

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztag 2011

Schriftenreihe Heft 8 / 2011

Schriftenreihe
**Landwirtschaft und Landschaftspflege
in Thüringen**

Besuchen Sie uns auch im Internet:
www.tll.de/ainfo

Erschienen als Heft 8/2011 der Schriftenreihe
„Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen“

Impressum

1. Auflage 2011

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

Eigenverlag, November 2011

ISSN 0944 - 0348

Die Autoren sind für ihre Artikel eigenverantwortlich.
- Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet. -

Inhaltsverzeichnis

Eröffnung und Begrüßung <i>Dr. Armin Vetter</i>	5
Grußwort zur 20. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung <i>Jürgen Reinholz</i>	9
Grußwort zur 20. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung <i>Dr. Manfred Kerschberger</i>	14
Grußwort zur 20. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung <i>Prof. Dr. Ortwin Krause</i>	15
Neue rechtliche Regelungen im Düngungs- und Pflanzenschutzrecht <i>Wolfgang Altmann</i>	16
Ammoniakverluste bei der Wirtschaftsdüngerausbringung und Wege zu deren Reduzierung <i>Helmut Döhler, Dieter Horlacher, Robert Vandr�</i>	21
Düngewirkung von Gärresten <i>Hubert Schröter und Dr. Wilfried Zorn</i>	41
Hinweis zum Vorratsschutz bei Lagergetreide <i>Dr. Cornel Adler</i>	48
N-Düngung nach dem CULTAN-Verfahren <i>Dr. Erhard Albert und Katharina Farack</i>	54
Zum aktuellen Stand bei Resistenzen gegenüber PSM <i>Reinhard Götz</i>	65
Müssen wir Bor jetzt auch zu Getreide düngen? <i>Dr. Wilfried Zorn, Hubert Schröter und Sabine Wagner</i>	74
Der Maiszünsler - Ein überschätzter Schädling? <i>Katrin G��sner</i>	83
Rückblick 20 Jahre Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung <i>Dr. Wilfried Zorn und Reinhard Götz</i>	88

POSTER

Entwicklung des Bodengefüges auf Thüringer Bodendauerbeobachtungsflächen
1993 bis 2011

Dr. Rainer Paul 101

N_{min}-Gehalte im Boden nach der Hauptfruchternte und Bedeutung für die
N-Düngung nachfolgender Winterungen

Dr. Volkmar König, Eckehard Höpfner und Sabine Wagner.....108

Versuche mit Herbiziden in Gemeiner Ringelblume in Sachsen-Anhalt und Thüringen

Marut Krusche und Dr. Rüdiger Schmatz115

Lückenindikationsversuche mit Herbiziden in Kümmel in Thüringen und Sachsen-
Anhalt

Marut Krusche, Annett Kusterer, Isolde Reichardt und Dr. Rüdiger Schmatz117

Eröffnung und Begrüßung

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

Düngung und Pflanzenschutz sind neben der Züchtung und der Bodenbearbeitung die wichtigsten Steuerinstrumente im Acker- und Pflanzenbau. Eine nachhaltige und effiziente Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Energiepflanzen ist nur mit effektiven Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen zu realisieren.

Gleichzeitig greift die landwirtschaftliche Tätigkeit in den Kreislauf Boden-Wasser-Pflanze-Luft ein. Damit ist immer die Beeinflussung der Umwelt gegeben, wobei negative Einflüsse vor dem Hintergrund einer „nachhaltigen Landbewirtschaftung“ möglichst zu minimieren sind. So verlangt die „Gesellschaft“ zunehmend eine Reduktion des Pflanzenschutz- und Düngemiteleinsatzes.

Wir sind daher als Landwirte aufgefordert, zum einen eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben und zum anderen die Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen effizient und nachhaltig zu gestalten. Effizienz und Wertschöpfung der pflanzlichen Produktionsverfahren spiegeln sich auch in Preisen für landwirtschaftliche Produkte und Produktionsmittel wider.

Die letzten Monate waren im Bereich der Düngung wieder durch intensive Diskussionen über Preise für Düngemittel und landwirtschaftliche Erzeugnisse geprägt. Volatile Dünger- und Erzeugerpreise sowie die im Frühjahr während der Düngung nicht bekannte Preissituation zur Ernte machen es immer schwieriger, die wirtschaftliche optimale Stickstoffdüngung festzulegen. Die langfristige Entwicklung der Düngemittelpreise haben viele Landwirte veranlasst, den notwendigen Düngereinsatz insbesondere bei P und K weiter zu reduzieren, obwohl aufgrund der unzureichenden Versorgung vieler Standorte häufig ein erhöhter Düngebedarf für diese Nährstoffe besteht. Insgesamt ist die P- und K-Versorgung der Thüringer Böden weiter gesunken. Da auch langfristig nicht von niedrigen Düngemittelpreisen auszugehen ist, sind auch in Zukunft weitere Anstrengungen zur Absicherung einer bedarfsgerechten Nährstoffversorgung der Pflanzen zu unternehmen.

Wichtige Änderungen im Düngerecht im Jahr 2011 betrifft die Präzisierung des Einarbeitungsgebotes für Gülle, Jauche und andere ammoniumhaltige Düngemittel nach deren Ausbringung auf unbestelltem Ackerland. Hintergrund dafür sind die zu hohen Ammoniakemissionen. Die Bundesrepublik hat das für 2010 vereinbarte Ziel nicht erreicht. Ein erheblicher Anteil stammt aus der Landwirtschaft. Die angestrebte Senkung der Ammoniakfreisetzung im Wirtschaftsdüngerbereich trägt zum Erreichen dieses Zieles bei. Herr Wolfgang Altmann vom TMLFUN wird in seinem Vortrag über Details dieser Regelung sowie über die geplante Novellierung der Düngeverordnung berichten.

Die Senkung der Ammoniakverluste im Wirtschaftsdüngerbereich hat nicht nur positive Effekte auf die Umwelt sondern auch auf die Düngungskosten. Jedes Kilogramm Ammoniumstickstoff, das nicht in die Umwelt emittiert wird, reduziert letztlich den mineralischen N-Düngebedarf. Herr Helmut Döhler vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft in Darmstadt berichtet in seinem Vortrag über die

Höhe der Ammoniakverluste bei der Wirtschaftsdüngerausbringung und stellt realistische Wege zu deren Reduzierung vor.

Die steigende Anzahl von Biogasanlagen bedingt einen zunehmenden Anfall an Gärresten. Die verschiedenen Biogassubstrate sowie die Vielfalt der Biogasanlagenausführung haben eine differenzierte Zusammensetzung und Nährstofflöslichkeit in den Gärresten zur Folge. Die effiziente Verwertung dieser Dünger im betrieblichen Düngungsmanagement erfordert Aussagen über deren Düngewirkung. Die TLL geht dieser Frage seit mehreren Jahren nach. Herr Hubert Schröter wird in seinem Vortrag mehrjährige Ergebnisse zur Gärrestdüngung vorstellen.

Seit vielen Jahren werden unter Landwirten und Beratern die Möglichkeiten der Ammoniumdüngung nach dem CULTAN-Verfahren diskutiert. Dieses System wurde in den USA entwickelt und erfordert für den Einsatz in der Praxis eine spezielle Applikationstechnik und die Umstellung der Logistik von festen auf flüssige Düngemittel. In Deutschland bieten mehrere Landmaschinenhersteller entsprechende Techniken an, die mehrfach auch auf dem Feldtag der TLL zu Pflanzenschutz und Düngung in Dornburg bzw. Friemar präsentiert wurden. Eine Reihe von Thüringer Landwirten setzt dieses Düngungsverfahren bereits ein. Für die speziellen Standortbedingungen Mitteldeutschlands mit ausgeprägten Trockenphasen und dem umfangreichen Anbau von Qualitätsweizen und Winterraps liegen zum Vergleich des CULTAN-Verfahrens mit der konventionellen Düngung fester Düngemittel bisher nur wenige Ergebnisse von Feldversuchen vor. Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie hat auf mehreren Standorten entsprechende Feldversuche durchgeführt. Herr Dr. Erhard Albert wird über deren Ergebnisse referieren.

Das gestiegene Ertragsniveau sowie häufige Trockenphasen haben in den letzten Jahren häufig zu sichtbarer Bor-Mangelernährung bei Winterraps und Zuckerrübe geführt. Nicht wenige Berater und Landwirte befürchten, dass die Getreidearten, für die bisher ein niedriger Borbedarf unterstellt wurde, aus den genannten Gründen standardmäßig mit Bor gedüngt werden sollten. Die TLL hat dazu in den letzten Jahren verschiedene Feld- und Gefäßversuche sowie Erhebungsuntersuchungen auf Praxisflächen der Thüringer Landwirte zur Ermittlung des Bor-Ernährungszustandes von Getreide durchgeführt. Dr. Wilfried Zorn wird über die Ergebnisse berichten.

Seit nunmehr 10 Jahren sind Themen des Pflanzenschutzes Bestandteil der Tagung hier in Pfiffelbach. Auch in diesem Jahr beschäftigen sich mehrere Vorträge mit aktuellen Pflanzenschutzproblemen.

Im Jahr 2009 verabschiedeten die EU-Parlamentarier das sogenannte „Pestizidpaket“. Dabei handelt es sich vorrangig um Regelungen und Vorgaben zum Umgang mit Pflanzenschutzmitteln. Diese Vorschriften traten nun in diesem Jahr in Kraft und haben weitere Neuregelungen in Deutschland zur Folge. So läuft gegenwärtig die Überarbeitung des Pflanzenschutzgesetzes, weitere Verordnungen werden in nächster Zeit noch folgen. Zum aktuellen Stand der Gesetzgebung wird nachfolgend das TMLFUN (Herr Altmann) berichten.

Aus Sicht der TLL schätzen wir ein, dass die Neuregelungen mehr Verwaltungsaufwand sowie zusätzliche Überwachung und Kontrollen zur Folge haben werden. Unter dem Aspekt des wünschenswerten Bürokratieabbaus und des Rückgangs von Personalkapa-

zitäten in der Verwaltung ist dies nach unserer Einschätzung eine bedenkliche Entwicklung. Ob in jedem Fall der getätigte Aufwand tatsächlich zu mehr Sicherheit im chemischen Pflanzenschutz führt, bleibt ebenfalls abzuwarten. Von großer Bedeutung für einen sachgerechten Pflanzenschutz ist die ausreichende Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln. Bisher ist es noch unklar, wie sich die neuen und noch strengeren Kriterien der EU-Zulassungs-Verordnung auswirken werden. Zu mindest besteht mit einheitlichen Zulassungs-Regelungen die berechtigte Hoffnung, dass nun doch die Unterschiede bei Pflanzenschutzmittel-Zulassungen in den einzelnen Ländern Europas und damit Wettbewerbsunterschiede abgebaut werden. Von großer Bedeutung aus Sicht der TLL ist die Beibehaltung der Einzelfallgenehmigungen nach § 18 b des alten Pflanzenschutzgesetzes. Diese Regelung muss auch im neuen Pflanzenschutzgesetz vorhanden sein, um den Anbau von Klein- und Kleinstkulturen in Deutschland zu sichern. In Thüringen gilt dies vor allem für Obst und Gemüse sowie für Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen.

Der Schutz von Bienen bei der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen hat seit den Bienenschäden von 2008 in Süddeutschland nochmals an Bedeutung gewonnen. Der Fokus der Anstrengungen der letzten Jahre lag auf der Verbesserung der Qualität bei der Beizung von Saatgut mit Insektiziden. Im vergangenen Jahr berichtete an dieser Stelle Professor Zwerger von den Problemen bei der Insektizidbeizung und ersten Lösungsansätzen. Heute nun geht es in einem Vortrag um die Konsequenzen für die Betreiber von Beizanlagen in der Praxis. Herr Jürgens wird darüber berichten, wie die Zertifizierung von Beizanlagen in Deutschland ablaufen soll. Mit der Verbesserung der Beizqualität verbinden wir auch die Hoffnung, dass die zurzeit ruhenden Zulassungen von Insektizidbeizen aufgehoben werden und für Mais sowie Raps geeignete Mittel wieder mit langfristiger Zulassung zur Verfügung stehen.

Ein bisher etwas vernachlässigtes Thema im Pflanzenschutz ist der Bereich des Vorratsschutzes. Hier gibt es nur wenige Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Vorratschädlingen. Andererseits wird immer wieder Schädlingsbefall an eingelagertem Getreide in Betriebslagern festgestellt. Im Vordergrund des Vorratsschutzes steht natürlich die Prophylaxe. Mit einer fachgerechten Vorbereitung des Getreidelagers auf die Einlagerung der neuen Ernte lassen sich viele Schädlingsprobleme vermeiden. Dazu und zu aktuellen Entwicklungen im Vorratsschutz wird Herr Dr. Adler vom Julius Kühn-Institut in Berlin sprechen.

Ein ständig aktuelles Thema ist die Entwicklung von Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln. Von dem Problem sind alle wichtigen Pflanzenschutzmittel-Gruppen, wie z. B. Herbizide, Fungizide und Insektizide betroffen. Auch in Thüringen gibt es Funde und Nachweise von Pflanzenschutzmittelresistenz. Die oben bereits erwähnte notwendige Vielfalt an Pflanzenschutzmitteln besitzt im Hinblick auf Resistenzvermeidung eine besondere Bedeutung. So bewirkt der Wechsel der Wirkstoffgruppe in der Spritzfolge eine deutliche Reduzierung der Entwicklung von Pflanzenschutzmittelresistenz. Herr Götz wird in seinem Vortrag die aktuelle Situation beschreiben und Hinweise für ein sachgerechtes Antiresistenz-Management geben.

Der Anbau von Mais benötigt nur wenig chemischen Pflanzenschutz. Seit vielen Jahren gibt es aber auch in Thüringen Befall mit dem Maiszünsler. Die Raupen des Schmetterlings sind im September/Oktober in vielen Maisbeständen im gesamten Land zu fin-

den. Über die Schadwirkung und die Bekämpfungsnotwendigkeit dieses Schädlingsbefalls wird seit langem diskutiert. Zudem führen technologische Probleme bei der Spritzung zu einem geringem Bekämpfungsumfang. Frau Gößner wird ihren Vortrag auf neue Daten zum Befall und zu Versuchsergebnissen bei der Bekämpfung des Maiszünslers eingehen. Diese Informationen sollen Anregung sein, über die betriebliche Strategie zur Bekämpfung des Schädlings nochmals nachzudenken.

Diese Vorträge der heutigen Düngungs- und Pflanzenschutztagung zeigen das breite Spektrum der Aufgaben und Probleme auf. Thüringen mit seiner breit aufgestellten, aber in vielen Betrieben auch spezialisierten Pflanzenproduktion hat gute Chancen, im deutschland- und weltweiten Wettbewerb zu bestehen. Dazu soll auch die heutige Tagung einen Beitrag leisten.

Grußwort

Jürgen Reinholz (Thüringer Minister für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz)

Ich danke für die Einladung und freue mich, dass ich in diesem Jahr Gelegenheit habe, die Düngungs- und Pflanzenschutztagung zu eröffnen.

Diese Veranstaltung der Landesanstalt für Landwirtschaft hat seit nunmehr 20 Jahren einen festen Platz im Terminkalender. Ich bin sehr erfreut, dass auch in diesem Jahr wieder so viele Interessierte den Weg nach Pfiffelbach gefunden haben. Mir wurde berichtet, dass bereits in den letzten Jahren mehr als 400 Besucher diese Tagung besucht haben. Wenn eine Veranstaltung über so viele Jahre Bestand hat und diesen Zuspruch findet, dann ist dies in erster Linie auf deren inhaltliche Qualität zurückzuführen. In Fachkreisen hat diese Fachtagung wegen ihrer Themensetzungen und der Referentenauswahl einen sehr guten Ruf. Das Ziel bestand und besteht darin, über neue praktische Erfahrungen und aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu informieren, um diese möglichst schnell für die Praxis verfügbar zu machen.

Bei einem zwanzigjährigen Jubiläum ist es durchaus erlaubt, auch einmal kurz zurückzuschauen. Ich habe mir sagen lassen, zur ersten Thüringer Düngungstagung im Jahr 1992 kamen einige Interessierte in die „Weintraube“ nach Jena-Zwätzen und der Saal war durchaus noch ausreichend. Anfangs noch in Form eines Fachkolloquiums wurde diese Veranstaltungsreihe initiiert durch die Herren Dr. Manfred Kerschberger und Prof. Dr. Ortwin Krause.

Beide waren lange Jahre sehr aktiv und mit hoher Fachkompetenz in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft tätig. Ihr Engagement und die persönlichen Kontakte zu Kollegen in der Praxis, der Düngemittelindustrie und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen waren der Grundstein für den Erfolg der Tagungen. Ihnen gilt es heute, einen besonderen Dank zu sagen und soweit sie heute anwesend sind, will ich dieses auch ganz persönlich tun. Schon bald zeigte sich, dass die Plätze in der „Weintraube“ für alle Interessierten nicht mehr ausreichten. Der Umzug nach Pfiffelbach erfolgte 1996 und seit 15 Jahren hat diese Veranstaltung nunmehr ihren Tagungsort hier gefunden.

In den ersten zehn Jahren konzentrierten sich die Inhalte fast ausschließlich auf Themen aus dem Bereich „Düngemittel und deren Anwendung“. Bald jedoch reifte die Erkenntnis, dass es durchaus sinnvoll und fachlich vernünftig ist, auch den Bereich Pflanzenschutz in diese Veranstaltungsreihe zu integrieren. Das erfolgte dann erstmalig 2001 und ab 2003 gibt es nun die Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung immer im November eines jeden Jahres.

Die gute Resonanz der Besucher und besonders der hohe Anteil von Praktikern unter den Teilnehmern bestätigt das bestehende Konzept. Eine derartige Veranstaltung zu organisieren ist immer mit viel Aufwand, Zeit und Mühen verbunden. Ich möchte deshalb die Gelegenheit nutzen, allen beteiligten Organisatoren der Veranstaltung ganz herzlich dafür zu danken, dass sie sich jährlich aufs Neue dieser Aufgabe stellen.

Die inhaltlichen Schwerpunkte im Bereich Düngung haben sich selbstverständlich in den vergangenen Jahren gewandelt. Zu Beginn der 1990er Jahre waren vor allem die neuen rechtlichen Aspekte beim Düngereinsatz ein Schwerpunkt dieser Veranstaltung. Praxis und Verwaltung mussten sich bekanntlich in kürzester Zeit auf neue Fachgesetze und Verordnungen einstellen. Das war nicht immer ganz leicht und erforderte in vielen Fällen auch ein Umdenken zu dem, was bisher gängige Praxis war. Als Beispiel will ich die Umsetzung der 1996 in Kraft getretenen Düngeverordnung, nennen. Dazu gehörten auch die neuen Regelungen der „Guten fachlichen Praxis“. Diese waren in der Praxis nicht unumstritten.

Aber wir können heute feststellen, dass diese Grundsätze von der landwirtschaftlichen Praxis in Thüringen konsequent umgesetzt und eingehalten werden. Die jährliche Auswertung der Nährstoffvergleiche und der Ergebnisse der Düngungsversuche sowie die Gewährleistung ausgeglichener Bilanzen bei den Grundnährstoffen sind Grundlagen für einen ökonomisch effizienten Düngungseinsatz in der Praxis. Die Anwendung der praxiserprobten Düngeempfehlungen der TLL für die verschiedenen Fruchtarten ist für unsere Landwirte inzwischen ein wichtiger und unverzichtbarer Leitfaden.

Im Mittelpunkt der Tagungen standen besonders in den letzten Jahren häufig auch Themen zu dem Konfliktfeld landwirtschaftliche Düngung und gute Wasserqualität. Das war notwendig, um ein Verständnis für die Ziele und Umsetzungsschritte der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie zu entwickeln. Wir setzten bei diesem Schwerpunkt in Thüringen auf eine vertrauensvolle Kooperation zwischen Land- und Wasserwirtschaft.

Ich freue mich, dass diese Kooperationen von den Landwirten immer stärker genutzt werden. Das ist der richtige Weg. Fruchtbare Diskussionen sind stets besser als starre Konfrontationshaltungen. Wir sollten das auch künftig so handhaben.

Es war deshalb auch eine gute Entscheidung, zur Absicherung der wissenschaftlichen Erkenntnisse den Ausbau der Lysimeterstation in Großobringen durch finanzielle Mittel des Bereiches Wasserwirtschaft zu ermöglichen. Damit lassen sich exaktere Analysen zur Verlagerung der Stickstofffraktionen im Boden und zu den Nitratgehalten im Sickerwasser durchführen, die beiden Seiten zum Vorteil gereicht. Es muss weiterhin unser Ziel sein, durch optimale Düngungsmaßnahmen gute landwirtschaftliche Erträge zu erzielen, ohne eine Gefährdung des Grundwassers zu verursachen. Dass dieses nicht immer einfach ist und durchaus zu Zielkonflikten führen kann, ist der Tatsache geschuldet, dass wir es in der Natur mit sehr komplexen Vorgängen zu tun haben.

Vor dem Hintergrund der Klimazielsetzungen steht als weitere Aufgabe, künftig die Einarbeitung von flüssigen Wirtschaftsdüngern zu optimieren, um dadurch insbesondere die Ammoniakverluste zu reduzieren. Auch die pfluglose Bodenbearbeitung kann hierzu einen Beitrag leisten.

Auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes haben sich in den letzten Jahren nationale als auch auf EU-Ebene entscheidende Entwicklungen vollzogen. 2009 wurde zum Jahr der großen Entscheidungen im Pflanzenschutzrecht auf europäischer Ebene. Das Europäische Parlament und der Rat setzten mit dem sogenannten Brüssler Pflanzenschutzpaket vier bedeutende Rechtsvorschriften in Kraft.

Mit der Umsetzung dieser Rechtsvorschriften wird der bereits seit Jahren von vielen Seiten geforderten Harmonisierung des EU-Pflanzenschutzrechtes Rechnung getragen und ein wesentlicher Schritt zur Angleichung des Pflanzenschutzrechts innerhalb der Gemeinschaft getan. Gerade die fehlende Harmonisierung der Pflanzenschutzmittelzulassung führte immer wieder zu Wettbewerbsnachteilen für die deutsche Landwirtschaft und den Gartenbau.

Ich bin froh darüber, dass es gelungen ist, wesentliche Standards des deutschen Pflanzenschutzrechtes, die in Deutschland seit Jahren gelten, in die neuen europäischen Rechtsverordnungen einzubringen. Das neue EU-Pflanzenschutzrecht ist, einmal von Übergangszeiten für einzelne Teilbereiche abgesehen, bis zum November 2011 umzusetzen. Dazu werden gegenwärtig sowohl das deutsche Pflanzenschutzgesetz als auch darauf beruhende Verordnungen novelliert.

Das wichtigste Ziel des neuen Pflanzenschutzrechtes ist die Verringerung der Risiken und möglicher negativer Auswirkungen, die sich bei der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt ergeben können. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die Mitgliedstaaten verpflichtet, nationale Aktionspläne zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu erlassen. In Deutschland haben wir bereits im Jahr 2004 das „Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz“ verabschiedet. Dieses Programm kann als Vorläufer des jetzt für alle Mitgliedstaaten geforderten Nationalen Aktionspläne gesehen werden.

In den nationalen Aktionsplänen sind von den Mitgliedsstaaten quantitative Ziele, Maßnahmen und Zeitpläne festzulegen, die der Erreichung der angestrebten Risikoverminderung dienen und die Abhängigkeit von der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln weiter reduzieren sollen. Ein wesentliches Kriterium dafür ist die Entwicklung und Einführung des integrierten Pflanzenschutzes sowie alternativer Methoden und Verfahren. Hier hat Deutschland bereits seit Jahren eine Vorreiterrolle, denn der integrierte Pflanzenschutz ist schon 1986 im damaligen Pflanzenschutzgesetz geregelt worden.

Der nationale Aktionsplan für Deutschland muss bis Ende 2012 fertig gestellt sein. Dazu ist momentan ein breiter Diskussionsprozess unter Einbeziehung aller Akteure in Gang gesetzt. Mir ist es wichtig in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass Pflanzenschutz - durchgeführt nach „Guter fachlicher Praxis“ - in Einklang mit einem vorsorgenden Verbraucherschutz ein hohes Schutzniveau für Mensch, Tier und Umwelt gewährleisten und gleichzeitig eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Erzeugung künftig sicherstellen muss.

Diese beiden Zielsetzungen sind gleichrangig und dürfen nicht gegeneinander ausgespielt werden. Bekanntlich ist seit dem Jahr 2005 bzw. 2006 die Gewährung von Direktzahlungen unter anderem auch an die Einhaltung von Vorschriften in den Bereichen Düngung und Pflanzenschutz gekoppelt. Für die Betriebe sind diese CC-Regelungen von Bedeutung, da sie parallel zum deutschen Fachrecht bestehen.

Es ist nach den Signalen aus Brüssel davon auszugehen, dass im Zusammenhang mit der GAP-Reform insbesondere der Pflanzenschutz künftig noch stärker in den Fokus der CC-Regelungen treten wird.

Lassen Sie mich beim Thema Gemeinsame Europäische Agrarpolitik kurz verweilen. Vor knapp einem Monat haben die Agrarminister/innen von Bund und Ländern anlässlich der Agrarministerkonferenz (AMK), in Suhl, sich auf eine gemeinsame Position festgelegt. Ich verrate kein Geheimnis, wenn ich sage, dies waren keine einfachen Verhandlungen. Ich bin deshalb sehr froh darüber, dass es am Ende gelungen ist, eine gemeinsame deutsche Position der Agrarseite für die bevorstehenden Verhandlungen zu formulieren. Einige wesentliche Punkte sollen hier kurz genannt werden.

Es bestand Einvernehmen, dass sich die künftige Agrarpolitik den neuen Herausforderungen, wie dem Klimawandel, der Energiewende, dem Verlust der Artenvielfalt, dem Umwelt- und Ressourcenschutz sowie der Sicherung einer qualitativ hochwertigen Ernährung stellen muss. Die Tagungsteilnehmer haben in diesem Zusammenhang erneut den Grundsatz bekräftigt: öffentliches Geld für öffentliche und gesellschaftlich erwünschte Leistungen. Allerdings war man sich auch darüber einig, dass die in den Legislativvorschlägen enthaltenen Regelungen dringend einer zielgerichteten und praxisgerechten Ausgestaltung bedürfen.

Ich sage an dieser Stelle auch ganz deutlich, dass die vorgelegten Vorschläge der EU-Kommission das Thema Vereinfachung der GAP bisher nicht ausreichend berücksichtigen. Die AMK hat deshalb erneut die dringende Forderung erhoben, dass auch die Verminderung der bürokratischen Lasten ein wesentliches Element der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik sein muss. Dies gilt u. a. für die Cross Compliance-Anforderungen, die sich auf die Kernbereiche der Landwirtschaft konzentrieren und vereinfacht werden müssen.

Auch die geplante Gliederung der Direktzahlungen in bis zu sechs eigenständige Teilzahlungen ist aus Sicht der AMK problematisch. Die Zahlungen für Gebiete mit natürlichen Nachteilen, für Junglandwirte und für Kleinlandwirte sollten deshalb lediglich fakultativ im Rahmen der jeweiligen nationalen Obergrenzen gewährt werden. Lange gerungen haben die Minister auch um die Positionen beim Greening und der geplanten Kappung der Direktzahlungen. Am Ende der Verhandlungen bestand Einvernehmen.

Da die Direktzahlungen weiterhin zur Stabilisierung der landwirtschaftlichen Einkommen beitragen sollen, müssen sie stärker durch gesellschaftliche Leistungen legitimiert werden. Die Direktzahlungen sollen deshalb noch stärker an konkrete Umweltsleistungen geknüpft werden. Als ökologisches Anforderungsprofil für den Erhalt der Direktzahlungen werden dabei drei Punkte definiert:

- In den Betrieben sind auf den Ackerflächen zur Erhaltung der Biodiversität und der Verbesserung des Bodenschutzes mindestens drei Hauptkulturarten, von denen keine überwiegen darf, anzubauen, bzw. eine dreigliedrige Fruchtfolge im dreijährigen Rhythmus vorzunehmen.
- Jeder Betrieb, ausgenommen Betriebe mit Dauergrünland auf mehr als der Hälfte der landwirtschaftlich genutzten Fläche oder mit einer Ackerfläche von weniger als 15 ha, sollte von seiner Ackerfläche einen angemessenen Anteil, orientiert am Kommissionsvorschlag, als ökologische Vorrangflächen bereitstellen, wenn bestimmte, definierte Maßnahmen angerechnet werden. Die AMK hat hierzu fünf konkrete Maßnahmen definiert. Auf diesen Vorrangflächen soll eine besonders umwelt- und naturschutzgerechte landwirtschaftliche Nutzung stattfinden.

- Die Umwandlung von Dauergrünlandflächen sollte vom Grundsatz her ausgeschlossen werden. Dabei ist der gegenwärtige Status als Bezugszeitpunkt zugrunde zu legen.

Zufrieden bin ich auch darüber, dass die Teilnehmer der Konferenz die Position formuliert haben, dass Gemeinwohlleistungen der Landwirtschaft zukünftig auch EU-weit von allen Betrieben unabhängig von der Betriebsgröße erbracht werden.

Ich hoffe, dass Frau Bundesministerin Aigner mit diesen Positionen gestärkt in die Verhandlungen nach Brüssel reisen kann.

Ich bin mir sicher, dass auch das Programm der heutigen Jubiläumstagung erneut sehr interessante Vorträge zu aktuellen Themen aufweist.

Ich hoffe, dass sie mit vielen neuen Erkenntnissen wieder nach Hause fahren. Der Veranstaltung wünsche ich einen guten Verlauf und noch zahlreiche erfolgreiche Tagungen dieser Art in den kommenden Jahren.

Grußwort

Dr. Manfred Kerschberger (ehemaliger Abteilungsleiter Pflanzenproduktion der LUFA Thüringen bzw. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Es war vorgesehen, die Initiatoren der Düngungstagung der TLL, Prof. Dr. Krause und ich, zur heutigen Jubiläumsveranstaltung ein kurzes Grußwort an Sie richten.

Leider kann ich diese Möglichkeit nicht persönlich hier zur Tagung nutzen, da ich in Folge einer Operation am Fuß nicht reisefähig bin.

Sehr gern hätte ich gerade an dieser Veranstaltung teilgenommen, nicht nur zur fachlichen Weiterbildung, sondern vor allem auch wegen dem Wiedersehen mit ehemaligen Kollegen, Bekannten aus der Praxis und Mitarbeitern verschiedener Institutionen, mit denen ich viele Jahre in fachlicher Arbeit und fruchtbringenden Diskussionen verbunden war.

In Jena-Zwätzen sind seit Jahrzehnten Institutionen mit der Pflanzenbauforschung beschäftigt. Schon immer war es deren Anliegen, insbesondere die landwirtschaftliche Praxis über die Forschungsergebnisse stets aktuell zu informieren.

Als ich 1957 im ehemaligen Institut für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen meine Tätigkeit aufnahm, zählten sowohl dorfbezogene Fachdiskussionen als auch zentrale Vortragstagungen, vorzugsweise in den sogenannten Wintermonaten, zum festen Arbeitsprogramm des Institutes.

In der Nachfolgeeinrichtung, dem Institut für Pflanzenernährung, wurde die Vortragstätigkeit auf Bezirksbasis insbesondere über Düngungsfragen intensiviert.

Mit der politischen Wende im Jahre 1990 war wieder die Möglichkeit gegeben, zentrale Vortragstagungen für das Land Thüringen durchzuführen. So kam es im Jahre 1992 in der „Weintraube“ Jena-Zwätzen zur 1. Düngungstagung der Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) / Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL).

Dem ständig steigenden Interesse an der Tagung waren die vorhandenen Räumlichkeiten in Jena nicht mehr gewachsen. Hier im Bildungszentrum Pfiffelbach fanden wir dann ab 1996 Bedingungen für einen optimalen Tagungsverlauf vor.

Da in der TLL die Sachgebiete Pflanzenschutz und Düngung beide in der Abteilung Pflanzenproduktion eingeordnet waren, verblieb die sachlogische Konsequenz, die Fragen des Pflanzenschutzes ab 1999 in die nunmehrige Düngungs- und Pflanzenschutztagung einzubeziehen. Das führte zu einer weiteren Aufwertung der unterdessen beliebten Veranstaltung, die auch von vielen Fachleuten und Interessenten aus anderen Bundesländern besucht wird.

Ich wünsche dem „Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztag“ auch weiterhin viel Zuspruch!

Grußwort

Prof. Dr. Ortwin Krause (ehemaliger Abteilungsleiter Untersuchungswesen der LUFA Thüringen bzw. der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Meine sehr geehrten Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen,

Herr Dr. Kerschberger hat in seinem Grußwort auf die Tradition des Jenaer Instituts für Landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen, dem späteren Institut für Pflanzenernährung mit seinem Bereich Agrochemische Untersuchung und Beratung (ACUB) bei der Vermittlung von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen an die Praxis hingewiesen. In der ehemaligen DDR war insbesondere der Bereich Agrochemische Untersuchung und Beratung für die Überführung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse der Pflanzenernährung und Düngung in die Landwirtschaft verantwortlich. Neben direkten Untersuchungsleistungen wie Boden- und Pflanzenanalysen sowie rechnergestützter Düngungsempfehlungen für die Landwirtschaftsbetriebe organisierte der ACUB jährlich auch Bezirksdüngungstagungen, in denen führende Agrarwissenschaftler aus dem Institut für Pflanzenernährung Jena, dem Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam und anderen agrarwissenschaftlichen Einrichtungen umfassend neue Erkenntnisse zum Fachgebiet Düngung darlegten.

Nach der Wende haben wir, das heißt Herr Dr. Kerschberger und ich, er als Abteilungsleiter Pflanzenproduktion und ich als Abteilungsleiter Untersuchungswesen, in der neu gegründeten LUFA Thüringen uns gesagt, diese Tradition müssen wir weiterführen, das sind wir der Landwirtschaft Thüringens, aber auch dem Ansehen unserer Einrichtung schuldig. Gemeinsam haben wir zur 1. Thüringer Düngungstagung eingeladen, die am 25.11.1992 in der Weintraube in Jena-Zwätzen stattfand. Insgesamt erschienen zu dieser 1. Tagung 110 Teilnehmer. Anwesend war auch damals schon Herr Hammernick vom Thüringer Landwirtschaftsministerium, der über „Neue gesetzliche Regelungen zur Düngung“ referierte und dieser Tagung bis heute die Treue gehalten bzw. auf die Unterstützung des Ministeriums verwies. Im fernerem hat sich die Thüringer Düngungstagung, was ihre Resonanz und Besucherzahl mit bis zu über 400 Personen anbetrifft, sehr positiv entwickelt, so dass die Veranstaltung seit 1996 hier im Bildungszentrum Pfiffelbach, stattfindet, welches sich hierfür vorzüglich eignet.

Ich freue mich über die auch nach 20 Jahren nach wie vor große Resonanz der Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung bei den Praktikern. Gern hätte ich an der heutigen Tagung, die auch für mich ein Jubiläum bedeutet, teilgenommen, aber meine Mutter begeht zeitgleich ihren 100. Geburtstag, da hat man keine Wahl und es steht fest, wohin die Reise geht.

Ich wünsche der Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung weiterhin viel Erfolg, den jetzigen Organisatoren auch fernerhin eine glückliche Hand bei der Auswahl der Themen und Ihnen, dass Sie viel Anregendes und Neues für Ihre praktische Arbeit mit nach Hause nehmen. In diesem Sinne, Ihnen allen weiterhin viel Erfolg und alles Gute.

Neue rechtliche Regelungen im Düngungs- und Pflanzenschutzrecht

Wolfgang Altmann (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz)

Gesetz zur Neuordnung des Pflanzenschutzrechtes

- Zum 14.07.2011 ist die neue Pflanzenschutzverordnung der EU (Verordnung Nr. 1107/ 2009) in Kraft getreten.
- Umsetzung der neuen europäischen Pflanzenschutzvorschriften in deutsches Recht
Umsetzungsfrist: November 2011
- Entwurf des Gesetzes befindet sich im parlamentarischen Verfahren. Aktuell hat der Bundesrat noch Änderungsbedarf am Gesetzentwurf angemeldet.
- Gesetz wird voraussichtlich Anfang 2012 in Kraft treten
- Pflanzenschutz darf nach § 3 nur nach „Guter fachlicher Praxis“ durchgeführt werden.
- **Neu:** Integrierter Pflanzenschutz (IP) ist nunmehr unmittelbarer Bestandteil der „Guten fachlichen Praxis“.

„Gute fachliche Praxis“

- Einhaltung der allgemeinen Grundsätze des IP nach Rahmenrichtlinie (RL) 2009/128
- Gesunderhaltung und Qualitätssicherung von Pflanzen durch:
 - Vorbeugende Maßnahmen,
 - Verhütung der Einschleppung von Schadorganismen,
 - Bekämpfung von Schaderregern (notwendiges Maß bei Anwendung PSM) und
 - Förderung natürlicher Bekämpfungsmechanismen (biologischer Pflanzenschutz.)
- Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren für Gesundheit von Mensch, Tier und für den Naturhaushalt einschl. Grundwasser.
- Detaillierte Grundsätze der „Guten fachlichen Praxis“ werden wie bisher durch das Bundesministerium in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer erarbeitet.
- Alle Mitgliedstaaten müssen nach EU-RL bis Ende 2012 Nationale Aktionspläne (NAP) beschließen. Pläne müssen dann alle fünf Jahre überprüft und aktualisiert werden.
- **Inhalt:**
 - Festlegung von Zielen, Maßnahmen und Zeitplänen zur Verringerung der Risiken bei Verwendung von PSM auf menschliche Gesundheit und Umwelt;
 - Maßnahmen zur Förderung alternativer Verfahren und des Integrierten Pflanzenschutzes;
 - Indikatoren zur Überwachung und Kontrolle der Verwendung von PSM;
- Gegenwärtig intensiver Diskussionsprozess zwischen Bund, Ländern und Verbänden.

- PSM dürfen nur angewendet werden, wenn sie eine gültige Zulassung haben und nur in den festgesetzten Anwendungsgebieten sowie nach den angegebenen Anwendungsbestimmungen.
- Anwendung von PSM nur auf Freilandflächen, die landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden.
- Zuständige Behörde kann auf Antrag Ausnahmen genehmigen.
- Keine Anwendung in oder unmittelbar (in einem Abstand von weniger als 1 m) an oberirdischen Gewässern.
- PSM die für Anwendung durch berufliche Verwender zugelassen sind, dürfen auch nur durch diesen Personenkreis eingesetzt werden (Sachkunde).
- **Neu:** Anwendung von PSM auf Flächen, die für die Allgemeinheit bestimmt sind. Dazu zählen:
 - Öffentliche Parks und Gärten
 - Grünanlagen in öffentlich zugänglichen Gebäuden
 - Sport- und Golfplätze
 - Schul- und Kindergartengelände, Spielplätze
 - Friedhöfe
 - Flächen in unmittelbarer Nähe von Gesundheitseinrichtungen
- Es dürfen nur Mittel mit „geringem Risiko“ eingesetzt werden und eine spezielle Zulassung haben.

Pflanzenschutzmittel-Zulassung in Europa: „Zonale Zulassung“

- Neue EU-Regelungen für Zulassungen sind bereits im Juni in Kraft getreten.
- Verpflichtende gegenseitige Anerkennung der Zulassungen in den Mitgliedstaaten der gleichen Zone innerhalb von drei Monaten
- Gegenseitige Anerkennung der Zulassungen auch zonenübergreifend möglich.
- Zulassungen für Mittel für Gewächshäuser, den Vorratsschutz und Saatgut erfolgen zonenübergreifend.
- Zulassungen decken nicht alle Anwendungsgebiete ab, deshalb Sonderregelungen u. a. für Gartenbau, Sonderkulturen erforderlich - bisher in § 18 Pflanzenschutzgesetz geregelt.
- Nach neuem Gesetz zwei Möglichkeiten, um Zulassungslücken zu schließen:
 - **§ 22:** Genehmigung der Anwendung im Einzelfall auf Antrag des Zulassungsinhaber oder des Anwenders unter bestimmten Voraussetzungen (geringfügiger Anbau)
Genehmigungsbehörde: TLL
 - **§ 33:** Erweiterungen von Zulassungen auf Antrag
Antragsteller: Zulassungsinhaber, amtl. oder wissenschaftl. Stellen, Landwirtschaftliche Berufsorganisationen, Berufliche Verwender
Einschränkungen: nur in Fällen von geringfügigem Umfang und bei öffentlichen Interesse

Aufbrauchfristen für PSM (§ 12, Abs. 5; § 28 Abs. 4 in Verb. mit Art. 46 EU-VO Nr. 1107/2009)

Bisher:

- Nach Ende der Zulassung dürfen PSM noch bis zum Ende des übernächsten Jahres angewendet werden (zwei volle Kalenderjahre für Verbrauch).

Neu seit 14.06.2011:

Es gibt zwei Fristen nach Ende der Zulassung:

- Abverkauffrist für Verkauf und Vertrieb bestehender Lagerbestände (Händler) max. sechs Monate,
- Aufbrauchfrist für Verbrauch, Lagerung und Beseitigung von Lagerbeständen max. zusätzlich 12 Monate,

Insgesamt also 18 Monate (aber nur in ersten 6 Monaten noch Vertrieb)

- Aktuelle Informationen zu Abverkaufs- und Aufbrauchfristen der einzelnen PSM unter www.bvl.bund.de
- Über einen **Sachkundenachweis** (§ 9) muss verfügen:
 - wer PSM anwendet,
 - Pflanzenschutzberatungen durchführt,
 - PSM gewerbsmäßig in den Verkehr bringt (gilt auch für Verkäufe im Internet, auch wenn dieses nicht gewerbsmäßig erfolgt) und
 - wer Personen, die PSM im Rahmen der Ausbildung oder bei Hilfstätigkeiten anwenden, anleitet oder beaufsichtigt.
- **Kein** Sachkundenachweis erforderlich:
 - Anwendung von PSM mit spezieller Zulassung im Haus- und Kleingarten,
 - bei Ausübung einfacher Hilfstätigkeiten unter Aufsicht und
 - im Rahmen der Ausbildung unter Anleitung.
- Sachkundenachweis wird auf Antrag durch zuständige Behörde ausgestellt; muss auf Verlangen vorgezeigt und kann widerrufen werden.
- bisherige Nachweise gelten noch bis 26. November 2015
- bis 26. Mai 2015 kann Umschreibung beantragt werden
- wer gegen die Bestimmungen verstößt, handelt ordnungswidrig - Bußgeld.
- **Neu:** Ab erstmaliger Ausstellung muss der Inhaber jeweils innerhalb eines Zeitraums von fünf (drei) Jahren die Teilnahme an einer anerkannten Fort- und Weiterbildungsveranstaltung nachweisen. Für Personen mit altem Sachkundenachweis beginnt dieser Zeitraum im Januar 2013.
- Beschaffenheit von PS-Geräten:
Bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung keine negativen Auswirkungen auf Gesundheit von Mensch, Tier, Grundwasser und Naturhaushalt.
- Neue Geräte: CE-Kennzeichnung erforderlich!
- Altgeräte: Voraussetzung erfüllt, wenn diese bis 14.12.2011 in Geräteliste des JKI eingetragen sind.
- Wenn in PSM-Zulassung besondere Anforderungen an Ausbringungsgeräte festgelegt sind, dürfen nur durch das JKI geprüfte Geräte verwendet werden.
- Liste der geprüften Geräte wird durch JKI im Bundesanzeiger veröffentlicht.
- Keine grundlegenden Änderungen beim Pflanzenschutzgeräte-TÜV (regelmäßige Prüfung im Gebrauch befindlicher Geräte) zu erwarten - **CC-relevant!!**

- Ausbringung von PSM mit Flugzeugen nach neuem Gesetz genehmigungspflichtig!
Bisher: Anzeigepflicht!
- Genehmigungsverfahren restriktiv
- Genehmigung soll nur erteilt werden für
 - Anwendungen im Weinbau und im Forst sowie
 - im Einzelfall, wenn keine Alternativen bestehen oder bei phytosanitären Notfällen
- Es dürfen nur PSM eingesetzt werden, die über spezielle Zulassung verfügen oder eine spezielle Genehmigung für Flugzeugeinsatz haben.
- Detailregelungen durch spezielle Verordnung
- Aufzeichnungspflicht über Verwendung von PSM bleibt wie bisher.
- Zwei Änderungen:
 - Der Anwender muss Aufzeichnungen führen - der Betriebsleiter muss diese Aufzeichnungen für seinen Betrieb zusammenführen (wichtig bei Dienstleistern)
 - Aufbewahrungsfristen für Aufzeichnungen:
bisher: 2 Jahre
neu: 3 Jahre (d. h. Aufzeichnungen aus 2012 müssen mindestens bis 2015 aufbewahrt werden)

Düngeverordnung (DüV)

- Zur Verminderung gasförmiger Ammoniakverluste gilt nach § 4 Abs. 2 DüV:
Bei Aufbringung flüssiger Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland **unverzüglich** einarbeiten!!
- Einarbeitungsgebot gilt für:
 - Gülle,
 - Jauche,
 - flüssige Gärreste (TM-Gehalt bis zu 15 %),
 - Geflügelkot und
 - sonstige flüssige organische oder organisch-mineralische Wirtschaftsdünger (TM-Gehalt bis 15 %) mit wesentlichen Gehalten an verfügbaren N.
- **Nicht unverzüglich eingearbeitet = Ordnungswidrigkeit**
- „Unverzüglich“ = ohne schuldhaftes Verzögern
- Zur Erfüllung dieser Anforderung kommen folgende Verfahren in Betracht:
 - **Direkte Einarbeitung**
Aufbringung mittels Injektionstechnik oder mit Kombigerät, das aufbringt als auch direkt einarbeitet.
 - **Getrennte Aufbringung und Einarbeitung**
Bei einer der Aufbringung folgenden Einarbeitung (paralleles oder absätziges Verfahren) muss Einarbeitung schnellstmöglich, spätestens jedoch **vier Stunden nach Beginn** abgeschlossen sein. Bei ungünstiger Witterung sind ggf. noch kürzere Einarbeitungszeiten erforderlich
- **Ausreichende Einarbeitung** in den Ackerboden erforderlich!

Düngegesetz vom 9. Januar 2009

- Nach § 3 Abs. 3 kann das Bundeslandwirtschaftsministerium künftig auch Rechtsverordnungen zur Festlegung der Lagerkapazitäten für Wirtschaftsdünger (Gülle, flüssige Gärreste u. a.) erlassen.
- Gegenwärtig noch im Wasserrecht (Verordnung über wassergefährdende Stoffe) geregelt.
Aktuell: mindestens 180 Tage Lagerkapazität (Nitrat-RL)
- In der künftigen Rechtsverordnung wird es anwendungsbezogene Vorgaben geben, die möglicherweise auch über die bisherigen 180 Tage hinausgehen.
Bei Investitionsplanungen beachten!

Ammoniakverluste bei der Wirtschaftsdüngerausbringung und Wege zu deren Reduzierung

Helmut Döhler, Dieter Horlacher und Robert Vandr  (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft Darmstadt)

Einleitung

Der Vorgang der Ammoniakverflüchtigung war bereits im 19. Jahrhundert bekannt. In seiner „Lehre vom Dünger“ wies Carl SPRENGEL (1839) auf die Gefahr des vollständigen Verlustes des D ngerstickstoffs in Form von Ammoniak bei der Ausbringung von Jauche hin: „Lässt man den Rindviehharn ein Viertel Jahr und länger in der Harngrube, so geht sehr viel von dem Ammoniak verloren, denn dieses nimmt Luftgestalt an“. Auch riet er bereits zu Minderungsmaßnahmen: „Der Verdunstung begegnet man dagegen auf das Vollständigste, wenn man den Harn mit Humus vermischt faulen lässt oder ihn auf den Acker f hrt und ihn sogleich unterpfl gt“. Damals war die Motivation zur Minderung der Ammoniakfreisetzung ökonomisch und pflanzenbaulich begründet, was heute nur bedingt zutrifft, da die Minderungskosten von Ammoniakemissionen in der konventionellen Landwirtschaft den eigentlichen D ngerwert in der Regel deutlich  berschreiten. Die treibende Kraft zur Minderung sind heute im Wesentlichen ökologische bzw. umweltpolitische Ziele, namentlich die Verminderung der Versauerung und Eutrophierung von Ökosystemen. Der ökologische Landbau dagegen ist auf die Konservierung des Ammoniak-Stickstoffs wirtschaftlich und auch aus Gesichtspunkten der Pflanzenernährung angewiesen.

Die Ammoniakemissionen der Tierhaltung Deutschlands setzen sich zu je einem Drittel aus den Aktivitäten bei der Wirtschaftsd ngerapplikation und bei der Haltung in den Ställen zusammen, die Lagerung der Wirtschaftsdünger und die Weidehaltung machen zusammen das verbleibende Drittel aus (DÖHLER et al., 2002). Bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern können im Gegensatz zum Stallbereich vergleichsweise kurzfristig und kostengünstig Maßnahmen zur Ammoniakemissionsminderung ergriffen werden. Daher sollte auf einzelbetrieblicher und auf umweltpolitischer Ebene den Minderungsmaßnahmen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern vermehrte Beachtung erforderlich sein. Der vorliegende Beitrag beschreibt die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Ammoniakfreisetzung beim Ausbringen von festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern, deren Ausmaß und die Möglichkeiten zu deren Minderung.

Einflussgrössen und Verlauf der Ammoniakfreisetzung

Stickstoffcharakteristik von Wirtschaftsdüngern

Wirtschaftsdünger enthalten neben einer organischen, langsam pflanzenverfügbaren, auch eine mineralische, schnell pflanzenverfügbare, Stickstofffraktion. Für die Ammoniakfreisetzung ist die wichtigste mineralische Stickstofffraktion, die als Ammonium (NH_4^+) vorliegt.

Bei landwirtschaftlichen Nutztieren (Gruppe der Säugetiere) entsteht Ammonium hauptsächlich durch die Hydrolyse von Harnstoff, der überwiegend mit dem Harn ausgeschieden wird. Im Gegensatz zu Säugetieren scheidet das Nutzgeflügel mit dem Harn nicht Harnstoff, sondern Harnsäure (ein Trihydroxypurin) aus, die aber ebenfalls in Ammonium (Zwischenstufe über Uricase und Allantoicase, was zu Abspaltung von Harnstoff und final durch Urease zur Freisetzung von NH_3 bzw. NH_4^+ führt) überführt wird und damit der Ammoniakverflüchtigung unterliegt. Der Prozess der Harnsäureumsetzung findet allerdings nicht statt, wenn Geflügelkot kurz nach der Ausscheidung getrocknet wird. Die Trocknung wird bei Kotbandbelüftungsverfahren und bei der Bodenhaltung von Legehennen, Broilern und Puten durch Einstreu und Klimatisierung bewusst gefördert. Je früher die Trocknung einsetzt, desto weniger Harnsäure wird in Ammonium umgesetzt.

Die Zusammensetzung des Stickstoffs in Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft¹⁾ (WSD) ist in Abbildung 1 dargestellt.

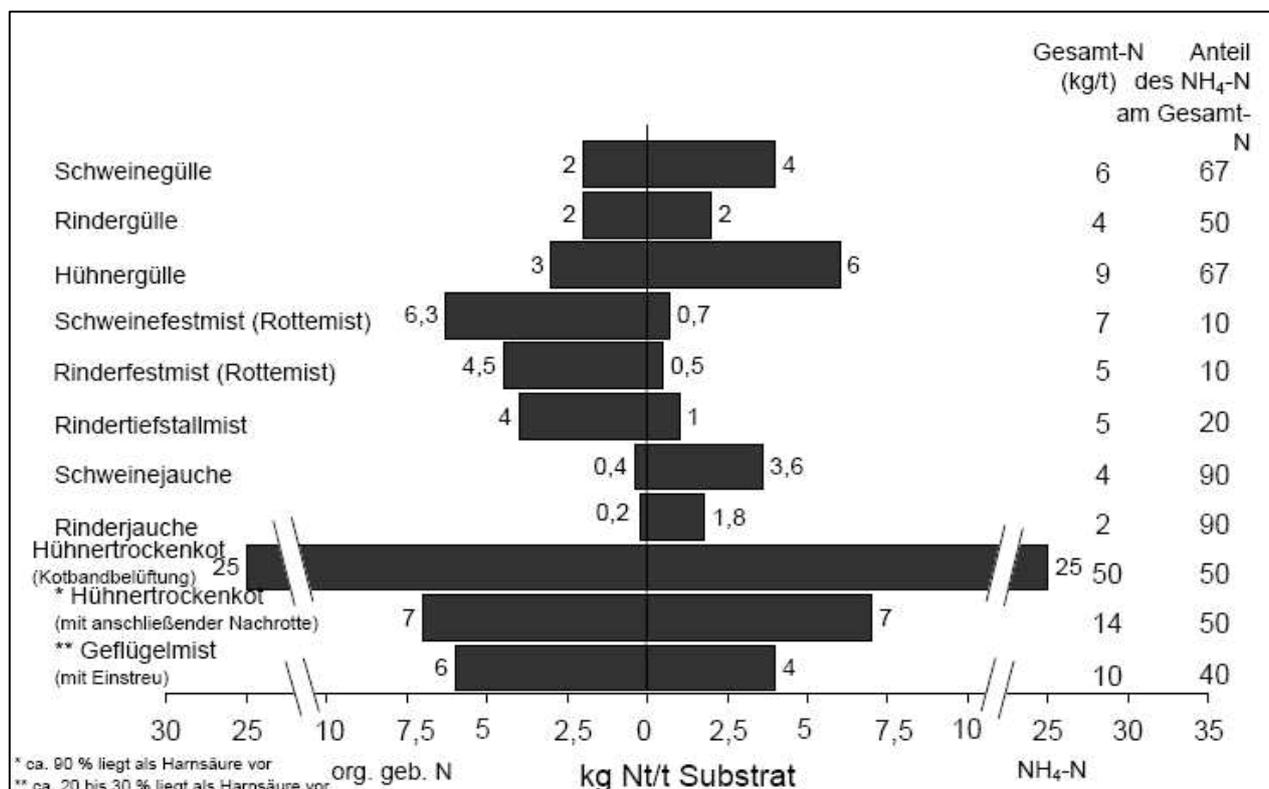


Abbildung 1: Stickstoffcharakteristik von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft

Die flüssigen Wirtschaftsdünger (Flüssigmist, Gülle, Jauche) weisen vergleichsweise hohe Ammoniumanteile (50 bis 90 %) am Gesamtstickstoffgehalt auf, Festmist aus der Rinder- und Schweinehaltung zeichnet sich dagegen durch hohe Anteile an organisch gebundenem Stickstoff am Gesamtstickstoffgehalt aus. Trockene oder getrocknete Wirtschaftsdünger aus der Geflügelhaltung verfügen über die höchsten Stickstoffgehalte bei einem hohen Anteil an Ammoniumstickstoff (bzw. dessen Vorstufe Harnsäure-N).

¹⁾ Im Folgenden als Wirtschaftsdünger bezeichnet.

Phasen der Ammoniakfreisetzung

In der Tabelle 1 sind die wichtigsten Prozesse und Faktoren der Ammoniakverflüchtigung nach der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern dargestellt.

Tabelle 1: Phasen der Ammoniakfreisetzung aus Fest- und Flüssigmist (WSD = Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft)

Freisetzungsphasen		Einflussfaktoren	relevant für
1	Freisetzung von im Wirtschaftsdünger vorhandenem Ammoniak	pH-Wert, Ammoniakkonzentration, Temperatur, Luftfeuchte, Niederschläge	feste und flüssige WSD
2	pH-Erhöhung (in Folge CO ₂ -Freisetzung, Neubildung von Ammoniak)	Ammoniumkonzentration, Witterung, v. a. Temperatur, Einstrahlung, Windgeschwindigkeit	flüssige (feste) WSD
3	Bodeninfiltration	Fließeigenschaften, Bodenbiologie, Bodenstruktur, Wassergehalt, Temperatur (Frost), Bewuchs, Erntereste, Niederschläge	flüssige (feste) WSD
4	Sorptionsträger, Austausch mit der Bodenlösung	Bodenart (Ton Gehalt, Humusgehalt)	flüssige (feste) WSD

Phase 1: Freisetzung von im Wirtschaftsdünger vorhandenem Ammoniak

Ammoniak in Wirtschaftsdüngern entsteht durch den Abbau von Harnstoff (bzw. bei Geflügelexkrementen Abbau von Harnsäure) als Abbauendprodukt, welches im physikochemischen Gleichgewicht hauptsächlich abhängig von pH und Temperatur mit Ammonium steht. Der Anteil an Ammoniak im Gleichgewicht Ammoniak-Ammonium an der mineralischen Stickstofffraktion in Wirtschaftsdüngern ist umso höher, je mehr die Temperatur anschreitet und je höher der pH-Wert des Wirtschaftsdüngers ist.

Zwischen der emittierenden Oberfläche und der sie umgebenden Atmosphäre kommt es zu einem schnellen und ständig andauernden Evaporationsvorgang. Bedingt durch den großen NH₃-Gradienten zwischen ausgebrachten Flüssigmist und Atmosphäre entweicht gebildetes Ammoniakgas aus appliziertem Flüssigmist/Gülle innerhalb von Sekunden oder Minuten. Bei Festmisten kann dieser Verlustprozess aufgrund der höheren Diffusionswiderstände und längeren Zeitdauer für Fließgleichgewichtseinstellung, bedingt durch festere Konsistenz und kleinere Oberfläche, zeitlich etwas verzögert sein.

Die oben beschriebenen Prozesse sind in Abbildung 2 exemplarisch dargestellt. So werden z. B. bei Schweinegülle mit einer Erhöhung der Temperatur um 10 °C von 15 auf 25 °C die Ammoniakemissionen etwa verdoppelt.

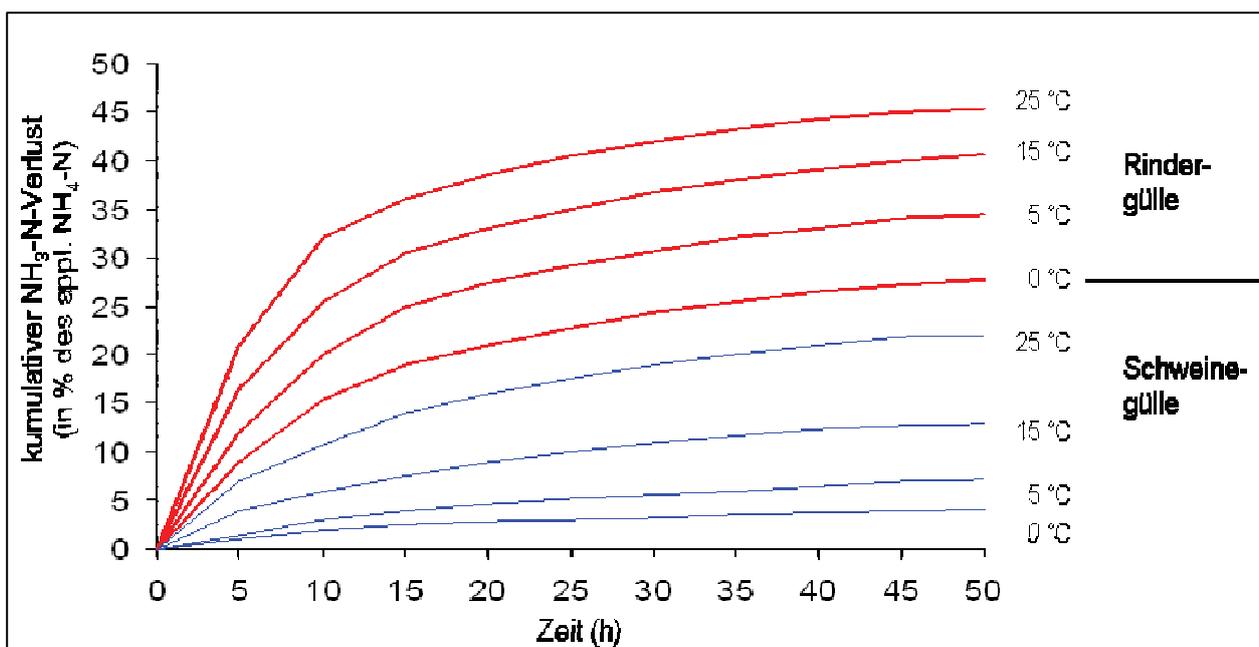


Abbildung 2: Ammoniakfreisetzung von oberflächlich ausgebrachtem Rind- und Schweineflüssigmist bei unterschiedlichen Temperaturen (DÖHLER, 1990a)

Ebenfalls von wichtiger Bedeutung für die Ammoniakkonzentration in einer „wässrigen Lösung“ ist die Ammoniumkonzentration. Je höher der Ammoniumgehalt, desto höher sind auch die NH_3 -Konzentrationsgradienten zwischen Atmosphäre und Lösung und somit die potenziellen NH_3 -Verluste.

Phase 2: pH-Wert-Erhöhung und Bildung von Ammoniak

Ammoniak und Ammonium stehen in Flüssigkeiten in einem Gleichgewicht, der Anteil des Ammoniaks in der Ammoniumlösung (hier: Wirtschaftsdünger) ist in der Regel klein und beträgt meist nur wenige Prozent. Bei einer Temperatur von 10 °C und bei einem (für Flüssigmiste typischen) pH-Wert von 7 liegt beispielsweise nur 0,2 % des Ammoniumstickstoffs als Ammoniakstickstoff vor. Nach der Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern steigt der pH-Wert in Flüssigmist (wahrscheinlich auch in Festmist) an. Nach der Ausbringung von Flüssigmist erhöht sich das pH innerhalb von 30 min. um über eine Einheit auf 8,5 (Abb. 3).

Nach PAUL UND BEAUCHAMPS (1989) sowie VANDRÉ (1997) ist ein pH-Anstieg nach Ausbringung von organischen Düngemitteln im Wesentlichen auf die Freisetzung von Kohlendioxid sowie von flüchtigen organischen Säuren (VFA) zurückzuführen, die zu einer Verminderung der Protonenkonzentration in der „Lösung“ führt. Bei einem pH-Anstieg (von 7,0 auf 8,5) und bei einer angenommenen Temperatur von 20 °C erhöht sich die Ammoniakkonzentration am gesamten ammoniakalen Stickstoff [$\text{TAN} = (\text{NH}_3\text{-N}) + (\text{NH}_4^+\text{-N})$] in der Lösung ca. um das 350-fache auf ca. 7 %, was kurz nach dem Applikationsvorgang aufgrund des dann vorhandenen hohen Konzentrationsgradienten „Lösung“ - Atmosphäre zu einem drastischen Anstieg der Ammoniakfreisetzung führt.

Da der pH-Anstieg einen Zeitraum von Minuten beansprucht, bei herkömmlichen Applikationsverfahren sich der Flüssigmist aber nur Sekunden oder -bruchteile in der Luft befindet, bevor er auf den Boden gelangt kann geschlossen werden, dass die Ammoniakverluste während der Ausbringung von Flüssigmisten in der Regel gering sein

müssen. Nach Untersuchungen von GRONAUER (1993) sind unter günstigen Freisetzungsbedingungen die NH_3 -Verluste während der Ausbringung deutlich unter 5 % der applizierten Ammoniummenge.

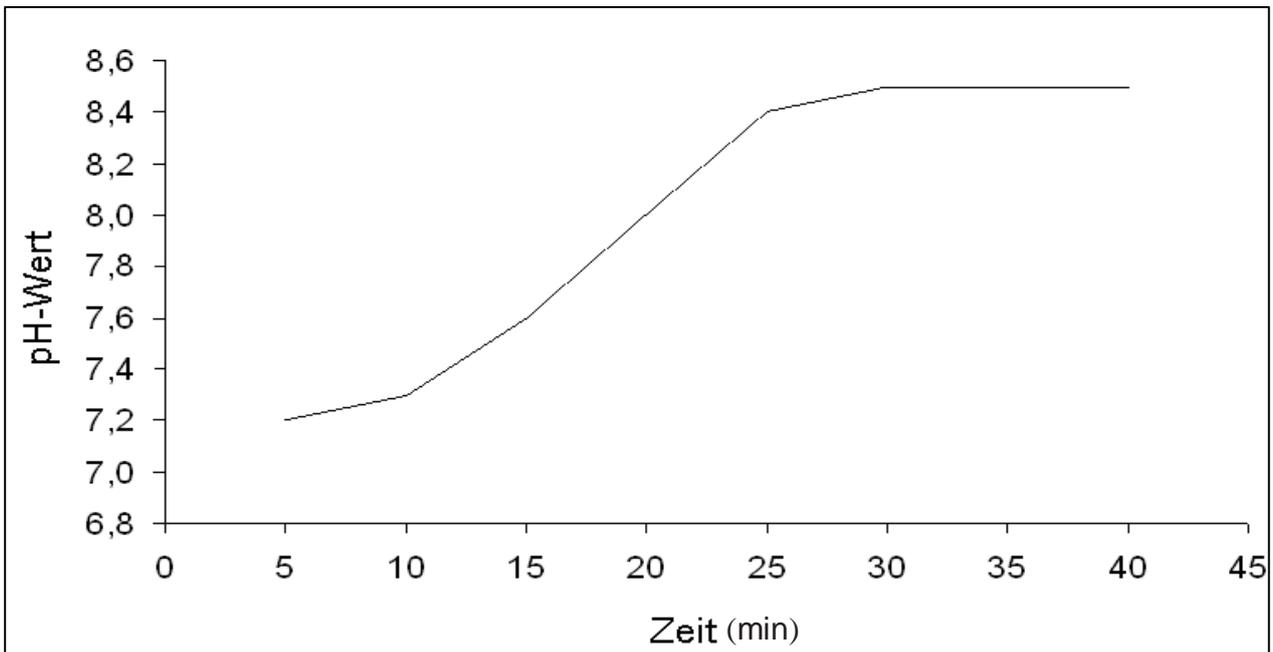


Abbildung 3: Veränderung des pH-Wertes von Rindergülle nach der Ausbringung (DÖHLER, 1985, unveröffentlicht)

Phasen 3 und 4: Bodeninfiltration und Bindung des Ammoniums an die Sorptionsflächen des Bodens

Bereits kurz nach der Ausbringung infiltrieren Wirtschaftsdünger in den Boden. Je schneller dieser Prozess vonstatten geht, desto geringer ist das NH_3 - (CO_2 -, VFA-) Freisetzungspotenzial. Düninflüssige, gut infiltrierende Wirtschaftsdünger wie Schweinegülle und Jauche weisen daher geringere NH_3 -Verluste auf als dickflüssige wie Rindergülle. Die hohen Viskositäten von Rinderflüssigmisten werden zum einen durch einen in der Regel höheren Gehalt an organischer Substanz, zum anderen aber auch durch die darin enthaltenen Schleimstoffe hervorgerufen.

Nach der Infiltration in den Boden wird das Ammonium aus dem Wirtschaftsdünger an die Sorptionsflächen (Kationenaustauschkapazität) des Bodens (hauptsächlich Ton und organische Bodensubstanz) gebunden, wodurch sich die TAN-Konzentration (total ammoniacal nitrogen) in der „Bodenlösung“ deutlich reduziert und eine dadurch bedingte weitgehende Verminderung der Ammoniakbildung erreicht wird.

Böden mit einer hohen Kationenaustauschkapazität (lehmige und tonige Böden) zeigen daher bei gleicher Infiltration geringere Ammoniakfreisetzungsraten sowie akkumulierte NH_3 -Emissionen als Böden mit geringen Austauschkapazitäten (sandige oder sandig-lehmige Böden). Die emissionsmindernden Sorptionsprozesse werden allerdings überlagert von Infiltrationsprozessen in die Bodenmatrix. Eine gänzliche Verhinderung der Infiltration (Ausbringung auf Plastikfolie) führt zu einer fast vollständigen NH_3 -Freisetzung des applizierten TAN (Tab. 2).

Tabelle 2: Ammoniakverluste aus oberflächlich appliziertem Schweineflüssigmist auf Lehmboden, Sandboden und Plastikfolie bei 15 °C (DÖHLER, 1990a)

Flüssigmist appliziert auf	Ammoniakverlust (% des applizierten NH ₄ -N)
Lehmboden	14
Sandboden	22
Plastikfolie	81

Unter Praxisbedingungen tritt eine ähnliche Situation, z. B. einer verringerten Infiltrationsgeschwindigkeit bei der Applikation von dickflüssigen Rindergüllen auf Strohhäckselschichten nach der Getreideernte oder aber auch bei Applikation auf durch Regenfälle verschlammte oder durch Bodenbearbeitung verdichtete Böden auf (Tab. 3). In beiden Fällen sind dadurch höhere Ammoniakemissionen bedingt (DÖHLER, 1996). Zudem bewirkt jede Form von Bewuchs auf Acker- und Grünland eine Hemmung der Infiltration.

Tabelle 3: Ammoniakverluste aus oberflächlich appliziertem Schweineflüssigmist auf verdichteten Boden (DÖHLER, 1990b)

Flüssigmistart	Boden	Ammoniakverluste (% des applizierten NH ₄ -N) nach der Ausbringung	
		2 Tage	4 Tage
Rindergülle	gut strukturiert	44	48
	verdichtet	48	60
Schweinegülle	gut strukturiert	14	19
	verdichtet	22	32

Besonderheiten bei der Ammoniakfreisetzung nach Ausbringung von Gärresten und Festmist

Gärrest

Während die Ammoniakfreisetzung von unvergorenen Flüssigmisten sehr intensiv untersucht wurde, liegen deutlich weniger Ergebnisse zu Ammoniakemissionen nach der Ausbringung von vergorenen Flüssigmisten (Biogas-Güllen), Festmist und Geflügelkot vor. Die stattgefundenen Untersuchungen (vgl. DWORAK, 1998; LAU et al., 2008; HAYASHI et al., 2009; MATSUSHIMA et al., 2009; NOVAK und FIORELLI, 2010; PACAUD et al., 2010) bestätigen allerdings die aus den Erfahrungen mit Flüssigmist resultierenden, zu erwartenden Mechanismen der Ammoniakfreisetzung.

Zu unterscheiden ist zwischen Gärresten aus der Monovergärung von Wirtschaftsdüngern, der Monovergärung von Energiepflanzen und der Kofermentation von Gemischen aus Wirtschaftsdüngern, Energiepflanzen und Reststoffen.

Aus Untersuchungen der 1980er Jahre ist bekannt, dass sich die Ammoniakfreisetzung von Gülle und Biogasgülle (Gärrest aus Monovergärung von Gülle) nicht wesentlich unterscheidet. MEßNER (1988) sowie DÖHLER und HARING (1989) ermittelten für Rinderbiogasgülle etwas höhere Verluste nach der Vergärung (29 statt 24 bzw. 37 % statt 33 % NH_3 -N-Verluste bezogen auf den applizierten TAN), in einem weiteren Versuch etwas geringere Verluste bei der Rohgülle. Die Prüfung mit Schweine- und Hühnergülle erbrachten in jedem Fall geringere Freisetzungsraten bei der Biogasgülle. Aufgrund des höheren pH-Wertes der Biogasgülle änderte sich für die Rinderbiogasgülle die Emissionskinetik dahingehend, dass die Freisetzung kurz nach der Ausbringung der fermentierten Gülle gegenüber der Rohgülle erhöht war. Bedingt durch die dünnflüssigere Konsistenz und dadurch schnellere und tiefere Infiltration in den Boden waren die kumulierten NH_3 -Emissionsraten jedoch etwas geringer. Die chemischen Eigenschaften der „Energiepflanzen-Gärreste“ unterscheiden sich nur wenig von „Rohgüllen“ und von „Biogasgüllen“, daher sind keine deutlichen Unterschiede im NH_3 -Freisetzungsverhalten dieser neuen Gärreste zu erwarten (siehe DÖHLER et al., 2010; PACHOLSKI et. al., 2010). Da die Verlustraten, wie bei den Rindergüllen, meist in der Größenordnung von mehr als 25 % des applizierten Ammonium-N liegen, sind für alle Gärrestarten Maßnahmen zur Emissionsminderung vorzusehen.

Festmist

CHAMBERS et al. (1997) ermittelten nach Ausbringung von Schweinefestmist Ammoniakverluste von ca. 80 % des applizierten Ammonium-N (ca. 35 kg N/ha Gesamtverlust), nach Ausbringung von Rinderfestmist von nur 30 % (ca. 5 kg N/ha Gesamtverlust) nach neun Tagen (Abb. 4). Ähnliche Verlustraten wurden in Abbildung 5 von FRICK und MENZI (1997) nach 4 Tagen und von DÖHLER (unveröffentlicht) noch 60 % nach 2 Tagen ermittelt.

Obwohl die relativen Emissionen (NH_3 -N-Emissionen bezogen auf die Gesamtmenge des applizierten TAN) denen der Flüssigmiste ähnlich sind, ergeben die absoluten Emissionen wegen der vergleichsweise geringen Ammoniumkonzentrationen im Festmist deutlich geringere Werte.

Geflügelkote

Die Emissionen von Geflügelmist (28 bzw. 22 kg N/ha Gesamtverlust) und Geflügelkot (38 kg N/ha Gesamtverlust) (Abb. 5) liegen mit ca. 40 % (berechnet nach CHAMBERS et al., 1997) des ausgebrachten Ammonium-N auf dem Niveau der Flüssigmiste.

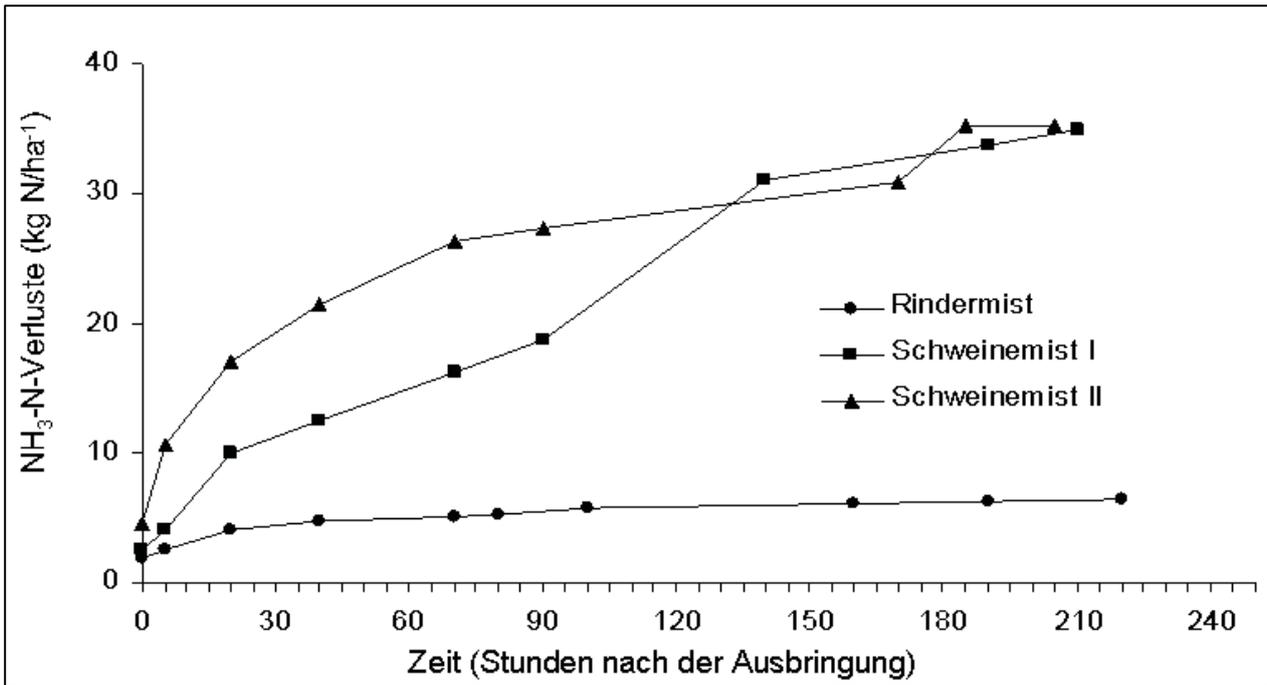


Abbildung 4: Ammoniakverluste nach der Ausbringung von Festmist aus der Rinder- und Schweinehaltung (ausgebrachte TAN-Mengen: Schweinemist ca. 43 kg NH₄-N/ha; Rindermist ca. 17 kg NH₄-N/ha; verändert und berechnet nach CHAMBERS et al., 1997)

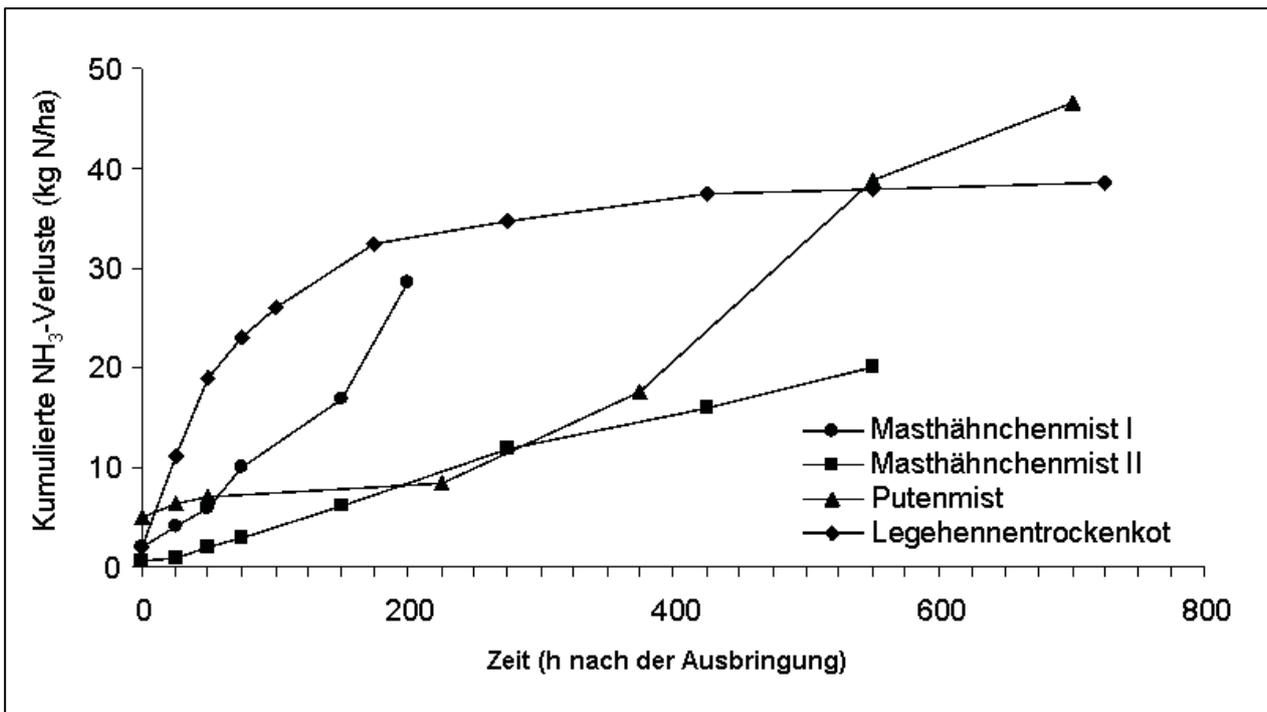


Abbildung 5: Ammoniakverluste nach der Ausbringung von Festmist aus der Geflügelhaltung (ausgebrachte TAN-Mengen: Masthähnchenmist I bzw. II ca. 70 bzw. 55 kg NH₄-N/ha; Legehennentrockenkot ca. 95 kg NH₄-N/ha; verändert und berechnet nach CHAMBERS et al., 1997)

Möglichkeiten zur Minderung der Ammoniakverluste nach der Wirtschaftsdüngerausbringung

Applikationsformen von Flüssigmist auf Ackerland

Breitverteiler

Bei dieser Applikationsform wird der Flüssigmist aus einem Vorratsbehälter drucklos oder durch Pumpendruck über Prallteller, Prallköpfe, Schwenkdüsen oder Düsenbalken abgestrahlt und breitflächig auf die Boden- oder die Pflanzenoberfläche verteilt. Bedingt durch die im Prinzip pflanzenbaulich sinnvolle gleichmäßige Verteilung bei der Breitverteilung ergibt sich im Vergleich zu anderen Ausbringungsverfahren eine große Kontaktfläche zwischen der Flüssigmistoberfläche und der Atmosphäre mit der Konsequenz einer relativ hohen NH_3 -Freisetzung.

Schleppschlauch

Beim Schleppschlauchverteiler wird der Flüssigmist über einen Zentralverteiler durch an einem Gestänge angebrachte Schläuche gefördert und in unmittelbarer Bodennähe bandförmig auf die Bodenoberfläche in etwa 5 bis 10 cm breiten Streifen abgelegt. Bedingt durch die geringere mit Flüssigmist benetzte Oberfläche führt die Schleppschlauchtechnik im Vergleich zur Breitverteilung bei Schweinegülle zu ca. 30 % und bei Rindergülle zu ca. 10 % geringeren NH_3 -Verlusten auf unbewachsenem Ackerland (bei gleichem Messzeitraum). Größere Minderungseffekte von bis zu 30 % bei Rindergülle und 50 % bei Schweinegülle sind mit dieser Technik auf bewachsenem Ackerland (und Grünland) in Beständen mit mehr als 30 cm Wuchshöhe zu erzielen.

Bei Applikation mit dem Schleppschlauch im Fahnenblattstadium bei Winterweizen werden die Ammoniakverluste bei Rindergülle von 67 % (Breitverteiler) auf 48 % gemindert (Abb. 6). Je höher ein Pflanzenbestand ist, desto weniger können Witterungseinflüsse wie Wind, Sonneneinstrahlung auf die Flüssigmistoberfläche bzw. auf die Ausbildung von NH_3 -Gradienten zwischen Flüssigmist-/Bodenoberfläche und Atmosphäre wirken. Untersuchungen von BLESS (1990) konnten Minderungseffekte bis zu 75 % gegenüber Breitverteilungssystemen nachweisen.

Einarbeitung von Flüssigmist

- Flüssigmisteinarbeitung (in getrennten Arbeitsgängen)
Mit der Kombination von Flüssigmistausbringung und unmittelbar anschließender Bodenbearbeitung (z. B. Grubber, Scheibenegge, Egge, Rotoregge) sind auf Ackerland Emissionsminderungen von 80 % oder mehr erzielbar. Da die Emissionsraten unmittelbar nach der Ausbringung am höchsten sind, muss der Flüssigmist sofort nach der Ausbringung, maximal etwa eine Stunde nach der Ausbringung, eingearbeitet werden.
- Flüssigmisteinarbeitung (in einem Arbeitsgang)
Die Einarbeitung von Flüssigmist auf Ackerland kann auch in einem Arbeitsgang mit einem an den Tankwagen angehängten Bodenbearbeitungsgerät durchgeführt werden. Dafür kommen die marktüblichen bereits genannten Bodenbearbeitungsgeräte in Frage. In der Praxis durchgesetzt hat sich allerdings nur der Güllegrubber. Mit dieser Technik wird Flüssigmist, wie beim Schleppschlauchverteiler, in Schläuche dosiert, die den Flüssigmist in den Grubberscharen folgenden Erdstrom ablegen. Diese Technik wird auf unbewachsenem Ackerland und in modifizierter, pflanzen-

reihenangepasster Bauweise in niedrigen Reihenkulturen eingesetzt. Mit diesen Einarbeitungstechniken können größere NH_3 -Emissionsminderungen von bis zu 90 % (FRICK und MENZI, 1997) erzielt werden, bei allerdings meist höherem Zugkraftbedarf und geringerer Schlagkraft.

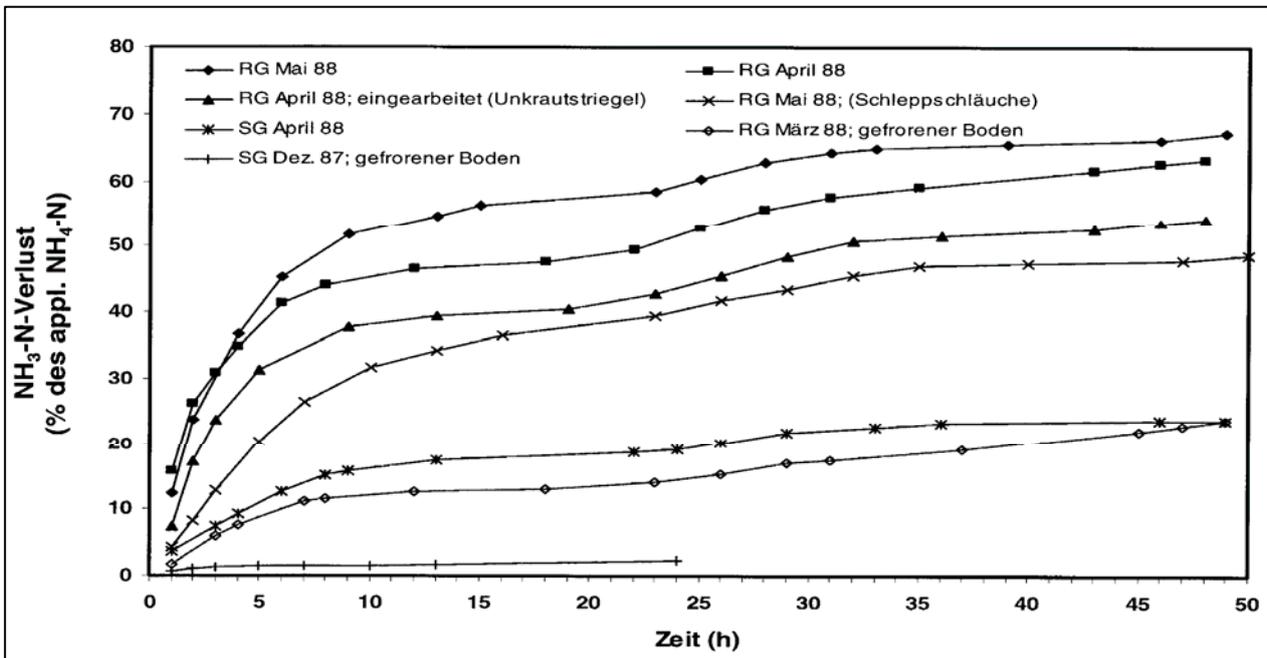


Abbildung 6: Ammoniakverluste nach der Ausbringung von Flüssigmist auf wachsendem Winterweizen (RG = Rindergülle; SG = Schweinegülle; DÖHLER, 1990b)

Applikationsformen von Flüssigmist auf Grünland

Schleppschuh und Flachinjektion

Beim Schleppschuhverfahren wird die Vegetation durch eine schuhähnliche Kufe seitlich weggedrückt bzw. der „Wurzelfilz“ der Grasnarbe aufgerissen, so dass ein etwa 5 cm breites Flüssigmistband zwischen den Pflanzen abgelegt wird. Mit dieser Ausbringungstechnik sind die NH_3 -Freisetzungen im Vergleich zur Breitverteilung bei Schweinegülle auf Grünland um ca. 60 % geringer. Bei Rindergülle ist mit Emissionsminderungen von 30 bis 40 % auf Grünland zu rechnen.

Bei der Flachinjektion oder Gülleschlitztechnik erfolgt die Applikation mit Hilfe einer schuhähnlichen Verstärkung bzw. Schleifkufe, die eine Schneidscheibe oder ein Messer voranführt. Diese Werkzeuge schneiden den Pflanzenbestand und den Boden mit einer Einarbeitungstiefe von 4 bis 8 cm auf. In diesen Schlitz wird die Gülle abgelegt. Je tiefer die Einarbeitung erfolgt, umso größer ist in der Regel die NH_3 -Emissionsminderung. Mit der Flachinjektionstechnik sind auf Grünland bei der Ausbringung von Rindergülle Emissionsminderungen von 60 und bei Schweinegülle von 80 bis 90 % möglich.

Die Minderungseffekte der Schleppschuh- und der Flachinjektionstechnik gegenüber Breitverteilungsverfahren treten besonders bei warmer Witterung auf (Abb. 7), was sich auch in ca. 20 bis 35 % höheren Trockenmasseerträgen, bedingt durch die bessere Stickstoffversorgung der Grünlandbestände, niederschlägt (Abb. 8). Liegen allerdings feucht-kühle Witterungsbedingungen vor, werden nur noch unbedeutende (Schleppschuh) oder geringe Mehrerträge erzielt.

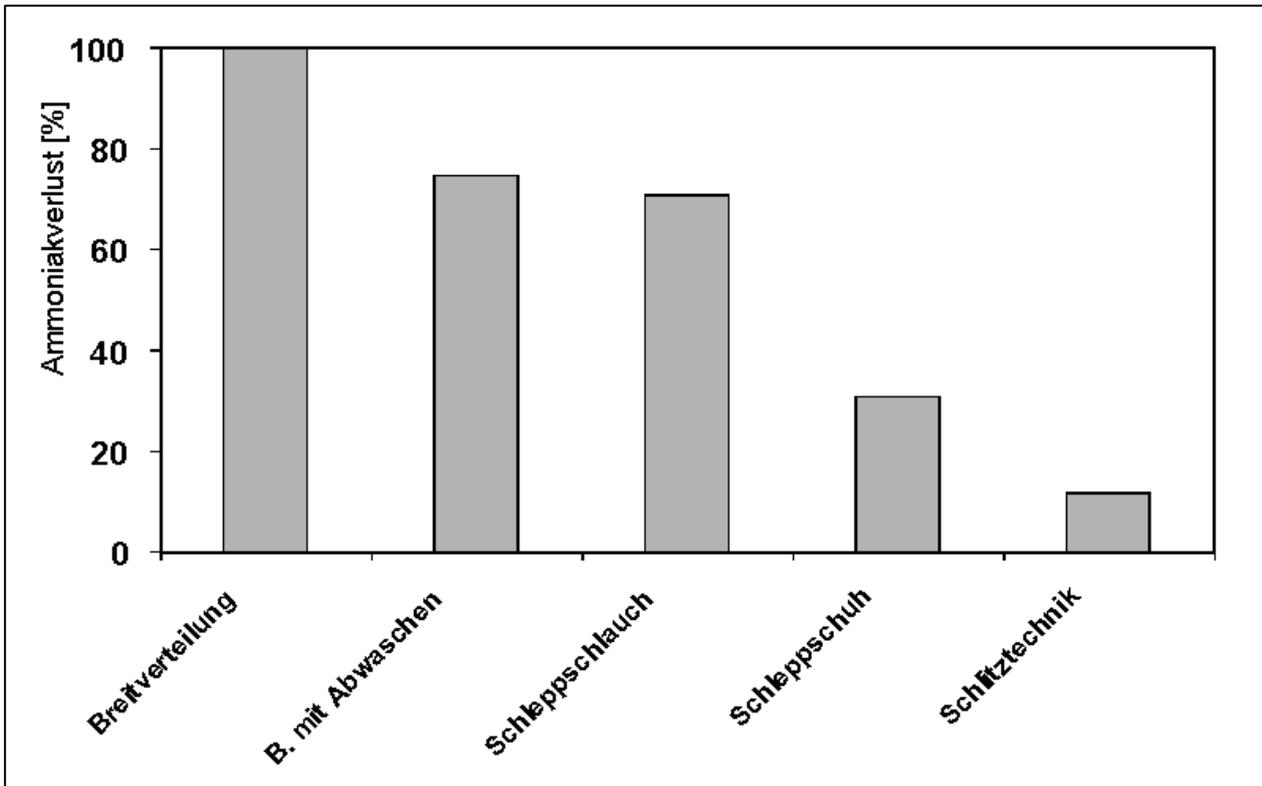


Abbildung 7: Einfluss der Applikationstechnik auf die Minderung der Ammoniakverluste nach der Flüssigmistausbringung auf Grünland bei trocken-warmer Witterung (Verlust bei breitflächiger Ausbringung = 100 %; LORENZ und STEFFENS, 1996)

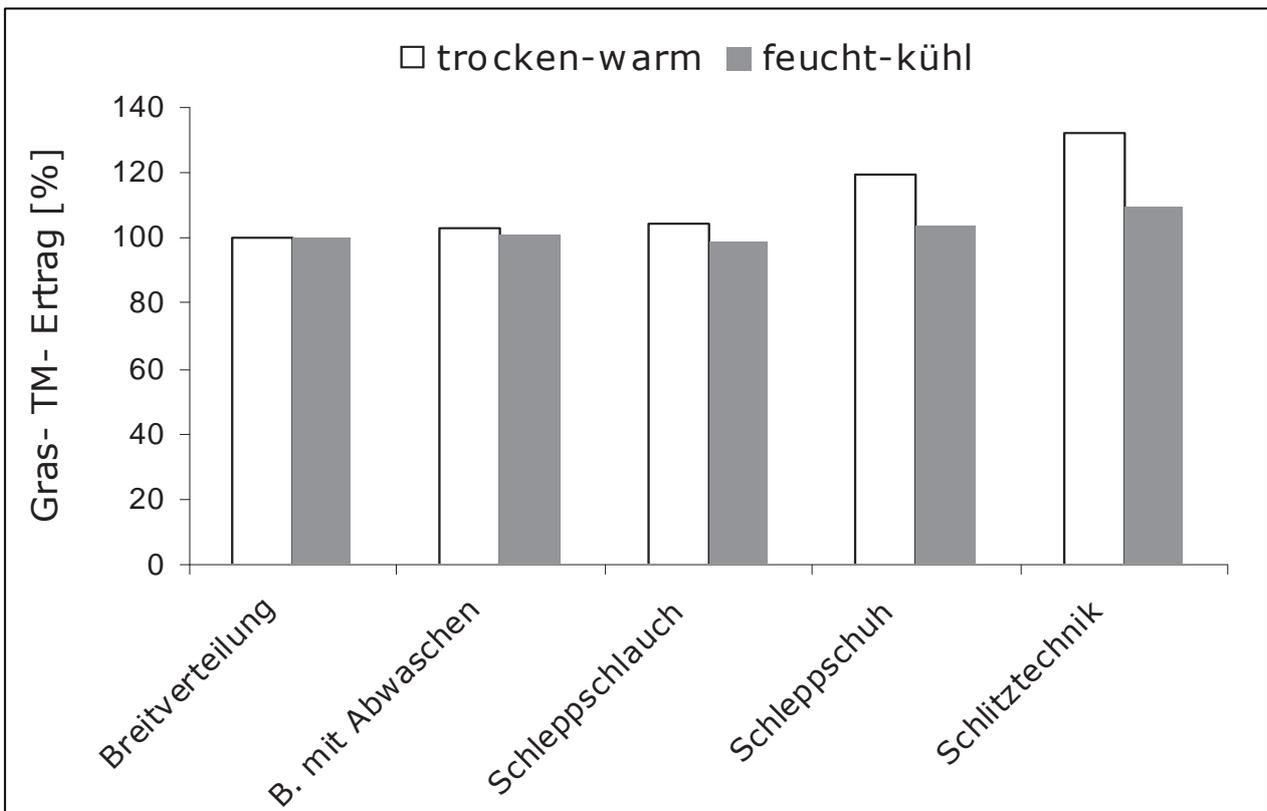


Abbildung 8: Trockenmasseträge (Grünland) beim Einsatz verschiedener Applikationstechniken auf Grünland bei feucht-kühler Witterung (Ertrag bei breitflächiger Ausbringung = 100 %; B = Breitverteilung; LORENZ und STEFFENS, 1996)

Hochdruckinjektion

Eine Sonderform unter den Injektionsverfahren ist die Hochdruckinjektion. Bei diesem Verfahren wird mit einer hydraulischen Pumpe der Flüssigmist auf einen Druck von 5 bis 8 bar komprimiert und über wechselnd angesteuerte Düsen mit einer Geschwindigkeit von 20 bis 30 m/s in den Boden injiziert. Es erfolgt die Ablage damit punktuell und nicht in Bändern oder Schlitzen. Die Minderungseffekte sind mit denen der Flachinjektoren vergleichbar, das Verfahren ist allerdings auf dem Markt der meisten europäischen Länder nicht verfügbar.

Ausbringung von Jauche

Zur Minderung der Ammoniakverluste nach der Jaucheausbringung können dieselben Verfahren wie bei Gülle angewandt werden. Da bisher nur wenige Untersuchungen bzgl. des Einflusses technischer Maßnahmen auf die NH_3 -Emissionen erfolgt sind, kommen die möglichen NH_3 -Minderungseffekte als Analogieschlüsse aus Untersuchungen mit Flüssigmisten zur Ableitung. Zu erwarten sind signifikante Minderungseffekte durch die Schleppschlauchtechnik. Ein Einsatz von Schleppschuh und Flachinjektion führt voraussichtlich nur zu geringer zusätzlicher NH_3 -Emissionsminderung.

Applikationsformen von Festmist und Geflügelkot

Als wirkungsvolle Maßnahme zur Minimierung der Ammoniakverluste nach der Ausbringung von Festmist steht nur eine unmittelbare Einarbeitung zur Verfügung. Da jedoch die gesamten NH_3 -Emissionen bei Festmistausbringung nur etwa 10 bis 20 % des Gesamt-N betragen, ist eine Einarbeitung innerhalb von vier Stunden oder innerhalb desselben Arbeitstages ausreichend. Dies gilt auch für getrockneten Geflügelkot, wenn der Stickstoff noch als Harnsäure vorliegt.

Separierung von Flüssigmisten

Die Trennung der festen und flüssigen Bestandteile von (Rinder-)Flüssigmisten führt zu einem schüttfähigen und einem flüssigen Endprodukt. Diese Flüssigkeit hat erheblich bessere Fließeigenschaften (geringere Viskosität) als das Ausgangssubstrat. Das Dünnsesparat dringt erheblich schneller in den Boden ein, was bei allen Verteiltechniken zu einer Reduktion der Ammoniakverluste führt. Besonders deutlich sind die Effekte bei den bandförmigen Verfahren Schleppschuh und Flachinjektion (nicht in Abb. dargestellt). Eingang in die Praxis hat das Verfahren wegen der vergleichsweise hohen Kosten und des großen Organisationsaufwandes bisher nicht gefunden.

Organisatorische Maßnahmen zur Verlustminderung

Neben speziellen emissionsarmen Ausbringungstechniken können auch durch organisatorische Maßnahmen bzw. durch eine Anpassung der landwirtschaftlichen Praxis Ammoniakverluste nach der Ausbringung reduziert werden. Diese Maßnahmen haben einerseits den Vorteil, dass sie in der Regel ohne spezielle Infrastruktur und Investitionen möglich sind. Andererseits verursachen sie Arbeitsmehraufwand sowie -erschwernisse und stellen höhere fachliche und organisatorische Anforderungen an die Landwirte. Besonders Betriebe, die aus finanziellen, agrarstrukturellen Gründen oder als

Folge der standörtlichen Voraussetzungen bestimmte Ausbringetechniken nicht einsetzen können, sollen organisatorische Maßnahmen zur Emissionsminderung in Erwägung ziehen. Grundsätzlich können folgende Maßnahmen zur Verlustminderung beitragen:

- saisonale Wahl des Ausbringzeitpunktes
- Wahl eines Ausbringzeitpunktes mit günstigen Bodenbedingungen und Witterungsvoraussetzungen
- Tageszeit der Ausbringung
- Ausbringung kurz vor oder während Regenereignissen
- Verdünnung von Flüssigmist
- rasche Einarbeitung der Wirtschaftsdünger nach der Ausbringung
- Bodenbearbeitung vor der Flüssigmistausbringung
- Maßnahmen mit indirekter Wirkung

Saisonale Wahl des Ausbringzeitpunktes

Im Sommer sind die Ammoniakverluste bedingt durch Temperaturanstieg, intensiverer Einstrahlung etc. höher als in den anderen Jahreszeiten. Wird auf eine Wirtschaftsdünger- ausbringung während des Sommers verzichtet, verringern sich deshalb die Gesamtemissionen des Betriebes. Wird angenommen, dass ein Betrieb bisher 40 % der Gülle im Sommer ausbrachte und dass die Verluste im Frühjahr oder Herbst um durchschnittlich 20 % geringer sind, resultiert durch den Verzicht auf die Sommerausbringung eine Verlustminderung von 8 % (vgl. Abb. 9). Bereits eine Verschiebung der Ausbringung von April bzw. Mai bei meist hohen Temperaturen (über 20 °C) und Einstrahlungsintensitäten auf März (im Beispiel bei überfrorenem Boden) bewirkt in der Regel eine deutliche NH₃-Emissionsverminderung.

Wahl eines Ausbringzeitpunktes mit günstigen Bodenbedingungen und Witterungsvoraussetzungen

Hohe Temperaturen, Einstrahlung, Windgeschwindigkeit und niedrige Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit einem Rückgang der Fließfähigkeit des auszubringenden Substrats und geringer Infiltrationsfähigkeit des Bodens fördern die Ammoniakfreisetzung und somit die NH₃-Verluste. Es gilt daher solche Bedingungen (in den ersten Stunden) nach dem Ausbringen von Wirtschaftsdüngern so weit als möglich zu vermeiden um die NH₃-Verluste zu reduzieren.

Auch unter der Annahme, dass eine Düngung mit Wirtschaftsdüngern während Zeiten mit hohem N-Bedarf der Kulturen um höchstens eine Woche verschoben werden kann, besteht diesbezüglich auf manchen Betrieben noch ein großes Potenzial zur Verringerung von NH₃-Emissionen nach der Ausbringung. So zeigen z. B. Modellrechnungen von MENZI et al. (1998), dass durch eine Verschiebung des Ausbringzeitpunktes eine Verlustminderung um ca. 30 % des ausgebrachten Ammonium-Stickstoffs erreicht werden kann.

Auch die Beachtung des Bodenzustandes im Hinblick auf die Infiltrationsfähigkeit kann zur Verlustminderung beitragen. Da die Infiltration von Wirtschaftsdüngern (Flüssigmisten) sowohl bei wassergesättigten als auch bei trockenen Böden reduziert ist, sind die NH₃-Verluste unter solchen Ausbringungsbedingungen meist erhöht.

Die Wahl des geeigneten Ausbringtermins stellt oft einen Konflikt zwischen dem Ziel maximaler Ammoniak-Emissionsminderungen und den pflanzenbaulichen Erfordernissen unter Berücksichtigung weiterer Ziele wie z. B. geringe Bodenverdichtung, kein Oberflächenabfluss, geringe Nitratauswaschung (nach Umsetzung des NH_4^+ -N im Boden zu NO_3^-) sowie geringe Denitrifikationsverluste etc. dar.

In Tabelle 4 sind Richtwerte für mittlere Ammoniakverluste bei unterschiedlichen Temperaturen für die Ausbringung von Rinder- und Schweinegülle mit Breitverteiler und Schleppschlauch aufgeführt.

Tabelle 4: Kumulative Ammoniakverluste nach der Ausbringung von Rinder- und Schweinegülle mit Breitverteiler und Schleppschlauch bei unterschiedlichen Temperaturen (Expertenschätzungen auf der Grundlage von Untersuchungsergebnissen; nach DÖHLER et. Al., 2002)

Gülleart	Ammoniakverluste (%) des applizierten Ammonium-N							
	Breitverteiler, ohne Einarbeitung				Schleppschlauch			
	5 °C	10 °C	15 °C	25 °C, auf Stroh	5 °C	10 °C	15 °C	25 °C, auf Stroh
Rindergülle	30	40	50	90	26	36	46	90
Schweinegülle	10	20	25	70	7	14	18	55

Tageszeit der Ausbringung

Da die Ammoniakverlusten (NH_3 -N-Verluste je Zeiteinheit) in den ersten Stunden nach der Ausbringung meist am höchsten sind und diese von den oben beschriebenen klimatischen Faktoren (Temperatur, Einstrahlung, Windgeschwindigkeit, Niederschlag etc.) und Ausbringungskofaktoren (Viskosität, Bodenzustand etc.) abhängen, hat auch die Tageszeit der Ausbringung Einfluss auf die Verlustprozesse. Bei Gülleausbringung am Abend um 20:00 Uhr (gemessen an einem warmen Augusttag) werden um 50 % geringere NH_3 -Emissionen gemessen als bei Ausbringung am Morgen um 6:00 Uhr des gleichen Tages und fast 40 % geringere NH_3 -Emissionen als bei Ausbringung am Mittag (Abb. 9; FRICK und MENZI, 1997), allerdings auch bei entsprechend kürzerer Messdauer. Bei der Ausbringung am Abend müssen - vor allem im Sommer - auch die sozialen Konsequenzen Berücksichtigung finden. Zum einen resultiert daraus eine längere Arbeitszeit für den Landwirt, zum anderen kann das Ausbringen in den Abendstunden von der übrigen Bevölkerung als besonders störend empfunden werden.

Ausbringen kurz vor oder während Regenereignissen

Da die Ammoniakverluste praktisch nur von oberflächlich liegendem oder an den Pflanzen haftendem NH_4^+ -haltigen bzw. -bildenden Düngern stattfinden, werden die NH_3 -Verluste durch Regenereignisse, infolge der dadurch bedingten Tiefenverlagerung in den Boden bzw. Abwaschen von pflanzlichen Oberflächen und Einwaschen in den Boden, stark reduziert.

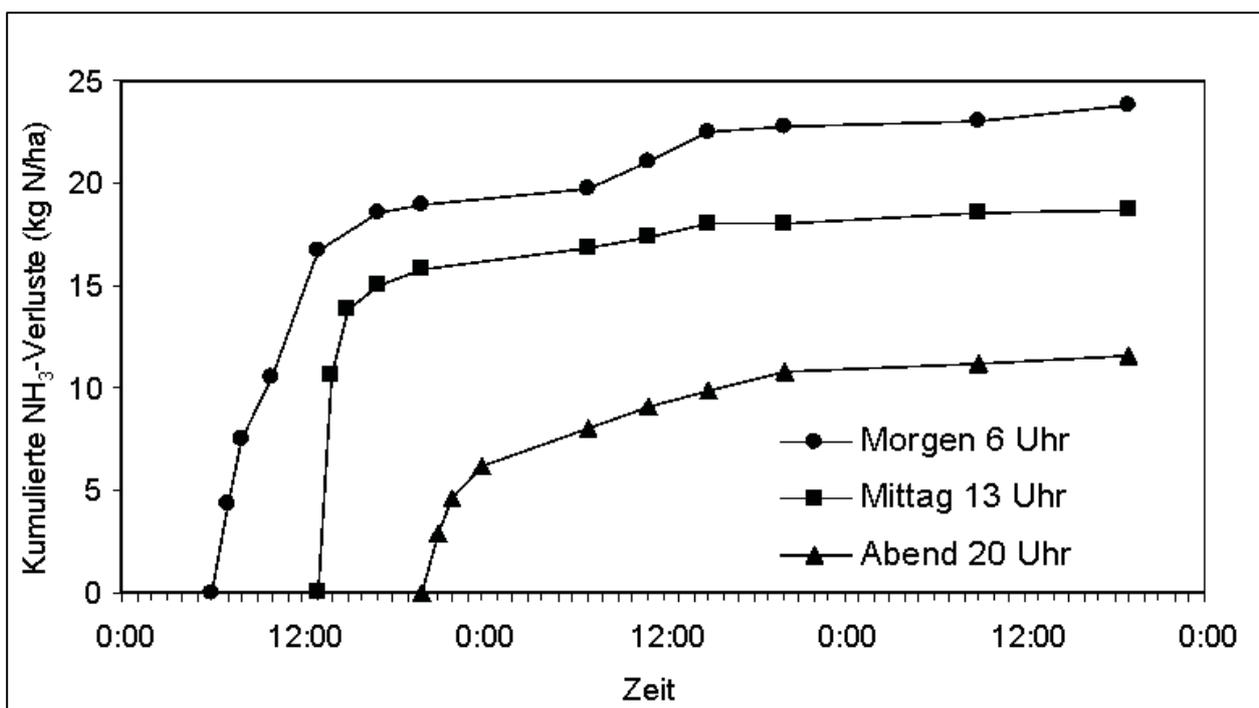


Abbildung 9: NH₃-Emissionen nach dem Ausbringen von Gülle zu verschiedenen Tageszeiten (FRICK und MENZI, 1997)

Das Ausbringen von Gülle/Flüssigmist oder Festmist kurz vor oder während Regenperioden ist daher eine effiziente Maßnahme zur NH₃-Emissionsminderung. Wirksam sind allerdings nur (längerer) Regen mit ausreichender Intensität (ca. 15 mm). Niederschlagsereignisse mit geringer Intensität (wenige mm) senken zwar zunächst die NH₃-Ausgasung, durch das Aufweichen von Diffusionsbarrieren steigen sie jedoch meist nach dem Ende der Niederschläge wieder an. Bei Starkregen ist zudem zu berücksichtigen, dass das Risiko der Schädigung der Bodenstruktur durch Befahren und die Gefahr von Abschwemmungen in angrenzende Fließgewässer bestehen.

Verdünnung von Flüssigmist

Die Zugabe von Wasser ist eine altbewährte Maßnahme zur Aufwertung der Pflanzenverträglichkeit von Flüssigmist (Vermeidung von Verkrustungen oder Verätzungen auf den Blättern). Auch die Wirkung zur Verminderung der Ammoniakverflüchtigung ist seit langem bekannt und in Versuchen mehrfach nachgewiesen (z. B. BEUDERT et al. 1988; MENZI et al., 1997). Die Verdünnung mit Wasser verringert den Trockensubstanz- und Ammoniumgehalt, verdünnter Flüssigmist fließt an den Pflanzen besser ab und dringt rascher in den Boden ein. Im Vergleich zu unverdünnter Gülle können die Ammoniakverluste bei einer Verdünnung von 1:1 um rund 50 % reduziert werden. Allerdings ist hierbei auch verfahrenstechnisch der doppelte Transport bzw. Ausbringungsaufwand zu berücksichtigen, so dass in der Praxis die Effekte einer Verdünnung im Hinblick auf die NH₃-Emissionen deutlich geringer als 50 % sein dürften.

Einer starken Verdünnung sind in der Praxis vom Flächenbedarf, von den Ausbringungsmengen sowie von den Kosten rasch Grenzen gesetzt. Je höher der Verdünnungsgrad, desto größer wird, bei gleicher Aufwandmenge, der Bedarf an zusätzlich zu düngender Fläche, welche aber vor allem auf Betrieben mit hoher Tierdichte in der Regel fehlt.

Auch die Ausbringmenge pro Flächeneinheit kann nicht beliebig erhöht werden. Insbesondere in Hanglagen nimmt sonst die Abschwemmungsgefahr rasch zu. Um Abschwemmungs- und Auswaschungsverluste zu vermeiden, sollte die maximale Güllemenge je nach Standort und Bodenverhältnissen höchstens 40 bis 60 m³ betragen. Eine starke Verdünnung mit Wasser schränkt nicht nur den Anwendungsspielraum ein, sondern erhöht auch die Kosten für die Flüssigmistlagerung (erhöhter Bedarf an Lagerkapazität), da eine Verdünnung unmittelbar vor oder während des Ausbringens oft kaum möglich ist.

Eine zunehmende Verdünnung führt zu einer Vergrößerung des Transportvolumens, zu einer vermehrten Bodenbelastung durch häufigeres Befahren (bei Ausbringung gleicher Nährstoffmengen je Flächeneinheit) sowie zu einer erhöhten Maschinenbelastung. In der Schweiz wird eine Gülleverdünnung deshalb hauptsächlich für Betriebe mit der Möglichkeit der Ausbringung über Gülleverschlauung empfohlen.

Obwohl die Gülleverdünnung eine der zuverlässigsten Maßnahmen zur Reduzierung von NH₃-Emissionen auf Grünland darstellt, ist sie wegen der oben diskutierten Einschränkungen und Folgen gleichzeitig auch sehr umstritten. Während sie in voralpinen Grünlandregionen der Schweiz und Deutschlands als eine der wichtigsten Maßnahmen empfohlen wird („genügend Wasser vorhanden“), kommt die Empfehlung den Landwirten aus anderen Regionen Europas aus Kostengründen, Wasserzusätze zu Flüssigmist weitestgehend zu reduzieren.

Rasches Einarbeiten der Wirtschaftsdünger nach dem Ausbringen

Nach Einarbeiten von Mist bzw. Flüssigmist/Gülle werden Ammoniakverluste praktisch vollständig unterbunden. Da die NH₃-Verluste unmittelbar nach der Ausbringung meist am höchsten sind, sollte eine Einarbeitung möglichst rasch nach der Ausbringung erfolgen. Eine Einarbeitung ist allerdings nur auf unbestellten Feldern (und eingeschränkt bei Reihenkulturen) möglich, und das rasche Einarbeiten wird durch die vorhandene Maschinenausstattung bestimmt (überbetriebliche Maschinenauslastung, Lohnunternehmer).

Bodenbearbeitung vor der Flüssigmistausbringung

Als Alternative zum nachträglichen Einarbeiten kann bei Flüssigmist/Gülle das vorherige Lockern der Bodenoberfläche angesehen werden. Durch einen Bearbeitungsgang vor dem Ausbringen kann die Infiltration des Flüssigmistes/Gülle beschleunigt und die Ammoniakverflüchtigung reduziert werden. Die Bearbeitung erfolgt vorzugsweise mit Geräten ausgeführt, die den Boden nicht zu fein bearbeiten (z. B. Schälgrubber, Spatenrolle, Zinkenrotor). Nach Untersuchungen von FRICK und MENZI (1997) beträgt die NH₃-Verlustminderung 15 bis 25 %.

Maßnahmen mit indirekter Wirkung

Maßnahmen, welche die Stickstoffmenge in den Wirtschaftsdüngern, den Ammonium-N-Anteil im Gesamt-Stickstoff oder das pH der Substrate reduzieren, tragen (indirekt) auch dazu bei, die Ammoniakverluste nach der Ausbringung zu reduzieren. Dazu zählt besonders die bedarfsgerechte Proteinversorgung der Tiere. Ein Potenzial zur Reduk-

tion der N-Ausscheidungen der Nutztiere besteht auf den meisten Betrieben und für praktisch alle Tierarten. Vor allem bei Raufutterfressern sind sie allerdings auch mit Zielkonflikten verbunden, da sie eine Reduktion des Grundfutters in der Ration bedingen. In der Schweinehaltung ist das Potenzial beträchtlich, wie Untersuchungen von HEINRICHS (1994) mit einem Rückgang nach der Ausbringung um 26 % zeigen (Abb. 10). Durch die angepasste Fütterung wurde auch die Freisetzung von Ammoniak im Stall und während der Lagerung beträchtlich reduziert. Bezogen auf das gesamte Produktionsverfahren betrug die Minderung 19 % (siehe auch FLACHOWSKY, 2008).

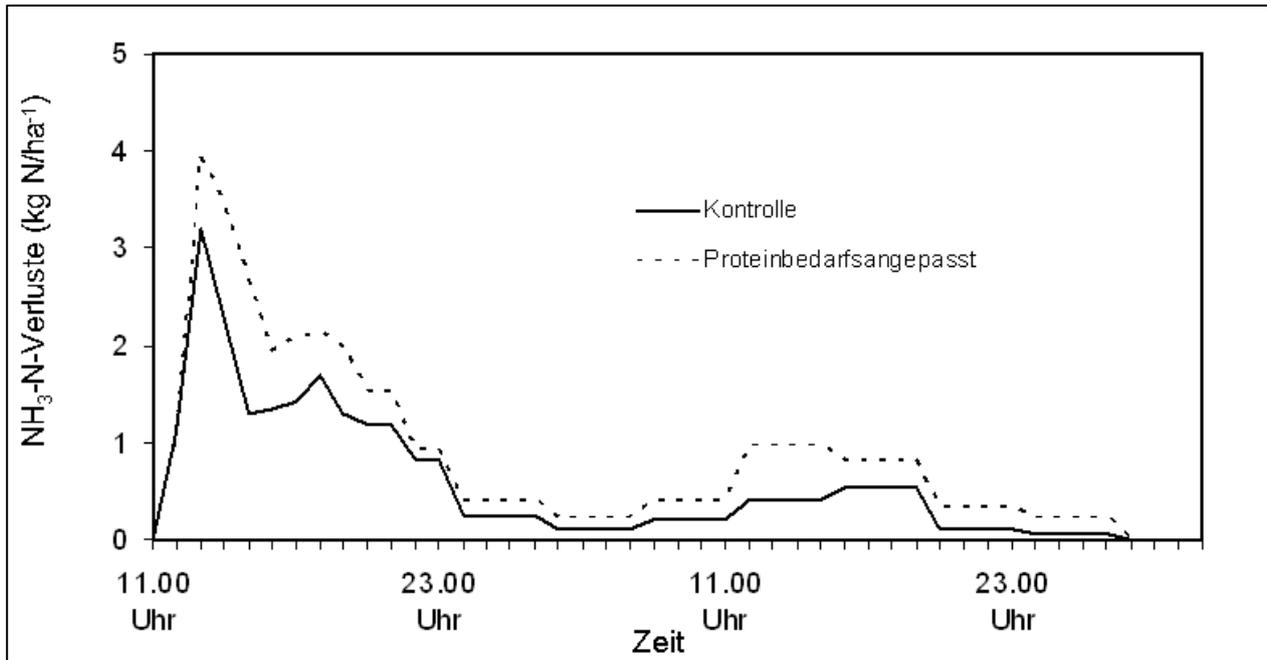


Abbildung 10: NH₃-Emissionen nach dem Ausbringen von Gülle aus Mastschweinebeständen mit herkömmlicher und angepasster Proteinversorgung (HEINRICHS, 1994)

Kosten der Ausbringung und Emissionsminderung

Sowohl die Kosten der Ausbringung als auch der Emissionsminderung hängen von der Auslastung der Gülleausbringungsverfahren und der Art der Emissionsminderungstechnik ab. Während das einzelbetriebliche Verfahren bei geringer Güllemenge (1 000 m³/a) je nach gewählter Technik Kosten von etwa 7 bis 11 €/m³ verursacht, nehmen diese mit steigenden jährlich ausgebrachten Mengen (Verfahrensleistungen) ab, bei 10 000 m³/a auf 3 bis 6 €/m³ und bei 100 000 m³/a auf 2,5 bis 4,5 €/m³. Einzelbetriebliche Verfahren haben den Vorteil, dass Betriebe auf gute Witterungsbedingungen (feucht-kühl) oder Tageszeiten (Abendstunden) warten können. Neben der Verfahrensleistung haben unterschiedliche Stundenleistungen Einfluss auf die Gesamtkosten. Dies macht beispielsweise bei 3 00 m³/a 1 bis 2 €/m³ aus.

Die jährlichen Mehrkosten für emissionsmindernde Ausbringung werden bei geringen Verfahrensleistungen durch die Investition für aufwändigere Technik verursacht, während diese bei den höheren Auslastungen vor allem durch Aufwendungen für Zugmaschinen und Arbeit bewirkt werden. Dies zeigt Abbildung 11 exemplarisch für den Gülleschlitz.

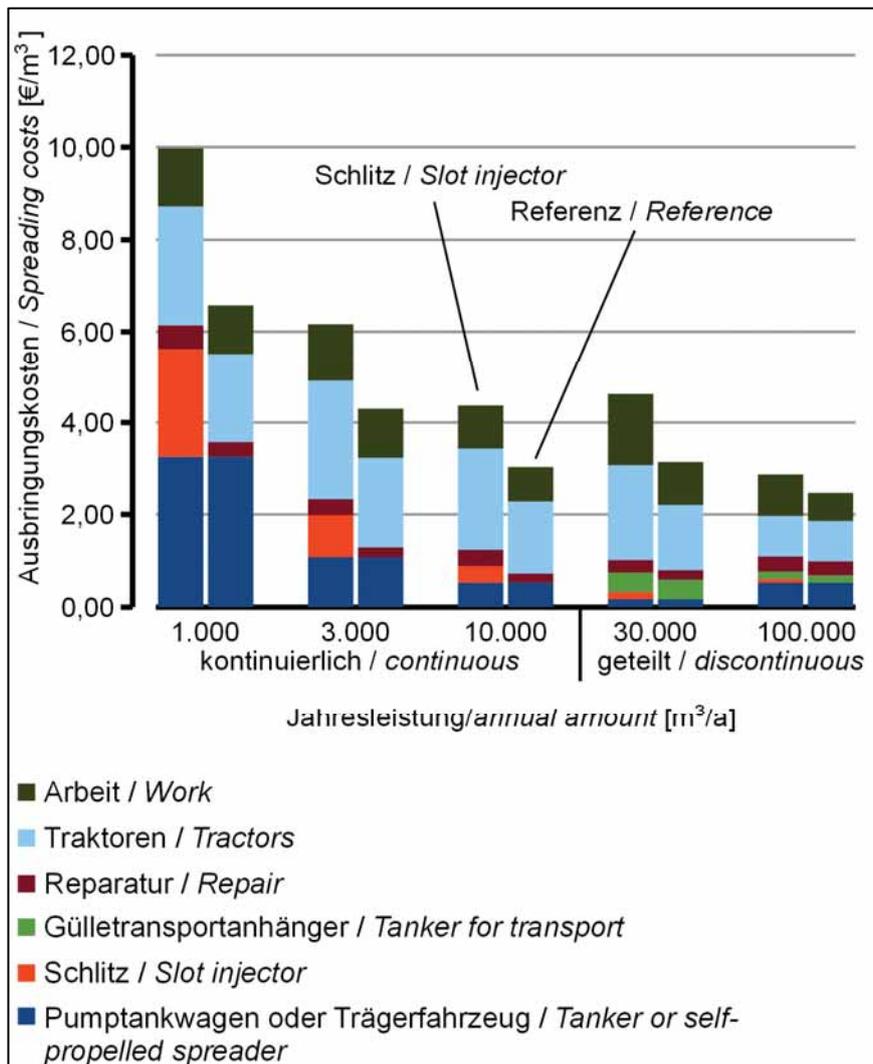


Abbildung 11: Zusammensetzung der jährlichen Ausbringungskosten für Gülle am Beispiel Schlitzverteiler (jeweils linke Säule) und Referenz (Breitverteiler; jeweils rechte Säule)

Den Mehrkosten durch Emissionsminderung steht ein erhöhter Düngewert der Gülle gegenüber. Emissionsminderungen von 20 bis 90 % bei Rindergülle bzw. 30 bis 90 % bei Schweinegülle im Vergleich zur Referenz bedeuten eine Stickstoffkonservierung im Wert von 0,20 bis 1,00 € pro m³ Rindergülle bzw. 0,30 bis 0,80 € pro m³ Schweinegülle. Dieser Mehrwert wird bei der Ermittlung der Minderungskosten jedoch nicht berücksichtigt (Brutto-Minderungskosten). Bei Anrechnung des Stickstoffwertes werden für 30 000 m³/a die Schleppschlauchausbringung, die absetzige Einarbeitung sowie für 100 000 m³/a zusätzlich die Varianten Schlitz und Grubber kostenneutral beziehungsweise kostensparend.

Die Emissionsminderungskosten betragen unter den betrachteten Bedingungen zwischen 0,30 und 7,00 €/kg NH₃ (Rindergülle) bzw. 0,3 bis 9 €/kg NH₃ (Schweinegülle). Insgesamt sind die Emissionsminderungskosten für Schweinegülle höher als für Rindergülle, da die Emission und damit der Effekt der Emissionsminderung aus Schweinegülle geringer als bei Rindergülle ist.

Sehr kosteneffizient - auch für Einzelbetriebe mit geringer Güllemenge - ist die Einarbeitung mit einem separaten Traktor incl. Einarbeitungsgerät (Grubber, Scheibenegge). Hierbei fallen - durch Allokation der Kosten zu Bodenbearbeitung (70 %) und Emissionsminderung (30 %; für Einarbeitung innerhalb von 4 h) - Minderungskosten von 0,60 €/kg NH₃ (Rindergülle) bzw. 0,80 €/kg NH₃ (Schweinegülle) an. Ohne Allokation wären es 2 bzw. 2,7 €/kg NH₃. Dagegen ist die Verdünnung von Rindergülle mit Wasser zwar eine wirksame, aber sehr kostenträchtige Variante, weil erhöhte Massen transportiert und ausgebracht werden müssen.

Einzelbetriebliche Verfahren (1 000 m³/a) mit Anbaugeräten (z. B. Schleppschlauch) eignen sich bei Kosten von etwa 3,00 bis 7,00 €/kg NH₃ nur bedingt zu einer kosteneffizienten Emissionsminderung. Bei Jahresleistungen von 3 000 m³/a sind die Minderungskosten niedriger, jedoch immer noch auf einem Niveau von etwa 2,00 bis 3,00 €/kg NH₃. Ein Kostenniveau von 1,00 bis 2,00 €/kg NH₃ wird - abgesehen von absetzigen Einarbeitungsverfahren - erst bei Verfahrensleistungen ab 10 000 m³/a erreicht.

Bei geringen jährlich ausgebrachten Mengen sind die Minderungskosten für aufwändige Techniken (Gülleschlitz) niedriger als für den Schleppschlauch, während bei hohen jährlichen Verfahrensleistungen Schleppschlauchverfahren die etwas geringere Minderungskosten als die Verfahren aufweisen, die die Gülle in den Boden einbringen. Letztere haben jedoch den Vorzug, dass sie deutlich größere Mengen an NH₃-Emissionen vermeiden und somit die Minderungspotenziale besser ausschöpfen.

Zusammenfassung und Ausblick

Ammoniakemissionen aus Wirtschaftsdüngern waren Gegenstand intensiver und aufwändiger Forschungsarbeiten seit dem vorherigen Jahrhundert, mit den Schwerpunkten Ermittlung von NH₃-Emissionsfaktoren einzelner Maßnahmen und Entwicklung von NH₃-Emissionsminderungstechniken bei der Flüssigmist-/Güllewirtschaft (insbesondere Ausbringung, Lagerung, Stalldesign).

Untersuchungsergebnisse zu NH₃-Emissionen nach der Ausbringung von Festmist, Geflügeltrockenkot und Jauche liegen dagegen vergleichsweise wenige vor. Vor dem Hintergrund der Forderungen nach Alternativen zu einstreulosen Haltungsverfahren ist eine Verbesserung des Wissensstandes in diesen Bereichen auch heute noch erforderlich. Zudem sind organische Düngemittel wie z. B. Rückstände aus Biogasanlagen (Gärreste) zunehmend im Interesse von Untersuchungen.

Für die Minderung der Ammoniakemissionen aus flüssigen Wirtschaftsdüngern stehen zwar verschiedene Verfahren zur Verfügung. Eine ausreichend zuverlässige und universell einsetzbare Technik für die Ausbringung von Flüssigmist in wachsenden Beständen (Grünland und Acker) existiert aber bisher nicht. Der Entwicklungsbedarf hierzu wird als hoch eingeschätzt.

Für feste Wirtschaftsdünger steht derzeit nur die (schnelle) Einarbeitung als Minderungsmaßnahme zur Verfügung. Da die NH₃-Emissionen nach der Ausbringung bei Festmistern (ausgenommen Geflügeltrockenkot) nur vergleichsweise geringe Anteile an

den Gesamt-NH₃-N-Verlusten in der Gesamtverfahrenskette ausmachen, müssen die Potenziale zur Minderung der NH₃-Emissionen bei den festen Wirtschaftsdüngern, insbesondere bei der Lagerung, vermehrt ausgeschöpft werden.

Obwohl Zusätze für Wirtschaftsdünger zur Verminderung von NH₃-Emissionen (ausgenommen Ansäuerung) bisher nur begrenzte Erfolge versprechen, wird in deren Entwicklung und Anwendung ein wichtiges Marktsegment gesehen, das potenziell aufwändige Techniken ersetzen könnte. Denkbar sind Zusätze, die die Entstehung von Ammonium (z. B. Urease-Hemmer; siehe auch Beiträge für mineralische N-Düngemittel, BASTEN (2010) verhindern.

Die Kosten der Emissionsminderung hängen in erster Linie von der Auslastung der Technik ab. Minderungskosten von 1,00 € /kg N sind möglich, bei hoher Auslastung können die Kosten unter dem Einsparungseffekt für Mineraldünger liegen.

Literatur

beim Autor zu erfragen.

*Autoren: Helmut Döhler, Dieter Horlacher und Robert Vandre
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.
Bartningstraße 49
64289 Darmstadt*

Düngewirkung von Gärresten

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

Einleitung und Problemstellung

Gefördert durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz erfolgte in den letzten Jahren ein rasanter Anstieg der Biogaserzeugung bei stark zunehmender Anzahl an Biogasanlagen. Die vermehrt anfallenden Mengen von Biogasgülle und Gärresten stellen zusammen mit den herkömmlichen Wirtschaftsdüngern wertvolle Humus- und Nährstoffträger für die Pflanzenproduktion dar. Bei gleichzeitig mehr oder weniger stark angestiegenen Preisen für Mineraldünger, die sich auch in Zukunft auf einem höheren Niveau einpendeln werden, sind vor allem auch Gärreste nicht zu vernachlässigende Alternativen für eine optimale Pflanzenernährung.

Für eine sachgerechte Düngebedarfsermittlung sowie eines ökonomisch effektiven und ökologisch vertretbaren Einsatzes dieser vorrangig N-, aber auch P- und K-haltigen organischen Dünger sind deren Zusammensetzung (TS-, N-Gesamt- sowie $\text{NH}_4\text{-N}$ -, P-, K-Gehalte), Düngewirkung (Mineraldüngeräquivalente, vor allem N-MDÄ) sowie Wirkung im Boden (N_{min}) von besonderer Bedeutung.

Nachfolgend wird über aktuelle Ergebnisse zur Düngewirkung von Gärresten aus der Biogaserzeugung berichtet.

Material und Methoden

Die dargestellten Ergebnisse beruhen auf Erhebungsuntersuchungen, Laboranalysen (alle nach Vorschriften der VDLUFA Methodenbücher, der entsprechenden DIN EN ISO bzw. Hausverfahren) und Pflanzenversuchen.

Von Herbst 2007 bis 2011 wurden im Kleinparzellenversuch (Kastenparzellen aus Bontenteilen, je 0,5 m², drei Wiederholungen) am Standort Jena auf vier verschiedenen Bodensubstraten (Löss, Gneis, Muschelkalk, Buntsandstein), mit drei Kulturarten in sechs Ernten (Futterroggen, Silomais, Winterweizen, Futterroggen, Silomais, Winterweizen) jeweils eine unvergorene Rindergülle (RG-roh) und vergorene (RG-verg.), ein Gärrest auf Basis vorwiegend nachwachsender Rohstoffe [Biogasgülle (BGG) -Nawaro], ein Gärrest auf Basis von Schweinegülle (BGG-SG) sowie die beiden letztgenannten zusätzlich mit dem Nitrifikationshemmstoff PIADIN behandelt, im Vergleich zur Düngung von Kalkammonsalpeter geprüft (PG siehe Tab. 3, PG₁ bis PG₈). Die mineralischen und mit Organischer Düngung (OD) ausgebrachten N-Mengen waren dabei gleich.

Bisher kamen über drei Jahre (2009 Silomais, 2010 Winterweizen, 2011 Wintergerste) in exakten Feldversuchen (Einzelparzelle > 70 m², vier Wiederholungen) in Dornburg die oben genannten und in Bad Salzungen weitere drei Produkte zur Prüfung: ein Gär-

rest auf Basis von Speise- und Lebensmittelresten (GR-SLR), sowie eine unvergorene (RG-roh) und vergorene Rindergülle (RG-verg.).

Tabelle 1: Feldversuche zur Ermittlung von Ertragswirkung und N-MDÄ von Gärresten

Dornburg	Bad Salzungen
Lössparabraunerde LÖ1c auf Muschelkalkverwitterung	Braunerde V4a aus Buntsandsteinverwitterung
stark toniger Schluff Az 70 260 m ü. NN 8,3 °C mittlere Jahrestemperatur 584 mm mittlerer Jahresniederschlag	lehmiger Sand Az 32 280 m ü. NN 7,7 °C mittlere Jahrestemperatur 566 mm mittlerer Jahresniederschlag
mineral. N-Düngung als KAS: (0/50/75/100 % des N-Bedarfs)	mineral. N-Düngung als KAS: (0/60/100/140 % des N-Bedarfs)
Org. N-Düng.: 100 % N-Bedarf mit Gülle/Gärrest nach N _t -Gehalt (+0/+25/+50 % des N-Bedarfs als KAS)	Org. N-Düng.: 100 % N-Bedarf mit Gülle/Gärrest nach N _t -Gehalt (+0/+40 % des N-Bedarfs als KAS)
1 Rindergülle, 3 Gärreste insgesamt 16 Prüfglieder	1 Rindergülle, 2 Gärreste insgesamt 10 Prüfglieder

Der N-Bedarf der einzelnen Kulturarten wurde in allen aufgeführten Versuchen jährlich zu Vegetationsbeginn auf der Grundlage prüfgliedweiser N_{min}-Untersuchungen nach Stickstoffbedarfsanalyse (SBA) der TLL berechnet und die Mengen der jeweiligen organischen Düngestoffe nach ihrem N_t-Gehalt abgeleitet.

Die Ausbringung der so ermittelten Gülle/Gärrest-Mengen erfolgte in den Feldversuchen mittels dosierbarer Feldparzellentechnik jeweils in einer Gabe die 1. N-Gabe im Frühjahr zu Winterfutterroggen, Wintergerste und Winterweizen zum Zeitpunkt der zwischen die Reihen mit Schleppschauch; zu Mais vor Aussaat eingearbeitet. In den Kastenparzellen erfolgte die N-Gabe entsprechend per Hand, dabei zu Winterweizen in zwei Gaben. Die mineralische N-Düngung zu Wintergetreide geschah in zwei Teilgaben, die mineralische N-Zusatzdüngung auf den organisch gedüngten Prüfgliedern als 2. Gabe. Zu Mais wurden die gesamten N-Dünger vor der Saat ausgebracht.

Alle Versuche erhielten jährlich eine optimale Grunddüngung mit P, K, Mg und S entsprechend der aktuellen Bodenuntersuchung.

Ergebnisse

Zusammensetzung und Eigenschaften

Die mittleren TM-Gehalte liegen bei ca. 6 % mit einer breiten Spanne von 3 bis über 10 %. Die Vergärung bewirkt einen Anstieg der pH-Werte von 6,6 bis 6,8 auf 7,6 bis 7,9. Der N_t-Gehalt beträgt im Mittel 0,4 % (0,3 bis 0,8 %). Dabei erhöhte sich der NH₄-N-Anteil am Gesamt-N-Gehalt im Biogasprozess von ca. 50 % vor der Vergärung auf 65

bis fast 90 % in den Gärresten. Die Nährstoffe Phosphor und Kalium gehen im Gärrest nicht verloren. Bei praxisüblichen Aufwandmengen von z. B. 40 m³/ha ergeben sich ausgebracht Nährstoffmengen von 16 bis 48 kg P/ha bzw. 72 bis 240 kg K/ha.

Tabelle 2: Zusammensetzung der verwendeten Gülle und Gärreste (Mittelwerte, außer pH-Wert alle Angaben in % der Originalsubstanz)

Parameter	RG-roh	RG-verg.	GR-SLR	RG-roh	RG-verg.	BGG-Nawaro	BGG-SG
	Feldversuch Bad Salzungen			Kleinparzellenversuch Jena Feldversuch Dornburg			
TS	10,5	6,5	3,6	10,1	5,8	12,0	2,8
N _t	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
NH ₄ -N von N _t	52	68	85	50	63	65	89
pH-Wert	6,6	7,6	7,9	6,8	7,6	7,7	7,9
P	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,12	0,04
K	0,27	0,27	0,18	0,33	0,29	0,60	0,29

Ergebnisse der Kleinparzellenversuche

Im Mittel aller Versuchsernten (auf vier Bodensubstraten) erbrachte die mineralische N-Düngung mit rund 120 % die höchsten Mehrerträge, bei den organischen Düngern fiel die Rindergülle „RG-roh“ mit 97 % ME gegenüber den Gärresten leicht ab. Insgesamt liegt eine große Schwankungsbreite der Einzelerträge (Spanne Min bis Max) vor. Deren Ursachen liegen in der spezifischen Düngewirkung der geprüften Produkte, deren Ausbringung (in den Bestand oder eingearbeitet), aber auch in den unterschiedlichen Jahres- und Witterungsbedingungen sowie der genutzten Bodensubstrate. In Abbildung 1 ist am Beispiel des Kleinparzellenversuches 2009 mit Winterweizen die Ausbringung der Gülle/Gärreste zu der 1. N-Gabe (ca. 60 % der SBA-Empfehlung zu Vegetationsbeginn) dargestellt.

Tabelle 3: Prüfglieder und N-MDÄ (bez. ME) im Kleinparzellenversuch 2007 bis 2011; PG-MW aus sechs Versuchsernten und vier Böden

PG	Mittel	Min.	Max.
1 ohne N	-	-	-
2 miner. N	100	-	-
3 RG-roh	57	38	76
4 RG-verg.	72	58	87
5 BGG-Nawaro	60	26	87
6 BGG-SG	92	68	113
7 PG5+Piadin	63	35	84
8 PG6+Piadin	98	54	126

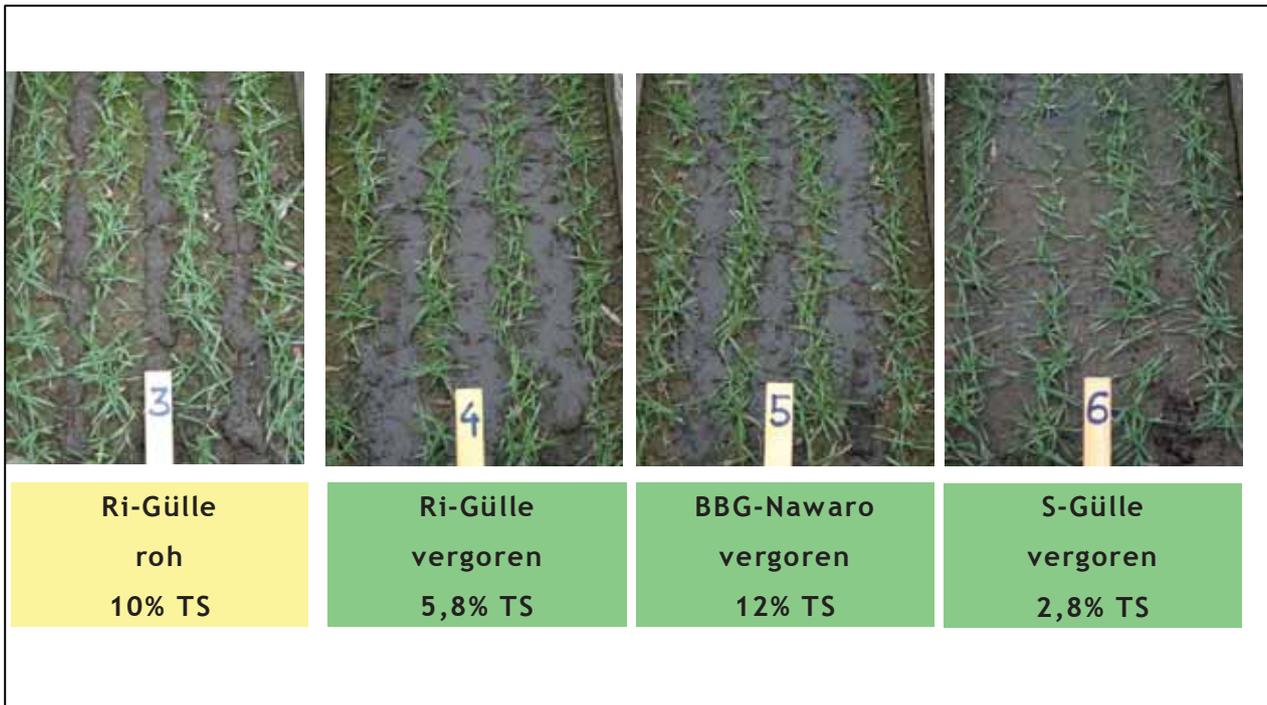


Abbildung 1: Gülle- und Gärrestdüngung im Mikroparzellenversuch Jena-Zwätzen

Deutlicher kommt die unterschiedliche Düngewirkung in den berechneten N-MDÄ (ME des geprüften Produktes (%)) des ME der mineralischen Vergleichsvariante) zum Ausdruck (Tab. 3). Während die Rindergülle „RG-roh“ 57 % erreicht, liegen die Werte für die vergorenen Produkte zwischen 60 und 92 % weitaus höher. Der Zusatz von „PIA-DIN“ scheint die N-Düngewirkung noch zu verbessern (PG 7 + 8).

Ergebnisse der Feldversuche

Das Beispiel der Kornerträge von Winterweizen im Feldversuch Bad Salzungen 2010 (Abb. 2) zeigt die Ertragswirkung einer rein mineralischen bzw. organischen sowie mineralisch/organischen N-Düngung. Mit steigenden Mineral-N-Gaben werden hohe Mehrerträge erzielt, in diesem Fall bis zur Gabe von 100 % des N-Bedarfes. Die gleichen N-Mengen mit den organischen Düngern ausgebracht, verdeutlichen die sehr unterschiedliche Ertrags- und damit N-Düngewirkung der rohen bzw. vergorenen Rindergülle sowie des Gärrestes „GR-SLR“.

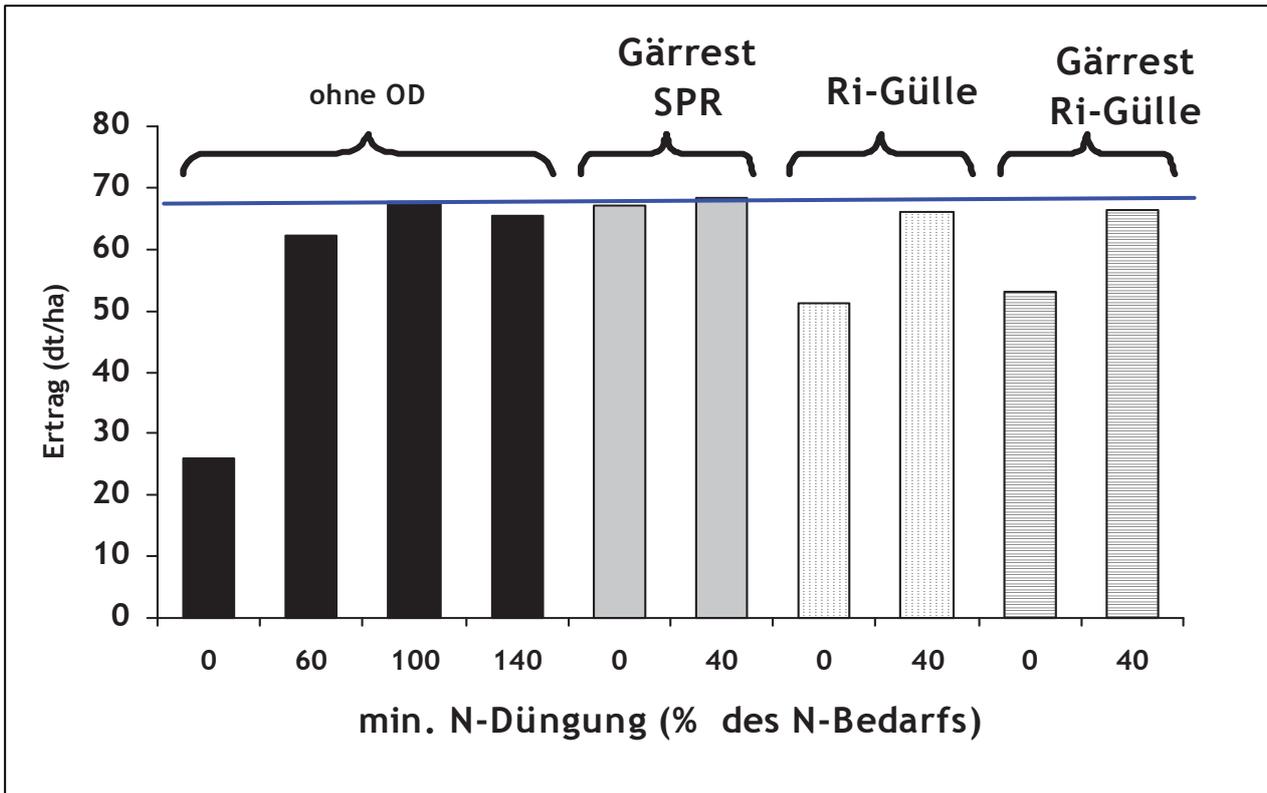


Abbildung 2: Kornertrag von Winterweizen in Abhängigkeit von organischer und mineralischer N-Düngung (Bad Salzung, 2010)

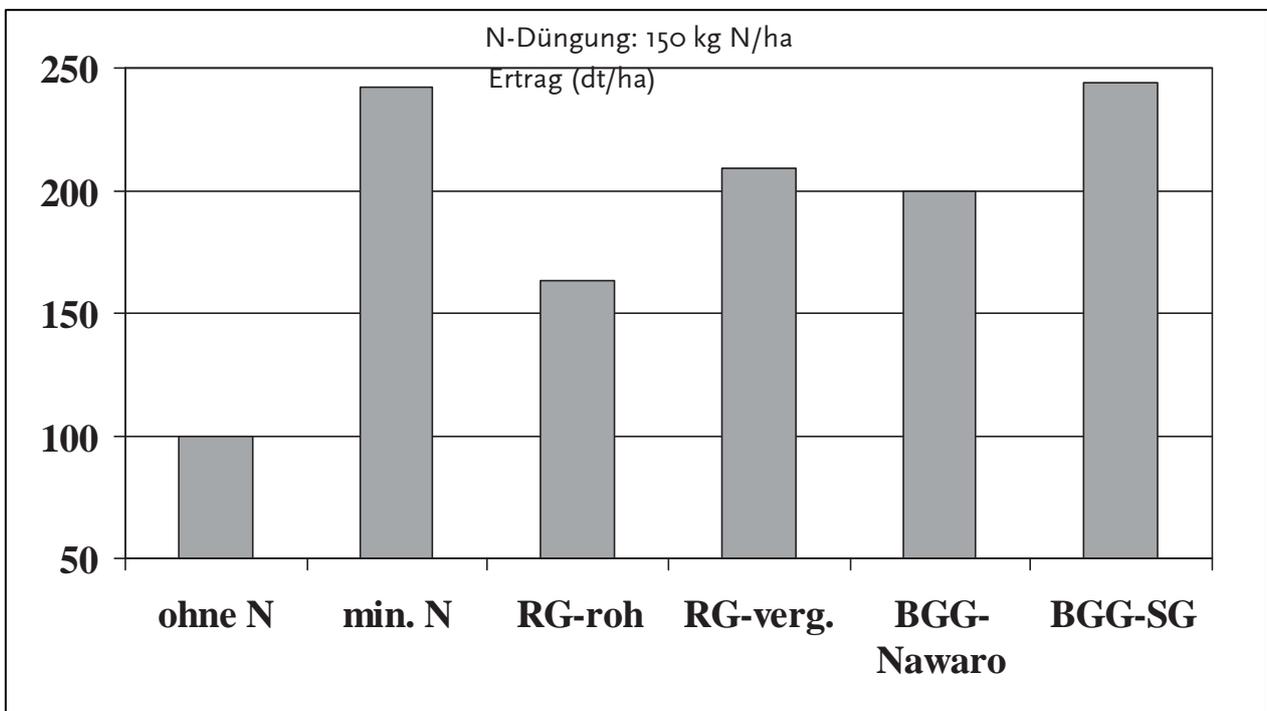


Abbildung 3: N-Mineraldüngeräquivalente Düngewirkung zu Winterweizen (Dornburg, 2010)

Für die Ermittlung der N-MDÄ wurden für alle Erntejahre beider Feldversuche jeweils die Prüfglieder der 100 %igen N-Bedarfsdeckung der mineralischen und organischen Düngungsvarianten ausgewertet. In Abbildung 3 ist anhand der Winterweizenerträge die stark differenzierte mineraldüngeräquivalente Düngewirkung einer rohen bzw. vergorenen Rindergülle einerseits sowie der drei verschiedenen Gärreste andererseits im Feldversuch Dornburg 2010 deutlich zu erkennen.

Die auf Grundlage der Feldversuchsergebnisse ermittelten N-MDÄ sind in den Tabellen 4 und 5 zusammengefasst.

Tabelle 4: Jährliche und mittlere N-MDÄ (%), Dornburg 2009 bis 2011

PG	Silomais 2009	Winterweizen 2010	Wintergerste 2011	Mittel 2009 bis 2011
4 miner. N	100	100	100	100
5 RG-roh	29	44	37	37
8 RG-verg.	61	77	51	63
11 BGG-Nawaro	74	70	40	61
14 BGG-SG	72	101	73	82

Tabelle 5: Jährliche und mittlere N-MDÄ (%), Bad Salzungen 2009 bis 2011; Mittel ohne Trockenjahr 2011 (sehr niedriger Ertrag)

PG	Silomais 2009	Winterweizen 2010	Wintergerste 2011	Mittel 2009 bis 2010
3 miner. N	100	100	100	100
5 GR-SLR	116	98	153	107
7 RG-roh	72	60	98	66
9 RG-verg.	107	65	115	86

Die dargestellten sehr unterschiedlichen N-MDÄ der Güllen/Gärreste weisen auf eine mehr oder weniger starke N-Aufnahme und N-Ausnutzung hin. Das findet seinen Niederschlag in den ermittelten N-Salden (Tab. 6), aber auch als im Boden verbleibende N-Mengen mit erhöhten N_{\min} -Gehalten nach der Ernte (Abb. 4). Die höheren N-Salden in Bad Salzungen sind vorwiegend den niedrigeren Erträgen geschuldet.

Tabelle 6: Mittlere N-Salden (kg N/ha), Feldversuche 2009 bis 2011

Dornburg		Bad Salzungen	
kg N/ha	150	kg N/ha	150
ohne N	- 82	ohne N	- 51
miner. N	- 47	miner. N	25
RG-roh	36	GR-SLR	22
RG-verg.	8	RG-roh	65
RG-NaWaRo	12	RG-verg.	55
RG-SG	- 30		

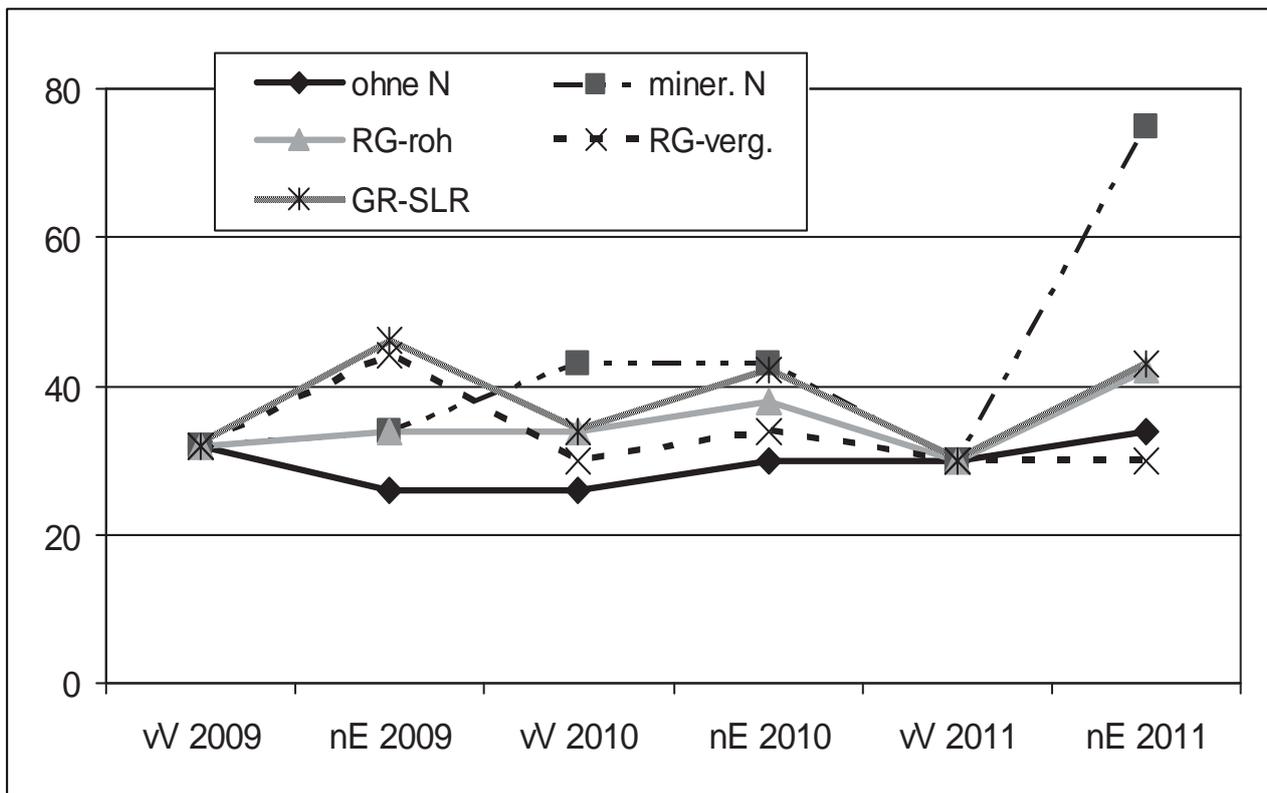


Abbildung 4: N_{min} im Boden (kg N/ha), Bad Salzungen

Fazit

Gärreste aus der Biogaserzeugung können entsprechend des betrieblichen Nährstoffbedarfs gut im Ackerbau verwertet werden und im verstärktem Maße mineralische N-Dünger ersetzen (Voraussetzung: zeitlich und mengenmäßig optimierter Einsatz zu Kulturen mit entsprechendem N-Bedarf, verlustarme Ausbringung). Das N-Mineraldüngeräquivalent der Gärreste korreliert mit dem Ammoniumgehalt. Zur Düngplanung sind regelmäßig Gärrestanalysen durchzuführen (auch NH₄-N-Gehalt).

Die N-Wirkung der Gärreste ist besser zu kalkulieren als z. B. bei Rindergülle. Der P- und K-Gehalt der Gärreste liegt mittelfristig zu 100 % pflanzenverfügbar vor. Deshalb sollten Gärreste gezielt auch auf Flächen mit P- und K-Düngebedarf eingesetzt werden, die Bestimmungen der Düngeverordnung sind dabei stets einzuhalten!

Die Nutzung aller Nährstoffreserven (N, P, K) durch gezielten Einsatz von Wirtschaftsdüngern, stellt eine Alternative zum Mineraldüngereinsatz dar. Die Beachtung der sehr unterschiedlichen N-MDÄ ermöglicht die gezielte Einsparung mineralischer N-Dünger. Hierfür ist die Kenntnis von Qualitätsparametern (TS, N_t, NH₄-N) notwendig.

Den Fragen konkreter praktischer Einsatzempfehlungen, N-Salden N_{min}, C_t, P/K im Boden u. a. kommt weiterhin Bedeutung zu.

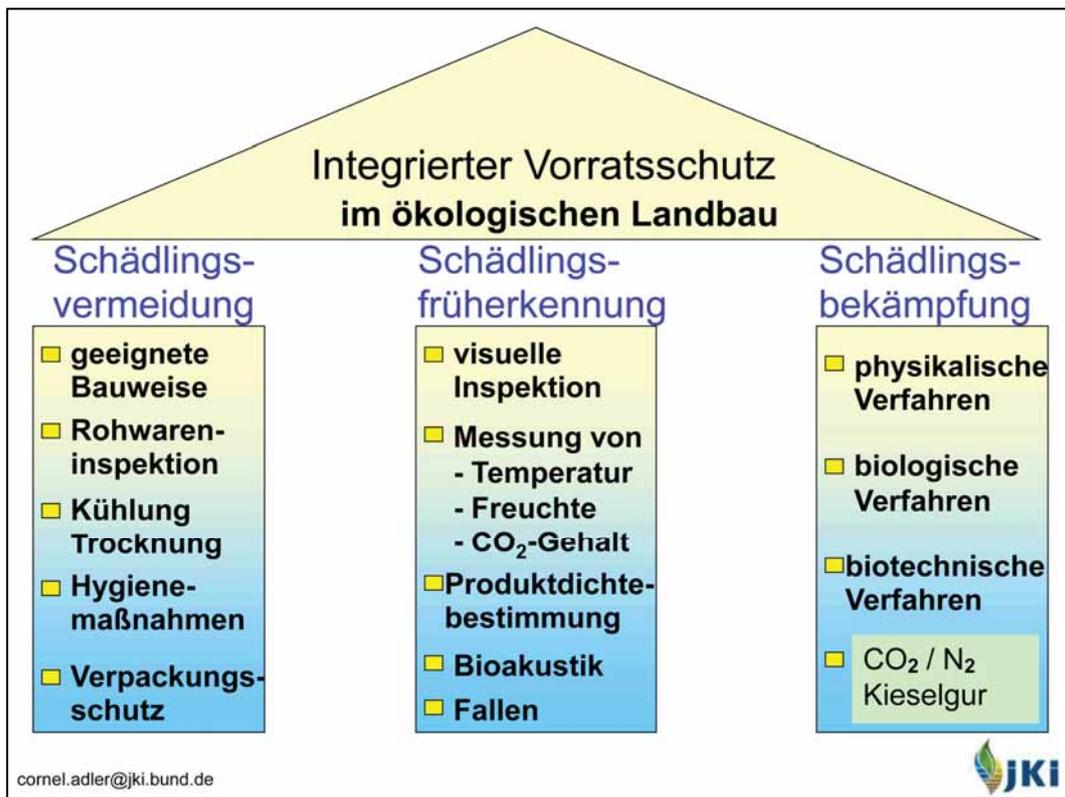


Abbildung 1

Anforderungen an ein Vorratslager

Schutz vor:

- Regen/Feuchtigkeit
- Temperaturschwankung
- Nagern/Vögeln
- Insekten
- Aroma-/Gasverlust

Insektenorientierung als Befallsursache

Wichtig in:

- Getreidelager
- Lebensmittelindustrie
- verpackten Lebensmitteln

Gradient attraktiver Duftstoffe

Erzeugerlager - die Herausforderung

Projekt zur biologischen Bekämpfung im Vorratsschutz 2002 (PROZELL et al., 2004) 5 Höfe (Silos, Flachlager, Innensilos, N = 15)
Alle Lager waren mindestens leicht befallen!

Die Lagerungspraxis

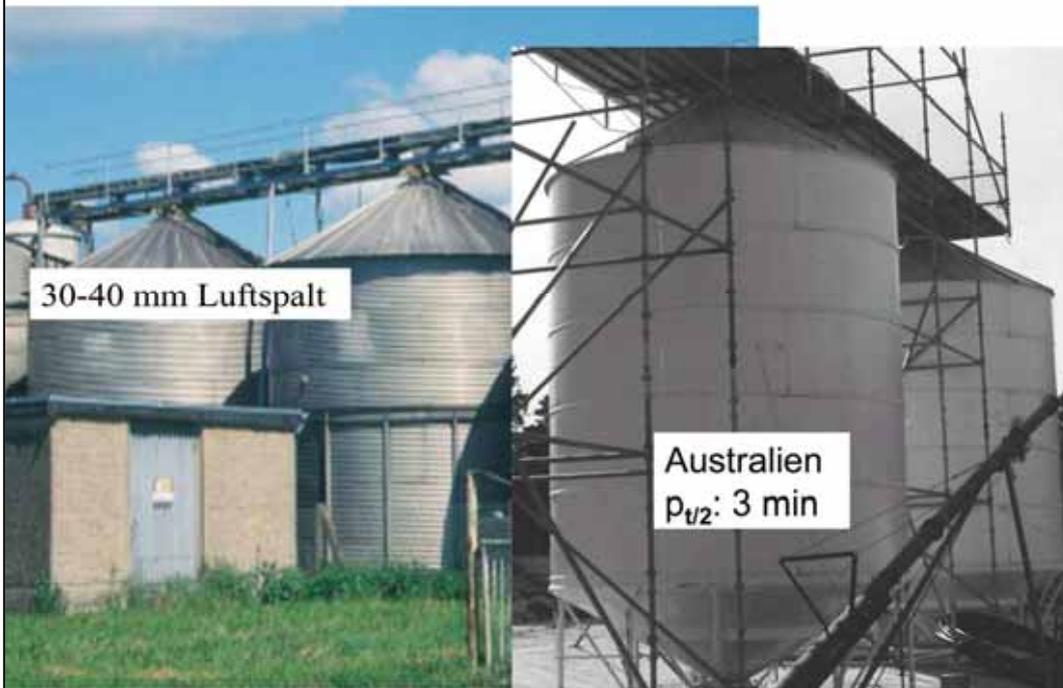


Abbildung 2

Wie sieht ein geeignetes Flachlager aus?



Abbildung 3

Schädlingsvermeidung

Trocknung

- Bedeutung der Feuchte am Beispiel Weizen

Wassergehalt	entsprechende rel. Luftfeuchte	Schädlinge
< 9 %	< 30 %	-
9 bis 14 %	30 bis 70 %	Käfer, Motten
14 bis 18 %	70 bis 90 %	Käfer, Motten, Staubläuse, Milben, Pilze
> 18 %	> 90 %	Käfer, Motten, Staubläuse, Milben, Pilze, Bakterien

Nach Lagerungsbereichen optimieren!

Schädlingsfrüherkennung

Visuelle Inspektion

- Anzeichen für Befall?
 - Fraßmehl, Fraßschäden
 - Kotpartikel, Verunreinigungen
 - Gespinste (Mottenlarven)
 - Larvenhäute, tote und lebende Insekten
 - erhöhte Feuchte, Schimmel
 - muffiger Geruch
 - erhöhte Temperatur

Messung von

- Temperatur
- Feuchte
- CO₂-Gehalt

Produktdichtebestimmung

Bioakustik

Fallen

- Ungeköderte Fallen
- Pheromonfallen für Motten (Klebefallen)
- Pheromonfallen für staubige Bereiche (Trichterfallen)

Nützlinge gegen vorratsschädliche Motten

(In Deutschland kommerziell seit 1997)

Trichogramma evanescens (z. B. Getreidelager, Mühle, Bäckerei, Regallager, Laden)

Hassan; Prozell (1992): Phytomedizin 16 (1992)

Schöller, Dipl., J. W. (1993): Goethe Univ. (1993)

Schöller et al. (1996): Entomophaga 41 (1996) 1

Habrobracon hebetor (z. B. Getreidelager; Mühle, Bäckerei)

SCHÖLLER, M.; PROZELL, S. (2003): 8th IWCSPP (2003)

PAUST et al. (2005): 9th IWCSPP (2005)

Venturia canescens (z. B. Getreidelager, Mühle, Bäckerei)

HEINLEIN et al. (2002): IOBC 25 (2002) 3

PAUST et al. (2005): 9th IWCSPP (2005)

Nützlinge gegen Käfer

- gegen Kornkäfer, Brotkäfer, Tabakkäfer, Getreidekapuziner
 - Lariophagus distinguendus (z. B. Getreidelager; Mühlen, Gewürzlager)
 - Anisopteromalus calandrae
 - Theocolax elegans
- gegen Getreideplattkäfer
 - Cephalonomia tarsalis

STEIDLE; PROZELL; SCHÖLLER (2003): 8th IWCSPP (2003)

REPPCHEN et al. (2002): IOBC 25 (2002) 3

Steidle; Schöller (2000): IOBC 23 (2000) 10

Vor- und Nachteile der Nützlinge

Vorteile	Nachteile
suchen aktiv nach Wirt	Massenzucht aufwändig
keine Zulassung erforderlich	nicht lagerfähig
Arbeit kann weiter laufen	oft art-/stadienspezifisch
wirksam bei wenig Schädlingen	bei schweren Befall nicht wirksam
geringe Biomasse (500 T.e.= 1 mg)	
Sicherheit, keine tox. Chemikalien	

Schädlingsbekämpfung

Chemische Verfahren

Welche Wirkstoffe sind zugelassen?

Gase:

- Phosphin (PH_3) aus Al-/Mg-Phosphid oder Druckgasflasche
- Kohlendioxid (CO_2)

Kontaktmittel:

- Pirimiphosmethyl
- Pyrethrine(mit Pip.)
- Kieselgur

Warum begasen?

Vorteile	Nachteile
gute Durchdringung <u>gelagerter</u> Produkte	Gasdichtigkeit erforderlich
hohe Wirksamkeit	Humantoxizität
kaum Rückstände	kein Dauerschutz

Schlussfolgerung

1. Vorratsschädlinge = Nahrungskonkurrenten
Auftreten: Anzeichen für mangelhaften Vorratsschutz
2. Vermeiden ist besser als Bekämpfen!
hygienisch, trocken, kühl, kurz & insektendicht lagern
3. Früherkennung zur Schadensminimierung
alle Fallen / Techniken nutzen!
4. Bekämpfung möglichst früh und gezielt
mit dem bestgeeigneten Verfahren

Literatur

beim Autor zu erfragen.

Autoren: *Dr. Cornel Adler*
Julius Kühn-Institut
Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz Berlin
König-Luise-Straße 19
14195 Berlin

N-Düngung nach dem CULTAN-Verfahren

Dr. Erhard Albert und Katharina Farack (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Leipzig)

Einleitung

Stärker als in anderen Regionen Deutschlands sind in Sachsen in den vergangenen 100 Jahren die Sommerniederschläge zurückgegangen (Abb. 1). Es kommt immer häufiger zu längeren Trockenperioden in den Monaten April, Mai und Juni. Der prognostizierte Klimawandel wird in Verbindung mit steigenden Temperaturen und abnehmenden Niederschlägen in der Vegetationsperiode zu einer zunehmend negativen klimatischen Wasserbilanz führen, wobei Ostsachsen von dieser Entwicklung am stärksten betroffen ist (Abb. 2). Außerdem kommen voraussichtlich Extremereignisse wie Starkniederschläge vermehrt vor (LfULG, 2009).

Längere Trockenperioden führen zur Abnahme des Bodenwassergehaltes und zum Austrocknen der Bodenkrume, wodurch die Nährstoffverfügbarkeit stark eingeschränkt wird. Auch wenn den Pflanzen in tieferen Bodenschichten noch genügend Wasser zur Verfügung steht, kann die Nährstoffaufnahme aus dem oberen Krumbereich stark eingeschränkt sein, so dass eine optimale Nährstoffversorgung nicht mehr gegeben ist. Mit Ausbringungsverfahren, die den Dünger in tiefere, noch feuchte Bodenschichten applizieren, wie z. B. die Injektionsdüngung, kann unter derartigen Bedingungen die Nährstoffwirkung verbessert werden.

Die N-Injektion ist inzwischen ein praxisreifes Verfahren und wurde in Sachsen 2010 auf etwa 8 000 ha durchgeführt. Am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) erfolgen seit 2005 Versuche zur Injektionsdüngung, um der landwirtschaftlichen Praxis ergebnisgestützte Anwendungsempfehlungen geben zu können. Die dabei erzielten Ergebnisse geben nachfolgend Aufschluss darüber.

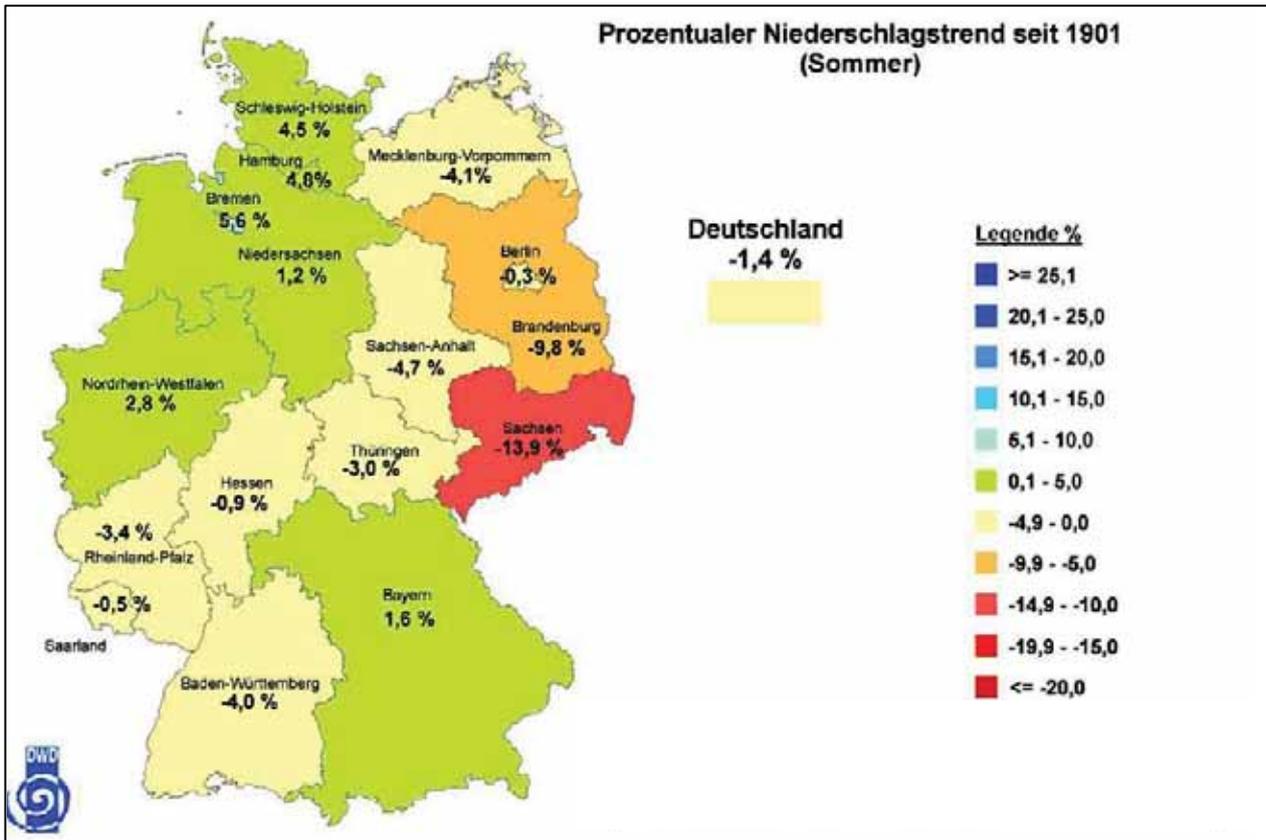


Abbildung 1: Prozentualer Niederschlagstrend im Sommer seit 1901 (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

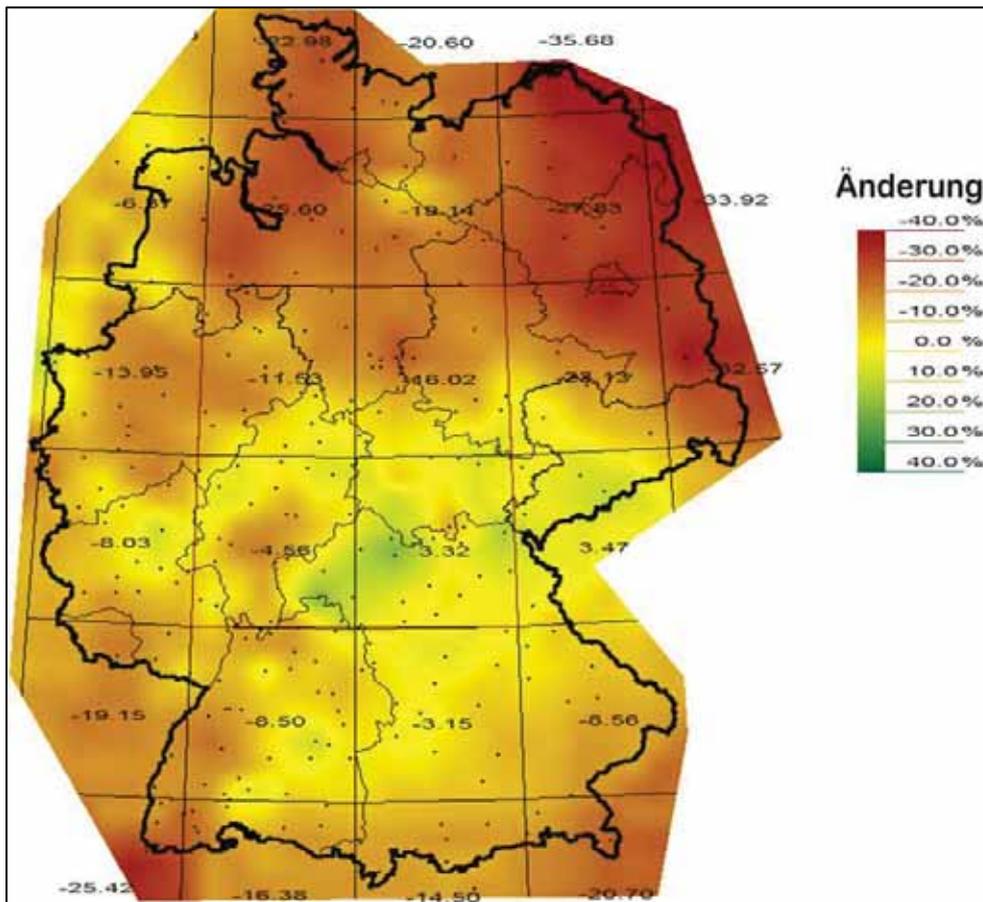


Abbildung 2: Projektion des Sommerniederschlags zur Mitte des 21. Jahrhunderts in Deutschland (Quelle: Sächsische Landesanstalt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Grundlagen des CULTAN-Verfahrens

Mit Injektionsdüngung sind alle Verfahren beschrieben, bei denen flüssiger Dünger platziert in den Boden eingebracht wird. Das CULTAN-Verfahren, die Injektion von Stickstoffdüngemitteln, wurde in Deutschland wesentlich von Prof. Sommer aus Bonn vorgebracht. Der Begriff „CULTAN“ steht für „Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition“, für eine „kontrollierte, langfristige Ammonium-Ernährung“ (SOMMER, 2005). In der landwirtschaftlichen Praxis kommen jedoch häufig Flüssigdünger mit Mischungen verschiedener N-Formen zum Einsatz, deswegen wird im Folgenden von N-Injektion gesprochen. Entscheidend für das Gelingen dieses Verfahrens sind ein hoher Anteil von Ammonium-N im Dünger und die Anlage von konzentrierten Depots im Boden. Zum Einsatz kommen ammoniumhaltige Flüssigdünger (Tab. 1), die in der Regel mit speziellen Sternrädern ca. 8 cm tief in den Boden eingebracht werden. Im Gegensatz zu Nitrat ist Ammonium bei ausreichender Sorptionskapazität des Bodens nicht auswaschungsgefährdet, denn es geht nicht in die Bodenlösung, sondern lagert sich an die Tonminerale an.

Die Ammoniumkonzentration im Depot ist so hoch, dass eine Umwandlung von Ammonium in Nitrat durch die Bodenbakterien für längere Zeit nicht stattfinden kann. Die Frage, über welchen Zeitraum das Depot erhalten bleibt, hängt von verschiedenen Faktoren ab und ist, besonders unter ungünstigen Bedingungen, weiter zu klären. Auch die Pflanzenwurzeln können - aufgrund der Phytotoxizität - das Depot nicht direkt durchwurzeln. Die Wurzeln nehmen Ammonium-Stickstoff nur vom Rand des Depots auf und entleeren es im Laufe der Wachstumsperiode. Bei diesem Verfahren reicht eine einmalige N-Gabe oft aus. Ein Luxuskonsum mit Stickstoff und damit eine schnelle Entleerung des Depots erfolgt nicht, da Ammonium im Gegensatz zu Nitrat (passive Aufnahme mit dem Bodenwasser) von der Pflanze nur aufgenommen wird, wenn genügend Kohlenhydrate zur Umwandlung des Ammoniaks zur Verfügung stehen, d. h. wenn Photosyntheseleistung vorhanden ist (Tab. 2).

Tabelle 1: Auswahl geeigneter Flüssigdünger für die N-Injektion

Dünger	Stickstoffgehalt Gewichtsprozent (kg/dt)				Kalkwert (kg CaO je 100 kg N)	sonstige Nährstoffe %
	N	davon als				
		NH ₄	NO ₃	Amid		
Ammoniumsulfatlösung (ASL)	8	8	-	-	-299	9 S
Ammoniumsulfat-Harnstofflösung (Domamon L 26®)	20	6	-	14	-153	6 S
AS-Düngerlösung (Lenasol)	15	8,6	3,5	2,9	-170	6
Ammonitriatharnstofflösung (AHL)	28	7	7	14	-100	-
AHL stabilisiert (Alzon® flüssig)	28	7	7	14	-100	-
AHL + Schwefel (Piasan-S® 25/6)	25	9	5	11	-142	6
AHL + Schwefel stabilisiert (Alzon® flüssig S 25/6)	25	9	5	11	-142	-
Ammoniumthiosulfat (ATS)	12	12	-	-	-480	26

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Injektionsdüngung

Vorteile
Depotdüngung, dadurch Einsparung von Arbeitsgängen, Arbeitszeit und Diesel sichere N-Wirkung bei später einsetzender Trockenheit Reduktion der N-Auswaschungsverluste vor allem auf leichten und flachgründigen Standorten Vermeidung einer N-Luxusernährung, weniger Lager, oft gesündere Pflanzen Nährstoffe nicht erosionsgefährdet exakte Ausbringung
Nachteile
teure Technik bzw. Abhängigkeit vom Lohnunternehmen Ausbringung der gesamten N-Menge zu Vegetationsbeginn ohne Korrekturmöglichkeit während des Vegetationsverlaufs auf Standorten mit stark wechselnder N-Nachlieferung (z. B. nach organischer Düngung) ist die optimale Bemessung des N-Aufwandes schwierig häufig noch keine teilschlagspezifische Düngung angeboten

Ein wesentlicher Vorteil der Injektionsdüngung liegt in der besseren Düngerwirkung auch bei Austrocknung der Bodenoberfläche vor. Stickstoffdünger in fester Form hingegen muss erst gelöst werden, was bei Trockenheit im Frühjahr die N-Wirkung beeinträchtigt. Dagegen steht bei der Injektionsdüngung der Dünger im Depot den Pflanzen zur Verfügung. Neben der besseren Wirkung bei Trockenheit liegen weitere Vorteile in der exakten Ausbringung und der Einsparung von Arbeitsgängen. Außerdem zeigen Erfahrungen der Praxis, dass injektionsgedüngte Kulturen meist gesünder sind und geringere Aufwandmengen an Wachstumsreglern benötigen.

Material und Methoden

Die Injektionsdüngung wird in Sachsen auf drei verschiedenen Standorten geprüft. Forchheim im Erzgebirge hat es feuchtes, kühles Klima der mittleren Berglagen. Die Versuchstandorte in Baruth und Pommritz im Landkreis Bautzen sind durch mäßig trockenes, mäßig warmes Binnenlandklima beeinflusst (Abb. 3, Tab. 3).

An allen drei Standorten erfolgen Injektionsdüngungsversuche mit Winterweizen (Sorte: *Türkis*) und Winterraps (Sorte: *Adriana*), in Baruth außerdem noch ein Versuch zu Wintergerste (Sorte: *Lomerit*). Für die Injektionsdüngung kam bis Herbst 2009 (Wintergetreide) bzw. Herbst 2010 (Winterraps) der Flüssigdünger Domamon L 26[®] zum Einsatz. Seit 2011 wird bei allen Injektionsversuchen Ammoniumsulfatlösung (ASL) mit einem N-Gehalt von 8 % als Ammonium verwendet.

Die Anlage erfolgte mit einer 3-Meter-Injektionsdüngungsmaschine, welche eine Punkt-Injektion in ca. 8 cm Tiefe ermöglicht. Bei einer Reihenweite von 25 cm und einem Abstand von 12,5 cm werden so ca. 28 Depots/m² angelegt.

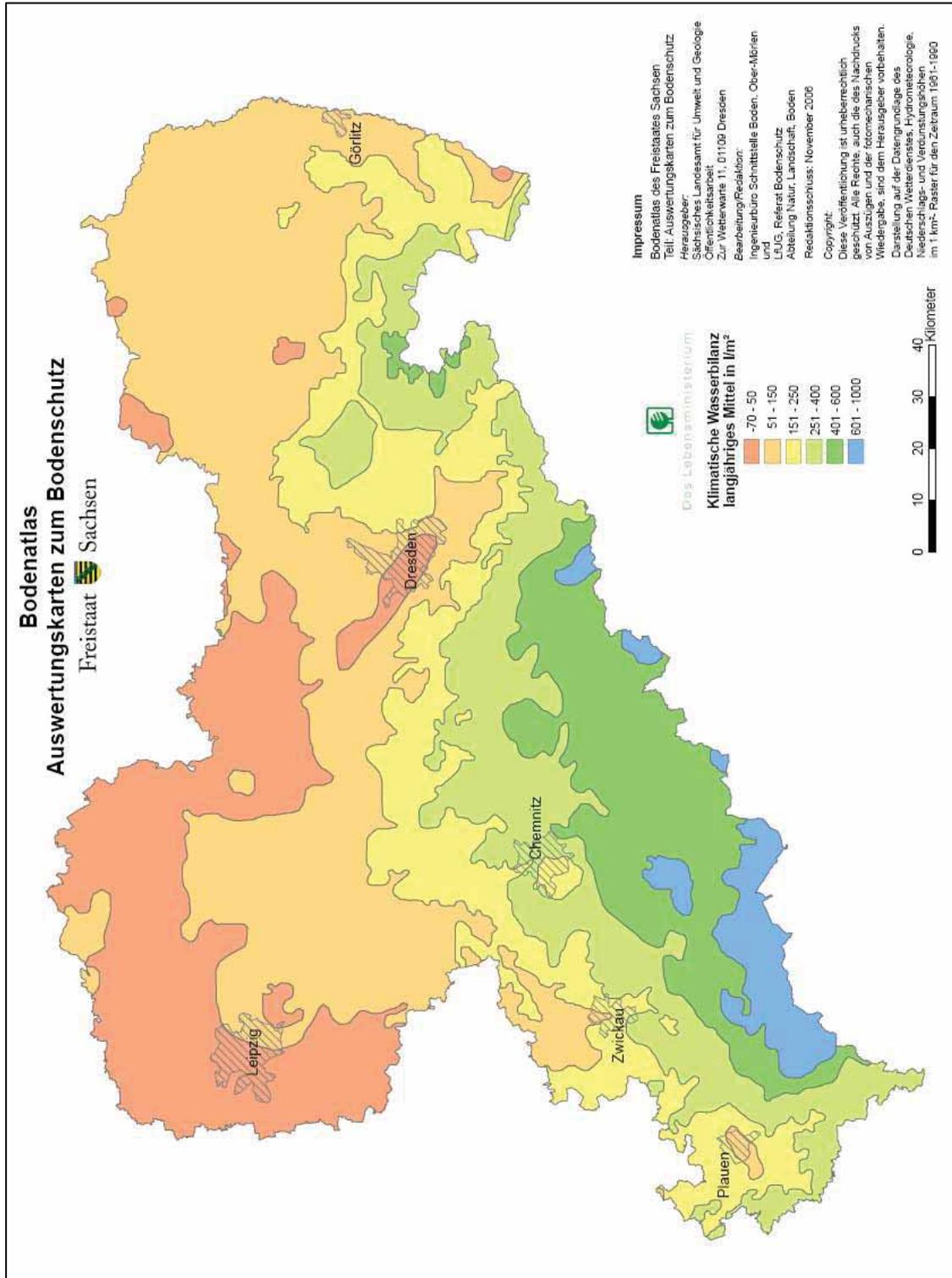


Abbildung 3: Lage der Versuchsstandorte und klimatische Wasserbilanz in Sachsen (LfUG, 2007)

Tabelle 3: Beschreibung der Versuchsstandorte

Parameter	Versuchsstandort		
	Baruth	Pommritz	Forchheim
Landkreis	Bautzen	Bautzen	Erzgebirgskreis
Höhen über NN (m)	151	230	565
Niederschläge - langjähriges Mittel			
1961 - 1990 (mm)	626	698	879
Temperaturen - langjähriges Mittel			
1961 - 1990 (°C)	8,6	8,6	6,5
Standorttyp	D 3/4	Lö 4	V 8
Bodenart	anlehmgiger Sand	Lehm - sandiger Lehm	sandiger Lehm
mittlere Ackerzahl	30	61	33

Ergebnisse

Wintergetreide

Das Ertragsniveau der drei Versuchsstandorte wird stark von der Bodengüte beeinflusst. Erwartungsgemäß wurden die höchsten Weizenerträge auf dem Löss-Standort in Pommritz erzielt. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die variierte N-Applikation im Mittel der drei Versuchsjahre keine Ertragsunterschiede bewirkte (Tab. 4). Diesen Ergebnissen zufolge können auch mit einer N-Injektion zu Vegetationsbeginn vergleichbare Erträge wie mit der Standard-N-Verteilung erreicht werden. Auf der Grundlage von Versuchsergebnissen aus Nordrhein-Westfalen empfiehlt SOMMER (2005) besonders bei Winterweizen eine Injektion nicht zu Vegetationsbeginn, sondern erst zu Beginn des Streckungswachstums (EC 31). Unter sächsischen Bedingungen brachte jedoch die Injektion zum Schossen gegenüber der zu Vegetationsbeginn keine Ertragsvorteile. Das trifft vor allem für den leichten Boden in Baruth zu. Der späte Düngungstermin führte hier zu einer zeitweiligen N-Unterversorgung mit negativen Auswirkungen auf die Ertragsbildung.

Tabelle 4: Wirkung unterschiedlicher N-Applikation auf den Ertrag von Winterweizen (Mittel aus 3 Jahren)

Prüfglied	N-Applikation (kg/ha)			Ertrag bei 86 % (dt/ha)		
	1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe	Baruth	Pommritz	Forchheim
1 ohne N-Düngung	0	0	0	32,1	58,2	50,1
2 Streuen	67* _(KAS)	50 _(KAS)	50 _(KAS)	59,1	100,5	94,9
3 Injektion	167* _(Inj.)	0	0	63,2	100,8	92,1
4 Injektion	0	167* _(Inj.)	0	53,5	99,2	94,4

*1. N-Gabe bedarfsabhängig; Mittelwert der drei Jahre und drei Standorte

Neben der Ertragswirksamkeit sind bei Winterweizen die Effekte der differenzierten N-Düngung auf den Rohproteingehalt von besonderer Bedeutung. Tendenziell liegen die Rohproteingehalte bei einer einmaligen Injektion zu Vegetationsbeginn auf niedrigerem Niveau als bei der Standarddüngung mit drei KAS-Gaben.

Bei dem späten Injektionstermin zu EC 31 erreichten die Rohproteingehalte im Vergleich zu der Bezugsvariante sogar etwas höhere Werte (Tab. 5).

Tabelle 5: Wirkung unterschiedlicher N-Applikation auf den Rohproteingehalt von Winterweizen (Mittel aus 2 Jahren)

Prüfglied		N-Applikation (kg/ha)			Rohproteingehalt (%)		
		1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe	Baruth	Pommritz	Forchheim
1	ohne N-Düngung	0	0	0	10,5	9,7	11,2
2	Streuen	67* _(KAS)	50 _(KAS)	50 _(KAS)	15,8	12,7	13,3
3	Injektion	167* _(Inj.)	0	0	15,3	12,5	12,7
4	Injektion	0	167* _(Inj.)	0	16,5	13,4	13,5

*1. N-Gabe bedarfsabhängig; Mittelwert der 3 Jahre und 3 Standorte

Ebenso wie der Winterweizen reagierte die auf dem anlehmigen Sand in Baruth angebaute Wintergerste mit leichten Ertragsvorteilen auf die Injektionsdüngung zu Vegetationsbeginn. Der spätere Injektionstermin führte jedoch zu geringeren Erträgen (Tab. 6). Die Betrachtung der Einzeljahre bringt zum Ausdruck, dass die variierte N-Applikation besonders 2009 Ertragsunterschiede verursachte. So lagen die Gerstenerträge im Prüfglied mit drei KAS-Gaben bei 67,6 dt/ha und in dem mit der N-Injektion zu Vegetationsbeginn bei 71,2 dt/ha, auch beim Winterweizen wurden im Jahr 2009 die höchsten Erträge in der Variante mit einer N-Injektion zu Vegetationsbeginn erzielt. Als Ursache dafür kristallisiert sich die ausgesprochen lange Trockenperiode im Frühjahr 2009 heraus. Messungen der Bodenfeuchte (Standort Baruth; Frucht: Wintergerste) zeigten bis Mitte Mai in 10 bzw. 30 cm Tiefe deutliche Abnahmen (Abb. 4). Vor allem die zweite N-Gabe konnte unter diesen Bedingungen nicht zur Wirkung kommen. Anders war die Situation im Jahr 2010. Hier lag die Bodenfeuchte insgesamt höher als im Vorjahr (Abb. 5). Nach den Düngungsapplikationen führten Niederschläge immer wieder zu einem Anstieg der Wasservorräte. Infolge dessen konnte die N-Gabe zum Schossen gut wirken, so dass geringere Ertragsunterschiede zwischen der Standard-N-Düngung mit drei KAS-Gaben und der N-Injektion zu Vegetationsbeginn auftraten.

Tabelle 6: Wirkung unterschiedlicher N-Applikation auf den Ertrag von Wintergerste (Baruth)

Prüfglied		N-Applikation (kg/ha)			Ertrag bei 86 % (dt/ha)			
		1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe	2009	2010	2011	Mittel
1	ohne N-Düngung	0	0	0	38,8	65,8	33,2	46,0
2	Streuen	60* _(KAS)	50 _(KAS)	50 _(KAS)	67,6	95,5	68,4	77,2
3	Injektion	160* _(Inj.)	0	0	71,2	97,2	70,2	79,5
4	Injektion	0	160* _(Inj.)	0	54,4	91,9	62,0	69,4

*2009 und 2011: + 5 kg N/ha

Winterraps

Winterraps gilt im Bezug auf die N-Bilanz als kritische Fruchtart. Effiziente Düngungsstrategien, die eine gute Ausnutzung des gedüngten Stickstoffs ermöglichen, sind deswegen besonders relevant. Zu dieser Kultur wurden verschiedene Injektionsdüngungstermine sowie Kombinationen aus N-Injektion und Streudüngung geprüft. Als Vergleich

diente die praxisübliche Variante mit zwei KAS-Gaben. Da die Herbstinjektion zu Winter-
 raps in der Praxis immer mehr zunimmt, wurden auch zwei Varianten mit einer Herbst-
 düngung geprüft. In den Versuchen erfolgte die Herbstinjektion erst zum Ende der Vege-
 tationsperiode, um ein Überwachsen der Bestände zu vermeiden. In der Praxis wird die
 Injektion, häufig im Interesse der Technikauslastung, teilweise schon kurz nach der Aus-
 saat durchgeführt.

Sowohl im Ertragsniveau als auch in ihrer Reaktion auf die differenzierte N-Applikation
 unterschieden sich die drei Versuchsstandorte. Auf dem fruchtbaren Löss-Standort
 Pommritz ist der Einfluss der variierten N-Düngung vergleichsweise gering, so dass es
 kaum Ertragsunterschiede zwischen den gedüngten Varianten gab. Die Erträge der Vari-
 ante mit einer ausschließlichen Herbstdüngung schnitten gegenüber den Vergleichsprüf-
 gliedern schlechter ab (Tab. 7).

In Baruth ist das Ertragsniveau vom Winter-
 raps deutlich niedriger als in Pommritz. Auch
 hier erwies sich die N-Herbstinjektion ungünstiger als die N-Düngung im Frühjahr. Die
 Ertragsdifferenz betrug immerhin mehr als 5 dt/ha.

Tabelle 7: Wirkung unterschiedlicher N-Applikation auf den Ertrag von Winter-
 raps (Mittel aus 3 Jahren)

Prüf- glied		N-Applikation (kg/ha)			Ertrag bei 91 % (dt/ha)		
		Herbst	1. N-Gabe	2. N-Gabe	Baruth	Pommritz	Forchheim
1	ohne N-Düngung	0	0	0	25,2	38,7	33,5
2	Streuen	0	100 (KAS)	100 (KAS)	42,1	51,1	55,4
3	Injektion	200 (Inj.)	0	0	34,4	49,4	48,7
4	Injektion	0	200 (Inj.)	0	39,2	52,7	56,3
5	Streuen	0	200 (KAS)	0	40,8	53,0	55,8
6	Injektion/Streuen	100 (Inj.)	0	100 (KAS)	39,6	52,5	53,6
7	Injektion/Streuen	0	100 (Inj.)	100 (KAS)	41,1	51,0	54,0

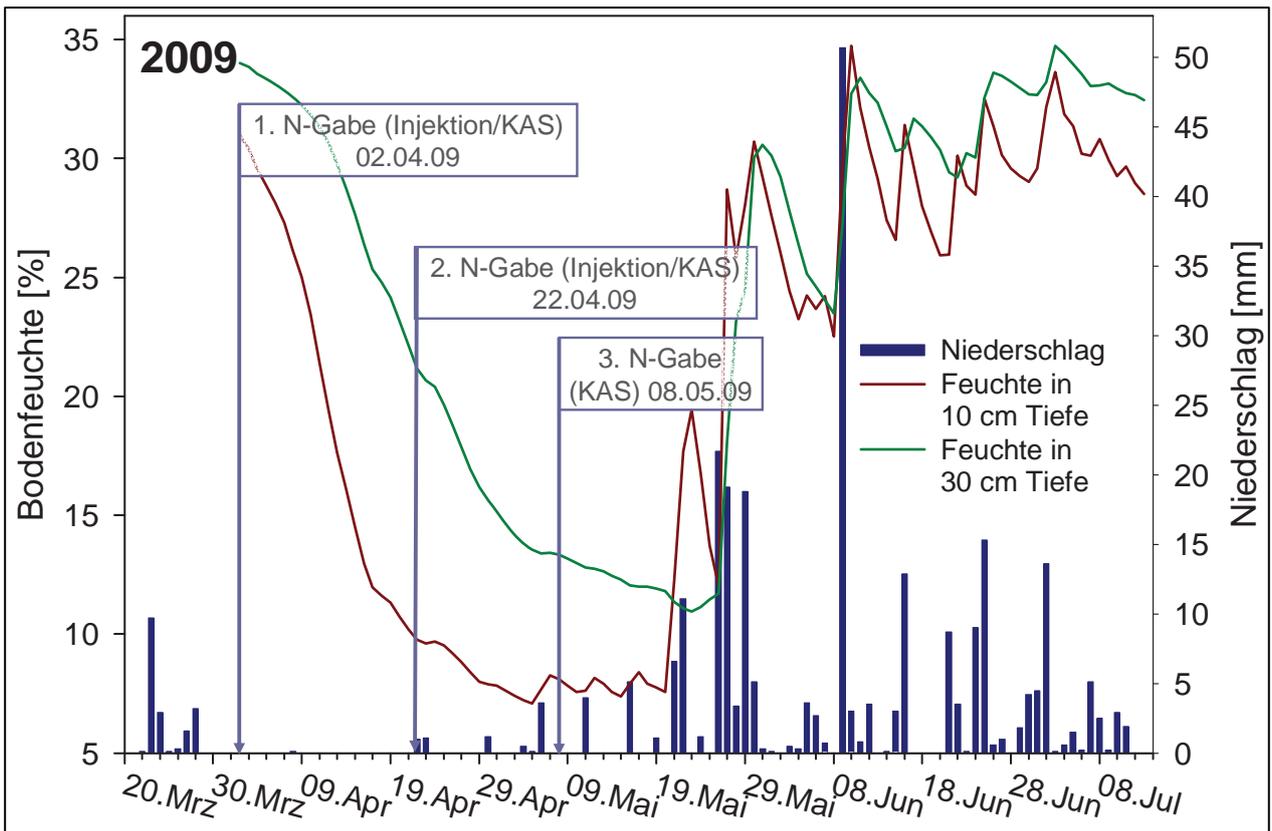


Abbildung 4: Entwicklung der Bodenfeuchte unter Wintergerste und Niederschläge im Zeitraum vom 20. März bis 12. Juli 2009 in Baruth sowie die Düngungstermine der Wintergerste

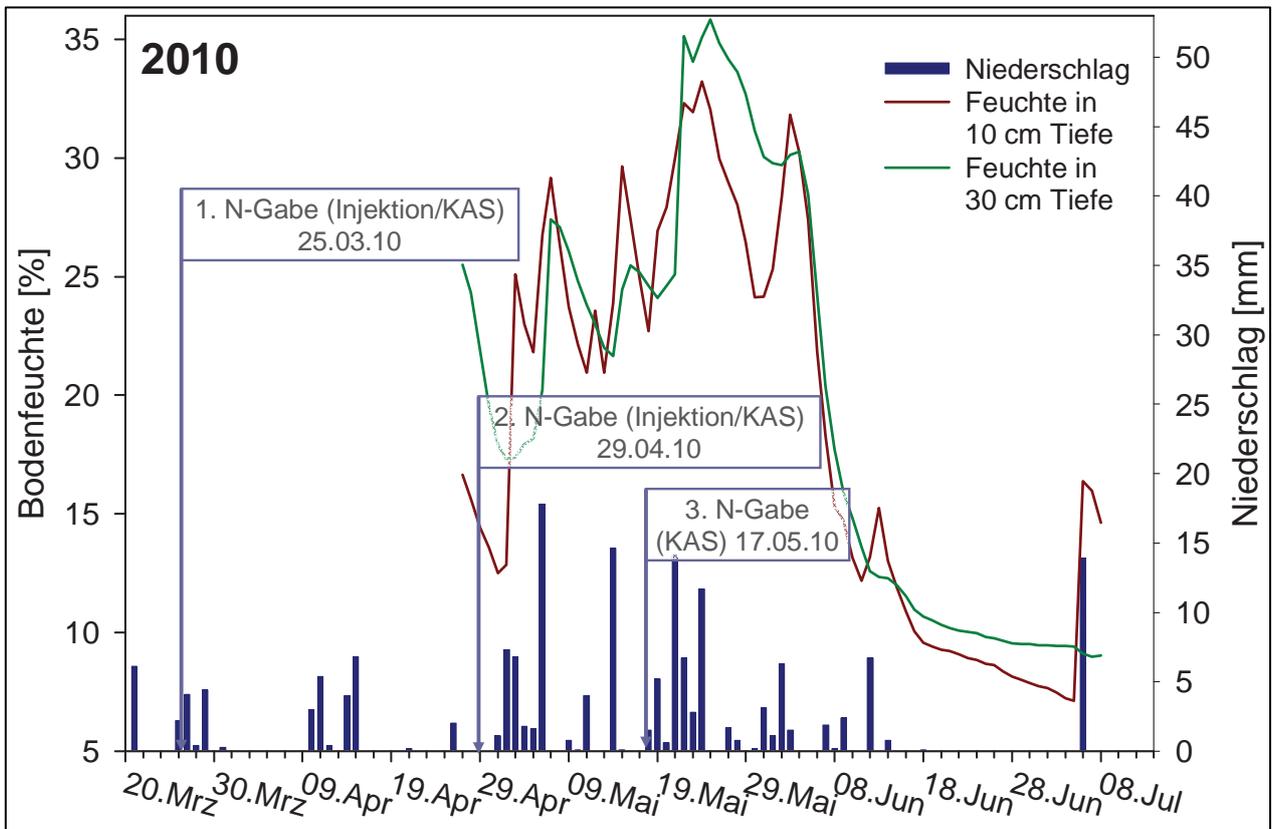


Abbildung 5: Entwicklung der Bodenfeuchte unter Wintergerste und Niederschläge im Zeitraum vom 20. März bis 12. Juli 2010 in Baruth sowie die Düngungstermine der Wintergerste

Auf dem Verwitterungsstandort in Forchheim wurde im Mittel der drei Jahre ein hohes Ertragsniveau erreicht. Ähnlich wie in Baruth und Pommritz erwies sich auf dem Verwitterungsstandort die Herbstapplikation als nicht vorteilhaft. Die für den Standort Forchheim in der Abbildung 6 beispielhaft dargestellten minimalen und maximalen Erträge machen deutlich, dass die Ertragsdifferenzen in den Varianten mit einer Herbstinjektion mit 20 dt/ha besonders hoch ausfallen. Dagegen schwankte der Ertrag in den drei Jahren bei der Standarddüngung mit zwei Gaben als KAS um weniger als 7 dt/ha. Den Ergebnissen zufolge kann die alleinige Herbstinjektion in Einzeljahren durchaus zu ähnlich hohen Erträgen führen wie die Frühjahrsdüngung. Es besteht jedoch ein erhöhtes Risiko, dass der gedüngte Stickstoff während des Winters verloren geht. Diese Situation ist vor allem dann gegeben, wenn ungünstige Bedingungen im Herbst, wie z. B. 2010, nur eine schlechte Bestandesentwicklung und N-Aufnahme ermöglichen. Auch im Hinblick auf die Wasser- rahmenrichtlinie (WRRL) sind die N-Auswaschungsverluste zu minimieren.

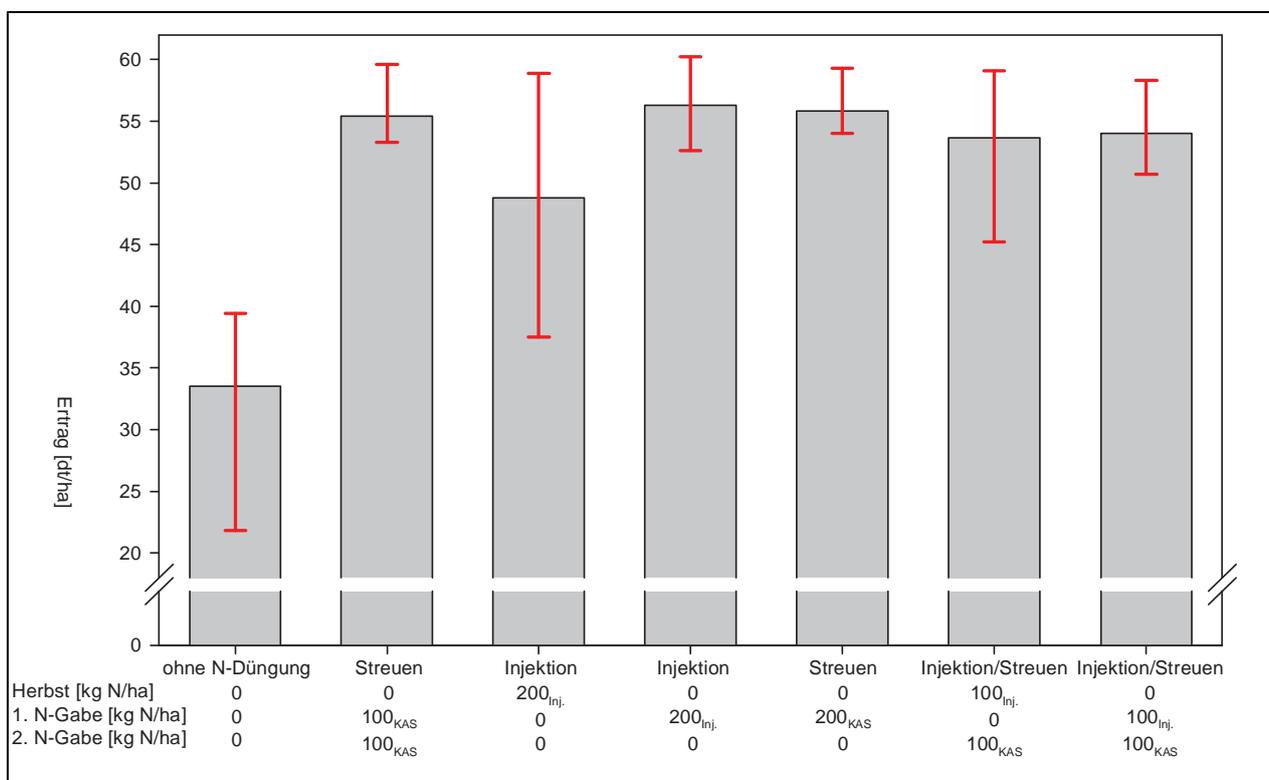


Abbildung 6: Mittlere sowie maximale und minimale Winterrapserträge (Mittel: 2009 bis 2011)

Eine Kombination von Herbstinjektion und Streudüngung im Frühjahr bietet sich besonders für sorptionsstarke, nicht auswaschungsgefährdete Standorte an, die zu Vegetationsbeginn häufig nicht befahrbar sind. Durch die Injektion einer Teilgabe im Herbst ist die N-Versorgung zu Vegetationsbeginn gegeben, so dass die Anschlussgabe erst zu Beginn des Streckungswachstums bei meist guter Befahrbarkeit ausgebracht werden muss. Außerdem ist es möglich, die späte Frühjahrsgabe sensorgestützt zu applizieren, um so die N-Effizienz weiter zu verbessern. Diese Option einer sensorgestützten N-Applikation im Frühjahr liegt bei einer alleinigen Herstdüngung sowie auch bei einer einmaligen Düngung zu Vegetationsbeginn nicht vor. Bei einer N-Gabe zu Vegetationsbeginn besteht allerdings noch die Möglichkeit, die Düngebedarfsermittlung biomasseabhängig vorzunehmen. Bei einer ausschließlichen N-Düngung im Herbst

erfolgt die Bemessung der N-Gabe ohne Kenntnis des Witterungsverlaufes im Winter und Frühjahr. Grundsätzlich ist aus Gründen des Wasserschutzes und der Ertragsstabilität die Injektion der gesamten N-Menge im Herbst nicht zu empfehlen.

Fazit

Die Versuche des LfULG mit Winterweizen und Wintergerste zeigen, dass mit einer N-Injektionsdüngung zu Vegetationsbeginn vergleichbare Erträge wie mit der Standard-N-Verteilung erreicht werden. Besonders auf leichten, trockenen Standorten bzw. in Jahren mit ausgeprägter Frühsommertrockenheit ist die Injektionsdüngung der konventionellen N-Düngung überlegen. Für die landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen stellt die Injektionsdüngung eine Möglichkeit dar, die Auswirkungen von Frühsommertrockenheit zu minimieren und die Ertragsstabilität zu verbessern.

Bei Winterraps führt die N-Injektion im Frühjahr zu ebenbürtigen Erträgen wie die Standarddüngung. Die Injektion einer Teilmenge im Spätherbst in Verbindung mit einer KAS-Gabe im Streckungswachstum liefert auf sorptionsstarken Standorten gute Erträge. Eine alleinige Herbsdüngung wird aus Gründen der Ertragsstabilität und des Wasserschutzes nicht empfohlen.

Literatur

LfULG (2007): Bodenatlas des Freistaates Sachsen. Teil 4: Auswertungskarten zum Bodenschutz. Dresden

LfULG (2009): Klimawandel und Landwirtschaft. Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. Dresden

SOMMER (2005): CULTAN-Düngung. Physiologisch, ökologisch, ökonomisch optimiertes Düngungsverfahren für Ackerkulturen, Grünland, Gemüse, Zierpflanzen und Obstgehölze. Verlag Thomas Mann, Gelsenkirchen

*Autoren: Dr. Erhard Albert und Katharina Farack
Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Gustav-Kühn-Straße 8
04159 Leipzig Möckern*

Zum aktuellen Stand bei Resistenzen gegenüber PSM

Reinhard Götz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Einleitung

Nach HEITEFUSS handelt es sich bei der Resistenzbildung gegenüber Pflanzenschutzmitteln (PSM) um die „Entwicklung der Fähigkeit in einer Population von Schadorganismen, Dosierungen eines Wirkstoffes zu tolerieren, die bei der Mehrzahl der Individuen in normalen, unbehandelten Populationen der gleichen Art tödlich wirken“. Das Problem der Resistenzbildung ist schon seit 100 Jahren bekannt. Vermehrt kam es zur Entwicklung von Resistenzen nach der Einführung synthetischer Insektizide, systemischer Fungizide sowie bakterizider Antibiotika. Typische und klassische Beispiele sind die Resistenz von Insekten gegenüber DDT, von Pilzen gegenüber Benzimidazol-Fungiziden oder von Nagetieren gegenüber Blutgerinnungshemmern. Die Resistenzentwicklung gegenüber PSM ist auch im modernen Ackerbau ein aktuelles Problem bei allen wichtigen PSM-Gruppen. Bei Nichtbeachtung von Anti-Resistenz-Strategien besteht die Gefahr, dass ganze Wirkstoff-Gruppen die Wirksamkeit verlieren bzw. Schadorganismen nicht mehr bekämpfbar sind. Aus diesem Grund beobachten auch die Pflanzenschutzdienste die Resistenzentwicklung sehr genau. Einige Ergebnisse dieser Beobachtungen sollen nachfolgend vorgestellt werden.

Entwicklung von PSM-Resistenz

Die Anwendung von PSM mit Bekämpfungswirkung löst einen Selektionsdruck aus, wodurch der Anteil an resistenten Organismen in einer Population mit der Zeit ansteigt. Die Entwicklung der Resistenz gegenüber PSM wird durch verschiedene Faktoren gefördert. Dazu gehört u. a. ein starker Selektionsdruck (z. B. sehr spezifische Wirkstoffe), ein hoher Anteil an Organismen mit Resistenzen in der Population und eine große Anzahl an Individuen auf der bekämpften Fläche.

In der Regel lässt sich die Entwicklung der PSM-Resistenz nicht verhindern. Durch eine sachgerechte Gestaltung der Pflanzenschutzmaßnahmen kann dieser Entwicklungsprozess jedoch deutlich hinaus gezögert werden. Damit ist es möglich, die Wirksamkeit von PSM länger zu erhalten und eine effiziente Bekämpfung der Schadorganismen mittelfristig zu gewährleisten.

Bei der PSM-Resistenz werden zwei wichtige Arten unterschieden. Bei der Wirkort-Resistenz führen Veränderungen am Zielenzym zur Nichtwirksamkeit des Wirkstoffs. Bei der metabolischen Resistenz ist der Schadorganismus in der Lage, mit entsprechenden Enzym-Systemen den Wirkstoff rasch in nicht mehr wirksame Substanzen abzubauen. Die Entwicklung scheint grundsätzlich in allen PSM-Gruppen (Insektizide, Fungizide, Herbizide) möglich zu sein. Hat sich die Resistenz einmal etabliert, gestaltet sich die Zurückdrängung resistenter Biotypen in der Population zumeist sehr schwierig.

Resistenzen gegenüber Insektiziden

Ein Beispiel für die Entwicklung von Wirkort-Resistenz bei Insekten ist das Entstehen von Mutationen im Natrium-Kanal von Membran-Systemen bei Nervenzellen. In diesen Fällen wirken alle Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide nur noch eingeschränkt oder überhaupt nicht mehr. Wirkort-Resistenzen sind bei Insekten in Deutschland jedoch unbedeutend. Eine große Rolle spielt dagegen die metabolische Resistenz. Über enzymatische Katalyse mittels Esterasen oder durch oxidativen Abbau des Wirkstoffs mit Monoxygenasen sind Insekten in der Lage, Insektizide schnell zu verarbeiten und zu inaktivieren.

Bei der Bekämpfung des Kartoffelkäfers ist in vielen Regionen Deutschlands die Anwendung von Phosphorsäureestern und von Pyrethroiden nicht mehr sinnvoll, da damit nur noch geringe Bekämpfungserfolge erzielt werden. Untersuchungen an verschiedenen Standorten in Sachsen zeigten bei dem Pyrethroid-Mittel Karate Zeon Mortalitätsraten beim Kartoffelkäfer im Bereich von 40 bis 98 %. Exaktuntersuchungen für Thüringen liegen nicht vor. Praxisbeobachtungen lassen jedoch darauf schließen, dass die Situation in Thüringen der in Sachsen gleicht. Aus diesem Grund sollten zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers Insektizide aus den Wirkstoff-Gruppen der Pyrethroide nicht mehr zur Anwendung kommen und nur noch Alternativmittel, wie z. B. Neonico-tinoide (z. B. Dantop, Actara), Alverde oder Coragen Verwendung finden.

Auch beim Rapsglanzkäfer ist die Pyrethroid-Resistenz bekannt. Diese begrenzt sich derzeit noch auf die Ester-Pyrethroide (Klasse II-Pyrethroide, z. B. Karate Zeon). Dagegen lassen sich mit Ether-Pyrethroiden (Klasse I-Pyrethroide) zurzeit noch gute Bekämpfungserfolge erzielen. In Thüringen erfolgten Untersuchungen zur Resistenz von Rapsglanzkäfern im Röhrchentest. Dabei handelt es sich um Glasröhrchen, die den Insektizid-Wirkstoff (ohne Formulierungsstoffe!) enthalten. Nur im Falle von Biscaya wurde für den Röhrchentest das fertige Mittel benutzt. Die Auswertung des Tests ergab beim Vertreter der Ester-Pyrethroide (λ -Cyhalothrin) einen ungenügenden Wirkungsgrad von durchschnittlich 42 % (7 Standorte). Deutlich besser im Effekt zeigten die Wirkstoffe der Ether-Pyrethroide. Etofenprox erreichte im Test einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 70 % (6 Standorte). Trebon erzielte im Praxiseinsatz noch bessere Bekämpfungserfolge. Möglicherweise wirkt sich bei diesem Insektizid das Fehlen der Formulierungsstoffe im Röhrchentest stärker negativ aus. Tau-Fluvalinat erzielte 95 % (7 Standorte) und erwies sich damit als überwiegend sicheres Insektizid. Auch Biscaya hat mit 82 % (17 Standorte) eine gute Wirkung (Abb. 1).

Bei der Interpretation des Wirkungsgrades von Biscaya ist zu berücksichtigen, dass dieser Wirkstoff in erster Linie einen Fraßstopp verursacht und die Käfer nicht sofort absterben. Beim Insektizideinsatz im Winterraps können für die erste Spritzung gegen den Rapsstängelrüssler weiterhin Klasse II-Pyrethroide eingesetzt werden. Für die zweite Insektizidbehandlung gegen den Rapsglanzkäfer sollten dann Biscaya, Mospilan oder auch Trebon oder Mavrik (Klasse I-Pyrethroide) Verwendung finden. Mit diesem Vorgehen sichert man den Wirkstoffwechsel in der Spritzfolge und wirkt damit der Resistenzentwicklung bei allen Rapschädlingen entgegen.

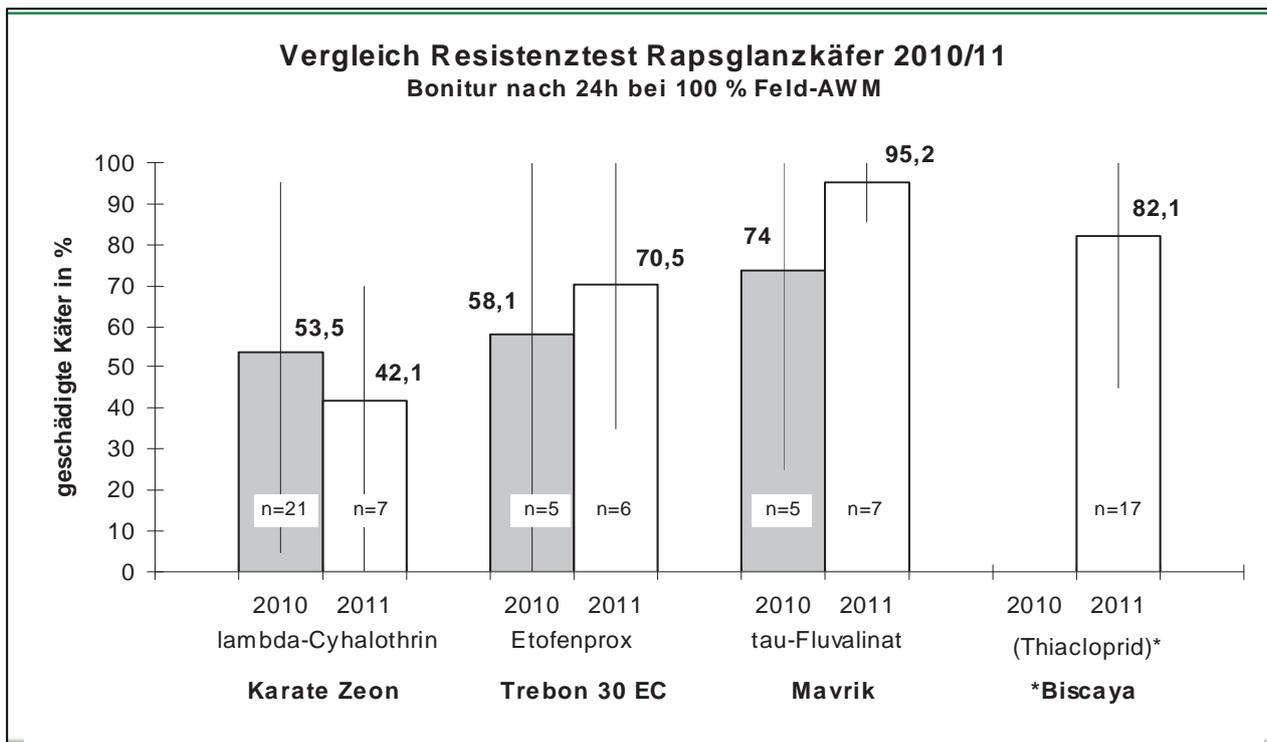


Abbildung 1: Ergebnisse von Resistenztests in Thüringen

Generell reduzieren folgende Maßnahmen die Selektion von Insekten mit Insektizidresistenz:

- immer die volle zugelassene Aufwandmenge der Insektizide verwenden;
- Insektizidspritzung unter optimalen Anwendungsbedingungen durchführen (ausreichend Brühemenge, günstige Witterung) und
- in der Spritzfolge Mittel aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen einsetzen.

Resistenzen gegen Fungizide

Aktuell haben Getreidekrankheiten die größte Bedeutung bei der Entwicklung von Fungizidresistenzen im Ackerbau. Hier gab es in jüngster Vergangenheit eine überaus rasche und intensive Resistenzentwicklung von Schadpilzen gegenüber Fungiziden aus der Wirkstoffgruppe der Strobilurine. Bei dieser Wirkstoffgruppe reicht bereits eine geringfügige Mutation bei dem Zielenzym in der Atmungskette (Cytochrom-b) aus, um die jeweiligen Pilz-Biotypen unempfindlich werden zu lassen. Wichtig ist die Mutation G143A, die bei verschiedenen Getreidekrankheiten vorkommen kann und eine vollständige Resistenz gegenüber Strobilurinen verursacht. Am häufigsten tritt sie in den Populationen von Weizenmehltau und *Septoria tritici* auf (Abb. 2).

Von der Firma EPILOGIC durchgeführten Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass in Thüringen ein hoher Anteil dieser Pilz-Mutationen vorkommt und dementsprechend Strobilurine kaum noch eine Wirkung erzielen (Abb. 3).

Wirkort-Resistenz - **Strobilurine**

Mutation	Krankheit	Frucht	Resistenz gegen Strobilurine
G 143 A	Echter Mehltau	Winterweizen	X X X
		Wintergerste	X X
		Wintertriticale	X
	Blattdürre (<i>Septoria tritici</i>)	Winterweizen	X X X
	D. tritici-repentis	Winterweizen	X
F 129 L	Netzflecken	Wintergerste	X X

Res_PSM/ 2/11

Abbildung 2: Wirkort-Resistenz bei Strobilurinen

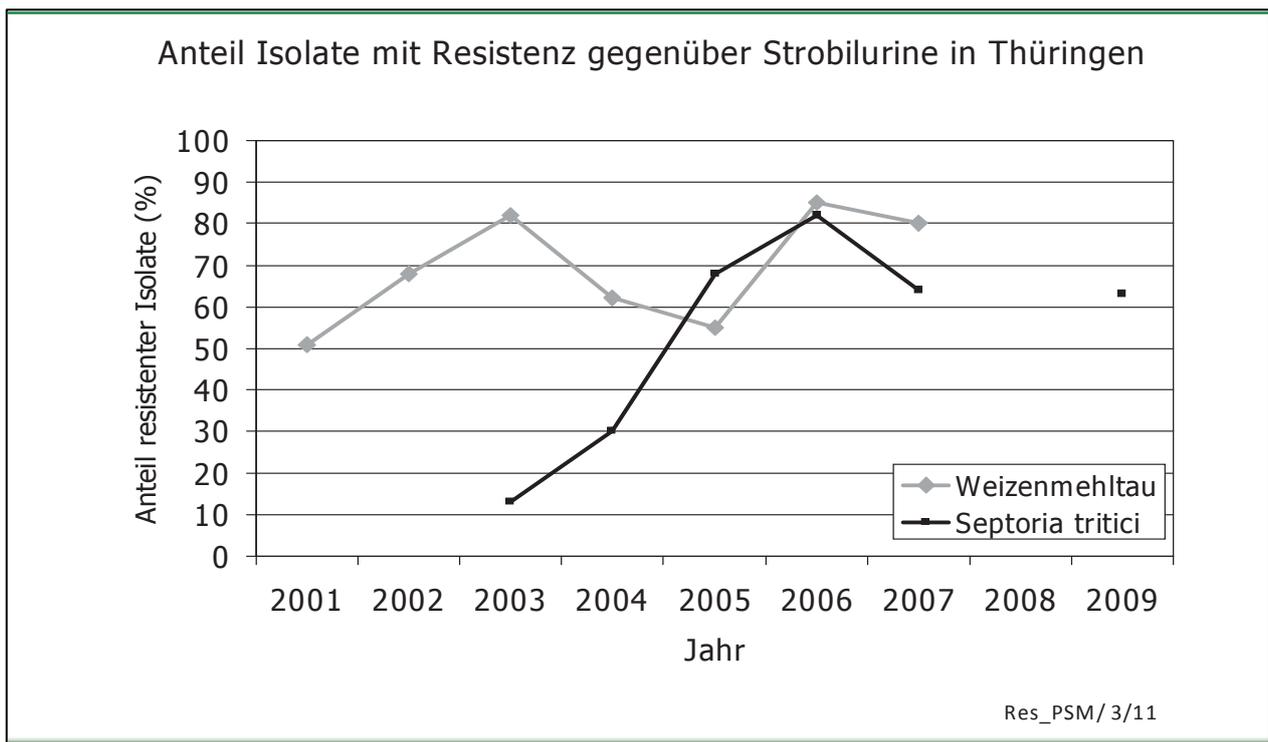


Abbildung 3: Anteil resistenter Isolate gegenüber Strobilurinen

Bei den Getreiderosten existiert diese Mutante (G₁₄₃A ist hier eine Letalmutation!) nicht, deshalb verfügen die Strobilurine gegen diesen Schadorganismus noch über die volle Wirkung. Eine weitere Resistenz-Mutation ist F₁₂₉L. Sie wurde hauptsächlich bei Netzflecken an der Wintergerste ermittelt. Diese Mutation ist jedoch wenig in Deutschland verbreitet und führt nicht zu einem völligen Wirkungsverlust bei Strobilurinen.

Fungizide aus der wirtschaftlich wichtigen Gruppe der Azole sind gegenwärtig weniger von Resistenzentwicklungen gefährdet. Es lässt sich jedoch feststellen, dass bei wiederholten und einseitigen Azol-Applikationen auch hier die Empfindlichkeit langsam zurückgeht (Shifting). Untersuchungen von EPILOGIC in Thüringen und Sachsen ergaben einen langsamen Anstieg der ED 50 (Maß für die Unempfindlichkeit gegenüber Azol-Fungiziden) bei dem Referenzwirkstoff Epoxiconazol. Dieses Shifting fand bisher in nur geringen Umfang statt und beeinflusst die Wirkung von Epoxiconazol nur wenig (Abb. 4). Diese Aussage gilt in nahezu gleicher Weise für alle Fungizide aus der Gruppe der Azole.

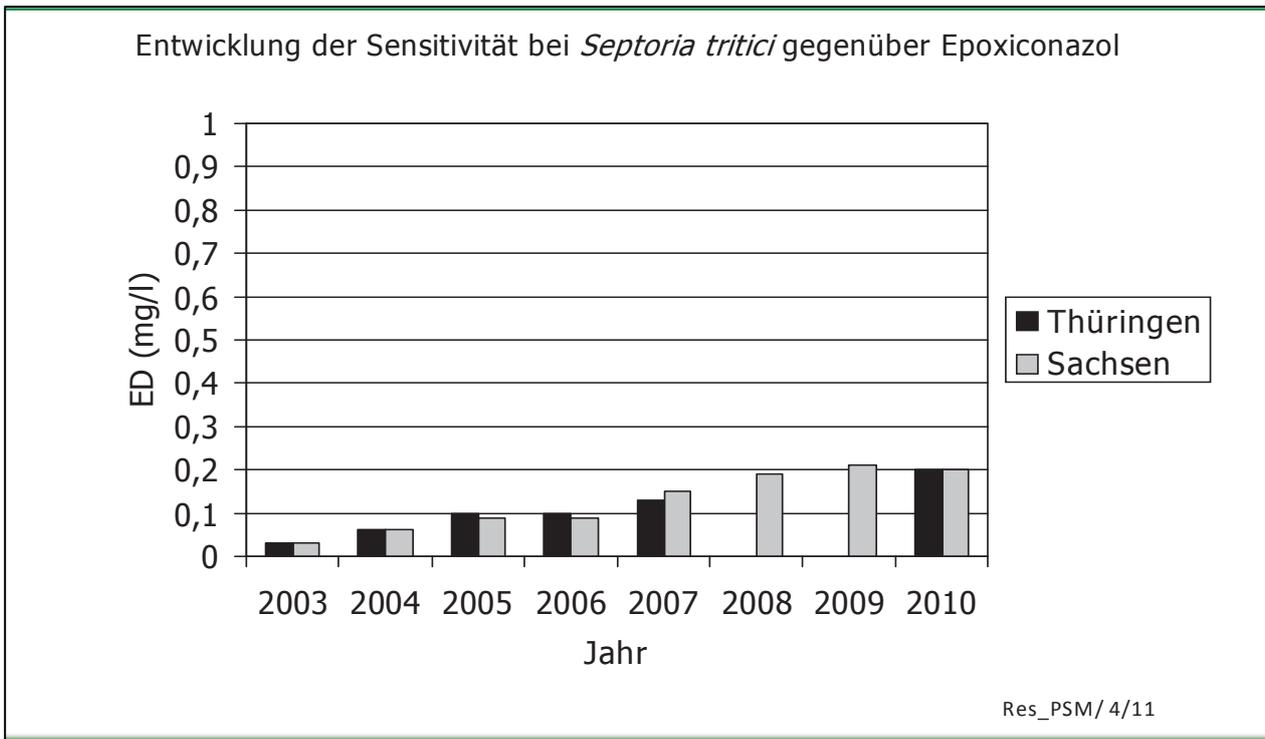


Abbildung 4: Entwicklung der Sensitivität von *S. tritici* gegenüber Epoxiconazol

Die neuen Carboxamid-Wirkstoffe (z. B. Bixafen, Xemium, Isopyrazam) greifen ähnlich den Strobilurinen an einem einzigen Wirkort in der Atmungskette der Pilzzellen an. Dieser ist aber nicht identisch mit dem der Strobilurine. Es gibt deshalb auch keine Kreuzungsresistenz zwischen den beiden Gruppen. Punktmutationen können jedoch auch bei den Carboxamiden zu einem sofortigen und vollständigen Wirkungsverlust führen. Deshalb gilt es, aus den Erfahrungen mit den Strobilurinen zu lernen und von Anfang an geeignete Anti-Resistenzstrategien zu verfolgen. Aus diesem Grund bietet die Industrie die neuen Wirkstoffe ausschließlich als Kombinationsmittel (mit Azolen) an. Zur mittelfristigen Sicherung der Wirkung der Getreidefungizide und der Minimierung von Resistenzentwicklungen sollten folgende Grundsätze Beachtung finden:

- Fungizide aus den Gruppe der Strobilurine und der Carboxamide nur 1 x in der Saison im Getreidebestand einsetzen;
- robuste Fungizid-Aufwandmengen verwenden (> 75 % der zugelassenen Mengen);
- konsequenter Wechsel der Wirkstoffe und Wirkstoffgruppen (auch innerhalb der Azolgruppe!) in der Spritzfolge vornehmen sowie
- Fungizide rechtzeitig bei Befallsbeginn einsetzen, um den Selektionsdruck zu reduzieren.

Resistenzen gegenüber Herbiziden

Aktuell konzentrieren sich die Probleme bei der Entwicklung von Herbizidresistenz auf Ungräser im Getreide. Bei Ackerfuchsschwanz zeigt sich schon seit längerem die Entwicklung von Resistenz gegenüber bestimmten Wirkstoffgruppen. An erster Stelle stehen hier Wirkstoffe aus der Gruppe der ACCase-Hemmer, wie z. B. Fenoxaprop (Ralon-Super). Weiterhin entwickelte sich vieler Orts eine Resistenz gegenüber PPO-Hemmern (Isoproturon) bei diesem Ungras. IPU-Mittel wirken somit auf vielen Standorten in Deutschland nicht mehr sicher gegen Ackerfuchsschwanz. Aber auch ALS-Hemmer sind betroffen. Vereinzelt konnte eine Resistenz von Ackerfuchsschwanz gegenüber Flupyrsulfuron (Lexus) ermittelt werden. Untersuchungen auf Herbizidresistenz in Thüringen bestätigten bereits 2007/08 diesen Entwicklungstrend, deshalb erfolgt das Monitoring bei Ackerfuchsschwanz nur noch im geringen Maße. Bei den fünf Verdachtsproben, die 2010 zur Untersuchung kamen, konnte die Tendenz zur Entwicklung von Herbizidresistenz wieder bestätigt werden (Abb. 5).

Eine ähnliche Resistenz-Entwicklung zeigt sich nun auch beim Windhalm. Seit 2007 berichten Praktiker aus Thüringen vermehrt über unzureichende Wirkungen von Getreideherbiziden gegen Windhalm. Vor allem bei der Frühjahrsanwendung von ALS-Hemmern (z. B. Sulfosulfuron, Iodosulfuron) gab es regional unzureichende Bekämpfungserfolge.

Offensichtlich führte der vermehrte und wiederholte Einsatz von ALS-Hemmern im Frühjahr zu einer ersten Selektion von resistenten Windhalm-Biotypen. In geringerem Umfang gibt es Meldungen (ähnlich Ackerfuchsschwanz) auch zu Resistenzentwicklungen bei Windhalm gegenüber ACCase-Hemmern und IPU. Bei dem Resistenzmonitoring von 2010 in Thüringen wurden Proben von 15 Standorten untersucht. Reduzierte Wirkungen zeigten sich bei den Wirkstoffen Flupyrsulfuron (Lexus), Iodosulfuron (Husar), Sulfosulfuron (Monitor) und auch vereinzelt bei den neuen Pyroxulam (Broadway) und Pinoxaden (Axial) (Abb. 6).

Es ist deshalb wichtig, die Herbizidwirkung gegen Windhalm genau zu beobachten und die Ursachen für mangelnde Bekämpfungserfolge abzuklären. Im Jahr 2011 erfolgte die Untersuchung von weiteren 17 Windhalm-Proben aus Thüringen, die Ergebnisse liegen zurzeit noch nicht vor.

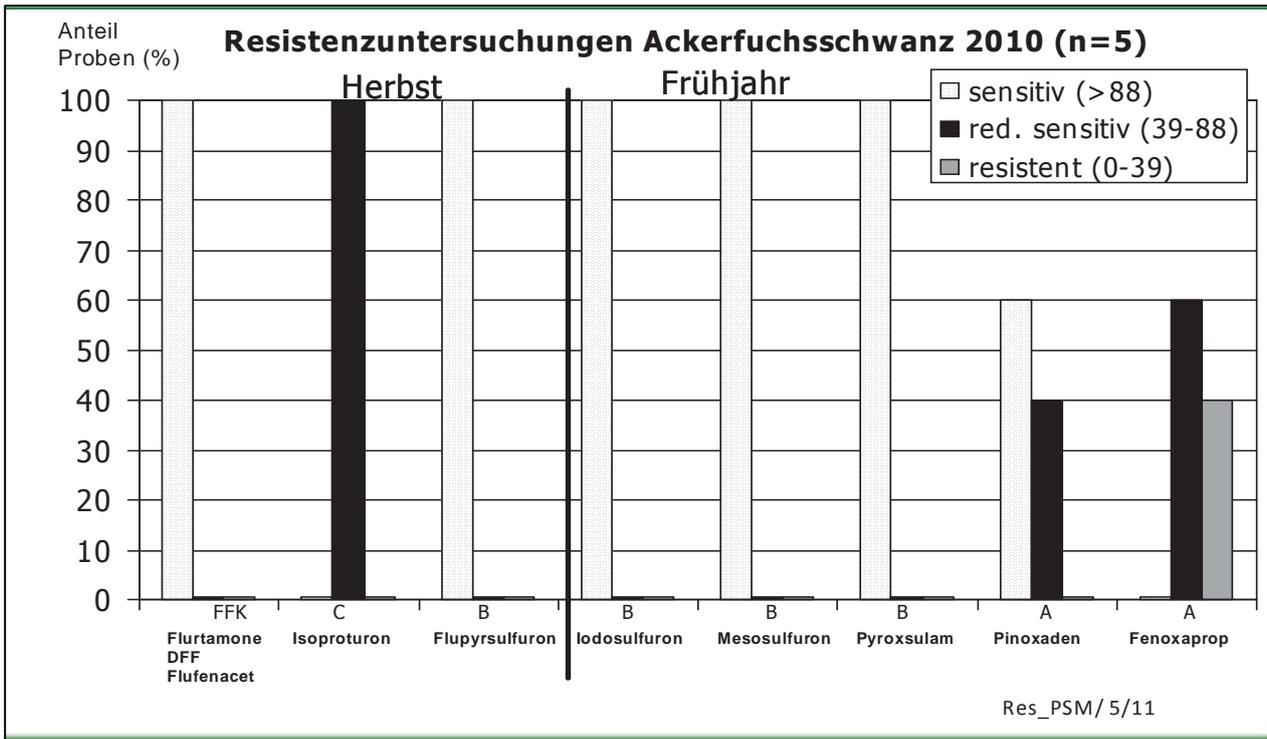


Abbildung 5: Ergebnisse von Resistenzuntersuchungen an Ackerfuchsschwanz

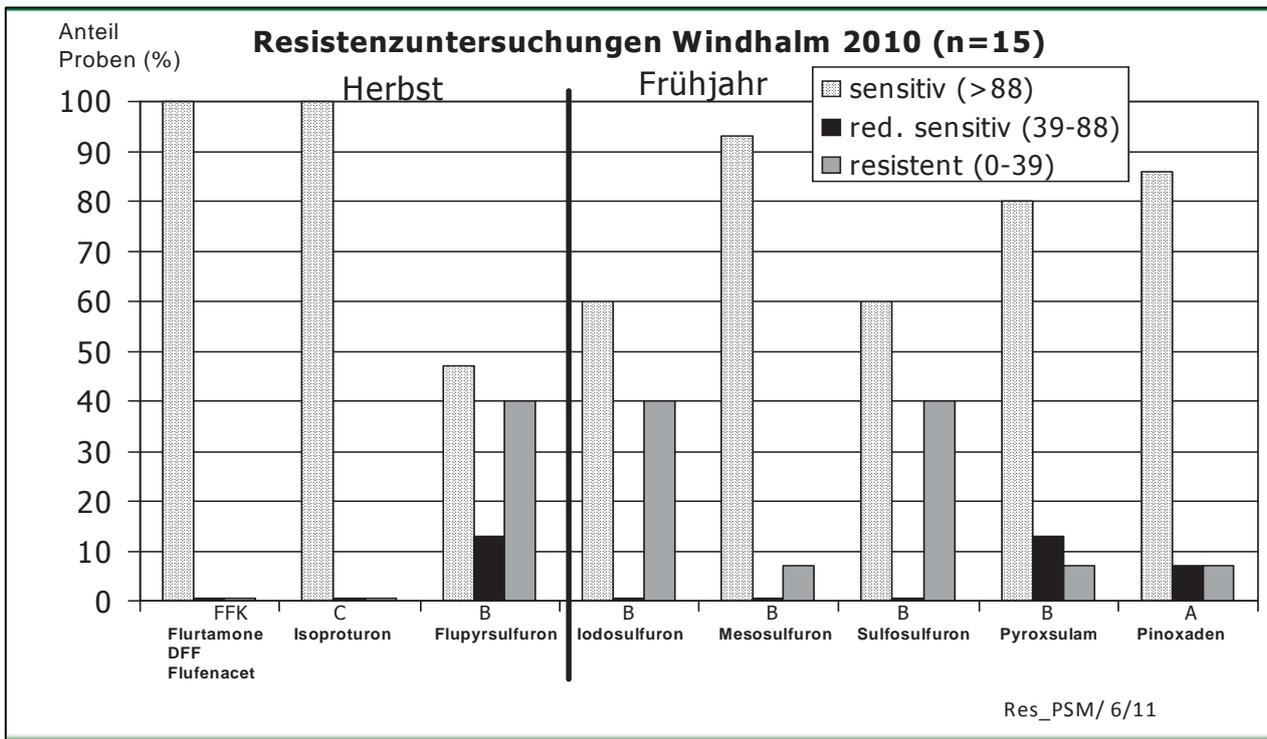


Abbildung 6: Ergebnisse von Resistenzuntersuchungen an Windhalm

Bei dikotylen Unkräutern läuft zurzeit ein deutschlandweites Monitoring zur Feststellung von Resistenzen von Kamille-Arten gegenüber ALS-Hemmern. Grund dafür sind Meldungen aus Norddeutschland zu mangelnden Erfolgen bei der Bekämpfung von Kamille mit dem Sulfonylharnstoff-Herbizid Pointer in Winterweizen. Aus Thüringen gingen im Jahr 2011 insgesamt 18 Pflanzen- und 17 Samenproben von Kamille zur Resistenzuntersuchung ein. Die Ergebnisse liegen zurzeit noch nicht vor.

Hat sich die Herbizidresistenz einmal auf der Fläche etabliert, können die resistenten Unkräuter nur noch mit sehr großem Aufwand oder überhaupt nicht mehr bekämpft werden. Zur Sicherung einer wirtschaftlichen Pflanzenproduktion ist es daher wichtig, die Entwicklung von Herbizidresistenz durch ein geeignetes **Antiresistenz-Management** zu vermeiden bzw. möglichst lange hinaus zu zögern. Wichtige Bestandteile des Antiresistenz-Managements sind Folgende:

Ackerbauliche Maßnahmen: Frühsaaten fördern bei Wintergetreide den Unkrautdruck im Herbst und damit die Resistenzgefahr. Die Einhaltung der optimalen Aussaatzeiten verringert die Vegetationsdauer für Unkräuter und wirkt damit der Resistenzentwicklung entgegen. Zum Beispiel reduzieren späte Oktobersaaten in Winterweizen den Besatz mit Ackerfuchsschwanz bereits um 50 %. Weiterhin verringern Fruchtfolgen mit mehr Blattfrüchten und weniger Winterkulturen sowie Getreide den Unkrautdruck und bieten die Möglichkeit, verschiedenartige Herbizide einzusetzen. Die intensive Einarbeitung von Pflanzenresten nach der Ernte (z. B. mit Pflug oder Schwergrubber) führt vor allem bei den Ungräsern zu einem verminderten Auflauf.

Wechselnder Einsatz von Herbiziden: Aus wirtschaftlichen Gründen sind oftmals die Möglichkeiten zu Änderungen im ackerbaulichen Bereich sehr eingeschränkt. Deshalb liegt der Schwerpunkt bei der Resistenzvermeidung beim sachgerechten Einsatz der Getreideherbizide. Hier steht im Vordergrund der wechselnde Einsatz von Herbiziden mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen in der Spritzfolge, in der Kultur und in der Fruchtfolge. Die Planung des Herbizidwechsels sollte über die gesamte Fruchtfolge hinweg erfolgen. Anregungen dazu enthält die Abbildung 7.

Vor allem bei Ackerfuchsschwanz und Windhalm müssen grundsätzlich alle Möglichkeiten in der Fruchtfolge zur sicheren Bekämpfung genutzt werden. Dazu gehören die Erzielung von Wirkungsgraden > 95 % unter der Verwendung von ausreichenden Herbizid-Aufwandmengen, die Verwendung von Wassermengen von mindestens 200 l/ha, die Einhaltung optimaler Bekämpfungstermine und die konsequente Bekämpfung von Ungrasauflauf auf der Stoppel.

Beispiele für den Wirkstoffwechsel bei der Bekämpfung von Windhalm in der Fruchtfolge			
FF	Kultur	Herbstbehandlung	Frühjahrsbehandlung
1	Winterweizen	Sumimax + Ciral	oder: Broadway
2	Wintergerste	Bacara forte	
3	Winterraps	Butisan Top	

Abbildung 7: Beispiele für Wirkstoffwechsel bei Herbiziden

Zusammenfassung

Resistente Biotypen von Schadorganismen können zu erheblichen Problemen in der Pflanzenproduktion führen. Mit zunehmender Resistenz steigen die Aufwendungen deutlich, mitunter kann dies sogar die Einstellung des Anbaus von betroffenen Kulturen zur Folge haben. Damit besitzt die PSM-Resistenz eine überaus große wirtschaftliche Bedeutung für den Landwirtschaftsbetrieb.

Maßnahmen zur Minimierung von PSM-Resistenz müssen prophylaktisch, also vorbeugend erbracht werden. Manchmal fehlt die Bereitschaft in der Praxis, zusätzliche Aufwendungen im Rahmen der Vorsorge zu tätigen, da das Problem noch nicht offen zu Tage tritt. Manch ein Praktiker fährt seine bisherige Strategie, bis die Resistenz dieses Vorgehen nicht mehr zulässt. Dann kann jedoch ein Punkt erreicht sein, der sehr hohe betriebliche Anstrengungen verlangt, die man bei konsequenter Umsetzung von Anti-Resistenzstrategien hätte vermeiden können. Es ist deshalb sinnvoll, dass sich jeder PSM-Anwender intensiv mit der Thematik auseinandersetzt.

Die Entwicklung von Resistenzen gegenüber PSM ist ein ständiger Prozess, der eine laufende Beobachtung erfordert. Bei Verdacht auf das Vorkommen von resistenten Biotypen von Unkräutern oder Schaderregern empfiehlt es sich, den Sachverhalt näher zu untersuchen und Scheinresistenzen (z. B. Applikationsfehler) auszuschließen. Dazu bietet die Fachberatung des Handels und der Industrie oder auch der Pflanzenschutzdienst Beratung und Untersuchungen auf das Vorkommen von Resistenz gegenüber PSM an. Detaillierte Hinweise zum sachgerechten Antiresistenz-Management enthält auch die jährliche Broschüre „Hinweise zum sachkundigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau und auf dem Grünland“ des Pflanzenschutzdienstes.

Müssen wir Bor jetzt auch zu Getreide düngen?

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

Bedeutung von Bor in der Pflanzenernährung

Bor (B) ist ein essenzieller Mikronährstoff und in niedrigen Konzentrationen im Stoffwechsel der Pflanzen hoch wirksam. Ein ausgeprägter Mangel führt insbesondere bei Kulturen mit hohem B-Bedarf (z. B. Zuckerrübe oder Winterraps) zu Ertrags- und Qualitätsminderungen der Ernteprodukte (BERGMANN, 1993).

Seit mehreren Jahren werden unter Beratern und Landwirten zunehmend Diskussionen über die Notwendigkeit einer B-Düngung zu Getreide geführt. Anlass dafür sind das gestiegene Ertragsniveau im Getreideanbau sowie das Risiko einer verminderten B-Aufnahme auch bei Getreide als Folge häufiger Trockenperioden.

GOLDBACH (2006) berichtet über verbreiteten B-Mangel bei Getreide in Südostasien, der zu Ertragsminderung bis über 30 % führt. Ursache dafür sind Störungen des B-Transports im Xylem zu den generativen Organen der Pflanzen, die über den höchsten Bedarf verfügen. Eine unzureichende B-Einlagerung in die Ähre kann Pollensterilität verursachen und damit die Kornzahl je Ähre reduzieren. B-Mangel wird durch eingeschränkte Transpiration gefördert. Solche Bedingungen können in Phasen hoher Luftfeuchte, bei Stomataschluss unter trocken-heißen Bedingungen, durch langanhaltende Trockenheit mit B-Sorption im Boden und B-Transporthemmung oder einer geringen Wurzelaktivität im kalten Frühjahr (Hemmung der Wasseraufnahme) eintreten. B-Mangel entsteht jedoch nur dann, wenn die Pflanzenbestände noch ausreichend wüchsig sind. In Deutschland ist das Auftreten dieses Mangels bei Getreide noch nicht sicher belegt.

Da Thüringen nicht selten von anhaltenden Trockenperioden betroffen ist, wurden mehrjährige Untersuchungen zum B-Ernährungszustand von Getreide und zur Ertragswirkung einer B-Blattdüngung zu diesen Kulturen durchgeführt.

Mikronährstoffbedarf verschiedener Ackerkulturen

Der Mikronährstoffbedarf landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten wird häufig in niedrig, mittel sowie hoch eingestuft und als Grundlage für die Mikronährstoffdüngung herangezogen. Der B-Bedarf von Weizen, Gerste, Roggen und Triticale ist niedrig. Dagegen weisen Raps und Zuckerrübe eine hohe B-Bedürftigkeit auf. Daraus leitet sich kein vordringlicher B-Düngebedarf für die aufgeführten Getreidearten ab.

Tabelle 1: Mikronährstoffbedarf ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturpflanzenarten

Kultur	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Getreide und Mais					
Winter- und Sommerweizen	-	**	**	-	*
Winter- und Sommergerste	-	**	**	-	*
Winterroggen	-	*	*	-	*
Wintertriticale	-	*	*	-	*
Hafer	-	**	**	-	*
Körner-, Silo- und Grünmais	*	*	*	-	**
Körnerleguminosen					
Erbse	-	-	**	*	-
Ackerbohne	*	*	-	*	*
Öl- und Faserpflanzen					
Raps	**	-	*	*	-
Lein	*	**	-	-	**
Sonnenblume	**	**	*	-	-
Hackfrüchte					
Kartoffel	*	-	*	-	*
Zucker- und Futterrübe	**	*	**	*	*
Futterpflanzen					
Luzerne	**	**	*	**	*
Rotklee	*	*	*	**	*
Wiesen- und Weidegräser	-	*	*	-	-

** = hoher Bedarf * = mittlerer Bedarf - = niedriger Bedarf

Bor-Mangelsymptome bei Getreide

Getreide ist nach BERGMANN (1993) gegenüber B-Mangel weniger empfindlich. Bei Mangelernährung bilden die Pflanzen normal aussehende, jedoch kürzere Halme mit mehr gelbgrünen jüngeren Blättern aus. Entweder entwickeln sich keine oder nur kümmerliche, verkürzte Ähren und Rispen an Halmen mit nicht entwickelten Spitzenblättern. Kommt es zur Ährenbildung ist die Blütenbildung unterbunden bzw. sind die Blüten steril, die Körner meist taub (Schrumpfkörner). Die Ähren bleiben länger grün und haben gespreizte Spelzen. Bei nachfolgend verbesserter B-Aufnahme kann es in der Ähre zur Ausbildung von Seitenährchen kommen. Bei bereits gelb gewordenen Halmen treiben aus den unteren Knoten neue grüne, kümmerliche Halme und/oder Wurzeln aus (vgl. Abb. 1 bis 3).



Abbildung 1: links Weizenähren mit B-Mangel, rechts gesunde Ähren



Abbildung 2: Seitenähren bei Weizen infolge B-Mangel



Abbildung 3: Sekundärhalm- und Wurzelbildung am unteren Halmknoten

Erhebungsuntersuchungen zur Borversorgung von Böden und Getreide

Mit Hilfe mehrjähriger Erhebungsuntersuchungen wurde die B-Versorgung von Böden und Getreidepflanzen untersucht.

Borversorgung der Böden

Die Thüringer Ackerböden weisen eine überwiegend gute B-Versorgung auf, wie eine Erhebungsuntersuchung auf 417 repräsentativen Ackerstandorten nach der CAT-Methode in den Jahren 2004/05 zeigte (ZORN, et al., 2007b). 70 % der untersuchten Flächen sind hoch bis sehr hoch (Gehaltsklasse D/E), 25 % mittel (Gehaltsklasse C) und nur 5 % niedrig bis sehr niedrig (Gehaltsklasse A/B) mit Bor versorgt (Tab. 2).

Aus der überwiegend guten B-Versorgung der Thüringer Ackerböden sowie dem niedrigen B-Bedarf der Getreidearten lässt sich zunächst kein verbreiteter B-Düngebedarf für diese Kulturartengruppe ableiten.

Tabelle 2: Anteil an Gehaltsklassen für verfügbare B-Gehalte von 417 Nährstoffdynamik-Testflächen auf Ackerland 2005

Gehaltsklasse	Kurzdefinition	Anteil %
D/E	<u>hoher Gehalt</u> Für alle Kulturen reichen die Mikronährstoffgehalte im Boden für hohe Erträge aus. Düngung ist in der Regel nicht erforderlich.	70
C	<u>mittlerer Gehalt</u> Mikronährstoffdüngung nur zu mikronährstoffintensiven Kulturen, wenn die Mikronährstoffversorgung nicht bereits durch andere Faktoren gewährleistet wird (z. B. organische Düngung, pH-Korrektur)	25
A/B	<u>niedriger Gehalt</u> Bei mikronährstoffintensiven Kulturen deutlicher z. T. signifikanter Mehrertrag durch Mikronährstoffdüngung. Weniger anspruchsvolle Kulturen erfordern keine Düngung.	5

Borernährungszustand von Winterweizen 2007 und 2008

Die Probenahme erfolgte auf Weizenschlägen der Landwirte im BBCH-Stadium 39 bis 45. Zur Analytik wurden die Pflanzen jeweils in die obere und untere Pflanzenhälfte getrennt, um Informationen über die B-Dynamik in der Pflanze zu erhalten.

Das Jahr 2007 war durch ein sehr trockenes Frühjahr gekennzeichnet. Nennenswerte Niederschläge fielen erst ab Anfang Mai. Die Niederschläge waren im April 2008 überdurchschnittlich hoch. Daran schloss sich ein trockener Mai an. Die Erhebungsuntersuchung umfasste 36 bzw. 50 Praxisflächen der Landwirte.

Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Ergebnisse für den B- und Ca-Gehalt. Die Ca-Gehalte in den Pflanzenteilen werden als Vergleich herangezogen, da bei beiden Nährstoffen der Transport innerhalb der Pflanze fast ausschließlich im Xylem geschieht (BERGMANN, 1993). Höhere B- und Ca-Gehalte in der unteren Pflanzenhälfte im Vergleich zur oberen Hälfte können einen Indikator für eine zumindest temporäre niedrige Versorgung der jüngeren Pflanzenorgane darstellen.

Tabelle 3: Mittlerer B- und Ca-Gehalt von Winterweizenpflanzen im Jahr 2007 (BBCH-Stadium 39 bis 45, n = 36)

Pflanzenteil	B mg/kg TM	Ca % TM
obere Pflanzenhälfte	3,2 (2,2 bis 4,2)	0,16 (0,08 bis 0,30)
untere Pflanzenhälfte	5,9 (3,1 bis 8,5)	0,36 (0,22 bis 0,59)
Gesamtpflanze	4,5 (2,8 bis 7,5)	0,26 (0,17 bis 0,36)

Im Frühjahr 2007 mit anhaltender Trockenheit bis Anfang Mai betrug der mittlere B-Gehalt der oberen Pflanzenhälfte 3,2 mg B/kg TM bei einer Spannweite von 2,2 bis 4,2 mg B/kg TM. In Mittel der unteren Pflanzenhälfte lag ein deutlich höherer B-Gehalt vor. Die Ca-Gehalte verhalten sich ähnlich (5,9 mg B/kg TM). Dieses Ergebnis deutet auf eine zumindest temporäre Reduzierung der B-Aufnahme durch die Weizenpflanzen hin. Die Pflanzenanalysen im Frühjahr 2008 mit überwiegend ausreichender Wasserversorgung des Winterweizens weisen eine entgegengesetzte Verteilung der B-Gehalte innerhalb der Pflanze aus (Tab. 3). Der mittlere B-Gehalt in der oberen Pflanzenhälfte war mit 4,1 mg B/kg TM annähernd doppelt so hoch wie in der unteren Pflanzenhälfte (Mittel: 2,1 mg B/kg TM). Offensichtlich galten gute Bedingungen für den B-Transport in die jüngeren Pflanzenteile. Der mittlere B-Gehalt im Spross lag deutlich unter dem Mittelwert der Stichprobe im Jahr 2007.

Tabelle 4: Mittlerer B- und Ca-Gehalt von Winterweizenpflanzen im Jahr 2008 (BBCH-Stadium 39 bis 45, n = 50)

Pflanzenteil	B mg/kg TM	Ca % TM
obere Pflanzenhälfte	4,1 (2,3 bis 15,9)	0,32 (0,17 bis 0,53)
untere Pflanzenhälfte	2,1 (1,0 bis 5,6)	0,27 (0,17 bis 0,53)
Gesamtpflanze	3,3 (2,1 bis 10,7)	0,30 (0,17 bis 0,53)

B-Ernährungszustand verschiedener Getreidearten 2009 bis 2011

In den Jahren 2009 bis 2011 umfassten die Erhebungsuntersuchungen verschiedene Getreidearten (Winterweizen, -gerste, -roggen, -triticale, -durum sowie Sommergerste) von Praxisflächen der Landwirte. Die Probenahme erfolgte im Stadium BBCH 32 bis 36. Analysiert wurde jeweils der gesamte Spross. Das Jahr 2009 war durch überdurchschnittliche Frühjahrsniederschläge, 2010 durch einen trockenen April und einen nassen Mai sowie 2011 durch unterdurchschnittliche Frühjahrsniederschläge gekennzeichnet. In allen drei Jahren lag eine erhebliche Spannweite der B-Gehalte in den Getreidepflanzen vor. Die überwiegende Mehrzahl wies B-Gehalte unterhalb des Richtwertes für einen B-Ernährungszustand nach BERGMANN, (1993) von 5 bis 6 mg B/kg TM auf. Jahresabhängig unterschritten bis ca. 40 % der analysierten Proben den von ZORN und MARKS (2008) vorgeschlagenen Richtwert von 2,5 bis 3 mg B/kg TM. Insgesamt ist eine große Streubreite der B-Gehalte zu verzeichnen. B-Gehalte < 2 mg B/kg TM kommen in den Jahren 2009 und 2010 häufiger vor als im Jahr 2011. Die Ergebnisse zeigen die Abbildungen 4 bis 6.

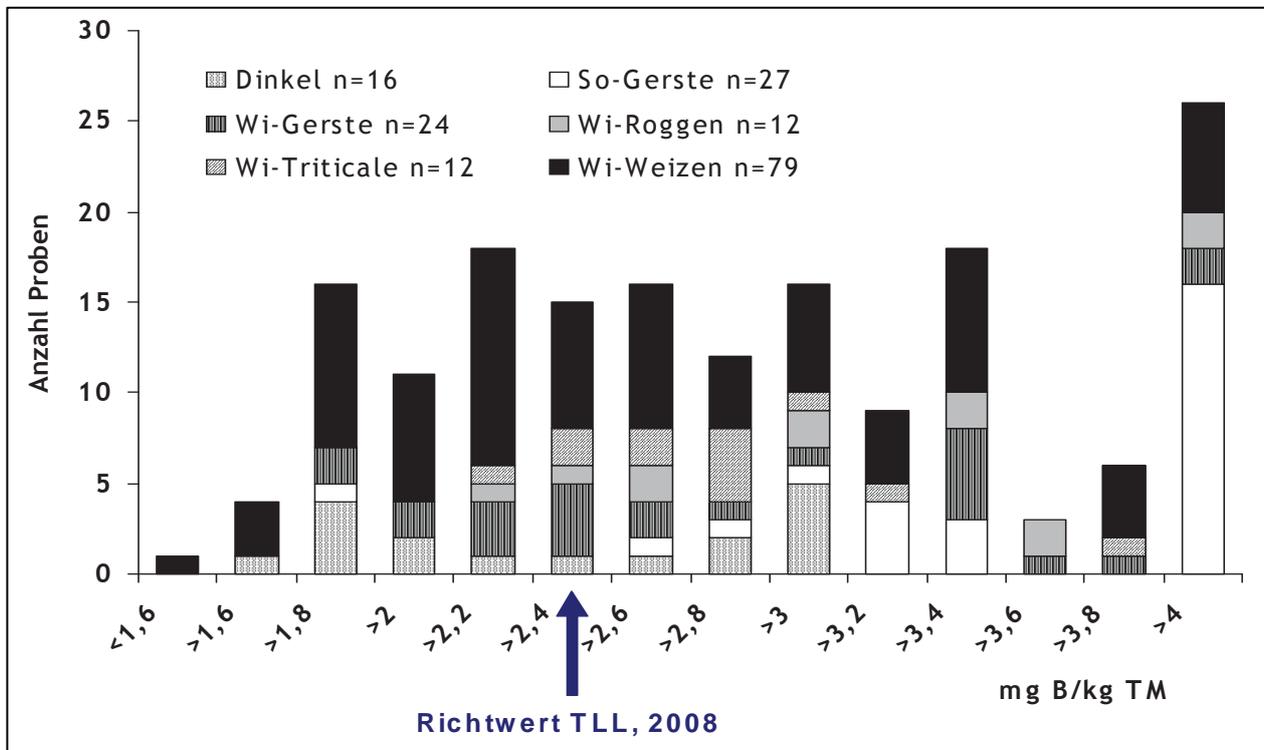


Abbildung 4: B-Gehalt im Spross verschiedener Getreidearten (BBCH 32 bis 36) im Jahr 2009

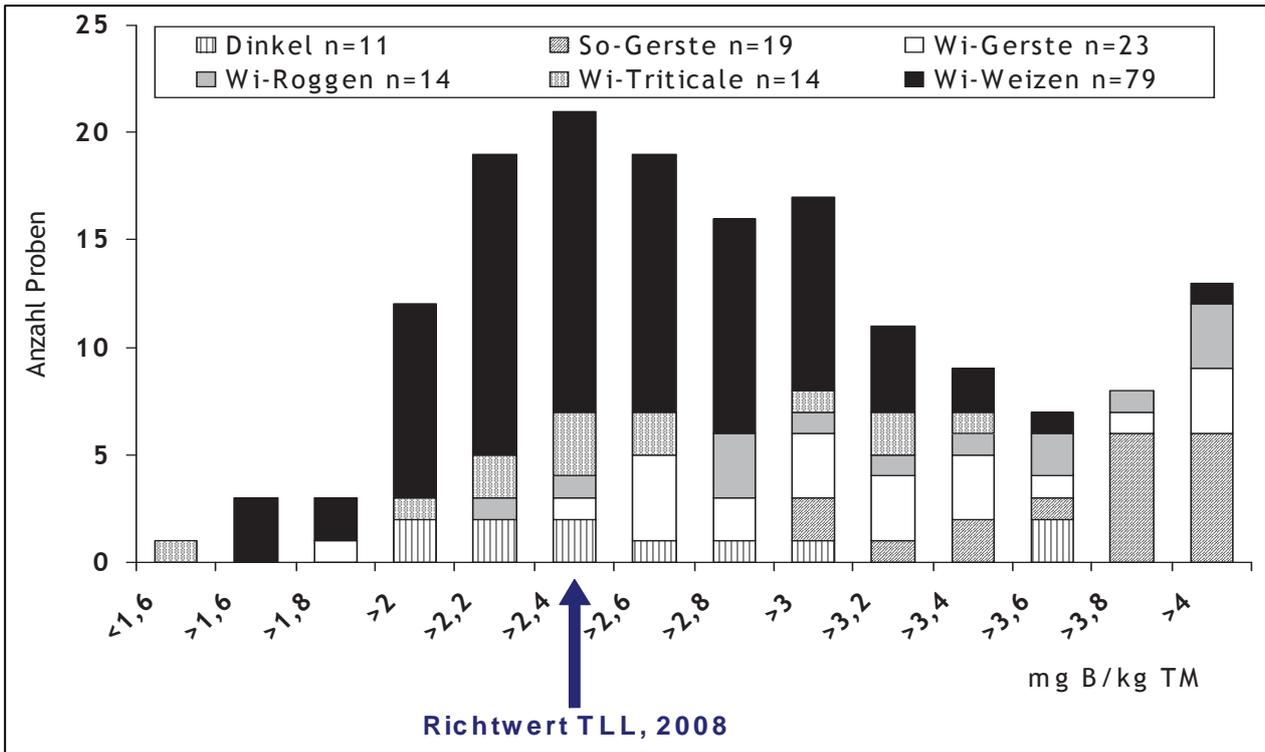


Abbildung 5: B-Gehalt im Spross verschiedener Getreidearten (BBCH 32 bis 36) im Jahr 2010

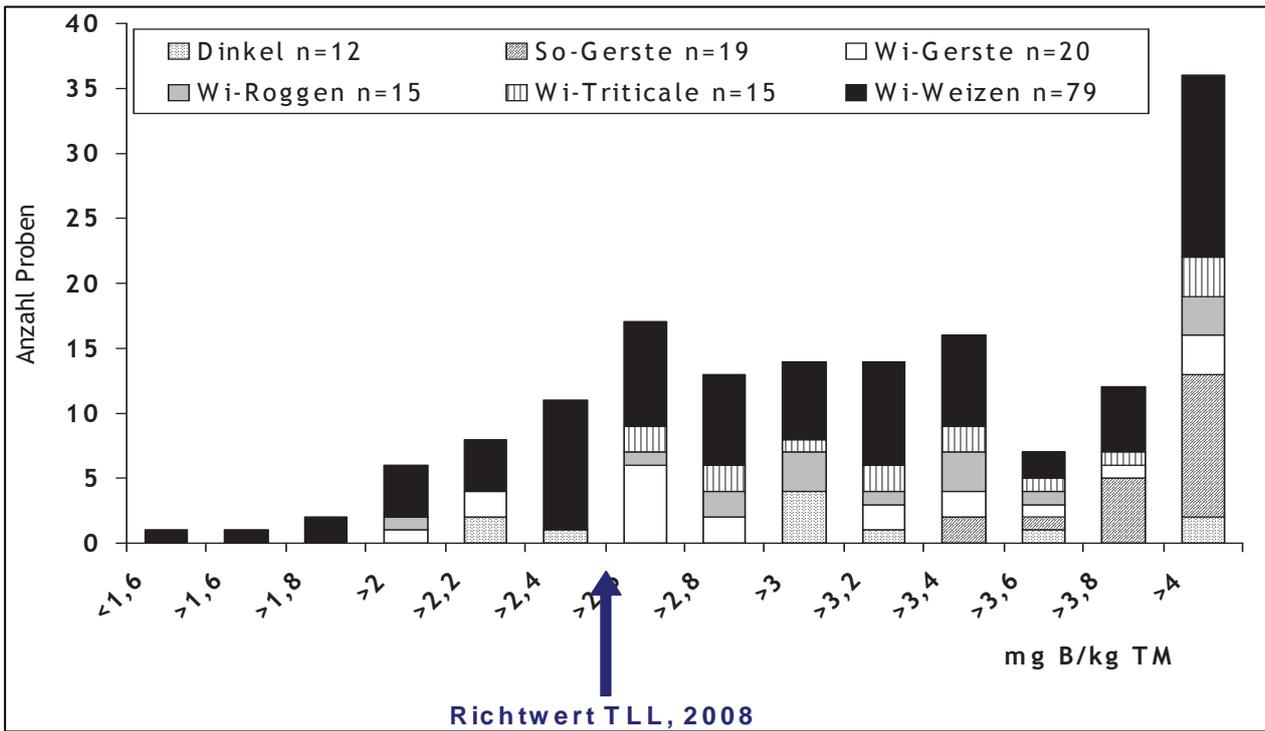


Abbildung 6: B-Gehalt im Spross verschiedener Getreidearten (BBCH 32 bis 36) im Jahr 2011

Diese Ergebnisse signalisieren weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich der Notwendigkeit einer B-Blattdüngung, insbesondere unter trockenen Standortbedingungen sowie bei analytisch ermittelten niedrigen B-Konzentrationen in der Pflanze.

Gefäßversuche zur Untersuchung der Wirkung differenzierter Wasserversorgung und Bordüngung auf den Kornertrag von Getreide

Der Gefäßversuch bietet die Möglichkeit neben der Wirkung einer Düngung zusätzlich auch den Einfluss einer differenzierten Wasserversorgung auf die Ertragsbildung unter kontrollierten Bedingungen zu untersuchen. Nachfolgend werden beispielhaft die Ergebnisse eines Mitscherlichgefäßversuches im Jahr 2007 dargestellt.

Verwendung fanden ein Schieferverwitterungsboden der Herkunft Oberweißbach (0,22 mg BCAT/kg, pH-Wert: 6,9) sowie ein Buntsandsteinverwitterungsboden der Herkunft Bad Salzungen (0,19 mg BCAT/kg, pH-Wert: 6,8). Sommerweizen der Sorte „Triso“ wurde unter differenzierter Wasserversorgung und B-Zufuhr als Na-Borat kultiviert. Weitere Angaben zur Versuchsdurchführung sowie die relativen Kornerträge zeigt Tabelle 5. Der Kornertrag des Sommerweizens korreliert in erster Linie mit der Wasserversorgung und der Dauer des Wasserstress. Die B-Düngung über Boden bzw. Blatt sowie die Kombination beider Düngungsverfahren waren nicht in der Lage, die ertrags hemmende Wirkung des Wassermangels zu kompensieren. Daraus ist zu schließen, dass unter den Versuchsbedingungen keine durch B-Düngung zu behebende B-Mangelernährung vorlag.

Tabelle 5: Kornertrag von Sommerweizen in Abhängigkeit von der Wasser- und Borversorgung (Gefäßversuch 2007, Mittel von 2 Böden)

Wasserversorgung	B-Düngung	TM-Ertrag relativ
optimal	-	100
Trockenstress*) BBCH 32 bis 45	-	85
Trockenstress*) BBCH 45 bis 59	-	81
Trockenstress*) BBCH 35 bis 59	-	75
Trockenstress*) BBCH 35 bis 59	Boden	57
Trockenstress*) BBCH 35 bis 59	Blatt ES 32	62
Trockenstress*) BBCH 35 bis 59	Boden, Blatt ES 32	59
Trockenstress*) BBCH 35 bis 59	-	58
GD ₅ % (Tukey)		6,5

*) = 30 % der maximalen Wasserkapazität

Hier nicht dargestellte Gefäßversuche mit Winterweizen und Sommergerste in den Folgejahren bestätigen die Ergebnisse des ersten Experimentes.

Feldversuche zur Untersuchung der Wirkung einer B-Blattdüngung auf den Kornertrag von Getreide 2000 bis 2010

Auf verschiedenen Standorten des Thüringer Feldversuchswesens wurde die Wirkung einer B-Blattdüngung auf den Kornertrag von Getreide untersucht. Mit Ausnahme eines Standortes mit B-Gehaltsklasse A bis C (Bad Salzungen) waren die Böden überwiegend hoch und zum Teil mittel mit Bor versorgt. Die B-Blattdüngung im BBCH-Stadium 31 bis 32 erfolgte bis 2005 mit 0,4 kg B als Na-Borat sowie ab 2006 mittels

handelsüblicher formulierter Blattdünger, wobei die Aufwandmengen nach den Herstellerangaben bemessen wurden.

Die Versuche gliedern sich in zwei Serien:

Serie 1: statische Feldversuche (Fruchtfolge) auf drei Standorten mit jährlicher Blattdüngung von B, Cu, Mn, Mo, Zn ab 2000

Standorte: Bad Salzungen (Braunerde)
Großenstein (Lössparabraunerde)
Burkersdorf (Braunerde-Staugley)

Serie 2: einjährige Feldversuche mit Mikronährstoffblattdüngung zu Winterweizen auf jährlich vier bis fünf Standorten 2008 bis 2009

Standorte: Dornburg (Lössparabraunerde)
Friemar (Lössschwarzerde)
Haufeld (Muschelkalkrendzina)
Heßberg (Alluvialer Ton)
Kirchenengel (Lössparabraunerde)

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfolgte bestmöglich. Fungizide Nebenwirkungen der B-Blattdüngung können daher weitgehend ausgeschlossen werden. Kurz vor der B-Applikation erfolgte begleitend die Untersuchung der Pflanzen (gesamter Spross) auf den Ernährungszustand einschließlich Bor. Der Vergleich der B-Gehalte der Pflanzen mit der Ertragswirkung der B-Blattdüngung dient neben der Überprüfung der Eignung der B-Planzanalyse zur Steuerung der B-Düngung auch der Ableitung von Richtwerten für den ausreichenden Ernährungszustand. Abbildung 7 zeigt die Ertragswirkung einer B-Blattdüngung zu Getreide in 29 Feldversuchen in Abhängigkeit von der Konzentration im Spross. Die B-Gehalte im Spross schwankten zwischen 1,67 und 8,0 mg B/kg TM, die Ertragsänderungen zwischen minus 2,7 und plus 3,6 dt/ha. Sowohl die Ertragsdifferenzen zur Kontrolle ohne B-Düngung waren in keinem Versuch als auch die Beziehung zwischen B-Gehalt zu BBCH 31 bis 32 und der Ertragsänderung signifikant.

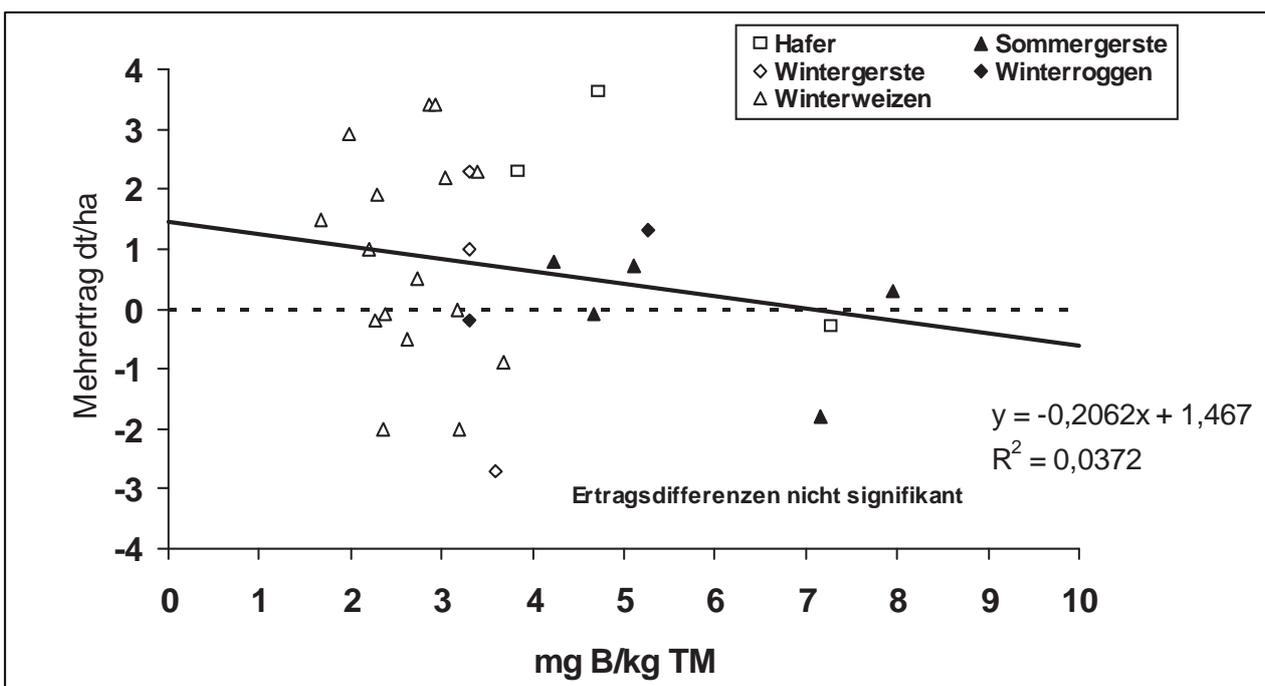


Abbildung 7: Mehrertrag durch B-Blattdüngung in Abhängigkeit vom B-Gehalt im Spross zu BBCH 31-32 (29 Feldversuche)

Dieses Ergebnis bestätigt zunächst den geringen B-Bedarf der Getreidearten unter Thüringer Bedingungen. Auch bei B-Gehalten von ca. 2 kg B/kg TM führte die B-Düngung zu keinen signifikanten Mehrerträgen. Deshalb ist im Rahmen üblicher Düngungskonzepte eine B-Blattdüngung zu Schossbeginn nicht erforderlich. Die präzise Ableitung eines Ertragsrichtwertes für B-Gehalte in den Pflanzen zu Schossbeginn war aufgrund der fehlenden Düngewirkung nicht möglich. Selbst bei B-Gehalten von 2 bis 3 mg B/kg TM scheint kein signifikanter B-Mangel vorzuliegen.

Im statischen Mikronährstoffdüngungsversuch Bad Salzungen mit jährlicher B-Düngung ist die B-Versorgung des Bodens bis in den hohen Versorgungsbereich (Gehaltsklasse E/D) angestiegen. Bei weiterer B-Zufuhr auf diesen Parzellen können Ertragsminderungen bei B-empfindlichen Kulturen (z. B. Gerste) zukünftig nicht ausgeschlossen werden. Auch aus diesem Grund sollte eine regelmäßige B-Blattdüngung nicht erfolgen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Unter den Thüringer Standortbedingungen mit überwiegend guter B-Versorgung der Böden schwankten die B-Gehalte im Spross verschiedener Getreidearten während der Schossphase zwischen ca. 1,5 und ca. 10 mg B/kg TM. In mehreren Gefäßversuchen mit differenzierter Wasserversorgung und B-Düngung wurde der Kornertrag von Weizen und Gerste ausschließlich durch das Wasserangebot, jedoch nicht durch die B-Zufuhr beeinflusst. Temporärer Wasserstress hat demnach keine B-Mangelernährung bei diesen Kulturen ausgelöst. In 29 Feldversuchen hatte die B-Blattdüngung zu ES 31/32 auch bei B-Gehalten im Spross unter 2,0 mg B/kg TM keine signifikanten Mehrerträge zur Folge. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird zurzeit keine B-Düngung zu Getreide empfohlen. Unter Berücksichtigung des prognostizierten Klimawandels sind langfristig weitere Untersuchungen zum B-Düngebedarf von Getreide, zum optimalen Zeitpunkt der B-Blattdüngung sowie zur Blattdüngerzusammensetzung und -formulierung erforderlich.

Literatur

BERGMANN, W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav-Fischer-Verlag Jena-Stuttgart

GOLDBACH, H. (2006): „Ist der Borbedarf abhängig vom Klima?“ Vortrag, 14. Tagung Arbeitskreis Blattdüngung: Grundlagen, Beratung und Praxis, 12. Oktober 2006, Universität Würzburg

ZORN, W.; MARKS, G.; HEß, H.; BERGMANN, W. (2007a): Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Elsevier, München

ZORN, W.; WAGNER, S.; SCHRÖTER, H. (2007b): Mikronährstoffversorgung Thüringer Böden und Pflanzen. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 63, S. 719-727, Kongressband 2007 Göttingen, VDLUFA-Verlag, Darmstadt

ZORN, W.; MARKS, G. (2008): Mikronährstoffdüngung im Ackerbau Thüringens. Jena: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2008

Der Maiszünsler - Ein überschätzter Schädling?

Katrin Gößner (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

In der Maisproduktion ist der Maiszünsler seit geraumer Zeit der wichtigste Schaderreger.

Dieser gelblich-bräunliche Schmetterling mit einer Flügelspannweite von 25 bis 30 mm gehört zu den Ährenwicklern. Es werden zwar auch andere Pflanzen wie Hopfen, Bohnen, Kartoffel, Hirse, Sonnenblume u. a. Wildpflanzen befallen, jedoch ist Mais die wichtigste Wirtspflanze dieses Schaderregers. Die überwinternden Raupen verpuppen sich im Mai in den auf den Feldern verbliebenen Maisstoppeln. Ab Anfang/Mitte Juni fliegen die Falter in die Maisbestände und die Weibchen legen auf der Unterseite der Blätter ihre Eier ab. Ein Eigelege besteht aus 10 bis 40 Eiern, aus denen nach ca. 10 Tagen die Larven schlüpfen, die sich nach kurzer Zeit in den Stängel einbohren. Die Schädigung erfolgt durch den Bohrfraß der Larven im Stängel und im Kolben. Die gelben bis gelbbraunen Raupen durchlaufen mehrere Larvenstadien und können bis zur Verpuppung eine Länge bis zu 30 mm erreichen. Im Laufe der Vegetationsperiode fressen sich die Larven von oben nach unten bis in den Stängelgrund. Ab August werden im Pflanzenbestand umgeknickte Fahnen und Bohrlöcher im Stängel auffällig, durch die Bohrmehl und Kot herausquellen. Durch die Fraßgänge im Stängel erfolgt die Beeinträchtigung des Stofftransportes zum Kolben und eine verringerte Ertragsleistung ist die Folge. Der Fraßschaden am Kolben ist bei Silomais zumeist von untergeordneter Bedeutung führt jedoch beim Körnermais zu einer Verminderung des Kornertrages. Die größte Schädigung entsteht beim Stängelbruch unterhalb der Kolben, da die abgebrochenen Stängel, je nach Grad der Schädigung nur teilweise bei der Beerntung mit erfasst werden. Eine Zunahme der durch Fusarium-Arten verursachten Stängelfäulen und ein verstärktes Auftreten von Maisbeulenbrand können die Folge sein. Die Auswirkungen auf den Ertrag liegen abhängig vom Zeitpunkt und Stärke des Befalls sowie vom Anteil der Pflanzen mit Stängelbruch ober- und unterhalb des Kolbens. Zu berücksichtigen sind auch die negativen Effekte auf die Qualität der Ernteprodukte und die Silierbarkeit.

Es ist jedoch schwierig einen konkreten Ertragsverlust zu benennen, da eigene Versuchsergebnisse nicht vorliegen. Der Literatur kann bei Körnermais die Angabe eines Ertragsverlustes von 10 bis 20 dt/ha (Hoffmann, Schmutterer; 1999) bei Starkbefall entnommen werden und an anderer Stelle kommt zur Erwähnung, dass bei 10 bis 15 % Befall im Silomais mit einem Defizit von ca. 7 dt/ha (AMW Nützlinge GmbH, 2008) Trockenmasse zu rechnen ist. Nach derzeitigem Kenntnisstand wird eine Bekämpfung empfohlen, wenn 5 bis 10 Eigelege bzw. Primärfraßsymptome pro 100 Maispflanzen gibt.

Seit dem Erstauftreten des Maiszünslers in Thüringen im Jahr 1995 ist ein kontinuierlicher Anstieg des Auftretens durch diesen Schaderreger zu verzeichnen. Jährliche Einschätzungen des Pflanzenschutzdienstes weisen einen Befall auf mittlerweile über 90 % der Maisanbaufläche aus. Gestützt werden diese Angaben durch exakt durchgeführte Bonituren, bei denen jeweils 100 Pflanzen pro Schlag auf Symptome kontrolliert wer-

den. Die nachfolgende Übersicht verdeutlicht, dass neben der Zunahme der Befallsfläche auch der Anteil der Flächen mit mittlerem und starkem zu ungunsten eines schwachen Befalls angestiegen ist.

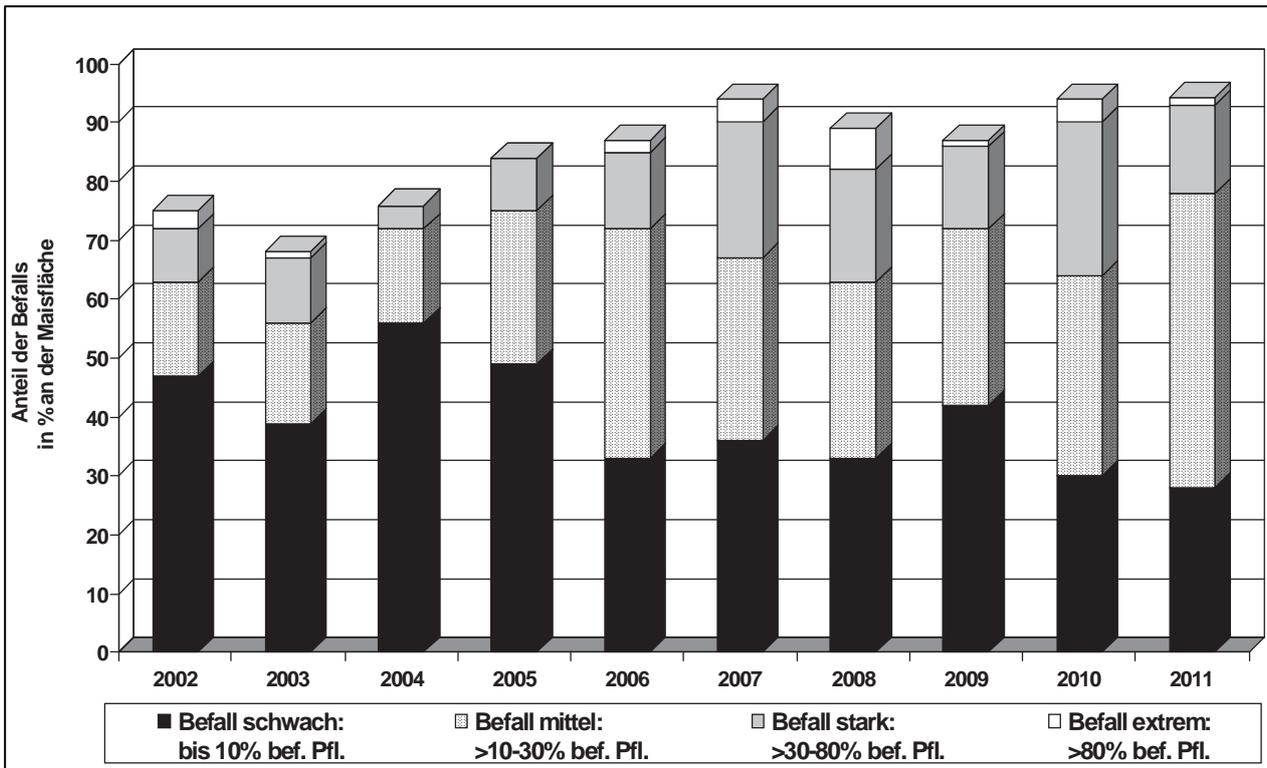


Abbildung: Entwicklung des Befalls durch Maiszünsler in Thüringen 2002 bis 2011 (Einschätzung des Pflanzenschutzdienstes)

Dieses hohe Schadausmaß lässt eigentlich eine intensive Bekämpfung des Maiszünslers vermuten. Dem ist aber nicht so. Von den Landwirten wird der Befall durch diesen Schädling zum Großteil immer noch toleriert.

Zur Überwachung des Maiszünslers steht eine Reihe von Möglichkeiten zur Verfügung. Mit Hilfe von Stoppeldepots oder Schlupfkäfigen ist die Bestimmung genauen Termins des Falterschlupfes aus den Maisstopplern möglich. Aber auch mit Prognosemodellen lässt sich der Flugbeginn recht sicher voraussagen und der Flugverlauf der Falter kann mittels Lichtfallen überwacht werden. Der Pflanzenschutzdienst in Thüringen betreut jedes Jahr einige Lichtfallen. Die Beobachtungsdaten stehen in der Saison unter www.isip.de im passwortgeschützten Bereich zum download zur Verfügung. Dort liegen auch Informationen zum Entwicklungsverlauf des Maiszünslers hinsichtlich der Eiablage und Schlupf der Larven an diesen Standorten vor.

Eine Bekämpfung kann durch biologische, chemische und mechanische Maßnahmen erfolgen. Für eine biologische Bekämpfung werden Schlupfwespen (*Trichogramma brassicae*) durch das Aufhängen von Rähmchen bzw. Verteilen von Kapseln in den Pflanzenbestand eingesetzt. Die Schlupfwespen parasitieren die Eier des Maiszünslers, in denen sie sich bis zum flugfähigen Vollinsekt entwickeln und dabei ihre Wirte abtöten. Wichtig für den Bekämpfungserfolg ist der Zeitpunkt des Einsatzes zu Beginn des Falterfluges. In Gebieten mit einem höheren Befall und besonders bei verzetteltem Flug der Maiszünsler hat sich der Einsatz der Schlupfwespen nicht bewährt. Dieses arbeitsintensive Verfahren hat in der Landwirtschaft Ostdeutschlands mit den zumeist großen Schlageinheiten keine Bedeutung. Da die Anwendung sehr teuer ist, findet sie bundesweit auch nur bei entsprechender Förderung eine gewisse Akzeptanz.

Eine chemische Bekämpfung wird in Thüringen im Mittel der Jahre nur auf etwa 5 % der Maisanbaufläche durchgeführt. Der Einsatz eines Insektizids ist zum Zeitpunkt des Larvenschlupfes, bevor sich die Raupen in den Stängel einbohren, am effektivsten. Kontrollen der Eigelege der Falter in den Maisbeständen zur Ermittlung des Schlupftermins der Larven ermöglichen die Bestimmung des optimalen Bekämpfungstermins. In der Mehrzahl der Jahre ist dieser Termin Mitte/Ende Juli erreicht. Der Mais hat zu diesem Zeitpunkt bei optimalen Entwicklungsbedingungen eine Bestandeshöhe von fast zwei Metern. Dieser Fakt hält viele Landwirte von der Durchführung einer Insektizidapplikation ab. Mit einem normalen Schlepper können Maisbestände nur bis zu einer Höhe von 120 bis max. 150 cm überfahren werden. Deshalb empfiehlt es sich, zur Minimierung von Durchfahrtsverlusten bei Applikation eines Insektizids, einen Selbstfahrer bzw. Stelzenschlepper einzusetzen. Zur Bekämpfung sind derzeit Steward mit 125 g/ha und Gladiator mit 0,6 l/ha zugelassen. Die Mittelkosten dieser Insektizide betragen 34 bzw. 57 €/ha.

In diesem Jahr wurde in Thüringen an zwei Standorten ein Insektizidversuch unter Praxisbedingungen zur Bekämpfung des Maiszünslers durchgeführt. Neben den beiden zugelassenen Präparaten standen Coragen und Fastac Neu zur Prüfung an.

Tabelle: Insektizidversuch zur Bekämpfung des Maiszünslers unter Praxisbedingungen, Mittelwerte aus zwei Versuchen in Thüringen
 Applikation: 07.07. bzw. 11.07.2011 nach Erreichen des Flughöhepunktes am Standort
 Bonitur zur Milchreife Mitte September

Nr.	Präparat	AWM g bzw. ml/ha	Bonitur nach Fraßsymptomen			Bonitur nach Larven		
			BH %	BS Symp./Pfl.	WG %	BH %	BS Larv./Pfl.	WG %
1	Kontrolle		60,6	1,14		23,1	0,25	
2	Steward	125	10,0	0,17	85,2	4,4	0,04	82,5
3	Coragen	125	3,8	0,04	96,2	1,9	0,01	97,5
4	Gladiator	600	6,9	0,09	92,3	3,1	0,02	92,5
5	Fastac Neu	300	3,8	0,06	95,1	1,3	0,01	95,0

BH: Befallshäufigkeit BS: Befallsstärke WG: Wirkungsgrad nach Abbott

Die sehr aufwändige Bonitur zurzeit der Milchreife erforderte die Erfassung der Schädigung nach Fraßsymptomen, Larven und Bruch der Pflanzen am Stängel unterhalb

und oberhalb sowie im Kolben. Dabei war auffällig, dass in der unbehandelten Kontrolle bei dem überwiegenden Teil der Pflanzen Schadsymptome (über 60 %) ermittelt wurden, jedoch nur bei etwa 23 % der Pflanzen noch Larven zu finden waren. Das zeigt, dass die Larven im Verlauf ihrer Entwicklung nicht nur in einer Pflanze verbleiben, sondern auf Nachbarpflanzen wandern und auch diese schädigen können. Noch deutlicher wird dieser Fakt bei der Ermittlung der Befallsstärke, da jede Larve mehrere Fraßsymptome hinterlässt (zumeist mehrere Bohrlöcher). Pflanzenbruch lag in der Kontrolle bei jeder 4. Pflanze vor, zu gleichen Teilen unterhalb und oberhalb des Kolbens (Fahne). Kolbenbruch war bei diesem Versuch nicht aufgetreten. Die Larven dagegen wurden zu 95 % im unteren Teil des Stängels ermittelt. Lediglich 2,5 % der Larven waren im Stängel oberhalb bzw. im Kolben zu finden. Die Wirkung aller Insektizide ist mit gut bis sehr gut einzuschätzen. Bis auf das Vergleichsmittel Steward erreichten alle Präparate einen mittleren Wirkungsgrad von über 90 %. Dies ist unter anderem auf die längere Wirkdauer der neuen Mittel zurück zu führen. Entscheidend für eine hohe Wirksamkeit der insektiziden Maßnahme ist die Bestimmung des optimalen Bekämpfungstermins. Des Weiteren muss der insektizide Schutz für eine längere Zeitspanne aufrechterhalten werden, da der Flug der Falter und deren Eiablage oft über einige Wochen anhält.

In Abhängigkeit der Intensität lässt sich ein hoher Bekämpfungseffekt auch mit mechanischen Maßnahmen erreichen. Wie im Versuch festgestellt wurde, halten sich die Larven des Maiszünslers zum Zeitpunkt der Ernte im unteren Stängelbereich auf. So reduziert ein tiefer Schnitt zur Maisernte die Anzahl der überwinternden Raupen in den basalen Teilen der Maispflanze erheblich. Das Häckseln der Maisstoppeln auf max. 10 cm Stücke mit geeigneten Maschinen tötet den Großteil der in den Pflanzenresten verbliebenen Larven ab. Das anschließende Unterpflügen der Erntereste muss tief genug (ca. 25 cm) erfolgen, denn die Larven können sich nur in Maisrückständen verpuppen, die an der Erdoberfläche bzw. in unmittelbarer Nähe zur Oberfläche liegen. Bei konsequenter Durchführung aller genannten Maßnahmen ist eine Reduzierung des Ausgangspotenzials für das Folgejahr bis zu 99 % möglich. Einzelmaßnahmen erbringen nur eine Wirksamkeit von etwa 60 %. Entscheidend für einen hohen Bekämpfungserfolg ist, dass diese mechanischen Maßnahmen innerhalb eines großen Flächenareals erfolgen, um den Zuflug der Falter von Nachbarflächen zu unterbinden. Abstimmungen zwischen den Landwirten einer Region gelten dafür als unerlässlich.

Fazit

Beim Maiszünsler handelt es sich eher um einen in der landwirtschaftlichen Praxis „unterschätzten“ Schaderreger. Der Befall hat sich in Thüringen mittlerweile auf über 90 % der Anbaufläche ausgebreitet, wobei die Befallsstärke jährlichen Schwankungen unterliegt. Die Schädigung erfolgt durch den Bohrfraß der Larven im Stängel und im Kolben, was zum Abknicken von Pflanzenteilen führen kann. Zur Überwachung des Schädlings können Stoppeldepots, Prognosemodelle und Lichtfallen genutzt werden. Der Pflanzenschutzdienst stellt über den Warndienst (Pflanzenbaufax, ISIP) Informationen zum Auftreten des Maiszünslers bereit. Um den optimalen Zeitpunkt für eine chemische Bekämpfung zu bestimmen, ist die Kontrolle von Eigelegten unumgänglich. Bei Versu-

chen unter Praxisbedingungen konnte in diesem Jahr ein Wirkungsgrad von 80 bis 95 % durch den Einsatz der Insektizide erreicht werden. Mit der zu erwartenden Zulassung von Coragen stehen zukünftig drei Insektizide mit unterschiedlichen Wirkmechanismen zur Verfügung. Durch den Einsatz mechanischer Maßnahmen nach der Ernte von Mais lässt sich eine ähnlich gute Wirkung realisieren. Der Effekt kommt jedoch erst im Folgejahr und bei konsequenter Durchführung von tiefem Schnitt bei der Ernte, Häckseln und tiefem Unterpflügen der Maisstoppeln innerhalb eines großen Flächenareals zum Tragen.

Literatur

HOFFMANN, G. M.; SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, S. 271-275

AMW Nützlinge GmbH (2008): Prospekt: Die TrichoKarte Mais - zur biologischen Bekämpfung des Maiszünslers

Rückblick 20 Jahre Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung Pfiffelbach

Dr. Wilfried Zorn und Reinhard Götz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Düngung

Vor der politischen Wende dienten die Düngungstagungen in den Bezirken der damaligen DDR zur Überleitung aktueller Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Pflanzenernährung und Düngung in die landwirtschaftliche Praxis. Organisator der jährlichen Tagungen war der Bereich Agrochemische Untersuchung und Beratung (ACUB) im Institut für Pflanzenernährung (IPE) Jena. Die Verfasser dieses Beitrages können sich an das große Interesse der Landwirte an den Düngungstagungen zum Beispiel für den Bezirk Gera in Miesitz erinnern.

Die Neugründung des Freistaates Thüringen im Jahr 1990, die organisatorischen Veränderungen im Bereich der angewandten Forschung und der Düngungsberatung (Abwicklung des Institutes für Pflanzenernährung und Ökotoxikologie Jena, Integration des ACUB und Teilen des Bereiches Forschung des Instituts für Pflanzenernährung in die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Thüringen) erforderten eine Neuorientierung bei der Durchführung von Informationsveranstaltungen zur Düngung für die Landwirte.

Es ist bleibender Verdienst von Dr. Manfred Kerschberger und Prof. Dr. Ortwin Krause mit der 1. Thüringer Düngungstagung am 25.11.1992 die Veranstaltungsreihe der heutigen Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) mit den größten Teilnehmerzahlen ins Leben gerufen zu haben und zugleich Ansporn, auch in Zukunft eine Tagung mit interessanten Beiträgen zu organisieren.

Veranstaltungsort der Düngungstagung war in den Jahren 1992 bis 1995 der Gasthof „Weintraube“ in Jena-Zwätzen. Steigende Teilnehmerzahlen erforderten ab 1996 einen größeren Saal zur Durchführung der Tagung, der im Kultur- und Kongresshotel Pfiffelbach gefunden wurde und gute Rahmenbedingungen bietet. Von den ersten zwei Tagungen ist noch kein Tagungsbericht oder -band erschienen. Ab der 3. bis zur 5. Tagung (1994 bis 1996) dokumentieren Tagungsberichte die Vorträge. Ab der 6. Tagung wurde jeweils ein Tagungsband innerhalb der Schriftenreihe der TLL herausgegeben.

Zur 10. Düngungstagung im Jahr 2001 konnten wir Minister Dr. Volker Sklenar begrüßen und seinem Grußwort folgen.

Im Mittelpunkt der ersten drei Tagungen standen ausschließlich fachliche Themen aus dem Bereich der angewandten Pflanzenernährung und Düngung.

Beginnend mit den Diskussionen im Vorfeld der ersten Düngeverordnung von 1996 wurden die Landwirte ab 1995 regelmäßig über neue düngemittelrechtliche Regelungen sowie auch über deren Umsetzung in Thüringen informiert. Referenten waren 8 x Egbert Hammernick von unserem Ministerium (TMLNU bzw. TMLFUN), 3 x Georg Embert vom Bundesministerium (BMVEL bzw. BMELV), 2 x Peter Ritschel (Präsident der TLL bzw. Abteilungsleiter im TMLFUN) sowie 1 x Dr. Falko Holz (Landesanstalt für

Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt Bernburg) als Mitglied des wissenschaftlichen Beirats für Düngungsfragen beim Bundesministerium. Ein Blick in die Tagungsberichte und -bände verdeutlicht die Dynamik bei der Einführung und Weiterentwicklung der „Guten fachlichen Praxis“ beim Düngen, die eine ständige Informationsaufnahme durch die Landwirte erfordert und sicher auch noch nicht abgeschlossen ist.

Wichtige Beiträge der Tagungen beinhalteten Grundlagen und Hilfsmittel für die N-Düngebedarfsermittlung. Dr. Johannes Heyn (Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Kassel) referierte 1994 über die Grundlagen des hessischen Stickstoff-Bedarfs-Analyse-Systems (SBA), das die LUFA Thüringen Anfang der 1990er Jahre übernommen und an die hiesigen Bedingungen angepasst hatte. Zwei Vorträge von Dr. Lothar Herold in den Jahren 1996 und 2000 beleuchteten die zunehmenden Erfahrungen mit dem N_{\min} -Gehalt im Boden zu Vegetationsbeginn. Der Referent konnte 2009 auf 18 Jahre N_{\min} -Dauertestflächen zurückblicken, die einen wichtigen Beitrag zur N-Düngeberatung in Thüringen geleistet haben und auch in Zukunft unverzichtbar sind. Im Zeitalter des Internets ist die Nutzung der Stickstoff-Bedarfsanalyse in Thüringen nun auch online im TLL-AINFO möglich, wie Dr. Volkmar König im Jahr 2009 informierte.

Die Verbindung von Bodenuntersuchung und Nährstoffbilanz war Inhalt mehrerer Vorträge. Prof. Dr. Ortwin Krause referierte 1995 über Bodenuntersuchungsergebnisse als Spiegelbild der Nährstoffbilanz. Dr. Manfred Kerschberger erläuterte 2001 die Aufgaben von Nährstoffvergleich, Nährstoffgehalt und pH-Wert des Bodens als Basis der Düngerbemessung und beleuchtete 2003 die Nährstoffbilanz als Indikator für die Bodenfruchtbarkeit. Prof. Dr. Ortwin Krause informierte 2000 über die Einstellung der agrochemischen Boden- und Pflanzenuntersuchungen in der TLL und die Übernahme der Analytik durch zugelassene private Laboratorien. Derselbe Referent blickte 2002 auf 50 Jahre Bodenuntersuchung in Ostdeutschland zurück und unterstrich ihren hohen Stellenwert für die Düngebedarfsermittlung.

Mit Inkrafttreten der Düngeverordnung von 1996 rückt die Nährstoffbilanzierung zunehmend in den Vordergrund. 1995 stellte Dr. Manfred Kerschberger Richtwerte zur Ermittlung und Bewertung von Nährstoffbilanzen nach Düngeverordnung vor. Über Ergebnisse der Nährstoffvergleiche und deren Nutzung in der Düngungspraxis berichteten er 2000 und Dr. Wilfried Zorn 2003.

Die Facetten der Teilflächenbezogene Bodenprobenahme und Düngemittelapplikation waren Inhalte von bisher vier Vorträgen. 1995 referierte Prof. Dr. Gerhard Breitschuh über Digitale Feldkarten und DGPS - ein Qualitätssprung in der Düngung sowie Prof. Dr. Ortwin Krause 1997 zur Bodenprobenahme auf Praxisschlägen und Teilschlagbezogenen Düngung. Aus Sicht der Praxis sowie eines Anbieters von Dienstleistungen schilderten 1998 Dr. Herbert Simchen (Agrargesellschaft mbH Kassow-Schwaan-Göldenitz) Erfahrungen mit der Bodenprobenahme und Düngung mit Hilfe von GPS sowie Herr Peer Leithold (AgriCon GmbH Jahna) Ergebnisse teilflächenspezifischer Düngung.

Die physiologischen Grundlagen der Ertragsbildung wurden in zwei Referaten dargestellt. Prof. Dr. Günter Schilling (vormals Universität Halle) erläuterte 2000 die Vorgänge bei der Ertragsbildung und Ableitung darauf aufbauender neuer Steuerungsmöglichkeiten und Prof. Dr. Ewald Schnug (FAL Braunschweig-Völkenrode) 2002 pflanzenphysiologische Aspekte als Grundlage der Düngerbemessung.

Die sogenannte „Andüngung“ Getreide im Frühjahr ist ein Dauerthema unter Landwirten und Beratern. Dr. Lothar Boese (Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Bernburg) ging 2001 der Frage nach, ob unterschiedlich entwickelte Wintergetreidebestände im Frühjahr differenziert mit Stickstoff angedüngt werden sollen? Auf Grundlage aktueller Thüringer Feldversuchsergebnisse berichtete Hubert Heß 2004 über die Startdüngung zu Winterweizen. Derselbe Referent fasste 2010 die aktuellen Versuchsergebnisse zur N-Düngung zu Getreide zusammen.

Unter Thüringer Standortbedingungen besitzt der Anbau von Elite- und Qualitätsweizen besondere Bedeutung. Wichtiger Bestandteil der Bestandesführung ist dabei die optimale N-Düngung. Vier Vorträge widmeten sich diesem Thema. 1995 referierte Dr. Wolfram Zerulla (BASF Agrarzentrum, Limburgerhof) über die N-Spättdüngung (Qualitätsgabe) zu Winterweizen. Auf Grundlage aktueller Ergebnisse Thüringer Feldversuche schilderten Dr. Manfred Kerschberger 2002 und Hubert Heß 2007 die optimale N-Düngung zur Erzielung hoher Rohproteingehalte bei Qualitätsweizen. Mit Ergebnissen sächsischer Feldversuche zur Bedeutung der 3. N-Gabe für Ertragsbildung und Qualität von Winterweizen wartete 2004 Dr. Erhard Albert (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig) auf.

Die Hilfsmittel zur Präzisierung der Höhe der 2. und 3. N-Gabe bei Winterweizen wurden in den letzten Jahren wesentlich weiter entwickelt. Dr. Jürgen Wollring (Hydro Agri, Dülmen) referierte 1994 über den Chlorophyllgehalt als Maßstab zur Ermittlung der 2. und 3. N-Gabe bei Winterweizen und präsentierte 2000 Ergebnisse zur Bemessung der zweiten und dritten N-Gabe zu Wintergetreide mit dem N-Sensor. Die Auswirkungen einer suboptimalen N-Düngung im Pflanzenbau sowie die N-Düngung in Wasserschutzgebieten waren Inhalte von Referaten wie Dr. Manfred Kerschberger in den Jahren 1994 und 1997. Thüringen ist traditionelles Anbaugbiet von Braugerste. Dr. Kerschberger referierte 1996 über die optimale Bodenreaktion und Nährstoffversorgung zu Braugerste sowie 1998 zur optimalen N-Düngung. Die weitere Verbesserung der Präzision der Ermittlung des N-Düngebedarfs zu Winterraps erfordert eine stärkere Berücksichtigung der durch die Pflanzen bereits aufgenommenen N-Mengen. 2010 informierte Dr. Erhard Albert über die Ergebnisse des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie zur biomasseabhängigen N-Düngung.

Nachdem lange Zeit die Schwefelernährung der Kulturen ohne gezielte S-Düngung gesichert war, traten Mitte der 1990er Jahre in Thüringen zum ersten Mal Schwefelmangelsymptome in erster Linie bei Winterraps in Erscheinung. Dr. Wilfried Zorn erläuterte 1995 die Grundsätze zur Schwefeldüngung und Dr. Axel Link (Hydro Agri, Dülmen) stellte 2001 umfangreiche Ergebnisse von Feldversuchen zur Schwefeldüngung vor.

Die organische Düngung war häufig Gegenstand von Vorträgen. Prof. Dr. Ortwin Krause referierte 1996 über rechtlich-fachliche Grundlagen für den Einsatz von Rest- und Abfallstoffen in der Pflanzenproduktion sowie 1999 über die gerade verabschiedete Bioabfallverordnung und den Einsatz von Sekundärrohstoffdüngern. Mit der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm und Kompost beschäftigte sich Dr. Volkmar König im Jahr 2003. Nach dem Verfütterungsverbot von Tiermehl drängte Fleischknochenmehl als Düngemittel auf den Markt. Hubert Schröter stellte 2005 erste Versuchsergebnisse zur Wirkung dieses Düngemittels vor und referierte 2009 über die Wirkung von Gärresten aus der Biogaserzeugung.

Versuchsergebnisse zur Nährstoffwirkung organischer Düngestoffe präsentierten 1997 Prof. Heinz Peschke (Humboldt-Universität, Berlin) und für den Schwerpunkt Freilandgemüseanbau 1998 Prof. Siegfried Müller (Fachhochschule Erfurt). Zur Tagung 1999 referierten Dr. Kerschberger über die Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger, Dr. Gerd Reinhold über verfahrenstechnische Aspekte des Wirtschaftsdüngermanagements und Prof. Hans-Christoph Scharpf (vormals Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Hannover-Ahlem) über die Mineralisierung von Stickstoff aus Bodenhumus und organischer Düngung. Bernd Prager (Rinderhof-Agrar GmbH, Seubtendorf) ergänzte 2006 mit einem Vortrag zur effektiven Güllendüngung aus der Sicht der Praxis.

Die optimale Humusversorgung stellt eine wichtige Größe der Bodenfruchtbarkeit dar. 1997 referierte Prof. Dr. Martin Körschens über den anzustrebenden Humusgehalt des Bodens und die Reproduktionsleistung organischer Dünger. 2009 legte Dr. Zorn aktuelle Ergebnisse aus Thüringen zur Humusversorgung der Böden im modernen Ackerbau vor.

Für die praktische Düngung sind der Einsatz geeigneter Düngemittelformen sowie der Vergleich von Düngungssystemen von großem Interesse. 1996 verglich Karl-Heinz Ullrich (BASF) verschiedene Düngungssysteme und Michael Fuchs (SKW Stickstoffwerke, Piesteritz) referierte über die Flüssigdüngung in der Pflanzenproduktion. Die Anwendung von Nitrifikationshemmern in landwirtschaftlichen Kulturen sowie Wirkungsweise und Einsatzspektren von N-stabilisierten Düngemitteln und deren Auswirkung auf die Umwelt bildeten 1997 und 2003 Vortragsthemen von Dr. Hartmut Wozniak bzw. Michael Fuchs (beide SKW Stickstoffwerke, Piesteritz). Über Angebot und Entwicklung neuer Mineraldüngertypen für die Feldwirtschaft berichteten 1999 Dr. Kristian Orlovius (Anwendungsberatung Kali + Salz GmbH, Kassel) und Dr. Zerulla (BASF Agrarzentrum Limburgerhof). Zur 16. Tagung 2007 stellte Dr. Gerhard Baumgärtel (Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover) aktuelle Ergebnisse von N-Formenvergleichen vor. Ein praxisrelevantes Thema präsentierten Michael Fuchs (SKW Piesteritz) 1998 und Reinhard Götz 1999 mit Vorträgen zur Anwendung von Flüssigdüngern in Kombination mit Pflanzenschutzmitteln. Erfahrungen aus der Düngeberatung stellten 1999 Prof. Karlheinz Beer (Leipzig) für Sachsen sowie Dr. Thomas Werner (Agrar- und Umweltanalytik GmbH, Jena) 2000 für Thüringen vor. Ebenfalls zur Tagung 2000 berichtete Dr. Zorn über das Auftreten von Nährstoffmangel auf Praxisfeldern in Thüringen.

Viele Landwirte in Thüringen und anderen Ackerbauregionen haben seit 1990 die mineralische P- und K-Düngung stark reduziert oder ganz unterlassen. Daraus resultiert eine teilweise dramatische Verschlechterung der P- und K-Versorgung der Böden. Insgesamt vier Vorträge widmeten sich diesem Thema. 2004 und 2007 stellte Dr. Zorn die Frage, ob ein weiteres Sparen bei der Grunddüngung möglich ist und wies auf zunehmende Ertragsminderungen bei weiter unterlassener P- und K-Düngung hin. 2006 referierte Prof. Dr. Wilhelm Römer (vormals Universität Göttingen) über die Folgen einer unterlassenen P-Düngung im Pflanzenbau. Die langjährige pfluglose Bodenbearbeitung hat bei restriktiver Grunddüngung eine ungünstige Nährstoffverteilung in verschiedenen Bodenschichten zur Folge. Dr. Zorn erläuterte 2010 die Konsequenzen aus dieser Entwicklung und stellte die platzierte P-Düngung als mögliche Reaktion darauf vor.

Das Thema Senkung der Nährstoffemissionen aus der Landwirtschaft wurde in den letzten Jahren mehrfach behandelt. Zum Erreichen der Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie sind weitere Anstrengungen durch die Landwirtschaft zu unterneh-

men. Holger Dienen (TMLNU) referierte 2006 über die Auswirkungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie auf die Thüringer Landwirtschaft. Im folgenden Jahr stellte Rolf Budnick (TMLNU) die Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffausträge aus der Landwirtschaft im neuen Förderpaket „Wasser“ im KULAP 2007 zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie dar.

Einen sehr guten Überblick über die politischen Ziele und deren Anforderungen an die Landwirtschaft zur Senkung der Stickstoffüberschüsse gab 2009 Bernhard Osterburg (von Thünen-Institut Braunschweig).

Im Interesse einer harmonischen Ernährung der Kulturpflanzen ist eine bedarfsgerechte Spurenelemente unerlässlich. 1998 erläuterte Dr. Reiner Krähmer (Universität Kiel) Aspekte der Mikronährstoffdüngung. 2006 stellte Dr. Zorn aktuelle Ergebnisse zur Mikronährstoffversorgung von Thüringer Böden und Pflanzen vor und leitete Empfehlungen zur Düngung ab. 2005 nahm er unter den damaligen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine ökonomische Bewertung der mineralischen Düngung aus aktueller Sicht vor. Die Tagung 2008 war durch den dramatischen Anstieg der Preise für mineralische Düngemittel und die Suche nach Anpassungsmöglichkeiten im Ackerbau geprägt. Dr. Hagen Trott vom Industrieverband Agrar in Frankfurt/Main beleuchtete die aktuelle Entwicklung auf den Düngemittelmärkten hinsichtlich Preisentwicklung und Düngemittelverfügbarkeit. Dr. Jörg Pößnek (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Leipzig) erläuterte die Möglichkeiten der Teilschlagbewirtschaftung im Ackerbau zur Optimierung der mineralischen Düngung. Auch zwei Vorträge aus der TLL stellten Optionen für die Anpassungsreaktionen an gestiegene Düngemittelpreise vor, Dr. Zorn für die mineralische sowie Hubert Schröter für die organische Düngung.

Folgende Vorträge aus weiteren Themengebieten rundeten die jährlichen Tagungen ab:

- Natriumdüngung auf dem Grünland: Dr. Klaus-Wolfgang Michalcyk (KEMIRA Deutschland GmbH Hannover, 1994)
- Höhe und Qualität der Thüringer Raps- und Getreideernte des Jahres 1994: Prof. Dr. Ortwin Krause (1994)
- Qualitätsuntersuchungen in Thüringer Ernteprodukten: Dr. Wilfried Zorn (1997)
- Düngemittelverkehrskontrolle in Thüringen: Dr. Bernhardt Meixner (1998)
- Nutzung moderner Kommunikationsmittel zur Vermittlung von Beratungswissen an die Praxis: Prof. Dr. Ortwin Krause (2001)
- Technologische Aspekte der festen und flüssigen Düngung: Dr. Johann Rumpler (Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Bernburg, 2001)
- Schutz von Boden und Wasser durch Vorsorge gegen Erosion: Dr. Peter Gullich (2004)
- Tendenzen der Klimaveränderung in Thüringen: Dr. Reinhard Günther (2005)
- Nachhaltige Düngung und Anbau von Energiepflanzen: Prof. Dr. Gerhard Breitschuh (2006);
- Fröhsaaten im Winterweizen - Chancen und Risiken: Dr. Martin Farack (2007)
- Wirkung von Bodenhilfsstoffen und Pflanzenhilfsmitteln im Ackerbau: Ullrich Hege (vormals Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Freising, 2010)

Pflanzenschutz

Bis zum Jahr 2000 wurden zur Tagung in Pfiffelbach ausschließlich Themen der Düngung und Pflanzenernährung besprochen. Zur Weiterentwicklung der Veranstaltung regte der damalige Leiter, Dr. Manfred Kerschberger, der Abteilung Pflanzenproduktion an, den Themenbereich auf das Gebiet Pflanzenschutz auszuweiten. Infolge dessen trat Reinhard Götz 2001 erstmals mit einem Vortrag zu Rückständen von Herbizidwirkstoffen in Gewässern auf. Da die bisherige Düngungstagung vorrangig von Fachkollegen aus der Düngung besucht wurde, blieb zunächst die Reaktion des Publikums zu dem neuen Vortragsthema abzuwarten. In Auswertung der Tagung von 2001 zeigte sich jedoch, dass die Einbeziehung des Pflanzenschutzes eine positive Resonanz bei den Teilnehmern fand. Im Jahr 2002 war dann der Pflanzenschutz mit zwei Fachvorträgen zu neuen gesetzlichen Regelungen und zu Fragen der Anwendung von Fungiziden in Getreide (Reinhard Götz, Johann Frahm) vertreten. Auch diese Vorträge stießen auf Interesse der Teilnehmer der Tagung, da viele Vertreter aus der Praxis sowohl für Düngung als auch für Pflanzenschutz im Betrieb verantwortlich waren.

Aufgrund dieser positiven Entwicklung entschlossen sich die Verantwortlichen in der TLL, im Jahr 2003 erstmalig eine gemeinsame Tagung, die erste Düngungs- und Pflanzenschutztagung in Pfiffelbach durchzuführen. Diese Erweiterung der Tagung hatte nicht nur einen Namenswechsel zur Folge, sondern der Bereich Pflanzenschutz erhielt gleichberechtigt zur Düngung Vortragszeit und wurde bei den vorbereitenden Arbeiten mit einbezogen. Zu dieser ersten Veranstaltung war es gelungen, den damaligen verantwortlichen Mitarbeiter des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Dr. Ralf Petzold, für einen Vortrag zu aktuellen rechtlichen Entwicklungen im Pflanzenschutzrecht zu gewinnen. Ein weiterer Schwerpunkt war ein Vortrag zur Fungizidresistenz, den Dr. Friedrich Felsenstein (EPILOGIC) hielt. Damals gab es erste Probleme mit der Wirkung der noch neuen Fungizide aus der Wirkstoffgruppe der Strobilurine. In seinen Untersuchungen wies Dr. Felsenstein eindrucksvoll die vorhandene Resistenz von z. B. Echten Mehltau gegenüber Strobilurinen nach. Diese Erkenntnisse führten zu einer veränderten Anwendungsstrategie bei Fungiziden im Getreide, die Soloanwendung von Strobilurinen wurde nicht mehr empfohlen. Beide Themenbereiche (Recht und Resistenz) zogen sich aufgrund der bleibenden Aktualität und ständig neuer Erkenntnisse fortan wie ein roter Faden durch das Tagungsprogramm der kommenden Veranstaltungen.

Im Jahr 2004 sprach Prof. Dr. Georg Backhaus, der Präsident der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) zur Perspektive des chemischen Pflanzenschutzes in Deutschland und Europa. Er wies auf die großen Erfolge bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, zeigte aber auch die zunehmende Sensibilität der Öffentlichkeit gegenüber dem chemischen Pflanzenschutz auf. Dieser Vortrag zeigte mit Nachdruck die Notwendigkeit auf, Pflanzenschutzmittel sachgerecht, unter Beachtung des Schutzes von Mensch, Tier und Natur einzusetzen. Herr Götz referierte zu neuen Regelungen in der „Guten fachlichen Praxis“ im Pflanzenschutz. Er legte den Schwerpunkt auf die Rechtsverbindlichkeit der Regelungen, auf die Dokumentation der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Betrieb und auf den Schutz angrenzender Nachbarflächen vor Pflanzenschutzmittel-Eintrag. Dr. Karl-Albert Hahn beschäftigte sich in seinem Vortrag speziell mit der Bekämpfung von Blattkrankheiten (*v. a. Septoria*

tritici) an Winterweizen. Er stellte fest, dass in einigen Regionen von Thüringen bereits eine ausgeprägte Strobilurin-Resistenz bei einigen Schaderregern vorliegt und ein entsprechender Wechsel hin zu Azol-Kombinationen vorgenommen werden sollte.

Im Jahr 2005 beschäftigte sich Prof. Dr. Gerhard Bartels (BBA) mit einem weiteren großen und aktuellen Thema: dem Einfluss der pfluglosen Bodenbearbeitung auf den Pflanzenschutz. Er stellte fest, dass vor allem nicht eingearbeitete Ernterückstände zu höheren Infektionsraten besonders bei Winterweizen führen. Minimal-Bodenbearbeitung in Kombination mit einseitigen Fruchtfolgen und Fröhsaaten können zu einem deutlichen Mehrbedarf an Pflanzenschutzmitteln führen. In diesem Zusammenhang besaß der Vortrag von Dr. Martin Farack zur Resistenz von Getreidesorten eine besondere Bedeutung. Er konnte aufzeigen, welche großen Effekte bei sachgerechter Sortenwahl auch unter Befallsbedingungen für Getreidekrankheiten möglich sind. Herr Reinhard Götz rundete den Pflanzenschutzteil mit einem Vortrag zur Feldmausbekämpfung ab. Er erläuterte die eingeschränkten Bekämpfungsmöglichkeiten und informierte zu Maßnahmen zum Schutz von Nichtzielorganismen.

Im Jahr 2006 beschäftigte sich Reinhard Götz mit Fragen der Pflanzengesundheit. Der Maiswurzelbohrer als neuer Schädling im Maisbau in Deutschland wurde vorgestellt und es gab Informationen zum Erkennen des Käfers. Weiterhin ging er auf die Beifußblättrige Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*) ein, die als allergene Pflanze und als Unkraut auf Ackerflächen neuerdings Bedeutung erlangte. Gerhard Schröder vom Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung in Brandenburg zeigte einen anschaulichen Vortrag zur überaus großen Schadwirkung des Rapsglanzkäfers an Winterraps. In dem Jahr erzielten Insektizide aus der Gruppe Pyrethroide vom Typ II aufgrund der Resistenzentwicklung kaum noch eine Wirkung gegen den Schädling. Mit neuen Regelungen zum Umgang mit Parallel-Importen beschäftigte sich Herr Andreas Stodollik in seinem Vortrag. Er erläuterte Grundanforderungen an diese Mittel sowie mögliche Risiken für den Käufer und Anwender.

Bei der Tagung im Jahr 2007 präsentierte Dirk Rautmann (BBA) neue Entwicklungstendenzen bei der Pflanzenschutztechnik im Ackerbau. Neue Technologien ermöglichen eine zielgenaue, abdrift- sowie wassersparende Applikationen von Pflanzenschutzmitteln. Herr Götz gab Hinweise zur Situation Herbizidresistenz bei Ackerfuchschwanzgras aus Thüringen. Bei dem Herbizid Ralon Super konnte in Gewächshausversuchen bei einigen Herkünften die Tendenz zur Herbizidresistenz ermittelt werden. Es folgten Hinweise zur Gestaltung der Spritzfolgen wurden gegeben. Dr. Friedrich Felsenstein (EPILOGIC) berichtete von den in Thüringen durchgeführten Monitorings hinsichtlich des Auftretens von resistenten Getreide-Krankheiten. Besonders bei Weizenmehltau und *Septoria tritici* an Winterweizen nahm die Strobilurin-Resistenz weiter zu. Strobilurin-Fungizide erzielen nach diesen Untersuchungen gegen diese Krankheitserreger kaum noch eine Wirkung. Es werden deshalb Kombinationsfungizide und ein planmäßiger Wirkstoffwechsel in der Spritzfolge empfohlen.

2008 berichtete Dr. Michael Glas (Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg) von den Erfahrungen bei der Bekämpfung des Maiswurzelbohrers in Baden-Württemberg. Es mussten sowohl in der Verwaltung als auch in der Praxis erhebliche Aufwendungen zur Käferbekämpfung getätigt werden. Hinzu kam ein durch insektizide Beizmittel von Mais verursachtes Bienensterben, dass für großes Aufsehen in Deutsch-

land sorgte. Prof. Bernd Freier (Julius Kühn-Institut, Kleinmachnow) gab einen Einblick in die Ergebnisse zu Erhebungen zur Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Ackerbaukulturen. Demnach existieren deutliche regionale Unterschiede bei der PSM-Anwendung, die sich hauptsächlich aus Witterung, Anbaukonzentration und Fruchtfolge erklären lassen. Der Behandlungsindex wird zukünftig ein wichtiger Parameter zur Beurteilung der PSM-Intensität sein. Herr Götz erläuterte die Bedeutung von Rückständen von PSM in Lebens- und Futtermitteln. Er gab Informationen zu Rückstands-Höchstmengen und zur Interpretation von Mehrfachrückständen.

Im Jahr 2009 zeigte Dr. Ursel Sperling (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Bernburg) Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit der Fungizidanwendung in Getreide. Nach diesen Daten ist nur in Gebieten mit Niederschlägen > 600 mm eine Doppelbehandlung mit Fungiziden im Winterweizen sinnvoll. Außerdem bietet das große Mittelspektrum die Möglichkeit, gezielt gegen auftretende Krankheiten vorzugehen. Dr. Karin Corsten (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit in Braunschweig) erläuterte das bundesweite Kontrollprogramm im Pflanzenschutz. Danach erfolgen Kontrollen beim Anwender und bei Händlern. Im Handel liegt der Anteil an Verstößen höher als bei den Anwendern. Aus diesem Grund sollten in diesem Bereich auch schwerpunktmäßig Kontrollen erfolgen. Reinhard Götz informierte zu neuen Pflanzenschutzmitteln und gab Hinweise zu deren sachgerechten Anwendung. Vor allem im Segment Getreideherbizide stehen neue, leistungsfähige Mittel zur Verfügung. Brigitte Krueger (TLL) beschäftigte sich mit der Schadwirkung des Rapsglanzkäfers im aktuellen Jahr 2009. Mit dem Verzicht auf Pyrethroide (Typ II) und einem Wirkstoffwechsel gelang es, wieder gute Wirkungen gegen diesen wichtigen Rapschädling zu erzielen.

Prof. Dr. Peter Zwerger (Julius Kühn-Institut, Braunschweig) informierte 2010 in einem Vortrag über neue Anforderungen an die Saatgutbehandlung mit Insektiziden. Nach seinen Ergebnissen führen die Verwendung von neuen Beiztechnologien und die Nutzung von spezieller Sätechnik zu einer deutlichen Reduktion von Abdriftstäuben. Dr. Heribert Koch (Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum in Bad Kreuznach) beleuchtete Neuentwicklungen bei Düsen von Feldspritzen. Doppelflachstrahl- und Hispeed-Düsen sind demnach für Fungizidspritzungen in die Ähre vom Getreide sehr gut geeignet. Auch bei höherer Fahrgeschwindigkeit ist eine gute Mittelanlagerung an den Pflanzen durch diese Düsen garantiert. Dr. Joachim Degner (TLL) beschäftigte sich mit betriebswirtschaftlichen Überlegungen zur Schlagkraft und Kosten beim Feldspritzen. Nach seinen Berechnungen führt die Verdoppelung der Arbeitsgeschwindigkeit zu einer Leistungssteigerung von 50 %, während die Halbierung der Brühmenge die Flächenleistung nur um 30 % erhöht. Herr Götz erläuterte die Umsetzung von Auflagen zum PSM-Einsatz in der Praxis. Er stellte die neu gestalteten Übersichtstabellen der Ackerbaubroschüre vor und gab Hinweise zur Nutzung und Interpretation der Daten.

Die Organisatoren der Veranstaltungen mussten in der Vergangenheit so manche Herausforderung meistern. Dazu gehörte die Anfertigung des Tagungsbandes, den die Teilnehmer der Veranstaltung erhalten. Bis 2004 enthielt das Heft die Vorträge der vorhergehenden Veranstaltung. Ab 2005 wurde dem Wunsch der Besucher entsprochen, die Vorträge der aktuellen Tagung im Tagungsband zu veröffentlichen. Dazu

mussten die Referenten bereits im Vorfeld der Veranstaltung die Texte bei den Organisatoren liefern. Die Abgabe erfolgte in der Regel zum gewünschten Termin, dennoch herrschte grundsätzlich ein hoher Zeitdruck bei der Herstellung der Tagungsmappen. Eine weitere Herausforderung war das Finden von geeigneten Referenten für interessante Vorträge. Mit der Einsparung von Personal und Untersuchungskapazitäten im Bereich der Landwirtschaft der Bundesländer stehen auch weniger Fachkollegen für Fachvorträge bereit. Durch eine rechtzeitige Planung der Nutzung von persönlichen Kontakten und durch intensive Überzeugungstätigkeit gelang es jedoch immer wieder, ausreichend Referenten für die Tagung in Pfiffelbach zu gewinnen.

Das Kongresszentrum Pfiffelbach bot mit dem großen Saal einen geeigneten Veranstaltungsort. Die Absprachen der Organisatoren mit den Betreibern der Einrichtung in Pfiffelbach verliefen immer unproblematisch. Mit viel Engagement arbeiteten die Pfiffelbacher Mitarbeiter an einer reibungslosen Versorgung der zahlreichen Teilnehmer dieser Veranstaltung. Die Organisatoren prüften vergeblich zwischenzeitlich auch Alternativen zum Veranstaltungsort in Pfiffelbach.

Die Tagung entwickelte sich zur größten Veranstaltung der TLL mit den meisten Teilnehmern. Über Jahre hinweg lag die Besucherzahl im Bereich zwischen 400 bis 500. Von besonderer Bedeutung dabei ist, dass viele Vertreter von Landwirtschaftsbetrieben diese Veranstaltung besuchen, um sich viele Vorträge direkt mit praktischen Themen der Düngung und des Pflanzenschutzes anzuhören. Für die Teilnehmer durfte aber auch das persönliche Gespräch, der Erfahrungsaustausch zwischen Berufskollegen in den Pausen der Veranstaltung wichtig sein. Größere Zurückhaltung gab es bei den Diskussionen während der Tagung, offensichtlich ist der große Teilnehmerkreis für einen offenen Meinungs austausch hinderlich. Umso mehr gab es dann hitzige Debatten in den Pausen zu so manchem Fachthema.

Die Kollegen des Pflanzenschutzes möchten sich an dieser Stelle herzlich bedanken bei den Düngungskollegen, dass es zu dieser gemeinsamen Veranstaltung gekommen ist. Und sie sagen Dank für die vielen Arbeiten, die im Vorfeld liegen, die vor allem von Mitarbeitern aus dem Bereich Düngung erbracht wurden. Die Organisatoren beabsichtigen aufgrund der positiven Entwicklung der Veranstaltung diese auch weiter zu führen. Voraussetzung dafür ist, dass die jetzigen Rahmenbedingungen und Kapazitäten sich nicht dramatisch ändern und weiterhin ein großes Interesse der Praxis an dieser Veranstaltung besteht. Deshalb freuen sich die Organisatoren über einen regen Besuch der Veranstaltung und hoffen auf viele weitere erfolgreiche Tagungen in Pfiffelbach.

Betreff:

Einladung

zur Düngungstagung 1992

Im Rahmen eines VAFB - Kolloquium veranstaltet der Fachbereich Bodenuntersuchung und Pflanzenproduktion der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Thüringen die Düngungstagung "Thüringen 1992".

Termin: 25.11.1992
Ort: Jena - Zwätzen, Naumburger Str. 141
Objekt "Weintraube"
Beginn: 9.00 Uhr
Ende: gegen 14.30 Uhr

Das Programm ist der Rückseite zu entnehmen.
Die Möglichkeit der Imbißeinnahme ist gegeben.
Ihre Teilnahme bestätigen Sie bitte auf der angefügten Rückantwortkarte adressiert an Dr. Kerschberger



Prof. Dr. sc. O. Krause
Fachbereichsleiter



Dr. sc. M. Kerschberger
Fachbereichsleiter

Programm:

1. Vortragsveranstaltungen

- Neue gesetzliche Regelungen zur Düngung
Dipl.- Landwirt Hammernick
Thüringer Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, Erfurt
 - EDV - Programm Düngung zur Beratung in Thüringen
Dr. G. Franke und Dr. sc. M. Kerschberger
LUFA Jena
 - Einsatz von Mehrnährstoffdüngern
Dipl.- Landwirt Hornung
BASF
 - Kaliproduktion und Kalidüngung in Thüringen
Dr. Übel
Mitteldeutsche Kali-AG, Erfurt
 - Einsatz von Klärschlamm in der Pflanzenproduktion
Dr. sc. M. Kerschberger
LUFA Jena
 - Chemische Bodenuntersuchung und deren aktuelle Ergebnisse für Thüringen
Prof. Dr. sc. O. Krause
LUFA Jena
 - Schwermetall - Status Thüringer Böden und Ernteprodukte
Dr. V. König
LUFA Jena
 - Agrochemische Untersuchungen und Kontrollen im Rahmen der Erzeugung von anerkannten pflanzlichen Qualitäts- und Marktprodukten
Dr. L. Herold
LUFA Jena
2. Mittagspause (ca. 13.00 Uhr)
3. Führung für Interessenten durch Untersuchungslaboratorien der LUFA in Jena

Referenten und Ehrengäste Düngung



Dr. Manfred Kerschberger 2001



Prof. Dr. Ortwin Krause 2002



Egbert Hammernick 2002



Düngungs- und Pflanzenschutztagung 2007



Minister Dr. Volker Sklenar 2001



Minister Dr. Volker Sklenar und Dr. Manfred Kerschberger



Peter Ritschel 2010



Dr. Erhard Albert 2010



Ulrich Hege 2010



Prof. Dr. Werner Bergmann



von links: Prof. Dr. Karl-Heinz Beer, Prof. Dr. Ortwin Krause,
Dr. Günther Franke, Prof. Dr. Günter Schilling 2009

Referenten Pflanzenschutz



Prof. Dr. Gerhard Barthels 2005



Dr. Gerhard Schröder 2007



Dr. Michael Glas 2008



Dr. Karin Corsten 2009



Dr. Ursel Sperling 2009



Prof. Dr. Peter Zwerger 2010

Entwicklung des Bodengefüges auf Thüringer Bodendauerbeobachtungsflächen 1993 bis 2011

Dr. Rainer Paul (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Die Thüringer Bodendauerbeobachtungsflächen

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) betreut seit 1992 14 Bodendauerbeobachtungsflächen. Darauf werden im Rhythmus von zwei Jahren Untersuchungen zum Bodengefügezustand durchgeführt. Das Ziel dieser Untersuchungen ist die Beobachtung der Gefügeeentwicklung bei praxisüblicher Bewirtschaftung und Technik.

Die Flächencharakteristik und die Bodenbearbeitungsverfahren sind in der Tabelle dargestellt. Auf zwei Flächen wird seit 1994 permanent pfluglos gearbeitet, auf einer pfluglos zwischen 1994 und 2008, auf sieben Flächen pfluglos mit Unterbrechung durch Pflügen nach vom Nutzer erkanntem Bedarf. Die Tiefe bei pflugloser Bearbeitung beträgt 15 cm, gearbeitet wurde mit unterschiedlichen Geräten (Scheibengrubber, Schwergrubber, Spatenrollegge).

Die Bodenuntersuchung erfolgt an eingemessenen Flächen innerhalb der Schläge in jeweils vier Profilen und in vier Schichten, obere und untere Krume, Krumenbasis und krumennaher Unterboden. Je Schicht und Profil werden sechs Stechzylinder entnommen, so dass pro Schicht, Standort und Untersuchungsjahr 24 Wiederholungen vorliegen. Der Zeitpunkt der Beprobung ist das Frühjahr.

Der Gefügezustand wird an den Kriterien Luftkapazität und Durchlässigkeit (kf-Wert) bewertet. Der Schadbereich ist definiert mit einer Luftkapazität < 8 Vol.-% (Krume) und < 5 Vol.-% (Unterboden) sowie einem kf-Wert < 10 cm^d⁻¹.

Die Flächen wurden nach ihrer Druckbelastbarkeit in drei Gruppen eingeteilt: Flächen mit hoher sowie mit geringer Druckbelastbarkeit in folge überdurchschnittlicher Kompressionsgefährdung bzw. aufgrund eines geringen Scherwiderstandes (Knetungsgefährdung). Im Beitrag erfolgt die Darstellung der Wirkung unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren auf die Entwicklung des Bodengefügezustandes typischer Standorte

Tabelle: Standorte und Bodenbearbeitung

Bodenbearbeitungsverfahren	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Grubber bis 15 cm Tiefe und bedarfsweiser Pflugeinsatz bis 25 cm Tiefe	Vega	Ut ₄	Akkumulation
	Schwarzerde	Lt ₂	Keuper
	Pseudogley	Uls	Schiefer
	Braunerde	Uls	Schiefer
	Gley	Tu ₂	Keuper
	Rendzina	Tu ₂	Keuper
	Rendzina	Tu ₃	Muschelkalk
Permanent Grubber bis 15 cm Tiefe	Schwarzerde (1994 bis 2009)	Lu	Löss
	Braunerde	Sl ₄	Buntsandstein
	Pseudogley	Slu	Buntsandstein

Ergebnisse zur Gefügeentwicklung bei Bodenbearbeitung mit bedarfsweisem Pflügen

Die gefügestabilen Böden verdichteten sich in den pfluglosen Perioden. Die nicht mehr bearbeitete Krume reduzierte das Volumen weiter Grobporen (Abb. 1, Abschnitt 1993 bis 1995) und die Durchlässigkeit des Porensystems (Abb. 2). In unterschiedlicher Ausprägung setzte eine Gefügeumbildung vom krümelig-bröckeligen zu zunächst einem plattigen, danach einem polyedrischen Gefüge ein. Die Umbildung ist am Profil zu sehen und durch Veränderungen der Aggregatdichte auch nachgewiesen, wird aber hier nicht dargestellt.

Trotz der Gefügeumbildung trat keine Schadverdichtung ein.

Das Pflügen (1996; 1997; 1998; 1999; 2003; 2005; 2009) lockerte das Gefüge der Krume wieder auf. Im Kurvenverlauf für die Schicht 15 bis 30 cm folgen der Lockerung ein steiler Anstieg des Grobporenvolumens und der Durchlässigkeit. In den pfluglosen Perioden (2000 bis 2003 und 2005 bis 2009) nehmen beide Eigenschaften deutlich ab, es blieb aber immer ein ausreichend funktionierendes Grobporensystem erhalten. Der Grund dafür ist der Aufbau eines stabilen Gefüges durch natürliche Krümelbildung und Setzung.

Die Trendlinie für die Entwicklung der Luftkapazität in der unteren Krume verläuft steigend, ist aber nicht signifikant.

Das Gefüge der tieferen Schichten (Krumenbasis und Unterboden) wurde geringfügig verbessert.

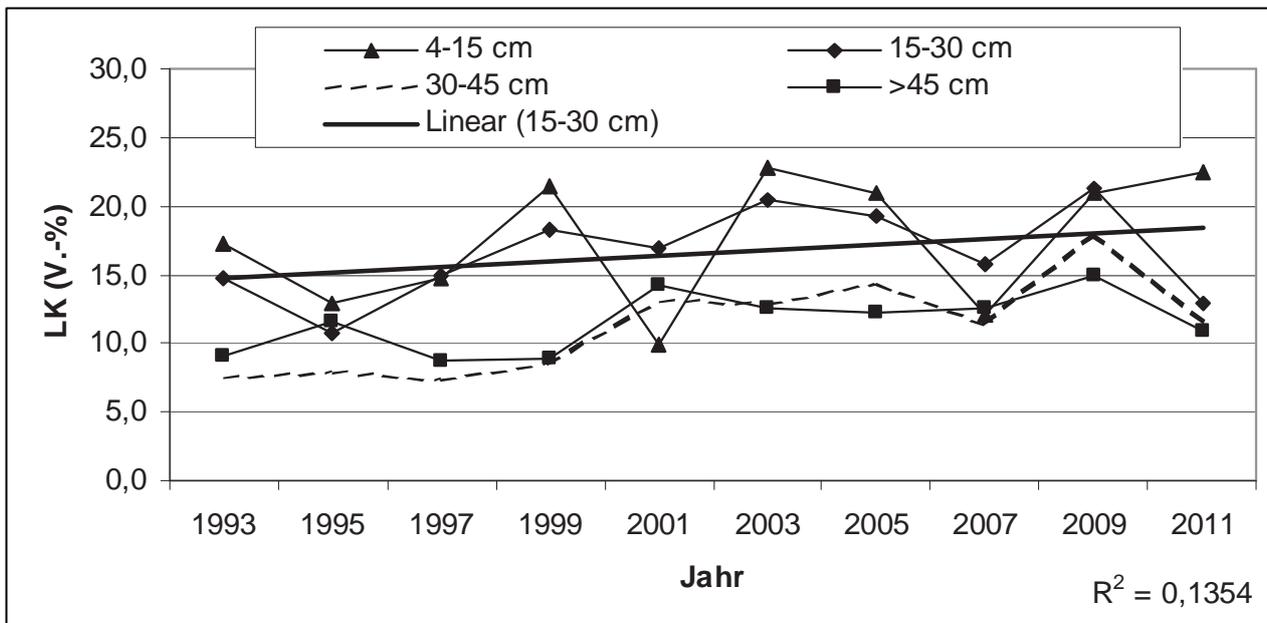


Abbildung 1: Beispiel für die Gefügeentwicklung (Luftkapazität) eines gefügestabilen Bodens (Braunerde aus Schiefer)

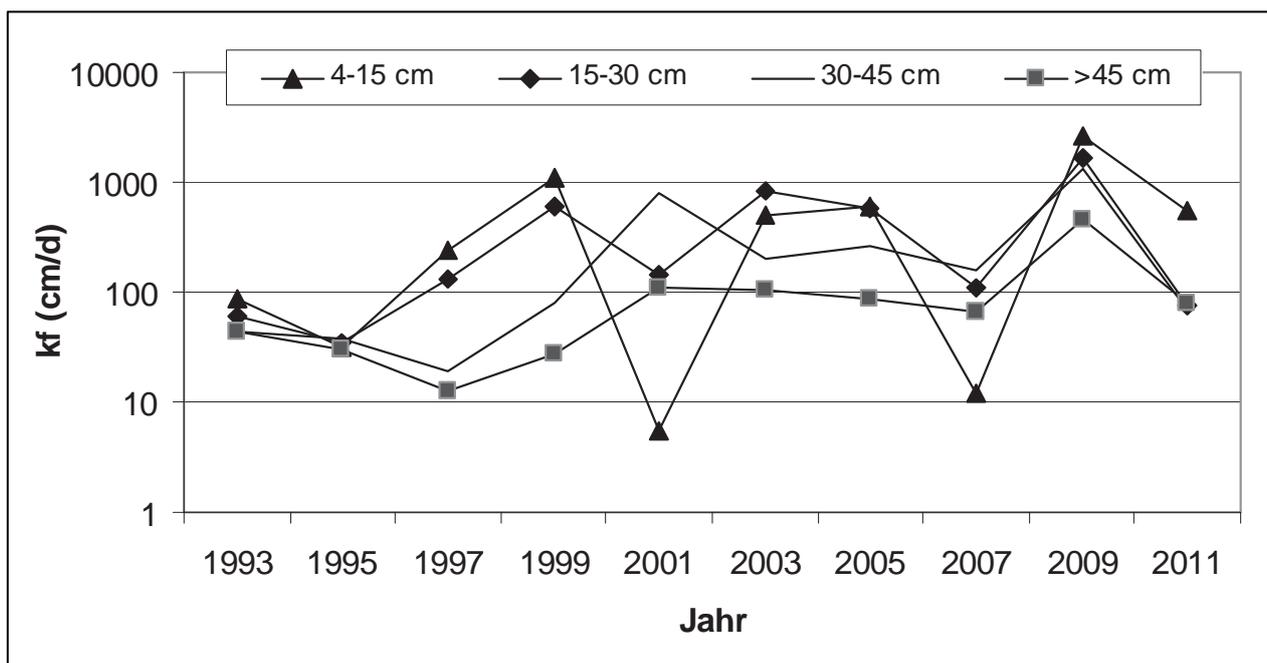


Abbildung 2: Beispiel für die Gefügeentwicklung (Luftkapazität) eines schluffreichen gefügestabilen Bodens (Braunerde aus Schiefer)

Die Krume der knetungsgefährdeten Böden (das sind die tonreichen, während der Frühjahrsarbeiten ggf. weichplastischen Böden) verliert bei Verzicht auf Lockerung in kurzer Zeit ihre Durchlässigkeit. Zwar können Schrumpfrisse zeitweise Verbindungen zum Unterboden schaffen, nur ist dann der Bodenwassergehalt nicht mehr pflanzenverfügbar und beschränkt gemeinsam mit der Festigkeit des geschrumpften Bodenblockes das Wurzeltiefenwachstum.

Die Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Durchlässigkeit auf einer Tonmergelrendzina. Die Fläche wurde 1993, 1994, 1995, 1996, 2001, 2004, 2005, 2006, 2008 und 2009 gepflügt. Auf die pfluglose Periode zwischen 1997 bis 2003 reagierte die Durchlässigkeit mit steilem Rückgang bis zum Schadbereich und verblieb auf diesem Niveau bis zur nächsten krumentiefen Lockerung. Die Ursache der Gefügeschädigung ist die knetende Beanspruchung des Bodens durch sich horizontal und tangential ausbreitende Spannungen (siehe zwiebelartige Spannungsverteilung im Boden).

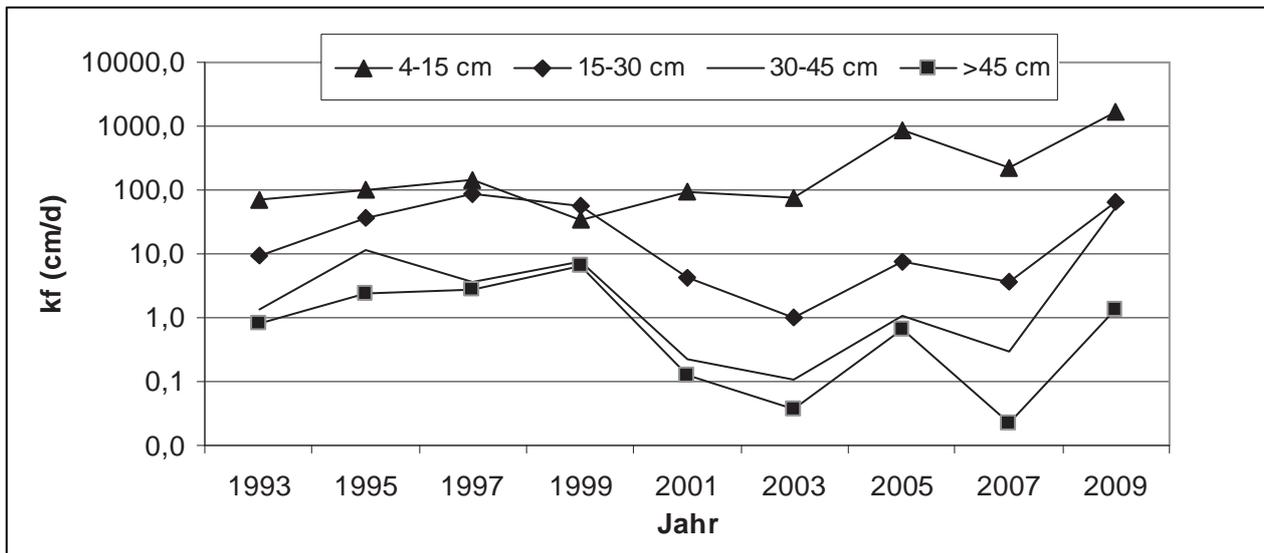


Abbildung 3: Entwicklung der Durchlässigkeit einer bedarfsweise gepflügten Tonmergelrendzina mit pflugloser Periode zwischen 1999 und 2003

Ergebnisse zur Gefügeentwicklung bei permanent pflugloser Bodenbearbeitung

Auf den gefügestabilen Böden begann mit dem Verzicht auf das Pflügen ab 1994 die Verdichtung der nicht mehr gelockerten Krume. Der Grobporenanteil (Abb. 4) nahm bis zu einem ersten Minimum 1998 ab, um dann auf einem mit über 10 Vol.-% ausreichendem Niveau zu bleiben. Der Boden hatte einen dem Druckniveau entsprechenden Konsolidierungszustand erreicht. Im Jahr 2008 wurde wieder gepflügt. Die Luftkapazität stieg daraufhin deutlich an, sank aber in der folgenden pfluglosen Periode etwa auf das Niveau vor dem Pflügen ab. Die Durchlässigkeit (Abb. 5) folgte dem Rückgang, zeigte jedoch deutlichere Schwankungen.

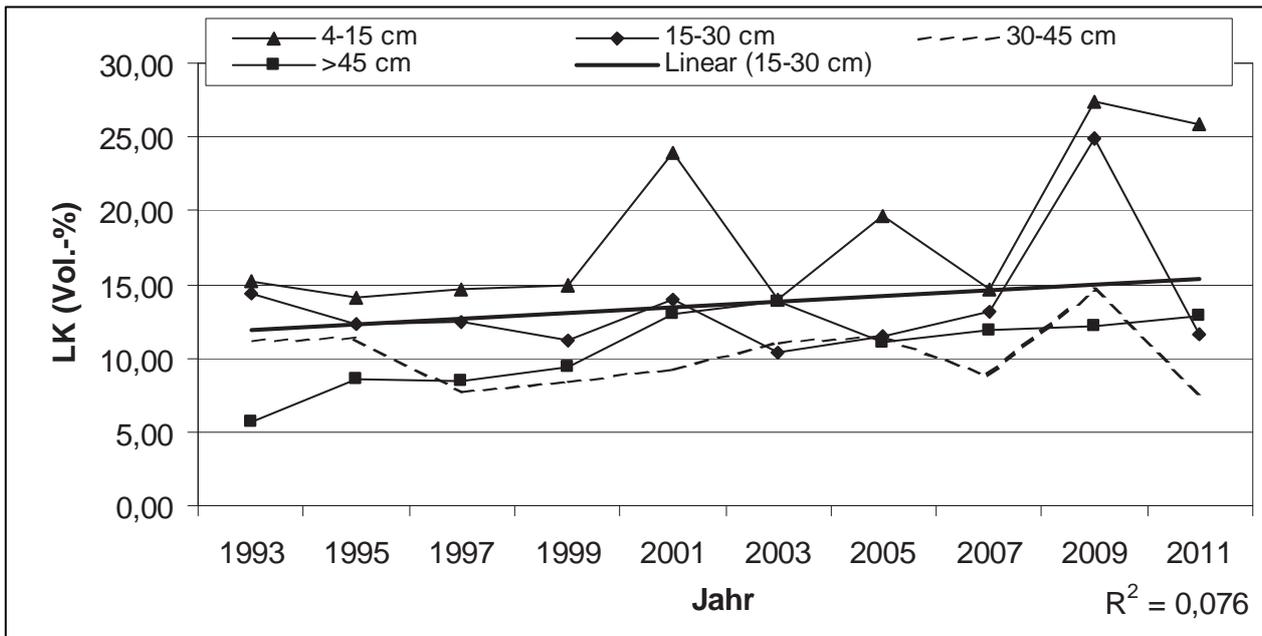


Abbildung 4: Beispiel für die Gefügeentwicklung (Luftkapazität) eines gefügestabilen Bodens (Schwarzerde) bei pflugloser Bodenbearbeitung

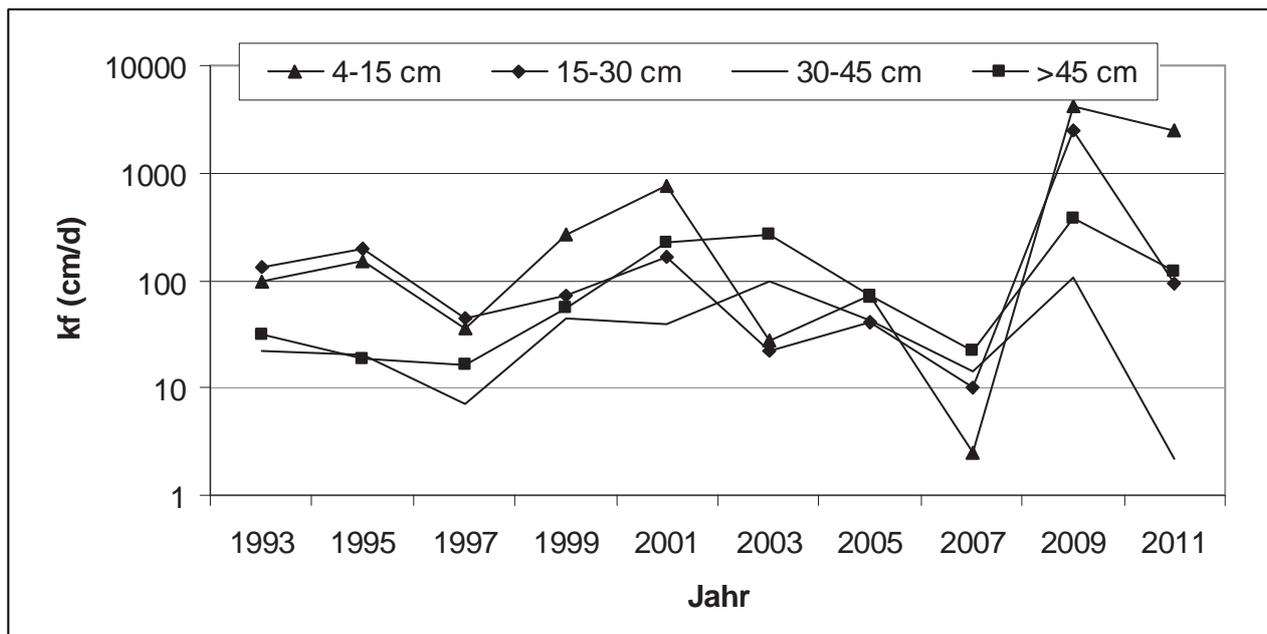


Abbildung 5: Beispiel für die Gefügeentwicklung (Durchlässigkeit) eines gefügestabilen Bodens (Schwarzerde) bei pflugloser Bodenbearbeitung

Bei den gefügestabilen kompressionsgefährdeten Böden wurde die untere Krume dauerhaft verdichtet. Sowohl Luftkapazität (Abb. 6) als auch Durchlässigkeit (Abb. 7) verringerten sich bis zur Schadverdichtung des Gefüges. Zeitweise traten zwar Verbesserungen ein, verursacht von Wurzelröhren nach Tiefwurzeln, wahrscheinlich auch durch Frosteinwirkung. Diese blieben aber nicht erhalten.

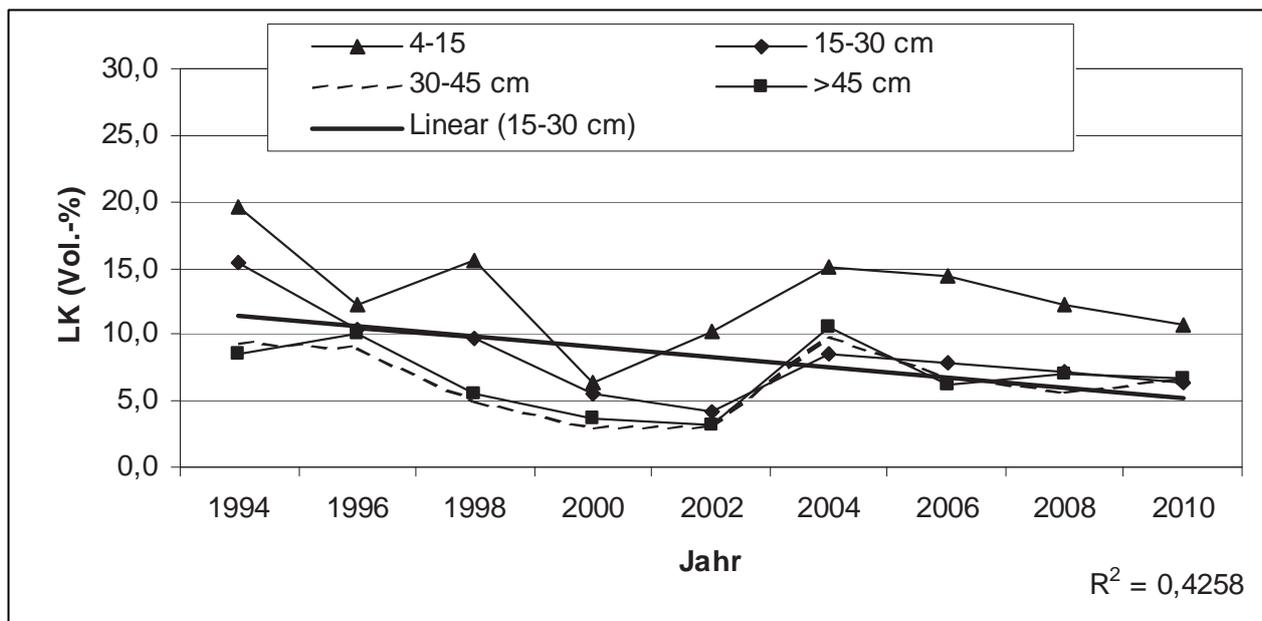


Abbildung 6: Beispiel für die Gefügeentwicklung (Durchlässigkeit) eines kompressionsgefährdeten Bodens (Braunerde aus Buntsandstein) bei pflugloser Bodenbearbeitung

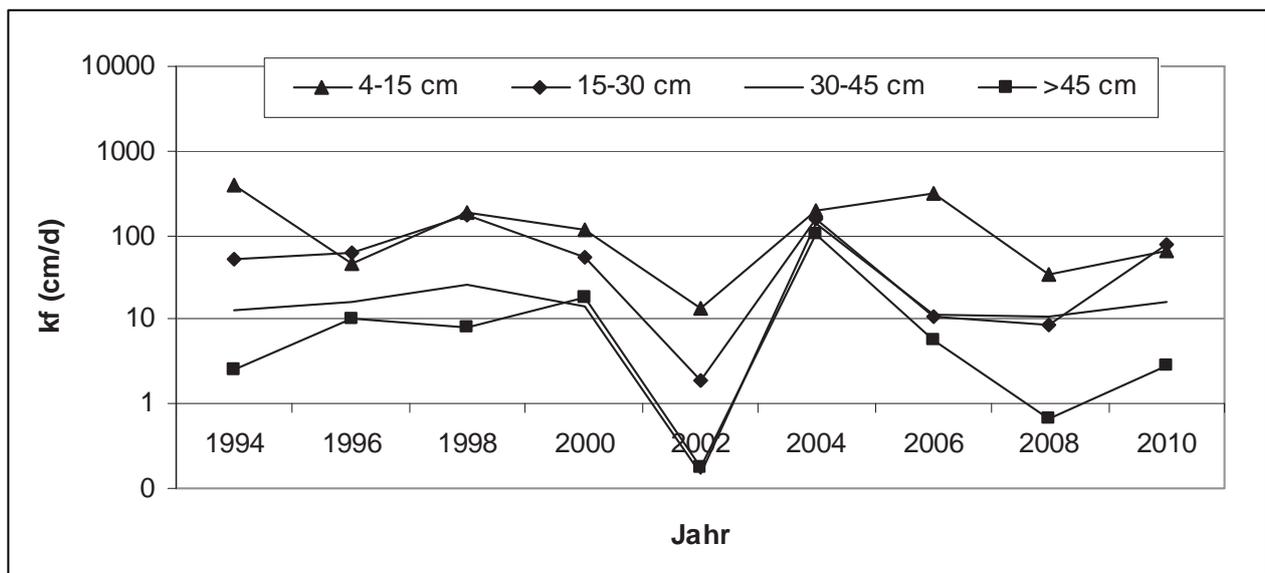


Abbildung 7: Beispiel für die Gefügeentwicklung (Durchlässigkeit) eines kompressionsgefährdeten Bodens (Braunerde aus Buntsandstein) bei pflugloser Bodenbearbeitung

Schlussfolgerung

Deutliche Gefügeveränderungen sind während der 19 Jahre Dauerbeobachtung in der Krume eingetreten. Bei Verzicht auf die Lockerung wird die nicht mehr bearbeitete Schicht mit Rückgang des Grobporenvolumens und der Durchlässigkeit verdichtet. Bei entsprechender Bindigkeit kommt es schließlich zur Gefügeumbildung, aus dem Krümel/Bröckelgefüge wird zunächst ein plattiges, daraus ein polyedrisches (porenarme

glattflächige und scharfkantige Aggregate) Gefüge. Der Verdichtungsverlauf und die Intensität der Gefügeumbildung hängen von der Druckfestigkeit des Gefüges und der Druckbelastung ab. In gefügestabilen Böden stellt sich nach drei bis vier Jahren ein Konsolidierungszustand ein. Die Restschrumpfung bewirkt zwar noch eine Weiterverdichtung, jedoch verbleibt das Gefüge dieser Böden meist noch ausreichend durchlüft- und durchwurzelbar.

Gefügestabile Böden unterschreiten diesen Zustand rasch. Bei kompressionsgefährdeten Böden reicht der Grobporenanteil nicht mehr aus und bei knetungsgefährdeten sinkt die Durchlässigkeit zu stark ab.

Die Veränderungen der Durchlässigkeit verlaufen sprunghafter. Die Ursachen sind Anlage, aber auch Verlust vertikaler kontinuierlicher Röhren. Diese Poren wirken sehr stark auf die Durchlässigkeit ein, schon einzelne reichen für eine deutliche Erhöhung aus. Sie sind aber gegenüber Scherspannungen nicht stabil. In gefügestabilen wie den sandigen und tonigen Böden werden sie rasch von Scherspannungen zerstört (in den tonreichen nur bei höherem Bodenwassergehalt) mit ebenso erheblichem Rückgang der Durchlässigkeit.

Die Lockerung mit dem Pflug ist selbst nach langjähriger pflugloser Bodenbearbeitung nicht nachteilig. Die Bearbeitung wendet die verdichtete Unterkrume nach oben und schafft auf bindigen Böden zunächst im ungünstigsten Fall ein Klumpengefüge mit sehr groben Klüften, die ein instabiles Grobporensystem bilden. Bleibt Zeit für das Wirken natürlicher Kräfte (Quellung, Schrumpfung, Frost), zerfallen die Klumpen in ihre polyedrischen, dichten Aggregate. Diese können weiter zerfallen, so dass schließlich aus den Zerfallsprodukten krümelige Aggregate aufgebaut werden. Das resultierende Krümel-Bröckelgefüge und das natürliche Absetzen des Bodens entwickeln wieder eine ausreichende Stabilität, die auch die Bodenfunktionen optimal sichert.

Ist eine tiefe Lockerung ohne Pflug gleichwertig? Bei der Lockerung mit dem Grubber werden die Schichten aufgebrochen, behalten aber ihre Abfolge bei. Der Aufbruch schafft Hohlräume, die jedoch rasch wieder geschlossen werden, weil die dichten Polyeder unverändert an ihren glatten Oberflächen in die alte Position zurückgleiten. Die Vertikalporen werden ebenfalls zerstört, die Durchlässigkeit sinkt rasch unter das vor der Lockerung bestehende Niveau ab. Dieses Verhalten ist aus Tieflockerungsversuchen und Laboruntersuchungen bekannt. Wenn diese (das Prinzip der Konservierung durchbrechende) Lockerung angewandt wird, muss eine besonders schonende Bodenbelastung erfolgen. Stabilisierend wirkt ein tiefgehendes Wurzelsystem.

Veränderungen in den tieferen Schichten (Krumenbasis und krumennaher Unterboden) sind in allen Beispielen und den übrigen untersuchten Böden sichtbar, folgen jedoch keinem gesicherten Trend (sie wurden berechnet, sind jedoch in den Abbildungen zugunsten der Übersichtlichkeit nicht dargestellt). Die Veränderungen führten auch nicht zur Schadverdichtung dieser Schichten. Daraus kann man schließen, dass das gegenwärtige Niveau des Bodendruckes in diesen Tiefen schadfrei abgestützt wird. Eine Zunahme der Belastung kann aber diese Stabilität übersteigen und auch den Unterboden verdichten.

N_{min}-Gehalte im Boden nach der Hauptfruchternte und ihre Bedeutung für die N-Düngung nachfolgender Winterungen

Dr. Volker König, Eckehard Höpfner und Sabine Wagner
(Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Einführung und Zielstellung

Im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (TMLFUN) wird von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) ein N_{min}-Monitoring durchgeführt (HEROLD et al., 2010). Es umfasst zwei Teilbereiche:

- N_{min}-Dauertestflächen (DTF) inklusive betriebliche Testflächen (BTF) und Feldversuche mit Probenahme im Frühjahr
- N_{min}-Vergleichsflächen in Wasserschutzgebieten (WSG) mit Probenahme im Herbst

Tabelle 1: N_{min}-Monitoring in Thüringen

Probenahmezeitpunkt	N _{min} -Dauertestflächen (DTF)	Betriebliche N _{min} -Testflächen (BTF)	Ausgewählte Versuchsglieder von TLL-Feldversuchen	N _{min} -Vergleichsflächen in WSG
	Anzahl Flächen			
Frühjahr Vegetationsbeginn bzw. vor der N-Düngung (Februar bis April)	331 (seit 1991)	652 (seit 2008)	61 (seit 2009)	-
Sommer nach der Ernte (August bis September)	331 (bis 2007)	-	-	-
Herbst vor Wintereintritt (November)	331 (seit 1990)	-	-	326 (seit 1990)

Gegenstand dieser Auswertung sind die 331 N_{min}-Dauertestflächen aus der Probenahme im Sommer nach der Ernte. Dabei bestand folgende Zielstellung:

- Prüfung des Zusammenhangs zwischen den fruchtartbezogenen N_{min}-Gehalten nach der Ernte der Hauptfrucht und dem jeweiligen N-Saldo anhand 15-jähriger Zeitreihen
- Darstellung der häufig vorkommenden N_{min}-Gehalte nach der Ernte in Abhängigkeit von der Hauptfrucht und der organischen Düngung
- Quantifizierung öfters vorkommender N_{min}-Gehalte nach der Ernte als Startpotenzial für Winterungen und Zwischenfrüchte in Abhängigkeit von der Vorfrucht.

Methodik

Die Probenahme und Untersuchung der N_{\min} -Proben erfolgte nach einheitlichen methodischen Grundsätzen. Die N_{\min} -Dauertestflächen wurden im Jahre 1991 auf normal bewirtschafteten Praxisschlägen angelegt, indem eine ca. 5 ha große repräsentative Teilfläche des Schlages ausgewählt, vermessen und mittels Fixpunkten markiert und später georeferenziert wurde. Die Probenentnahme erfolgt auf der fixen Probenahme-fläche immer durch den gleichen Probenehmer und auf der gleichen Beganglinie. 15 bis 20 Einstiche waren auf der Beganglinie gleichmäßig zu verteilen.

Die Standard-Probenahmetiefe beträgt 0 bis 60 cm, unterteilt in die Tiefenbereiche 0 bis 30 cm (Oberboden) und 31 bis 60 cm (Unterboden). Auf flachgründigen Standor-ten ist in begründeten Fällen eine Reduzierung der Unterbodenprobe in 5-cm- bzw. 10-cm-Schritten vorgenommen worden. Die Einzelproben (Einstiche) wurden getrennt nach Ober- und Unterboden gesammelt und gut durchmischt. Die so gebildeten Sammelproben waren gleichzeitig die Endproben (ca. 500 g).

Die Untersuchung aller Proben erfolgte nach einheitlicher Analysenmethode (VDLUFA-Methode). Der N_{\min} -Gehalt (Summe aus NO_3 -N und NH_4 -N aus beiden Tiefen) wurde in der feuchten Probe bestimmt (Extraktion mit 0,0125 mol/l Calciumchloridlösung). Der Steingehalt ist durch Anrechnung des Volumenanteils berücksichtigt. Die Auswertung erfolgte als N_{\min} in kg/ha.

Damit stand eine Datenmenge von 4 939 Sätzen zur Verfügung. Auf dieser Grundlage wurden die N-Salden aus N-Zufuhr und N-Entzug berechnet.

Ausgewählte Ergebnisse

Zusammenhang zwischen N_{\min} -Gehalten nach der Ernte und N-Salden

Ein Schwerpunkt der Auswertung war die Bewertung der N-Salden. Die Differenzierung nach Fruchtarten ergab erwartungsgemäß deutliche Unterschiede. In Abbildung 1 sind die mittleren N-Salden (Medianwerte) nach Größe sortiert dargestellt. Erwartungsgemäß hat der auf ökologisch bewirtschafteten Flächen erzeugte Dinkel den niedrigsten N-Saldo. Weitgehend ausgeglichen sind die Salden bei Sommerweizen, Hafer und Winterroggen. Hohe N-Überhänge resultierten aus dem Anbau von Rüben, Raps und vor allem Gemüse.

Weiterhin enthält die Abbildung 1 die mittleren N_{\min} -Gehalte aus der Probenahme nach der Ernte. Es besteht ein schwacher Zusammenhang zu den N-Salden (Abb. 2). Ansteigende N-Salden sind mit dem Trend zunehmender N_{\min} -Vorräte verbunden. Allerdings spiegeln sich die N-Salden nicht in analoger Weise in den N_{\min} -Gehalten wider. Da der unbewachsene Boden nie völlig von N_{\min} entleert ist, haben die Fruchtarten mit negativem Saldo N_{\min} -Gehalte von 20 bis 50 kg/ha.

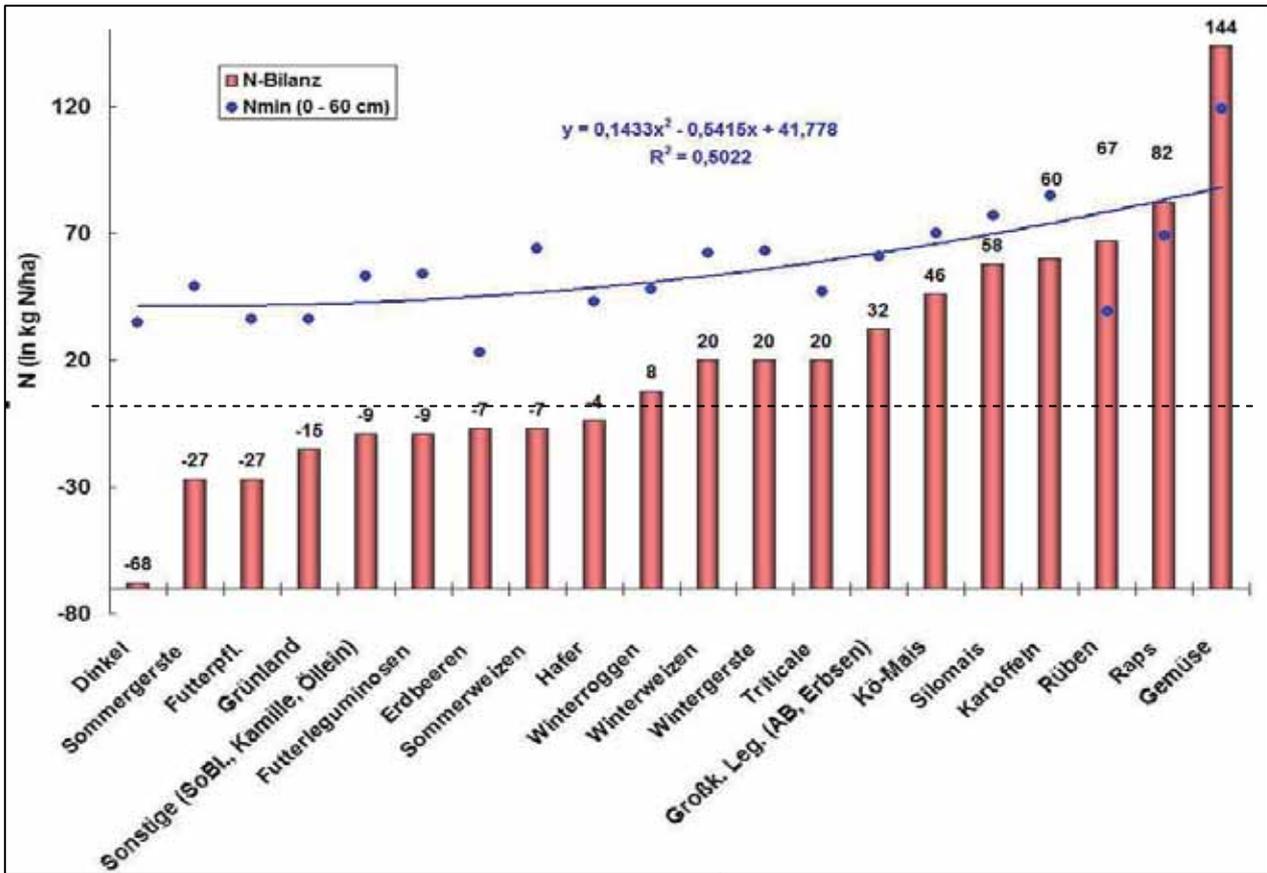


Abbildung 1: Differenziertheit der N_{\min} -Gehalte nach der Ernte sowie der N_{\min} -Salden in Abhängigkeit von den Fruchtarten

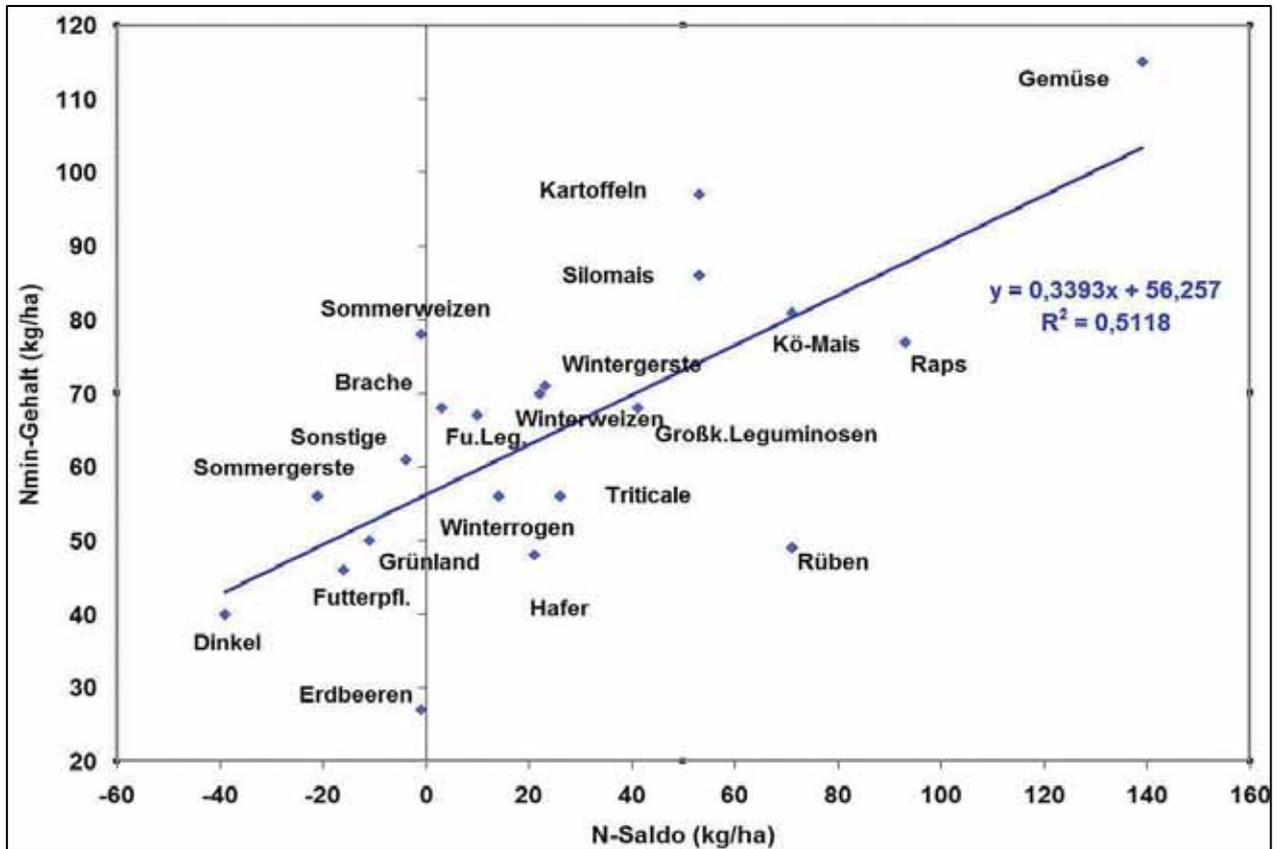


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen N-Saldo und N_{\min} -Gehalten in Abhängigkeit von den Fruchtarten

N-Salden von mehr als 50 kg/ha hatten N_{\min} -Gehalte von 70 bis 100 kg/ha zur Folge. Die Einzelwerte im positiv korrelierten Zusammenhang zwischen den mittleren N-Salden und den mittleren N_{\min} -Gehalten weisen eine große Streuung auf (Abb. 2). Dennoch kann aus diesem Sachverhalt abgeleitet werden, dass nach den Fruchtarten Gemüse, Mais, Kartoffeln und Raps bewirtschaftungsbedingt erhöhte N_{\min} -Gehalte zu erwarten sind.

Tiefenverteilung der N_{\min} -Gehalte nach der Ernte

Anhand des umfangreichen Datenfonds von 4 939 Datensätzen ist geprüft worden, wie die Verteilung der N_{\min} -Gehalte auf die Bodenschichten 0 bis 30 cm und 31 bis 60 cm ist. Bei Gegenüberstellung der N_{\min} -Gehalte in 0 bis 60 cm und 0 bis 30 cm Bodentiefe ist anhand der Punktwolke ein Trend erkennbar, wobei die Autokorrelation zu beachten ist (Abb. 3). Dennoch kann aus dem Zusammenhang abgeleitet werden, dass nach der Ernte ca. 60 % der in 0 bis 60 cm Bodentiefe vorhandenen N_{\min} -Menge in der oberen Bodenschicht von 0 bis 30 cm enthalten ist. Dieses N_{\min} -Potenzial steht damit den kurzfristig nach der Ernte gesäten Winterungen (Raps, Winterroggen) und Zwischenfrüchten wurzelnah zur Verfügung.

Fruchtartendifferenziertes N_{\min} -Potenzial nach der Ernte

Die mittleren N_{\min} -Gehalte in Abbildung 1 dokumentieren die differenzierten N_{\min} -Gehaltsniveaus der Fruchtarten nach der Ernte. In diesem Zusammenhang ist jedoch auch von Bedeutung, in welchen Gehaltsbereichen sich die N_{\min} -Gehalte insbesondere in der Bodenschicht 0 bis 30 cm konzentrieren. Diese Bodenschicht wird von den Winterungen und Zwischenfrüchten noch im Herbst durchwurzelt. Der dort enthaltene leichtlösliche Bodenstickstoff steht demzufolge für die N-Bedarfsdeckung zur Verfügung.

In Abbildung 4 ist erkennbar, dass die Spannweite der N_{\min} -Gehalte (10. bis 90. Perzentil) 10 bis 100 kg/ha beträgt. Nach Rüben, Futterpflanzen (Feld- und Klee gras), Leguminosen und Getreide wurden im Bereich des 25. bis 75. Perzentils auf den Flächen ohne organische Düngung N_{\min} -Gehalte von 15 bis 50 kg/ha analysiert. Mit 30 bis 80 kg/ha waren die N_{\min} -Vorräte der Raps-, Silomais-, Kartoffel- und Gemüseflächen deutlich höher.

Aus Abbildung 4 geht weiterhin hervor, dass die Nutzflächen mit organischer Düngung zur Hauptfrucht in der Regel höhere N_{\min} -Gehaltsniveaus aufweisen. Das ist insbesondere anhand des 25. bis 75. Perzentils der N_{\min} -Gehalte dieser Flächen ersichtlich. Zum Vergleich liegt ein N-Bedarf von Wintergetreide im Herbst von 10 bis 50 kg/ha vor. Bezugnehmend darauf ist festzustellen, dass alle Fruchtarten bereits in 0 bis 30 cm Bodentiefe genügend N_{\min} nach der Ernte hinterlassen, um den N-Bedarf des Wintergetreides und der Zwischenfrüchte zu decken.

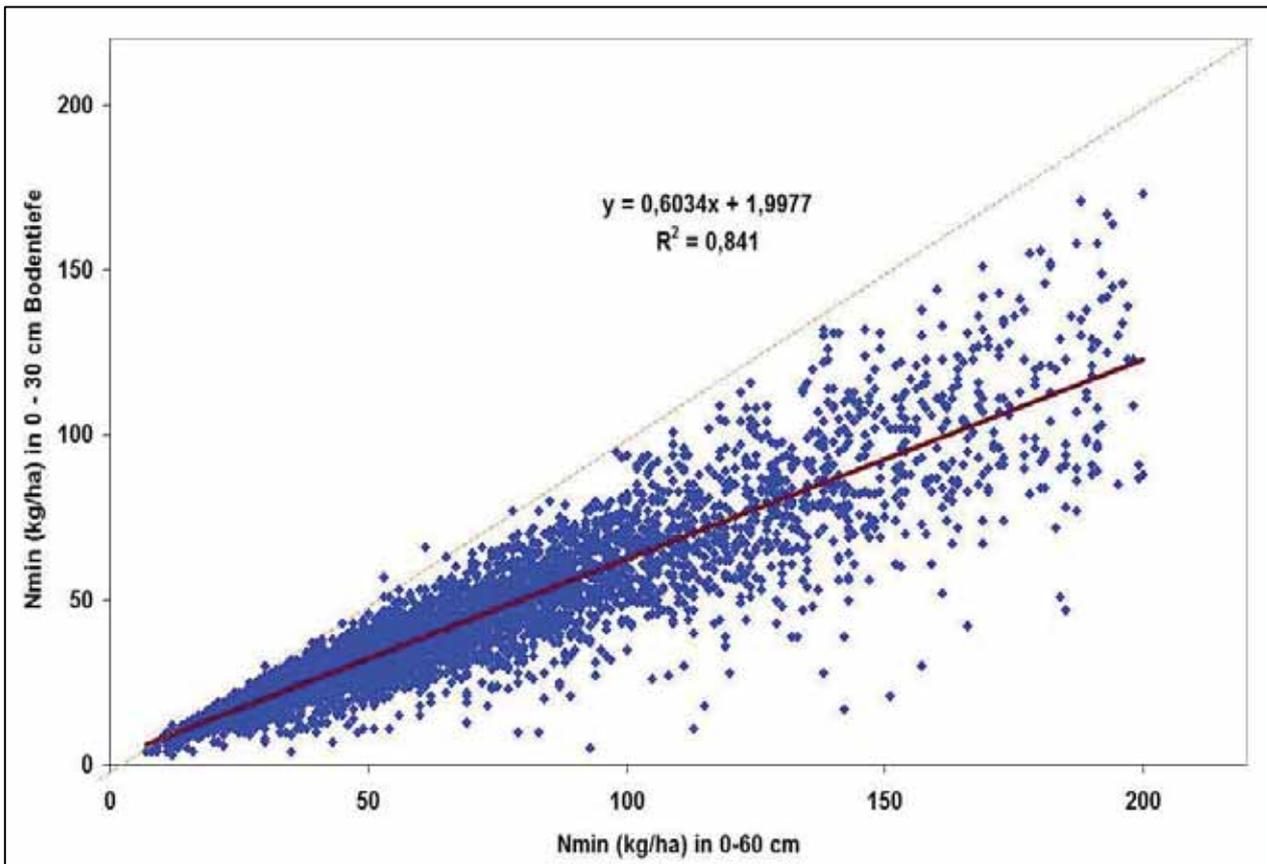


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen N_{\min} -Gehalten in 0 bis 30 cm und 0 bis 60 cm Bodentiefe (n=4 939)

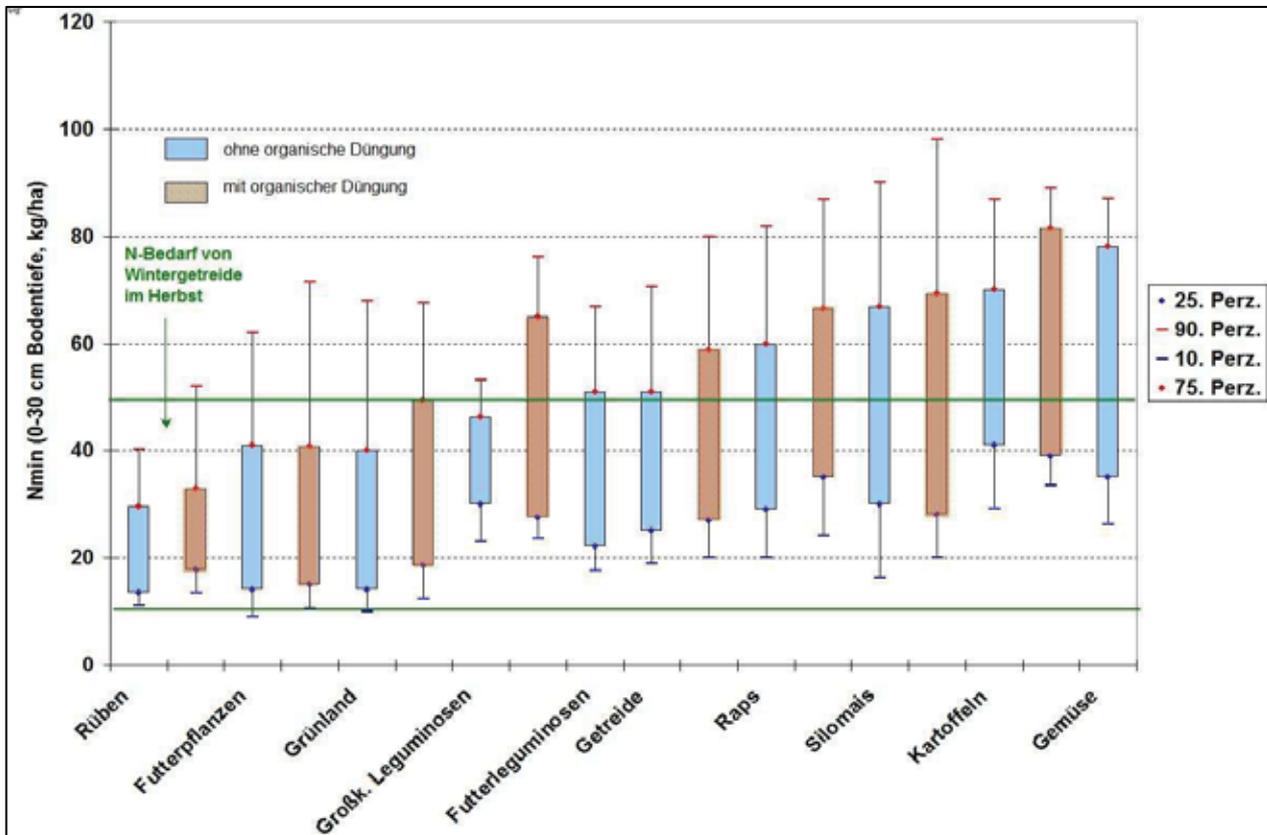


Abbildung 4: Streuungsmaße der N_{\min} -Gehalte nach der Ernte in 0 bis 30 cm Bodentiefe

Aus diesen Ergebnissen resultiert, dass in der Bodenschicht 0 bis 60 cm ein hohes N_{\min} -Potenzial vorhanden ist. Die N_{\min} -Gehalte in 0 bis 60 cm Bodentiefe haben nach der Ernte im relevanten Gehaltsbereich des 10. bis 90. Perzentils eine Größenordnung von 16 bis 170 kg/ha (Tab. 2). Die höchsten N_{\min} -Gehalte sind nach der Ernte auf Raps-, Silomais-, Kartoffel- und Gemüseschlägen festzustellen. Die Spannweite der Gehalte resultiert aus den unterschiedlichen N-Verwertungsbedingungen der einzelnen Jahre. Eine hohe N-Bereitstellung aus dem Bodenvorrat im Spätsommer ist besonders bei vorangegangener Vorsommer- bzw. Sommertrockenheit zu erwarten, die zu einer schlechten N-Verwertung vor allem von N-Spätgaben durch die Vorfrucht geführt hat. Demzufolge ist nach der Ernte der Hauptfrüchte mit beachtlichen N_{\min} -Restmengen bis in 60 cm Bodentiefe zu rechnen. Davon kann insbesondere der Winterraps profitieren, dessen Wurzeln diesen Tiefenbereich unter günstigen Wachstumsbedingungen im Herbst erreichen können. Der N-Bedarf bei Winterraps ist wesentlich höher als bei Wintergetreide. Für eine normale Entwicklung im Herbst benötigt der Raps 50 bis 80 kg N/ha (TLL, 2007).

Tabelle 2: Fruchtartenbezogene Spannweiten der N_{\min} -Gehalte in 0 bis 30 cm bzw. 0 bis 60 cm Bodentiefe

Fruchtarten	Anzahl Werte	N_{\min} 0 bis 30 cm (kg/ha)		N_{\min} 0 bis 60 cm (kg/ha)	
		10. Perzentils	90. Perzentils	10. Perzentils	90. Perzentils
Rüben	95	11	52	23	92
Futterpflanzen	269	9	72	16	100
Grünland	253	10	68	17	108
Großkörnige - Leguminosen	135	23	76	35	146
Futter-leguminosen	47	18	67	32	130
Getreide	2943	19	80	30	124
Raps	694	20	87	33	134
Silomais	414	16	98	33	162
Kartoffeln	72	29	89	48	147
Gemüse	17	26	87	56	170

Schlussfolgerungen

Nach der Ernte der Hauptfrüchte wurden auf Dauertestflächen in einem 15-jährigen Untersuchungszeitraum in 0 bis 60 cm Bodentiefe N_{\min} -Gehalte von 16 bis 170 kg/ha festgestellt, die fruchtartenabhängig und damit bewirtschaftungsbedingt sind. Die N_{\min} -Menge befindet sich zu etwa 60 % in der obersten 30-cm-Bodenschicht und ist deshalb für die nachfolgenden Winterungen oder Zwischenfrüchte gut verfügbar. Der für die normale Vorwinterentwicklung des Wintergetreides erforderliche Stickstoff (10 bis 50 kg/ha) ist auch bei den Hauptfrüchten mit geringeren N_{\min} -Gehalten nach der Ernte (Getreide, Feldgras) in 0 bis 30 cm Bodentiefe vorhanden.

Darüber hinaus gilt es zu berücksichtigen, dass zusätzliche N_{\min} -Mengen aus der N-Mineralisierung im Herbst zu erwarten sind. Es besteht deshalb in der Regel auch bei Winterraps kein Düngebedarf. Im Zweifelsfall ist eine N_{\min} -Bodenuntersuchung vor der Düngungsentscheidung zweckmäßig.

Literatur

Herold et al. (2010): Untersuchung von N_{\min} -Gehalt und N-Bilanz in Fruchtfolgen im Rahmen des N_{\min} -Monitorings auf Dauertestflächen. „Untersuchungsbericht 2008/2009“. Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena (2010) 5, 74 S., www.tll.de/ainfo

Zorn, W.; Heß, H.; Albert, E.; Kolbe, H.; Kerschberger, M.; Franke, G. (2007): Düngung in Thüringen 2007 nach „Guter fachlicher Praxis“. Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena (2007) 7, S. 52-54, www.tll.de/ainfo

Versuche mit Herbiziden in Gemeiner Ringelblume in Sachsen-Anhalt und Thüringen

Marut Krusche (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Bernburg) und Dr. Rüdiger Schmatz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Die getrockneten Blüten der Gemeinen Ringelblume (*Calendula officinalis* L.) sind ein begehrter Rohstoff für die pharmazeutische sowie die Kosmetika herstellende Industrie. Die Ernte der Blüten erfolgt im großflächigen Anbau mit Kamillepflückmaschinen. Dabei ist eine nachträgliche Aussortierung von Unkräutern aus dem Erntegut von Hand aus wirtschaftlichen Gründen nicht vertretbar. Deshalb müssen auftretende Unkräuter und Ungräser rechtzeitig auf dem Feld bekämpft werden, auch um den Pflückvorgang nicht zu stören. Zu den vorbeugenden Maßnahmen der Unkrautbekämpfung zählen u. a. die Auswahl möglichst unkrautfreier Flächen bzw. die Bekämpfung von Problemunkräutern in der Vorkultur. Meist ist der Unkrautdruck auf den zur Verfügung stehenden Flächen, insbesondere beim Flächentausch mit anderen Betrieben, jedoch so hoch, dass mechanische Bekämpfungsmaßnahmen allein nicht ausreichen bzw. nicht vertretbare Kosten verursachen würden. Sie müssen deshalb in der Regel durch die Anwendung von geeigneten Herbiziden ergänzt werden.

Aus diesem Grund führten die Landesanstalten in Sachsen-Anhalt und Thüringen zwischen 2000 und 2005 insgesamt 12 auswertbare Versuche mit Herbiziden zur Unkrautbekämpfung in Gemeiner Ringelblume durchgeführt. Das Ziel der Versuchstätigkeit war zunächst die Ermittlung geeigneter Herbizide und danach die Erarbeitung der erforderlichen Daten für das Verfahren zur Genehmigung der Anwendung geeigneter Herbizide gemäß § 18 a Pflanzenschutzgesetz (PflSchG). Bei Erfüllung der Voraussetzungen ist die Nutzung der gewonnenen Daten auch im Antragsverfahren gemäß § 18 b PflSchG möglich.

Die Versuche mit 17 Herbiziden/Graminiziden kamen auf Flächen von Versuchsstationen in beiden Bundesländern sowie eines Praxisbetriebes in Thüringen zur Anlage und Durchführung. In Abhängigkeit von ihrer Wirkungsweise waren die Anwendungstermine der Mittel:

- vor der Aussaat mit Einarbeitung (VSE),
- vor dem Auflaufen (VA) und
- nach dem Auflaufen (NA).

In den Versuchen erwiesen sich folgende Herbizide für die Anwendung in Gemeiner Ringelblume als geeignet: Bandur (VA), Basta (VA), Boxer (VA), Devrinol Combi CS (VSE), Fusilade MAX (NA), Gallant Super (NA), Goltix 700 SC (NA) - das Mittel war ohne Öl-Zusatz besser verträglich und Pyramin WG (NA), das leichte Schäden an der Kultur verursachte sowie Targa Super (NA). Kontakt 320 SC (NA), Lentagran WP (NA), und Tolkon Flo (NA) sind für die Anwendung in Gemeiner Ringelblume nicht geeignet. In so genannten Praxisvarianten wurden Herbizide in Kombination mit Abflammgeräten (VA der Kultur) getestet. Auf diese Weise kann es zu einer Reduzierung des Einsatzes von Herbiziden. Berücksichtigt werden muss bei der Anwendung der Herbizide im

VA-Stadium der Kultur der oft sehr schnelle Aufgang der Gemeinen Ringelblume. Bei zu später Anwendung von Bandur bzw. Basta und anderer Glufosinat-Präparate kann es deshalb zu schweren Pflanzenschäden kommen. Um dies zu vermeiden, muss die Applikation von Bandur unbedingt wenige Tage nach der Saat erfolgen. Basta und andere Glufosinat-Präparate können aus diesem Grund in Gemeiner Ringelblume in der Regel nicht angewendet werden, da viele Unkräuter später als die Kultur auflaufen.

Nach dem gegenwärtigen Zulassungsstand (Genehmigungen gemäß § 18 a PflSchG) können in Gemeiner Ringelblume die Herbizide/Graminizide Basta und andere Glufosinat-Präparate sowie Bandur zur Anwendung kommen. Für mehrere Herbizide wie z. B. Boxer, Fusilade MAX und Targa Super ist der Einsatz in Gemeiner Ringelblume über die Erteilung von Genehmigungen gemäß § 18 b PflSchG möglich. Nach dem Widerruf der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit den Wirkstoffen Haloxyfop-R und Trifluralin stehen Gallant Super und Treflan auch in dieser Kultur nicht mehr für die Unkrautbekämpfung zur Verfügung.

Aus diesen Gründen, aber auch wegen der vorhandenen Wirkungslücken der einsetzbaren Herbizide wäre die Fortsetzung der Versuche zur Ermittlung von Herbiziden für die Unkrautbekämpfung in Gemeiner Ringelblume sinnvoll. Da der Anbau dieser Kultur aus Kostengründen weitgehend im Ausland erfolgt, stehen momentan keine Herbizidversuche in Gemeiner Ringelblume an.

*Mitautoren: Marut Krusche
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg*

Lückenindikationsversuche mit Herbiziden in Kümmel in Thüringen und Sachsen-Anhalt

Marut Krusche, Annett Kusterer, Isolde Reichardt (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Bernburg) und Dr. Rüdiger Schmatz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Der Kümmel gehört zu den ältesten Gewürzpflanzen Europas. Vom Ursprung her zweijährig, kam vor etwa 10 Jahren eine in Quedlinburg gezüchtete einjährige Sorte auf den Markt, mit der auf den stark schwankenden Absatz besser reagiert werden konnte. Meist ist der Unkrautdruck auf den zur Verfügung stehenden Flächen so hoch, dass alleinige mechanische Maßnahmen nicht ausreichen bzw. nichtvertretbare Kosten verursachen würden. Die wirtschaftliche Erzeugung von Kümmel ist in diesen Fällen ohne den Einsatz von Herbiziden bei der Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern nicht möglich.

Aus diesem Grund standen in Sachsen-Anhalt und Thüringen ab 1994 Versuche mit Herbiziden zunächst an mehrjährigem Kümmel an, die später zur Überprüfung der Verträglichkeit im einjährigen Kümmel wiederholt wurden. Das Ziel war zunächst die Ermittlung verträglicher Herbizide und anschließend die Erarbeitung der erforderlichen Daten für das Verfahren zur Genehmigung der Anwendung der geeigneten Herbizide gemäß §§ 18 PflSchG. Die Versuche mit 25 Mitteln gegen dikotyle Unkräuter und Gräser kamen auf Flächen von Versuchsstationen beider Bundesländer sowie in Praxisbetrieben zur Anlage und Durchführung. Die Anwendungstermine wurden in Abhängigkeit von ihrer Wirkungsweise gesetzt.

In den Versuchen erwiesen sich folgende Herbizide als geeignet: Afalon (VA), Bandur (VA), Boxer (NA), Ethosat 500 (NA), Goltix Gold (NA), Lentagran WP (NA), Powertwin Plus (NA), Stomp Aqua (VA) und die Gräserherbizide Fusilade MAX und Targa Super. Als nicht verträglich in der geprüften Aufwandmenge zeigten sich: Basagran, Certrol B, Centium CS, Debut, Lontrel 100, Tolkon Flo.

In Praxisvarianten wurden Herbizide in Kombination mit Abflammgeräten (kurz vor dem Auflauf der Kultur) mit gutem Erfolg getestet. Eine erste Genehmigung nach § 18 a PflSchG steht seit 2003 mit Bandur (im Voraufbau) und Boxer (im Nachaufbau) zur Verfügung. Der Einsatz von Bandur sollte nur unmittelbar nach der Saat erfolgen und nicht in Verbindung mit Beregnungsmaßnahmen. Die 2006 erteilte Genehmigung von Stomp SC ist inzwischen abgelaufen. Zurzeit stehen darüber hinaus gegen dikotyle Unkräuter für die Praxis Ethosat 500, Lentagran WP und Goltix Gold zur Verfügung, gegen Ungräser, ausgenommen Einjähriger Rispe, Fusilade MAX und Targa Super.

Trotz der für Lückenindikation relativ umfangreichen Prüfungen können in Abhängigkeit von Sorte, Anbauverfahren und spezifischen Umweltbedingungen Schäden an der Kultur nicht ausgeschlossen werden. Die Überprüfung der Pflanzenverträglichkeit der Herbizide sollte daher stets unter den betriebspezifischen Bedingungen erfolgen.

Wie im Fall des Durchwuchses von Kümmel in der möglichen Nachfrucht Getreide oder Zuckerrüben zu verfahren ist, wurde in einem Screening überprüft. Von den ausgewählten 20 Herbiziden erreichten nur Rebell und Powertwin plus keine Wirkung gegen den Durchwuchs.

*Mitautoren: Marut Krusche, Annett Kusterer, Isolde Reichardt
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg*