Zur nächsten Düngungs- und Pflanzenschutztagung 2014 stehen zu dieser Thematik ausführlichere Informationen zu Verfügung.

Im Bereich Pflanzenschutz setzt sich die Problemdiskussion zu Pflanzenschutzmitteln fort. Als Beispiel sei hier der Wirkstoff Glyphosat genannt. Nachrichten zu Funden von Rückständen von Glyphosat im menschlichen Urin schreckten die Öffentlichkeit auf. Obwohl die festgestellten Werte nach Einschätzung der zuständigen Behörden erwartungsgemäß waren und weit unter den zulässigen Grenzwerten lagen, gibt es aktuell Aktivitäten der Politik, die Zulassung von Glyphosat einzuschränken. Hier bleibt nur zu hoffen, dass zukünftig wieder eine sachliche und wissenschaftlich fundierte Einschätzung der Gefährdung

von chemischen Stoffen vorgenommen wird. Die Anwendung von Glyphosat sichert die nichtwendenden Bodenbearbeitungsverfahren und hat damit auch wesentlichen Einfluss auf den Bodenschutz sowie auf die Wirtschaftlichkeit der Pflanzenproduktion.

Eine weitere politische Entscheidung von 2013 führt zu einer deutlichen Beschränkung des chemischen Pflanzenschutzes. Es ist das zunächst zweijährige Verbot der Verwendung von Neonicotinoiden für bestimmte Anwendungen durch die EU. Obwohl nach Ansicht von Behörden und auch von einigen Wissenschaftlern keine eindeutigen Beweise für negative Effekte von diesen Insektiziden auf Bienen vorliegen, wurde diese Verbotsentscheidung von der EU getroffen. Der Winterraps gilt als besonders betroffen. Zurzeit ist nicht geklärt, wie der Schutz des auflaufenden Rapses vor Fraß durch Kohlerdflöhe oder Kohlfliege aussieht. Sollte keine Insektizidbeize vorhanden sein, müssen im kommenden Jahr zusätzliche Feldbehandlungen mit Insektiziden erfolgen. Solche Zusatzanwendungen führen zu weiteren Aufwendungen für die Landwirte und belasten die Umwelt. Die nächsten zwei Jahre des Verbots sollten unbedingt für eine intensive Untersuchung der Beeinträchtigung von Bienen durch Insektizide genutzt werden. Wir hoffen sehr, dass die Firmen die betreffenden Insektizide noch nicht aufgegeben haben und sich für eine erneute Zulassung einsetzen.

Neue Einschränkungen drohen auch für einige wichtige Fungizidwirkstoffe. Die EU-Zulassungsverordnung schreibt für die Bewertung von Wirkstoffen nun das Vorsorgeprinzip und nicht mehr die Bewertung des tatsächlichen Risikos vor. Sollten dadurch wichtige Azol-Wirkstoffe entfallen, fehlen wesentliche Bausteine im Anti-Resistenz-Management besonders bei Getreidekrankheiten.

Für die konventionelle Pflanzenproduktion werden weiterhin moderne und leistungsfähige Pflanzenschutzmittel (PSM) benötigt. Die TLL wird sich auch in Zukunft für eine sachgerechte Beurteilung von PSM einsetzen. Problematische PSM müssen natürlich vom Markt genommen und zugelassene PSM unbedingt sachgerecht verwendet werden. Aber eine überzogene Risikodiskussion führt in die falsche Richtung. Sie kostet letztendlich viel Geld für alle Beteiligten und für Mensch, Tier und Umwelt kommt wenig Zusatz-Nutzen heraus.

Am Ende meiner Ausführungen möchte ich die Gelegenheit für einen Nachruf auf Herrn Professor Dr. Dr. hc. Werner Bergmann nutzen: Die vergangenen 21 Tagungen hatte Herr Prof. Bergmann fast immer besucht und durch viele Diskussionsbeiträge bereichert. Herr Prof. Bergmann ist am 28. Juni 2013 im Alter von 93 Jahren in Jena verstorben. Seine ehemaligen Mitarbeiter, Schüler und Fachkollegen trauern um einen exzellenten Wissenschaftler und herausragenden Menschen. Prof. Bergmann war ab 1959 Direktor des Instituts für Landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen Jena sowie nach dessen Umprofilierung ab 1961 Direktor des Instituts für Pflanzenernährung Jena. In dieser Zeit ordnete er die systematische Bodenuntersuchung auf der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche der DDR neu. Unter seiner Federführung stand die intensive und sehr erfolgreiche Bearbeitung der Mikronährstoffe sowie der Pflanzenanalyse an. Über Deutschland hinaus wurde Prof. Bergmann bekannt mit seinen Werken "Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse" sowie "Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen". Diese sind heute noch Standardwerke. Die Aufzählung seiner Leistungen muss hier unvollständig bleiben. Prof. Bergmann war bis in das hohe Alter aktiv und mit der praktischen Landwirtschaft sowie der TLL verbunden. Davon zeugen unter anderen viele Vorträge in den letzten Jahren, die Mitautorenschaft beim Diagnosesystem VISUPLANT im Internetangebot der TLL sowie die Herausgabe der 2. Auflage des "Handbuches zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen" zusammen mit Dr. Wilfried Zorn, Dr. Gerhard Marks und Hubert Heß im Jahr 2013.

Dr. Armin Vetter (Stellv. Präsident

der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Neue gesetzliche Regelungen im Pflanzenschutz

Reinhard Götz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Die Neufassung des Pflanzenschutzgesetzes trat am 14.02.2012 in Kraft. Infolge dessen wurde eine Überarbeitung der davon abgeleiteten pflanzenschutzrechtlichen Verordnungen notwendig. Diese Aktualisierung erfolgte im Verlaufe des Jahres 2013. Im Nachfolgenden soll auf einige Regelungen der Pflanzenschutz-Sachkunde-VO und der Pflanzenschutz-Geräte-VO näher eingegangen werden.

Neue Regelungen im Pflanzenschutz

Regelung	Datum	Bemerkungen
Pflanzenschutzgesetz	14.02.2012	Neufassung
Pflanzenschutzmittel-Verordnung	16.01.2013	Zulassung
		Pflanzenschutzmittel
Pflanzenschutz-Sachkunde-Verordnung	06.07.2013	Erteilung
		Sachkundenachweis
Pflanzenschutz-Geräte-Verordnung	06.07.2013	Prüfung
		Pflanzenschutzgeräte
Verordnung über die Anwendung von Pflan-	06.07.2013	Verbot Luftfahrzeug-Einsatz
zenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen		
Pflanzenschutz-Anwendungs-Verordnung		Verbotene Pflanzenschutz-
		mittel (Neoicotinoide)

Sachkundenachweis notwendig

Das Pflanzenschutzgesetz verlangt in § 9, dass Anwender von Pflanzenschutzmittel (PSM), Berater zur Anwendung von PSM sowie Abgeber von PSM einschließlich Internet-Händler über einen amtlich ausgestellten Sachkundenachweis verfügen. Sachkundige nach Pflanzenschutzrecht müssen zudem eine Fortbildung in einem Turnus von drei Jahren besuchen. Die Sachkunde Pflanzenschutz ist <u>nicht</u> erforderlich für die Anwendung von PSM, die für den Haus- und Kleingarten zugelassen sind, für Hilfstätigkeiten unter Aufsicht (z. B. Auslegen von Feldmausködern mit der Legeflinte) sowie für die Verwendung von Mitteln zur Wildschadensverhütung.

Die zuständigen Behörden der Bundesländer haben vereinbart, dass es in Deutschland einen einheitlichen Sachkundenachweis in Form einer Chipkarte geben soll. Außerdem soll ein elektronisches Anmeldesystem für die Beantragung des Sachkundenachweises geschaffen werden. Die Chipkarte und der Internetdienst stehen voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2014 zur Verfügung.

Für die Erteilung des Sachkundenachweises ist ein Antragsformular auszufüllen und beim für den Wohnort des Antragsstellers zuständigen Landwirtschaftsamt abzugeben. Die entsprechenden Nachweise für die Pflanzenschutz-Sachkunde sollten diesem Antrag beigelegt werden. Die Ausstellung des Sachkundenachweises ist kostenpflichtig (in Thüringen: 40 €).

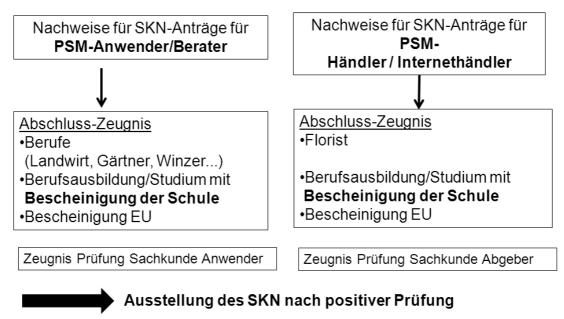
Übergangsregelungen für den Sachkundenachweis (SKN)

Personen, die <u>nach dem 14.02.2012</u> ihre Ausbildung abgeschlossen haben, benötigen den neuen Sachkundenachweis für den Umgang mit PSM. Die Einstufung der Nachweise erfolgt auf der Basis der <u>neuen</u> Sachkunde-VO vom 06.07.2013.

Übergangsvorschriften für den Sachkundenachweis

Personenkreis	Sachkundenachweis	Sachkunde-Weiterbildung
Ausbildung nach 14.02.2012 abgeschlossen	 Sachkunde beim Landwirtschaftsamt beantragen erst wenn neuer Sachkundenachweis vorliegt, ist Umgang mit Pflanzenschutzmitteln zulässig!! 	- 3-Jahreszeitraum beginnt mit Erteilung des Sachkunde- nach- weises

Regelungen der neuen Pflanzenschutz-Sachkunde-Verordnung (neu: ab 06.07.2013)

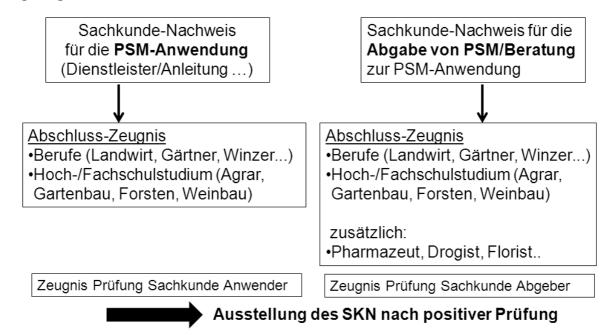


Für Personen, die <u>am 14.02.2012</u> bereits über eine Sachkunde im Pflanzenschutz verfügten, gibt es eine Übergangsregelung. Danach gelten die bisherigen Unterlagen als Sachkundenachweis bis 11/2015. Der Antrag für den neuen Sachkundenachweis muss bis 05/2015 beim zuständigen Landwirtschaftsamt gestellt werden. Die Beurteilung der Sachkunde erfolgt bei diesen Personen auf Basis der <u>alten</u> Sachkunde-VO.

Übergangsvorschriften Sachkunde (PflSchG)

Personenkreis	Sachkundenachweis (SKN)	Sachkunde-Weiterbildung
Sachkunde vor/am 14.02.2012 bereits vorhanden (Altbestand)	 alte Unterlagen gelten als SKN bis 11/2015 Antrag auf neuen SKN bis 05/2015 möglich (Basis: alte SK-VO!!) 	- 3-Jahreszeitraum beginnt 01/2013

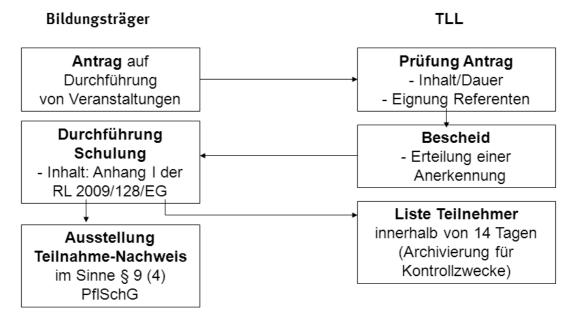
Regelung Pflanzenschutz-Sachkunde (alt: 28.07.1987)



Weiterbildung für Sachkundige im Pflanzenschutz

Die Weiterbildung für Sachkundige im Pflanzenschutz erfolgt durch private oder amtliche Anbieter. <u>Private Anbieter</u> benötigen eine Anerkennung der Veranstaltung durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL). Sie stellen die Teilnahme-Nachweise selbst aus und geben die Teilnehmer-Listen an die TLL.

Verfahren zur Weiterbildung Pflanzenschutz-Sachkunde (private Anbieter)

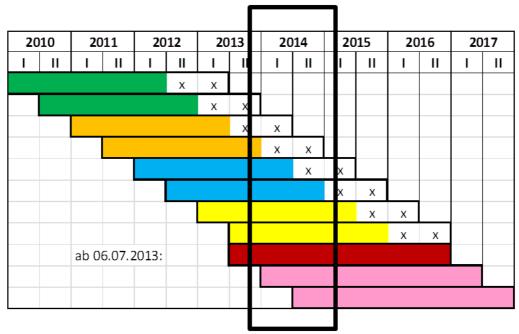


Prüfung Pflanzenschutzgeräte

In der neuen Pflanzenschutz-Geräteverordnung wurde der Prüfzeitraum für im Gebrauch befindliche Pflanzenschutzgeräte verlängert. Er beträgt nun <u>sechs Kalenderhalbjahre</u> (alte Regelung: vier Kalenderhalbjahre). Für Pflanzenschutzgeräte, die vor dem 6. Juli 2013 geprüft wurden, gibt es eine Übergangsvorschrift. Danach verlängert sich die Gültigkeit der

Plaketten dieser Geräte um ein Jahr. Für Spritzgeräte mit hoher Flächenleistung gilt weiterhin die Empfehlung, kürzere Prüfzeiträume (z. B. jährlich) freiwillig zu nutzen. Nichts geändert hat sich bei den Neugeräten. Diese müssen spätestens sechs Monate nach der ersten Ingebrauchnahme zur Prüfung.

Wie bisher erhält ein erfolgreich geprüftes Gerät eine <u>Plakette und einen Prüfbericht</u>. Auf der Plakette ist das letzte gültige Kalenderjahr vermerkt. Die Farbe entspricht den Kfz-Plaketten und ist vom Kalenderhalbjahr abhängig, in dem die Gültigkeit abläuft. Den Prüfbericht sollte man sorgfältig aufheben. Er gilt als Nachweis für die durchgeführte Geräteprüfung, wenn es zu einem Verlust der Plakette gekommen ist. Die Verwendung eines nicht geprüften Pflanzenschutzgerätes stellt eine Ordnungswidrigkeit dar, die ein Bußgeld zur Folge hat.



Neuer Prüfturnus für Pflanzenschutzgeräte

Prüfpflichtige Pflanzenschutzgeräte

Grundsätzlich prüfpflichtig:

- im Gebrauch befindliche Pflanzenschutzgeräte

Bis 12/2016 prüfpflichtig:

- Nebelgeräte, Karrenspritzen, stationäre Spritz- und Sprühgeräte,
- ULV-Spritzgeräte u. a.

Bis 12/2020 prüfpflichtig:

- stationäre und mobile Beizgeräte, Granulatstreugeräte,
- schleppergetragene oder von einer Person geschobene oder
- gezogene Streichgeräte, Bodenentseuchungsgeräte

NICHT prüfpflichtige Geräte:

Handgehaltene sowie schulter- und rückentragbare PS-Geräte,

- Sprühflaschen, Druckspeicherspritzen,
- Streichgeräte oder Spritzgeräte mit Rotationszerstäuber,
- handbetätigte Rückenspritzgeräte, motorbetriebene Rückenspritzgeräte u. Rückensprühgeräte

Erweiterung des Umfanges der Prüfpflicht

Neue Festlegungen enthält die Pflanzenschutz-Geräteverordnung auch hinsichtlich der Prüfpflicht der einzelnen Gerätearten. Grundsätzlich unterliegen nun <u>alle Pflanzenschutzgeräte</u> der Prüfpflicht. Ausnahmen nennt die Anlage 3. Dabei handelt es sich in erster Linie um handbetriebene Geräte, die vorrangig im Haus- und Kleingarten verwendet werden.

Weiterhin enthält die Anlage 5 Pflanzenschutzgeräte, die <u>bis Dezember 2020</u> zu prüfen sind (z. B. Beizgeräte, Granulatstreuer). Aus diesen Aufzählungen ergibt sich eine weitere Anzahl an Gerätearten, die nun bis <u>Ende 2016</u> einer Prüfpflicht unterliegt. Dazu gehören vor allem Geräte aus dem Gartenbau (z. B. Nebelgeräte, Karrenspritzen) und ULV-Geräte (z. B. zur Applikation von Keimhemmern für Kartoffeln). Die Verwender solcher stationärer Geräte müssen zum Prüftermin mit der Kontrollwerkstatt rechtzeitig Kontakt aufnehmen und das Vorgehen besprechen.

Insgesamt führt die Ausweitung der Prüfpflicht zu einer weiteren Erhöhung der Qualität bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und zu einem verbesserten Anwenderschutz. Andererseits erhöhen sich aber auch die Kosten für den Landwirt und Gärtner, da die Handlungen der Kontrollwerkstatt als kostenpflichtig gelten.

Weitere Hinweise zur aktuellen Rechtslage sind erhältlich beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), dem Julius Kühn-Institut (JKI) sowie auf den neu gestalteten Internet-Seiten der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.

Ernährungszustand Thüringer Ackerkulturen

- Ergebnisse langjähriger Monitoring-Untersuchungen in der Praxis

Dr. Wilfried Zorn und Sabine Wagner (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Zielstellung

Hohe und stabile Erträge im Ackerbau erfordern eine optimale Ernährung der Kulturen mit allen essenziellen Nährstoffen. Die Pflanzenanalyse stellt sehr gut geeignetes Verfahren zur Bewertung des Ernährungszustandes der Kulturen dar und ermöglicht Aussagen zur Wirkung der Nährstoffversorgung des Bodens und des Düngungsmanagements unter den konkreten Jahresbedingungen.

Im Fokus eines vierjährigen Pflanzenanalysemonitorings in den Jahren 2009 bis 2012 standen zunächst die Nährstoffe Phosphor und Kalium. Anlass dafür war die langjährig reduzierte Düngung beider Nährstoffe im Thüringer Ackerbau, die zu einer dramatischen Abnahme der Versorgung der Böden geführt hat (Tab. 1). Als weiteren Schwerpunkt stand die Ermittlung eines Überblicks über den Mikronährstoffernährungszustand der Ackerkulturen im Mittelpunkt, um den Düngebedarf unter den Thüringer Standortbedingungen zu präzisieren.

Tabelle 1: Nährstoffversorgung des Thüringer Ackerlandes 2007 bis 2012 (Flächenanteil in %)

pH- bzw. Gehaltsklasse	рН	Р	K	Mg
E	7	13	21	47
D	28	15	31	21
С	42	25	31	21
В	21	33	15	10
Α	2	14	2	1

Durchführung des Monitorings

Auf insgesamt 1 066 Ackerstandorten wurden an jeweils gleicher Stelle Boden- und Pflanzenproben zur Untersuchung entnommen. Die Analysenparameter umfassten bei den Pflanzenproben die Gehalte an N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn und Zn sowie bei den Tongehalt, pH-Wert, P-, K-, Mg-, B-, Cu-, Mn- und Zn-Gehalt nach den Verbandsmethoden des VDLUFA.

Die Probenahme und die Bewertung des Ernährungszustandes geschahen gemäß BREUER et al. (2003); ZORN, et al. (2007) sowie interner Richtwerte. Die 1 066 Probenahmeflächen umfassten 899 konventionell (565 mit Pflug, 133 pfluglos) und 167 ökologisch bewirtschaftete Flächen (133 mit Pflug, 34 pfluglos). Erfasst wurden unter anderem 312 Winterweizen-, 175 Winterraps-, 88 Wintergerste-, 80 Silomais-, 54 Kartoffel-, 51 Dinkel- und 50 Wintertriticaleschläge. Die jeweiligen Probenahmezeitpunkte und -organe sind in Tabelle 2 aufgeführt.

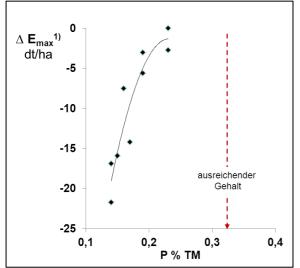
Versuchsbegleitend wird in aktuellen Feldversuchen die Pflanzenanalyse zur Bewertung des Zusammenhangs zwischen dem Ernährungszustand der Pflanzen und dem Ertrag durchgeführt.

Tabelle 2: Probenahmestadien und -organe (in Anlehnung an BREUER, et al., 2003 bzw. ZORN, et al., 2007)

Fruchtart	Probenahmezeitraum Entwicklungsstadium	Probenahmeorgan		
Winterweizen				
Winterroggen				
Wintergerste	BBCH 32-36			
Wintertriticale	DDCH 32-30	gesamte oberirdische Pflanze		
Sommergerste				
Dinkel				
Winterraps	Blühbeginn BBCH 62			
Körnererbse	Blühbeginn BBCH 61-62	gerade vollentwickelte Blätter		
Kartoffel	Blühbeginn			
Silomais	Rispenschieben 51-59	mittlere Blätter		
Zuckerrübe	Ende Juni	Spreiten gerade vollentwickelte Blätter		
Rotklee	Blühbeginn, 1. Aufwuchs	gesamte oberirdische Pflanze		

Ernährungszustand mit Makronährstoffen (N, P, K, Ca, Mg, S)

Am Beispiel aller Varianten des "P-Unterfußdüngungsversuchs Friemar" wird deutlich, dass der P-Gehalt von Winterweizen und -gerste zu Schossbeginn mit dem Kornertrag eng korreliert (Abb. 1). Daraus schlussfolgernd stellt die Pflanzenanalyse eine gute Möglichkeit zur Ernährungsdiagnose dar.



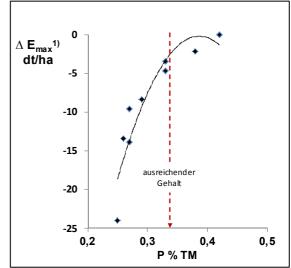


Abbildung 1: Ertragsdifferenz im Vergleich zum Höchstertrag in Abhängigkeit vom P-Gehalt der Pflanzen zu BBCH 31 im P-Unterfußdüngungsversuch Friemar (links: Winterweizen 2012, rechts: Wintergerste 2013)

Zum Verständnis des ermittelten Ernährungszustandes der Kulturen ist die Nährstoffversorgung der Böden von Interesse. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Bodenreaktion sowie den P-, K- und Mg-Gehalt der Böden, getrennt nach konventionellem und ökologischem Landbau.

Tabelle 3: Bodenreaktion sowie P-, K- und Mg-Gehalt der Böden (Anteile in pH- und Gehaltsklassen in %)

pH- bzw. Gehaltsklasse	Konventioneller Landbau (n = 899)			Ökologischer Landbau (n = 167)			= 167)	
	рН	Р	K	Mg	рН	Р	K	Mg
E	9	18	19	48	16	18	22	59
D	25	22	31	23	29	13	20	20
С	43	24	32	19	40	30	29	16
В	22	29	17	9	16	25	26	5
Α	1	7	2	0	1	14	3	0

Die Stichprobe umfasst im Vergleich zum Mittel aller Thüringer Ackerböden einen zu geringen Anteil an Standorten mit Gehaltsklasse A und B, während die K-Versorgung annähernd repräsentativ ist. Der Vergleich zwischen konventionellen und ökologischen Landbau zeigt unter Berücksichtigung des geringen Stichprobenumfangs ökologisch bewirtschafteter Flächen nur geringe Differenzen hinsichtlich der P-Versorgung. Im ökologischen Landbau liegt häufiger eine sehr niedrige und niedrige K-Versorgung der Böden vor.

Im Mittel aller untersuchten Flächen betrug der Anteil mit niedrigem bis Ernährungszustand der Pflanzen 23 % bei N, 32 % bei P, 40 % bei K sowie 10 % bei Mg (Tab. 4).

Tabelle 4: N-, P-, K- und Mg-Ernährungszustand von 1 066 Thüringer Ackerkulturen 2009 bis 2012 (in % der untersuchten Flächen)

Ernährungszustand	N	Р	K	Mg
niedrig	23	32	40	10
ausreichend	70	67	59	87
hoch	7	1	1	3

Zur Bewertung des Schwefelernährungszustandes von Winterraps wurde der S-Gehalt in der Trockenmasse sowie für alle anderen Kulturen der N/S-Quotient herangezogen. Die 175 untersuchten Winterrapsbestände waren in 7 % der Fälle niedrig sowie zu 93 % ausreichend mit S ernährt. Alle anderen Kulturen wiesen zu 22 % einen N/S-Quotienten > 15 auf, der auf eine niedrige S-Ernährung hindeutet (Tab. 5). 78 % der Proben verfügten über einen ausreichenden S-Ernährungszustand (N/S \leq 15). Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass einer ausreichenden S-Versorgung des Rapses größere Bedeutung zugemessen wird als bei anderen Kulturen.

Tabelle 5: S-Ernährungszustand von 1 066 Thüringer Ackerkulturen 2009 bis 2012 (in % der untersuchten Flächen)

S-Ernährungszustand	Winterraps n = 175	alle Kulturen (ohne Winterraps) n = 891)
niedrig	7	20 (N/S > 15)
ausreichend	79	80 (N/S ≤ 15)
hoch	14	-

Der Ernährungszustand der Pflanzen wird wesentlich durch die Jahreswitterung beeinflusst (Abb. 2). Bei weitgehend vergleichbarer Nährstoffversorgung der Böden in den einzelnen Untersuchungsjahren lag im Jahr 2011 ein deutlich höherer Anteil Pflanzen mit niedrigem N-, P-, K- oder Mg-Ernährungszustand im Vergleich zu den anderen Jahren vor. In diesem Jahr wiesen je 57 % der untersuchten Pflanzen eine niedrige P- und K-Ernährung sowie 36 % einen unzureichenden N-Ernährungzustand auf. Die aktuelle Wasserversorgung übte

einen erheblichen Einfluss auf die Nährstoffaufnahme der Kulturen aus, wie der Vergleich mit den Niederschlagsmengen im Zeitraum März bis Mai zeigt. Bei anhaltender Frühjahrstrockenheit (2011 und 2012) war der Anteil von Flächen mit unzureichendem P- und K-Ernährungszustand deutlich höher als in Jahren mit etwas besserer Wasserversorgung (2009 und 2010).

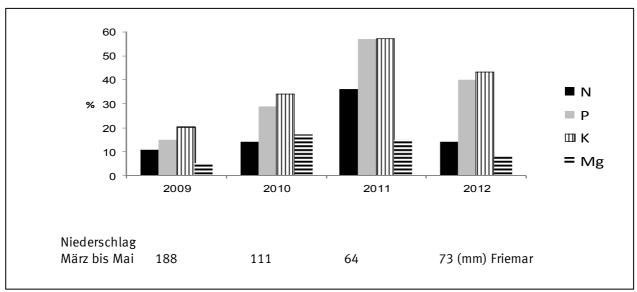


Abbildung 2: Anteil Proben mit unzureichendem Ernährungszustand in Abhängigkeit von der Jahreswitterung (konventioneller Landbau)

Ein Vergleich zwischen konventionellen und ökologischen Landbau belegt, dass konventionell bewirtschaftete Bestände häufiger durch eine niedrige P-Ernährung gekennzeichnet waren als ökologisch bewirtschaftete. Flächen des ökologischen Landbaus gelten als häufiger betroffen von N- und K-Unterversorgung als konventionelle (Abb. 3).

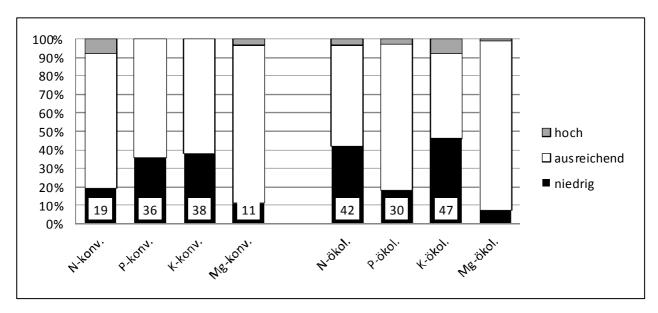


Abbildung 3: N-, P-, K- und Mg-Ernährungszustand von Pflanzen im konventionellen und ökologischen Landbau (in % der untersuchten Flächen)

In Thüringen weist Winterweizen einen großen Anbauumfang auf. Deshalb besitzt die Bewertung des Ernährungszustandes dieser Kultur besondere Bedeutung. Tabelle 6 zeigt, dass der Winterweizen unter den Bedingungen gesunkener Nährstoffgehalte der Böden

und den Witterungsbedingungen der untersuchten Jahre überproportional von einer unzureichenden P- und K-Ernährung betroffen ist. Dagegen waren jeweils nur 4 % der untersuchten Winterweizenbestände von unzureichender Mg- und S-Ernährung betroffen.

Tabelle 6: Makronährstoffernährungszustand von Winterweizen im konventionellen Landbau (in % der untersuchten Flächen, n = 228)

Ernährungszustand	N	Р	K	Mg	S
niedrig	16	47	32	4	4
ausreichend	78	52	68	94	96
hoch	6	0	0	1	-

Für alle Nährstoffgehalte in der Pflanze wurden die Beziehungen zum N-Gehalt berechnet. In jedem Fall liegt eine signifikante Beziehung vor, wobei die Bestimmtheitsmaße der linearen Regression in der Reihenfolge K (B=0,64) < Ca (B=0,49) < P (B=0,28) < (B=0,27) abnehmen. Die Beziehung zwischen dem K- und N-Gehalt zeigt Abbildung 3. Dieses Ergebnis weist daraufhin, dass bei überwiegend trockenheitsbedingter geringer N-Düngerwirkung auch die Aufnahme anderer Nährstoffe sinken kann. Für die Bewertung der Ergebnisse der Pflanzenanalyse sind deshalb auch der N-Gehalt bzw. die Nährstoffverhältnisse zu berücksichtigen.

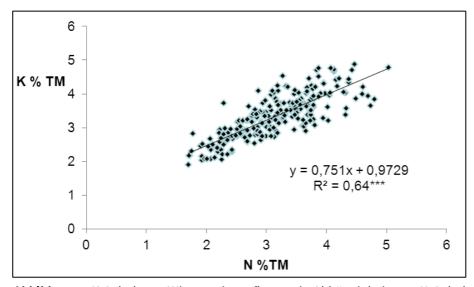


Abbildung 3: K-Gehalt von Winterweizenpflanzen in Abhängigkeit vom N-Gehalt

20 % der untersuchten Winterrapsbestände waren mit P niedrig ernährt, dagegen wiesen 49 % der untersuchten Flächen eine unzureichende K-Ernährung auf. Eine wichtige Ursache für die häufigere K-Mangelernährung scheint auf vielen Standorten anhaltende Trockenheit zu sein, zum Teil ein zu geringes K-Angebot im Boden.

Tabelle 7: Ernährungszustand von Winterraps im konventionellen Landbau (in % der untersuchten Flächen, n = 175)

Ernährungszustand	N	Р	K	Mg	S
niedrig	7	20	49	2	9
ausreichend	69	80	51	76	73
hoch	26	0	0	22	19

Mikronährstoffernährungszustand der Kulturen

Bei der Einschätzung des Mikronährstoffernährungszustandes der Kulturen ist der pflanzenartspezifische Bedarf zu berücksichtigen. Einen Überblick gibt Tabelle 8.

Tabelle 8: Mikronährstoffbedarf ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten

Kultur	В	Cu	Mn	Мо	Zn
Getreide und Mais					
Winter- und Sommerweizen	-	**	**	-	*
Winter- und Sommergerste	-	**	**	-	*
Winterroggen	-	*	*	-	*
Wintertriticale	-	*	*	-	*
Hafer	-	**	**	-	*
Körner-, Silo- und Grünmais	*	*	*	-	**
Körnerleguminosen					
Erbse	-	-	**	*	-
Ackerbohne	*	*	-	*	*
Öl- und Faserpflanzen					
Raps	**	-	*	*	-
Hackfrüchte					
Kartoffel	*	-	*	-	*
Zuckerrübe	**	*	**	*	*
Futterpflanzen					
Luzerne	**	**	*	**	*
Rotklee	*	*	*	**	*
Wiesen- und Weidegräser	-	*	*	-	-

^{** =} hoher Bedarf

Zur Bewertung des ermittelten Mikronährstoffernährungszustandes der Kulturen ist die Nährstoffversorgung der Böden von Interesse. Tabelle 9 gibt einen Überblick über den B-, Cu-, Mnund Zn-Gehalt der Böden, getrennt nach konventionellem und ökologischem Landbau.

Tabelle 9:B-, Cu-, Mn- und Zn-Gehalt der Böden (Anteile in Gehaltsklassen in %)

Gehaltsklasse			konventioneller Landbau (n = 899)				ökologischer Landbau (n = 167)			
		В	Cu	Mn	Zn	В	Cu	Mn	Zn	
Ε	hoher Gehalt	62	71	84	73	59	66	76	58	
С	mittlerer Gehalt	25	28	11	25	16	32	13	38	
Α	niedriger Gehalt	13	1	5	2	25	2	11	4	

Die Thüringer Böden sind überwiegend mittel bis hoch mit Cu und Zn versorgt. Dagegen liegen in einem etwas größeren Umfang niedrige B-Gehalte (13 % im konventionellen und 25 % im ökologischen Landbau) vor.

Nachfolgend werden der Mikronährstoffernährungszustand für ausgewählte Kulturen (Winterweizen und Winterraps) dargestellt. Aufgrund der noch vergleichsweise unsicheren Bewertung des B-Gehaltes von Weizen wird an dieser Stelle auf die Einstufung dieser Ergebnisse verzichtet (Tab. 10). Sowohl im konventionellen als auch ökologischen Landbau war die Cu-Ernährung des Weizens ausreichend. Ursache dafür ist die überwiegend mittlere und hohe Cu-Versorgung der Böden, das gute Cu-Aufnahmevermögen aktueller Sorten so-

^{* =} mittlerer Bedarf

^{- =} niedriger Bedarf

wie im Einzelfall durchgeführt Blattdüngungsmaßnahmen. Eine generelle Cu-Düngung ist im Weizenanbau unter Thüringer Bedingungen nicht erforderlich. 10 bzw. 14 % der Weizenproben verfügten über niedrige Mn-Gehalte, die überwiegend durch Trockenheit verursacht wurde bzw. auf humosen, sandigen Böden mit hohen pH-Werten aufgetreten ist. Im Gegensatz dazu hat sich der Zn-Ernährungszustand des Weizens in den letzten 25 Jahren verschlechtert. Im konventionellen Landbau waren 26 % der Weizenbestände mit Zn unterversorgt, im ökologischen Landbau 37 % und wiesen damit einen akuten Zn-Düngebedarf auf. Diese Entwicklung kann nicht auf zu hohe P-Gehalte im Boden (P/Zn-Antagonismus) zurückgeführt werden, da die P-Versorgung insgesamt stark rückläufig ist.

Tabelle 10: Cu-, Mn- und Zn-Ernährungszustand von Winterweizen 2009 bis 2012 (in % der untersuchten Flächen)

Ernährungs- zustand	konventioneller Landbau (n = 228)			ökologischer Landbau (n = 76)				
	В	Cu Mn Zn			В	Cu	Mn	Zn
niedrig	keine	0	10	26	keine	0	14	37
ausreichend	Bewertung	100	86	70	Bewertung	100	85	63
hoch		0	4	4		0	0	0

25 % der Winterrapsbestände litten unter unzureichender B-Ernährung (Tab. 11). Ursache dafür ist neben dem hohen B-Anspruch dieser Kultur insbesondere die Hemmung der Aufnahme dieses Nährstoffs unter Trockenbedingungen. Einer B-Blattdüngung kommt demnach zukünftig große Bedeutung zu. Dagegen wurden keine Bestände mit Mn-Mangelernährung vorgefunden. Eine generelle Mn-Blattdünung zu Winterraps ist deshalb nicht erforderlich und sollte sich nur auf Situationen mit nachgewiesenem Mangel beschränken.

Tabelle 11: Mikronährstoffernährungszustand von Winterraps 2009 bis 2012 im konventionellen Landbau (n = 175)

Ernährungszustand	В	Mn	Cu	Zn
niedrig	25	0		
ausreichend	74	98	keine Bewertung	
hoch	2	2		

Eine unzureichende B-Mangelernährung betraf neben Winterraps fast ausschließlich Kulturarten mit hohem B-Bedarf (z. B. Zuckerrübe). Zum Teil wiesen Getreidepflanzen B-Gehalte < 2,5 mg/kg TM auf. Diese Proben wurden nach vorläufigen Richtwerten als niedrig mit B ernährt angesehen. Inwieweit dies zu Ertragsminderungen führt, ist durch weitere Untersuchungen festzustellen. In Blattdüngungsversuchen wurden vergleichbare niedrige B-Gehalte nicht vorgefunden.

Fazit und Schlussfolgerungen

Ein vierjähriges Monitoring zum Ernährungszustand von Ackerkulturen in Thüringen belegt eine Zunahme von Pflanzenbeständen mit unzureichender P- und K-Versorgung. Ursache dafür ist die langfristig restriktive P- und K-Düngung der Landwirte. Die Untersuchungen zeigen, dass unter Praxisbedingungen die Nährstoffaufnahme der Kulturen sehr stark durch die

Wasserversorgung beeinflusst wird. In Trockenjahren war die Nährstoffaufnahme der Kulturen stärker reduziert als in Jahren mit ausreichenden Frühjahrniederschlägen. Dieser Zusammenhang deutet auf verstärkte Überlegungen zur Optimierung der Applikationszeitpunkte, Düngerformen und Ausbringtechniken im Bereich der N-Düngung hin.

Bei trockenheitsbedingter verminderter N-Aufnahme sinkt die P-, K-, Ca- und Mg-Aufnahme. Dieser Zusammenhang ist zukünftig bei der Bewertung der Pflanzenanalyseergebnisse zu beachten. Gemessen am Cu-Ernährungszustand von Winterweizen und den anderen Getreidearten bestand nur in Ausnahmefällen ein Cu-Düngebedarf. B-Unterernährung betraf überwiegend mit hohem B-Bedarf (Raps, Zuckerrübe) und trat in der Regel in Verbindung mit Trockenheit in Erscheinung. Im zunehmenden Maße ist der Zn-Ernährungszustand des Getreides gesunken. Dieses Ergebnis weist einen zunehmenden Zn-Düngebedarf hin. Das vorhandene Datenmaterial wird weiteren Auswertungen, unter anderem zur Beziehung zwischen der Nährstoffversorgung von Böden und Pflanzen unterzogen.

Die vorliegenden Ergebnisse verdeutlichen, dass die Komplexe Pflanzenanalyse als ergänzendes Verfahren zur Bodenuntersuchung auch zukünftig ein sehr gut geeignetes Hilfsmittel zur Präzisierung der Düngebedarfsermittlung darstellt und der landwirtschaftlichen Praxis uneingeschränkt empfohlen wird. Diese Empfehlung gilt auch für den ökologischen Landbau.

Literatur

BREUER, J.; KÖNIG, V.; MERKEL, D.; OLFS, H.-W.; STEINGROBE, B.; STIMPFL, E.; WISSEMEIER, A.; ZORN, W., (2003): Die Pflanzenanalyse zur Diagnose des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen. Agrimedia Bergen/Dumme

ZORN, W.; HEß, H.; ALBERT, E.; KOLBE, H.; KERSCHBERGER, M.; FRANKE, G. (2007): Düngung in Thüringen 2007 nach "Guter fachlicher Praxis". Schriftenreihe der TLL, Landwirtschaft und Landschaftspflelge in Thüringen (2007) 7, S. 1-186

Bedeutung der Carboxamide bei der Krankheitsbekämpfung im Getreide

- effektiver Einbau in die Fungizid-Antiresistenzstrategien

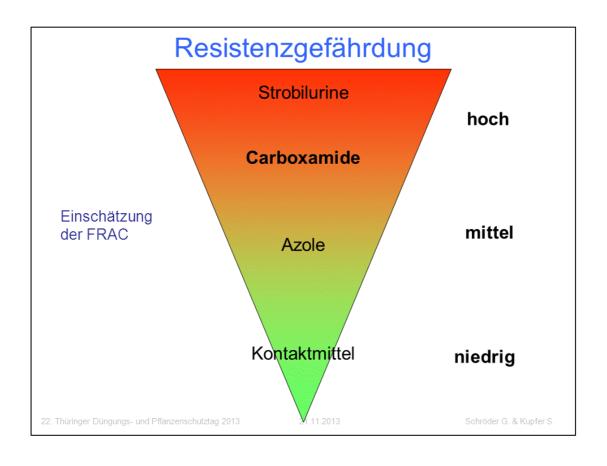
Gerhard Schröder und Stefanie Kupfer (Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Brandenburg)

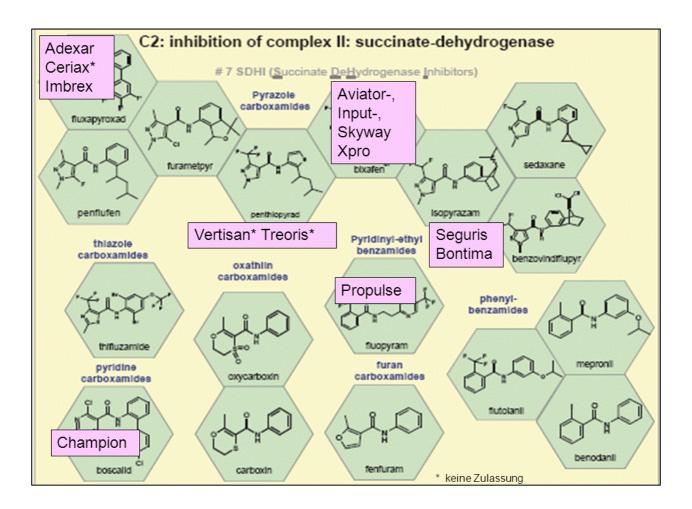
Gliederung des Vortrages

- Informationen zur Wirkstoffgruppe der Carboxamide
- Aktuelle Resistenzsituation
- Versuchsergebnisse mit Carboxamid-Varianten in Weizen, Gerste und Roggen
- Krankheitsbekämpfung im Rahmen einer Antiresistenzstrategie

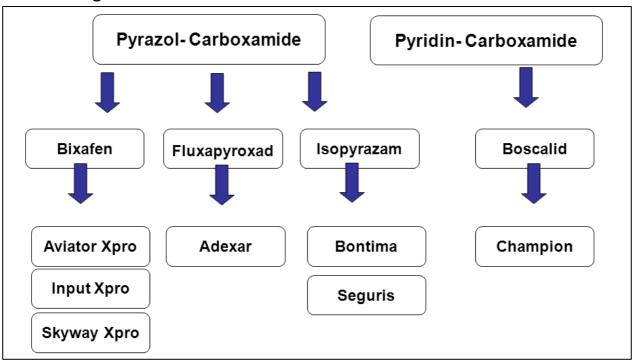
Carboxamide - eine neue sowie bereits bekannte Wirkstoffgruppe

Chemische Gruppe	Wirkstoff	Fungizid
Oxathiin	Carboxin	Prelude UW - bis 2004
		Abavit UV - bis 2006
Pyridin	Boscalid	Champion - 2006, Cantus, Cantus Gold
Pyrazol	Bixafen	Aviator Xpro, Ingut Xpro - 2011,
		Skyway Xpro - 2012
	Fluxapyroxad	Adexar, Imbrex - 2012
	Isopyrazam	Bontima - 2012, Seguris - 2013
	Penthiopyrad	Vertisan, Treoris - 2015
Pyridinyl-Ethyl	Fluopyram	Propulse - 2012





Getreidefungizide mit Carboxamid-Wirkstoffen



		Qol (Strobil		ВСМ	Azole**	Amine (Moropholi ne)	Proquuin- azid (Talius)	Metra- fenone (Flexity)	Cyflufen- amid (Vegas)	SDHI`s	
ä	٠,	C	3	B1	G1	G2	E1	U8	U6	C2	
Krankheit	Fruchtart	Muta- tion	Resis- sis- tenz				Resister	Resistenz			
Halmbruch	Getreide		-	RR	S	-	-	-	-	-	
	Weizen		<u>RRR</u>	-	S	S	<u>R</u>	<u>R</u>	-	-	
E. Mehltau	Gerste	G143A	<u>RR</u>	-	S	S	-	•	-	-	
	Triticale		<u>R</u>	ı	-		ı	ı	-	-	
Sept. tritici	Weizen	G143A	<u>RRR</u>	-	S		=	-	=	-	
	Weizen	G143A	<u>RRR</u>	-	S		-	-	-	-	
DTR	Weizen	G137R/ F129L	<u>R</u>	1	1		ı	ı	-	ı	
Netz- flecken	Gerste	F129L	<u>RR</u>	1	1		ı	ı	-	[R]	
Ramularia	Gerste	G143A	<u>RRR</u>	-	-		•	-	-	-	
Braunrost	Getreide	-	-		-				-	-	
Rhynchos- porium	Getreide	-	-		-		-	-	-	-	
Microdo- chium- nivale	Getreide	G143A	<u>RRR</u>	<u>RR</u>	-		-	-	-	-	

RRR weitverbreitet, hoher Anteil resistenter Isolate;

RR weitverbreitet, mittlerer Anteil resistenter Isolate;

<u>R</u> weniger verbreitet, geringer Anteil resistenter Isolate;

[R] erste angepasste Isolate keine resistenten bzw. angepassten Isolate;

S sinkende Sensitivität durch Shifting;

Neue Ausgangslage bei SDHI Resistenzen - speziell bei Netzflecken für die Saison 2014

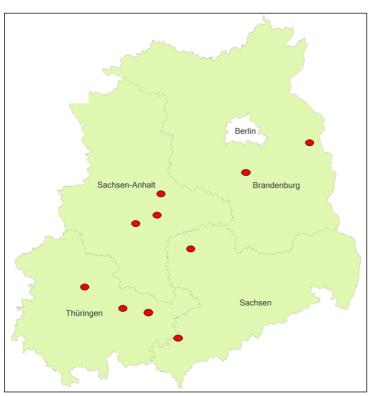
- Deutliche Zunahme von Isolaten mit verminderter Resistenz bei Netzflecken im Vergleich zum Vorjahr
- Zunahme von Isolaten in der Häufigkeit und in der regionalen Verbreitung
- Europäische Isolate aus 2013 zeigen bei Septoria tritici die gleiche Bandbreite
- Einzelne Stämme mit reduzierter Sensitivität müssen weiter beobachtet werden

^{*} qualitative Resistenz (Target Site); ** quantitative Multiresistenz

Getreidefungizide nach Zugehörigkeit zu wichtigen Wirkstoffen/-gruppen in Bezug auf Resistenzen

WSG/FRAC	Wirkstoff	Fungizid			
Amine	Fenpropimorph	Capalo, Corbel, Diamant, Juwel Top, Opus Top			
G2	Fenpropidin	Agent, Epoxion Top, Gladio, Zenit M			
	Spiroxamine	Input Classic, Input Xpro, Pronto Plus,			
Azole	Cyproconazol	Alto 240 EC, Radius, Cherokee			
G1	Epoxiconazol	Capalo, Epoxion, Epoxion Top, Opus Top, Osiris, Diamant, Juwel			
		Top, Champion, Adexar, Seguris			
	Fluquinconazol	Flamenco FS			
	Metconazol	Caramba, Osiris			
	Prochloraz	Ampera, Cirkon, Flamenco FS, Mirage 45 EC, Sportak 45 EW			
	Propiconazol	Agent, Cherokee, Cirkon, Gladio, Taspa, Tilt 250 EC, Stratego,			
	Prothioconazol	Input Classic, Input Xpro, Prosaro, Proline, Fandango, Aviator			
		Xpro, Skyway Xpro			
	Tebuconazol	Ampera, Folicur, Gladio, Orius, Prosaro, Pronto Plus, Skyway Xpro			
Strobilurine	Azoxystrobin	Amistar, Amistar Opti			
C3	Fluoxastrobin	Fandango			
	Kresoximmethyl	Juwel, Juwel Top			
	Picoxystrobin	Acanto, Credo			
	Pyraclostrobin	Diamant			
	Trifloxistrobin	Stratego, Twist			
Carboxamide	Bixafen	Aviator Xpro, Input Xpro, Skyway Xpro			
C2	Boscalid	Champion			
	Fluxapyroxad	Adexar			
	Isopyrazam	Seguris, Bontima			

Versuchsstandorte Winterweizen (RVF09) 2012

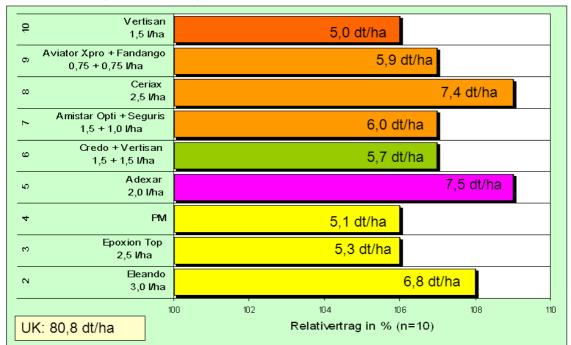


Versuchsplan (RVF 09-2012) - Winterweizen

Varianten		Aufwandmenge (l/ha)	Wirkstoffgruppen
1	Unbehandelte Kontrolle		
2	Eleando	3,0	Azol
3	Epoxion Top	2,5	Azol
4	PM	1,25	Azol
5	Adexar	2,0	Carboxamid + Azol
6	CREDO	1,5	Carboxamid + Strobi
0	Vertisan	1,5	Calboxailliu + Stiobi
7	AMISTAR Opti	1,5	Carboxamid + Azol + Strobi
_ ′	Seguris	1,0	Carboxannia + Azot + Stiobi
8	Ceriax 2,5	2,5	Carboxamid + Azol + Strobi
9	Aviator Xpro Duo	0,75; 0,75	Carboxamid + Azol + Strobi
10	Vertisan	1,5	Carboxamid

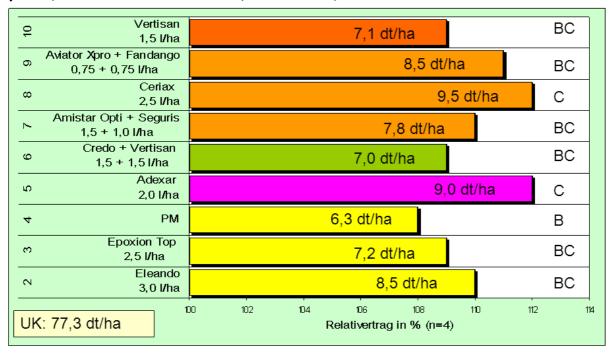
Erzielter Relativertrag in % (n = 10; BB, SN, St, TH)

- Winterweizen (RVF 09-2012)



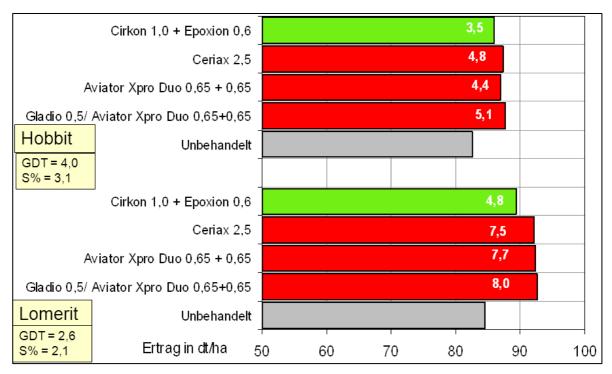
Alle Fungizidvarianten signifikant zu Unbehandelt, GDT = 2,7, s% = 4,3

Erzielter Mehrertrag in dt/ha (n = 4; BB, SN, ST) mit hohem Befall Septoria/Braunrost - Winterweizen (RVF 09-2012)



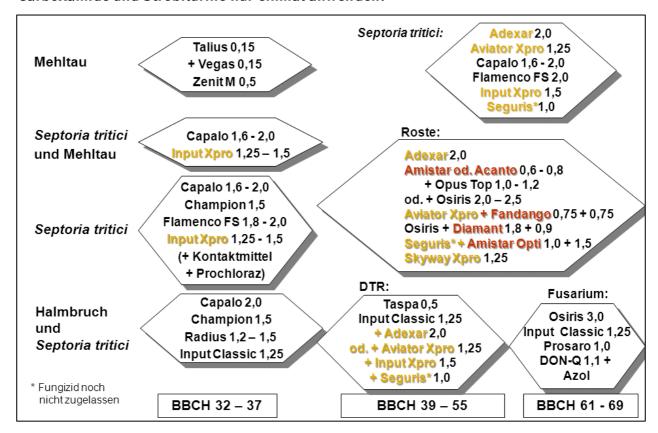
Alle Fungizidvarianten signifikant zu Unbehandelt = A, GDT = 3,0, s% = 3,1

Ertragseffekte von Fungizidmaßnahmen W.-Gerste 2012 Krankheitsbekämpfung in konventioneller und Hybridgerste (Ringversuch: n = 8, BB, SN, ST, TH)



Alle Fungizidbehandlungen signifikant zu UK

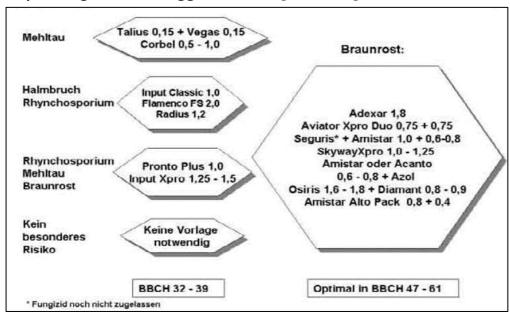
Empfehlung im Winterweizen 2013 (Angaben in kg. l/ha) Carboxamide und Strobilurine nur einmal anwenden!



Empfehlung im Wintergerste 2013 (Angaben in kg, l/ha)



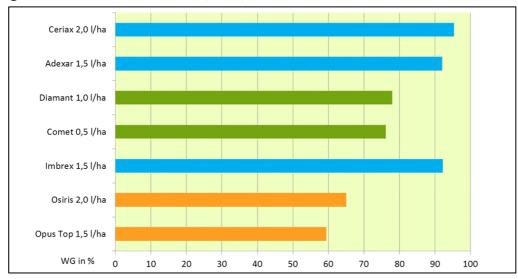
Empfehlung für Winterroggen 2013 (Angaben in kg, l/ha)



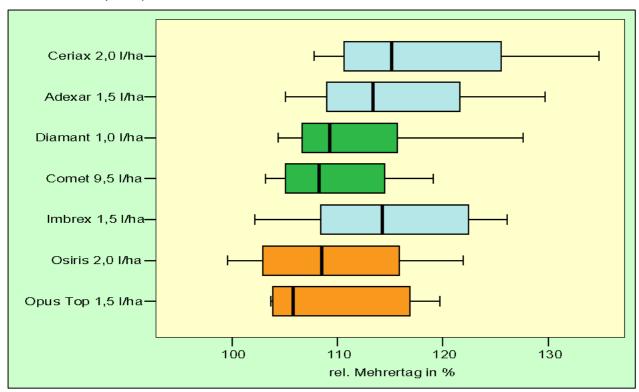
Geprüfte Fungizide in Winterroggen mit den enthaltenen Wirkstoffgruppen nach FRAC

Fungizid	Azol 1	Azol 2	Strobilurine	Carboxamide
Opus	Epoxiconazol			
Osiris	Epoxiconazol	Metconazol		
Imprex				Fluxapyroxad
Comet			Pyraclostrobin	
Diamant	Epoxiconazol		Pyraclostrobin	
Adexar	Epoxiconazol			Fluxapyroxad
Ceriax	Epoxiconazol		Pyraclo-strobin	Fluxapyroxad

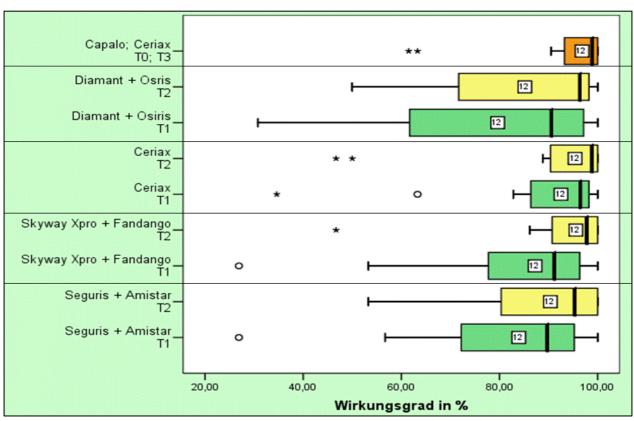
Erzielte durchschnittliche Wirkungsgrade der Wirkstoffgruppen bzw. -kombinationen gegenüber $Puccinia\ recondita\ (n=8)$



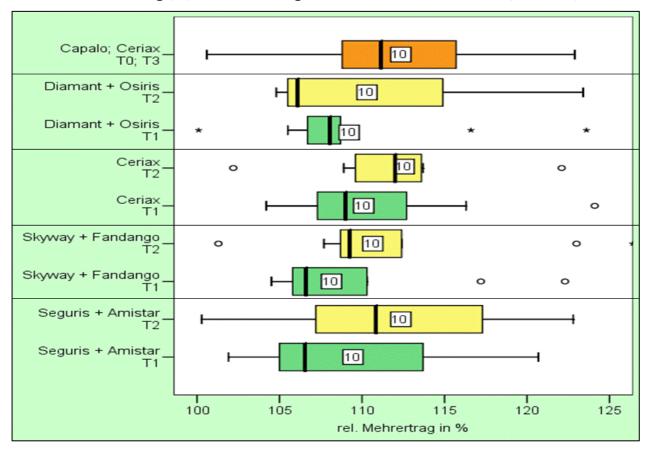
Erzielte Relativerträge der einzelnen Wirkstoffgruppen bzw.-kombinationen gegen *Puccinia recondita* (n = 8)



Erzielter Wirkungsgrad gegenüber Braunrost (%) durch den Fungizideinsatz zu zwei Terminen (2011/12)



Erzielter Relativertrag (%) durch den Fungizideinsatz zu zwei Terminen (2011/12)



Resistenzmanagement (Strobilurine, Carboxamide, Azole, Mehltauwirkstoffe, Kontaktwirkstoffe)

- **Einhaltung** aller acker- und pflanzenbaulichen Faktoren zur Senkung des Infektionspotenzials
- Anbau wenig anfälliger Sorten
- Fungizideinsatz nach Bekämpfungsrichtwert (BRW) und Entscheidungshilfen
- Wirkstoffe/Wirkstoffgruppen **zielgerichtet**, **erregerbezogen** einsetzen
- Wirkstoffkonzentrationen in Tankmischungen gut aufeinander abstimmen
- Aufwandmengen nicht zu stark senken (≥ 80 %)
- Anzahl der Behandlungen auf ein **Mindestmaß** einschränken!
- Wirkstoffgruppenwechsel in Spritzfolgen vornehmen!
- Strobilurine im Weizen nur gegen Roste und nur einmal in einer Spritzfolge anwenden!
- **Strobilurine in der Gerste** gegen Zwergrost und Rhynchosporium gut wirksam; Wirkungsminderungen bei Netzflecken, Ramularia und Mehltau beachten
- Carboxamide nur einmal in einer Spritzfolge anwenden!
- **Bekämpfung von Septoria tritici:** Wirkstoffwechsel bei den Azolen in einer Spritzfolge bzw. Tankmischungen von Azolwirkstoffen
- Talius und Flexity nur mit einem weiteren Mehltaupartner einsetzen

Schlussfolgerungen für den optimalen Carboxamideinsatz

- Carboxamide sind ein weiterer Baustein in der Antiresistenzstrategie.
- Aufgrund der Resistenzgefährdung sind die Carboxamide niemals solo, sondern immer mit Mischpartnern, die auch solo eine Wirkung gegenüber die Pilzpathogene erzielen, einzusetzen.
- Stärken dieser Wirkstoffgruppe liegen in der Bekämpfung von Septoria tritici, Rostkrankheiten, Ramularia colo-cygni und Netzflecken.
- Der amtliche Pflanzenschutzdienst empfiehlt den einmaligen Einsatz der Carboxamide in der Saison.

Autoren: Landesamt für ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Abteilung Pflanzenschutzdienst
Gerhard Schröder und Stefanie Kupfer
Müllroser Chaussee 54
15236 Frankfurt (Oder)

Einfluss von Standort und Bewirtschaftung auf Stickstoffausnutzung und -auswaschung

Dr. Steffi Knoblauch (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Die EU-WRRL, im Jahr 2000 ins Leben gerufen, verfolgt über ein mehrstufiges Rahmenprogramm die Erzielung des guten Zustands der Gewässer. Grundwasser ist die wichtigste Quelle für das Trinkwasser. Mehr als 50 mg/l Nitrat werden aus Sicht des Gesundheitsschutzes für problematisch gehalten. Der Grenzwert von 50 mg/l Nitrat wird deutschlandweit für 26,5 % aller Grundwasserkörper nicht erreicht.

Oberflächengewässer werden nach ihrem ökologischen und chemischen Zustand bewertet. Die ökologische Situation bemisst sich nach dem in und am Gewässer lebenden Pflanzen und Tieren, deren Vorkommen eng mit der Morphologie und den physikalischchemischen Bedingungen zusammenhängt. Der chemische Zustand richtet sich nach der Einhaltung der Umweltqualitätsnormen der 33 prioritären Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und weiterer Stoffe der älteren Richtlinie über gefährliche Stoffe sowie der Umweltqualitätsnorm für Nitrat aus der EG-Nitratrichtlinie mit einem Grenzwert von 50 mg/l. Für die N-Einträge in die Nord- und Ostsee ist nicht die Konzentration, sondern die N-Fracht entscheidend. Die Landbewirtschaftung und Landschaft hat an der N-Befrachtung der Nord- und Ostsee einen Anteil von derzeit 75 %.

Ein wichtiger Beitrag, den die Landwirtschaft für den Schutz der Gewässer leisten kann, ist die Reduzierung von N-Bilanzüberschüssen aus N-Zufuhr und N-Abfuhr einer landwirtschaftlichen Nutzfläche. Einer fachgerechten N-Düngung (Bemessung der N-Düngerhöhe in Abhängigkeit vom Zielertrag des Standortes, dem N-Bedarf der Pflanze, den Anforderungen an die Produktqualität und der N-Bereitstellung aus Bodenquellen) kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu. Gleichzeitig beeinflusst der Standort die N-Auswaschung erheblich. Typisch für die Standorte in Mitteldeutschland sind niedrige bis mittlere Sickerwassermengen, die die Einhaltung niedriger Nitratkonzentrationen im Sickerwasser erschweren.

Im folgenden Beitrag werden langjährige Messreihen der N-Auswaschung eines tiefgründigen Lössbodens und einer Rendzina aus Verwitterungsprodukten des unteren Keupers im Thüringer Becken unter dem Einfluss ackerbaulicher Nutzung vorgestellt.

Im Jahr 2005 ist die Lysimeteranlage Buttelstedt um zwölf Feldlysimeter für die Bestimmung der unvermeidbaren N-Auswaschung von zwei für das Thüringer Becken typischen Böden erweitert worden. Auf der Grundlage dieser Intensivmessungen sollen für Böden in Thüringen standortabhängige Schwellenwerte für N-Salden abgeleitet werden. Als unvermeidbar gilt die N-Auswaschung, die unter Beachtung aller im Sinne einer "Guten fachlichen Praxis" verfügbaren pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Erzielung optimaler Erträge und ausreichender Produktqualitäten entsteht (BAUMGÄRTEL et al., 2003). Sie muss langfristig durch Düngung ersetzt werden, wenn es nicht zu einer Abnahme der Bodenfruchtbarkeit kommen soll und ist deshalb in etwa gleich dem unvermeidbaren N-Flächen-Saldo¹. Die Höhe der unvermeidbaren N-Auswaschung wird wesentlich von den Standortverhältnissen bestimmt. Da der Landwirt nicht alle den Ertrag beeinflussende Wachstums-

_

¹⁾ Der N-Flächen-Saldo ist gleich dem N-Hoftorsaldo minus NH₃-Verluste im tierhaltenden Betrieb.

faktoren kontrollieren kann, kann er diesen Wert nur in einem Schwankungsbereich einhalten. Mit solchen standortabhängigen Schwellenwerten für N-Salden prüft der Landwirt, ob er die Möglichkeiten des landwirtschaftlichen Managements für den Schutz der Gewässer ausgeschöpft hat.

Untersuchungsstandorte und -methoden

Der tiefgründige Braunerde-Tschernosem weist einen etwa 40 cm mächtigen Humushorizont auf. Die Bodenart ist im 2 m tiefen Wurzelraum durchgängig schluffiger Lehm. Die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum von Ackerkulturen (160 cm Tiefe) beläuft sich auf etwa 185 mm.

Die mit den Lössböden im Thüringer Becken vergesellschafteten Para-Rendzinen aus unterem Keuper zeichnen sich durch eine Humusauflage von etwa 30 cm aus. Die Ackerkrume ist der Bodenart Ton zuzuordnen, darunter folgen räumlich heterogen ausgebildet lehmige, schluffige und tonige Verwitterungsprodukte des unteren Keupers mit im Tiefenverlauf stark wechselnden Korngrößenanteilen, Skelett- und Carbonatgehalten. Die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (110 cm) liegt mit etwa 145 mm deutlich niedriger im Vergleich zum Lössboden.

Der Standort (Lysimeterstation Buttelstedt) ist dem mitteldeutschen Binnenlandklima zugehörig. Das vieljährige Temperaturmittel beträgt 8,3 °C, die vieljährige Niederschlagssumme 544 mm.

Die Untersuchungen zur Bestimmung der N-Auswaschung werden mit Hilfe der wägbaren Feldlysimeter Buttelstedt durchgeführt. Sie weisen eine Oberfläche von 2 m² für die Etablierung eines repräsentativen Pflanzenbestandes und eine Tiefe von 200 bzw. 250 cm für uneingeschränkte Durchwurzelung auf. Die Feldlysimeter sind monolithisch befüllt, um das für Stoffumsatz und Durchwurzelung entscheidende Bodengefüge nicht zu stören und befinden sich inmitten eines Feldschlages zur Vermeidung von Oaseneffekten (siehe Bild 1).



Feldlysimeter Buttelstedt

Tiefgründiger Braunerde-Tschernosem im Thüringer Becken unter ackerbaulicher und Feldgemüsenutzung

Im Zeitraum von 1983 bis 1994 kamen Kartoffel, Winterweizen, Zuckerrübe, Sommergerste, W.-Weidelgras, Silomais, Brachebewuchs mit Phacelia und von 1995 bis 2004 Buschbohne, Gurke, Weißkohl, Winterraps, Zwiebel, Blumenkohl, Weißkohl, Pfefferminze sowie Blumenkohl zum Anbau. Die N-Düngung orientierte sich am pflanzlichen N-Bedarf und dem Ertragspotenzial des Standortes, bei Feldgemüse zusätzlich an der Produktqualität. Der Boden-Nmin-Gehalt geht als ungefähre Schätzgröße ein. Während der Jahre mit ackerbaulicher Nutzung von 1983 bis 1994 erfolgte eine mineralisch-organische N-Düngung. Jeweils vor der Hackfrucht wird Stallmist ausgebracht und zum 1. und 2. Aufwuchs von Welschem Weidelgras Rindergülle appliziert. Das Stroh verbleibt nicht auf dem Feld.

Ab dem Jahr 2005 kam die Fruchtfolge Silomais/Sorghum bic. Sommergerste, Winterraps, Winterweizen zum Anbau. Die N-Düngung erfolgte fachgerecht nach der Empfehlung des Düngeberatungssystems SBA, d. h. unter Berücksichtigung des pflanzlichen Bedarfes, der Ertragserwartung des Standortes und der N-Nachlieferung des Bodens (Boden-Nmin-Gehalt im Frühjahr, Pflanzenanalyse für 2. und 3. N-Gabe, Tab. 1). Für die Ermittlung des Boden-Nmin-Gehaltes sind in unmittelbarer Nähe der Entnahmeorte der Feldlysimeter im Jahr 2004 Feldparzellen angelegt worden, die ebenso wie die Lysimeter zur Bewirtschaftung kamen. Es wurden eine mineralisch-organische und eine mineralische Düngungsvariante geprüft. Im Folgenden wird nur die mineralische N-Düngungsvariante vorgestellt. Das Stroh blieb auf dem Feld.

In den Anbaujahren 2005 bis 2011 wurden die Zielerträge mit Ausnahme von Braugerste unter den trockenen Witterungsverhältnissen 2006 und 2010 in etwa erreicht (Tab. 1).

Tabelle 1: N-Düngung und Erträge auf dem tiefgründigen Braunerde-Tschernosem im Untersuchungszeitraum 2005 bis 2011

		Zie	lertrag	Ertrag		
Jahr	Fruchtart	TM HP N-Düngung		FM HP	TM HP	
		dt/ha	kg/ha	dt/ha	dt/ha	
2005	Silomais	180	118	836	234	
2006	Braugerste	80	20+25 ¹	83	71	
2007	Winterraps	53	205	52	47	
2008	WWeizen	95	140	110	94	
2009	Zuckerhirse	210	160	718	201	
2010	Braugerste	80	20+ 251)	79	68	
2011	Winterraps	55	219	70	63	

¹⁾ Düngung zur Strohrotte

Unter dem Einfluss von 563 mm Niederschlag und 10 mm Zusatzwasser im Mittel der Jahre 1984 bis 1994 mit ackerbaulicher Nutzung wurden je Jahr 12 mm Sickerwasser gebildet. In vier von elf Jahren blieb eine Sickerwasserbildung aus (Abb. 1). Unter normalen Witterungsverhältnissen regnete es während des Winterhalbjahres 200 mm. Davon blieben abzüglich der Verdunstung etwa 100 mm für die Wiederauffüllung des nach der Ernte ausgetrockneten Bodens. Tiefwurzelnde Ackerkulturen können den pflanzenverfügbaren Bo-

HP = Hauptprodukt

denwasserspeicher im effektiven Wurzelraum, 185 mm, durchaus ausschöpfen, was erklärt, warum selbst unter normalem Niederschlagsaufkommen der Bodenwasserspeicher der Lössböden im Thüringer Becken im Frühjahr nicht vollständig aufgefüllt ist. Unter dem Anbau von Feldgemüse in den Jahren 1995 bis 2004 stieg die Sickerwassermenge auf 78 mm je Jahr an (Tab. 2). Gründe dafür waren die kürzere Wachstumszeit, der geringere Wurzeltiefgang und die Verabreichung einer Mindestmenge an Zusatzwasser, im Mittel der Jahre 67 mm je Jahr, zur Erzielung eines vermarktungsfähigen Produktes. Eine auf potenzielle Verdunstungsbedingungen ausgerichtete Zusatzwasserversorgung, im Mittel der Jahre 133 mm je Jahr, wurde in einer weiteren Variante geprüft.

Im Anbauzeitraum von 2005 bis 2011 mit wiederholtem Anbau von Ackerkulturen sinkt die Sickerwassermenge im Mittel der Jahre auf 18 mm je Jahr.

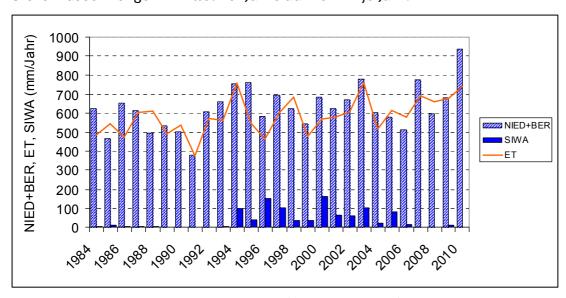


Abbildung 1: Jahreswerte des Niederschlages (plus Zusatzwasser), der Evapotranspiraton und des Sickerwassers im Zeitraum von 1984 bis 2010

Tabelle 2: Wasserbilanzgrößen des Braunerde-Tschernosem aus Löss

Zeitraum		Niederschlag ¹⁾	Zusatzwasser	Verdunstung	Sickerwasser
		mm/a	mm/a	mm/a	mm/a
1984 - 1994	Ackerkulturen	562	9,6	547	11,9
1995 - 2004	Feldgemüse mit redu-	591	67	581	78,0
	zierter Zusatzwasserver-				
	sorgung				
2005 - 2010	Ackerkulturen	678	3,3	661	17,9

¹⁾ Niederschlag Differenzwägung Lysimeter

Das Sickerwasser wies während der Anbaujahre bei Ackerkulturen von 1983 bis 1994, mit geringen Sickerwassermengen, Nitratkonzentrationen zwischen 12 und 75 mg/l (Mittelwert der beiden unberegneten Lysimeter) auf (Abb. 2). Im Mittel der Jahre waren es 64 mg/l. Der N-Austrag belief sich auf 1,7 kg/ha (Tab. 3).

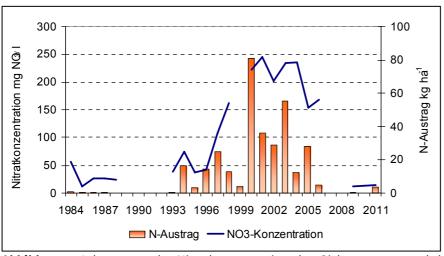


Abbildung 2: Jahreswerte der Nitratkonzentration des Sickerwassers und des N-Austrages unter der Bedingung natürlicher Niederschläge (1984 bis 1994, 2005 bis 2011) bzw. reduzierter Zusatzwasserversorgung (1995 bis 2004)

Unter Anbau von Feldgemüse in den Jahren 1995 bis 2004 erreichte die Nitratkonzentration einen Peak von 245 mg/l, danach ging sie wieder kontinuierlich zurück. Im Mittel des Anbauzeitraumes mit Feldgemüse von 1995 bis 2004 belief sich die Nitratkonzentration auf 154,7 mg/l und wurden je Jahr durchschnittlich um 27 kg/ha N ausgewaschen (Tab. 3).

Tabelle 3: N-Zufuhr-Abfuhr-Saldo, N-Austrag und Nitratkonzentration des Sickerwassers auf dem tiefgründigen Braunerde-Tschernosem

Zeitraum	Nutzung	N-Zufuhr-	N-	Sicker-	NO ₃ -
		Abfuhr-Saldo	Austrag	wasser	Konzentration
		kg/ha	mg/l	mm	mg/l
1984 - 1994	Ackerkulturen	+23	1,7	11,7	64,3
1995 - 2004	Feldgemüse mit reduzierter Zu-	+7	27,2	78,0	154,7
	satzwasserversorgung	. ,	27,2	70,0	154,7
2005 - 2011	Ackerkulturen	-46	5,26	32,0	72,3
dv. 2006 - 2011	Ackerkulturen ohne Einfluss	-46	1,45	24,1	26,6
	Feldgemüse 2004/05	-40	1,45	24,1	20,0
1984 - 2005	Ackerkulturen u. Feldgemüse	+15	+14,5	45	143
1984 - 2011		0	11,71	40,5	128

Während der Ackernutzung von 1984 bis 1994 gab es im Jahr 1990 einen sehr hohen N-Überschuss-Saldo von +400 kg/ha (Abb. 3). In den Jahren davor und danach bewegen sich die N-Salden zwischen -102 und +118 kg/ha.

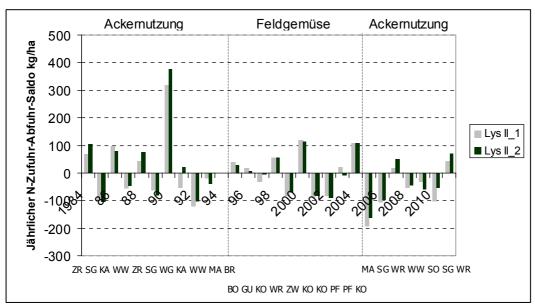


Abbildung 3: Jahres-N-Salden der beiden Lysimeter-Wiederholungen - 1990 Welches Weidelgras: 50 m³/ha im Herbst 1989 vor Aussaat, 70 und 80 m³/a zum 1. und 2. Aufwuchs im Nutzungsjahr 1990 zuzüglich zur mineralischen N-Düngung mit KAS führen zu einem überdurchschnittlich hohen N-Überschuss-Saldo von +400 kg/ha

Die Sickerwasserbildung begann im Wesentlichen ab dem Jahr 1994 (Abb. 1). Bis zum Erreichen des Nitrat-Peaks (Abb. 2), das mit hoher Wahrscheinlichkeit mit beeinflusst worden ist durch den hohen N-Überschuss von 1990, war bei den einzelnen Lysimetern in etwa die gleiche Sickerwassermenge abgelaufen (690 bis 841 mm). Geteilt durch die Verlagerungsstrecke von 23 dm, die der Tiefe der Sickerwasser-Probenahme entsprach, ergab sich daraus ein Bodenwassergehalt von 30 bis 36,5 Vol.%. Dieser Wert kommt in etwa dem Bodenwassergehalt bei pF 2,5 und bestätigt für diesen Standort (tiefgründiger Lehm, mitteldeutsches Trockengebiet) die theoretische Annahme, dass vor Austreten eines in den Boden infiltrierten Niederschlagstropfens aus der Wurzelzone erst die gesamte im Wurzelraum enthaltene Bodenwassermenge verdrängt werden muss. Demnach beträgt die jährliche Verlagerungsstrecke bei Ackernutzung in etwa 0,4 dm und unter Feldgemüsenutzung 2,5 dm je Jahr. Bei einer Verlagerungsstrecke von 0,4 dm je Jahr unter Ackernutzung kommt es theoretisch erst nach etwa 50 Jahren zu einem einmaligen Austausch des Bodenwassers der 2 m-Wurzelzone. Während des Anbaujahres mit Feldgemüse von 1995 bis 2004 hat es mit insgesamt 780 mm im Mittel der beiden unberegneten bzw. reduziert beregneten Lysimeter mehr als einen Austauschprozess gegeben. Die von 1995 bis 2004 gemessene N-Auswaschung war vor allem das Ergebnis der vor 1995 abgelaufenen Ackerbewirtschaftung. Eine über viele Jahre mit N angereicherte Bodenlösung, war durch die unter Feldgemüse mehrfach höhere Sickerwasserspende aus der Wurzelzone verdrängt worden und deshalb im Wesentlichen nicht das Ergebnis der Feldgemüsenutzung von 1995 bis 2004. Im darauffolgenden Zeitraum 2005 bis 2010 gingen die Nitratkonzentrationen deutlich zurück und sanken ab 2009 unter 50 mg/l. Im Mittel dieses Zeitraumes waren es 72 mg/l und werden je Jahr um 5 kg/ha N ausgewaschen. Dem gegenüber stand ein N-Saldo von -46 kg/ha (Tab. 3). Ein Zusammenhang zur Höhe der N-Auswaschung ist nicht erkennbar. Die N-Auswaschung war immer noch das Ergebnis der Bewirtschaftung vor 2005. Möglicherweise haben die sehr niedrigen Nitratkonzentrationen ab 2009 mit dem negativen N-Saldo etwas damit zu tun, indem tief reichende Wurzeln Nitrat aus unteren Bodenschichten aufnehmen. Ohne Anrechnung des Jahres 2004/05, nach Anbau von Blumenkohl, betrag der N-Austrag nur 1,4 kg/ha und die Nitratkonzentration nur 27 mg/l. Im 28-jährigen Zeitraum (1984 bis 2011) standen einem ausgeglichenen N-Saldo (0 kg/ha) 12 kg/ha N-Austrag gegenüber und wies das Sickerwasser eine Nitratkonzentration von 128 mg/l auf. Das Ergebnis deutet daraufhin, dass auch bei geringen N-Überschüssen eine Nitratkonzentration kleiner 50 mg/l auf den tiefgründigen Lössen im Thüringer Becken kaum möglich war. Die N-Fracht, die aus der Wurzelzone in die Gewässer gelangt, war dafür sehr gering. Unter Ackernutzung mit durchschnittlich 12 mm Sickerwasser je Jahr dürfte der N-Austrag bei fachgerechter N-Düngung kaum höher als 3 kg/ha und Jahr ausfallen. Diese unvermeidbare N-Auswaschung bildet den unvermeidbaren N-Flächensaldo tiefgründiger Lössböden im Thüringer Becken, den der Landwirt nicht unterbieten kann. Zuzüglich eines Toleranzbereiches von etwa 20 kg/ha, der vom Landwirt nicht beeinflussbare Ertragsschwankungen berücksichtigt, ergibt sich daraus ein standortabhängiger Schwellenwert von 23 kg N/ha, den der Landwirt nicht überschreiten sollte.

Para-Rendzina aus unterem Keuper im Thüringer Becken unter ackerbaulicher Nutzung

Die N-Düngung erfolgte empfehlungskonform nach den Regeln der "Guten fachlichen Praxis", d. h. unter Berücksichtigung des pflanzlichen N-Bedarfes, der Ertragserwartung des Standortes und der N-Nachlieferung des Bodens, entsprechend dem Düngeregime der mit Löss befüllten Feldlysimeter seit 2005. Es wurden eine mineralische und mineralisch-organische Düngung geprüft (Variante 1 und 4 in Tab. 4). Die Fruchtfolge war Silomais/Sorghum bicolor, Braugerste, Winterraps und Winterweizen. Von der empfohlenen N-Düngermenge erhielt Silomais/Sorghum bicolor in der mineralisch-organischen Variante zur Aussaat 100 kg/ha Gülle-N und Winterraps 50 kg/ha Gülle-N als Kopfdüngung sowie zur Strohrotte von Braugerste 50 kg/ha Gülle-N. Im Mittel der Fruchtfolge sind es 50 kg/ha Gülle-N und Jahr. Der Nges-Gehalt der Gülle wird durch die Analyse unmittelbar vor Ausbringung ermittelt und ohne Abzug gasförmiger N-Verluste zum Ansatz gebracht. Das Stroh blieb auf dem Feld. Für die Bestimmung der Boden-Nmin-Gehalte dienen die in unmittelbarer Nähe der Entnahmeorte der Lysimeter angelegte Feldparzellen. Die Grundbodenbearbeitung des Lysimeterbodens erfolgte pfluglos, nicht wendend mit einer Bearbeitungstiefe von 12 bis 15 cm unter Zuhilfenahme von Hacke und Spaten, in etwa der Grubberbearbeitung im Feldversuch.

Tabelle 4: Fruchtfolge und Varianten der Düngung im Lysimeterversuch

	Mineralisch (Var 1 Min-SBA)			mineralisch-organisch-Gesamt-N (Var. 4 Gülle-Ges-N)		
Silomais	N-Sollwert minus N _{min}			N-Sollwert minus N _{min} und 100 kg/ha als Gülle-Ges-N, zur Aussaat		
So-Braugerste	N-Sollwert minus N _{min}		plus Minera	N-Sollwert minus N _{min}	Stroh plus Gülle-Ges-N	
Winterraps	N-Sollwert minus N _{min}	Stroh		N-Sollwert minus N _{min} und 50 kg/ha als Gülle-Ges-N, Kopfdüngung im Frühjahr	Stroh	
Eliteweizen	N-Sollwert minus Nmin, 2. u. 3. N-Gabe nach Pflanzenanalyse	Stroh		N-Sollwert minus N _{min} , 2. u. 3. N-Gabe nach Pflan- zenanalyse	Stroh	

Im Parzellenfeldversuch kam es zur Untersuchung von zwei weiteren Düngungsvarianten. In Variante 2 wurde der Gülle-N als MDÄ-N angerechnet. Variante 3 erhielt 30 % mehr Stickstoff als empfehlungskonform, um zu prüfen, ob mit empfehlungskonformer N-Düngung in Variante 1 der optimale Ertrag entstand.

Im Mittel der Jahre 2005 bis 2011 wurden auf der Para-Rendzina unter ackerbaulicher Nutzung 40 mm/a Sickerwasser gebildet mit einer beträchtlichen Schwankungsbreite zwischen den Jahren und den Lysimeter-Wiederholungen. Die mittleren Jahreswerte schwankten zwischen 3 und 103 mm je Jahr (Abb. 4). In den Jahren 2006, 2009 und 2010 gab es bei ein bis drei Keuper-Lysimetern kein Sickerwasser, im Jahr 2007 blieb bei zehn der zwölf Keuper-Lysimeter die Sickerwasserbildung aus.

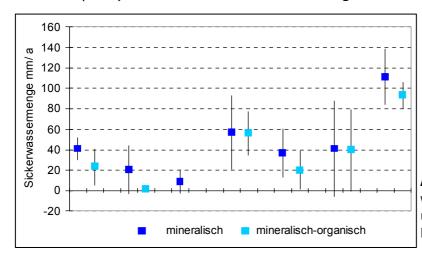
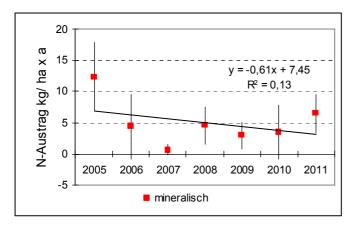


Abbildung 5: Jahreswerte der Sickerwassermenge der Para-Rendzina aus unterem Keuper in den Jahren 2005 bis 2011

Unter Annahme eines Verweilzeitvolumens von 70 % und einer mittleren Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes von 30 Vol.% ergab sich für den Versuchszeitraum 2005 bis 2011 eine theoretische Verlagerungsstrecke des Bodenwassers von 74 bis 229 cm. Das bedeutet nach Ablauf von sieben Jahren hat es unter Annahme einer effektiven Durchwurzelungstiefe von 110 cm einen etwa ein- bis zweimaligen Austausch des Bodenwassers gegeben. Mit einer Gegenüberstellung der Bewirtschaftung bzw. des N-Saldos zur N-Auswaschung kann begonnen werden.

Im Mittel des Untersuchungszeitraumes betrug der N-Austrag der mineralischen Düngungsvariante 5,0 kg/ha und der mineralisch-organischen Variante 4,2 kg/ha.

Zu Beginn der Untersuchungen, im Winterhalbjahr 2004/05 war der N-Austrag am höchsten (Abb. 5), im Mittel aller Lysimeter 10,8 kg/ha. Die hohe N-Auswaschung zu Versuchsbeginn war vermutlich als Reaktion auf den Anbau von Erbsen im Jahr 2004, vor Befüllung der Lysimeter, zu sehen. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen sanken die N-Austräge, trotz zunehmender Sickerwasserspenden. Im Trend beziffert sich die Abnahme bei der mineralischen Düngungsvariante auf 0,6 kg/ha x a. Bei der mineralisch-organischen Variante war eine geringfügige Zunahme zu erkennen.



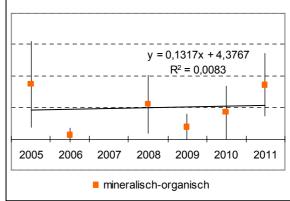
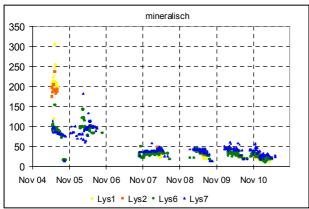


Abbildung 5: Jahreswerte des N-Austrages unter der Bedingung mineralischer und mineralisch-organischer N-Düngung auf der Para-Rendzina aus unterem Keuper

Die Nitratkonzentration des Sickerwassers belief sich zu Beginn der Messungen im Jahr 2005 auf 81 bis 210 mg/l (Abb. 6). Es zeigte sich eine Gruppierung der Lysimeter in Abhängigkeit vom Substrat. Die höchsten Werte bildeten die schluffig-lehmigen Böden (Lysimeter K1, K2, K3) mit 169 bis 210 mg/l. In einem mittleren Bereich lagen die lehmigtonigen Böden (Lysimeter K4 und K5) mit 165 und 164 mg/l. Am geringsten fielen die Werte der tonigen Böden (Lysimeter K6 und K7) mit 86 und 81,4 mg/l aus (Abb. 6).



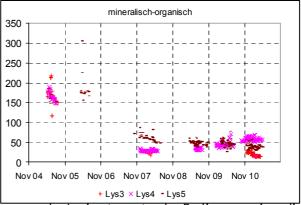


Abbildung 6: Verlauf der Nitratkonzentration des Sickerwassers der Lysimeter unter der Bedingung mineralischer und mineralisch-organischer N-Düngung auf der Para-Rendzina aus unterem Keuper

Unter der Bedingung gleich hoher N-Düngermenge ging diese Abhängigkeit im Verlauf der Jahre zurück. In den Jahren 2008 bis 2010 mit Sickerwassermengen von 61, 30 und 40 mm je Jahr fielen die Nitratkonzentrationen mit Ausnahme des Lysimeters K5 unter 50 mg/l. Auch im Jahr 2011 mit überdurchschnittlicher Sickerwasserspende von 103 mm/a blieb der Trend abnehmender Nitratkonzentration bestehen, ausgenommen Lysimeter K4 mit einem leicht ansteigenden Trend auf über 50 mg/l. Der N-Austrag belief sich im Jahr 2011 auf 7,4 kg/ha.

Der Rückgang der Nitratkonzentration im Verlauf der sieben Jahre war als Ergebnis empfehlungskonformer N-Düngung mit negativen N-Salden im ersten Durchlauf der Fruchtfolge und leicht positiven N-Salden im zweiten Durchlauf der Fruchtfolge zu sehen (Tab. 5). Den im Mittel des siebenjährigen Untersuchungszeitraumes leicht negativen N-Salden von -3 und -5 kg/ha standen N-Austräge von 5 und 4,2 kg/ha gegenüber. Bei einer Sickerwasserspende von 45 und 33 mm je Jahr ergaben sich daraus 49 und 53 mg/l Nitrat.

Tabelle 5: N-Düngung und N-Zufuhr-Abfuhr-Salden auf der Para-REndzina aus unterem Keuper

		N-Sollwert N-Düngung		N-Zufuhr-Abfuhr-Saldo			
Jahr	Fruchtart		Min-SBA (1)	1) Min-Gülle-Ge		Min-SBA (1)	Min-Gülle-
		_	_	s-N	(4)		Ges-N (4)
			min.	min.	org./G.		
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
2005	Silomais	190 - 201)	110	10	100	-94	-100
2006	Braugerste	90	40 + 25 ²	35	50 ²	-20	-12
2007	Winterraps	210	180	130	50	+62	+69
2008	Winterweizen	170	170	180		-11	-32
						-16	-19
2009	Sorghum bic.	210	153	54	100	-36	-29
2010	Braugerste	90	$55 + 25^2$	53	50 ²⁾	+10	+11
2011	Winterraps	235	211	152	50	+66	+57
						+13	+13
2005-2011	_		131 + 7	88	57	-3	-5

¹⁾ Minderung um 20 kg/ha im 1. Jahr zur N-Aushagerung

Da 30 % mehr Stickstoff als nach Stickstoffbedarfsanalyse empfohlen mit Ausnahme eines Jahres (2007) keinen signifikant höheren Ertrag oder höhere Produktqualität brachte (Tab. 6), deutet sich an, dass empfehlungskonforme N-Düngung N-Auswaschung senken kann, ohne auf den wirtschaftlichen Ertrag verzichten zu müssen.

Tabelle 6: Trockenmasse-Erträge auf der Para-Rendzina aus unterem Keuper

Jahr	Fruchtart	Zielertrag	Lysin	neterversuch	Feldy	versuch versuch
			Min-SBA	Min-Gülle-Ges-N	Min-SBA + 30 %	Min-Gülle-MDÄ-N
			(1)	(4)	(3)	(2)
			dt/ha	dt/ha	% von (1)	% von (4)
2005	Silomais	150	179	189	-	
2006	Braugerste	70	55	59	102	101
2007	Winterraps	44	35	34	109*	102
2008	Winterweizen	75	81	91	101	99
2009	Sorghum bic.	190	182	167	105	107
2010	Braugerste	70	56	64	107	106
2011	Winterraps	47	51	52	103	100

Für die Ableitung der Höhe des unvermeidbaren N-Austrages ist der siebenjährige Untersuchungszeitraum noch zu kurz.

Zusammenfassung

Die tiefgründigen Lössböden im mitteldeutschen Trockengebiet wiesen eine geringe Verlagerungsgefahr von Stickstoff auf. Im Bodenwasser gelöster Stickstoff blieb viele Jahre in der Wurzelzone. Selbst mehrjährige N-Überschüsse könnten durch Berücksichtigung der N-Bereitstellung aus Bodenquellen (Boden-Nmin-Gehalt im Frühjahr, Pflanzenanalyse) noch durch pflanzlichen N-Entzug abgehagert werden. Bei fachgerechter N-Düngung war der unvermeidbare N-Austrag sehr gering. Der unvermeidbare N-Flächen-Saldo bzw. Optimalwert des N-Saldos bewegt sich im Bereich von 3 kg/ha. Zuzüglich eines Toleranzbereiches

²⁾ 25 kg/ha Mineral-N bzw. 50 kg/ha Gülle-N zur Strohrotte

von etwa 20 kg/ha ergab sich daraus ein für diesen Standort zutreffender Schwellenwert von etwa 23 kg N/ha, den der Landwirt langfristig nicht überschreiten sollte.

Das N-Verlagerungsrisiko der Rendzinen aus unterem Keuper im Thüringer Becken war mit einem N-Austrag von bisher 5 kg/ha deutlich höher einzustufen. Fachgerechte N-Düngung führte im Verlauf von sieben Jahren zu einem deutlichen Rückgang der Nitratkonzentration des Sickerwassers. Für die Ableitung des standortabhängigen Schwellenwertes für N-Salden reichte der siebenjährige Untersuchungszeitraum noch nicht aus.

Die Kooperation Lysimeter, die sich im Jahr 2009 aus mehreren landwirtschaftlichen Einrichtungen Mittel- und Nordostdeutschlands gebildet hatte, brachte im September 2013 einen Bericht über "Wirkung landwirtschaftlicher Nutzung auf die N-Auswaschung anhand langjähriger Lysimetermessungen in Mittel- und Nordostdeutschland und Schlussfolgerungen für die Minimierung der N-Befrachtung der Gewässer" heraus. Der Bericht wendet sich insbesondere auch an Landwirte. Es werden grundlegende Zusammenhänge zwischen Bodennutzung und N-Auswaschung vermittelt und Maßnahmen landwirtschaftlicher Bodennutzung bewertet.

Sortenwahl zur Bekämpfung von Fusarium in Wintergetreide

Christian Guddat (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Auswirkungen von Deoxynivalenol

• auf Ertrag und Qualität

- geringerer Ertrag durch partielle Taubährigkeit und Schmachtkörner
- verminderte Keimfähigkeit
- Qualitätsbeeinträchtigung des Getreides für Verarbeitung (Gushing-Effekt bei Malzherstellung, Backeigenschaften)
- Verlust der Vermarktungsfähigkeit (Stoßen der Ware)

· auf die Tierhaltung

- Futterverweigerung, Erbrechen, Durchfall
- Entzündungen im Magen-Darm-Trakt
- Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit
- Schwächung des Immunsystems und erhöhte Infektionsanfälligkeit
- Leistungsabfall inklusive Minderung von Geburten- und Überlebensrate, Gewichtszunahme und Futterverwertung

Höchstmengen für Deoxynivalenol [Verordnung (EG) 1881/02006]

Lebensmittel	Deoxynivalenol (μg/kg)
unverarbeitetes Getreide außer Hartweizen, Hafer und Mais	1 250
unverarbeiteter Hartweizen und Hafer	1 750
unverarbeiteter Mais	1 750
Getreide, Getreidemehl, vermarktete Kleie und Keime zum unmittelbaren menschlichen Direktverzehr	750
Teigwaren (trocken)	750
Brot, feine Backwaren, Kekse, Getreide-Snacks, Frühstückscerealien	500
Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder	200

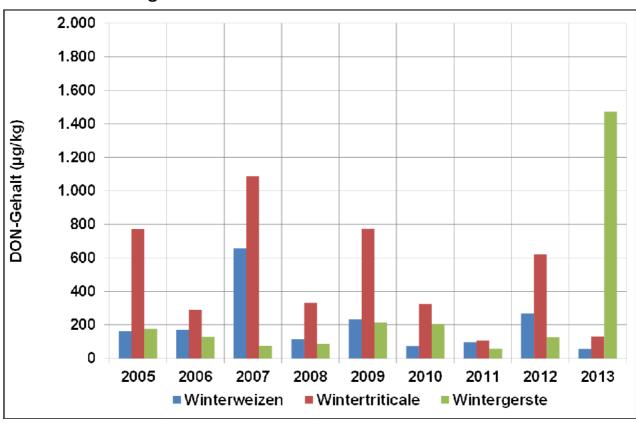
Quelle: R. Steinmüller in Mühle + Mischfutter 11/2013

Empfehlung der Kommission vom 17. August 2006 betreffend das Vorhandensein von Deoxynivalenol in Futtermitteln (2006/576/EG)

zur Verfütterung bestimmter Erzeugnisse	Richtwert (µg/kg) bei 12 % Feuchtegehalt
Futtermittelausgangserzeugnisse	
Getreide und Getreideerzeugnisse außer Maisnebenprodukten	8 000
Maisnebenprodukte	12 000
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel außer:	5 000
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Schweine	900
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Kälber, Lämmer und Ziegen- lämmer	2 000

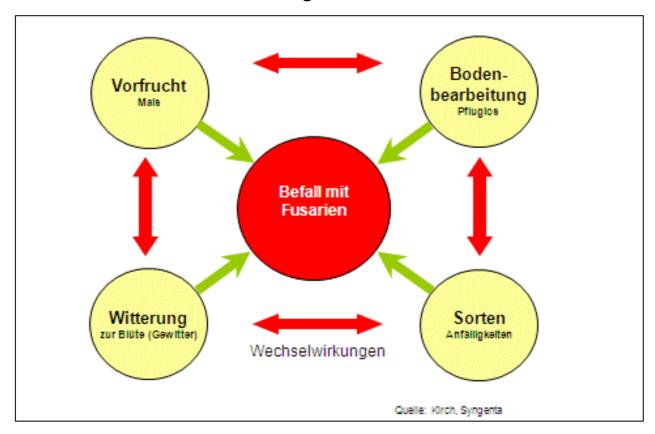
Quelle: R. Steinmüller in Mühle + Mischfutter 17/2013

Mittlere DON-Gehalte in repräsentativen Ernteproben ausgewählter Getreidearten in Thüringen

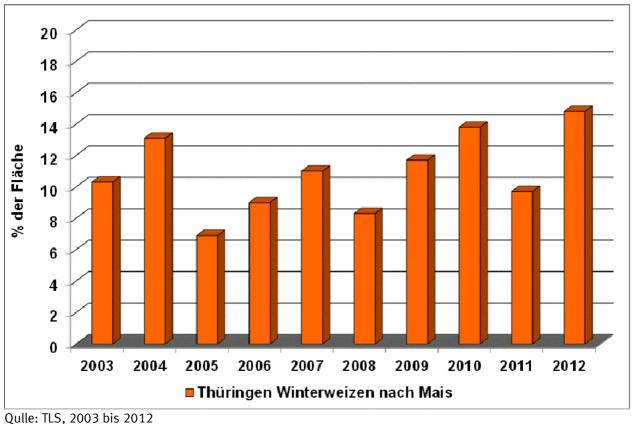


Quelle: TLL, Abt. 200 (2005 bis 2013)

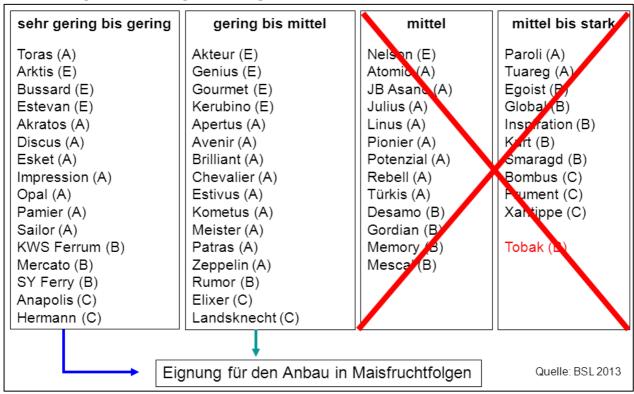
Faktoren und deren Wechselwirkungen



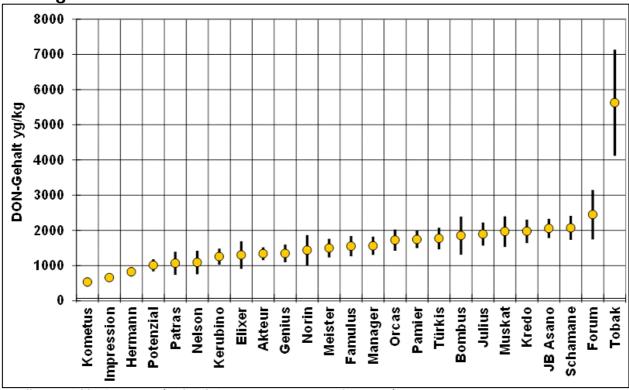
Anteil von Winterweizen nach Vorfrucht Mais an der Gesamtweizenfläche im Zeitraum von 2003 bis 2012



Ährenfusarium in Winterweizen Einstufung der Anfälligkeit ausgewählter Sorten - Stand 2013

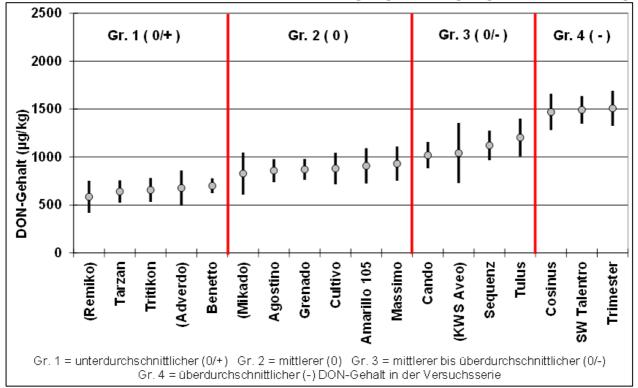


Ährenfusarium Winterweizen - Berücksichtigung der Neigung zur DON-Bildung



Quelle: U. Nickl, LfL Bayern (mehrjährige Auswertung 2008 bis 2012)





Quelle: Mehrländerkooperation TH,BY, SN, ST, BW, MV (statistische Auswertung) und BB

Schlussfolgerungen

- Anbaubedeutung der Sorten ist vor allem bei Winterweizen wegen komplexer Eigenschaften sehr unterschiedlich
- bei Sortenwahl steht auch zukünftig Ertragsfähigkeit und -sicherheit, Qualitätssicherheit und Winterfestigkeit im Vordergrund
- **aber**: grundsätzlich sind im Getreideanbau die den Ährenfusariumbefall fördernden Faktoren und die Ausbreitung des Pilzes zu minimieren (Vorfrucht, Zerkleinerung/Einarbeitung Erntereste, Fungizidmaßnahmen)
- <u>unter ungünstigen Voraussetzungen</u> (Vorfrucht, Bodenbearbeitung) sind <u>Sorten mit geringerer Anfälligkeit für Ährenfusarium</u> bzw. Neigung zur DON-Bildung zu <u>bevorzugen</u>
- bei Sorten mit höherer Anfälligkeit für Ährenfusarium bzw. Neigung zur DON-Bildung ist insbesondere beim Anbau nach Mais Zerkleinerung der Ernterückstände, wendende Bodenbearbeitung sowie Ährenbehandlung mit Fungiziden dringend zu empfehlen

Sorten für die Aussaat 2013 in Thüringen mit besonderer Eignung für den Anbau in Maisfruchtfolgen:

Winterweizen

• E-Sorten: (Bussard), (Arktis)

• A-Sorten: Toras, Opal, Pamier, Kometus

• B-Weizen: -

• C-Weizen: Hermann

Wintertriticale

• (Benetto), (Adverdo)

Kann die N-Effizienz im Pflanzenbau verbessert werden? - Ergebnisse aus den Gewässerschutzkooperationen in Nordwest- und Mittelthüringen

Dr. Thomas Werner und Hendrik Luck (JenaBios GmbH Jena)

In den Jahren 2009 bis 2012 wurde im Rahmen eines vom Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (TMLFUN) geförderten Verbundprojektes gemeinsam mit dem Thüringer Bauernverband (TBV) und Ingenieurbüros zwei Gewässerschutz-Kooperationen gegründet. Mitglieder der Kooperationen waren interessierte Landwirtschaftsunternehmen, die o. g. Auftragnehmer des Projektes sowie die regional zuständigen Landwirtschaftsämter, die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) und die Unteren Wasserbehörden.

Innerhalb der Kooperationen wurden die beiden für den Gewässerschutz relevanten Nährstoffe Stickstoff und Phosphor bearbeitet sowie ein entsprechendes Consulting etabliert. Im Teil-Projekt N-Management konzentrierte sich die Tätigkeit auf den mineralischen N-Einsatz und die Verwertung der organischen Dünger.

Die Kooperationen agierten in den Kreisen NDH/KYF ("Nordwest-Thüringen") sowie SÖM/AP ("Mittel-Thüringen"), da entsprechend der aktuellen Daten der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) ein hoher Anteil des Ackerlands entsprechend der Nitrat-Gehalte im Grund- und Oberflächenwasser in Stickstoff-Überschussgebieten (N-NÜG) liegt.

Nachstehend werden Ergebnisse des Teils "N-Management" vorgestellt.

Material und Methoden

Am Teilprojekt "N-Management" nahmen 18 Landwirtschaftsunternehmen (14 in Nordwest-Thüringen und vier in Mittelthüringen) aktiv teil.

In diesen wurden folgende planerische Arbeiten und Auswertungen durchgeführt:

- flächendeckende und feldstückskonkrete N-Düngungsplanung für das Ackerland einschließlich der Verwertungskonzepte für betriebseigene und zugeführte organische Dünger
- Aufarbeitung und Bewertung vorliegender N_{min}-Untersuchungen zu Vegetationsbeginn und Umsetzung von SBA-Empfehlungen
- Aufarbeitung vorliegender Untersuchungen zu den Nährstoffgehalten betriebseigener und zugeführter organischer Dünger
- Feldstücks-konkrete N-Saldierung (vergleichbar KULAP W1)
- Kalkulation des flächengewogenen Mittels der N-Saldos der Nettoackerfläche auf Betriebsebene (vergleichbar KULAP W1)
- N-Saldierungen nach bestimmten Selektionskriterien und statistische Auswertungen

Weitere wesentliche Ziele des Projektes bestanden in der Etablierung einer praxisbezogenen (Feld-) Beratung zur operativen Steuerung des N-Düngungsregimes sowie der Kommunikation der Ergebnisse innerhalb der Kooperationen.

Feldberatung:

- 5 Gruppenberatungstermine im ca. 14-tägigen Rhythmus während der Hauptvegetation an Referenzschlägen in beiden Projekt-Gebieten,
- · Gesonderte Beratung von "Problemschlägen",
- Einzelbetriebliche Beratung auf Anfrage der Verantwortlichen für den Pflanzenbau und
- Beratung fokussiert auf N-Mangement und dazu verfügbare Diagnose-Hilfsmittel aber i. d. R. ganzheitliche pflanzenbauliche Beratung.

Kommunikation:

- Jeweils 1 Workshop / Projektgebiet und Jahr im Winter und
- Informations-Veranstaltungen zu Fragen der N-Düngung und des Düngungsrechts.

Die Flächenausstattung der aktiv teilnehmenden Betriebe erlaubte die Erfassung und Bearbeitung eines umfangreichen Datenpools. Eine hinreichende Repräsentativität der Daten ist damit gegeben (Tab. 1).

Tabelle 1: Bearbeitete Fläche bei ausgewählten Fruchtarten im Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012 (Zeitraum mit konstanter Zahl bearbeiteter Betriebe)

Fruchtart	Fläche (ha)	Anzahl Feldstücke (n)
Winterweizen	10 800	560
Wintergerste	2 874	158
So-Braugerste	1 391	67
Winterraps	5 253	281
Silomais	1 459	89
Körnermais	218	14
Zuckerrübe	496	19

Ergebnisse und Diskussion

Ungeachtet ähnlicher Anbaustrukturen der Unternehmen differierten die N-Salden der Nettoackerfläche im zwischenbetrieblichen Vergleich erheblich (Tab. 2). Neben Unternehmen mit sehr niedrigen N-Salden (Betriebe C, K, M, N und Q), die der Anforderung des KULAP W 1.1 an den N-Saldo der Nettoackerfläche entsprechen (50 kg N/ha), existieren vier Unternehmen mit mehrjährig überhöhtem N-Saldo (D, I, J, Q). Für die Ackerfläche erfüllen diese Unternehmen die Vorgabe der DüVO nicht.

Häufig erkennbare Schwachstellen, die zur Entstehung von potenziell umweltrelevanten Stickstoff-Überhängen führen sind:

- Nichterreichen der Zielerträge einschließlich von Diskrepanzen zwischen Zielertrag und der tatsächlichen Ertragsfähigkeit von Flächen bzw. dem Ertragspotenzial der Bestände,
- Management der organischen Dünger (Termin und Aufwandmenge, kalkulierte N-MDÄ) sowie das
- Bestreben, schlechte Ausgangsbestände mit teilweise weit überzogenen N-Gaben zu fördern.

Tabelle 2: Durchschnittliche N-Salden der Nettoackerfläche in den Projektbetrieben

Betrieb	Düngejahre	flächengew. N-Saldo (kg/ha)	max. N-Saldo gew. (kg/ha)
Α	4	26	48
В	4	59	76
С	4	38	70
D	4	68	82
E	4	52	67
F	4	53	83
G	4	50	61
Н	4	58	70
1	4	69	78
J	4	73	77
K	3	34	46
L	3	48	55
M	3	20	33
N	3	32	64
0	3	61	87
Р	3	41	60
Q	3	102	106
R	2	53	53
Mittelwert		53	

Die Analyse der Fruchtarten zeigt überwiegend das aus der Literatur bekannte Ranking der Kulturen hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials zur Entstehung von N-Überhängen (Tab. 3). Als "kritisch" im Sinne des Gewässerschutzes - d. h. mit deutlich überhöhten N-Salden - erweisen sich Winterraps und Körnermais.

Auffällig sind die hohen N-Salden von Sommerfuttergerste und Durum. Bei Sommerfuttergerste stehen sie im Zusammenhang mit hohen N-Frachten aus organischen Düngern (Klärschlamm). Im Sommerdurum wurden die Zielerträge nicht realisiert. Unzureichende N-Abfuhren von der Fläche standen daraus resultierend gegen einen "vollkommen normalen" N-Aufwand.

Trotz nahezu vollständiger Orientierung des Winterweizenanbaues auf das Produktionsziel "Qualitätsweizen" (Qualitätsgruppen A und E) bleibt dieser im durchschnittlichen N-Saldo ebenso wie alle anderen Wintergetreide unterhalb von 60 kg N/ha. Die Qualitätsweizenproduktion (und die damit praxisübliche qualitätsbetonte 3. N-Gabe) stellt damit im Allgemeinen in den untersuchten Betrieben <u>kein</u> Risiko zum Einhalten der DüVO bzw. im Sinne des Gewässerschutzes dar.

Fruchtarten mit niedrigen - teilweise sogar negativen N-Salden sind Silomais (trotz hoher Zufuhren an organischem N) sowie Zuckerrübe und Sommerbraugerste.

In allen Fruchtarten treten jedoch sowohl Feldstücke mit stark überhöhten N-Salden, als auch negativen Salden (Abschöpfen des mineralischen N-Pools im Boden) auf. Die extremen Differenzen (Tab. 3) sind ein schwerwiegendes Argument für eine auf den Einzelschlag bezogene N-Planung sowie die operative Anpassung der zu düngenden N-Mengen an die Besonderheiten des Einzelschlages und des einzelnen Jahres.

Tabelle 3: Fruchtartenspezifische N-Salden von ausgewählten Fruchtarten im Zeitraum 2009 bis 2012

Fruchtart	Anzahl Schläge	Ertrag gew. dt/ha	Gew. Mittel d. N-Saldos (kg N/ha)	Minimum d.	Maximum d.	
		·				
Winterweizen	1 967	62,3	55	-90	354	
Wintergerste	564	65,3	50	-75	337	
Winterroggen	103	58,4	51	-76	278	
Triticale	82	56,4	47	-89	214	
Sommerbrau-	244	40.2	26	-108	205	
gerste	244	49,2	49,2 -26		285	
Sommerfutter-	12	53,0	170	-41	331	
gerste	12	55,0	170	-41))1	
Sommerweizen	83	48,8	58	-54	270	
Durum	48	46,5	64	-23	293	
Hafer	32	47,7	40	-75	266	
Winterraps	969	37,0	96	-64	423	
Zuckerrübe	68	651,4	11	-75	299	
Körnermais	47	97,1	72	-127	224	
Silomais	299	446,4	0	-239	354	
Feldgras	264	227,0	-30	-168	235	
Gesamt:	4 782		54	-239	423	

Winterweizen und Winterraps sind die im Flächenanteil dominierenden Fruchtarten und aufgrund des Anbauumfangs für weiterführende Analysen interessant.

Werden die Daten des Winterweizens nach Vorfrüchten zerlegt, fallen Stoppelweizen und Weizen nach Sommergerste mit hohen N-Salden auf.

Dazu tragen folgende Faktoren bei:

Stoppelweizen weist ein hohes Ertragsrisiko bei vergleichsweise hohem N-Bedarf auf. Im Projekt wurden ca. 10 % Minderertrag im Vergleich zu Weizen nach Vorfrucht Raps gefunden. Vielfach ist der Abstand der Erträge jedoch deutlich höher. N-Zufuhr und N-Abfuhr differieren dann im Stoppelweizen entsprechend weit.

Weizenselbstfolgen erhalten außerdem in hoher Frequenz eine (organische) N-Düngung im Herbst, um die Rotte des alterntigen Strohs zu beschleunigen. Diese N-Gabe - zumeist Gülle - zeichnet sich i. d. R. durch eine niedrige N-Düngewirksamkeit aus (Tab. 4).

Flächen mit Sommergersten-Vorfrucht besitzen im Folgejahr häufig eine vergleichsweise geringe N-Nachlieferung. Folgt Weizen auf die Sommergerste, wird darauf mit entsprechenden Zuschlägen im N-Aufwand reagiert. Bei Nichterreichen von Zielertrag und/oder gewünschter Qualität generiert dies entsprechende N-Überhänge.

Tabelle 4: Winterweizenerträge und N-Salden nach Vorfrüchten geordnet (Flächengewogene Mittelwerte)

Vorfrucht	Anzahl	Fläche ¹⁾	mineral. N- Aufwand kg		N-Aufwand ges. gew.	Gew. Mit- tel des Ertrages	N- Abfuhr	N-Saldo
	Schläge	ha	N/ha	Ausbrverl. kg N/ha	kg N/ha	dt/ha - RP (%)	kg N/ha	kg N/ha
Winterraps	774	16 098	172	18	190	64,3 - 13,8	143	47
Winterweizen	640	12 406	177	20	198	58,5 - 13,8	128	69
Silomais	183	2 834	170	33	203	64,3 - 14,6	154	49
SoBraugerste	72	1 686	198	4	202	61,5 - 13,9	130	72
Zuckerrübe	41	1 355	177	13	190	69,6 - 14,7	162	28
Erbse	8	116	153	6	159	61,3 - 12,8	131	28
Gesamt	1 718	34 496	175	19	194	62,3 - 13,9	139	56

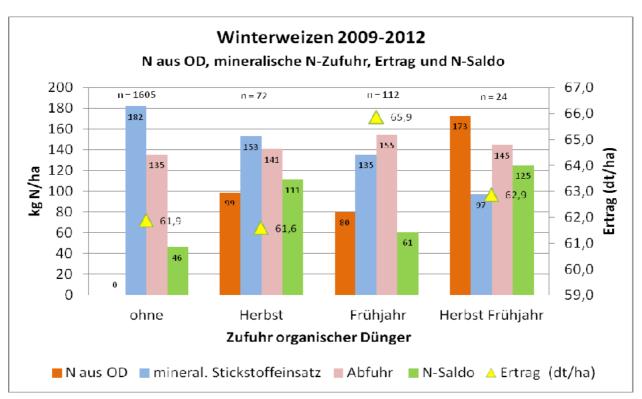


Abbildung 1: Abhängigkeit des mineralischen N-Aufwands und des N-Saldos vom Termin einer organischen Düngung

Die Auswirkungen des Termins einer organischen Düngung auf Ertragsbildung und N-Saldo veranschaulicht die Abbildung 1. Flächen mit einer organischen Düngung im Frühjahr realisierten im Durchschnitt höhere Erträge, als Flächen ohne organische Düngung zum Weizen bzw. Flächen mit organischer Düngung im Herbst. Die Möglichkeiten zum Reduzieren

des mineralischen N-Aufwandes wurden von den Unternehmen nach Frühjahrsbegüllung gezielt genutzt. Der durchschnittliche N-Saldo verbleibt auf mittlerem Niveau. Ohne organischen N-Einsatz liegt er auf niedrigem Niveau.

Die Reduzierung des mineralischen N-Aufwandes fällt nach organischer Düngung im Herbst bedingt durch niedrigere N-MDÄ deutlich geringer aus, als nach organischer N-Zufuhr im Frühjahr. Hoher N-Gesamtaufwand (252 kg N/ha) bei organischer Düngung im Herbst und gegenüber den Flächen ohne organische Düngung fehlender Ertragsvorteil (61,6 dt/ha versus 61,9 dt/ha) verursachen einen deutlichen N-Überhang bei den Weizen mit organischer N-Zufuhr im Herbst. Dieser wird verstärkt durch niedrige Rohprotein-Gehalte (-0,9 % im Vergleich zu Weizen mit Frühjahrsbegüllung, siehe Tab. 5).

Tabelle 5: Ertrag, Qualität und N-Saldo von Winterweizen in Abhängigkeit vom Termin der organischen Düngung

Düngungstermin	Ertrag (dt/ha)	RP (%)	N-Saldo (kg N/ha)
ohne OD	61,9	13,8	46
OD Herbst	61,6	13,5	111
OD Frühjahr	65,9	14,4	61
OD Herbst + Frühjahr	62,9	14,3	125

OD = organische Düngung

Winterraps realisiert in Relation zur gesamten N-Aufnahme nur geringe N-Abfuhren mit dem Korn. Mit dem Rapsstroh verbleibt viel Stickstoff auf der Fläche. Daraus resultiert theoretisch ein erhöhtes Risiko zum Entstehen von N-Überhängen. Aufgrund der schnellen Mineralisierung von Rapsstroh und der in der Vorwinterentwicklung geringen N-Aufnahme des überwiegend auf Raps folgenden Weizens ist der nach Raps verbleibende Stickstoff bei entsprechenden Boden- und Niederschlagsbedingungen stark auswaschungsgefährdet.

Der durchschnittliche N-Saldo der Fruchtart Winterraps bestätigt diese Bewertung zunächst, jedoch bestehen auch hier erhebliche Unterschiede im N-Saldo zwischen Flächen ohne und mit organischer Düngung.

Während für Flächen ohne organische Düngung im dreijährigen Mittel ein Saldo von 68 kg N/ha kalkuliert wurde, lag dieser auf organisch gedüngten Schlägen mit 136 kg N/ha doppelt so hoch (Abb. 2). Als Ursachen hierfür ist v. a. die ungenügende Berücksichtigung der N-Düngewirkung der organischen Düngung zu sehen. Das berücksichtigte N-MDÄ lag bei nur 22 %. Bei normaler oder sogar starker Herbstentwicklung des Rapses werden jedoch deutlich höhere Werte erzielt.

Die Berücksichtigung realistischer N-MDÄ und die Abschätzung der N-Aufnahme des Rapses vor Winter über die Biomasse-Bildung der Bestände bilden u.E. nach wesentliche Ansätze zur Optimierung des N-Düngungsregimes in dieser Fruchtart.

Tendenziell erzielten Rapsflächen mit organischer Düngung einen höheren Kornertrag, als Flächen ohne organische Düngung.

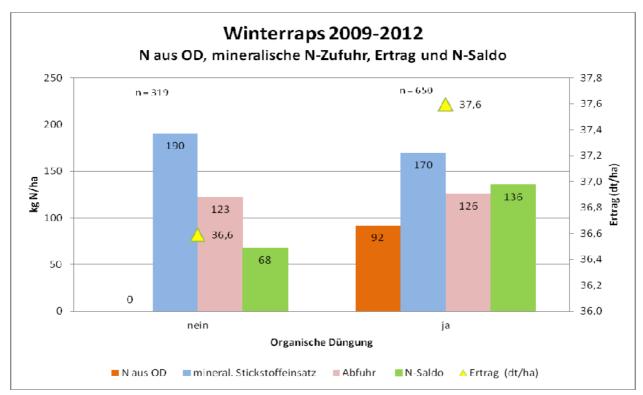


Abbildung 2: Erträge, N-Zufuhren und N-Salden im Winterraps in Abhängigkeit von der organischen Düngung

Aus der Sicht des Gewässerschutzes wird Mais aufgrund der Erosionsgefährdung (geringe Bodenbedeckung und Reihenkultur), der Gefahr des Run-Offs von Pflanzenschutzmitteln in die Oberflächengewässer und der theoretischen Möglichkeit der Verlagerung herbizider Wirkstoff in Richtung Grundwasser als sensible Kultur eingestuft. Da Mais auf extrem hohe N-Zufuhren in der Ertragsbildung zumindest nicht negativ reagiert, wird die kritische Haltung zu Mais in der öffentlichen Wahrnehmung häufig auch undifferenziert auf Stickstoff ausgedehnt. Das in der Projektarbeit vorliegende Datenmaterial lässt ähnlich wie bei Weizen die Abgrenzung von "Fallgruppen" zu, die sich in der Nutzungsart (Silo- oder Körnermais), im N-Düngungsregime einschließlich der Verwertung organischer Dünger (mit/ohne; Terminierung der organischen Düngung) und letztlich hinsichtlich des Potenzials zur Erzeugung von N-Überhängen unterscheiden.

Silomais, bei dem die gesamte oberirdische Pflanzenmasse respektive des darin enthaltenen Stickstoffs vom Feld abgefahren wird, generierte in keiner der in Abhängigkeit von der organischen Düngung gebildeten Gruppen einen umweltrelevanten N-Überhang (Abb. 3). Demgegenüber war der durchschnittliche N-Saldo der Körnermais-Flächen höher (72 kg N/ha, siehe Tab. 3), was zunächst mit dem Verbleib von Stickstoff mit dem Maisstroh im Feld zurück zu führen ist.

Anders als im Winterweizen - bei dem eine Frühjahrsbegüllung die besten Effekte hinsichtlich Ertrag und Qualität brachte sowie außerdem einen tolerablen N-Saldo generierte - fällt im Körnermais auf, dass die Frühjahrsbegüllung bei einem der Herbstbegüllung vergleichbaren Ertrag höheren N-Saldo aufweist. Auslöser hierfür ist, dass bei ähnlichem mineralischem N-Einsatz im Frühjahr deutlich höhere organische N-Mengen zugeführt werden. Inwiefern außerdem Schäden der Bodenstruktur bei einer Begüllung im Frühjahr dieses Ergebnis zusätzlich "treiben", ist zu diskutieren. Auffällig ist darüber hinaus, dass die Flächen ohne organische

Düngung den niedrigsten Ertrag, aber nicht den niedrigsten N-Saldo realisierten (fehlende Düngewirkung der in den organischen Düngern enthaltenen Hauptnährstoffe?).

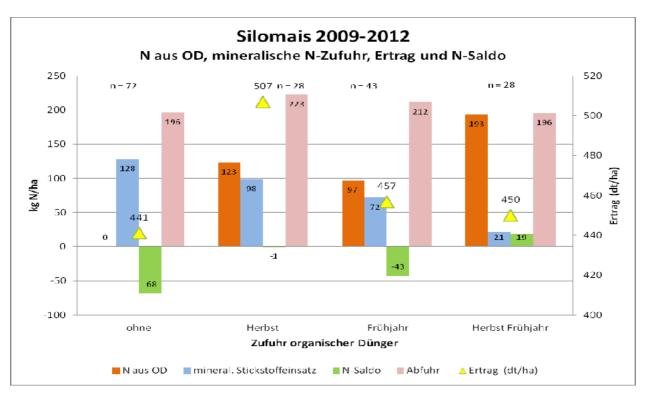


Abbildung 3: N-Aufwand, Erträge, N-Abfuhren und N-Salden im Silomais in Abhängigkeit von der organischen Düngung

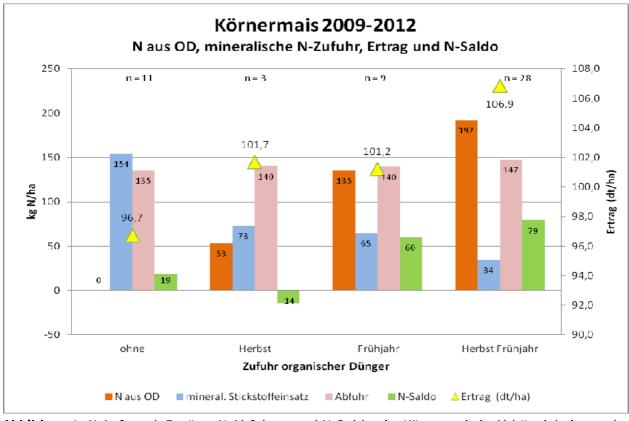


Abbildung 4: N-Aufwand, Erträge, N-Abfuhren und N-Salden im Körnermais in Abhängigkeit von der organischen Düngung

Der höchste Ertrag, aber auch der höchste N-Saldo trat in den Körnermaisflächen mit zweimaliger organischer Düngung (Herbst und Frühjahr) auf.

Zusammenfassung

In einem vom TMLFUN geförderten Verbund-Projekt wurden zwei Gewässerschutz-Kooperationen gegründet sowie ein entsprechendes Consulting aufgebaut und realisiert. Beide Kooperationen arbeiteten im N-Management (in Anlehnung an das Programm KULAP W1) sowie im Erosionsschutz (diffuser P-Austrag in Richtung Oberflächenwasser).

Im Beitrag werden die Ergebnisse zum Teil "N-Management und Wirtschaftsdüngerverwertung" vorgestellt.

Folgende wesentlichen Ergebnisse und Schlussfolgerungen resultieren aus der Projektarheit:

- 1. Zwischen den untersuchten Betrieben existieren erhebliche Unterschiede in der Qualität des N-Managements, die sich in stark differierenden N-Betriebssalden auf der Netto-Ackerfläche wieder finden.
 - Häufig erkennbare Schwachstellen, die zu hohen N-Betriebssalden führen, sind:
 - Nichterreichen der Zielerträge, Diskrepanzen zwischen Plan- und Zielerträgen;
 - Management der organischen Dünger (Termin, Menge, berücksichtigte N-MDÄ;
 - Bestreben, schlechte Ausgangsbestände mit teilweise weit überzogenen N-Gaben zu fördern.
- 2. Neben den betrieblichen Unterschieden existiert eine sehr breite Differenzierung sowohl zwischen den Kulturen als auch innerhalb der Fruchtarten. Neben Fruchtarten mit einem hohen Risiko für N-Überhänge (Raps, Körnermais) werden Fruchtarten angebaut, die niedrige (teilweise sogar negative) N-Salden generieren, wie Sommergerste, Zuckerrübe und ein Teil des Ackerfutters (Feldgras, Leguminosen-Gras-Gemische).
- 3. Qualitätsweizen-Produktion (und die damit i. d. R. ausgebrachte Qualitätsgabe) sind dem vorliegenden Daten-Pool zufolge im Projekt-Gebiet für die Einhaltung der Anforderungen der DüVO und aus der Sicht des Gewässerschutzes kein Problem. Ein erhöhtes Risiko zu N-Überhängen nach der Ernte generieren jedoch Stoppelweizen (Ertragsunsicherheit), organischer N-Einsatz im Herbst ("Strohdüngung") und Doppel-Begüllungen (Herbst und Frühjahr).
- 4. Winterraps weist insbesondere bei organischer Düngung ein erhöhtes Risiko zum Entstehen von N-Überhängen auf. Ansätze für deren Absenkung/Vermeidung sind:
 - Berücksichtigung der N-Aufnahme vor Winter;
 - angemessene Berücksichtigung des düngewirksamen Stickstoffs (N-MDÄ) aus organischer Düngung, insbesondere aus Gülle, Geflügelkot und Klärschlamm.
- 5. Trotz hoher organischer N-Zufuhren ist Silomais nicht grundsätzlich als kritisch bezüglich der N-Salden zu bewerten. Wesentliche Ursache sind die hohen N-Abfuhren durch die Ernte der Gesamtpflanze (Voraussetzung = hohes Ertragsniveau). Für Körnermais liegt im Vergleich zu Silomais kritischere Bewertung vor. Auslöser ist der mit dem Maisstroh im Feld verbleibende Stickstoff.

- 6. Als "N-Zehrer", mit sehr niedrigen teilweise negativen N-Salden, fallen neben Silomais v. a. die Fruchtart Sommerbraugerste sowie die Futterpflanzen Feldgras und Luzernegras auf.
- 7. Ausgewogene Pflanzenernährung (pH; P; [K]) und hoher Status der Bodenfruchtbarkeit sind als Grundlage hoher Erträge/N-Abfuhren eine grundlegende Voraussetzung für eine hohe N-Effizienz.

Autoren: JenaBios GmbH

Dr. Thomas Werner und Hendrik Lutz

Orlaweg 2 07743 Jena

Herbizid-Resistenz und Konsequenzen für die Beratung

Dr. Dirk Wolber (Pflanzenschutzamt Hannover, LWK Niedersachsen)

- Resistenzen gegen Ungräser und Unkräuter nehmen zu
- Ackerfuchsschwanz kann nur noch auf wenigen Standorten mit ACCase-Hemmern bekämpft werden
- Windhalm kann man nur noch auf wenigen Standorten mit ALS-Hemmern entgegen wirken
- Resistenzvermeidungsstrategien sind auf den verbleibenden Standorten dringend erforderlich
- Wirkstoffwechsel über die Fruchtfolge unentbehrlich
- Wirkstoffmischungen erforderlich aber mit Traxos und Axial 50 nur bedingt möglich
- Optimale Einsatztermine (hohe Luftfeuchtigkeit für ALS-Hemmer, ausreichende Bodenfeuchtigkeit für Bodenherbizide) sind nur bedingt umsetzbar
- Vermeidung hoher Unkrautdichten sind ackerbaulich zu vermeiden (Stoppelbearbeitung, Pflügen, Saattermine, Sommerungen in der Fruchtfolge erweitern, Striegeln)
- Sonstige Maßnahmen: Additivzusätze, Nikolausspritzungen

Autor: Dr. Dirk M. Wolber
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Pflanzenschutzamt
Wunstorfer Landstr. 9
30453 Hannover

Dünge- und Humuswirkung von Gärresten

Hubert Schröter und Dr. Wilfried Zorn (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Problemstellung

In den letzten Jahren hat die Erzeugung von Biogas deutschlandweit erheblich zugenommen. Infolge dieser Entwicklung fallen im verstärkten Maße Gärprodukte an, die effizient und umweltverträglich in der Landwirtschaft einzusetzen sind. Im Vordergrund steht dabei die optimale Verwertung des Stickstoffes der Gärprodukte, der einerseits zu einer Einsparung des Zukaufs von mineralischen Stickstoffdüngern und andererseits zu einer Begrenzung der N-Emissionen in die Umwelt ermöglichen soll. Einen kontrovers diskutierten Gesichtspunkt stellt die Wirkung des Kohlenstoffabbaus bei Vergärung der Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage auf die Humusreproduktion im Boden dar. Zum Teil werden infolge der geringeren Kohlenstoffzufuhr zum Boden langfristig negative Auswirkungen auf den Humusgehalt befürchtet. Aussagen zu beiden Sachverhalten sind nur auf Grundlage langjähriger Versuche möglich. Der nachfolgende Beitrag berichtet über Ergebnisse aus Thüringer Feld- und Mikroparzellenversuchen zur Humus- und Nährstoffwirkung von Gärresten aus der Biogaserzeugung.

Nährstoff- und Kohlenstoffgehalt von Gärprodukten

Die Vergärung der Substrate führt zu einer deutlich geänderten Zusammensetzung. Der Ammoniumanteil am Gesamtstickstoffgehalt erhöht sich im Mittel mehrjähriger Untersuchungen in Thüringer Biogasanlagen von ca. 40 % vor der Vergärung auf ca. 70 % nach der Vergärung. Parallel dazu ist der pH-Wert im Mittel von 6,7 auf 7,9 angestiegen. Die Gärprodukte sind infolge des Trockenmasseabbaus in der Biogasanlage dünnflüssiger als Gülle und können deshalb bei der Ausbringung schneller in den Boden eindringen. Demnach scheint die N-Düngewirkung der Gärprodukte im Vergleich zu Gülle besser kalkulierbar und gegebenenfalls höher zu sein. Andererseits besteht ein erhöhtes Risiko für Ammoniakemissionen in die Atmosphäre, die den Einsatz emissionsarmer Techniken bei der Ausbringung erfordert. Die Zusammensetzung der Gärprodukte weist in Abhängigkeit von den eingesetzten Substraten eine erhebliche Spannweite auf. Für deren effiziente Verwertung in der Landwirtschaft und Bemessung der Gabenhöhe ist die anlagenspezifische Untersuchung der Gärprodukte auf Trockensubstanz- und Nährstoffgehalt (einschließlich NH4-N-Gehalt) sinnvoll. Die Erfahrungen zeigen, dass bei einem kontinuierlichen Betrieb der Biogasanlage und einheitlichem Substrateinsatz die Schwankungen der Zusammensetzung der Gärprodukte relativ gering sind. Einen Hinweis auf die mögliche Streubreite der N-Gehalte und weiterer Parameter geben die Analysendaten der in Feldversuchen eingesetzten Gärprodukte (Tab. 1). Die Gärprodukte aus Speise- und Lebensmittelresten (GP-SLR) sowie aus Schweinegülle (GP-SG) besitzen niedrige Trockensubstanzgehalte von 3,6 bzw. 2,5 %, während die aus vorwiegend nachwachsenden Rohstoffen und Mist (GP-NaWaRo) über einen hohen TS-Gehalt von 12 % verfügt. Der für die Verwertung relevante Ammoniumanteil am Gesamtstickstoffgehalt liegt bei den Gärprodukten aus Speiseund Lebensmittelresten sowie aus Schweinegülle mit 85 bzw. 89 % deutlich höher im Vergleich zu den anderen untersuchten Rindergüllen (RG) und Gärprodukten. Die Nährstoffe

Phosphor und Kalium gehen im Biogasprozess nicht verloren. Bei Aufwandmengen von z. B. $40~\text{m}^3/\text{ha}$ ergeben sich Nährstofffrachten von $40~\text{bis}~110~\text{kg}~\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ bzw. $86~\text{bis}~290~\text{kg}~\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$.

Tabelle 1: Zusammensetzung der in den Feldversuchen verwendeten Güllen und Gärprodukte (Mittelwerte in %)

Parameter	RG	GP-RG	GP-SLR	RG	GP-RG	GP-NaWaRo	GP-SG	
		Bad Salzungen			Dornburg			
TS	10,5	6,5	3,6	10,1	5,8	12,0	2,5	
oTS	8,5	4,6	1,8	8,0	3,4	8,0	1,7	
Corg	4,7	2,8	1,3	5,2	2,1	4,2	1,2	
Nt	0,40	0,38	0,50	0,42	0,30	0,79	0,45	
NH ₄ -N	0,21	0,26	0,42	0,21	0,19	0,51	0,40	
% von Nt	52	68	85	50	63	65	89	
pH-Wert	6,6	7,6	7,9	6,8	7,6	7,7	7,9	

RG - Rindergülle

SLR - Speise- und Lebensmittelreste

SG - Schweinegülle

GP - Gärprodukt

NaWaRo - Nachwachsende Rohstoffe

Versuchsdurchführung

Seit 2009 werden auf zwei Thüringer Ackerstandorten statische Feldversuche zur Ermittlung der Ertrags- und N-Düngewirkung von Gärprodukten im Vergleich zu Gülle und mineralischer N-Düngung (Kalkammonsalpeter) durchgeführt (Tab. 2). Zum Anbau kamen 2009 Silomais, 2010 Winterweizen, 2011 Wintergerste und 2012 Winterraps bzw. Weidelgras. Der N-Bedarf der einzelnen Kulturarten wird nach Stickstoffbedarfsanalyse der TLL (SBA) jährlich zu Vegetationsbeginn auf Grundlage prüfgliedweiser Nmin-Untersuchungen ermittelt und die Mengen der jeweiligen organischen Dünger nach ihrem Gesamt-N-Gehalt (Nt) ohne Abzug von Ausbringungsverlusten berechnet. Die Ausbringung der Gülle und Gärprodukte erfolgt mit Schleppschlauchtechnik jeweils in einer Gabe, zu Wintergetreide zum Zeitpunkt der 1. N-Gabe im Frühjahr zwischen die Reihen sowie zu Mais vor der Aussaat mit anschließender Einarbeitung. Die mineralische N-Düngung zu Wintergetreide wird in zwei Gaben geteilt sowie zu Mais als Gesamtgabe vor der Saat appliziert. Alle Versuche erhielten jährlich eine optimale Düngung mit P, K, Mg und S entsprechend der aktuellen Bodenuntersuchung.

Die einheitliche Gesamt-N-Zufuhr über Gülle und Gärprodukt bedingt differenzierte NH₄-N-Frachten der einzelnen organischen Dünger.

Tabelle 2: Feldversuche, Standorte und Versuchsvarianten

Standort	Dornburg	Bad Salzungen		
Bodentyp	Lössparabraunerde	Braunerde		
Bodenart	stark toniger Schluff	lehmiger Sand		
Ackerzahl	70	32		
Ø Jahrestemperatur	8,3 ℃	7,7 °C		
Ø Jahresniederschlag	584 mm	566 mm		
Versuchsvarianten	1 Rindergülle	1 Rindergülle		
	3 Gärprodukte	2 Gärprodukte		
	Min. N-Düngung	Min. N-Düngung		
Org. Düngung	kg N/ha über B	über Brutto-N-Gehalt*)		
100 % N-Bedarf	Silomais: 160 Winterweizen: 150	Silomais: 160 Winterweizen: 160		
entspricht	Wintergerste: 140	Wintergerste: 130		
	Winterraps: 200	2Weidelgras: 325		

^{*)} kein Abzug von Ausbringungsverlusten

N-Mineraldüngeräquivalente in den Feldversuchen

Das N-Mineraldüngeräquivalent (N-MDÄ) der organischen Dünger errechnet sich aus dem Quotienten des Mehrertrages durch organische Dünger und des Mehrertrages durch mineralischen N-Dünger. Die Tabellen 3 und 4 zeigen die N-MDÄ für beide Versuchsstandorte. Die N-MDÄ der Gärprodukte liegen sowohl in Bad Salzungen als auch in Dornburg über den Werten für die unvergorene Rindergülle. Mit steigendem NH₄-N-Anteil am Gesamt-N-Gehalt, das heißt auch mit zunehmender NH₄-N-Fracht, steigt das N-MDÄ an. Dieser Zusammenhang weist auf die gute Pflanzenverfügbarkeit des NH₄-N-Gehaltes der organischen Dünger hin, wobei die Wirkung des organisch gebundenen N der Gärprodukte und Gülle relativ gering ist.

Tabelle 3: Jährliche und mittlere N-MDÄ (%) im Vergleich zum NH₄-N-Anteil am Gesamt-N (Bad Salzungen 2009 bis 2012)

Variante	NH ₄ -N an Nt	Silomais	Winterweizen	Wintergerste	Weidelgras	Mittel*)
	%	2009	2010	2011	20	12
min. N	-	100	100	100	100	100
GP-SLR	85	116	98	153	80	98
RG	52	72	60	98	54	62
GP-RG	68	107	65	115	58	77

^{*)} ohne Extremjahr 2011

Tabelle 4: Jährliche und mittlere N-MDÄ (in %) im Vergleich zum NH₄-N-Anteil an Gesamt-N (Dornburg 2009 bis 2012)

Variante	%	Silomais	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Mittel
	NH4-N an Nt	2009	2010	2011	2012	
Min. N	-	100	100	100	100	100
RG	50	29	44	37	60	42
GP-RG	63	61	77	51	73	66
GP-NaWaRo	65	74	70	40	66	62
GP-SG	89	72	101	73	91	84

Beide Versuchsstandorte unterscheiden sich hinsichtlich der Verfügbarkeit des Gärprodukt- bzw. Gülle-N (Abb. 1). Auf dem Buntsandsteinverwitterungsstandort Bad Salzungen liegt das N-MDÄ der organischen Dünger höher als auf der Lössparabraunerde in Dornburg. Das differenzierte Verhalten auf beiden Standorten könnte auf die schnellere Infiltration der organischen Dünger in den Boden in Bad Salzungens und möglicherweise geringere NH3-Emissionen zurückzuführen sein. Besonders deutlich trat dieser Effekt im Trockenjahr 2011 in Bad Salzungen in Erscheinung. Hier betrug das N-MDÄ beider geprüften Gärprodukte über 100 %. Während der gedüngte Kalkammonsalpeter trockenheitsbedingt kaum zur Wirkung kam, war die N-Düngewirkung der trockensubstanzarmen Gärprodukte infolge der besseren Infiltration in den Boden deutlich vorteilhafter.

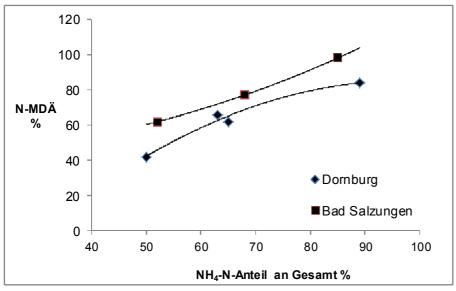


Abbildung 1: Mittleres N-MDÄ von Gülle und Gärprodukten in Abhängigkeit vom NH₄-N-Anteil am Gesamt-N-Gehalt (2009 bis 2012)

5 Humuswirkung im Mikroparzellenversuch

Auf vier verschiedenen Böden (Löss, Gneis, Muschelkalk, Buntsandstein) wurden Gülle und Gärprodukte des Dornburger Versuches geprüft und bei Bedarf zusätzlich bewässert. Die Böden des Kastenparzellenversuches werden jährlich nach der Ernte der Hauptfrucht auf den Humusgehalt untersucht, um eventuell über die Wirkung langjähriger Gärprodukt und Gülledüngung auf die Humusdynamik im Boden abzuleiten. Da die Mengenbemessung der organischen auf Grundlage ihres N-Gehaltes erfolgt, werden jährlich unterschiedliche Kohlenstoffmengen dem Boden zugeführt. Deshalb ist ein einfacher Vergleich der C-Stabilität von Gärprodukten im Vergleich zu Gülle möglich. Nach der Ernte 2011 lagen messbare Differenzen im Gehalt an organischen Kohlenstoff (Corg) vor, die weitere Aussagen zur Humusdynamik ermöglichen (Abb. 2).

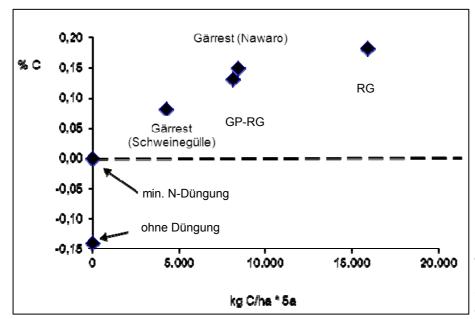


Abbildung 2: Änderung des Corg-Gehaltes der Böden im Zeitraum 2007 bis 2011 in Abhängigkeit v. d. C-Fracht

Im Mittel der vier Böden ist der Corg-Gehalt der Kontrollvariante ohne organische und mineralische Düngung im Vergleich zur optimalen mineralischen Düngung um 0,14 % gesunken. Die Gülle- und die Gärproduktdüngung hat zu einer Erhöhung der Corg-Gehalte geführt. Den höchsten Anstieg wurde durch die Düngung der Rindergülle bewirkt, nur etwas geringer ist die Wirkung Gärprodukte aus Rindergülle bzw. NaWaRo. Nach Ausbringung der trockenmassearmen aus Schweinegülle fiel die Erhöhung dagegen geringer aus. Berücksichtigt man die C-Fracht in den fünf ausgewerteten Jahren, wird deutlich, dass diese bei Rindergülle mit 15,9 t/ha am höchsten und bei der vergorenen Schweinegülle mit 4,3 t/ha am niedrigsten war. Betrachtet man den C-Bedarf zur Erhöhung des Corg-Gehaltes um 0,1 %, zeigt sich ein entgegen gesetztes Bild. Zum Aufbau vergleichbarer Humusgehalte im Boden sind geringere C-Zufuhren über Gärprodukte als über Gülle erforderlich (Abb. 3). Dieser Zusammenhang deutet auf die größere Abbaustabilität des Kohlenstoffs des Gärproduktes hin, erfordert aber eine sorgfältige Prüfung der Humuswirkung auch auf anderen Standorten.

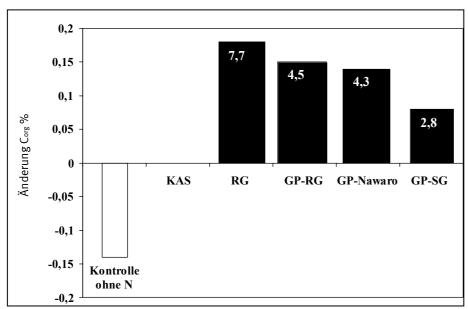


Abbildung 3: C-Bedarf zur Erhöhung des Corg-Gehaltes im Boden um 0,1 % in t/ha im Vergleich zur mineralischen N-Düngung (KAS)

Humuswirkung in den Feldversuchen

In den Feldversuchen zeigt sich nach vier Jahren Versuchslaufzeit eine differenzierte Entwicklung der Corg-Gehalte im Boden. Während in Dornburg noch keine signifikante Wirkung der unterschiedlichen Düngung auf den Gehalt nachweisbar ist, liegt in Bad Salzungen eine beginnende Differenzierung vor (Tab. 5). Die Applikation des trockensubstanzarmen Gärproduktes aus der Speiserestverwertung mit sehr niedrigen C-Frachten hat nur zu einer geringen C-Anreicherung im Boden geführt, während sowohl die unvergorene Rindergülle als auch der Gärprodukte aus Rindergülle eine deutlich stärkere Erhöhung bewirkt haben. Die zusätzliche mineralische N-Düngung hatte einen zusätzlichen Effekt auf den C-Gehalt.

Tabelle 5: Corg-Gehalte im Boden nach vier Jahren Versuchslaufzeit in Abhängigkeit von Gülle- und Gärproduktdüngung (Bad Salzungen)

Düngung	Corg. (%)	Düngung	Corg. (%)
ohne OD, KAS	0,79 - 0,81	ohne OD, KAS	0,79 - 0,81
GP-SLR	0,83	GP-SLR + KAS	0,82
RG	0,89	RG + KAS	0,94
GP-RG	0,88	GP-RG + KAS	0,93

Wirkung der Gärrestdüngung auf den pH-Wert des Bodens

Für eine erste Bewertung der Wirkung langjähriger Gärprodukt- und Gülledüngung auf die Bodenreaktion sind die Ergebnisse des Feldversuches in Bad Salzungen dargestellt (Tab. 6). Nach drei Jahren führte die Düngung von Kalkammonsalpeter (KAS) zu einem geringen Abfall des Boden-pH-Wertes. Das Gärprodukt aus der Speiserestverwertung verursachte hingegen keine signifikante pH-Wertänderung. Die Düngung der Rindergülle und der Gärprodukte aus Rindergülle wies dagegen einen tendenziellen Anstieg des pH-Wertes im Boden aus. Eine versauernde Wirkung mehrjähriger Gärproduktdüngung ist demnach nicht festzustellen.

Tabelle 6: Entwicklung des Boden-pH-Wertes in Bad Salzungen

Düngung	vor Anlage	2009	2010	2011
ohne N	5,6	5,6	5,7	5,7
KAS	5,6	5,3	5,3	5,3
GP-SLR	5,7	5,5	5,5	5,6
GP-RG	5,5	5,7	5,7	5,8
RG	5,5	5,7	5,7	5,8

Fazit und Schlussfolgerungen

Gärprodukte stellen wichtige Düngemittel für den Ackerbau dar. Hohe Ammoniumgehalte und pH-Werte erhöhen einerseits das Potenzial für Ammoniakverluste in die Umwelt. Andererseits ist bei verlustarmer Gärproduktausbringung im Rahmen der "Guten fachlichen Praxis" eine effiziente Verwertung der Nährstoffe möglich. Gärprodukte aus der Biogaserzeugung können entsprechend dem betrieblichen Nährstoffbedarf gut im Ackerbau verwertet werden und mineralische N-Dünger ersetzen. Voraussetzung dafür ist ein zeitlich und

mengenmäßig optimierter Einsatz zu Kulturen mit entsprechendem N-Bedarf. Das N-Mineraldüngeräquivalent der Gärprodukte korreliert mit dem Ammoniumgehalt. Zur Düngeplanung sind regelmäßig Gärproduktanalysen durchzuführen (auch NH4-N-Gehalt). Der P- und K-Gehalt der Gärprodukte ist mittelfristig zu 100 % pflanzenverfügbar. Deshalb sollten sie gezielt auch auf Flächen mit P- und K-Düngebedarf eingesetzt werden. Aus den vorliegenden Ergebnissen folgen Hinweise auf eine nicht zu unterschätzende Abbaustabilität des Gärproduktkohlenstoffs nach Ausbringung im Boden. Zu beachten sind die geringen C-Frachten beim Einsatz trockensubstanzarmer Gärprodukte. Weitere Untersuchungen zur Humusdynamik sind dringend erforderlich. Die langjährige Anwendung von Gärprodukten im Ackerbau hat bisher zu keiner Verschlechterung der Bodenfruchtbarkeit wie Versauerung oder Verschlämmung geführt.