

25. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung

24. November 2016

Congress Center der Messe Erfurt GmbH
Gothaer Straße 34
99094 Erfurt

Vorträge

Impressum

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

November 2016

Copyright:

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

Inhaltsverzeichnis

Eröffnung und Begrüßung <i>Dr. Armin Vetter</i>	5
Düngung und Pflanzenschutz aus Sicht der Agrarpolitik <i>Ministerin Birgit Keller</i>	8
Ableitung von N-Bedarfswerten für Ackerkulturen aus Thüringer Feldversuchen <i>Hubert Heß und Dr. Wilfried Zorn</i>	11
Das neue Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung - BESyD <i>Dr. Michael Grunert</i>	25
Pflanzenschutzmittel-Resistenz - Anforderungen an den Landwirt <i>Prof. Dr. Peter Zwirger</i>	31
Neue Methoden zur Ermittlung der Phosphor-Versorgung im Boden <i>Dr. Wilfried Zorn und Hubert Schröter</i>	37
Bekämpfung von Ungräsern im Getreide - Gesunder Menschenverstand und neue technische Hilfsmittel für ihre betrieblichen Entscheidungen <i>Dr. Ruben Gödecke, Eberhard Cramer, Dominik Dicke und Gerd Deisenroth</i>	47
Umfang der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland <i>Reinhard Götz</i>	55
Rückblick auf 25 Jahre Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung	64

Weitere Fachbeiträge

N _{min} -/S _{min} -Monitoring der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft - Eine Grundlage für die Düngbedarfsermittlung im Frühjahr in Thüringen <i>Dr. Volkmar König und Sabine Wagner</i>	75
Entwicklung der Nährstoffversorgung Thüringer Böden im Zeitraum 1986 bis 2014 <i>Dr. Wilfried Zorn</i>	81
Entwicklung des Ernährungszustandes von Ackerkulturen in Thüringen <i>Sabine Wagner und Dr. Wilfried Zorn</i>	88
Unkrautbekämpfung in Winterraps <i>Katrin Ewert</i>	94
Verbreitung und effektive Kontrolle von Ackerfuchsschwanz (<i>Alopecurus myosuroides</i>) im Hinblick auf die Resistenzentwicklung - Auswertung der Ringversuche der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2000 bis 2014 <i>Ewa Meinlschmidt, Christine Tümmler, Katrin Ewert, Heiko Schmalstieg und Elke Bergmann</i>	101
Feldmausbefall und -bekämpfung in Thüringen - Ein Rückblick <i>Katrin Gößner</i>	115
Ergebnis einer Umfrage zur Anwendung von Glyphosat in der Landwirtschaft in Thüringen <i>Reinhard Götz</i>	124
Vorbeugender Erosionsschutz im Zeichen des Klimawandels <i>Karin Marschall und Reinhard Hirte</i>	132

Eröffnung und Begrüßung

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

Die Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung findet in diesem Jahr zum 25. Mal statt, nachdem sie 1992 als Thüringer Düngungstagung in Jena ins Leben gerufen und später um den Pflanzenschutz erweitert wurde. Die „Gründungsväter“ der Tagungsreihe, Dr. Manfred Kerschberger und Prof. Dr. Ortwin Krause, begleiten die Tagungen bis heute und wünschen der heutigen Jubiläumsveranstaltung einen guten Verlauf.

Die optimale Düngung und der sachgerechte Pflanzenschutz stellen nach wie vor große Herausforderungen für die Landwirte dar. Der Spagat zwischen wirtschaftlichem und nachhaltigem Einsatz von Düngemitteln einerseits und umfangreicheren Vorgaben aus Fachrecht, erforderlicher Begrenzung des Eintrags dieser Betriebsmittel in die Umwelt sowie der durch moderne Analytik erfassbaren Rückstände wird für die Landwirte immer schwieriger.

Frau Ministerin Birgit Keller vom Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft wird in ihrem Grußwort aktuelle Informationen über Düngung und Pflanzenschutz aus Sicht der Agrarpolitik geben.

Herr Steffen Pinggen stellt die Positionen des Deutschen Bauernverbandes zu diesem Thema dar.

Auf der heutigen 25. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung ist nach wie vor die geplante Novelle der Düngeverordnung ein wichtiges Thema. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft hat am 23.09.2016 im Bundesanzeiger die „Bekanntmachung zur Beteiligung der Öffentlichkeit im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung (SUP) anlässlich der geplanten Novellierung der Düngeverordnung“ veröffentlicht. Die betroffene Öffentlichkeit hat die Möglichkeit, sich bis zum 28.11.2016 zu äußern. Grundlage für die SUP ist der bekannte Entwurf für die Novelle der Düngeverordnung vom 16.12.2015. Mit dem Inkrafttreten der novellierten Verordnung ist voraussichtlich im Jahr 2017 zu rechnen.

Änderungen sind insbesondere im Bereich der Ausbringung organischer Dünger mit Verlängerung der Güllesperrfrist und Begrenzung der Gülle- und Gärrestausbringung im Herbst zu erwarten, die zu einem umfangreicheren Einsatz dieser Düngemittel im Frühjahr führen wird. Eine weitere wichtige Änderung stellt die Erweiterung der Aufzeichnungspflichten bei der Düngemittelermittlung und Düngung, insbesondere die verpflichtende Ermittlung des schlagbezogenen N- und P-Düngemittelbedarfs, dar. Die Einführung von N-Obergrenzen für den N-Einsatz ist damit im Gegensatz zu anderen EU-Mitgliedstaaten nicht geplant. Gegenwärtig wird noch die Ausgestaltung der Vorschriften für Regionen mit erhöhten Nitratproblemen im Grundwasser diskutiert.

Die Begrenzung des Nährstoffeintrags in Gewässer (Schwerpunkte: Stickstoff und Phosphor) stellt eine wichtige und anspruchsvolle Aufgabe für die Thüringer Landwirtschaft in

den nächsten Jahren dar. Neben umfangreichen Analysen der Qualität von Grund- und Oberflächenwasser spielt die Modellierung von Nährstoffeinträgen in Gewässer eine zunehmende Rolle. Herr Frederik Ahrens von der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie wird in seinem Vortrag neue Ergebnisse präsentieren, die als Grundlage für die weitere Diskussion auf diesem Gebiet dienen werden.

Die Novelle der Düngeverordnung lässt erweiterte Vorgaben für die N-Düngebedarfsermittlung erwarten. Inhalt sind die weiterentwickelten N-Sollwerte, die den Landwirten in Thüringen und anderen Bundesländern durch die Stickstoff-Bedarfs-Analyse bekannt sind. Herr Hubert Heß wird an wenigen Beispielen darstellen, dass Thüringer Feldversuchsergebnisse in die fachlichen Inhalte der Verordnung eingeflossen sind und eine sachgerechte N-Düngung auch in Zukunft möglich sein wird. Die Ableitung experimentell ermittelter regionaler N-Bedarfswerte für die Weiterentwicklung des Düngerechts bestätigt die Notwendigkeit eines leistungsfähigen staatlichen Feldversuchswesens in Thüringen.

Die landwirtschaftlichen Landesanstalten und Landesämter der neuen Bundesländer arbeiten an dem Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung (BESyD), das die Landwirte bei Düngebedarfsermittlung und Erfüllung der Aufzeichnungspflichten unterstützen wird. Herr Dr. Michael Grunert vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie berichtet über wichtige Inhalte des neuen PC-Programms.

Im Bereich der Düngung ist der Nährstoff Phosphor weiter in den Mittelpunkt der Diskussionen gerückt. Im Interesse einer wirtschaftlichen und nachhaltigen P-Düngung gilt es, die Ermittlung des P-Düngebedarfs unter Berücksichtigung der Standortbedingungen weiter zu präzisieren. Dr. Wilfried Zorn von der TLL wird in seinem Vortrag ein die CAL-Methode ergänzendes Verfahren vorstellen, das eine verbesserte P-Düngung ermöglicht. Grundlage für die Präzisierung sind ebenfalls die Feldversuche zur P-Düngung auf repräsentativen Thüringer Standorten.

Im Bereich Pflanzenschutz setzt sich die kritische Diskussion in der Öffentlichkeit zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der konventionellen Landwirtschaft fort. Bei Rückständen von Pflanzenschutzmitteln in Ernteprodukten entfernt sich der Handel zur Gewinnung von Marktvorteilen immer weiter von den gesetzlich geregelten Werten. Das hat vor allem beim Pflanzenschutz im Gartenbau die Konsequenz, dass sich Spritzfolgen in erster Linie an den Vorgaben des Handels ausrichten und weniger am Auftreten von Krankheiten und Schädlingen oder am notwendigen Resistenzmanagement. Und dieser Aufwand führt keineswegs zu einer gesünderen Nahrung, denn bereits die Einhaltung der strengen gesetzlichen EU-Grenzwerte verhindert gesundheitliche Beeinträchtigungen mit sehr hoher Sicherheit.

Beim chemischen Pflanzenschutz im Ackerbau wirkt sich zunehmend die europäische Zulassungsverordnung mit den neuen und schärferen Kriterien für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und deren Wirkstoffe aus. So fallen Indikationen oder ganze Zulassungen von alten und leistungsfähigen Wirkstoffen weg. Verschärft wird die Situation durch Funde von Mitteln im Ultraspurenbereich in Nachbarkulturen oder Kleingewässern vor allem im Norden unserer Republik. Das Thema der möglichen Luftverfrachtung von Pflanzenschutzmitteln steht nun wieder auf der Tagesordnung und soll mit einem bundesweiten

Luftmonitoring intensiv analysiert werden. Auch hier bleibt zu befürchten, dass Pflanzenschutzmittel in der Anwendung eingeschränkt oder ganz verboten werden.

Das alles wäre nun ein geringes Problem, wenn die wegfallenden Wirkstoffe durch neue Mittel ersetzt werden könnten. Davon sind wir jedoch weit entfernt. Neue Wirkstoffe müssen alle hohen Hürden der Zulassungsverordnung nehmen, obwohl so manches Zulassungskriterium fachlich umstritten ist. Deshalb geht die Ausbeute an Zulassungskandidaten in der Forschung deutlich zurück und die Kosten für Neuentwicklungen steigen in der Industrie erheblich an. In manchen Bereichen (z. B. bei den Rodentiziden) sind unter den künftigen gesetzlichen Bedingungen überhaupt keine neuen Wirkstoffe mehr zu erwarten. Besonders bei Herbiziden mit Wirkung gegen Ungräser wünschen wir uns für die Umsetzung einer Antiresistenz-Strategie weitere Mittel. Diese sind jedoch mittelfristig nicht in Sicht.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass der chemische Pflanzenschutz einer überaus kritischen gesellschaftlichen Betrachtung ausgesetzt ist und zukünftig weitere gesetzliche Regelungen den Spielraum der Mittelanwendung einengen werden. Um diese Entwicklung nicht noch unnötig zu beschleunigen, müssen Landwirte Maßnahmen des chemischen Pflanzenschutzes äußerst professionell durchführen. Außerdem gilt es kreativ alle Möglichkeiten zu nutzen, um die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu begrenzen. Diese Forderung steht auch im Nationalen Aktionsplan zur „Nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland“.

Die Erfüllung dieser Vorgaben bedeutet Aufwand. Man benötigt moderne Technik, gut ausgebildetes und erfahrenes Personal sowie aktuelles Fachwissen. Die Vorträge der heutigen Tagung aus dem Bereich Pflanzenschutz sollen dazu beitragen, diese notwendigen Kenntnisse mit zu vermitteln. Zur Würdigung des heutigen Jubiläums unserer Tagung haben wir jetzt am Vormittag etwas Zeit für grundsätzliche Statements eingeplant. Auch das Tagungsmaterial enthält dieses Mal zusätzliche Artikel und Informationen zu aktuellen Themen. Lesen Sie dort mal nach, hören Sie gut zu, diskutieren Sie mit und freuen Sie sich auf eine wieder hoffentlich erfolgreiche und interessante Tagung.

Düngung und Pflanzenschutz aus Sicht der Agrarpolitik

Ministerin Birgit Keller (Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft)

Herzlichen Dank für Ihre Einladung zur Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung, die heute bereits zum 25. Mal stattfindet.

Diese Veranstaltung der Landesanstalt für Landwirtschaft hat einen festen Platz im Terminkalender und hat mittlerweile eine lange Tradition.

Eine Fachtagung kann nur über so viele Jahre Bestand haben, wenn sie gut ist. Wenn sie die aktuellen und auch heiklen Punkte anspricht und man sich darauf verlassen kann, dass man hier dazulernen wird.

Bei Ihrer Veranstaltung, Herr Dr. Armin Vetter, ist das offenbar der Fall. Ihnen und allen Verantwortlichen in der TLL danke ich für die Vorbereitung und die Organisation dieses Jubiläums und wünsche Ihnen schon jetzt alles Gute für die nächsten 25 Jahre.

Lassen Sie mich aus diesem Anlass einen Blick auf die Geschichte der Veranstaltung werfen. Die Tagung hat in Fachkreisen einen sehr guten Ruf. Sie zieht aber nicht nur Experten und Landwirte an, sondern auch interessierte Besucherinnen und Besucher. Anders lässt sich die hohe Zahl der Teilnehmer nicht erklären: 400 sind es. Diese Zahl ist beachtlich - das zeigt ein Blick auf die Anfänge dieser Veranstaltung.

Die erste Thüringer Düngungstagung fand 1992 statt und zwar in einem Saal in der „Weintraube“ in Jena, in den gerade mal 60 Leute passten - das war damals ausreichend.

Ins Leben gerufen wurde die Tagung von Herrn Dr. Manfred Kerschberger und Herrn Prof. Dr. Ortwin Krause. Auch Ihnen möchte ich an dieser Stelle danken. Sie schafften es jedes Mal, kompetente Referentinnen und Referenten einzuladen. Damit nahm das Interesse an der Vortragsreihe stetig zu.

Die Themen kamen aus der praktischen Arbeit, es wurden wissenschaftliche Erkenntnisse vorgestellt und immer auch rechtliche Probleme zur Umsetzung in den Verwaltungen diskutiert. Auch die Industrie kam zu Wort. Eine ausgewogene Mischung also.

Schon nach wenigen Jahren wurde der Saal in der Weintraube zu klein und man zog ins größere Kongresszentrum Pfiffelbach. Seit 2003 findet jedes Jahr im November die „Düngungs- und Pflanzenschutztagung“ statt und zieht viele Besucher an. Besonders hoch ist der Anteil der Praktiker und Landwirten unter den Teilnehmern. Das Konzept hat sich also bewährt.

Düngung und Pflanzenschutz sind sehr wichtige Instrumente im Acker- und Pflanzenbau. Wir stehen gemeinsam vor der Aufgabe, dass Nahrungsmittel, Futter- und Energiepflanzen erzeugt werden müssen und zwar möglichst effizient und nachhaltig. Dazu werden oft Düngungs- und Pflanzenschutzmittel eingesetzt.

Doch damit greifen wir Menschen in die Natur ein und in den Kreislauf von Boden, Wasser, Pflanzen und Luft. Diese sind empfindliche und existenzielle Schutzgüter, genauso wie die Biodiversität, auf die sich Düngemittel und Pflanzenschutzmittel auswirken.

Daher tragen die Landwirte eine große Verantwortung gegenüber der Gesellschaft. Jede und jeder einzelne von ihnen ist daher in der Pflicht, sich dieser Verantwortung zu stellen und einen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten. Die Öffentlichkeit fordert zu Recht, dass der Einsatz dieser Mittel immer möglichst gering ausfällt. Gedüngt werden sollte nur entsprechend dem tatsächlichen Nährstoffbedarf der angebauten Kulturen.

Dass Rechtsnormen eingehalten werden müssen, ist an dieser Stelle selbstverständlich. Wer diese Normen und Vorgaben missachtet und nicht einhält, beschädigt den Ruf des ganzen Berufsstands. Landwirte, die gewissenhaft mit dem Thema umgehen, stehen dann stellvertretend mit am Pranger.

Unser gemeinsames Ziel ist es, das zu vermeiden. Daher ist es so wichtig, dass wir uns über das Thema intensiv und fachlich fundiert auseinandersetzen.

Wir dürfen bei der Diskussion zum Einsatz dieser Stoffe nie die möglichen Folgen für die Umwelt außer Acht lassen.

Ich möchte an dieser Stelle differenzieren: Die Gülleprobleme gibt es vor allem in Westdeutschland, Thüringen hat einen so geringen Viehbesatz, dass bei ordnungsgemäßer Anwendung kaum Probleme bestehen.

Zuletzt sind jedoch alle Landwirte wieder in den Fokus der Öffentlichkeit geraten - die EU verklagt Deutschland wegen des unzureichenden Schutzes des Grundwassers. Die Debatte hat sich zuletzt deutlich verschärft. Jetzt ist in der Bundespolitik schnelles Handeln gefragt.

Die Bundesregierung hat uns mitgeteilt, dass noch in diesem Dezember ein Gesetzesentwurf vorgelegt werden soll, der schon im Januar im Bundesrat dazu beraten. Wir erwarten in den nächsten Wochen eine intensive Diskussion zu diesem Gesetzespaket.

Klar ist: Der Schutz des Wassers als unser wichtigstes Lebensmittel muss oberste Priorität haben. Wo die Qualität des Wassers in Gefahr ist, müssen wir aktiv werden.

Die Vorgaben der Nitrat- und der Wasserrahmenrichtlinie müssen Beachtung finden.

Ich möchte unsere Landwirte auffordern, sich diesen Zielen zu stellen und dabei mitzuwirken.

Herr Pinggen als Vertreter des Deutschen Bauernverbandes wird nachher auch die Interessen und Sorgen seines Berufsstandes darlegen. Berechtigte Sorgen nehmen wir Ernst. Aber wir müssen zugleich Regelungen in die Verordnungen aufnehmen, die zur Verbesserung der Gewässerqualität beitragen.

Die gegensätzlichen Interessen in Einklang zu bringen, wird eine große Herausforderung. Umso wichtiger ist, dass einer der folgenden Vorträge beim aktuellen Thema Wasser in die Tiefe gehen wird. Er dreht sich um die aktuelle Situation der Nährstoffeinträge ins Gewässer des Freistaats, genauer: von Stickstoff und Phosphor.

Ich will nicht zu viel verraten, doch dabei wird sich zeigen, dass auch hier ein differenzierter Blick sinnvoll ist.

Denn die Belastungen sind je nach Region und Betrieb unterschiedlich. Die Ergebnisse zeigen, wo gezielte Maßnahmen zur Nährstoffreduzierung nötig sind.

Dass die Landwirte und die Wasserwirtschaft in Thüringen in regionalen Kooperationen zusammenfinden, ist eine gute Grundlage, um gemeinsam Lösungen zu finden.

Ein weiteres Thema der heutigen Tagung wird sein, wie der tatsächliche Düngebedarf systematisch ermittelt werden kann. Dieses neue System zur Bedarfsermittlung und Bilanzierung ist besonders spannend für die Praktikerinnen und Praktiker unter Ihnen. Mit so einem Instrument kann die optimale Nährstoffversorgung berechnet werden.

Wie lassen sich Pflanzenschutzmittelresistenzen verhindern?

Auch das ist eine Frage, die viele von Ihnen im Alltag beschäftigt und um die es heute gehen wird.

Ich hoffe, Sie sind nun schon sehr gespannt auf die Vorträge und die Diskussion mit Kollegen und Experten. Ich bin mir sicher, dass Sie mit neuen Erkenntnissen wieder nach Hause fahren werden.

Ableitung von N-Bedarfswerten für Ackerkulturen aus Thüringer Feldversuchen

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

Gemäß dem Entwurf der Düngeverordnung (DüV) von 08.09.2016 muss der Landwirt für jeden Schlag (oder Bewirtschaftungseinheit) entsprechend den konkreten Gegebenheiten vor der ersten Düngungsmaßnahme eine bundesweit einheitliche und verbindliche Düngbedarfsermittlung für Stickstoff und Phosphor durchführen. Diese hat einerseits den Düngbedarf der Kultur mit dem tatsächlichen Ertragsniveau zu berücksichtigen und andererseits die im Boden verfügbaren Nährstoffe einzubeziehen sowie die Nährstoffe anzurechnen, die im Laufe der Vegetationszeit aus dem Boden, der organischen Düngung und der Vorfrucht wirksam werden. Mit dieser Düngbedarfsermittlung verfolgt die Bundesregierung das Ziel, eine „standortbezogene Obergrenze“ in Deutschland zu etablieren und damit den Forderungen der Europäischen Kommission nachzukommen.

Da die Vorgaben der DüV immer stärker auf die Begrenzung der Düngung ausgerichtet sind, führt dies zu vielen kritischen Fragen. Insbesondere zur Stickstoffdüngung gibt es unter Fachleuten umfangreiche Diskussionen zu den ausgewiesenen N-Mengen.

Für die „standortbezogene Obergrenze“ wird eine ganze Reihe von Parametern berücksichtigt. Dabei ist es unmöglich, alle landwirtschaftlichen Standort- und Anbaubedingungen in einer bundesweit einheitlichen Regelung abzudecken. Diese Spezialfälle bleiben dann häufig den landwirtschaftlichen Beratern vor Ort vorbehalten.

Viele grundsätzliche Fragen zur Anwendung sowie zur Stimmigkeit der DüV-Düngungsbedarfsermittlung müssen und können mit regionalen Feldversuchen in den einzelnen Bundesländern beantwortet werden. Für Thüringen sind umfangreiche Versuchsergebnisse insbesondere zu Winterweizen, aber u. a. auch zu Winterraps, Wintergerste, Sommerbraugerste und Silomais verfügbar. Diese basierten bis zum Jahr 2014 auf der Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA). Seit 2015 wurden auch die N-Bedarfswerte nach der Novellierung der DüV in den Versuchen einbezogen. Die ackerbauliche Versuchsbasis mit den acht Versuchsstationen bzw. -feldern zeigt Abbildung 1. Ergebnisse zu Winterweizen und -raps sollen hier vorgestellt werden.

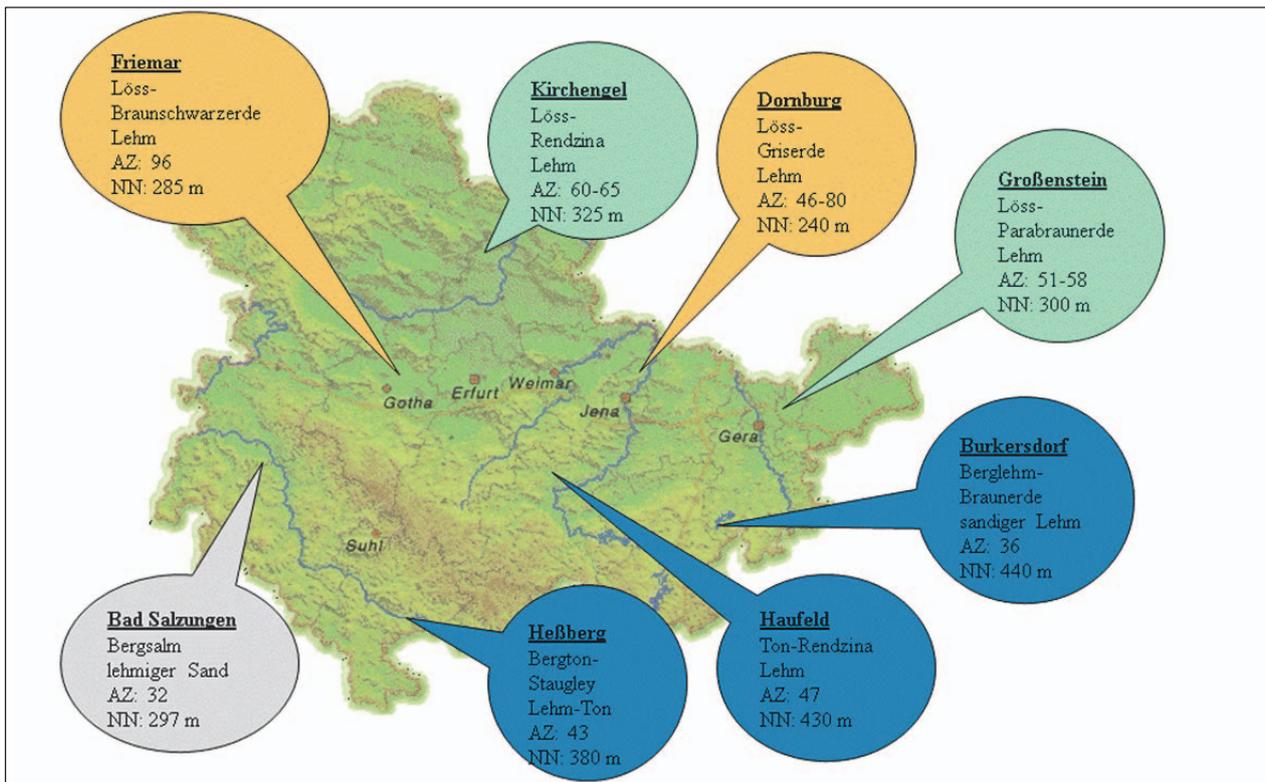


Abbildung 1: Versuchsstationen und -felder in Thüringen (Stand: 2016)

Beschreibung N-Düngungsversuche

Versuche zur Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA) 1993 bis 2014

In den Thüringer Stickstoffdüngungsversuchen zur SBA wurden in den Jahren 1993 bis 2014 die Zusammenhänge zwischen N-Düngung, Kornenertrag, Rohproteingehalt bzw. Ölgehalt sowie verschiedener Umweltparameter untersucht. Dabei ging es zum einen um die Ertragswirkungen der Düngungsempfehlungen des SBA-Systems sowie zur Qualitätsdüngung und zum anderen um die Möglichkeiten, die Rohproteingehalte zu steigern. Für alle Prüfglieder wurde der N_{\min} -Gehalt im Boden nach der Ernte untersucht und der N-Saldo berechnet.

Bei allen Versuchen erfolgte die Anwendung des SBA-Systems auf der Grundlage des Winterweizen-Sollwertes von 170 kg N/ha (meist mit 10 kg N/ha Ertragszuschlag für die Versuchsstandorte) abzüglich des konkreten N_{\min} -Wertes (Bodenentnahmetiefe 0 bis 60 cm oder bei tiefgründigen Standorten 0 bis 90 cm). Die Düngebedarfsermittlung basierte auf den entsprechenden Standortdaten und der aktuellen Bewirtschaftung. Für Winterraps lag ein ertragsabhängiger N-Sollwert vor (30 dt/ha: 165 kg N/ha; 40 dt/ha: 200 kg N/ha; 50 dt/ha: 235 kg N/ha).

Die Tabelle 1 zeigt die Prüfglieder der N-Versuche in den Jahren 1993 bis 2014. Die N-Düngung erfolgte mit Kalkammonsalpeter (KAS) mit 2 N-Gaben nach SBA (teils zusätzlich 1b-Gabe bei hoher 1. N-Gabe).

Darüber hinaus wurden jährliche SBA-Versuche in den letzten Jahren um einige Prüfglieder erweitert (Nitratschnelltest, 3. N-Gabe, Düngerformen), deren Auswertung hier jedoch nicht erfolgen soll.

Tabelle 1: Düngungsvarianten jährliche und statische N-Versuche 1993 bis 2014

Prüfglied	N-Düngung (jeweils standortangepasst und abzüglich N _{min} -Gehalt)
1	ohne N
2	SBA nach N-Sollwert
3	SBA +30 %
4	SBA - 30 %

N-Versuche ab 2015 (DüV)

Mit den absehbaren Regelungen der Novelle-DüV zur Düngbedarfsermittlung erfolgte eine Umstellung der N-Düngungsversuche auf die neuen N-Bedarfswerte (Stand 2014 bis 2016). Gleichzeitig wurden die N-Abstufungen auf 25 % geändert und die Versuche auf wesentliche Prüfglieder beschränkt. Tabelle 2 zeigt den Versuchsplan der Jahre 2015 und 2016 für Winterweizen, wobei die Prüfglieder 1 bis 5 auch für alle anderen Kulturen gelten. Wie in den Versuchen zur SBA wurden hier die entsprechenden Standortdaten (insbesondere Ertragsniveau) sowie die aktuelle Bewirtschaftung in die Düngbedarfsermittlung mit Berücksichtigung der im Frühjahr ermittelten N_{min}-Gehalte im Boden einbezogen. Zielstellung dieser Versuche ist, die Auswirkungen der Düngbedarfsermittlung nach DüV (insbesondere N-Bedarfswerte und Ertragsabstufungen) auf den Ertrag und die Produktqualitäten (Rohproteingehalte, Ölgehalte) festzustellen. Für alle Prüfglieder wurde der N_{min}-Gehalt nach der Ernte untersucht, um den Verbleib von Stickstoff im Boden zu bestimmen, und der N-Saldo berechnet.

Tabelle 2: Düngungsvarianten jährliche N-Versuche 2015 und 2016

Prüfglied	N-Düngung (jeweils standortangepasst und abzüglich N _{min} -Gehalt)
1	ohne N
2	N-Düngung Prüfglied 2 bis 25 %
3	N-Bedarfswert (E-Weizen 260 kg N/ha; A-Weizen 230 kg N/ha; Raps 200 kg N/ha)
4	N-Düngung Prüfglied 2 + 25 %
5	N-Düngung Prüfglied 2 + 50 %
6	bei Wintergetreide: SBA 1. Gabe (Prüfglied 2) + 2. und 3. Gabe nach Nitratschnelltest (NST)
7	nur Winterweizen: N-Bedarfsermittlung durch Simulation Uni Kiel (ISIP-Internet)

Ergebnisse SBA-Versuche der Jahre 1993 bis 2014

Winterweizen

Allen N-Versuchen zu Winterweizen lag ein SBA-Basiswert von 170 kg N/ha bei einem Ertragsniveau von 55 bis 80 dt/ha zugrunde [ohne Präzisierung mit Nitratschnelltest (NST), ohne 3. N-Gabe]. In Abbildung 3 ist der jährliche SBA-Versuch Heßberg 2014 in der Schossphase dargestellt.

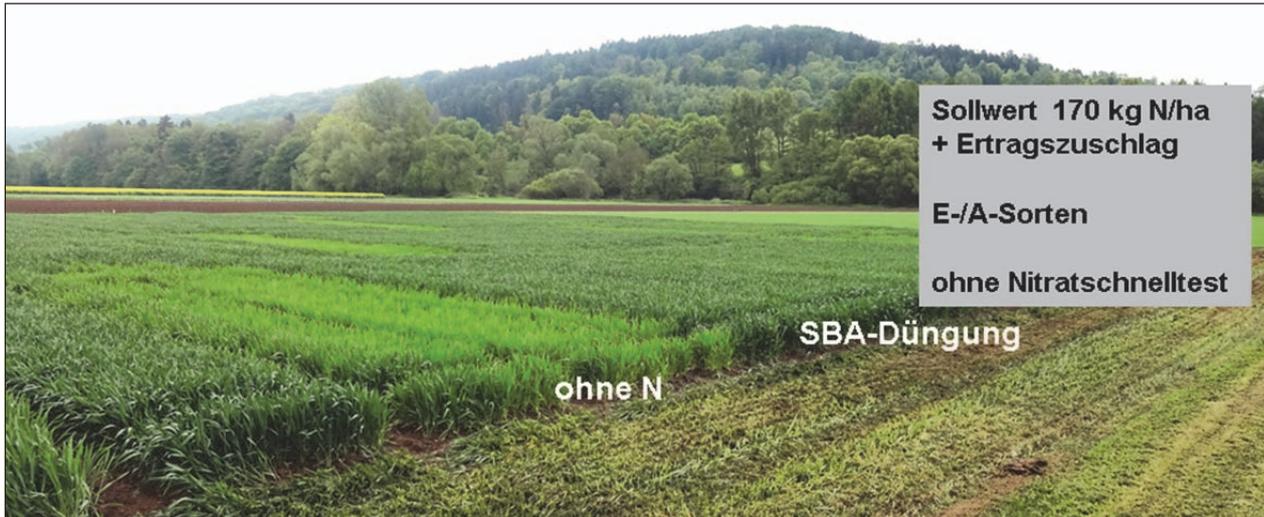


Abbildung 2: Jährlicher N-SBA-Versuch Winterweizen in der Versuchsstation Heßberg 2014

Die 105 SBA-Versuche zu Winterweizen umfassten 58 E-, 33 A-, 8 B- und 6 C-Sorten. Mit einer N-Düngung nach SBA von ca. 150 kg N/ha wurde ein Kornertrag von 82 dt/ha erzielt (Abb. 3; N_{\min} -Gehalt Frühjahr ca. 50 kg/ha). Der Rohproteingehalt lag bei diesem Prüfglied bei 12,8 %. Die höhere N-Düngung (SBA + 30 %) mit 190 kg N/ha führte mit 83 dt/ha zu einem geringen Ertragsanstieg und einem Rohproteingehalt von 13,7 % (Anstieg + 0,9 %). Dagegen kam es mit der um 30 % reduzierten N-Düngung (104 kg/ha) zu einem deutlichen Ertragsrückgang von 5 dt/ha, wobei der Rohproteingehalt auf 11,7 % sank (-1,1 %).

Die Ergebnisse der einzelnen Versuche (1993 bis 2014) weisen eine Ertragsspannweite von 49 bis 112 dt/ha auf (Kornertrag SBA-Prüfglied). Mit einer Gruppierung der Versuche nach den Kornerträgen des SBA-Prüfgebietes ergab sich eine eindeutige Ertragsvariabilität in Bezug auf das N-Angebot (N_{\min} -Gehalt im Frühjahr + N-Düngung; ohne 3. N-Gabe). So zeigte sich, dass mit steigendem Ertragsniveau höhere N-Mengen zur Erreichung des Ertragsoptimums notwendig waren (Abb. 4).

Damit lieferten diese Versuche mit den Daten und Erkenntnissen wichtige Anhaltspunkte für die nach der Novelle DüV vorgegebene Ertragsabstufung und wurden in die bundesweite Diskussion dazu eingebracht.

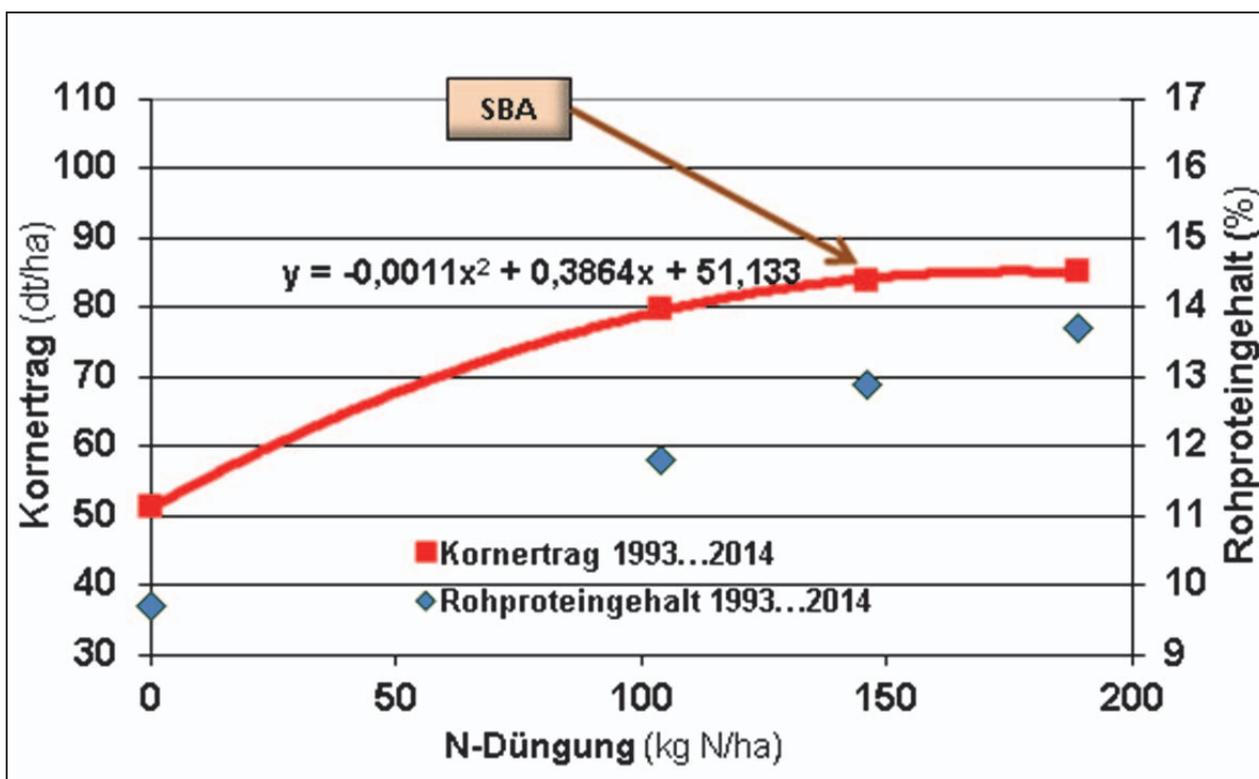


Abbildung 3: Kornertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung (105 SBA-Versuche; Jahre 1993 bis 2014; N_{\min} Frühjahr: ca. 50 kg/ha)

In diesen Ertragsgruppen wird jedoch auch deutlich, dass mit dem Anstieg des Ertrages auch geringere Rohproteingehalte im Korn vorliegen (Abb. 5). Insbesondere in den Ertragsgruppen mit über 80 dt/ha bleiben die Rohproteingehalte mit ausschließlich 1. und 2. N-Gabe erheblich unter den Vorgaben für Qualitätsweizen zurück. Während im geringen Ertragsbereich (< 60 dt/ha) bereits die 13,5 % Rohproteingehalt erreicht werden können und mit einer geringen 3. N-Gabe eine Steigerung zu E-Weizenqualität erfolgen kann, müssen in den mittleren und besonders in den hohen Ertragsgruppen größere N-Mengen als 3. N-Gabe zur Erzielung eines Rohproteingehaltes von $> 13,5$ (A-Weizen) oder gar $> 14,5$ % (E-Weizen) zum Einsatz kommen. Diese sind dann möglichst zeitig (feuchtere Bodenbedingungen) oder besser aufgeteilt auszubringen (Splitting). Allerdings ist die Wirksamkeit hoher und später N-Gaben zu Winterweizen durch die meist schon trockneren Bodenbedingungen und die geringeren Wirkungszeiträume deutlich eingeschränkt. Im sehr hohen Ertragsbereich sind Rohproteingehalte für Qualitätsweizen meist nicht mehr zu erreichen, da die dafür notwendigen hohen N-Aufnahmen von den Pflanzen häufig nicht erreicht werden.

Erkennbar in Abbildung 5 ist auch der unterschiedliche N-Aufwand für die Erreichung der Qualitätsgrenzen Rohproteingehalt. Einerseits benötigt Winterweizen für hohe Rohproteingehalte die zusätzliche 3. N-Gabe (Qualitätsgabe), andererseits sind für die hohe E-Weizengrenze von 14,5 % eben größere N-Mengen notwendig. Dies ist bei der Düngebedarfsermittlung über die differenzierten N-Bedarfswerte für den Winterweizen zu berücksichtigen.

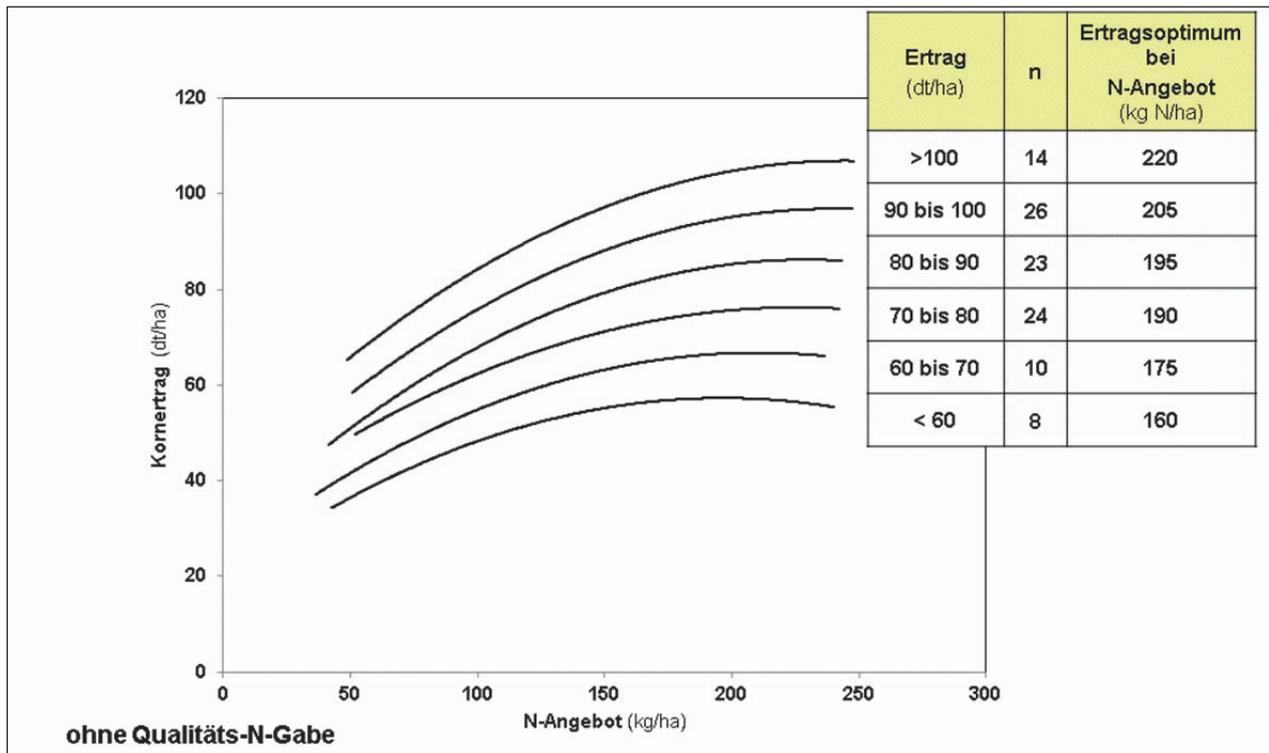


Abbildung 4: Ertragskurven in Abhängigkeit von Ertragsniveau und N-Angebot sowie entsprechendes Ertragsoptimum (105 SBA-Versuche 1993 bis 2014)

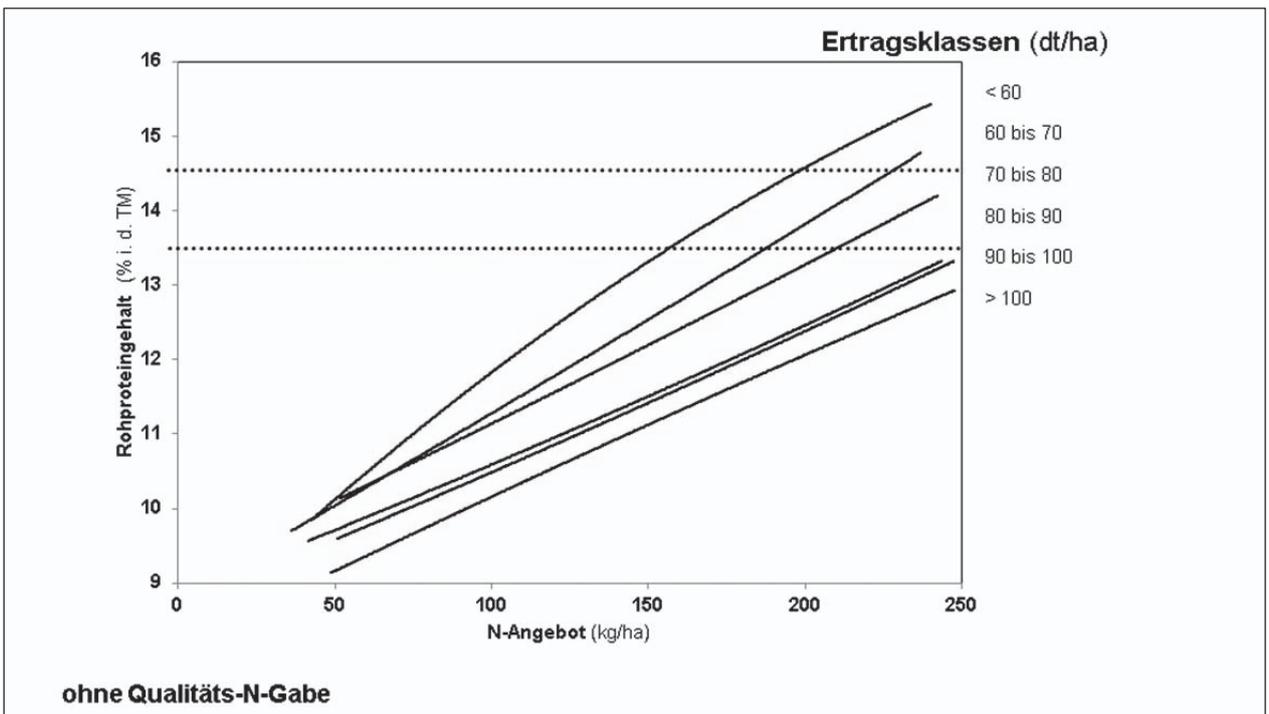


Abbildung 5: Rohproteingehalte in Abhängigkeit von Ertragsniveau und N-Angebot (105 SBA-Versuche 1993 bis 2014)

Im Mittel aller Versuche verringerte sich mit steigenden N-Mengen die Verwertung des Düngerstickstoffs. Dies zeigt sich in den Anstiegen der N_{\min} -Gehalte nach der Ernte und den N-Salden (Abb. 6). Dabei lag der N-Saldo für die Düngung nach SBA im Mittel noch im

negativen Bereich (-12 kg/ha). Die N_{\min} -Gehalte stiegen bei der SBA-Düngung gegenüber ungedüngt nur moderat um 5 kg N/ha an, die höchste N-Düngermenge steigerte die N_{\min} -Gehalte um weitere 10 kg/ha. Bei allen Prüfgliedern dieser Versuchsserie erfolgte jedoch keine 3. N-Gabe (Qualitäts-N-Gabe), welche die N-Ausnutzung durch die späte Anwendung und die meist trockneren Witterungsbedingungen in der Regel erheblich verringert.

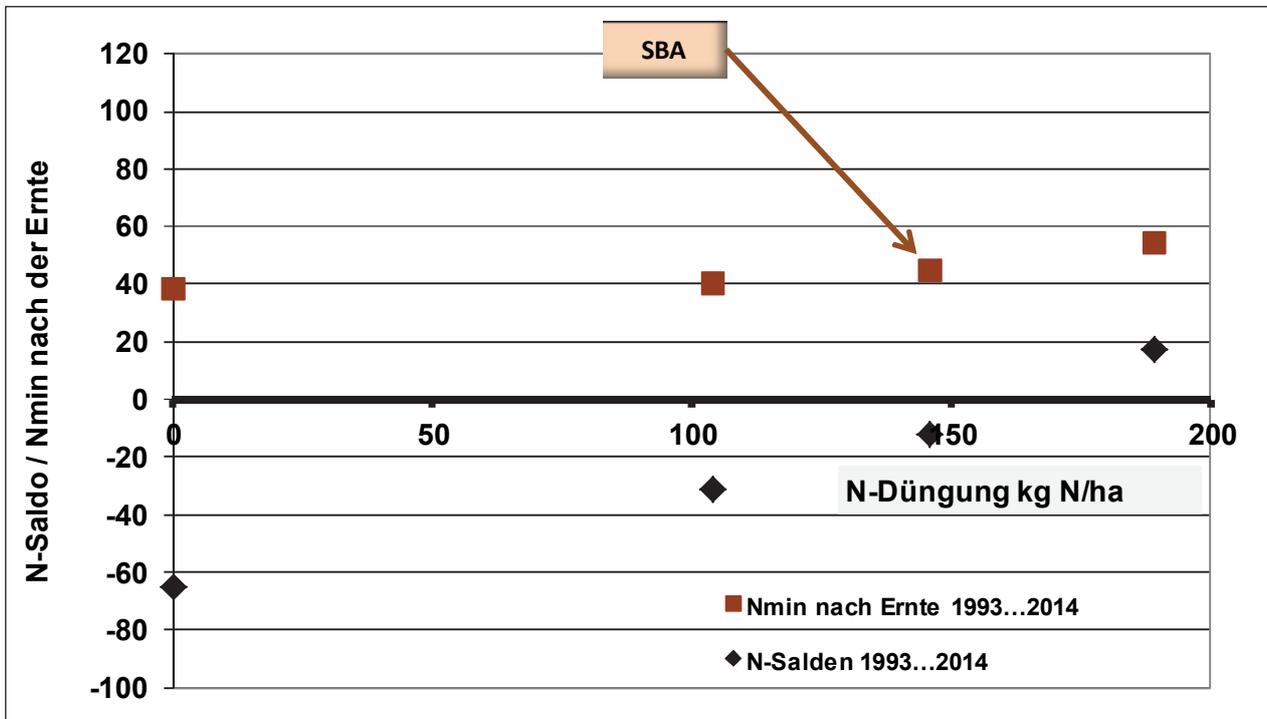


Abbildung 6: N-Saldo und N_{\min} -Gehalt nach der Ernte von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung (105 SBA-Versuche 1993 bis 2014)

Winterraps

Die N-Versuchsergebnisse zu Winterraps mit dem SBA-Basissollwert von 200 kg N/ha (Basis-Ertragsniveau 40 dt/ha) zeigt Abbildung 7. Mit einer mittleren N-Düngung nach SBA von 184 kg/ha (N_{\min} -Gehalte im Frühjahr 34 kg/ha) wurde in den 27 Versuchen ein Kornertrag von 41 dt/ha erzielt. Die um 30 % erhöhte N-Düngung führte zu einer Ertragsleistung von 43 dt/ha. Der Ertragsrückgang durch die Reduzierung der N-Menge um 30 % gegenüber der SBA-Variante lag bei minus 3 dt/ha. Der Ölgehalt nahm mit steigender N-Düngung deutlich ab (51 bis 46,5 %).

Die N-Düngung zum Winterraps führt in der Regel zu deutlichen N-Überhängen. Diese konnten in den Versuchen durch die im Boden verfügbaren N-Mengen (N_{\min} -Gehalt nach der Ernte) aber auch durch die N-Salden (N-Zufuhr minus N-Abfuhr) nachgewiesen werden. Im Mittel der Versuche kam bei suboptimaler N-Düngung (SBA - 30 %) der N_{\min} -Gehalt nach der Ernte auf das gleiche Niveau wie die ungedüngte Variante, der N-Saldo lag jedoch schon bei fast 20 kg N/ha. Mit der um 30 % erhöhten N-Düngung traten die höchsten Werte mit 80 kg N_{\min} /ha und dem N-Saldo von 105 kg/ha auf, da mit der N-Abfuhr (Korn) von 130 kg/ha nur eine sehr geringe Verwertung des Düngerstoffs (240 kg N/ha) vorlag.

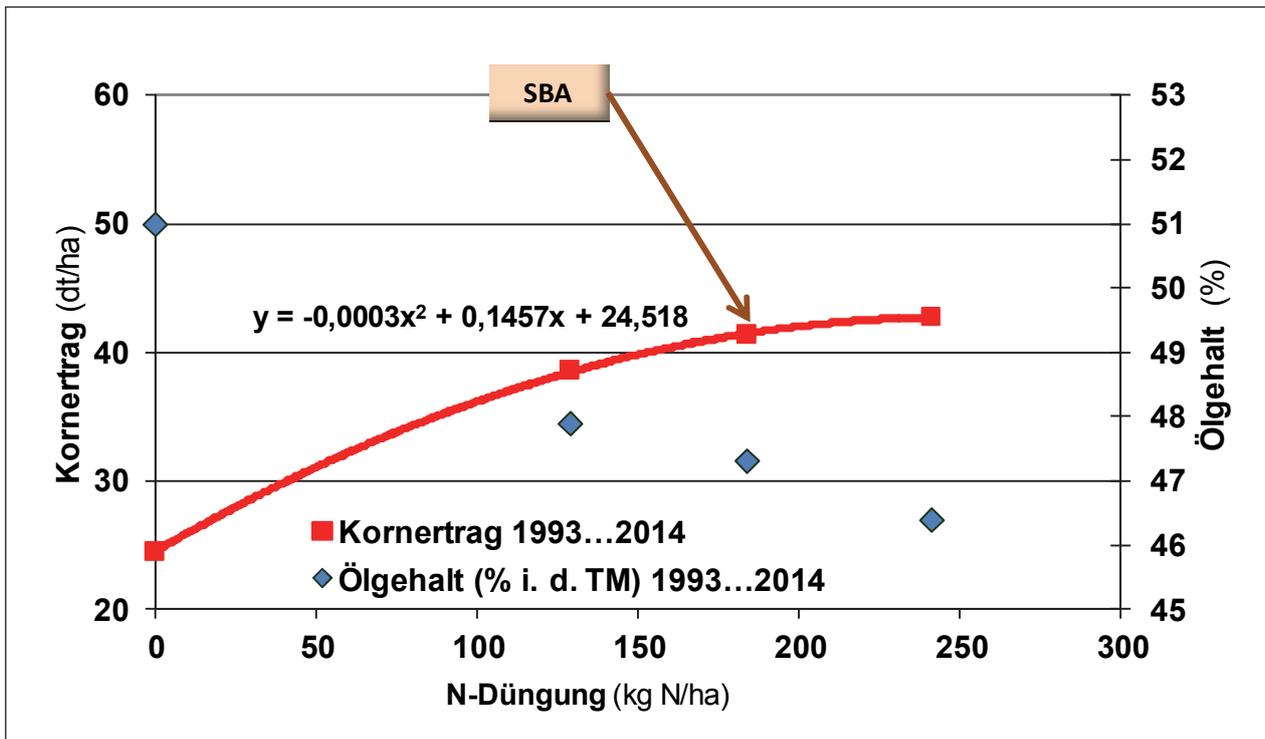


Abbildung 7: Kornerträge und Ölgehalte von Winterraps in Abhängigkeit von der N-Düngung (27 SBA-Versuchen in den Jahren 1993 bis 2014)

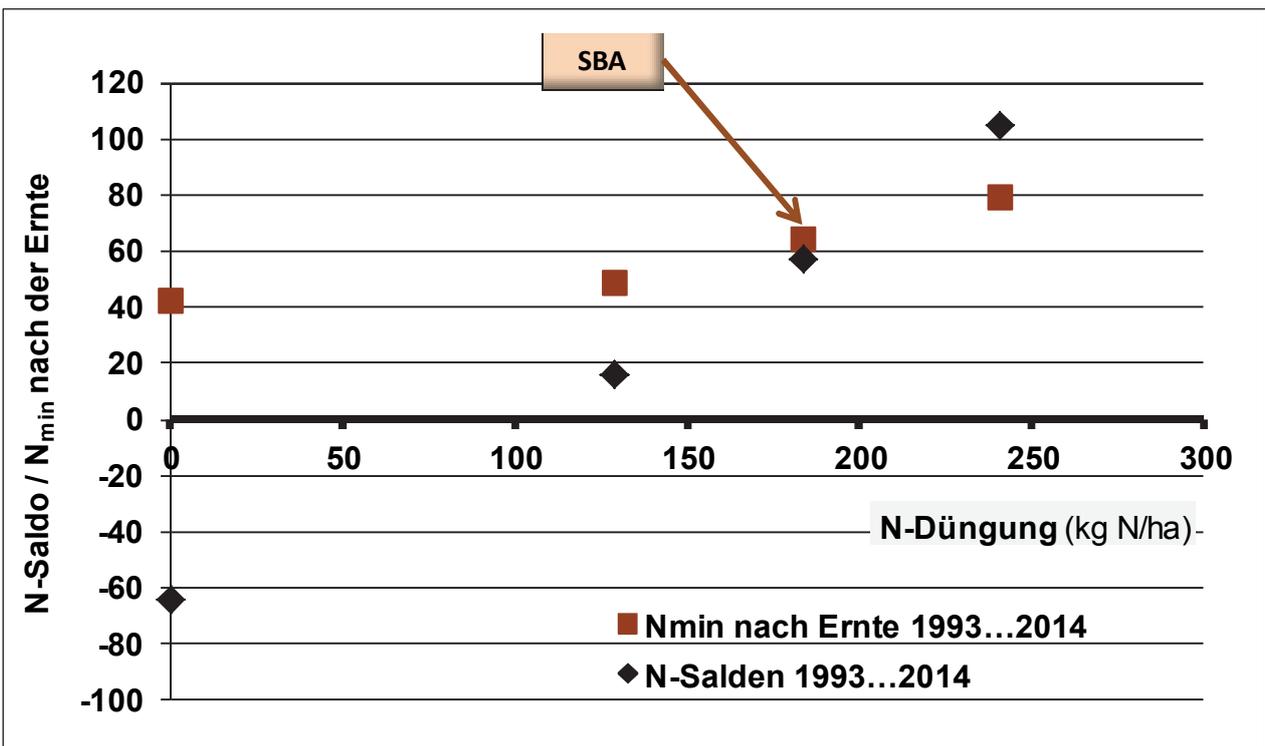


Abbildung 8: N-Saldo und N_{min} -Gehalt nach der Ernte von Winterraps in Abhängigkeit von der N-Düngung (27 SBA-Versuche 1993 bis 2014)

Ergebnisse N-Versuche zur Düngerverordnung der Jahre 2015 und 2016

Winterweizen

Für Winterweizen kamen in den Jahren 2015 und 2016 A- und E-Sorten zum Anbau. Die N-Bedarfswerte dafür betragen 230 bzw. 260 kg N/ha bei einem Ertragsniveau von 80 dt/ha (inkl. 3. N-Gabe). Abbildung 9 zeigt einen entsprechenden Versuch im Stadion ES 65.



Abbildung 9: Jährlicher N-Versuch zur DüV in der Versuchsstation Dornburg 2016 (A-Weizen; Bedarfswert 230 kg N/ha)

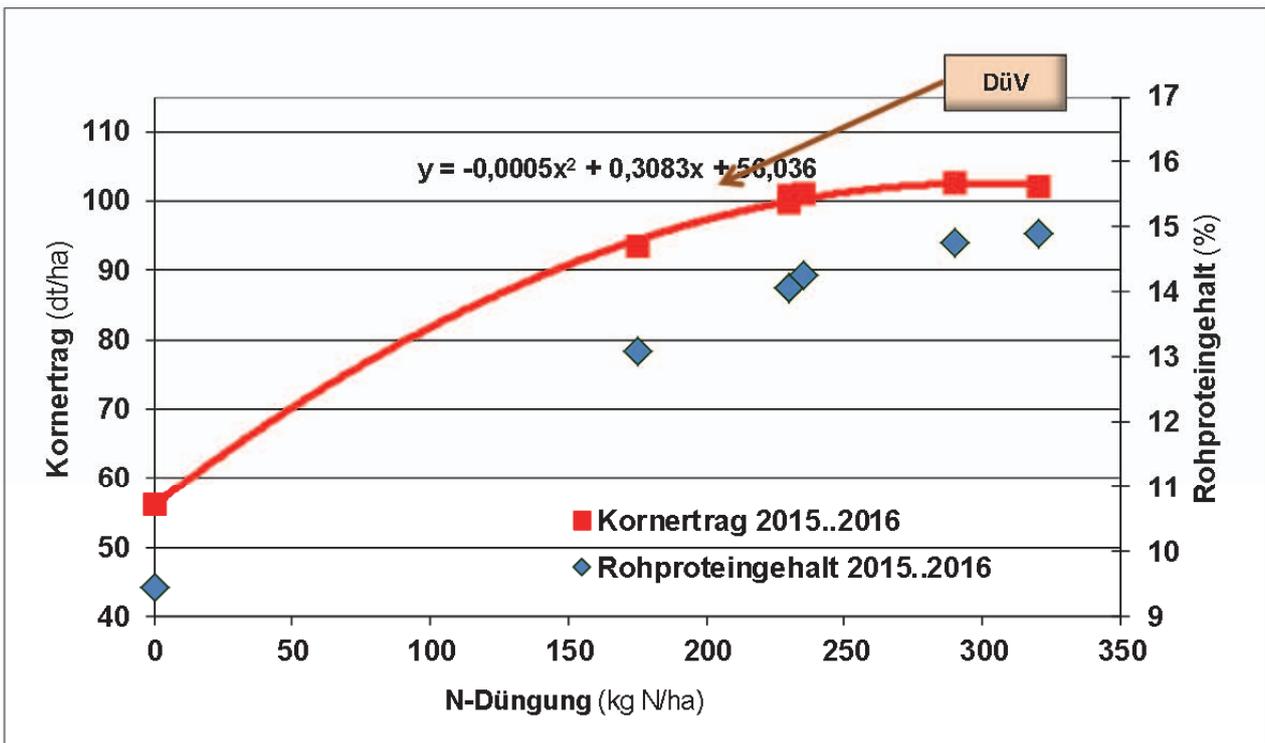


Abbildung 10: Kornertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung (8 Versuche 2015 und 2016)

Mit dem mittleren Frühjahrs-N_{min}-Gehalt im Boden aller sechs Versuche von 31 kg/ha ergab sich eine N-Düngung nach DüV von 230 kg N/ha (5 E- und 3 A-Weizensorten; Bad Salzungen, Dornburg, Großenstein, Heßberg). Mit dieser N-Menge nach DüV wurde im Mit-

tel der acht Versuche ein Kornertrag von 101 dt/ha und einen Rohproteingehalt von 14,0 % erzielt (Abb. 10). Mit höheren N-Mengen (+ 60 kg N/ha) war es möglich, den Ertrag um knapp 2 dt/ha und den Rohproteingehalt um 0,8 % zu steigern. Dies führte jedoch zu einem erheblichen Anstieg des N-Saldos um 40 kg/ha und des N_{\min} -Gehaltes nach der Ernte um 20 kg/ha (Abb. 11).

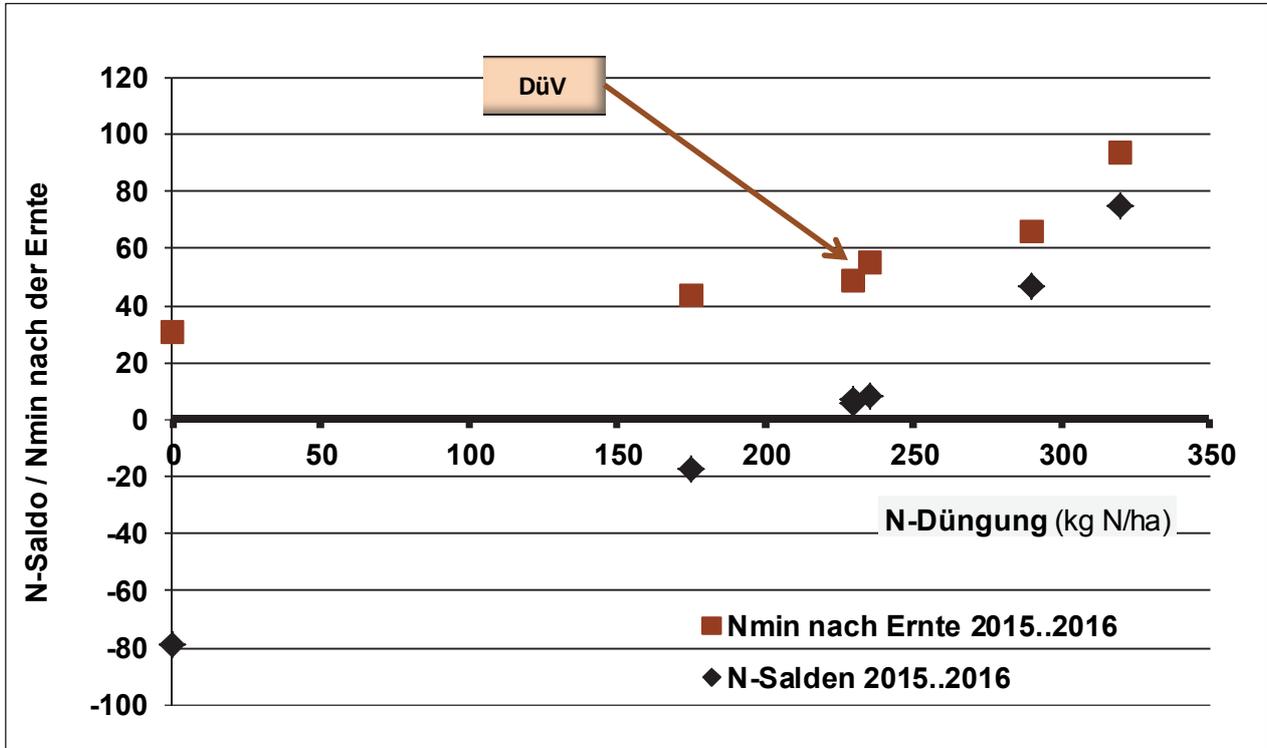


Abbildung 11: N-Saldo und N_{\min} -Gehalt nach der Ernte von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung (8 Versuche 2015 und 2016)

Eine detaillierte Betrachtung der Versuche getrennt nach den beiden Standortgruppen Löss- und Verwitterungsböden zeigen die Abbildungen 12 und 13. Zu den Löss-Standorten der Auswertung zählen die Versuchsorte Dornburg und Großenstein (N_{\min} Gehalt im Frühjahr 36 kg/ha). Die ausgewerteten Verwitterungs-Standorte waren Bad Salungen und Heßberg mit einem N_{\min} -Gehalt im Frühjahr von 26 kg/ha.

Die auf allen Standorten hohen Kornerträge sind auf die guten bis sehr guten Ertragsverhältnisse insbesondere im Jahr 2016 zurückzuführen.

Die beiden Jahre unterscheiden sich bezüglich des tatsächlichen Ertragsniveaus (nicht dargestellt). Während 2015 die Kornerträge der gedüngten Varianten bei etwas über 90 dt/ha lagen, führten im Jahr 2016 alle Düngungsvarianten zu einem mittleren Ertragsniveau von 100 bis 110 dt/ha. Entsprechend war auch die Auswirkung auf die N-Bilanz: Selbst N-Gaben von 230 kg/ha führten bei den hohen Erträgen zu fast ausgeglichenen Salden.

Eine detaillierte Betrachtung der Versuche getrennt nach E- und A-Weizensorten war aufgrund der geringen Versuchsanzahl und der ungleichen Gruppenbesetzung sowie des damit verbundenen Standort- und Jahreseinflusses nicht möglich.

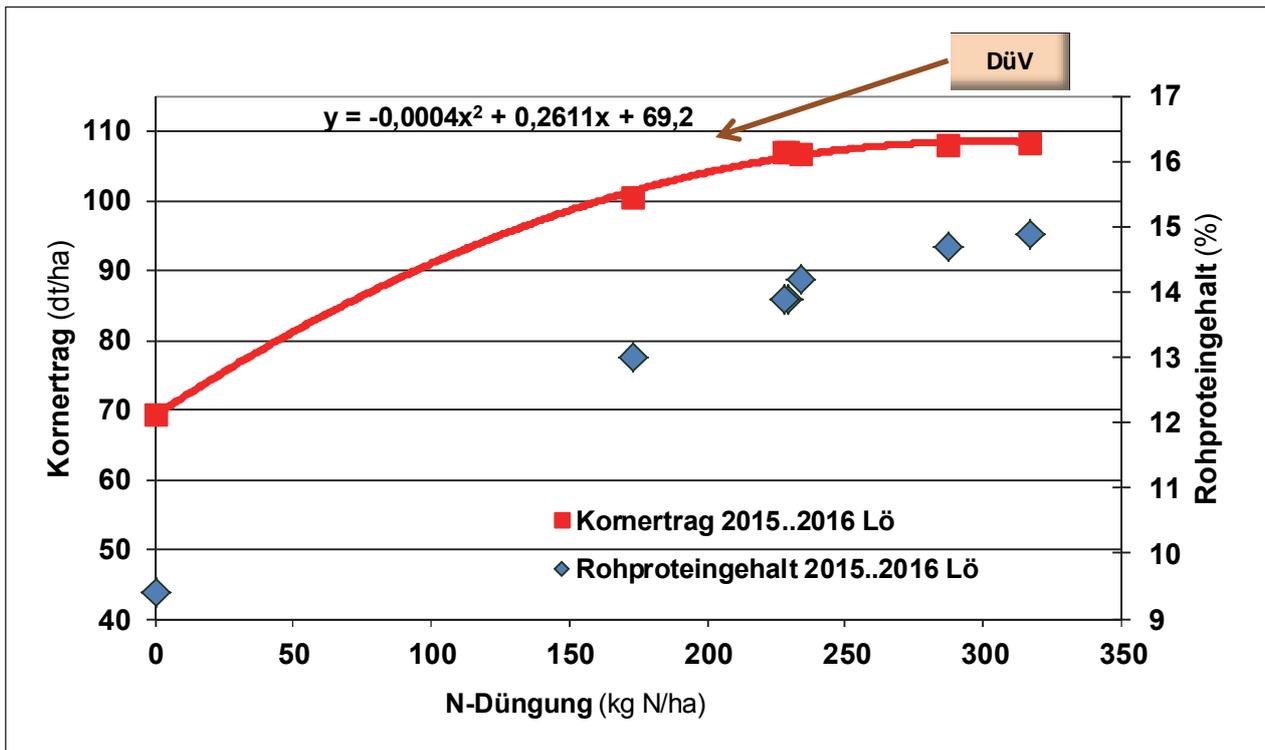


Abbildung 12: Kornertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung (Löss-Standorte; 4 Versuche 2015 und 2016)

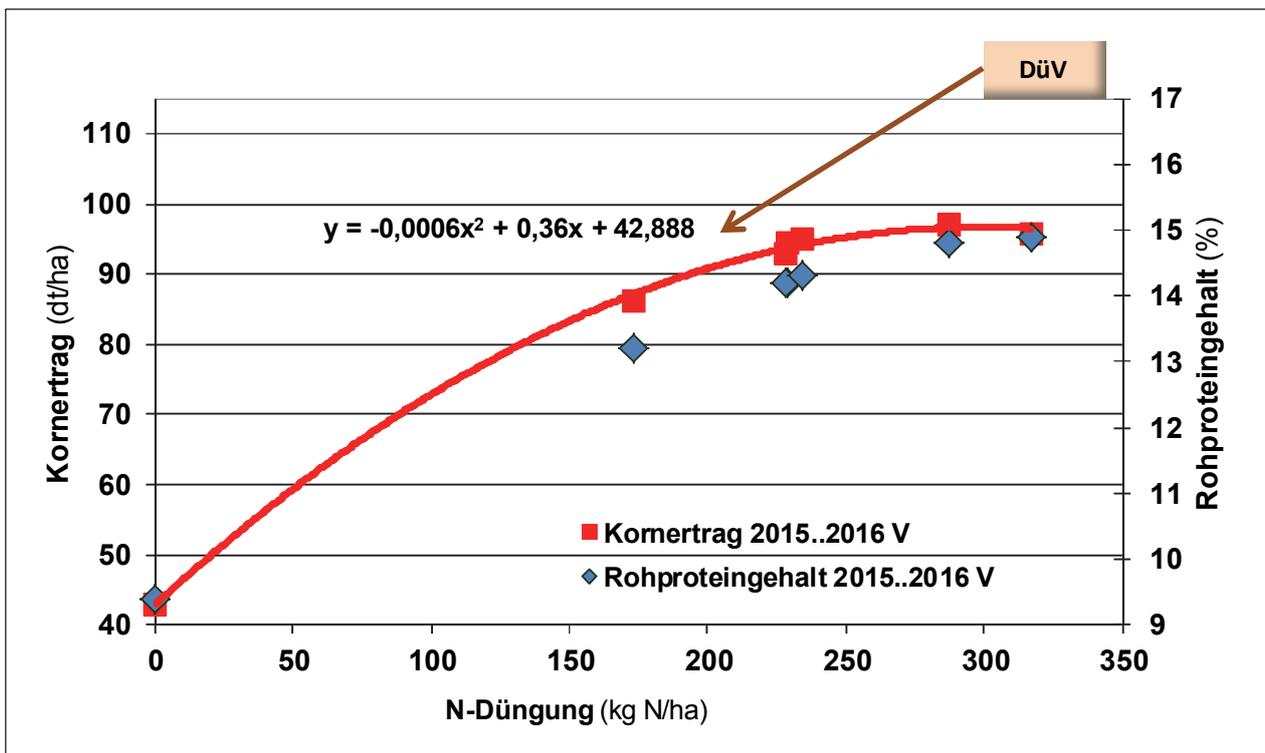


Abbildung 13: Kornertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung (Verwitterungs-Standorte; 4 Versuche 2015 und 2016)

Winterraps

Erste Ergebnisse zur Düngung nach DüV zum Winterraps sind in Abbildung 14 für das Erntejahr 2015 dargestellt. Diese beruhen auf einem DüV-N-Bedarfswert von 200 kg N/ha (Ertragsniveau 40 dt/ha), wobei für die Einzelversuche Ertragsniveaus von 45 bis 50 dt/ha zugrunde lagen. Bei der Düngedarfsermittlung wurden jeweils die im Herbst bzw. im Frühjahr im Versuch vorliegenden Pflanzenmassen als Abzug für die Bestandesentwicklung berücksichtigt (fachlich erweiterte Berechnung gegenüber der DüV).

Bei einem durchschnittlichen N_{\min} -Gehalt im Boden von 23 kg/ha errechnete sich in den drei Versuchen Dornburg, Großenstein und Heßberg eine N-Düngung nach DüV von 190 kg N/ha. Mit der fachlich erweiterten Berechnung gegenüber der DüV mit Berücksichtigung der Bestandesentwicklung und der Vorfruchtwirkung ergab sich eine Düngergabe von 170 kg N/ha. Diese führte zu einem Kornertrag von 49 dt/ha bei einem Ölgehalt im Korn von 49,5 %. Eine steigende N-Düngung von zusätzlichen 40 oder 80 kg N/ha erhöhte den Kornertrag nur noch unwesentlich um maximal ca. 1 dt/ha. Gleichzeitig verringerte sich der Ölgehalt deutlich auf ca. 48 %.

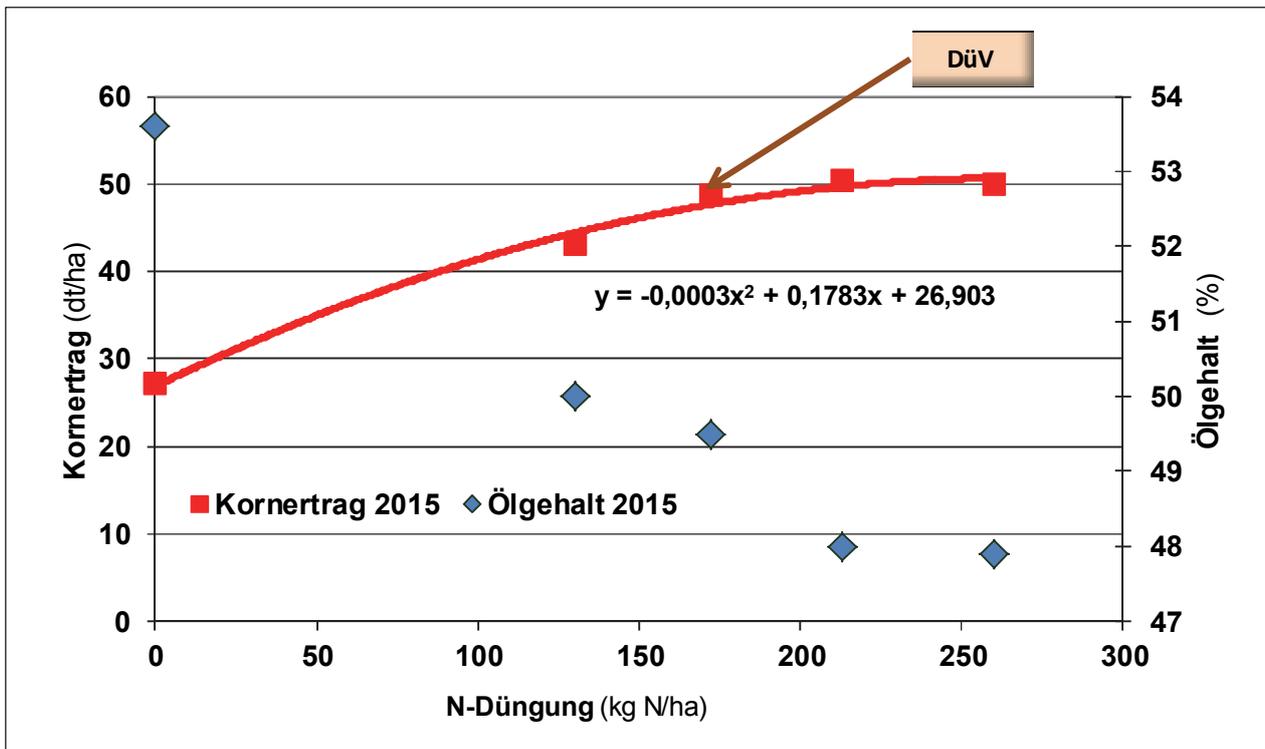


Abbildung 14: Kornerträge und Ölgehalte von Winterraps in Abhängigkeit von der N-Düngung (drei Versuche im Jahr 2015)

Wie bei den SBA-Versuchen der Vorjahre zeigte sich auch in den drei Versuchen 2015 mit hohem Ertragsniveau von ca. 50 dt/ha bei den höheren N-Mengen ein erheblicher N-Verbleib auf der Fläche als N_{\min} -Gehalte nach der Ernte, vor allem aber in den deutlich steigenden N-Salden.

Letztere wiesen bei den höher gedüngten Varianten nur noch eine sehr geringe N-Ausnutzung des Düngerstickstoffs aus. Beispielsweise wurden von den 260 kg/ha Dün-

gerstickstoff (Prüfglied DüV + 50 %) nur ca. 50 % als N-Entzug durch das Korn abgefahren. Bei der N-Düngung nach DüV lag dieser Wert bei 68 % (-25 % : 76 % bzw. +25 % : 61 %). Der N-Saldo für die Düngung nach DüV lag bei 47 kg/ha und stieg bei höheren N-Mengen erheblich an (74 bzw. 120 kg N/ha). Bei der Interpretation der N-Salden muss auch das hohe Ertragsniveau im Versuchsjahr Berücksichtigung finden. Bei geringeren Kornerträgen können die N-Salden noch stärker ansteigen.

Insbesondere bei Winterraps sollte der unweigerlich auf der Fläche verbleibende Stickstoff möglichst durch Zwischenfruchtanbau oder entsprechende Fruchtfolgegestaltung bald „konserviert“ und damit vor der Verlagerung und Auswaschung geschützt werden.

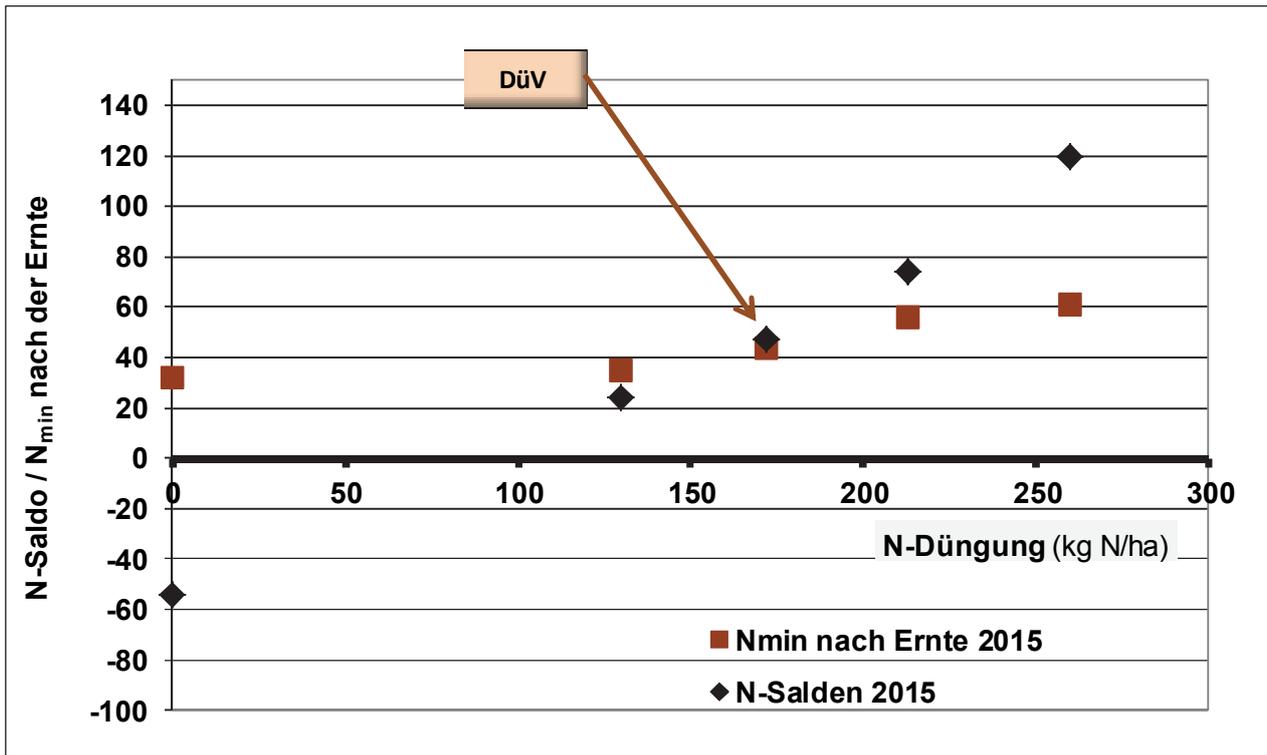


Abbildung 15: N-Saldo und N_{\min} -Gehalt nach der Ernte von Winterraps in Abhängigkeit von der N-Düngung (drei DüV-Versuche 2015)

Fazit

Regionale Feldversuche bieten die Möglichkeit, die Ertrags-, Qualitäts- sowie die Umwelteinflüsse der N-Düngung zu untersuchen. Mit den Ergebnissen der SBA-N-Versuchen konnte schon im Vorfeld der Novellierung der DüV ein Beitrag zur Ausgestaltung der Düngedarfsermittlung geliefert werden. Die dort erzielten Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit, eine ertragsabhängige N-Versorgung der Pflanzen sicherzustellen. Sie zeigen aber auch die große ertragsabhängige Variabilität bezüglich des Rohproteingehaltes an, welcher die unterschiedlichen N-Bedarfswerte für die Weizensortentypen begründet.

Die Ergebnisse lassen zumindest für Winterweizen und Winterraps den Schluss zu, dass die bisherige Düngung nach SBA (für Winterweizen in Ergänzung mit 3. N-Gabe) aber auch nach vorläufigen Untersuchungen die Düngung nach der DüV-Novellierung für Thüringen

weitgehend ökonomischen und ökologischen Zielen gerecht wird und nicht pauschal zu erhöhen ist.

Die veränderten Umweltbedingungen, Sorteneigenschaften aber auch die weiter entwickelten Bewirtschaftungsmethoden bewirkten in den letzten Jahren eine deutliche Änderung der Ertrags- und Qualitätsverhältnisse. Dies ist auch für die folgenden Jahre zu erwarten und in den Thüringer Feldversuchen weiter in Bezug zur Düngedarfsermittlung zu überprüfen.

Da sicherlich nicht alle fachlichen Aspekte bearbeitet werden können, sind die ökonomisch und ökologisch bedeutsamen Themenkomplexe zu bewerten. So untersucht eine Versuchsserie seit 2015 verschiedene Winterweizensortentypen und N-Düngung in Hinblick auf Rohproteinbildung, Korntrug, N-Verwertung und damit der Einfluss auf die Einhaltung der N-Salden nach Düngeverordnung. Die bessere N-Ausnutzung der für Thüringen wichtigsten Kultur ist damit von gesteigertem Interesse von Ökologie und Ökonomie.

Neben der oben ausgeführten Versuchsauswertung können sich Landwirte bei allen Versuchsstationen nach den Vorgaben zur Düngung erkundigen (Düngebedarfsermittlung, N_{\min} -Werte u. v. m) und sich nicht nur zu den Feldtagen ein Bild von den Thüringer Feldversuchen machen.

Das neue Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung - BESyD

Dr. Michael Grunert (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Die Anforderungen an eine sachgerechte Düngung in den Landwirtschaftsbetrieben nehmen deutlich zu. Dies ist u. a. zurückzuführen auf:

- steigende gesetzliche Forderungen (Düngeverordnung, Nitratrichtlinie, Schutzgebietsauflagen, NEC-Richtlinie, Nachhaltigkeitsverordnung ...);
- regional teilweise deutliche Nährstoffüberschüsse;
- zunehmende und komplexere technische Möglichkeiten;
- zunehmend Phasen mit kritischen Witterungsbedingungen (Vorsommertrockenheit, Starkregenereignisse);
- sehr unterschiedliche Voraussetzungen der Betriebe (Standortbedingungen, Struktur, Technikausstattung, Personalquantität und -qualität, EDV ...);
- zunehmend kritische öffentliche Meinung zur Düngung (festgemacht u. a. an: Nährstoffanreicherungen in Grund-/Oberflächengewässern, Emissionen, Treibhausgasbilanz, Biodiversität ...) und
- in weiten Regionen langjährig vernachlässigte Grunddüngung (P, K).

Insbesondere mit der in Überarbeitung befindlichen Düngeverordnung mit ertragsbezogenen Obergrenzen für die N-Düngung, abgesenkter Bilanzobergrenze und den deutlich verschärften Restriktionen für eine Spätsommer-/Herbstdüngung entstehen u. a. folgende Fragen:

- Ist eine zielgerichtete Pflanzenernährung noch möglich?
- Sind die erforderlichen Qualitätskriterien (z. B. Rohproteingehalt) noch erreichbar?
- Ist noch ein wirtschaftlicher Anbau der Kulturarten möglich?
- Ist die zwingend erforderliche höhere Nährstoffeffizienz erreichbar und über welche Methoden?
- Welche Anforderungen entstehen für das Management organischer Dünger?
- Wie hoch ist das das Mineraldüngeräquivalent bei Ausbringung zu anderen Zeitpunkten und in andere Kulturen?

Damit steigen die Anforderungen an die Gestaltung von schlagspezifischen Düngungsmaßnahmen (Art, Menge, Zeitpunkt, Gabenaufteilung, Ausgewogenheit, Ausbringungstechnik, Einarbeitung ...) erheblich an. Gleichzeitig sind die Landwirte mit einem wachsenden Dokumentationsaufwand (Düngebedarfsermittlung, Bilanzierungen) konfrontiert. Dies führt zu einem deutlichen Mehraufwand.

Düngebedarfs- und Bilanzierungsprogramme können hier einen wesentlichen Beitrag zur fachlich qualifizierten Arbeit leisten, die Entscheidungsprozesse unterstützen und vereinfachen sowie wesentliche Aufgaben der Dokumentation und Nachweisführung für Kontrollen übernehmen. Sie werden damit immer mehr zu einem unerlässlichen Werkzeug für die praktische Landwirtschaft.

Derzeit wird auf der Basis des langjährig in der Praxis bewährten sächsischen Programms BEFU das Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung (BESyD) von mehreren Bundesländern entwickelt. Zielstellung ist ein gemeinsames methodisch einheitliches Modell für mehrere Bundesländer, welches die aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen (in Überarbeitung befindliche Düngeverordnung) berücksichtigt. Das Programm wird für die Nutzergruppen Landwirte, Berater, Labore und Ämter erarbeitet und kostenfrei durch die Ämter/Landesanstalten (in Thüringen die TLL) bereitgestellt. Es soll in diesem Jahr fertiggestellt werden (nur wenn Novellierung DüV abgeschlossen ist und dabei keine wesentlichen Änderungen mehr erfolgen). Im Folgenden wird der Stand von Oktober 2016 kurz vorgestellt.

Fachliche Grundlagen sind:

- umfangreiche Abstimmungen zu Methodik, Fruchtarten, Sollwerten, Berechnungswegen, berücksichtigte Faktoren ...,
- langjährige Versuchs- und Praxisdaten und Expertenwissen,
- einheitliche Hintergrunddaten (mit sehr großem Umfang).

Das Programm wird auf dem Rechner des Nutzers laufen und die Daten auch auf diesem speichern.

Das Programm BESyD beinhaltet:

- alle Forderungen der novellierten DüV für Düngebedarfsermittlung und Nährstoffbilanzierung,
- fachlich erweiterte Düngebedarfsermittlung (siehe unten),
- langjährige Datenspeicherung (je Schlag und Betrieb),
- verschiedene Ausgabelisten für Daten und Berechnungen,
- Ausgabeformulare zur Vorlage für Kontrollen (Düngebedarf, Bilanzierung)
- Import- und Export-Schnittstellen (Labore, Schlagdatei)
- bereits abgestimmte Anpassungen zur Berechnung der N_{\min} -Werte für die Veröffentlichung im Frühjahr und für Schnittstellen,
- Hinweise zur Programmhandhabung.

Im Programm BESyD können folgende inhaltliche Bausteine genutzt werden:

- N- und P-Düngebedarfsermittlung nach neuer Düngeverordnung und fachlich erweitert;
- K-, Mg-, Kalk-Düngebedarfsermittlung;
- N- und P-Bilanzierung nach neuer Düngeverordnung;
- N-, P-,K-, Mg-, S-Schlagbilanz;

- Humusbilanz mit vier verschiedenen Methoden (VDLUFA untere, mittlere und obere Werte, standortabhängige Bilanzierung);
- für den ökologischen Landbau zusätzlich mit spezifischer Methodik: P-, K-, Mg-, Kalk-Düngebedarfsermittlung, N-, P-, K-, Mg-, S-Schlagbilanz, Humusbilanz sowie
- Hoftorbilanz aktuell nur für den ökologischen Landbau.

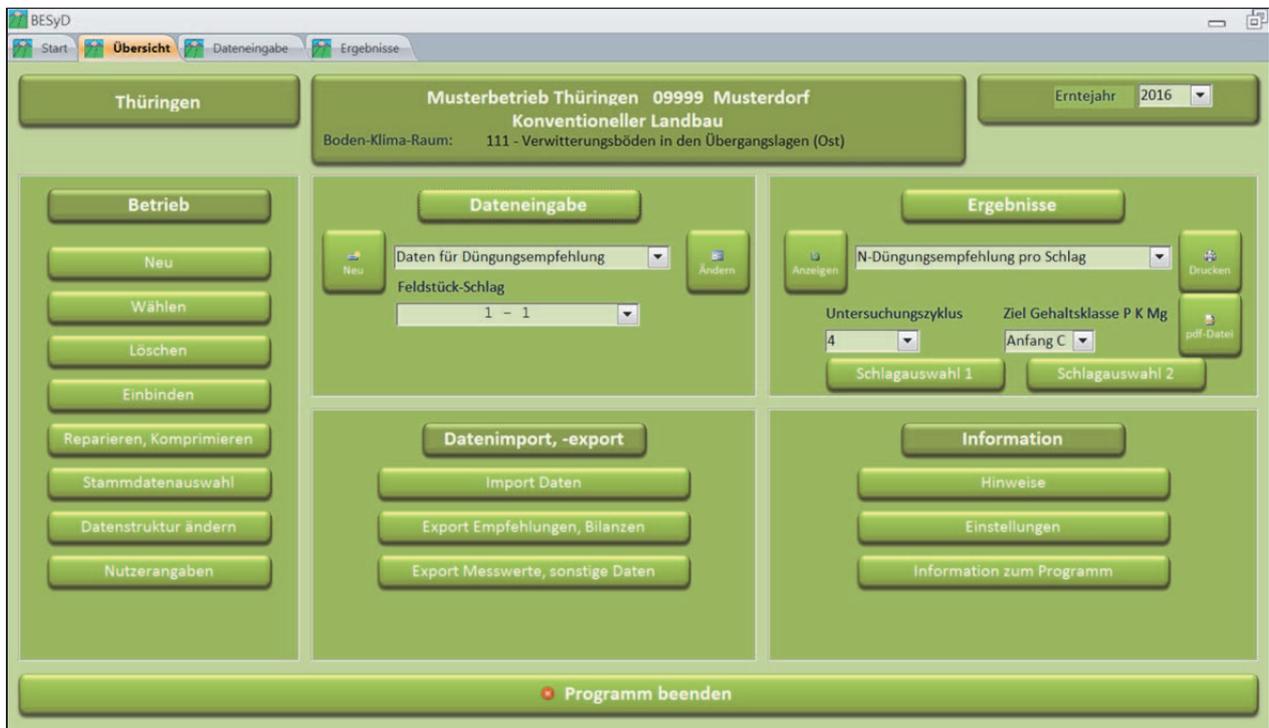


Abbildung 1: BESyD - Bildschirmabdruck der Wahl der aktuellen Eingaben

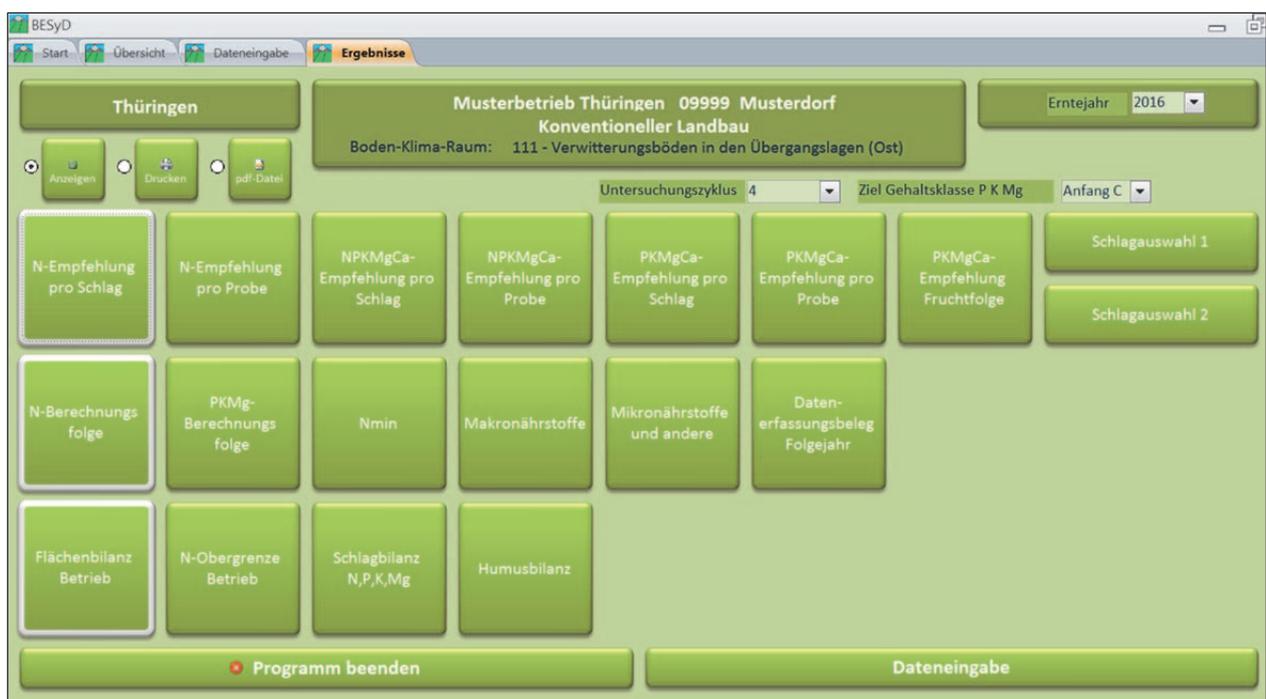


Abbildung 2: BESyD - Bildschirmabdruck für die Auswahl der Berechnungsergebnisse

Für die N-Düngebedarfsermittlung stehen zwei Möglichkeiten zur Auswahl (siehe Tab.). Zum einen die nach neuer Düngeverordnung geforderte schlagweise Berechnung mit Ausgabemöglichkeit zur Vorlage bei Kontrollen. Hier sind Berechnungsweg und Ergebnis bindend.

Zusätzlich wird eine fachlich erweiterte Berechnung angeboten, die einige Faktoren detaillierter untersetzt und zusätzliche wichtige Einflussfaktoren berücksichtigt (z. B. die Bestandesentwicklung im Frühjahr). Das Ergebnis dieser Berechnung ist eine fachliche Empfehlung für den Nutzer. Abbildung 3 zeigt die beiden Berechnungen an einem Beispiel. In Abbildung 4 wird beispielhaft der aktuelle Stand des Ausgabeberichtes Nährstoffvergleich dargestellt.

Tabelle: N-Düngebedarfsermittlung im Programm BESyD nach Düngeverordnung und fachlich erweitert

	nach DüV	fachlich erweiterte Berechnung
Berechnungszeitpunkt	vor erster N-Düngung	
Zielertrag	identisch	
Gesamtsollwert	identisch (Bezug auf Zielertrag)	
Humusgehalt	Faustzahl	über Bodenart (Nachlieferung)
Boden-Klima-Raum	-	Korrektur des Sollwertes
Höhe über NN	-	ja
N _{min} in drei Tiefen	als Summe	Anrechnung auf N-Teilgaben
Vorfrucht	einfache Werte	differenziertere Werte
Pflanzenentwicklung	-	ja
Vegetationsbeginn	-	ja
organische Düngung	10 % des Nt der gesamten organischen Düngung des Vorjahres	differenzierte Anrechnung je nach - Düngung zur Fruchtart (Herbst) und zur Vorfrucht - Düngemittelart
Ergebnis	Gesamt-N-Düngebedarf	- Gesamt-N-Düngebedarf (≤ DüV) - konkrete Empfehlung 1. Gabe - Orientierungswert für 2./3. Gabe

Im Programm BESyD sind u. a. folgende grundlegende Daten hinterlegt:

- aktuell 250 Kulturarten mit durchschnittlichen Nährstoffgehalten von Haupt- und Koppelprodukten, mittlerer Ertragserwartung je Boden-Klima-Raum, Sollwert für Düngebedarfsberechnung;
- Düngemittel (mineralisch und organisch) mit Nährstoffgehalten;
- landwirtschaftliche Böden (Bodenarten, Gehaltsklassen P, K, Mg, pH);
- Mineraldüngeräquivalente nach organischem Dünger, Kulturart, Ausbringungszeit;
- Faktoren für N-Nachlieferung aus organischer Düngung des Vor- und Vor-vor-Jahres aus dem Boden nach Vorfrucht und Bodenart;
- Richtwerte zur Berechnung der symbiotischen N-Bindung;
- Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere und
- bei abweichenden Werten: getrennte Listen für den ökologischen Landbau.

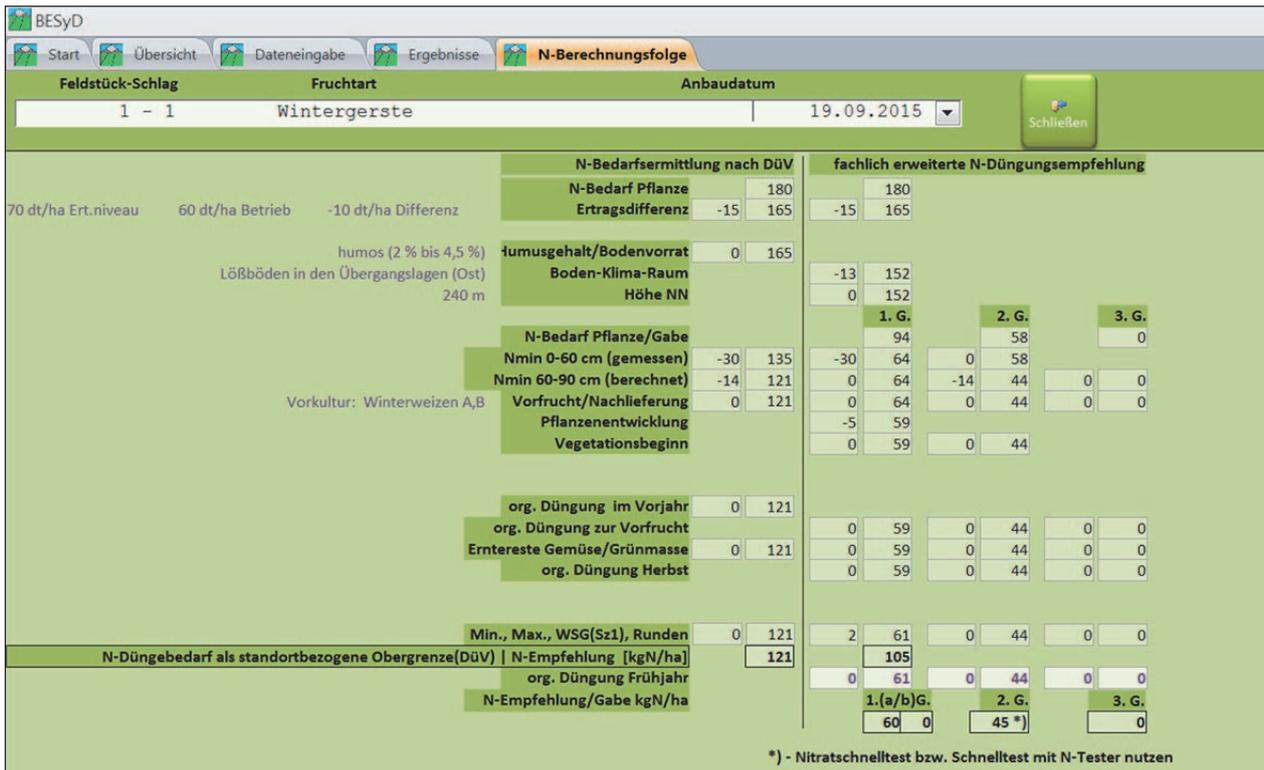


Abbildung 3: N-Düngebedarfsermittlung in BESyD an einem Beispiel (links: nach Düngeverordnung; rechts: fachlich erweitert)

In den folgenden Jahren wird das Programm BESyD regelmäßig aktualisiert und ergänzt. Dies erfolgt in enger Abstimmung einvernehmlich durch die beteiligten Ämter/Landesanstalten (in Thüringen die TLL) für folgende Punkte:

- Kontrolle, Aktualisierung, ggf. Ergänzung von Hintergrunddaten;
- Überprüfen von Rechenergebnissen, -methoden;
- gezielte Ergänzung von Bausteinen (z. B. Schwefeldüngung);
- Erfassung und Einarbeitung von geänderten Rahmenbedingungen;
- Abgleich mit Ergebnissen aus dem regionalen Feldversuchswesen; Basis ist die einheitliche Anlage und Auswertung von Exaktversuchen
 - mit den wichtigsten Kulturarten
 - auf allen relevanten Standorten (Boden-Klima-Räumen)
- Vermittlung in die landwirtschaftliche Praxis und
- ...

Wir bieten Ihnen mit dem Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung - BESyD ein Programm an, welches Ihnen in Ihren Betrieben helfen soll, die Düngung weiter fachlich zu qualifizieren, die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten sowie eine wesentliche Unterstützung für die notwendige Datenablage und auch bei der Vorlage von Belegen für Kontrollen zu geben.

Komponenten		Einheit	kg pro Einheit			Parameter- änderung	Gesamtbetrieb in kg		
			N	P	K		N	P	K
Konventioneller Landbau - gute fachliche Praxis BESyD 2017 Nährstoffvergleich (Flächenbilanz Betrieb) 2013 01.01.2013 bis 31.12.2013 Betrieb: Musterbetrieb Thüringen 09999 Musterdorf Betriebsgröße (Bilanzfläche*): 82 ha Ackerland + 25 ha Grünland = 107 ha Erstellung: 10.01.2014 davon für Wiederkäuer: ha AL Grobfutt. + ha GL Grobfutt. = ha Druck: 19.10.2016 * Flächen mit Nährstoffzufuhr und/oder -abfuhr									
Zufuhr									
Tierhaltung [Anzahl belegte Stallplätze]									
Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); allgemein	10	32,64	3,24	24,96			134	32	250
165 Stalltage, 200 Weidetage, Stallmist, 60 % N-Anrechnung, Weidegang 25 % N-Anrechnung									
Männliche Rinder über 2 Jahre (einschl. Zuchtbullen); allgemein	10	60,00	9,12	42,72			420	91	427
Gülle, 70 % N-Anrechnung									
Milchkühe; allgemein	60	138,00	20,04	127,44			4968	1202	7646
Stallmist, 60 % N-Anrechnung									
Weibliche Zuchtrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; allgemein	12	75,00	10,44	86,04			367	125	1032
165 Stalltage, 200 Weidetage, Stallmist, 60 % N-Anrechnung, Weidegang 25 % N-Anrechnung									
Summe							5889	1450	9355
Mineraldünger [dt]									
Entec 26	63	26,00	0,00	0,00			1638	0	0
Kalkammonsalpeter 27	488,2	27,00	0,00	0,00			13181	0	0
Hyperphosphatkali 18+10	11	0,00	7,86	8,30			0	86	91
50er Kali 50	18	0,00	0,00	41,50			0	0	747
Patentkali gran. 30	75	0,00	0,00	24,90			0	0	1868
ESTA Kieserit granuliert 25	14	0,00	0,00	0,00			0	0	0
Summe							14819	86	2706
N-Bindung Leguminosen [dt]									
Grünland (<10% Legum.; 450 dtFM/ha)	7200	0,04	0,00	0,00			317	0	0
15 ha, 480 dt/ha									
Grünland (>10% Legum.; 375 dtFM/ha)	4000	0,07	0,00	0,00			276	0	0
10 ha, 400 dt/ha									
Kleegrass (50:50)	6750	0,27	0,00	0,00			1823	0	0
15 ha, 450 dt/ha									
Summe							2416	0	0
Summe Zufuhr							23124	1536	12061
Zufuhr in kg/ha							216	14	113

Abbildung 4: Aktueller Stand des Ausgabeberichtes Nährstoffvergleich

Wir hoffen, dass Sie das Programm in Ihren Betrieben nutzen, wünschen Ihnen viel Erfolg, gute Wachstumsbedingungen und Preise sowie eine erfolgreiche Ernte 2017.

Autor: *Dr. Michael Grunert*
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Referat 72: Pflanzenbau
Pillnitzer Platz 3
01326 Dresden

Pflanzenschutzmittel-Resistenz - Anforderungen an den Landwirt

Prof. Dr. Peter Zwerger (Julius Kühn-Institut)

Lassen sich Populationen von Schadorganismen mit den praxisüblichen und zugelassenen Aufwandmengen eines Pflanzenschutzmittels nicht mehr ausreichend bekämpfen, so ist vom Vorliegen einer Resistenz gegen dieses bzw. dessen Wirkstoff auszugehen. Für den Landwirt bedeutet das Auftreten resistenter Schadorganismen auf seiner Fläche in aller Regel den Verlust eines effizienten Bekämpfungsverfahrens. Kann er auf andere Verfahren ausweichen, bedeutet dieser Verlust für ihn im einfachsten Fall nur eine Kostensteigerung. Gibt es keine Alternativen, ist ein Ausweichen also nicht möglich, so kann das Auftreten pflanzenschutzmittel-resistenter Schadorganismen auch den Anbau bestimmter Kulturen in Frage stellen. Schließlich geht das Auftreten resistenter Populationen auch einher mit Umweltbelastungen, da der Landwirt andere Pflanzenschutzmittel zusätzlich ausbringen muss.

Resistenzentwicklung

Resistenz ist eine erblich bedingte Fähigkeit von Biotypen einer Schadorganismen-Population, Pflanzenschutzmittel-Anwendungen zu überstehen, die normalerweise zum Absterben der Individuen dieser Schadorganismen führen. Durch die wiederholte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit dem gleichen Wirkungsmechanismus kommt es dabei zur Selektion und Anreicherung unempfindlicherer Schadorganismen auf einer Fläche. Die Anreicherung der unempfindlichen Biotypen mündet letztlich in einer flächendeckenden Resistenz mit der Folge, dass eine hinreichende Bekämpfung mit dem betreffenden Pflanzenschutzmittel sowie oftmals auch wirkungsgleichen Mitteln bzw. Wirkstoffen nicht mehr möglich ist.

Dabei handelt es sich um einen Selektionsvorgang. Die resistenten Individuen entstehen nicht neu. Sie sind mit einer gewissen Ausgangsfrequenz in den Schadorganismen-Populationen vorhanden und werden durch die Anwendung des Pflanzenschutzmittels selektiert. Dabei erfolgt dieser Selektionsvorgang umso schneller, je höher die Populationsdichte des betreffenden Schadorganismus und je höher der Selektionsdruck durch das Mittel ist. Einseitige Fruchtfolgen in Verbindung mit einseitigen Anbauverfahren führen daher zunächst zu einem vermehrten Auftreten von einzelnen Schadorganismen. Damit steigt dann zwangsläufig auch die Zahl der resistenten Individuen. Entsprechend schnell erfolgt die Anreicherung resistenter Schadorganismen durch einseitige Bekämpfungsstrategien.

Die Ausprägung und der Grad der Resistenzen können ganz unterschiedlich sein, der Prozess der Entstehung über die Selektion ist aber immer gleich. Haben sich die resistenten

Biotypen einmal flächendeckend etabliert, gestaltet sich das Zurückdrängen der Resistenz als äußerst schwierig und erfordert ganz gezielte Managementmaßnahmen. Daher muss der Resistenzvorbeugung ein sehr viel größeres Gewicht eingeräumt werden.

Resistenzmechanismen

Obwohl es für die jeweiligen Wirkungsbereiche (Fungizide, Herbizide, Insektizide) einige Spezifitäten gibt, lassen sich im Wesentlichen zwei unterschiedliche Resistenzmechanismen unterscheiden. Bei der metabolischen Resistenz wird diese durch einen beschleunigten Wirkstoffabbau in dem resistenten Schadorganismus hervorgerufen, so dass der aufgenommene Wirkstoff seine Wirkung nicht mehr entfalten kann. Bei der Wirkort-Resistenz kann der Wirkstoff nicht mehr an dem bisherigen Wirkort ansetzen, da die molekulare Bindungsstelle im resistenten Schadorganismus durch eine genetische Anpassung verändert wurde. Ausgelöst wird diese Art der Resistenz häufig durch nur eine Veränderung in einer Gensequenz (Punktmutation). Dabei kann es unterschiedliche Punktmutationen innerhalb der Gensequenzen geben, deren Ort und Art des Austauschs die Intensität der Resistenz beeinflusst.

Beide Mechanismen unterscheiden sich auch bezüglich ihres Verhaltens gegenüber anderen Wirkstoffen und/oder Wirkstoffgruppen. So wird aufgrund der unspezifischen Entgiftungsmechanismen bei der metabolischen Resistenz davon ausgegangen, dass sehr viel mehr und auch unterschiedliche Wirkstoffe von dieser betroffen sein könnten als dies bei der Wirkort-Resistenz der Fall ist, bei der sich die Resistenz nur auf Wirkstoffe der gleichen Gruppe oder nahe verwandter Gruppen erstreckt.

Eine Kreuzresistenz liegt vor, wenn die Biotypen einer Population gegen zwei oder mehr Wirkstoffe resistent sind, wobei die Resistenz auf dem gleichen Mechanismus beruht. Dagegen wird von multipler Resistenz gesprochen, wenn die Biotypen einer Population zwei oder mehr unterschiedliche Resistenzmechanismen besitzen.

Pflanzenschutzmittel-Resistenzen im Ackerbau

Mehr oder weniger regelmäßig durchgeführte Resistenz-Erhebungen zeigen, dass es mittlerweile in Deutschland verschiedenste Resistenzentwicklungen gegenüber Insektiziden, Fungiziden und Herbiziden in Ackerbaukulturen gibt. So wurden im Rapsanbau in den letzten Jahrzehnten insbesondere Insektizide aus der Wirkstoffgruppe der Pyrethroide eingesetzt, wodurch ein hoher Selektionsdruck auf die Rapschädlinge entstand, was bei einigen zur Resistenzentwicklung führte. Betroffen von der Pyrethroidresistenz sind mittlerweile Rapsglanzkäfer, Kohlschotenrüssler und Rapserrdfloh (BRANDES & HEIMBACH, 2015; 2016). Einen ersten Fund resistenter Schwarzer Kohltriebrüssler gab es 2015 in Baden-

Württemberg (ELIAS, persönliche Mitteilung). In Frankreich gibt es bereits Bekämpfungsprobleme bei Nutzung von Pyrethroiden durch die weite Verbreitung der Resistenz.

Wie bei den Rapsschädlingen zeigt sich auch bei den Getreidepathogenen eine Verschärfung der Resistenzsituation, wenngleich hier stärkere Schwankungen von Jahr zu Jahr zu beobachten sind. Die Resistenz gegen Strobilurine spielt bisher bei Mehltau in Weizen, Gerste und Triticale, bei Septoria-Blattdürre und DTR/HTR-Blattfleckenkrankheit in Weizen sowie bei Ramularia in der Gerste eine Rolle. Auch bei den Carboxamiden ist aufgrund des Wirkungsmechanismus ein höheres Resistenzrisiko zu erwarten. Allerdings zeigen die bisherigen Studien keine Kreuzresistenz der Carboxamide zu den Strobilurinen (RODEMANN, 2012). In Zuckerrüben wurden bei Cercospora-Blattflecken erste Resistenzen gegen Strobilurine beobachtet. Bei Raps gibt es erste Resistenz-Verdachtsfälle bei der Weißstängeligkeit gegenüber Boscalid (RODEMANN, persönliche Mitteilung).

Bei der Herbizidresistenz sind in erster Linie die herbiziden Wirkstoffe aus der Gruppe der ALS- und ACCase-Hemmer bei Acker-Fuchsschwanz, Gemeinem Windhalm und dem Weidelgras betroffen. Regional treten beim Acker-Fuchsschwanz teilweise bereits erhebliche Bekämpfungsprobleme auf, u. a. auch deshalb, weil inzwischen Biotypen mit multipler Resistenz nachgewiesen wurden. Neben den monokotylen Arten sind zunehmend auch dikotyle Unkrautarten in Deutschland von Resistenz betroffen, wie der Weiße Gänsefuß gegen Photosystem-II-Hemmer (Metamitron, Metribuzin), Geruchlose Kamille und Vogel-Sternmiere gegen ALS-Hemmer (ROSENHAUER, 2015).

Bei der Erfassung der Resistenzsituation und der Beschreibung der Resistenzentwicklungen spielen die regionalen Standort- und Anbauverhältnisse eine große Rolle. Daher werden von den Pflanzenschutzdiensten der Länder und den Zulassungsinhabern im Rahmen ihrer Produktbeobachtungspflichten teilweise sehr umfangreiche Resistenzmonitorings durchgeführt. Auf deren Ergebnisse sei an dieser Stelle nur exemplarisch verwiesen (GÖTZ, 2011; BAYER, 2013; THATE et al., 2014; GÖSSNER, 2015).

Fachausschüsse für Pflanzenschutzmittel-Resistenz

Im Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel müssen das Resistenzrisiko der betroffenen Schadorganismen sowie Resistenzvermeidungsstrategien beurteilt werden. Grundlage für diese Prüfung und Bewertung ist der EPPO Standard PP 1/213 (Resistance risk analysis) (EPPO 2015). Funktionierende Resistenzvermeidungsstrategien sind aber nur durch eine abgestimmte Vorgehensweise zwischen den involvierten Behörden, der Beratung und den Pflanzenschutzmittelfirmen möglich.

Daher wurden am JKI Fachausschüsse zur Pflanzenschutzmittel-Resistenz für den deutschsprachigen Raum geschaffen, die in jährlichen Sitzungen einen Austausch von Informationen und Diskussionen zwischen allen Beteiligten ermöglichen sollen. Hauptziel der Fachausschüsse ist es, Beratung zur nachhaltigen Nutzung von Pflanzenschutzmitteln ein-

schließlich Fragen der Resistenzbeurteilung bei der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln zu geben. Dabei werden u. a. die folgenden Ziele verfolgt:

- das Aufdecken von Resistenzen, möglichst schon im Vorfeld entsprechender Entwicklungen;
- das Erarbeiten abgestimmter Vermeidungsstrategien, wobei die Umsetzbarkeit aber auch die Vereinbarkeit zwischen den verschiedenen Firmen eine große Rolle spielen;
- der Transfer von Wissen zwischen den beteiligten Behörden und Firmen sowie
- die Abstimmung über Test- und Monitoringmethoden.

Die Fachausschüsse setzen sich aus Fachvertretern des JKI, des BVLs, der amtlichen Pflanzenschutzdienste, der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Beratung, von Universitäten, der antragstellenden Firmen und aus Personen zusammen, die sich aktiv mit Resistenzen beschäftigen.

Resistenzvermeidungsstrategien und Resistenzmanagement

Resistenzvermeidungsstrategien setzen vom Landwirt zwingend voraus, dass er seine konkrete Situation bezüglich der betroffenen Schadorganismen kennt, auch den Resistenzstatus. Mit Hilfe geeigneter, wissenschaftlich fundierter Managementmaßnahmen soll einer weiteren Verschärfung der Resistenzsituation entgegengewirkt werden. Dabei sind sowohl die Fälle zu berücksichtigen, bei denen die Resistenz bereits flächendeckend aufgetreten ist, als auch die, in denen es darum geht, dem Aufkommen und der weiteren Zunahme der Resistenz entgegenzuwirken. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass nur alleine mit den chemischen Maßnahmen künftig keine ausreichende Bekämpfung der Schadorganismen mehr möglich sein wird. Die verfügbare Mittelpalette wird sich durch das Wegbrechen von Alt-Wirkstoffen infolge deutlich verschärfter Zulassungskriterien aus dem Umwelt- und Gesundheitsbereich merklich verkleinern. Neue Wirkstoffe werden so schnell nicht nachkommen, wenn überhaupt. Daher ist mit allen möglichen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen seitens der Anwender sicherzustellen, dass die Wirkung der noch verfügbaren Pflanzenschutzmittel nicht durch das Auftreten resistenter Schadorganismenpopulationen verloren geht.

Wirksame Resistenzvermeidungsstrategien müssen daher situationsspezifisch auf die jeweilige Anbausituation und die Biologie des betreffenden Schadorganismus einschließlich der bekannten Resistenzmechanismen abgestimmt sein. Auf der Web-Seite des Fachausschuss Pflanzenschutzmittelresistenz für Insektizide und Akarizide finden sich solche spezifischen Resistenzstrategien für Getreideschädlinge, für Rapsschädlinge sowie für den Kartoffelkäfer und Blattläuse in Kartoffeln (JKI, 2016).

Die Landwirte sind für die Umsetzung der Resistenzvermeidungsstrategien im Sinne der „Guten fachlichen Praxis“ mit verantwortlich und müssen die Empfehlungen aktiv unter Nutzung aller zugelassenen Mittel umsetzen. Kulturarten und Fruchtfolgen, Bodenbear-

beitung, Anbausystem und Saatzeiten sind standortgerecht so zu wählen und zu gestalten, dass der Befall mit Schadorganismen nicht gefördert wird. Eine Bekämpfungsmaßnahme soll nur durchgeführt werden, wenn der Befall auch bekämpfungswürdig ist.

Dabei gilt es bei Insektiziden auf die folgenden Punkte zu achten:

- alle Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes sind zu nutzen, vor allem die strikte Berücksichtigung von Bekämpfungsrichtwerten als wichtigstem Baustein einer Resistenzstrategie (= keine unnötigen Anwendungen von Insektiziden);
- ausschließliche Nutzung adäquater Applikationstechniken mit genügendem Wasseraufwand und voller Aufwandmenge;
- Auswahl eines Mittels innerhalb einer Wirkstoffklasse mit möglichst guter Wirksamkeit;
- strikte Berücksichtigung des Bienenschutzes auch bei Mischungen mit Azolfungiziden. Nicht geprüfte Mischungen von verschiedenen Pflanzenschutzmitteln und anderen Zusätzen sollten möglichst nicht in die Blüte oder kurz hintereinander in die Blüte eingebracht werden.

Für Resistenzvermeidungsstrategien bei Fungiziden sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Es sind vorzugsweise Sorten und Herkünfte auszuwählen, die Toleranz- oder Resistenzeigenschaften gegenüber den wichtigen standortspezifischen Schadorganismen aufweisen;
- durch Einhaltung geeigneter Fruchtfolgen ist die Anreicherung von bodenbürtigen Pathogenen zu vermeiden;
- auf Feld- und Bodenhygiene ist zu achten, wie die Förderung des Abbaus von Ernterückständen sowie die Vermeidung von Inokulumquellen;
- nicht notwendige Fungizidapplikationen sind strikt zu vermeiden und
- Anwendung hoch potenter Fungizidwirkstoffe im Wechsel oder in Kombination (Tankmischung) mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen und mit effektiver Aufwandmenge.

Bei den Herbiziden spielen die vorbeugenden acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen als Resistenzmanagement ebenfalls eine sehr große Rolle. Durch die entsprechenden Maßnahmen und deren Kombinationen kann die Dichte der Unkräuter und Ungräser merklich reduziert werden, so dass die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von resistenten Individuen auch herabgesetzt ist. Bei der Herbizidanwendung sind dann noch zusätzlich die folgenden Punkte zu beachten:

- Vermeidung unnötiger Anwendungen;
- Rotation von Wirkstoffen bzw. Wirkungsmechanismen in der Kultur und im Rahmen der Fruchtfolge;
- ausschließliche Nutzung adäquater Applikationstechniken mit genügendem Wasseraufwand und robusten Aufwandmengen;
- Nutzung optimaler Einsatztermine wie ausreichend hoher Luftfeuchtigkeit bei Blatt herbiziden oder ausreichender Bodenfeuchtigkeit für Bodenherbizide;
- Verwendung von Tankmischungen und ggf. Additiven sowie
- Verwendung von Glyphosat im Vorsaatverfahren zur Bekämpfung von aufgelaufenen resistenten Ungräsern.

Schlussfolgerung

Das Auftreten von pflanzenschutzmittel-resistenten Schadorganismen stellt eine große Herausforderung für den Landwirt dar, der er gezielt mit allen ihm zur Verfügung stehenden acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen entgegentreten muss. Dabei kommt es zunächst darauf an, dass sich der Landwirt Kenntnisse über den Resistenzstatus der wichtigsten Schadorganismen auf seinen Flächen verschafft. Für die Zurückdrängung von bereits vorhandenen resistenten Schadorganismen sind andere Maßnahmen erforderlich als für die Vorbeugung oder die Verhinderung der weiteren Ausbreitung. Bei allen Stoßrichtungen wird es aber nicht ausreichend sein, sich ausschließlich auf die Verfügbarkeit von entsprechenden Pflanzenschutzmitteln zu verlassen.

Literatur

BAYER, 2013: Resistenzmanagement im Ackerbau 2013.

<https://agrار.bayer.de/de-DE/Aktuelles/Broschueren/Sonstige.aspx>

BRANDES, M.; HEIMBACH, U. (2016): Resistenz bei Rapsschädlingen - Management in 2016. In: Raps 34 (2016) 2, S. 16-19

BRANDES, M.; HEIMBACH, U. (2015): Aktueller Stand der Pyrethroidresistenz bei Rapsschädlingen. In: Raps 33 (2015) 1, S. 26-29

EPPO (2015): EPPO Standard PP 1/213 (Resistance risk analysis). In: EPPO Bulletin 45 (2015) 3, S. 371-387; DOI: 10.1111/epp.12246

GÖSSNER, K. (2015): Verbreitung von Insektizidresistenzen in Thüringen. In: 24. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung, 19.11.2015. Erfurt, Tagungsband, S. 56-61

GÖTZ, R. (2011): Zum aktuellen Stand bei Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln. In: Schriftenreihe der TLL Landwirtschaft und Landschaftspflege (2011) 8, S. 65-73

JKI (2016): Fachausschuss Pflanzenschutzmittelresistenz - Insektizide und Akarizide.

http://www.jki.bund.de/no_cache/de/startseite/institute/pflanzenschutz-ackerbau-und-gruenland/insektizide-akarizide.html

RODEMANN, B. (2012): Resistenz. Schonen Sie die neuen Carboxamide. In: top agrar (2012) 3, S. 68-71

ROSENHAUER, M.; ULBER, L.; RISSEL, D. & PETERSEN, J. (2015): Resistenzmonitoring ALS-resistenter dikotyler Unkräuter und Hirsearten in Deutschland 2014. In: Sitzung des DPG-AKs Herbologie, 24./25.02.2015. Bingen, Tagungsmaterial

THATE, A.; DIETZ, M.; PÖLITZ, B.; MEINLSCHMIDT, E.; KRAATZ, M. (2014): Untersuchungen zu Pflanzenschutzmittelresistenzen wirtschaftlich bedeutsamer Schaderreger gegenüber Insektiziden, Fungiziden und Herbiziden. In: Schriftenreihe des LfULG, Heft (2014) 5

Autor: Prof. Dr. Peter Zwerger

Julius Kühn-Institut (JKI)

Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

Messeweg 11/12

38104 Braunschweig

Neue Methoden zur Ermittlung der Phosphor-Versorgung im Boden

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

Problemstellung

Die Diskussionen über die langfristige Phosphatversorgung der Landwirtschaft werden stark durch die global begrenzten Rohphosphatreserven und volatile Preise geprägt. Der Phosphatbedarf der deutschen Landwirtschaft ist dabei deutlich differenziert. Die langjährig reduzierte P-Düngung sowie der verstärkte Anbau von Marktfrüchten haben in Thüringen und anderen Ackerbaugebieten zu einer dramatisch gesunkenen P-Versorgung der Ackerböden geführt. Zurzeit weisen 54 % des Thüringer Ackerlandes sehr niedrige bzw. niedrige P-Gehalte (Gehaltsklassen A und B) auf. Häufige starke Trockenperioden hemmen außerdem oft die Verfügbarkeit des Boden-P und dessen Aufnahme durch die Pflanzen. Andererseits liegt in Veredlungsregionen oft eine sehr hohe P-Versorgung der Böden vor. Das Beibehalten bzw. die Rückkehr zu einer bedarfsgerechten P-Düngung auf unterversorgten Standorten erfordert experimentell belegte Richtwerte für die Düngebedarfsermittlung sowie eine Optimierung der Düngemittelapplikation.

Fragestellungen für die aktuellen Thüringer Feldversuche zur P-Düngung sind die Weiterentwicklung der P-Düngeempfehlungen, die Überprüfung der P-Gehaltsklassen und P-Düngermengen sowie die Möglichkeiten der Verbesserung der P-Bedarfsprognose durch Berücksichtigung der Ergebnisse zusätzlicher Bodenuntersuchungen wie die Bestimmung der P-Freisetzungsrates nach FLOSSMANN und RICHTER (1982) im Oberboden (0 bis 20 cm) sowie die CAL-Löslichen P-Gehalte im Unterboden (20 bis 40 cm).

Ziel der Anwendung zusätzlicher Bodenuntersuchungen ist hierbei eine verbesserte Bewertung der P-Versorgung der Böden bei Beibehaltung der CAL-Methode als Standardmethode. Die Ableitung eines Vorschlages für ergänzende Untersuchungspakete kommt dem Wunsch vieler Landwirte nach „umfangreicheren“ Analysen und Bewertungen entgegen. Auf der Grundlage langjähriger P-Düngungsversuche in Thüringen werden nachfolgend entsprechende Untersuchungspakete für Landwirte vorgeschlagen.

Material und Methoden

Zur Überprüfung der Richtwerte für eine ökonomisch sinnvolle P-Düngung wurden auf acht Thüringer Ackerstandorten zwischen 1993 und 1999 statische Feldversuche zur P-Düngung angelegt.

Die P-Düngung erfolgt nach folgendem Schema (PG = Prüfglied):

PG 1: ohne P-Düngung; PG 2: 100 % der Abfuhr;

PG 3: 130 % der Abfuhr; PG 4: 70 % der Abfuhr.

Die P-Düngung erfolgte in allen Versuchen vor der Saat mittels Triplesuperphosphat, das flach in den Boden eingearbeitet wurde. Seit dem Erntejahr 2012 wird auf dem Standort Friemar (Friemar UFD) ein weiterer Feldversuch zur Prüfung verschiedener P-Düngemittelapplikationstechnologien durchgeführt.

Tabelle 1: Standorte aktueller P-Düngungsversuche auf Ackerland in Thüringen (P-Gehalte jeweils zu Versuchsbeginn)

Standort	Versuchsbeginn	Boden	PCAL mg/100g	AZ ¹⁾	°C ²⁾	mm NS ³⁾
Bad Salzungen	1999	Buntsandsteinverwitterung	6,9 C	32	8,1	586
Burkersdorf	1993	Schieferverwitterung	6,0 C	36	7,0	642
Dornburg	1993	Lössparabraunerde	8,0 D	70	8,1	578
Friemar	1993	Löss-Braunschwarzerde	6,1 C	90	7,8	519
Großenstein	2002	Lössparabraunerde	4,4 B	51	7,8	608
Haufeld	1993	Muschelkalkrendzina	12,7 E	36	7,0	635
Heßberg	1993	Bergton-Staugley	18,5 E	43	7,1	760
Kirchengel	1993	Löss-Rendzina	8,5 D	60	7,8	568
Friemar (UFD)	2012	Löss-Braunschwarzerde	1,4 A	90	7,8	519

¹⁾ Ackerzahl

²⁾ Jahresmitteltemperatur

³⁾ langjähriges Niederschlagsmittel

Die Bestimmung der P-Freisetzungsrates nach FLOSSMANN und RICHTER im Labor beruht auf einer zweimaligen Wasserextraktion. Bei der ersten Extraktion werden das Phosphat in der Bodenlösung sowie sehr leicht lösliche P-Mengen entfernt und die Konzentration gemessen. Die zweite Wasserextraktion dient der Ermittlung der P-Nachlieferung aus der festen Phase des Bodens. Diese Größe wird häufig als P-Kinetik bezeichnet und in der Dimension $\mu\text{g P}/100\text{ g Boden} \times 10\text{ min}$ angegeben.

Aus beiden P-Fractionen der P-Freisetzung können nach FLOSSMANN und RICHTER (1982) der dimensionslose Kinetikfaktor k_{10} sowie die P-Freisetzungsrates nach folgenden Gleichungen errechnet werden:

$$1. \text{ Wasserextraktion } 1:20; 60\text{ min} = P_{H20}$$

$$2. \text{ Wasserextraktion } 1:20; 10\text{ min} = P_{10}$$

Berechnungen

$$P_A = P_{CAL} - P_{H20}$$

$$k_{10} = 0,1 \times \ln \left[\frac{P_A}{P_A - P_{10}} \right] \text{ Angabe in } \text{min}^{-1} \text{ (Kinetikfaktor)}$$

$$P_{fr} = k_{10} \times P_{CAL} \quad \text{Dimension: } \mu\text{g P}/100\text{ g Boden} \times 10\text{ min}$$

Nach Angaben von FLOSSMANN und RICHTER (1982) sowie KERSCHBERGER (1992) stellt der Kinetikfaktor k_{10} eines Bodens eine relativ konstante und vom P_{CAL} -Gehalt unabhängige Größe dar. Dieser Zusammenhang ermöglicht einerseits eine langfristige Nutzung vorhandener Analysenwerte in der Beratung. Weiterhin erscheint eine Regionalisierung der P-Freisetzungsrates für vergleichbare Standorte als möglich. Für praktische Zwecke wird die P-Kinetik als P-Freisetzungsrates (P_{fr}) angegeben. Die Einstufung erfolgt unter Berücksichtigung des CAL-löslichen P-Gehaltes (P_{CAL}) in drei Stufen: hohe, mittlere oder niedrige P-Freisetzungsrates (vergl. Abb. 1). Auf dieser Grundlage ist es möglich, unter Berücksichtigung von P_{CAL} und P_{fr} den P-Düngebedarf zu präzisieren.

Ergebnisse

P-Freisetzungsrates der Versuchsstandorte

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der Bestimmung der P-Freisetzungsrates (P_{fr}) der Varianten ohne P-Düngung nach der Ernte 2011 der statischen P-Düngungsversuche. In der Abbildung ist die vorläufige Einstufung der P-Freisetzungsrates in Abhängigkeit vom P_{CAL} -Gehalt dargestellt. Diese beruht auf Untersuchungen von KERSCHBERGER (1991) und Korrekturen durch die Verfasser des Beitrages. Die Bewertung erfolgt in drei Stufen: hohe, mittlere oder niedrige P-Freisetzungsrates. Auf dieser Grundlage ist es möglich, unter Berücksichtigung von P_{CAL} und P_{fr} den P-Düngebedarf zu präzisieren.

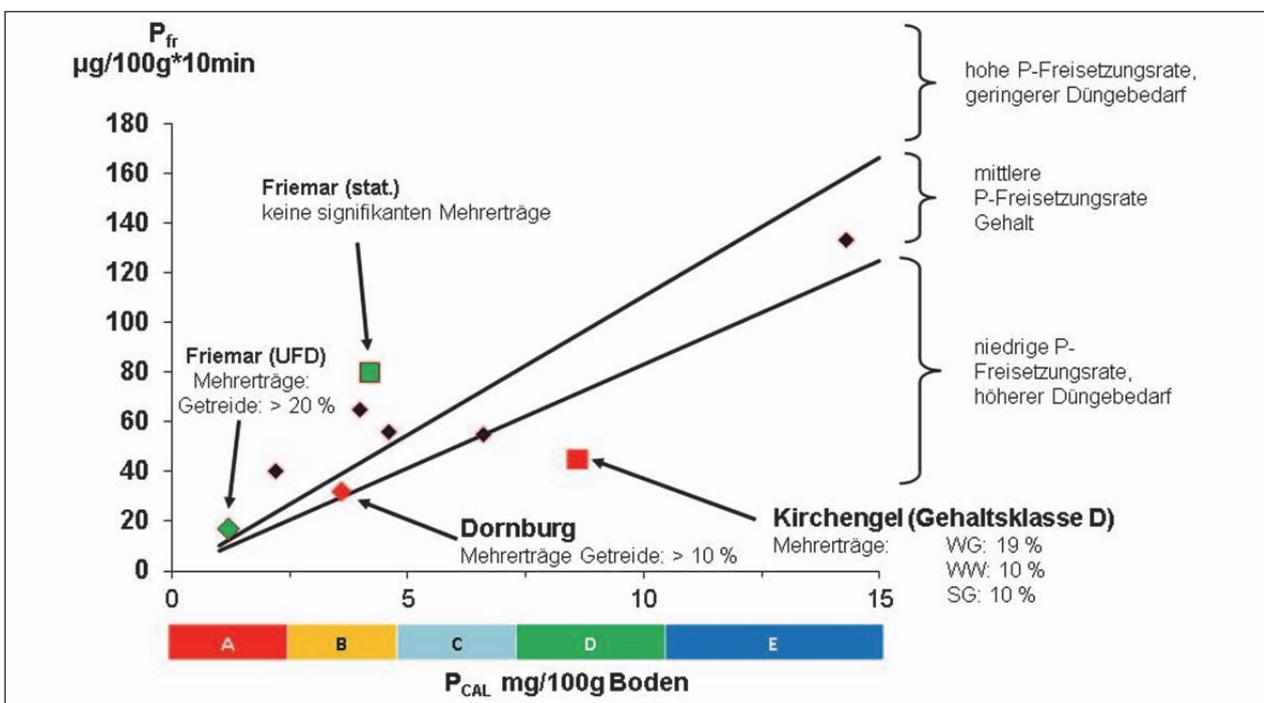


Abbildung 1: Bewertung der P-Freisetzungsrates (P_{fr}) im Boden der Null-Parzellen in Abhängigkeit vom P_{CAL} -Gehalt (nach Ernte 2011)

Die Standorte Großenstein, Burkersdorf, Friemar und Bad Salzungen weisen eine hohe, Dornburg, Haufeld und Heßberg eine mittlere sowie Kirchengel eine niedrige P-Freisetzungsrates auf. Der statische P-Düngungsversuch in Kirchengel ist durch sehr hohe Mehrerträge durch P-Düngung zu Getreide gekennzeichnet.

Ergebnisse und Vorschlag für zusätzliche Bodenuntersuchungen zur P-Düngebedarfsermittlung

Die P-Düngewirkung auf hinsichtlich Bodenart und -typ ähnlichen Standorten mit vergleichbarem P_{CAL} -Gehalt in Gehaltsklasse B (Löss-Standorte Dornburg und Friemar) unterscheidet sich zum Teil erheblich. Die P-Düngung führte in Dornburg überwiegend zu mittleren bis hohen und signifikanten Mehrerträgen (Getreide: 5 bis 8 dt/ha), in Friemar dagegen nur zu geringen, nicht signifikanten.

Nach 18 Jahren Versuchslaufzeit liegt auf der Nullparzelle (P0) in Dornburg ein P_{CAL} -Gehalt von 3,6 mg P/100 g Boden und in Friemar von 4,2 mg P/100 g Boden vor. Innerhalb der 18 Jahre ist der P-Gehalt in Dornburg um 2,9 mg P/100 g Boden sowie in Friemar um 1,6 mg P/100 g Boden gesunken. Die Abnahme des P-Gehaltes um 1 mg P/100 g Boden resultiert in Dornburg aus einem P-Entzug von 75 kg P/ha, in Friemar von 154 kg P/ha. Die Untersuchung der Standorte auf die P-Freisetzungsrates weist für den Standort Dornburg im Vergleich zu Friemar eine deutlich geringere P-Nachlieferung sowohl auf der Nullparzelle als auch auf den gedüngten Parzellen aus (Tab. 2).

Tabelle 2: Parameter der P-Dynamik im Boden der Variante ohne P-Düngung (Probenahme nach der Ernte 2010, 0 bis 20 cm) und P-Düngewirkung der Standorte Dornburg und Friemar

Standort	CAL-P mg/100 g	Abnahme CAL-P ¹⁾ mg/100 g Boden	P-Bilanz kg P/mg P je 100 g Boden	Pfr ²⁾ µg P/100 g x 10 min	P-Düngewirkung
Dornburg	3,6 (GK B)	- 2,9	75	32	mittel/hoch signifikant
Friemar	4,2 (GK B)	- 1,6	154	80	gering/ ohne n. s.

¹⁾ in 18 Jahren Versuchslaufzeit, aus Regression abgeleitet

²⁾ P_{fr} = Freisetzbares P nach FLOSSMANN u. RICHTER (1982)

Beide Standorte unterscheiden sich auch deutlich hinsichtlich der P_{CAL} -Gehalte in 20 bis 40 cm Tiefe. Der P-Gehalt in den Varianten ohne P-Düngung beträgt in Dornburg 1,5 mg P/100 g sowie in Friemar 4,0 mg P/100 g (Tab. 3). Die höhere P-Nachlieferung je mg Änderung des P_{CAL} /100 g Boden scheint teilweise auch auf das höhere P-Angebot im Unterboden (20 bis 40 cm) zu beruhen.

Tabelle 3: P_{CAL} -Gehalte im Boden (0 bis 100 cm) in den statischen P-Düngungsversuchen Dornburg und Friemar (Probenahme nach Ernte 2012)

Bodentiefe cm	Dornburg		Friemar	
	ohne P	P-Abfuhrdüngung	ohne P	P-Abfuhrdüngung
0 - 20	3,7	7,9	4,2	7,4
20 - 40	1,5	2,8	4,0	7,3
40 - 60	0,7	0,7	1,1	1,3
60 - 80	0,7	0,7	0,7	0,7
80 - 100	0,6	0,7	0,7	0,7

Die geringere Wirkung der P-Düngung in Friemar ist offensichtlich eine Folge der höheren P-Freisetzungsrates und P-Gehalte im Unterboden. Dieser Zusammenhang wird durch die anderen Versuchsstandorte bestätigt.

Wirkung der P-Düngung zu Winterweizen in Abhängigkeit vom CAL-löslichen P-Gehalt im Boden und der P-Freisetzungsrates

Zur Auswertung der Düngungsversuche zu Winterweizen wurden die Daten nach dem P_{CAL} -Gehalt im Boden der Variante ohne P-Düngung in Gehaltsklassen im jeweiligen Versuchsjahr gruppiert. Die Thüringer Richtwerte für die P-Gehaltsklassen sind in den Abbildungsunterschriften aufgeführt. Abbildung 2 zeigt die Mehrerträge durch P-Düngung auf Standorten mit Gehaltsklasse A. Bei hoher P-Freisetzungsrates auf dem Standort Großenstein betragen die Mehrerträge im Mittel von zwei Versuchsernten 3,5 dt/ha bei P-Düngung von 100 % der P-Abfuhr sowie 6,6 dt/ha (P-Gabe: 130 % der P-Abfuhr). Im Unterfußdüngungsversuch Friemar mit extrem niedrigen P_{CAL} -Gehalten von 1,0 bis 1,5 mg/100 g führte die P-Düngung zu Mehrerträgen bis 16 dt/ha. Bei mittlerer bis hoher P-Freisetzungsrates war der P-Vorrat insgesamt zu gering, um den Weizen ausreichend mit P zu ernähren. Eine ähnliche P-Düngewirkung wurde auf dem Löss-Schwarzerdestandort Dachwig in einem einjährigen P-Düngungsversuch erzielt. Die P-Freisetzungsrates ist hier nicht bekannt.

Bei niedrigem P-Gehalt im Boden (Gehaltsklasse B) wurden die Ergebnisse in Standorte mit mittlerer (Dornburg) sowie mit hoher P-Freisetzungsrates (Burkersdorf, statischer P-Versuch Friemar, Großenstein) gruppiert. Die mittleren Mehrerträge durch P-Düngung betragen in Dornburg bis 4,4 dt/ha sowie auf den Standorten mit hohem P_{fr} -Wert nur bis 2,8 dt/ha. Eine überdurchschnittliche P-Freisetzungsrates ist demzufolge in der Lage, wesentlich zur P-Ernährung des Weizens beizutragen.

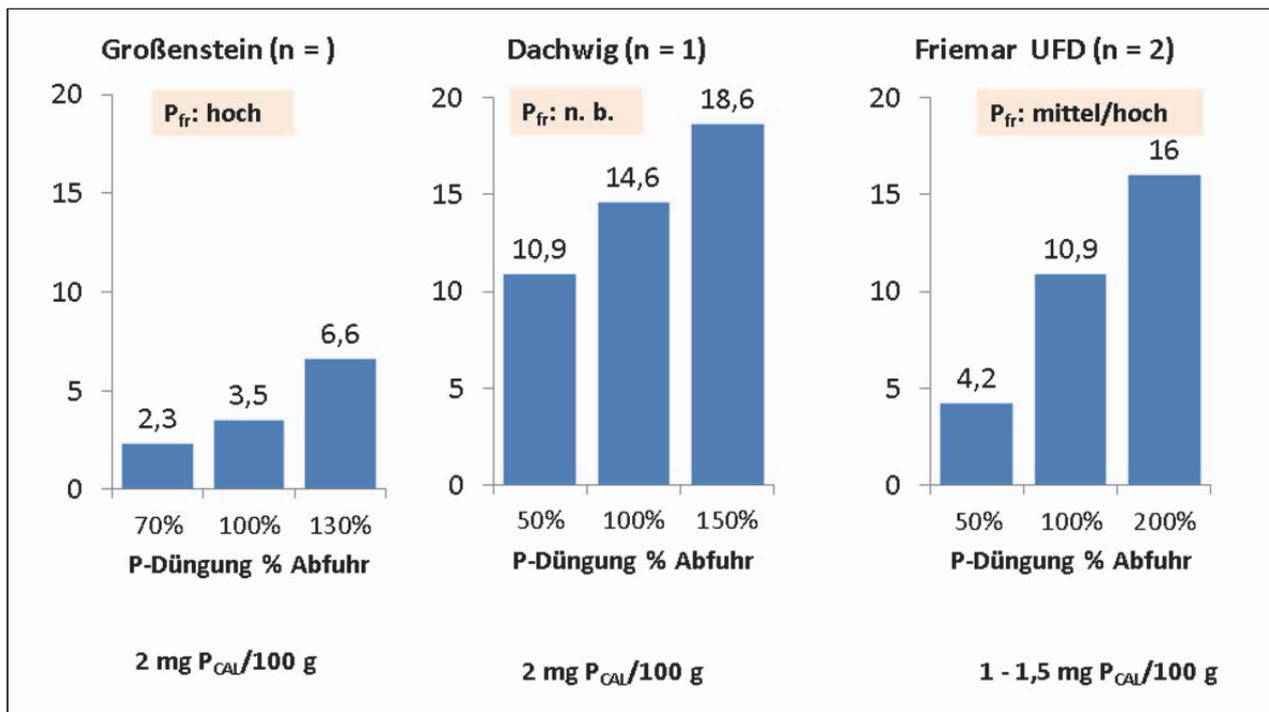


Abbildung 2: Mehrertrag durch P-Düngung zu Winterweizen (dt/ha), P-Gehaltsklasse A ($\leq 2,4$ mg P/100 g)

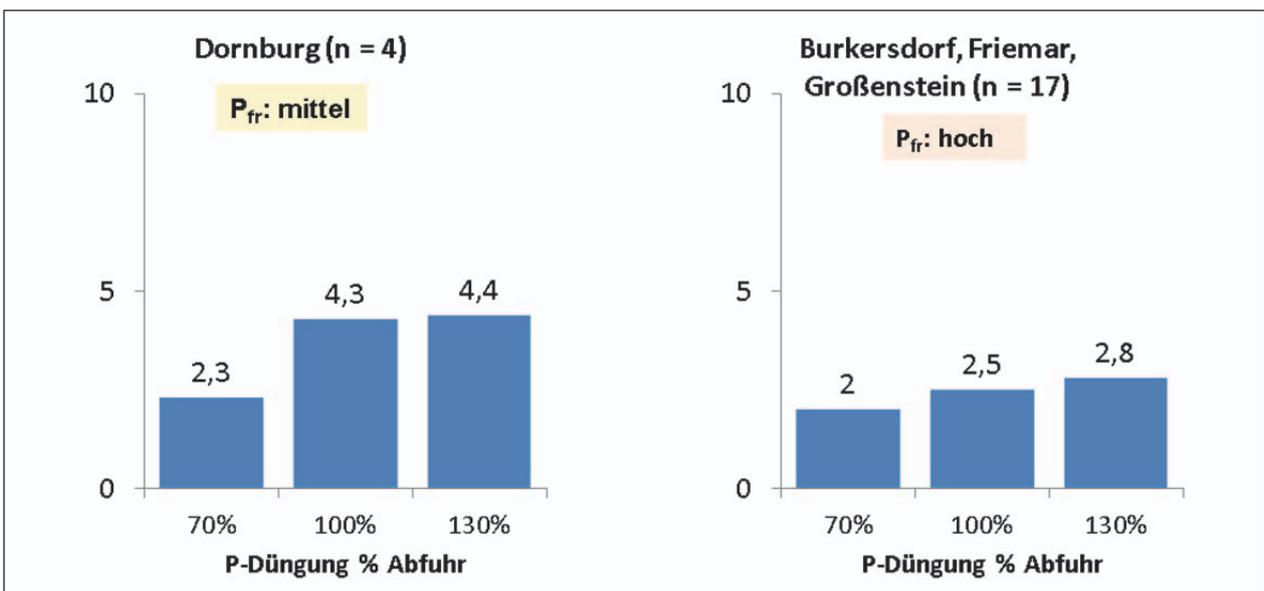


Abbildung 3: Mehrertrag durch P-Düngung zu Winterweizen (dt/ha), P-Gehaltsklasse B (2,4 bis 4,8 mg P/100 g)

Bei mittlerem P_{CAL} -Gehalt und mittlerer bis hoher P-Freisetzungsrate waren die Mehrerträge durch P-Düngung deutlich niedriger und betragen maximal 2,4 dt/ha (Abb. 4).

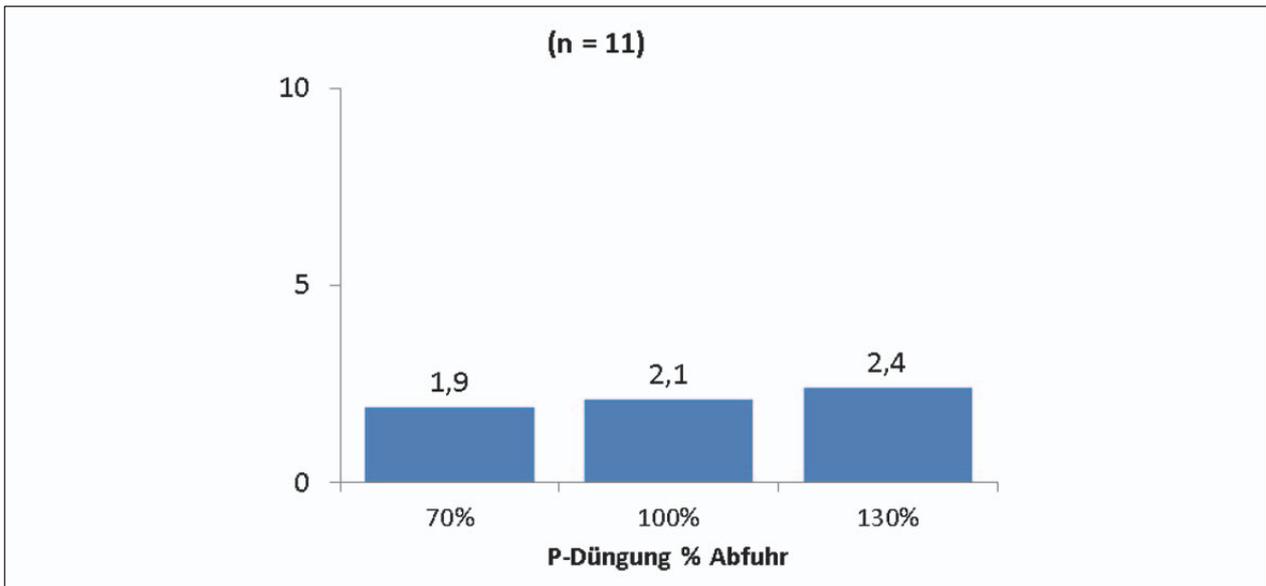


Abbildung 4: Mehrertrag durch P-Düngung zu Winterweizen (dt/ha), P-Gehaltsklasse C (4,9 bis 7,2 mg P/100 g)

Bei hohem P_{CAL} -Gehalt und mittlerer P-Freisetzungsrate im Boden führte die P-Düngung nur zu geringen Mehrerträgen bis maximal 1,9 dt/ha. Der Standort Kirchengel mit niedriger P-Freisetzungsrate ist im Vergleich zu den anderen Standorten durch deutlich höhere Mehrerträge durch P-Düngung gekennzeichnet (Abb. 5).

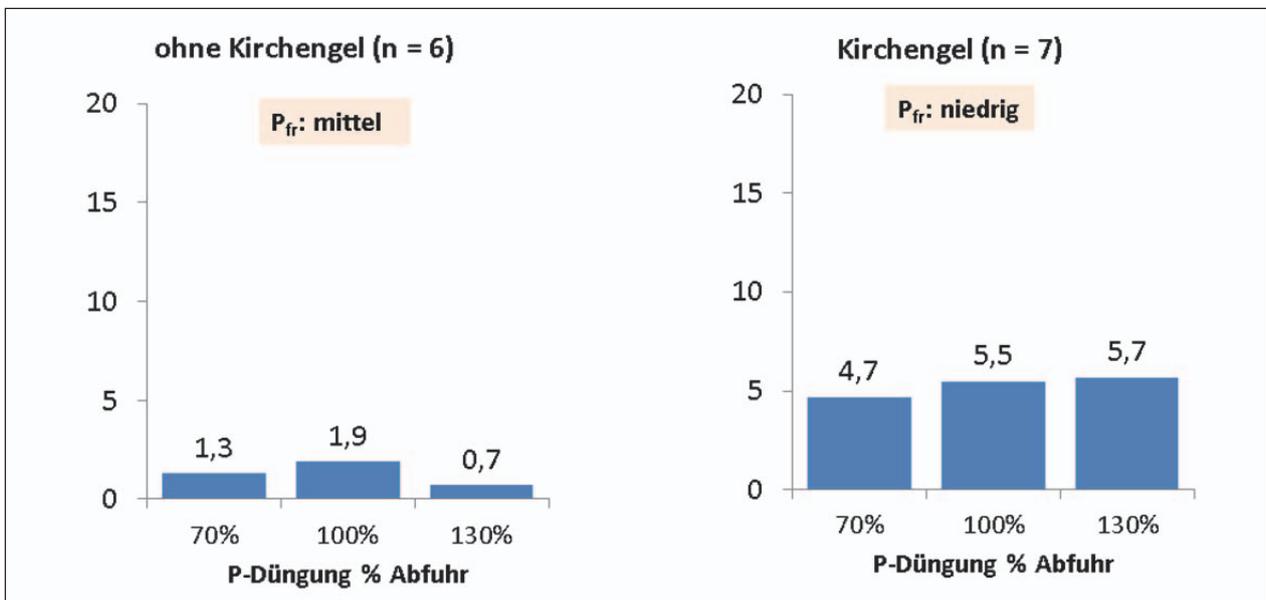


Abbildung 5: Mehrertrag durch P-Düngung zu Winterweizen (dt/ha), P-Gehaltsklasse D (7,2 bis 10,4 mg P/100 g)

In Gehaltsklasse E und in jedem Versuch mittlerer P-Freisetzungsrate betragen die Mehrerträge bis 2,5 dt/ha.

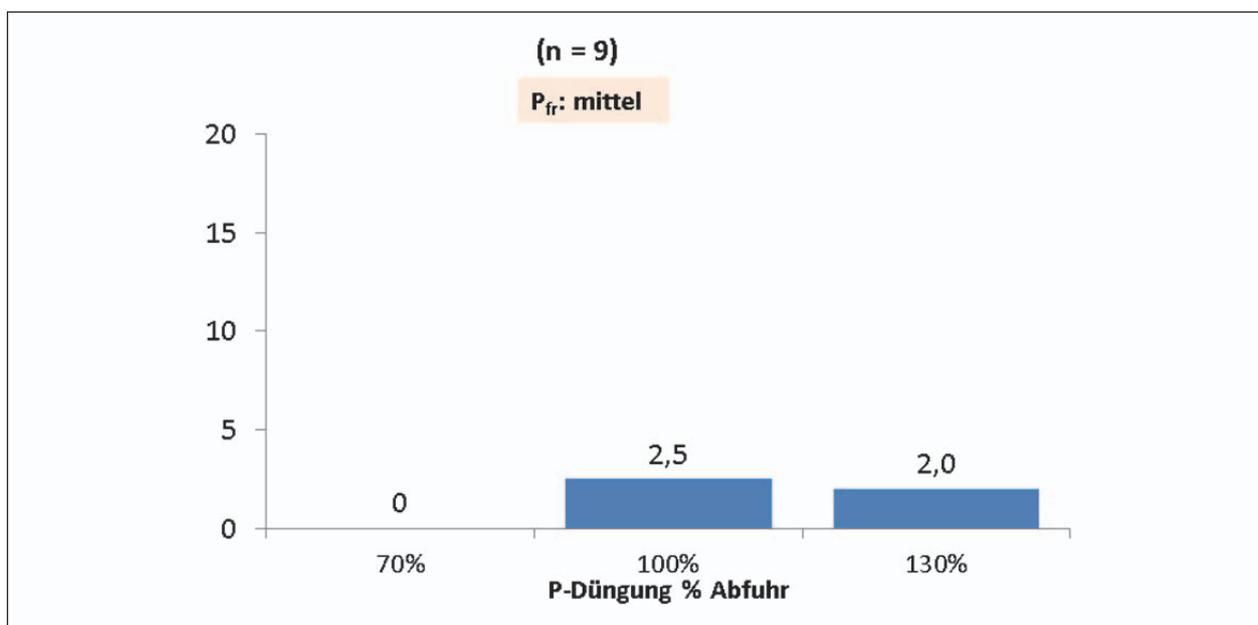


Abbildung 6: Mehrertrag durch P-Düngung zu Winterweizen (dt/ha), P-Gehaltsklasse E ($> 10,4$ $2,4$ mg P/100 g)

Bewertung der Ergebnisse der zusätzlichen Bodenuntersuchungen

Die P-Freisetzungsrate wird zur Modifizierung der aus der CAL-Analyse abgeleiteten P-Düngeempfehlung für die Gehaltsklassen A bis D herangezogen (Tab. 4).

Tabelle 4: Bewertung der P-Freisetzungsrate unter Berücksichtigung der P-Gehaltsklasse (vorläufige Empfehlung)

P-Freisetzungsrate	P-Gehaltsklasse	P-Düngeempfehlung analog Gehaltsklasse
hoch	A	B (-A ^{*)})
	B	C
	C	D
	D	E
mittel	A	ohne Korrektur
	B	ohne Korrektur
	C	ohne Korrektur
	D	ohne Korrektur
niedrig	A	A
	B	A
	C	B
	D	B

*) keine Reduzierung der P-Düngeempfehlung, wenn der P_{CAL} -Gehalt in der unteren Hälfte der Gehaltsklasse A liegt

Der Vorschlag zur Bewertung der P-Gehalte in 20 bis 40 cm (Tab. 5) resultiert aus aktuellen Feldversuchsergebnissen sowie aus Untersuchungen von RICHTER, et al. (1977). Die Autoren fanden einen unterdurchschnittlichen Beitrag des Unterbodens zur P-Ernährung der Kulturen, wenn der P-Gehalt unter $1,5$ mg P/100 g Boden lag.

Tabelle 5: Berücksichtigung des P-Gehaltes in 20 bis 40 cm (vorläufige Empfehlung)

P_{cal}-Gehalt in 20 bis 40 cm	P-Gehaltsklasse 0 bis 20 cm	P-Düngeempfehlung
> 80 % von 0 bis 20 cm	A B C	analog Gehaltsklasse A Reduzierung Reduzierung
< 1,5 mg P/100 g	A B C	Zuschlag Zuschlag Zuschlag

Die Bewertung der P-Gehalte im Boden in pfluglosen Systemen erfordert die Berücksichtigung weiterer Faktoren wie Standort und Bodenbearbeitungsverfahren. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Beratung. Niedrige P-Gehalte unterhalb 10 cm Bodentiefe erfordern in der Regel eine verstärkte P-Zufuhr in diese Tiefe.

Auf Grundlage der dargestellten Ergebnisse von P-Düngungsversuchen zu Winterweizen sowie weiterer Versuchsergebnisse zu anderen Ackerkulturen in Trockengebieten mit < 600 mm Jahresniederschlag sowie Standorten mit ausgeprägter Frühjahrstrockenheit werden nachfolgende Richtwerte für Gehaltsklassen vorgeschlagen (Tab. 6). Diese beinhalten bereits Korrekturen für Standorte mit hoher oder niedriger P-Freisetzungsrate. Eine detaillierte Korrektur wird durch die Verfasser des Beitrages zurzeit erarbeitet.

Tabelle 6: Vorschlag für P-Gehaltsklassen für Ackerböden in Trockengebieten (< 600 mm Jahresniederschlag)

Gehalts- klasse	P_{cal} mg/100 g	P-Düngeempfehlung Kulturen mit		Bemerkungen
		hohem P-Bedarf	mittlerem P-Bedarf	
A	≤ 2,5	>> Abfuhr	> Abfuhr	P-Vorratsdüngung zu Kulturen mit hohem P-Bedarf
B	2,6 - 5,0	> Abfuhr	Abfuhr	
C	5,1 - 7,5	Abfuhr	0,5 x Abfuhr	
D	7,6 - 10,0	0,5 x Abfuhr	0	org. Düngung bis Abfuhr
E	≥ 10,01)	0	0	keine P-Düngung

¹⁾ gegebenenfalls Erhöhung auf ≥ 12 mg/100 g gemäß VDLUFA-Positionspapier 2015

Der Vorschlag geht von fünf Gehaltsklassen und einer Gehaltsklasse C im Bereich 5,1 bis 7,5 mg P/100 g Boden aus. Bei der Bemessung der Höhe der P-Düngung ist der pflanzenartspezifische P-Anspruch der Kultur (z. B. hoher Bedarf: Zuckerrübe, Kartoffel; mittlerer Bedarf: Getreide) zu berücksichtigen. Eine Absenkung der Gehaltsklassenrichtwerte ist nicht sinnvoll, da auch der Bedarf von P-anspruchsvollen Kulturen zu beachten ist. Im Rahmen der Weiterentwicklung düngemittelrechtlicher Vorschriften ist keine Begrenzung der P-Düngung auf Standorten mit Gehaltsklassen A und B sinnvoll.

Fazit und Schlussfolgerungen

Auf der Grundlage aktueller Ergebnisse zur P-Düngung und der Literatur wurde ein Vorschlag zur Präzisierung der Bewertung der P-Versorgung der Böden erarbeitet. Die CAL-Methode bleibt auch weiterhin Standardmethode. Dieses Verfahren sollte bei Vorliegen der Gehaltsklassen A bis D durch die Ermittlung der P-Freisetzungsrates nach FLOSSMANN und RICHTER 0 bis 20 cm Bodentiefe und gegebenenfalls CAL-Untersuchung des Unterbodens (20 bis 40 cm) ergänzt werden. Die Ergebnisse dieser Zusatzuntersuchungen sind langfristig gültig (> 10 Jahre).

Der Einsatz von Bodenuntersuchungsmethoden zur P-Düngebedarfsermittlung, die nicht in Feldversuchen geprüft und kalibriert wurden sowie deren Eignung nach wissenschaftlichen Kriterien nicht belegt ist, wird abgelehnt.

Ein weiteres geeignetes diagnostisches Verfahren stellt der Einsatz der Pflanzenanalyse dar.

Neben der präzisierten P-Versorgung des Bodens ist bei der P-Düngerbemessung die Berücksichtigung des pflanzenartspezifischen P-Bedarfs erforderlich. Im Interesse einer hohen P-Effizienz bei der Bewirtschaftung von Standorten mit unzureichender P-Versorgung ist eine Optimierung der Applikation der P-Düngemittel wie zum Beispiel die Einarbeitung vor der Saat oder die P-Unterfußdüngung erforderlich. Dazu ist in der Regel der Einsatz wasserlöslicher Phosphatdünger notwendig.

Literatur

FLOSSMANN, R.; RICHTER, D. (1982): Extraktionsmethode zur Charakterisierung der Kinetik der Freisetzung von P aus der festen Phase des Bodens in die Bodenlösung. In: Archiv Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkunde (1982) 26, S. 703-709

KERSCHBERGER, M. (1992): Grenzwerte und Versorgungsstufen zur Einstufung und Bewertung von Makro- und Mikronährstoffgehalten Thüringer Böden. 1992: Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Thüringen, Jena

RICHTER, D.; KERSCHBERGER, M.; MARKS, G. (1977): Einfluß des Nährstoffgehaltes des Unterbodens (21...40cm) auf die Versorgung der Pflanzen mit Phosphor und Kalium. In: Archiv Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkunde (1977) 21, S. 239-274

VDLUFA (2015): Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung - Anpassung der Richtwerte für die Gehaltsklassen ist geboten und notwendig. In: Positionspapier des Verbands Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten Speyer, Speyer, 2015

ZORN, W.; SCHRÖTER, H.; KIESSLING, G. (2012): Untersuchungen zur P- und K-Dynamik in Ackerböden - Ergebnisse aus Thüringer Feldversuchen. In: VDLUFA-Schriftenreihe (2012) 68, Kongressband 2012, S. 315-322

Bekämpfung von Ungräsern im Getreide - Gesunder Menschenverstand und neue technische Hilfsmittel für ihre betrieblichen Entscheidungen

Dr. Ruben Gödecke, Eberhard Cramer, Dominik Dicke (Pflanzenschutzdienst Hessen, Regierungspräsidium Gießen) und Gerd Deisenroth (Landwirtschaftsbetrieb Landwirtschaft Hessen)

Chemische Pflanzenschutzlösungen verlieren an Schlagkraft! In vielen hessischen Regionen tritt verbreitet resistenter Windhalm auf, der sich mit Herbiziden aus der Wirkstoffklasse B, wie z. B. Broadway oder Husar Plus nicht mehr bekämpfen lässt.

Resistenter Ackerfuchsschwanz, der ebenfalls zunimmt, ist örtlich nicht mehr ausreichend mit Herbiziden der Wirkstoffklasse A zu bekämpfen, zu der z. B. Axial, Traxos, Sword und andere gehören. Es gibt aber auch vermehrt Standorte, wo auch die Wirkstoffklasse B gegen Ackerfuchsschwanz nicht mehr ausreichend wirkt. Hinzu kommt, dass bestimmte Herbizide (z. B. IPU-haltige) zukünftig nicht mehr zugelassen werden, sodass zu befürchten ist, dass bald wichtige Bausteine im Antiresistenzmanagement fehlen. Darüber hinaus sind Auflagen verschärft worden (z. B. bei pendimethalin- und prosulfocarbhaltigen Präparaten), sodass die Nutzung dieser Mittel nur mit einem höheren Aufwand umsetzbar ist.

Gesunder Menschenverstand - oder einfach gesagt „Denken hilft“

Für die Planung der Bekämpfungsstrategie sollte zunächst geklärt werden, welche Ungrasarten in welcher Menge auftreten und ob in der Vergangenheit Minderwirkungen bei bestimmten Wirkstoffgruppen beobachtet worden sind. Bei der Planung der Maßnahmen sollte die Ackerschlagkartei hinzugezogen werden, um zu prüfen, welche Mittel bzw. Wirkstoffgruppen in der Vergangenheit auf dem jeweiligen Acker eingesetzt wurden. Nur so kann ein sinnvoller Wechsel der Wirkstoffklassen über die Fruchtfolge umgesetzt werden. Zunächst gilt es, die Zahl der unerwünschten Pflanzen durch ackerbauliche Maßnahmen von vorneherein möglichst niedrig zu halten. Welche Maßnahme stärker oder schwächer betont wird, muss je nach Betriebskonzept entschieden werden.

Wendende Bodenbearbeitung ist z. B. aus Erosionsschutzgründen sowie auf Minuten- oder steinigem Böden oft nicht möglich oder passt nicht in die Philosophie von Betrieben, die die unbestrittenen Vorteile der Mulchsaat nutzen wollen. Aus Sicht der Unkrautkontrolle ist der Pflug sehr hilfreich. Wer in der Fruchtfolge zumindest einmal pflügt, verteilt die Unkraut- und Ungrassamen über den gesamten Bodenhorizont. Eine Gleichverteilung der Samen im Bodenhorizont wird durch einmaliges Pflügen zwar nicht erreicht, es reichern sich aber nicht so viele Samen in der obersten Bodenschicht an, aus welcher der größte Anteil, insbesondere der Ungräser, keimt. Dadurch ist der gesamte Unkraut- und Ungrasbesatz in den gesäten Kulturen niedriger und die unterdrückende Wirkung der Kulturpflan-

zen kommt besser zum Tragen. Samen, die tiefer im Boden liegen, keimen zwar zu einem gewissen Prozentsatz aus, erreichen die Bodenoberfläche jedoch nicht und sterben ab (fatale Keimung), wodurch wiederum Ungräser aus dem System entfernt werden.

Profis der reduzierten Bodenbearbeitung setzen zum richtigen Zeitpunkt das auf ihre Verhältnisse abgestimmte Gerät ein und haben die Verunkrautung i.d.R. im Blick. Auf Problemstandorten mit Ackerfuchsschwanz kann es in diesem Verfahren helfen, frühzeitig das Feld saarfertig zu machen, dann den Auflauf der Ungräser abzuwarten, um sie in einem weiteren Schritt mit einem Totalherbizid abzutöten, wenn ausreichend Blattmasse (3-Blattstadium) vorhanden ist. Danach sollte dann die neue Saat nur noch eingeschlitz werden, um möglichst wenig Neuaufbau von Ungräsern zu provozieren.

Wer jedoch allein aus Gründen der Arbeitswirtschaftlichkeit Mulchsaat betreibt, ohne sich näher mit den Wirkungen zu beschäftigen, kann ein Ungrasproblem bekommen.

Eine Rückverlegung des Saattermines weiter in den Herbst bzw. wenigstens die Vermeidung von Fröhsaaten kann den Ungrasdruck ebenfalls senken. Hier könnte geprüft werden, ob die Schlagkraft z. B. durch Kooperation erhöht werden kann, da Kapazitätsgründe oftmals gegen späteres Säen sprechen.

Wenn vorwiegend Winterungen gesät werden, begünstigt das Ungräser wie Ackerfuchsschwanz und Windhalm sowie bestimmte zweikeimblättrige Unkräuter wie Ehrenpreis etc. Der Zeitpunkt, zu dem die meisten der genannten Ungräser- und kräuter keimen, liegt um den Saattermin der Winterung. Beim Anbau von Sommerungen in der Fruchtfolge können alle aufgelaufenen Unkräuter und Ungräser vor der Saat bekämpft werden. Zum Saatzeitpunkt der Sommerung und später wird kaum noch ein winterjähriges Unkraut keimen. Dadurch verringert sich der Anteil dieser Unkräuter und Ungräser im System.

Ziel muss sein, zuerst die Ungräser zu bekämpfen. Wichtig ist es, über die Fruchtfolge einen Wirkstoffklassenwechsel durchzuführen, um Resistenzen vorzubeugen.

Beispiele für Verunkrautungssituationen in Weizen und wie man darauf reagieren kann:

Situation 1:

Ackerfuchsschwanz + Windhalm vergesellschaftet - noch keine Minderwirkungen aufgetreten - geringe Verungrasung - Flexibilität bei ackerbaulichen Maßnahmen gegeben.

Strategie:

Kombinationen aus blatt- und bodenwirksamen Präparaten einsetzen. Durch die Mischung der unterschiedlichen Wirkstoffe wird das Zielungras an mehreren Angriffsorten gepackt, was den Wirkungsgrad erhöht und die Gefahr einer einseitigen Selektion auf nur eine Wirkstoffgruppe verringert. Dabei müssen die Wirkstoffe zu einem Zeitpunkt eingesetzt werden, der gewährleistet, dass möglichst jeder Partner sein volles Wirkpotenzial ausschöpfen kann. Die Aufwandmengen insbesondere von Herbiziden der Wirkstoffklasse B müssen auf den Ackerfuchsschwanz ausgerichtet werden.

Situation 2:

Ackerfuchsschwanz + Windhalm vergesellschaftet - noch keine Minderwirkungen aufgetreten, hohe Ungrasdichte (z. B. > 800 Gräser je m²), Flexibilität bei ackerbaulichen Maßnahmen gegeben.

Strategie:

Frühsaaten beim Weizen vermeiden. Bei pfluglos wirtschaftenden Betrieben sollte man die Altverungrasung vor der Saat mechanisch oder durch einen Glyphosateinsatz beseitigen. Nach der Saat empfiehlt sich die Kombination aus Wirkstoffen, die über den Boden wirken und nicht der HRAC-Klasse A und B angehören. Damit erreicht man die Beseitigung von Windhalm sowie die Verringerung des Befalldrucks an Ackerfuchsschwanz. Eine Nachbehandlung im Frühjahr wird fest eingeplant. Wichtig bei der Herbstbehandlung mit Bodenherbiziden ist die Anwendung im Voraufbau bis Spitzen der Kultur vor dem Auflaufen des Ackerfuchsschwanzes! Voraussetzung ist allerdings ausreichende Bodenfeuchte. Im Frühjahr muss dann gezielt ein gut wirksames Präparat aus der Wirkstoffklasse B eingesetzt werden, welches den übrigen Ackerfuchsschwanz beseitigt.

Situation 3:

Minderwirkungen bei HRAC-Klasse A gegen Ackerfuchsschwanz und Minderwirkungen bei HRAC-Klasse B bei Windhalm aufgetreten, hohe Ungrasdichte, Flexibilität bei ackerbaulichen Maßnahmen gegeben.

Strategie:

Späte Saat des Weizens, in Mulchsaatbetrieben Glyphosateinsatz vor der Saat. Nach der Saat: Kombination aus Bodenherbiziden und Herbiziden der Wirkstoffklasse B.

- Die Bodenherbizide müssen den Windhalm beseitigen.
- Wirkstoffklasse B soll den Ackerfuchsschwanz entfernen.
- Im Frühjahr Nachbehandlung mit Kombination aus Wirkstoffklasse B oder auch B + C.

Über Fruchtfolge nachdenken, z. B. ob Gerste ggf. aus der Fruchtfolge verschwinden muss, da die Mittel für eine wirksame Bekämpfung des Ackerfuchsschwanzes fehlen. Steht Raps in der Fruchtfolge, sollte hier im Spätherbst stets ein propyzamidhaltiges Mittel wie Kerb Flo u. a. eingesetzt werden. Über Möglichkeit des Einbaues von Sommerungen nachdenken.

Situationsbezogene Ungrasbekämpfung in Weizen mit Beispielen

Situation	Ackerbauliche Maßnahme	Herbst (Beispiel) l, kg/ha	Frühjahr (Beispiel) l, kg/ha
Situation 1 noch keine Minderwirkung, moderate Verungrasung	Status beibehalten	z. B. Herold + Lexus (0,5+0,02) (BBCH 10-11)**	Keine Nachbehandlung, falls nötig: z. B. Traxos (1,2)
Situation 2 Noch keine Minderwirkung, hohe Ungrasdichte (> 800 Pflanzen je m ²)	Frühsaat vermeiden, bei Mulchsaat Glyphosateinsatz vor der Saat	Herold + Boxer*** (0,6 + 3,0) (BBCH 0-11) oder Bacara Forte + Cadou SC (Cadou Forte Set (0,75 +0,3) (BBCH 00-11)*	Atlantis WG (0,3) oder Broadway (0,22)
Situation 3 Minderwirkung bei HRAC-A gegen A.-Fuchschwanz, bei HRAC B gegen Windhalm, hohe Ungrasdichte (> 800 Pflanzen je m ²)	Frühe Saat des Weizens vermeiden, bei Mulchsaat Glyphosateinsatz vor der Saat, über Einbau von Sommerung in Fruchtfolge nachdenken	Nach später Saat des Weizens: Herold + Lexus (0,5+0,02) (BBCH 10-11) **	Atlantis WG + FHS (0,5 + 1) oder Atlantis WG (0,4 + 0,8) + Arelon fl. (1,5)**** oder Broadway + FHS (0,22+1)

* Bei Trockenheit Blatt-/Bodenkombination ab BBCH 12 mit HRAC-Gruppe A. Grundsätzlich aber HRAC A (Axial 50) für Gerste reservieren!!

** wahlweise anstatt Herold auch z. B. Malibu (3 l/ha), dann Auflagen zu Pendimethalin beachten

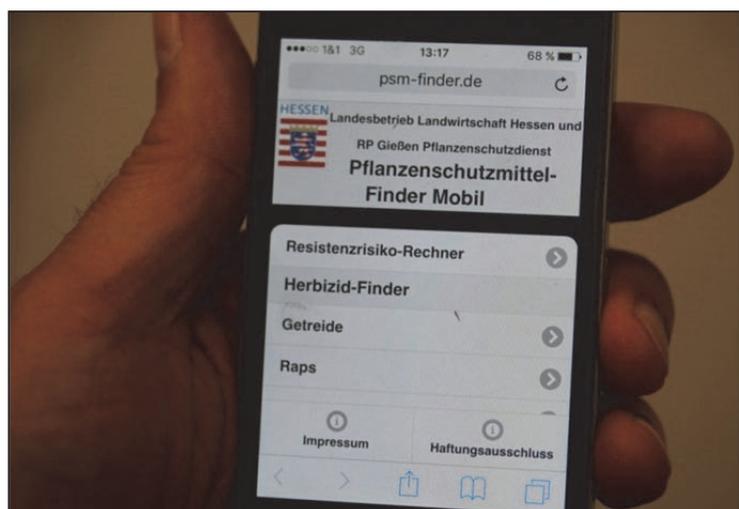
*** Neue Auflagen zu Prosulfocarb beachten. Ggf. anstatt Boxer, Arelon fl. (3l/ha) einsetzen, dann Drinauflage beachten!

**** Falls noch verfügbar & Drinauflage beachten!

Neue technische Hilfsmittel - Pflanzenschutzmittel-Finder für PC, Tablet und Smartphone

Welches Pflanzenschutzmittel wirkt gut und darf auch dicht am Saumbiotop oder der Böschungsoberkante des angrenzenden Gewässers eingesetzt werden? Werden Tankmischungen verwendet, wird die Berücksichtigung der jeweiligen Auflagen zur zeitaufwändigen Suche.

Immer mehr einschränkende Auflagen der Pflanzenschutzmittel führen zu einer erschwerten Auswahl des dem Einsatzzweck angepassten Mittels.



Für Getreide, Mais, Raps und Grünland hilft der für den PC geeignete Pflanzenschutzmittel - Finder.

Dieser ist über die Homepage des Pflanzenschutzdienstes Hessen www.pflanzenschutzdienst.rp-giessen.de

Ackerbau › Ratgeber Pflanzenschutz › Pflanzenschutzmittel-Finder

sowie über die

Homepage des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH) erreichbar:

www.llh.hessen.de

Landwirtschaft › Pflanzenbau › Anwendungen für Sie › Herbizid-Finder

Für Smartphone- oder Tablet-Nutzer bietet sich die etwas abgewandelte Mobilversion an:

www.psm-finder.de/m

QR-Code:



Am Beispiel des **Herbizidfinders Getreide** werden im Folgenden die Funktionen dargestellt: Zunächst erfolgt eine Auswahl zu Kultur, Jahreszeit sowie der zu bekämpfenden Ungräser oder Unkräuter. Nach Anklicken von „Herbizide finden“ werden mehrere geeignete Herbizide bzw. Tankmischungen angezeigt.

Weitere Filter kann man je nach Bedarf setzen:

- Berücksichtigung von Resistenzaspekten, wie z. B. eine sulfonylharnstofffreie Lösung zur Ungras- oder auch nur zur Unkrautbekämpfung?
- Möchten Sie, wegen der Resistenzvorsorge, die in der Fruchtfolge zuvor verwendeten Mittel bestimmter HRAC-Klassen berücksichtigen, da Sie einen Wirkstoffklassenwechsel planen?
- Bei zur Verflüchtigung neigenden Mitteln soll in der Nähe zu benachbarten, kurzfristig zur Beerntung anstehenden Sonderkulturen, wie Kräutern oder Gemüse, nach Herbiziden ohne diesbezügliche Auflageneinschränkung gesucht werden?

Dazu können Sie die Funktionen des Finders nutzen.

Über die „erweitert“ Funktion kann wahlweise der Abstand zu Oberflächengewässern gewählt werden. Können Sie wegen eines vorhandenen Pufferstreifens auch 10 Meter Abstand zum Gewässer einhalten, oder sollen es 0 m sein?

- Liegt die Fläche an einem Hang, ist sie im Mulch- oder Direktsaatverfahren oder mit dem Pflug bearbeitet worden?
- Drainierte Flächen schränken die Mittelwahl wegen möglichem Eintrag bestimmter Mittel ins Grundwasser ein. Ist hier eine Selektion erforderlich?
- In den meisten Gemeinden Hessens ist ein Teil Saumstrukturauflagen (NT) nicht relevant, dies ist für Thüringen komplett anders. Ungünstiger verhält es sich in Gemeinden mit nicht ausreichendem Anteil an Kleinstrukturen, die separat aufgeführt sind. Die je nach Gemeinde vorgeschriebenen Abstände zu angrenzenden Saumbiotopen können Berücksichtigung finden.
- Abschließend ist die Eingabe Ihrer eingesetzten Düsenklasse möglich. Verwenden Sie Düsen ohne oder mit 50 %, 75 % oder 90 % Abdriftminderung?

Über „Herbizide finden“ kommt man zu den Vorschlägen.

Im ungünstigen Fall kann das Suchergebnis anzeigen, dass es bei diesen Kriterien kein geeignetes Mittel gibt. Wie ist dann weiter zu verfahren? Vielleicht hilft die Verwendung von Düsen einer Abdriftminderungsklasse? Ist ein bestimmter Abstand zum Gewässer unumgänglich oder muss gar auf die Wirkung gegen ein Unkraut verzichtet werden, damit alle Auflagen erfüllt werden können?

Umgekehrt kann es vorkommen, dass, wenn nur sehr wenige Kriterien bei der Suche berücksichtigt wurden, es zu einer unübersichtlichen Vielzahl von Lösungsvorschlägen kommt. Anhand der unterschiedlichen Bewertung bzgl. der Wirksamkeit gegen einzelne Unkräuter kann der Nutzer aber eine Auswahl treffen. Oder weitere Unkräuter werden markiert, dies schränkt in den meisten Fällen die Anzahl der Empfehlungen ein. Diverse Fotos von Ungräsern und Unkräutern können bei der Bestimmung helfen.

- Im **Herbizidfinder Raps** ist eine kulturbedingt veränderte Selektion möglich, z. B. Lösungen mit oder ohne Clomazone.
- Im **Herbizidfinder Mais** kann sowohl über „Suche nach Wirkung“ gezielt nach Herbizidvorschlägen selektiert werden oder man wählt allgemeiner „Empfehlungen über erwartete Standortverunkrautung“ und gelangt so zu passenden Lösungen.

In allen Fällen wird durch Anklicken des Produktnamens ein neues Fenster zu den Produkteigenschaften geöffnet. Hier sind dann alle relevanten Infos zur Tankmischung oder zum Einzelpräparat zu finden. Über Anklicken der Auflagenbezeichnungen NT, NW, NG gelangt man auch zu den Originalauflagentexten.

Alle Mittelempfehlungen beruhen auf Erfahrungen des Pflanzenschutzdienstes Hessen

und des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen sowie der Pflanzenschutzmittelhersteller. Die Gebrauchsanleitung der jeweiligen Mittel ist natürlich immer zu beachten.

Inhaltlich bietet der mobile PSM-Finder neben der Herbizidsuche in Getreide, Raps, Mais und Grünland folgendes:

- Ein **Resistenzrisiko-Rechner** ermittelt nach Auswahl verschiedener Parameter das allgemeine Resistenzrisiko.
- Im **Fungizid-Finder** ist neben der Beschreibung von Krankheiten incl. Fotos eine gezielte Wirkungssuche nach Fungiziden möglich. Auch aktuelle Strategieempfehlungen lassen sich anzeigen.
- Unter **Abstandsauflagen** kann über die Eingabe eines Mittels auch von unterwegs schnell nach den Auflagen für das Produkt gesucht werden.

Beide Online-Finder werden während der Saison ständig aktualisiert. Somit kann auf neueste Entwicklungen oder Zulassungssituationen reagiert werden. Da es sich um Web Apps handelt, sind grundsätzlich alle Browser geeignet. Der Vorteil der Web App besteht darin, dass aktualisierte Daten sofort online verfügbar sind. Eine Internetverbindung zum Laden der Daten ist allerdings erforderlich.

Die Nutzung ist gratis. Eine Registrierung ist nicht erforderlich.

Voraussetzung ist die aktuellste Browserversion des Mobilgeräts. Regelmäßiges Update ist also wichtig. Die Funktionen „neu Laden“ oder „Cache löschen“ können bei einfachen Störungen helfen.

Auswahl verschiedener Herbizidoptionen aus der App Pflanzenschutzmittel-finder-Online

Auswahl an Lösungen zur Gräserbekämpfung in Wintergerste im Herbst

Anwendung	Herbizid	HRAC	l/ha oder kg/ha	Wirkung gegen		Bemerkungen
				Ackerfuchschwanz	Windhalm	
00 - 11	Malibu	K	4,0	xx	xxx	bewährt, auf gute Saatgutabdeckung achten
	Herold SC	K	0,6	xx	xxx	bewährt, auf gute Saatgutabdeckung achten
	Cadou Forte Set	K,F	0,75 + 0,3	xx	xxx	auftretende Aufhellungen wachsen sich wieder aus
	Herold SC + Boxer	K, N	0,5 + 2,0	xx	xxx	probeweise, Aufhellungen möglich, Boxer als Resistenzbaustein

Auswahl an Lösungen zur Gräserbekämpfung in Winterroggen im Herbst

Anwendung	Herbizid	HRAC	l/ha oder kg/ha	Wirkung gegen		Bemerkungen
				Ackerfuchschwanz	Windhalm	
00 - 11	Cadou Forte Set	F1, K3	0,75 + 0,3	xx(x)	xxx	Saatgutabdeckung gewährleisten; gute Breitenwirkung gegen Unkräuter außer Kornblume
00 - 11	Herold SC	F1, K3	0,6	xx(x)	xxx	Saatgutabdeckung gewährleisten; Bodenfeuchte wichtig, Schwäche Kamille, Ausfallraps, Kornblume
11-13	Activus SC + Arelon flüssig (+ Pointer SX)	K1/K1, F1, C2	2,5 + 1,5 (+ 0,015)	x	xxx	ab 2 l/ha IPU Schäden möglich (mit Pointer (erst ab 3-Blatt zugelassen) sicher gegen Kamille, Mohn, Ausfallraps), keine Anwendung auf gedrähten Flächen
11-13	Falkon + Picon	F1, B, F1, K1	0,75 + 2,0	x	xxx	breite Unkrautwirkung

Autoren: *Dr. Ruben Gödecke, Eberhard Cramer und Dominik Dicke*
Pflanzenschutzdienst Hessen
Regierungspräsidium Gießen
Dezernat 51.4 - Pflanzenschutzdienst
Schanzenfeldstraße 8
35578 Wetzlar

und

Gerd Deisenroth
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Zentrale Kassel
Kölnische Straße 48 - 50
34117 Kassel

Umfang der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland

Reinhard Götz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden in Landwirtschaft und Gartenbau zur Sicherung des Ertrages und der Qualität der Ernteprodukte eingesetzt. Die Einschätzung der aktuellen Situation und der Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes in Deutschland erfordert Angaben zur PSM-Anwendung.

Eine amtliche statistische Erhebung zu Anwendungsdaten hinsichtlich PSM, Wirkstoff, Kultur und Indikation gibt es in Deutschland nicht. Aber die Zulassungsinhaber haben nach § 64 des Pflanzenschutzgesetzes die gesetzliche Verpflichtung, Daten zum jährlichen Inlandsabsatz (einschließlich Angaben zum Parallelhandel und zum Haus- und Kleingarten) sowie die Mengen der Ausfuhr von PSM dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) zu melden. Detailliertere Daten zur PSM-Anwendung erhebt das Julius Kühn-Institut (JKI) im Rahmen von wissenschaftlichen Projekten und Vorhaben. Diese sind auch Bestandteil des Nationalen Aktionsplans „Nachhaltige Anwendung von PSM“. Dazu gehören:

- das Drittmittel-Projekt „Demonstrationsbetriebe Integrierter Pflanzenschutz“; Laufzeit von 2011 bis 2018 mit ca. 60 Betrieben aus Landwirtschaft und Gartenbau. Beim JKI fließen die von den Projekt-Betreuern erfassten Daten zusammen.
- das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jährliche Ermittlung der Intensität der Anwendung von PSM auf ca. 1 000 Feldern von 140 Betrieben aus den Bereichen Ackerbau, Freilandgemüse, Apfelanbau, Weinbau sowie Hopfenbau. Die Betriebe stellen freiwillig die PSM-Daten von ausgewählten Feldern bereit, eine Prüfung der Daten erfolgt durch die Pflanzenschutzdienste und die Datenauswertung obliegt dem JKI.
- Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendung (PAPA): Erhebungen des JKI in Zusammenarbeit mit berufsständischen Verbänden (z. B. Deutscher Bauernverband) in neun kulturspezifischen Betriebsnetzen (seit 2011 liegen jährliche Daten vor).

Gegenstand der folgenden Betrachtungen sollen ausschließlich die oben genannten § 64-Meldungen an das BVL sein. Diese Daten liegen veröffentlicht vor (www.bvl.bund.de). Es wurde untersucht, welche Aussagen sich aus diesen Daten ableiten lassen und ob eine Einschätzung des chemischen Pflanzenschutzes anhand dieses Datenmaterials möglich ist.

Zugelassene Pflanzenschutzmittel und deren Wirkstoffe

Für die Anzahl an zugelassenen PSM in Deutschland existieren Angaben aus einem Zeitraum von 23 Jahren (1993 bis 2015). Danach gab es im Jahr 1999 den Höchstwert von 1 138 zugelassenen PSM. Der niedrigste Wert war 2008 mit 629 PSM (= 55 % von 1993) zu verzeichnen. Anschließend stieg die Anzahl wieder leicht an und liegt 2015 bei 766 zugelassenen PSM (Abb. 1)

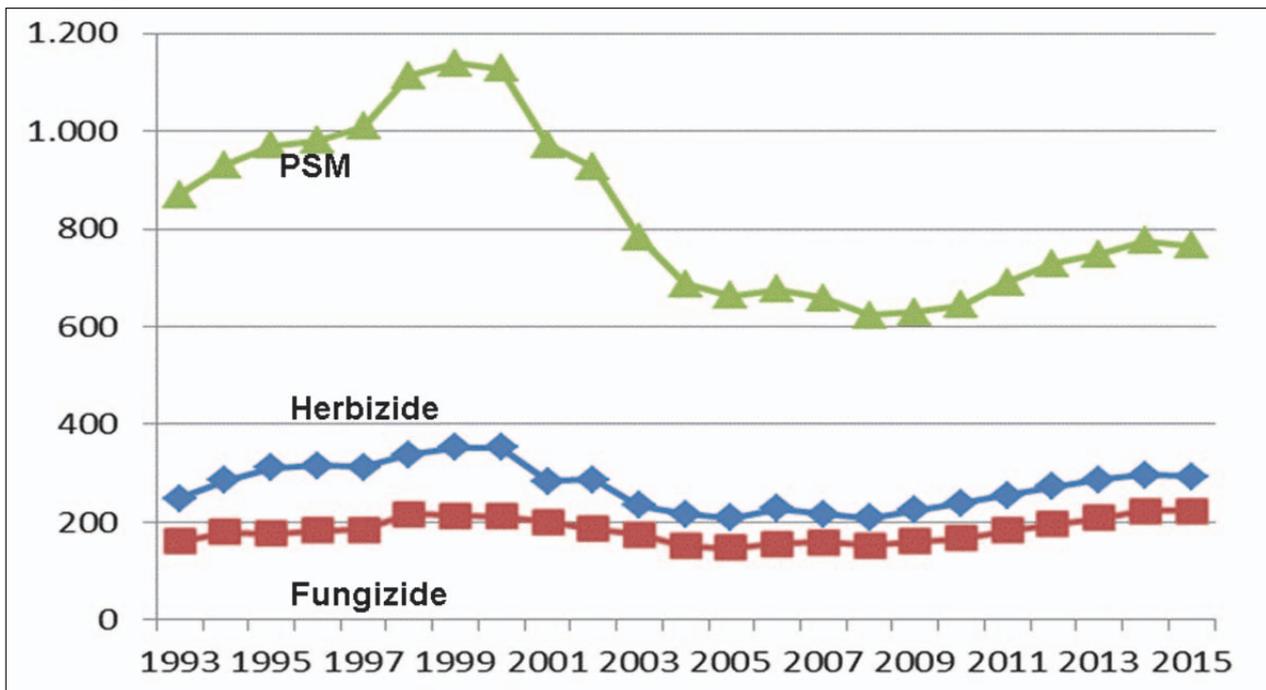


Abbildung 1: Anzahl zugelassener Pflanzenschutzmittel

Bei der Interpretation der Daten ist zu berücksichtigen, dass bis 1998 Zulassungsübertragungen (gleiches Mittel wird unter verschiedenen Namen angeboten) Bestandteil des Datensatzes waren. Ab 1999 wurden die Zulassungsübertragungen von sogenannten Vertriebsweiterungen ersetzt, bei der Datenerfassung jedoch nicht gesondert erfasst. Bei Berücksichtigung dieses statistischen Effektes lässt sich feststellen, dass es bei der Anzahl zugelassener PSM keinen signifikant negativen Trend gibt.

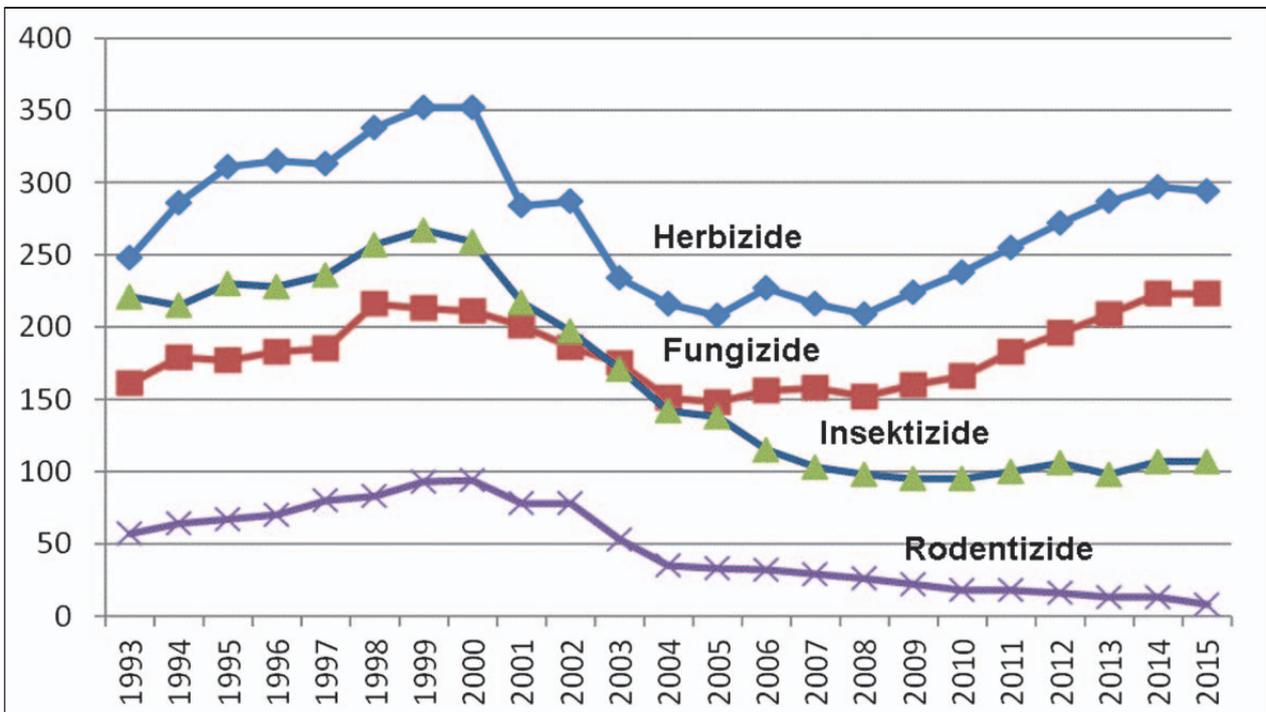


Abbildung 2: Anzahl zugelassener Pflanzenschutzmittel

Über die Jahre hinweg gibt es die meisten PSM in der Gruppe der Herbizide. An zweiter Stelle liegen aktuell die Fungizide, hier gab es 2003 einen Wechsel in der Platzierung mit den Insektiziden. Deutlich erkennbar ist der Rückgang an Rodentiziden, der vor allem durch den Wechsel von Mitteln in den Biozid-Bereich verursacht wurde.

Die Verfügbarkeit von verschiedenen Wirkstoffen im chemischen Pflanzenschutz ist ein wichtiger Indikator. Bei einer Vielzahl an zur Verfügung stehenden Wirkstoffen kann auf spezielle Probleme gezielt reagiert und ein Resistenz-Management besser umgesetzt werden. Die Daten zeigen Werte von über 270 Wirkstoffen in den Jahren 1998 bis 2001 sowie ab 2012 (Abb. 3). Grundsätzlich kann man diese Entwicklung positiv einschätzen.

Einschränkend wäre anzumerken, dass bei den Neuzulassungen nur sehr wenige Wirkstoffe aus dem Bereich Herbizide kommen. Bei Insektiziden wirken neue Wirkstoffe zumeist nur noch sehr spezifisch, weshalb solche PSM bei Befall mit mehreren Schaderregern häufiger eingesetzt werden müssen. Außerdem gehören neue Wirkstoffe oftmals zu bereits vorhandenen Wirkstoffgruppen, was keine neuen Lösungen beim Resistenz-Management mit sich bringt.

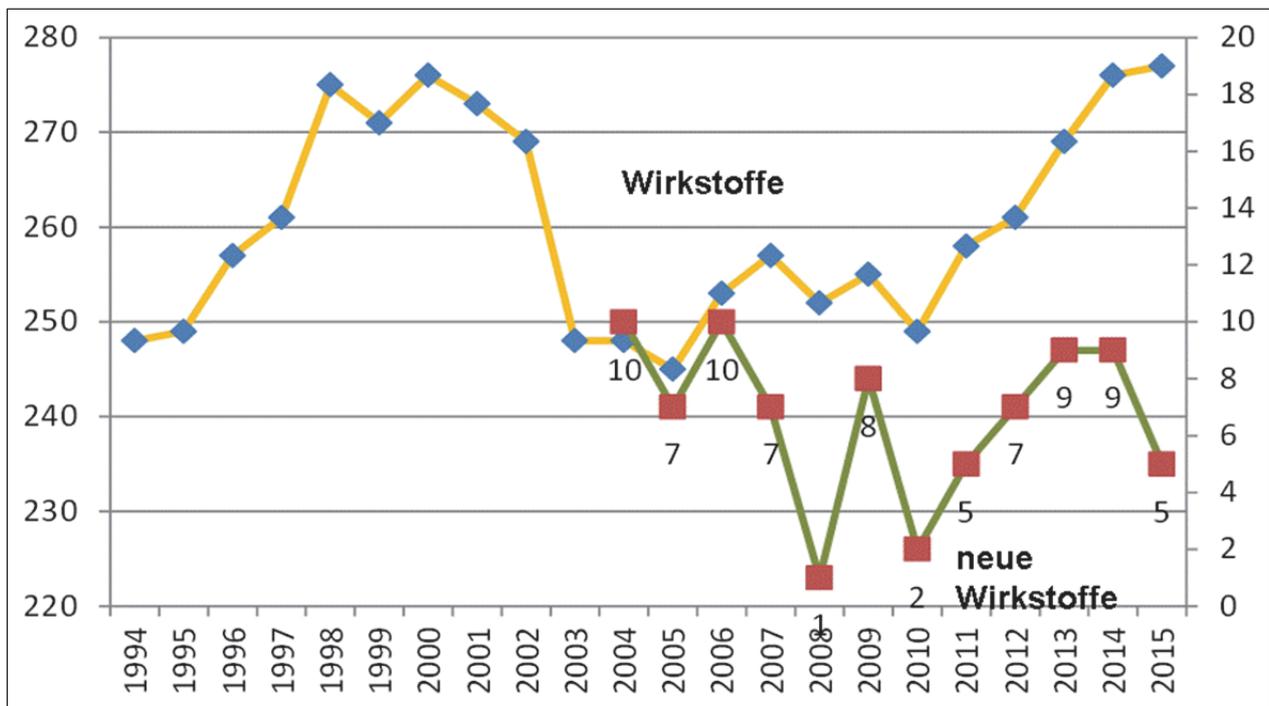


Abbildung 3: Anzahl zugelassener Wirkstoffe von PSM

Die jährliche Neuzulassung von Wirkstoffen (Abb. 3, Daten ab 2004 verfügbar) zeigt weiterhin eine Innovationsbereitschaft der PSM-Hersteller. Die Werte liegen zwischen 1 und 10 neuen Wirkstoffen jährlich. Es bleibt jedoch abzuwarten, inwieweit die Bereitstellung neuer Wirkstoffe den Verlust an alten Wirkstoffen (aufgrund der neuen Cut-off-Kriterien) kompensieren kann.

Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Für die Anwendung von PSM in Deutschland sind Daten von 14 Jahren (2002 bis 2015) verfügbar (Abb. 4). Danach betrug die Anwendungsmenge von PSM 2002 insgesamt 85 888 t und 2015 insgesamt 109 344 t (+ 27 %). Die durchschnittliche Menge erreichte bei der Gesamtsumme 96 000 t und bei den PSM-Gruppen folgende Werte: Herbizide 48 000 t, Fungizide 26 000 t, Wachstumsregler 7 000 t, Molluskizide 6 600 t und Insektizide 5 000 t.

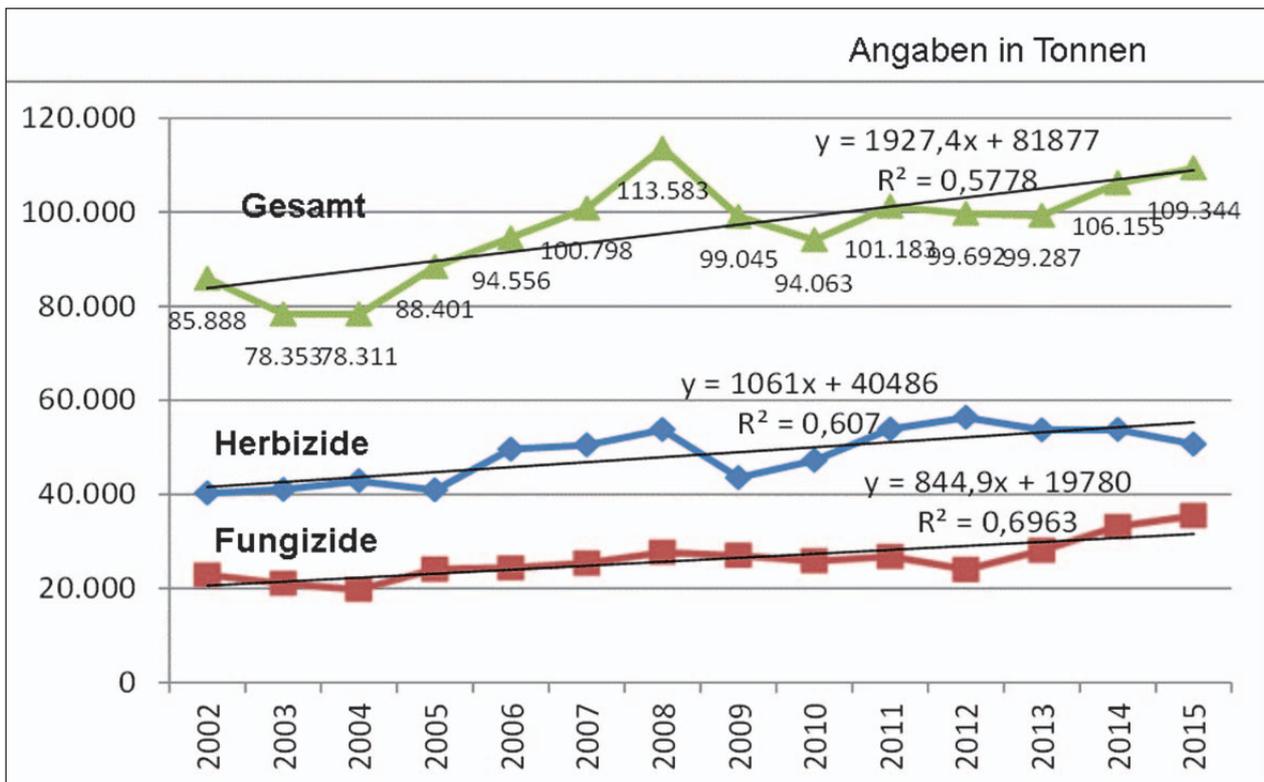


Abbildung 4: Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Die Entwicklung der Gesamt-PSM-Menge zeigt im betrachteten Zeitraum Schwankungen, aber auch einen steigenden Gesamttrend (Anstieg um ca. 1 900 t/Jahr). Besonders seit 2005 erhöhte sich die verwendete PSM-Menge. Ursache dafür ist eine höhere Verbrauchsmenge vor allem bei den Herbiziden (jährliche Steigerung ca. 1 000 t) und auch bei den Fungiziden (jährliche Steigerung ca. 850 t).

Die Mengen von Wachstumsreglern, Molluskiziden und Insektiziden sind im Vergleich zu den vorgenannten Gruppen eher von untergeordneter Bedeutung. Der Anwendungsumfang bei Molluskiziden und Rodentiziden ist sehr stark schwankend und hier besonders abhängig vom Auftreten der jeweiligen Schädlinge.

Bei Umrechnung der verbrauchten Gesamt-PSM-Menge von 2015 (109 344 t) auf die Fläche des Ackerlandes in Deutschland (11,8 Mio. ha) liegt der Wert bei durchschnittlich ca. 1 g/m².

Anwendung von Wirkstoffen von Pflanzenschutzmitteln

Bei den verwendeten Mengen von Wirkstoffen von PSM kann auf eine Datenreihe von immerhin 22 Jahren zurückgegriffen werden. Beim Vergleich der Jahreswerte in diesem langen Zeitraum lässt sich eine starke Schwankung feststellen (Abb. 5). Der geringste Wert der Gesamtmenge wurde 1994 mit 26 732 t und der höchste im Jahr 2015 mit 34 752 t ermittelt. Aufgrund der starken Schwankungen der Jahresmenge weist die lineare Regressions-Analyse der Daten des 22-Jahreszeitraums eine nur geringe statistische Sicherheit ($R^2 = 0,3803$) für eine Trendaussage aus. Damit lässt sich eine signifikante jährliche Steigerung der ausgebrachten Wirkstoffmengen statistisch nicht hinreichend sicher belegen.

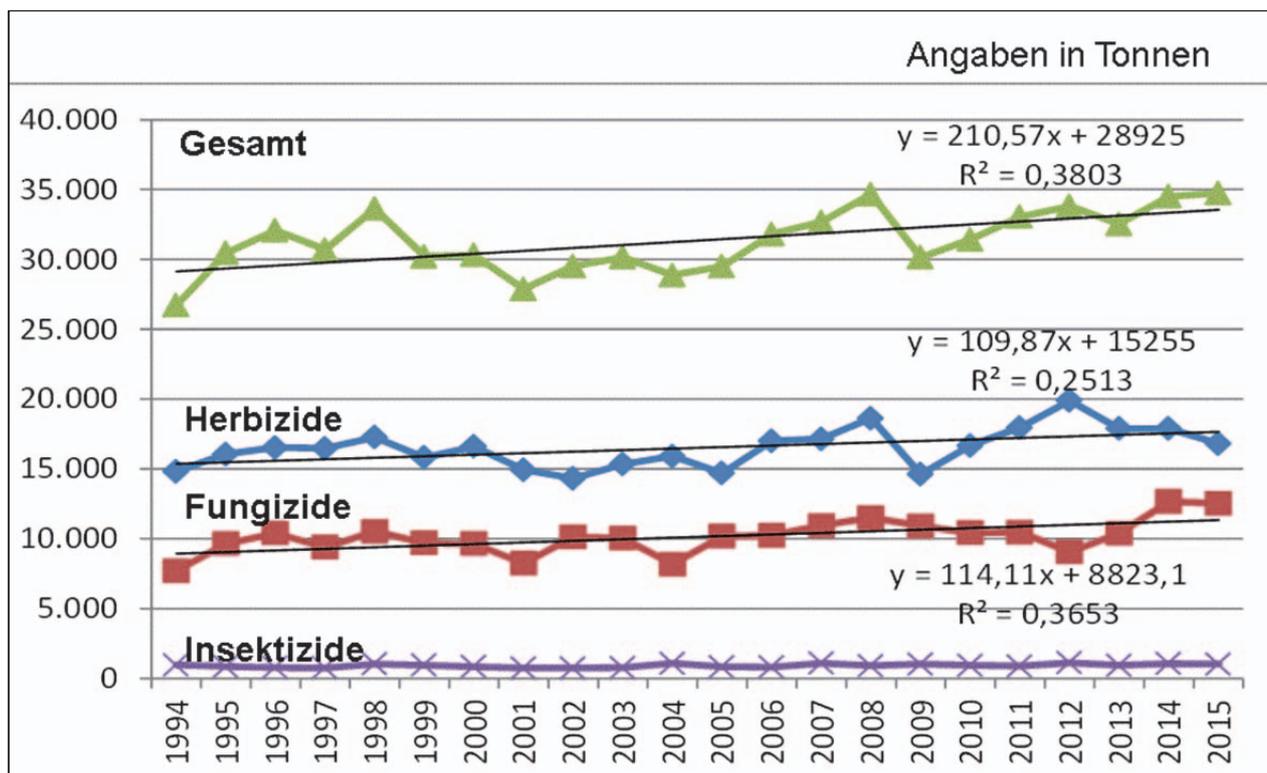


Abbildung 5: Anwendung von Wirkstoffen von PSM

Die wichtigsten PSM-Gruppen sind auch bei den betrachteten Wirkstoffen die Herbizide (ca. 16 000 t) und die Fungizide (ca. 10 000 t). Von den Wirkstoffen aus anderen PSM-Gruppen (z. B. Insektizide, Wachstumsregler, Molluskizide, Rodentizide) wurden deutlich geringere Mengen angewendet.

Die Daten des BVL enthalten keine detaillierten Angaben zur Anwendung einzelner PSM, lediglich erfolgte eine Eingruppierung in Mengenklassen. Aber es liegen aggregierte Daten zum Wirkstoffverbrauch aus wichtigen Wirkstoffgruppen vor. Im Jahr 2009 kam es jedoch zu einer Änderung bei der Erfassung der Daten innerhalb der Wirkstoffgruppen. Damit sind nur für insgesamt sieben Jahre (2009 bis 2015) miteinander vergleichbare Daten vorhanden.

Wirkstoffe von Herbiziden

Bei den Herbizidwirkstoffen liegt mit einem durchschnittlichen jährlichen Verbrauch von ca. 5 100 t im betrachteten Zeitraum die Gruppe der Organophosphor-Herbizide an erster Stelle (Abb. 6). In Deutschland zählen zu dieser Gruppe nur zwei Wirkstoffe: Glyphosat und Glufosinat. Es ist davon auszugehen, dass Glyphosat den größten Anteil an den Mengen dieser Wirkstoffgruppe besitzt und damit auch die größte Anwendungsmenge aller Wirkstoffe erreicht.

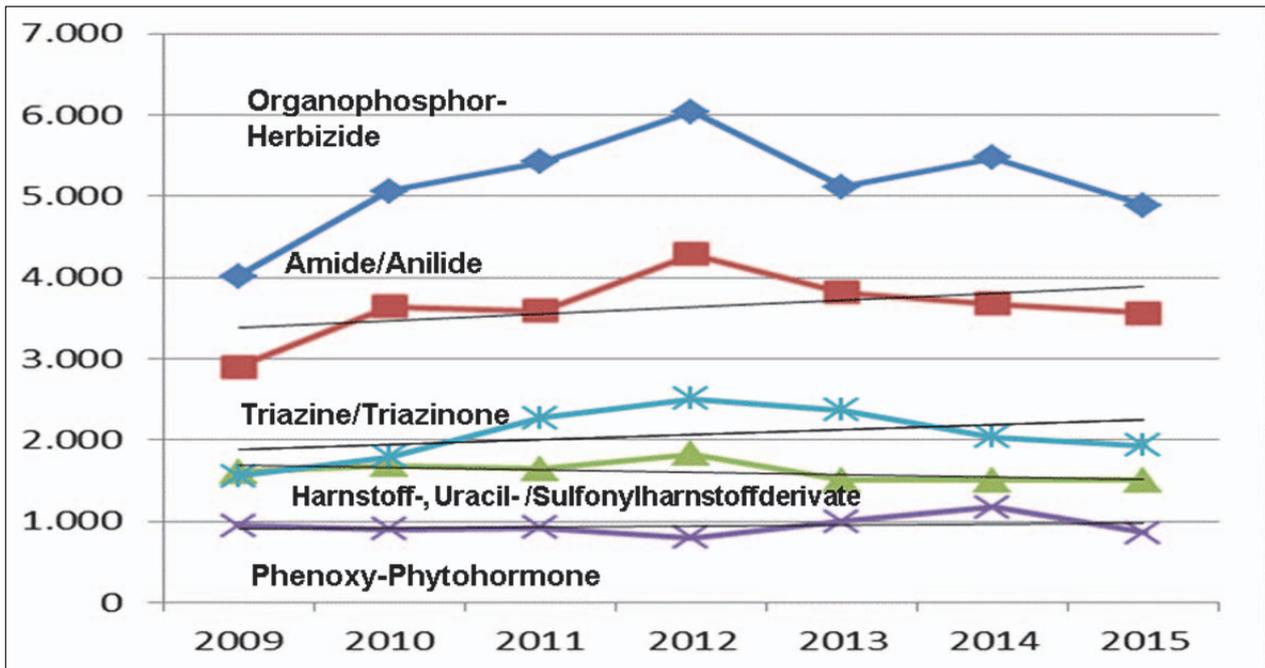


Abbildung 6: Anwendung von Wirkstoffen von Herbiziden

Zur Gruppe der Amid/Anilid-Herbizide gehören wichtige Wirkstoffe, wie z. B. Dimethenamid-P, Penoxsulam, Propyzamid oder Pyroxsulam bzw. Diflufenican, Florasulam, Flufenacet, Metazachlor oder Metosulam. Mit Mengen von ca. 3 600 t liegt diese Wirkstoffgruppe auf Rang 2.

Triazin- und Triazinon-Wirkstoffe (Terbuthylazin, Metamitron, Metribuzin) befinden sich mit durchschnittlich 2 000 t Jahresverbrauch an der dritten Stelle. Bei Betrachtung der letzten vier Jahre lässt sich ein Rückgang des Mengenverbrauchs feststellen.

Bei der Gruppe Harnstoff/Uracil/Sulfonylharnstoffe (z. B. Chlortoluron, Isoproturon bzw. Amidosulfuron, Flupyrsulfuron, Iodosulfuron, Nicosulfuron, Rimsulfuron) sind Mengen von ca. 1 600 t jährlich zu verzeichnen. Hier sollte jedoch die Bedeutung dieser Gruppe nicht unterschätzt werden, da bekanntlicherweise Sulfonylharnstoffe eine nur sehr geringe Aufwandmenge besitzen und damit relativ große Flächen behandelt werden können.

An letzter Stelle bei dieser Betrachtung befinden sich mit ca. 900 t jährlicher Anwendungsmenge die Phenoxyherbizide (2,4-D, Dichlorprop-P, MCPA, Mecoprop-P). Der Einsatz dieser Wuchsstoffe hat sich in den letzten Jahren auf Spezial-Anwendungen (z. B. Distelbekämpfung oder Sonderkulturen) beschränkt.

Wirkstoffe von Fungiziden

Die Wirkstoffgruppe „Sonstige organische Fungizide“ stellt ein Sammelsurium verschiedener Fungizidwirkstoffe mit einer durchschnittlichen jährlichen Anwendungsmenge von ca. 4 900 t dar (Abb. 7). Hierzu gehören neben altbekannten Wirkstoffen (z. B. Metalaxyl, Prochloraz, Chlorthalonil, Strobilurine) auch die neueren SDHI-Fungizide. Bei Berücksichtigung der letzten vier Jahre ist ein deutlicher Anstieg des Mengenverbrauchs feststellbar. Diese Entwicklung ist nachvollziehbar, da innovative Fungizide (wie die SDHI-Wirkstoffe) eine erhebliche Akzeptanz beim Anwender und damit letztlich höhere Marktrelevanz erlangten.

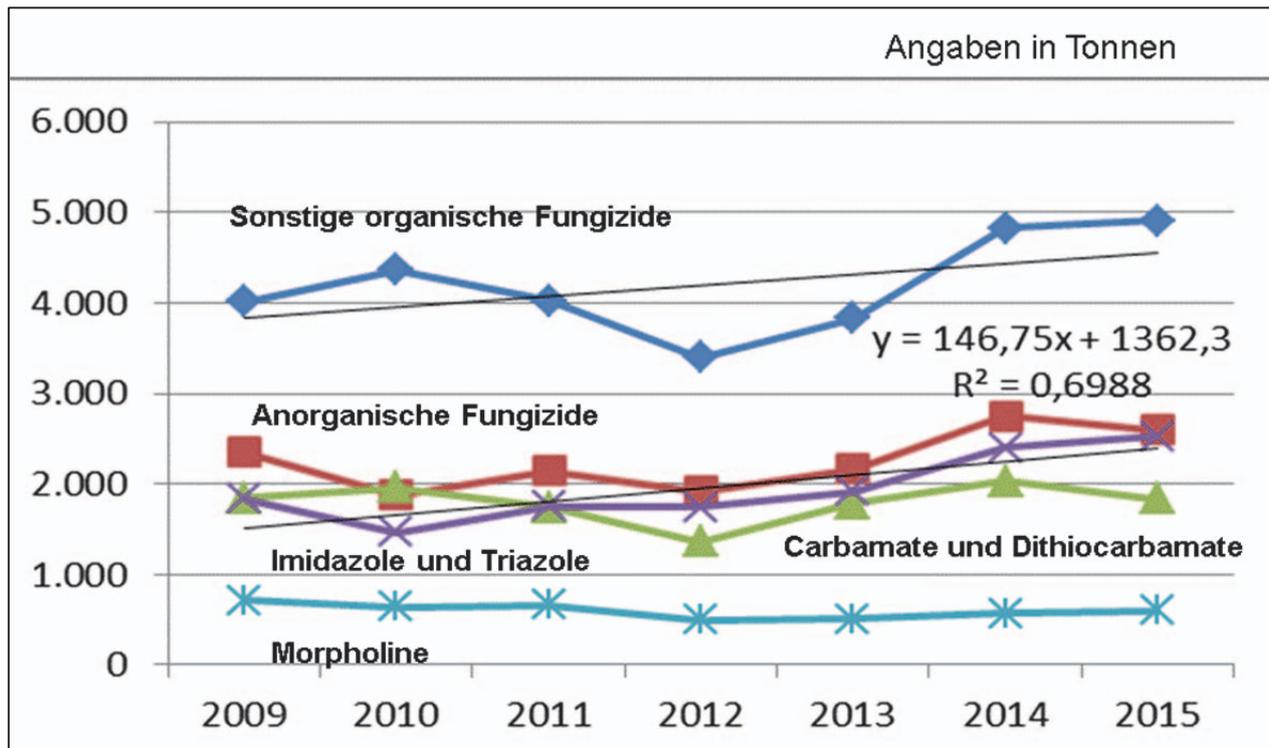


Abbildung 7: Anwendung von Wirkstoffen von Fungiziden

Die anorganischen Fungizide (Kupferverbindungen, Schwefel) liegen mit ca. 2 600 t Jahresverbrauch immer noch an zweiter Stelle dieser Auswertung.

Die Imidazol-/Triazol-Fungizide (z. B. Cyproconazol, Epoxiconazol, Imazalil, Metconazol, Propiconazol, Prothioconazol, Tebuconazol) bewegen sich nun bei einer jährlichen Anwendungsmenge von ca. 2 500 t. Sie sind die einzige Wirkstoffklasse, bei der im Zeitraum von 2009 bis 2015 ein statistisch nachweisbarer Anstieg der Anwendungsmenge vorliegt. Ursache dieser Entwicklung dürfte die Umsetzung des Antiresistenz-Managements zum Schutz von Strobilurinen und SDHI's sein.

Carbamat-/Dithiocarbamat-Fungizide (z. B. Propamocarb bzw. Mancozeb, Maneb, Metiram, Thiram) besitzen mit ca. 1 800 t ebenfalls eine weiterhin hohe Bedeutung vor allem bei der Bekämpfung von Falschen Mehltau-Pilzen.

Morpholin-Fungizide (Dimethomorph, Fenpropimorph) als Spezialisten gegen Echte Mehltau-Pilze behaupten sich mit ca. 600 t Jahresverbrauch stabil, aber auf niedrigem Niveau, am Markt.

Wirkstoffe von Insektiziden

Die Gruppe „Sonstige Insektizid-Wirkstoffe“ enthält alte und neue Wirkstoffe (Abamectin, Spinosad, Pheromone etc.). Mit ca. 260 t durchschnittlicher Jahresmenge liegen sie an erster Stelle der Betrachtungen (Abb. 8). Mit der Zulassung weiterer neuer Wirkstoffe nahm die Gesamtmenge dieser Kategorie entsprechend zu.

Bei den Nicotinoiden (Clothianidin, Thiamethoxam, Acetamiprid, Imidacloprid, Thi-acloprid) gab es bis 2012 eine rasante Zunahme der Anwendungsmengen. Mit dem EU-Verbot von 2013 für bestimmte Wirkstoffe in bestimmten Anwendungen gingen die jährlichen Anwendungsmengen (durchschnittlich ca. 231 t) deutlich zurück.

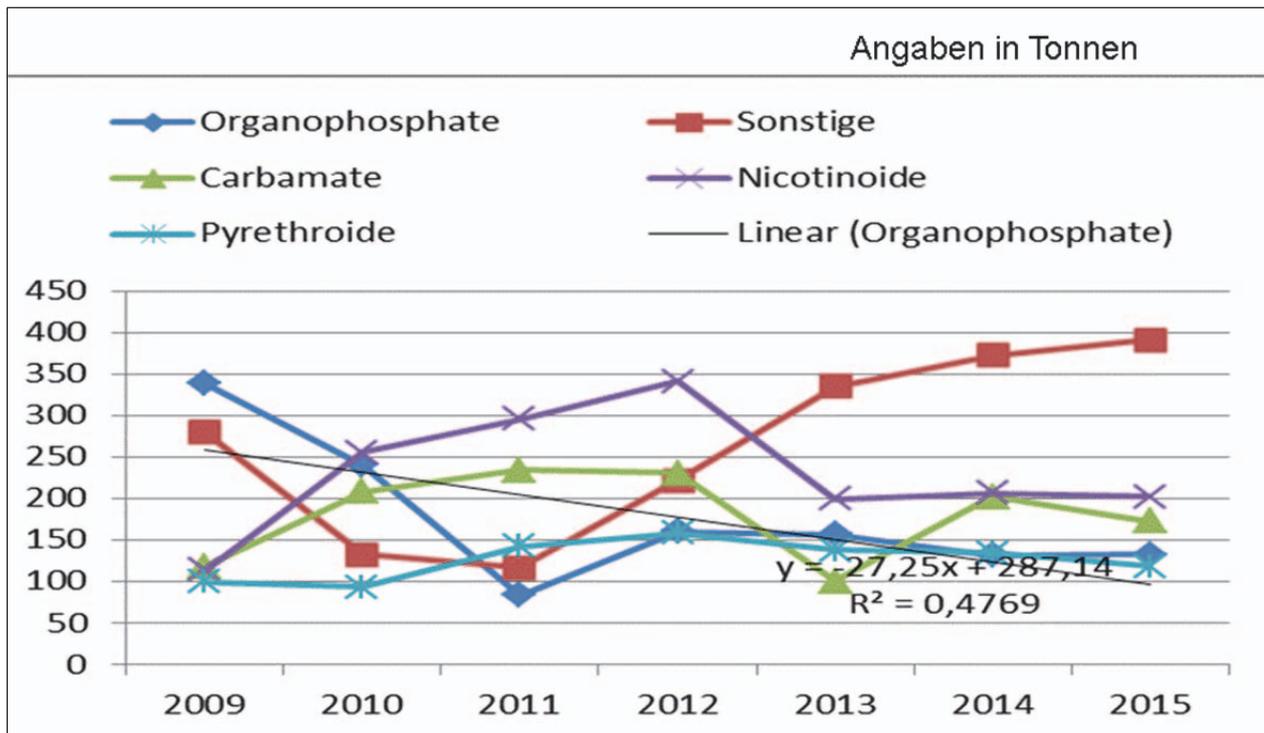


Abbildung 8: Anwendung von Wirkstoffen von Insektiziden

Die Organophosphor-Insektizide (z. B. Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Dimethoat, Pirimiphos-methyl) liegen bei durchschnittlich ca. 180 t Jahresverbrauch. Sie sind die einzige Wirkstoffgruppe, bei der sich statistisch gesichert ein Rückgang der Mengen feststellen lässt.

Die Carbamat-Insektizide (Methiocarb, Pirimicarb) liegen bei ca. 180 t Jahresverbrauch. Mit dem Verbot von Methiocarb zur Bekämpfung von Schnecken gingen die Anwendungsmengen weiter zurück.

Pyrethroid-Insektizide (z. B. alpha-Cypermethrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Etofenprox, Tefluthrin) sind mit jährlichen Mengen von ca. 130 t stabil am Markt. Aufgrund der Entwicklung von Pyrethroid-Resistenz bei wichtigen Schädlingen verringerten sich leicht die Mengen in den letzten Jahren.

Zusammenfassung

Die Auswertung der Zahlen der § 64-Meldungen des BVL lassen nur eine eingeschränkte Auswertung zum Stand und zur Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes in Deutschland zu.

Veränderte Verfahren bei der Erfassung der Daten führten zu nicht mehr miteinander vergleichbaren Zahlenreihen und damit zu verkürzten Betrachtungszeiträumen. Die Wahl des Zeitraums bzw. dessen Länge beeinflusst jedoch in erheblichem Maße die Aussage zu Entwicklungstrends. So ließ sich bei Betrachtung des 14-Jahreszeitraums bei den Jahresmengen der Pflanzenschutzmittel ein Anstieg ermitteln. Dagegen war eine eindeutige statistisch gesicherte Aussage zum Entwicklungstrend im 23-Jahreszeitraum bei den Wirkstoffen nicht möglich.

Die jeweils in den Jahren ausgebrachten PSM- bzw. Wirkstoffmengen sind nur eine Komponente des chemischen Pflanzenschutzes. Tiefer gehende Analysen und Ursachenforschung können aber nur dann erfolgen, wenn detailliertere Daten zur Anwendung von PSM vorliegen. Deshalb sind dahingehende Aktivitäten des JKI zu begrüßen.

Dessen ungeachtet sollte der Anwender PSM nur bei Erfordernis und dann sachgerecht verwenden. Die Notwendigkeit des PSM-Einsatzes ergibt sich aus einer Vielzahl an Faktoren. Auch Maßnahmen der Agrarpolitik beeinflussen die PSM-Anwendung. Es bleibt daher abzuwarten, wie sich z. B. das Greening mit dem Anbau von Zwischenfrüchten auf den Umfang des Gebrauchs von PSM (z. B. von Herbiziden) auswirkt.

Rückblick auf 25 Jahre Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung - Teil Düngung

Die Information der Landwirte über aktuelle Entwicklungen im Bereich der Pflanzenernährung und Düngung sowie die Überleitung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis stellen eine wichtige Aufgabe für die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) dar. In den 1960er und 70er Jahren wurden die Vortragstagungen in Thüringen insbesondere durch den langjährigen Direktor des damaligen Instituts für Pflanzenernährung Jena, Prof. Dr. Werner Bergmann, sowie nach Gründung des Agrochemischen Untersuchungs- und Beratungsdienstes (ACUB) im Jahr 1970 durch den Bereichsdirektor, Prof. Dr. Bodo Witter, initiiert und durchgeführt.

In den 1980er Jahren wurden jährliche Tagungen durch den Bereich Agrochemische Untersuchung und Beratung im Institut für Pflanzenernährung (IPE) Jena organisiert.

Die Verfasser dieses Beitrags können sich an das große Interesse der Landwirte an den Düngungstagungen zum Beispiel für den Bezirk Gera in Miesitz erinnern.

Die Neugründung des Freistaats 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 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 TLL mit den größten Teilnehmerzahlen in das Leben gerufen zu haben und zugleich Ansporn, auch in Zukunft eine Tagung mit interessanten Beiträgen zu organisieren. Das Programm der ersten Veranstaltung zeigt die Anlage 1.

Beide "Gründungsväter" begleiten bis heute mit Interesse die Tagung und wünschen der heutigen Veranstaltung einen guten Verlauf.

Veranstaltungsort der Düngungstagung war in den Jahren 1992 bis 1995 der Gasthof „Weintraube“ in Jena-Zwätzen. Steigende Teilnehmerzahlen erforderten ab 1996 einen größeren Saal, der im Kultur- und Kongresshotel Pfiffelbach gefunden wurde und gute Rahmenbedingungen bietet. Ab 2014 findet die Tagung im Congress-Center der Messe Erfurt statt.

Von den ersten zwei Veranstaltungen ist noch kein Tagungsbericht oder -band erschienen. Ab der 3. bis zur 5. Tagung (1994 bis 1996) dokumentieren Tagungsberichte die Vorträge und ab der 6. wurde jeweils ein Tagungsband innerhalb der Schriftenreihe der TLL herausgegeben.

Zur 10. Düngungstagung im Jahr 2001 konnten wir Minister Dr. Sklenar sowie zur 20. Tagung 2011 Minister Reinholz begrüßen und ihren Grußworten folgen. Zur 25. Tagung ist Ministerin Frau Keller der Einladung gefolgt, um über Düngung und Pflanzenschutz aus Sicht der Agrarpolitik zu referieren.



Verband für Agrarforschung und -bildung Thüringen e.V. (VAFB)

Naumburger Straße 98 a, O - 6909 Jena 9

Der Präsident

Verband für Agrarforschung und -bildung Thüringen e.V. (VAFB)
Naumburger Straße 98 a, O - 6909 Jena 9

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unsere Zeichen

Datum

Dr. Mey/Ar.

14.10.92

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

(Für Rücksendung im Fensterumschlag)
Betr.: "Düngungstagung"

Landwirtschaftliche Untersuchungs-
und Forschungsanstalt (LUFA)
z.H. Dr. Kerschberger
Sachgebiet Pflanzenproduktion
Naumburger Str. 98

O - 6909 Jena 9

Telefon: 41 12 13
Telefax: 42 44 80

Anlage 1

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

R ü c k m e l d u n g :

(bis 18.11.1992 erbeten)

Name:

Anschrift / Institution:

Datum:

Unterschrift:

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 9 x Hammernick, 1x Altmann vom Thüringer Ministerium (TMLNU bzw. TMLFUN, TMIL), 3 x Embert sowie 1 x Osswald jeweils vom Bundesministerium (BMVEL, BMELV, BMEL), 3 x Ritschel (TLL bzw. TMLFUN) sowie 1 x Dr. 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. 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. 2016 stellen Heß die Ableitung von N-Bedarfswerten aus Thüringer Feldversuchen sowie Dr. Grunert (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) das neue Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung (BESyD) vor.

Zwei Vorträge von Dr. 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. König im Jahr 2009 informierte.

Die Verbindung von Bodenuntersuchung und Nährstoffbilanz war Inhalt mehrerer Vorträge. Prof. Krause referierte 1995 über Bodenuntersuchungsergebnisse als Spiegelbild der Nährstoffbilanz. Dr. Kerschberger erläuterte 2001 die Aufgaben von Nährstoffvergleich, Nährstoffgehalt und pH-Wert des Bodens als Basis der Düngerbemessung sowie beleuchtete 2003 die Nährstoffbilanz als Indikator für die Bodenfruchtbarkeit.

Prof. Krause informierte 2000 über die Einstellung der agrochemischen Boden- und Pflanzenuntersuchungen in der TLL und die Übernahme der Analytik durch zugelassenen 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. Kerschberger Richtwerte zur Ermittlung und Bewertung von Nährstoffbilanzen nach Düngeverordnung vor. Über Ergebnisse der Nährstoffvergleiche und deren Nutzung in der Düngungspraxis berichteten Dr. Kerschberger 2000 und Dr. Zorn 2003.

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

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

Die so genannte „Andüngung“ Getreide im Frühjahr ist ein Dauerthema unter Landwirten und Beratern. Dr. 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 Heß 2004 über die Andüngung 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. Mehrere Vorträge widmeten sich diesem Thema. 1995 referierte Dr. Zerulla (BASF Agrarzentrum Limburgerhof) über die N-Spätdüngung (Qualitätsgabe) zu Winterweizen. Auf Grundlage aktueller Ergebnisse Thüringer Feldversuche schilderten Dr. Kerschberger 2002 sowie Heß 2007 und 2014 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. 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 weiterentwickelt. Dr. 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 modellgestützte N-Düngung als neues Verfahren beleuchtete Dr. Reinsdorf (Landwirtschaftskammer Niedersachsen) im Jahr 2015.

Die Auswirkungen einer suboptimalen N-Düngung im Pflanzenbau sowie die N-Düngung in Wasserschutzgebieten waren Inhalte von Referaten von Dr. Kerschberger in den Jahren 1994 und 1997.

Thüringen ist traditionelles Anbaugebiet 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. 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. Zorn erläuterte 1995 die Grundsätze zur Schwefeldüngung und Dr. Link (Hydro Agri Dülmen) stellte 2001 umfangreiche Ergebnisse von Feldversuchen zur Schwefeldüngung vor.

Die organische Düngung war häufig Gegenstand von Vorträgen. Prof. 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. König im Jahr 2003. Nach dem Verfütterungsverbot von Tiermehl drängte Fleischknochenmehl als Düngemittel auf den Markt. Schröter stellte 2005 erste Versuchsergebnisse zur Düngewirkung dieses Düngemittels vor. Derselbe Autor referierte 2009, 2011 und 2013 über aktuelle Ergebnisse zur Düngewirkung von Gärresten aus der Biogaserzeugung.

Versuchsergebnisse zur Nährstoffwirkung organischer Düngestoffe präsentierten 1997 Prof. Peschke (Humboldt-Universität Berlin) und für den Schwerpunkt Freilandgemüseanbau 1998 Prof. Müller (Fachhochschule Erfurt). Zur Tagung 1999 referierten Dr. Kerschberger über die Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger, Dr. Reinhold über verfahrenstechnische Aspekte des Wirtschaftsdünger-Managements und Prof. Scharpf (vormals Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau Hannover-Ahlem) über die Mineralisierung von Stickstoff aus Bodenhumus und organischer Düngung. Prager (Rinderhof-Agrar GmbH Seubtendorf) ergänzte 2006 mit einem Vortrag zur effektiven Gülledüngung aus der Sicht der Praxis. 2011 referierte Döhler (KTBL) über die Optionen zur Reduzierung der Ammoniak-Emissionen bei der Ausbringung organischer Dünger sowie 2015 Bleisteiner (Landmaschinenschule Triesdorf) über technologische Aspekte der Wirtschaftsdünger-Ausbringung.

2014 wertete Dr. König langjährige Untersuchungen der TLL zur Qualität der Düngemittel aus.

Die optimale Humusversorgung stellt eine wichtige Größe der Bodenfruchtbarkeit dar. 1997 referierte Prof. Körschens über den anzustrebenden Humusgehalt des Bodens und die Reproduktionsleistung organischer Dünger. 2009 stellte Dr. Zorn aktuelle Ergebnisse aus Thüringen zur Humusversorgung der Böden im modernen Ackerbau sowie 2015 aus dem Dauerdüngungsversuch L28 in Bad Salzungen vor.

Für die praktische Düngung sind der Einsatz geeigneter Düngemittelformen sowie der Vergleich von Düngungssystemen von großem Interesse. 1996 verglich Ullrich (BASF) ver-

schiedene Düngungssysteme, 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. Wozniak bzw. Fuchs (beide SKW Stickstoffwerke Piesteritz). Über Angebot und Entwicklung neuer Mineraldüngertypen für die Feldwirtschaft berichteten 1999 Dr. Orlovius (Anwendungsberatung Kali + Salz GmbH Kassel) und Dr. Zerulla (BASF Agrarzentrum Limburgerhof). Zur 16. Tagung 2007 stellte Dr. Baumgärtel (Landwirtschaftskammer Niedersachsen Hannover) aktuelle Ergebnisse von N-Formenvergleichen vor. Ein praxisrelevantes Thema präsentierten Fuchs (SKW Piesteritz) 1998 und GÖTZ 1999 mit Vorträgen zur Anwendung von Flüssigdüngern in Kombination mit Pflanzenschutzmitteln. Erfahrungen aus der Düngeberatung stellten 1999 Prof. Beer (Leipzig) für Sachsen sowie Dr. Werner (Agrar- und Umweltanalytik GmbH Jena) 2000 für Thüringen vor. Dr. Zorn berichtete 2000 über das Auftreten von Nährstoffmangel auf Praxisfeldern sowie 2013 über den Ernährungszustand von Ackerkulturen 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. 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 stellte 2010 die platzierte P-Düngung, 2012 die aktuelle Ertragswirkung der P- und K-Düngung, 2014 die langfristigen Perspektiven der P-Düngung als mögliche Reaktion auf gesunkene Grundnährstoffversorgung der Böden vor und empfiehlt 2016 die Ergänzung der P-Bodenuntersuchung zur Präzisierung der P-Düngebedarfsprognose.

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 unternehmen. Dienes (TMLNU) referierte 2006 über die Auswirkungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie auf die Thüringer Landwirtschaft. Im folgenden Jahr stellte Budnick (TMLNU) die Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffausträge aus der Landwirtschaft im neuen Förderpaket „Wasser“ im KULAP 2007 zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie vor. 2013 berichteten Frau Dr. Knoblauch über Ergebnisse zur N-Ausnutzung und N-Auswaschung im Ackerbau sowie Dr. Th. Werner (JenaBios GmbH) über Ergebnisse der Optimierung der N-Düngung aus Sicht der Beratung in Nährstoffüberschussgebieten. 2016 präsentiert Ahrens (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) Ergebnisse der Modellierung der N- und P-Einträge in Gewässer.

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

Im Interesse einer harmonischen Ernährung der Kulturpflanzen ist eine bedarfsgerechte Mikronährstoffdüngung unerlässlich. 1998 erläuterte Dr. Krähmer (Universität Kiel) Aspekte der Mikronährstoffdüngung. 2006 stellte Dr. Zorn aktuelle Ergebnisse zur Mikronährstoffversorgung von Thüringer Böden und Pflanzen vor und leitete Empfehlungen zur Mikronährstoffdüngung ab. Derselbe Autor berichtete 2011 über Feldversuchsergebnisse zur Bordüngung zu Getreide.

2005 nahm Dr. Zorn 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. Trott vom Industrieverband Agrar in Frankfurt/Main beleuchtete die aktuelle Entwicklung auf den Düngemittelmärkten hinsichtlich Preisentwicklung und Düngemittelverfügbarkeit. Dr. Pöbneck (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 Herr Schröter für die organische Düngung. Dr. ALBERT (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) informierte 2011 über die Anwendung des CULTAN-Verfahrens zur N-Düngung.

Folgende Vorträge aus weiteren Themengebieten rundeten die jährlichen Tagungen ab:

- Natriumdüngung auf dem Grünland: Dr. Michalcyk (KEMIRA Deutschland GmbH Hannover, 1994);
- Höhe und Qualität der Thüringer Raps- und Getreideernte des Jahres 1994: Prof. Krause (1994);
- Qualitätsuntersuchungen in Thüringer Ernteprodukten: ZORN (1997);
- Düngemittelverkehrskontrolle in Thüringen: MEIXNER (1998);
- Nutzung moderner Kommunikationsmittel zur Vermittlung von Beratungswissen an die Praxis: KRAUSE (2001);
- Technologische Aspekte der festen und flüssigen Düngung: RUMPLER (Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Bernburg, 2001);
- Schutz von Boden und Wasser durch Vorsorge gegen Erosion: GULLICH (2004);
- Tendenzen der Klimaveränderung in Thüringen: GÜNTHER (2005);
- Nachhaltige Düngung und Anbau von Energiepflanzen: BREITSCHUH (2006);
- Frühsaaten im Winterweizen - Chancen und Risiken: FARACK (2007);
- Wirkung von Bodenhilfsstoffen und Pflanzenhilfsmitteln im Ackerbau: HEGE (vormals Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Freising, 2010);
- Wettervorhersage: BÖTTCHER (Deutscher Wetterdienst).

- Teil Pflanzenschutz

Seit nunmehr 17 Jahren gibt es bei der Tagung auch Vorträge aus dem Bereich Pflanzenschutz. Die Initiative zur Ausweitung des Themenbereichs der damaligen Düngungstagung ging von Dr. Kerschberger aus. Den ersten Pflanzenschutz-Vortrag auf der Düngungstagung hielt im Jahre 1999 Herr Götz zum Thema „Kombinationen von Pflanzenschutz- und Düngemitteln“ in Pfiffelbach.

Zuerst lag der Beitrag des Pflanzenschutzes an der Tagung bei nur einem Vortrag. Bei einer Umfrage unter den Tagungsteilnehmern wurde die Einbeziehung des Pflanzenschutzes positiv beurteilt. Daraufhin erhöhten die Organisatoren den Anteil der Pflanzenschutzbeiträge kontinuierlich auf dann „gleichberechtigte“ 50 %. Diese Entwicklung führte auch dazu, dass seit 2003 eine Umbenennung der ursprünglichen Düngungstagung dem Charakter des neuen Themenzuschnitts entsprechend in „Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung“ erfolgte. Diese Bezeichnung ist bis zum heutigen Tag so unverändert beibehalten worden.

Seit dem Jahr 1999 gab es zu aktuellen Pflanzenschutz-Themen insgesamt 58 Vorträge. Die Referenten kamen in 38 Fällen aus dem Bereich der Landesanstalten aus verschiedenen Bundesländern. Weitere Referenten gehörten dem Bund (10), privaten Einrichtungen (7), Ministerien (2) sowie Universitäten (1) an. Dabei wurden alle wichtigen Themenbereiche des Pflanzenschutzes behandelt.

Herbizide stellen die bedeutendste Gruppe der Pflanzenschutzmittel dar. Ohne chemische Unkrautbekämpfung ist derzeit im konventionellen Pflanzenbau eine wirtschaftliche Produktion nicht möglich. Wichtige Fragestellungen auf dem Gebiet der Herbologie sind z. B. das Wirkungsspektrum von Herbiziden, die Möglichkeit der Reduzierung von Aufwandmengen, sinnvolle Tankmischungen von verschiedenen Herbiziden, die Bekämpfung neuer Unkräuter und Ungräser, die Kombination von mechanischen und chemischen Bekämpfungsstrategien innerhalb der Fruchtfolge sowie Maßnahmen des Antiresistenz-Managements. Zu diesem Themenbereich gab es Vorträge von Götz (1999, 2003, 2007), Wolber (2013), Ewert (2014) und Gödecke (2016).

Fungizide schützen die Kulturpflanzen vor pilzlichen Schaderregern. Sie haben damit eine erhebliche Auswirkung auf die Ertragssicherung und auf die Qualität der Ernteprodukte. Die Anwendung von Fungiziden ist keine Standardmaßnahme, die Entscheidung zur Anwendung sollte immer auf Basis einer Befallsfeststellung auf dem jeweiligen Schlag erfolgen. Zur Unterstützung dieses Vorgehens gab es Vorträge zur sachgerechten Auswahl und Strategie der Anwendung von Fungiziden, zum Erkennen der Pflanzenkrankheiten, zur Resistenz von Kulturpflanzensorten gegenüber dem Befall mit Krankheiten, zum speziellen Vorgehen gegen Gelbrost und Fusarium an Getreide sowie Botrytis an Raps, zum sachgerechten Einsatz der Carboxamide sowie zur Wirtschaftlichkeit der Fungizidanwendungen. Die Vorträge hierzu kamen von Dr. Frahm (2002), Dr. Felsenstein (2003, 2007), Dr. Nußbaum (2003), Dr. Farack (2005), Dr. Sperling (2009), Gößner (2012, 2014), Guddat (2013) und Schröder (2013).

Die Anwendung von Insektiziden findet in deutlich geringerem Umfang als der Einsatz von Herbiziden und Fungiziden statt. Dennoch besitzt die PSM-Gruppe eine große wirtschaftliche Bedeutung, vor allem im Winterraps. Große Aufmerksamkeit verursachte das überraschende Verbot von einigen Wirkstoffen aus der Gruppe der Neonicotinoide im Jahr 2013. Es entstand auch eine intensive Diskussion zur Notwendigkeit der Behandlung von Saatgut mit Insektiziden. Weitere Schwerpunkte in diesem Bereich sind u. a. die Bekämpfung von virusübertragenden Insekten, Strategien zur Verhinderung der Entwicklung von Resistenzen bei Schädlingen gegenüber Insektiziden sowie die Anpassung von Bekämpfungsrichtwerten an aktuelle Entwicklungen. Zu diesen Themen stellten Götz (2002, 2006), Schröder (2006), Dr. Glas (2008), Krueger (2009), Prof. Zwerger (2010), Gößner (2011, 2015) und Rode (2012) entsprechende Fachvorträge vor.

Einen größeren Bereich nahmen auch Vorträge zu den Themen Pflanzenschutz-Recht, Management des chemischen Pflanzenschutzes im Betrieb sowie Umweltwirkungen von Pflanzenschutzmitteln ein. Speziell ging es hierbei um Fragen der Zulassung von Mitteln in Deutschland und in der Europäischen Union, der Analyse der Intensität des chemischen Pflanzenschutzes in Abhängigkeit von Kultur, Befall und Region, der Bedeutung von Rückständen von Pflanzenschutzmitteln an Lebens- und Futtermitteln, des gesellschaftlichen Diskurses zum chemischen Pflanzenschutz sowie zu Möglichkeiten des Schutzes von Honigbienen bei Pflanzenschutz-Maßnahmen. Hierzu gab es Vorträge von Götz (2000, 2004, 2008, 2009, 2010, 2013, 2015, 2016), Dr. Petzold (2008), Prof. Backhaus (2004), STODollik (2006, 2012), Prof. Freier (2008), Dr. Corsten (2009), Dr. Liebig (2014), Dr. Zornbach (2014), Dr. Michalski (2015) und Koch-Achelpöhler (2015).

Für einen sachgerechten Pflanzenschutz ist die Applikationstechnik ebenfalls von grundlegender Bedeutung. Die Geräte müssen den einschlägigen Vorschriften entsprechend, kontinuierlich amtlich geprüft und fachgerecht bedient werden. Außerdem beeinflussen die Verwendungsbedingungen (Düsenart, Druck etc.) die Einstufung als verlustmindernde Technik. Zu Themen der Applikationstechnik äußerten sich auf der Tagung Ammer (2006), Rautmann (2007), Dr. Degner (2010) und Dr. Koch (2010).

Weitere wichtige Vortragsthemen im Bereich Pflanzenschutz waren die Beizung von Getreide (Schaller, 2005; Jürgens, 2011), die Bekämpfung von Feldmäusen (Götz, 2005; Dr. Jacob, 2015), der Einfluss von Anbaubedingungen auf den chemischen Pflanzenschutz (Prof. Bartels, 2005), der Vorratsschutz (Dr. Adler, 2011) sowie Strategien zur Reduzierung der Entwicklung von Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln (Götz, 2011; Prof. Zwerger, 2016).

In eigener Sache

In Umfragen unter den Tagungsteilnehmern wurden von diesen noch weitere für Tagung wichtige Themen genannt. All diese Wünsche konnten bisher noch nicht abgearbeitet werden. Aber die Organisatoren sind bemüht, diese Anforderungen zu berücksichtigen. Nur dann bleibt die Tagung für die Teilnehmer interessant und gut besucht.

Hinsichtlich der Organisation der Vorträge der Tagung muss man feststellen, dass sich trotz vieler Forschungs- und Untersuchungsaktivitäten in Deutschland die Suche nach geeigneten Referenten mit aktuellen Themen schwierig gestaltet. Aber diese Arbeit nehmen die Organisatoren gerne auf sich, wenn im Endergebnis eine interessante Veranstaltung entsteht.

Wenn man die Anzahl der Besucher der Tagung als einen Indikator für die Qualität der Veranstaltung nimmt, dann dürften die richtigen Themen bisher ausgewählt und angesprochen worden sein. Nunmehr liegt die Beteiligung bei ca. 550 Besuchern. Damit ist der auch der größte Saal des Congress Centers der Messe Erfurt GmbH bis auf den letzten Platz gefüllt.

Bei der „Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung“ handelt sich nach wie vor um die größte Veranstaltung der TLL. Auch mit etwas Stolz blicken die Organisatoren und alle Beteiligten aus der TLL auf diese positive Entwicklung zurück. Es ist sicherlich eine große Herausforderung, die Veranstaltung erfolgreich weiterzuführen. Aber die Organisatoren nehmen diese Aufgabe gerne an und fühlen sich dabei auch den beiden Gründern der Tagung gegenüber verpflichtet.

gezeichnet

Dr. Wilfried Zorn

Reinhard Götz

Bemerkung: Referenten ohne Institutsbezeichnung sind Mitarbeiter der TLL

Weitere Fachbeiträge

N_{min}-/S_{min}-Monitoring der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft - Eine Grundlage für die Düngebedarfsermittlung im Frühjahr in Thüringen

Dr. Volkmar König und Sabine Wagner (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Die schlagbezogene Ermittlung des Stickstoffdüngedarfs im Frühjahr ist die Basis für eine fachlich fundierte und umweltschonende Ernährung der Pflanzenbestände mit Stickstoff. Damit wird die Ordnungsmäßigkeit nach Fachrecht (§ 3 Abs. 3 Nr.1 DüV) gewährleistet. Wesentlich ist auch der ökonomische Aspekt, dass bei Berücksichtigung der N_{min}-Bodenuntersuchungsergebnisse die Effizienz des Düngereinsatzes hinsichtlich Ertrag und Qualität optimiert werden kann.

Überhöhte N-Düngergaben sind einerseits wirtschaftlich nachteilig, können zu Ertragsminderungen z. B. durch Lagerbildung bei Getreide führen und das Risiko von N-Emissionen in die Umwelt erhöhen. Mit suboptimaler N-Düngung werden andererseits das Ertragspotenzial des Standortes und z. B. die Erzeugung einer hohen Backqualität bei Weizen nicht ausgeschöpft.

Nach § 3 der Düngeverordnung vom 27.02.2007 ist der Düngebedarf unter Berücksichtigung des standorttypischen Nährstoffbedarfs der Kulturen, der Nährstoffversorgung und -nachlieferung von Boden und organischer Düngung sachgerecht festzustellen. Es sollen die Ergebnisse regionaler Feldversuche zur Düngebedarfsermittlung herangezogen werden. In jedem Frühjahr ist der schlagbezogene N_{min}-Gehalt durch eigene Analysen oder durch Übernahme von Richtwerten der zuständigen Fachbehörde zu ermitteln.

In Thüringen erfolgt die „Gute fachliche Praxis“ der N-Düngebedarfsermittlung nach der N-Sollwertmethode im Rahmen des Verfahrens der Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA). Neben einem kulturartspezifischen N-Sollwert und weiterer Faktoren wie Nachwirkung der organischen Düngung und Vorfrüchte sowie Standortfaktoren stützt sich das Verfahren vor allem auf die jährlich aktuellen N_{min}-Gehalte des Bodens im Frühjahr.

Aktuelle N_{min}-Richtwerte auf der Basis des N_{min}-Monitorings der TLL

Die Düngeverordnung lässt zu, dass neben eigenen Untersuchungen der Landwirte auch die Nutzung von Empfehlungen der nach Landesrecht für die landwirtschaftliche Beratung zuständigen Fachbehörde möglich ist. In Thüringen ist das die TLL Jena, die zu diesem Zweck seit vielen Jahren anhand von über 300 repräsentativ über Thüringen verteilten N_{min}-Dauertestflächen im zeitigen Frühjahr bei Vegetationsbeginn den jährlichen aktuellen Ver-

sorgungszustand der Thüringer Böden mit leichtlöslichem Bodenstickstoff ermittelt. Die Aussagekraft dieses Pools an Dauertestflächen (DTF) steigt mit deren Anzahl. Deshalb werden seit 2007 in enger Kooperation mit interessierten Landwirtschaftsbetrieben weitere 800 betriebliche Testflächen (BTF) in dieses Untersuchungsprogramm einbezogen. Die Kooperation besteht darin, dass Probenahme und Probenversand durch die Landwirtschaftsbetriebe und die Untersuchung durch das TLL-Labor erfolgen. Die Landwirtschaftsbetriebe ergänzen mit der Bereitstellung der Proben ihrer Feldstücke den Überblick über die aktuelle N_{min} -Situation im Frühjahr im Rahmen des Monitorings und verwenden die Untersuchungsergebnisse für ihre Düngebedarfsermittlung.

Damit wird eine Datenbasis geschaffen, deren Auswertung auf der Grundlage von Mittelwerten für die Hauptkriterien Bodenarten, Feldfrüchte und Agrargebiete die Ableitung von N_{min} -Richtwerten für Thüringen ermöglicht. Diese werden seit Jahren durch entsprechende Veröffentlichungen (TLL-Internetportal: N_{min} aktuell; Aktueller Rat zur N_{min} - und S_{min} -Situation Thüringer Böden im Frühjahr) allen Landwirten in der Hauptdüngungskampagne Anfang März bekannt gegeben.

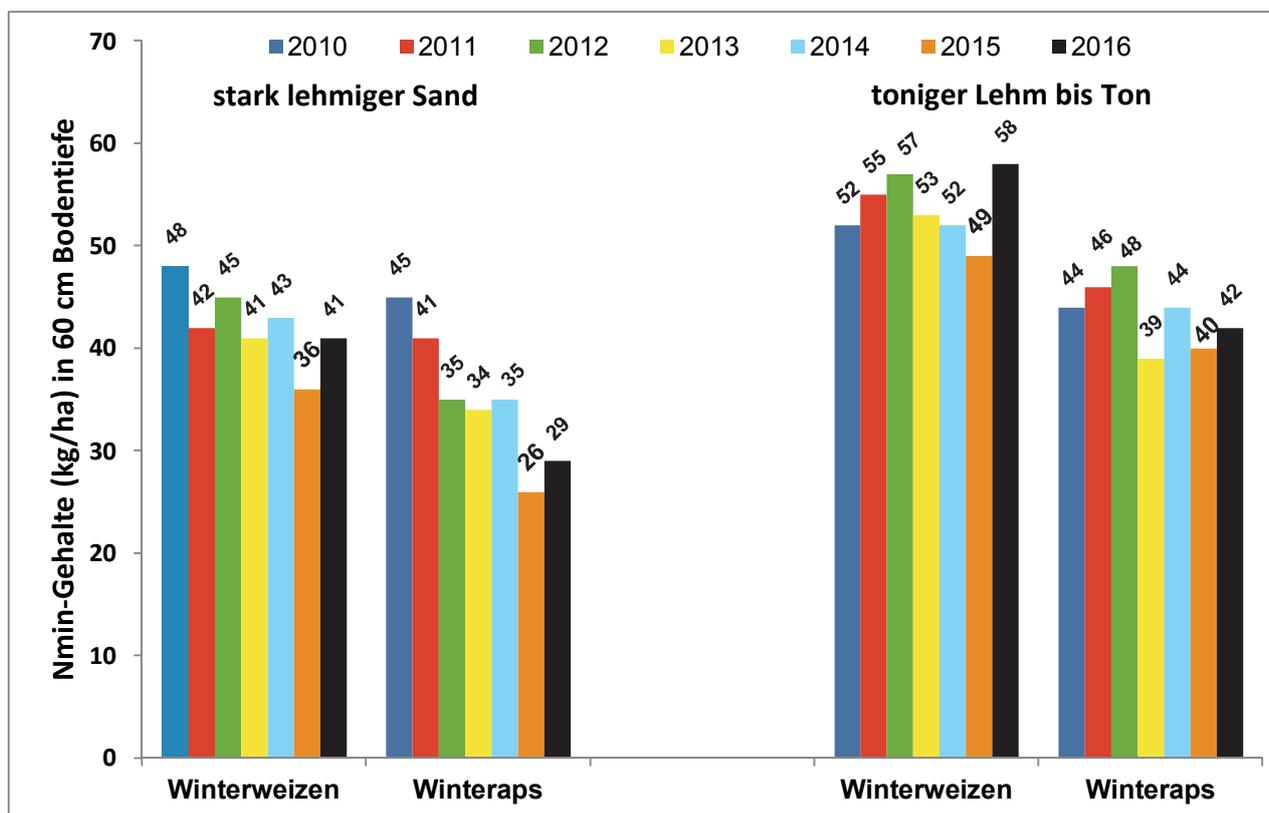


Abbildung: Vergleich der mittleren N_{min} -Gehalte Thüringer Testflächen bei Winterweizen und Winteraps von ausgewählten Bodenarten

Mit der Datenreihe „ N_{min} aktuell“ werden den Landwirten wöchentlich kumulativ aktuelle N_{min} -Richtwerte zur Verfügung gestellt, die auf Ergebnissen der o. g. Testflächen aus der laufenden Probenahmeperiode im Zeitraum Ende Februar bis Mitte März basieren. Damit erhalten die Landwirte frühzeitig aktuelle Informationen, die sich auf die witterungsbedingten Änderungen der N_{min} -Gehalte der Testflächen mit fortschreitender Vegetationspe-

riode stützen (Abb.). In der Abbildung werden die unterschiedlichen N_{\min} -Gehaltsniveaus von Winterweizen und Winterraps sowie am Beispiel der ausgewählten Bodenarten in den vergangenen Jahren deutlich.

Im „Aktuellen Rat zur N_{\min} - und S_{\min} -Situation Thüringer Böden im Frühjahr“ erfolgt anhand des Endstands der Untersuchungswerte die ausführliche Interpretation der N_{\min} - und S_{\min} -Gehalte.

Durch Verwendung der nach Bodenarten, Feldfrüchten und Agrargebieten differenzierten Richtwerte besteht für den Landwirt die Möglichkeit, für jedes Feldstück einen Orientierungswert für den N_{\min} -Gehalt abzuleiten. Das stellt nach § 3 Abs. 3 Nr. 1b DüV eine fachliche Alternativlösung zur N_{\min} -Untersuchung auf eigenen Feldstücken dar und ist im Rahmen des Fachrechts zulässig. Auf der Basis eigener Untersuchungen und ergänzender Berücksichtigung der TLL-Richtwerte kann der Landwirt eine fachgerechte Düngebedarfsermittlung gewährleisten.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass die TLL als landwirtschaftliche Fachbehörde belastbare und aktuelle N_{\min} -Richtwerte zur Verfügung stellt. Aufgrund der begrenzten personellen Kapazität in der TLL war es deshalb ein wesentlicher Schritt, beginnend ab 2007 eine jährliche Datenbasis von mehr als 1 100 Testflächen (Summe DTF und BTF) zu schaffen. Das konnte am effektivsten und nur in Kooperation mit der landwirtschaftlichen Praxis erfolgen und soll auch in der Zukunft weiter geführt werden. Die nach Boden- und Fruchtarten differenzierten N_{\min} -Richtwerte für Thüringen können dadurch mit ausreichender Anzahl an Untersuchungsergebnissen berechnet werden (Tab. 1).

Tabelle 1: Auszug „ N_{\min} -aktuell 2016“ (Quelle: http://www.tll.de/th9/tll/publikationen/voe/nmin_aktuell)

Hauptfrucht	Bodenart	Anzahl Flächen	N_{\min} -Gehalt (normiert) ¹⁾		
			0-60 cm kg/ha	0-30 cm kg/ha	30-60 cm kg/ha
Winterweizen	2	20	30	14	16
	3	48	41	18	23
	4	97	53	22	31
	5	113	58	25	33
	44 SE	38	46	17	29
	54 SE	63	56	22	34
	Mittel	380	52	22	30
Wintergerste	2	8	32	17	15
	3	14	32	16	16
	4	49	36	16	20
	5	38	42	21	21
	44 SE	6	35	18	17
	54 SE	11	40	17	23
	Mittel	128	38	18	20
Winterroggen	2	7	32	15	17
	5	5	43	23	20
	Mittel	16	36	18	18

Hauptfrucht	Bodenart	Anzahl Flächen	N _{min} -Gehalt (normiert) ¹⁾		
			0-60 cm kg/ha	0-30 cm kg/ha	30-60 cm kg/ha
Wintertriticale	2	6	46	18	28
	4	5	39	21	18
	5	16	44	19	25
	Mittel	33	43	19	24
Winterraps	2	14	29	15	14
	3	26	29	15	14
	4	70	36	20	16
	5	60	42	20	22
	44 SE	20	36	18	18
	54 SE	20	45	19	26
	Mittel	212	38	19	19
Sommergerste	4	10	57	24	33
	5	14	83	35	48
	44 SE	4	52	21	31
	54 SE	11	70	28	42
	Mittel	41	69	29	40
	4	5	54	22	32
	Mittel	17	67	26	41
Silomais	2	12	52	23	29
	3	16	34	17	17
	4	37	48	25	23
	5	26	60	26	34
	44 SE	5	67	28	39
	54 SE	11	68	34	34
	Mittel	109	52	25	27
Feldgras/Klee gras	2	4	21	12	9
	3	5	26	14	12
	4	4	39	19	20
	Mittel	17	32	17	15
Mittel je Bodenart ²⁾	Sand	10	37	19	18
	schwach lehmiger Sand	76	37	17	20
	stark lehmiger Sand	127	37	18	19
	sandiger/schluffiger Lehm	290	46	21	25
	toniger Lehm bis Ton	290	53	24	29
	sandiger/schluffiger Lehm (Schwarzerde)	87	46	19	27
	toniger Lehm bis Ton (Schwarzerde)	128	56	23	33
	Mittel	1 008	47	21	26

¹⁾ normierter N_{min}/S_{min}-Gehalt: N_{min}-Gehalt in steinfreiem Boden und auf eine Probenahmetiefe von 0 bis 60 cm (0 bis 30 und 30 bis 60 cm) berechnet

²⁾ In die Mittelwerte der Bodenarten sind alle untersuchten Flächen einbezogen, auch Kulturen mit zu geringer Flächenanzahl und Grünlandflächen

Richtwerte für den aktuellen S_{\min} -Gehalt der Böden

Parallel zur N_{\min} -Analytik erfolgt auf den ca. 1 000 gipsfreien Standorten des Testflächennetzes die Bestimmung des leicht löslichen S-Gehaltes (S_{\min}). Die mittleren S_{\min} -Gehalte der Thüringer Ackerböden in der Zeitreihe seit 2010 sind in Tabelle 2 enthalten. Die Ergebnisse dienen der Ableitung von Richtwerten für den standortbezogenen S-Düngebedarf von Ackerkulturen.

Tabelle 2: Mittlerer normierter S_{\min} -Gehalt¹⁾ (kg/ha) in 0 bis 60 cm Tiefe nach Bodenarten

Bodenart	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Sand	-	-	-	14	13	4	8
schwach lehm. Sand	27	38	26	26	25	5	16
stark lehm. Sand	33	35	32	35	38	11	19
sand./schluff. Lehm	43	37	41	40	44	15	28
ton. Lehm bis Ton	42	40	49	43	42	16	28
sand./schluff. Lehm ²⁾	40	39	49	39	50	18	35
ton. Lehm bis Ton ²⁾	37	43	57	50	59	27	48

¹⁾ S_{\min} -Gehalt in steinfreiem Boden und auf eine Probenahmetiefe von 0 bis 60 cm (0 bis 30 und 30 bis 60 cm) berechnet

²⁾ Schwarzerden

Mit zunehmender Bodengüte steigen die S_{\min} -Gehalte an. Die Gehaltsniveaus der Jahre 2015 und 2016 sind beachtlich niedriger als in den Vorjahren. Das betrifft insbesondere die leichteren Böden. 2015 und 2016 wurden bemerkenswert hohe Erträge in Thüringen erzielt. Die daraus resultierenden höheren Entzüge spiegeln sich in den niedrigeren S_{\min} -Gehalten im Frühjahr wider.

Die S_{\min} -Gehalte sind im Oberboden (0 bis 30 cm) in der Regel niedriger als im Unterboden. Der mittlere S_{\min} -Gehalt lag im Frühjahr 2016 im Mittel der Bodenarten im Oberboden bei 8 kg S/ha sowie 21 kg S/ha im Unterboden. Die Ergebnisse werden den Landwirten wöchentlich kumulativ in der Datenreihe „ N_{\min} aktuell/ S_{\min} -aktuell“ gemeinsam mit den aktuellen N_{\min} -Richtwerten in der TLL-Homepage zur Verfügung gestellt.

Mit den S_{\min} -Richtwerten können die Landwirte den jährlichen S-Düngebedarf beurteilen. Dazu sind der S-Bedarf der Kultur, der S_{\min} -Gehalt im Boden sowie die zu erwartende S-Mineralisierung aus der organischen Substanz zu berücksichtigen.

Im Ergebnis langjähriger Thüringer Feldversuche wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Richtwerte zur S-Düngung abgeleitet.

Tabelle 3: S-Sollwerte und S-Bedarf wichtiger landwirtschaftlicher Kulturen

S-Bedarf	hoch	mittel	niedrig
Kulturen	Winter- und Sommerraps, Ölrettich, Öllein	Wintergetreide, Gräser, Sommergetreide, Hafer, Futter- und Zuckerrübe	Luzerne, Rotklee, Mais, Kartoffel
S-Sollwert (kg S/ha in 0 bis 60 cm)	50	40	30
S-Düngungsempfehlung (kg S/ha) bei Unterschreiten des Sollwertes	30 - 40	20	20

Im „Aktuellen Rat zur N_{\min} - und S_{\min} -Situation Thüringer Böden im Frühjahr“ erfolgt anhand des Endstands der Untersuchungswerte die ausführliche Interpretation der N_{\min} -Gehalte. Den Landwirten wird in der Regel empfohlen, bei nachgewiesenem S-Düngebedarf die Applikation der S-Gabe bereits zu Vegetationsbeginn zu realisieren, zum Beispiel durch Verwendung schwefelhaltiger N-Dünger.

Berechnung des Stickstoff- und Schwefel-Düngebedarfs im Frühjahr mit SBA

Zur Methodik der Berechnung des Düngebedarfs können sich die Landwirte in der TLL-Broschüre Düngung in Thüringen 2007 nach „Guter fachlicher Praxis“ (Heft 7/2007, S. 30 bis 45) informieren. Anhand der dort veröffentlichten N-Basis-Sollwerte, der Zu- bzw. Abschläge und einem Berechnungsbeispiel ist das mit einigem Zeitbedarf möglich.

Zur dezentralen Nutzung dieses Verfahrens durch die Landwirte hat die TLL im Frühjahr 2009 das PC-Programm SBA-L (Stickstoffbedarfsanalyse-Landwirt) als kostenlose Software allen interessierten Landwirten zur Verfügung gestellt. Damit kann der Landwirt auf seinem PC nach Erfassung von Eingabedaten selbst schlagbezogene N-Düngungsempfehlungen rechnen und den Ausdruck als Dokumentation nutzen. Die dafür erforderlichen N_{\min} -Gehalte können entweder aus Untersuchungen vergleichbarer Nachbarschläge oder aus dem TLL-Angebot „ N_{\min} aktuell“ übernommen werden.

Die TLL präzisiert die Stickstoff-Bedarfsanalyse unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse zur Ableitung des N-Düngebedarfs modifiziert. Das war 2012 bei Winterraps der Fall. Dabei liegt zugrunde, dass der N-Düngebedarf von Winterraps maßgeblich von dem in den aktiven Sprossteilen der Rapspflanzen bei Vegetationsbeginn enthaltenen Stickstoff abhängt. Dementsprechend ist der Berechnungsalgorithmus im SBA-System geändert worden. Die Rapsbestände werden hinsichtlich ihrer wesentlichen Bestandskennziffern (Bestandsentwicklung, Blattverluste) zum Zeitpunkt der N_{\min} -Probenahme mit Vermerk auf dem SBA-Kenndatenbeleg beurteilt. Damit ist fachlich untersetzt, dass z. B. üppige Rapsbestände im Frühjahr trotz der in der Regel niedrigen N_{\min} -Gehalte keine zu hohen N-Düngungsempfehlungen erhalten.

Durch rechtzeitige Bereitstellung der aktualisierten Softwareversionen für (SBA-L; SBA für Privatlaboratorien) wurde durch die TLL sichergestellt, dass der landwirtschaftlichen Praxis aktuelles Beratungswissen zur Verfügung steht. An der Weiterentwicklung der softwaregestützten Anwendung des SBA-Verfahrens in Zusammenarbeit der Bundesländer Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen wird gearbeitet.

Entwicklung der Nährstoffversorgung Thüringer Böden im Zeitraum 1986 bis 2014

Dr. Wilfried Zorn (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Problemstellung

Eine hohe Bodenfruchtbarkeit stellt eine unverzichtbare Grundlage für eine nachhaltige und effiziente Landbewirtschaftung dar. Wichtige Parameter für diese stellen die Bodenreaktion (pH-Wert) sowie die Gehalte an P, K und Mg dar. Die jeweils aktuelle Nährstoffversorgung des Bodens spiegelt neben dem geogen bedingten Nährstoffgehalt auch die langfristige Bewirtschaftung wieder. Aus der aktuellen Nährstoffversorgung des Bodens geht der kurz- und mittelfristige Düngebedarf hervor und dient damit als Grundlage für das betriebliche Nährstoffmanagement. Die nachfolgende Auswertung erfasst die Ergebnisse aller Bodenanalysen, die im Rahmen der routinemäßigen Untersuchungen der Thüringer Landwirtschaftsbetriebe durchgeführt wurden.

Untersuchungsmethoden

Die Bodenproben wurden auf Ackerland aus 0 bis 20 cm und auf Grünland aus 0 bis 10 cm Tiefe entnommen.

Die Analysen der Bodenproben erfolgten nach folgenden Methoden des VDLUFA-Methodenbuches Band I Bodenuntersuchung:

pH: 0,01 M CaCl₂-Extraktion (Methode A 5.1.1)

P, K: CAL-Methode (A 6.2.1.1), Korrektur der P-Gehalte carbonatreicher Böden nach ZORN und KRAUSE (1999)

Mg: 0,0125 M CaCl₂-Extraktion nach SCHACHTSCHABEL (Methode 6.2.4.1)

Entwicklung der Kalkversorgung Thüringer Böden

Bis zum Jahr 2000 erfolgte die Einstufung des Kalkbedarfs der Böden in folgende sechs Kalkzustandstufen:

A, B, C, D: Aufkalkung

E: untere Hälfte der Stufe Erhaltungskalkung, obere Hälfte der Stufe kein Kalkbedarf

F: kein Kalkbedarf, physiologisch bzw. chemisch sauer wirkende Düngemittel einsetzen

Nach diesem Schema war bis zum Jahr 2000 die pH-Stufe E der anzustrebende Kalkversorgungszustand. Ab dem Jahr 2001 wird zur Bewertung das in Tabelle 1 aufgeführte bundesweit gültige Schema des VDLUFA verwendet. Ab diesem Zeitpunkt gilt die pH-Klasse C als optimal und anzustrebend.

Tabelle 1: Definition der pH-Klassen für die Kalkversorgung des Bodens sowie des Kalkdüngungsbedarfs auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche

pH-Klasse/ Kalkversorgung	Beschreibung von Zustand und Maßnahme	Kalkbedarf
A sehr niedrig	<u>Zustand:</u> Erhebliche Beeinträchtigung von Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, sehr hoher Kalkbedarf, signifikante Ertragsverluste bei fast allen Kulturen bis hin zum gänzlichen Ertragsausfall, stark erhöhte Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden <u>Maßnahme:</u> Kalkung hat weitgehend unabhängig von der anzubauenden Kultur Vorrang vor anderen Düngungsmaßnahmen	Gesundungskalkung
B niedrig	<u>Zustand:</u> Noch keine optimalen Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, hoher Kalkbedarf, meist noch signifikante Ertragsverluste bei kalkanspruchsvollen Kulturen, erhöhte Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden <u>Maßnahme:</u> Kalkung erfolgt innerhalb der Fruchtfolge, bevorzugt zu den kalkanspruchsvollen Kulturen	Aufkalkung
C anzustrebend, optimal	<u>Zustand:</u> Optimale Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit sind gegeben, geringer Kalkbedarf, kaum bzw. keine Mehrerträge durch Kalkung <u>Maßnahme:</u> Kalkung innerhalb der Fruchtfolge zu kalkanspruchsvollen Kulturen	Erhaltungskalkung
D hoch	<u>Zustand:</u> PH-Wert ist höher als anzustreben, kein Kalkbedarf <u>Maßnahme:</u> Unterlassung einer Kalkung	keine Kalkung
E sehr hoch	<u>Zustand:</u> PH-Wert ist wesentlich höher als anzustreben und kann die Nährstoffverfügbarkeit sowie den Pflanzenertrag und die Qualität negativ beeinflussen <u>Maßnahme:</u> Unterlassung jeglicher Kalkung, Einsatz von Düngemitteln, die infolge physiologischer bzw. chemischer Reaktion im Boden versauernd wirken	keine Kalkung und keine Anwendung physiologisch bzw. chemisch-alkalisch wirkender Düngemittel

Zurzeit sind 25 % des Ackerlandes (Abb. 1) und 28 % des Grünlandes (Abb. 2) kalkbedürftig und werden den pH-Klassen A und B zugeordnet. Über 50 % der Thüringer LF verfügen über geogen bedingt freies CaCO₃ und unterliegen daher langfristig nicht der Versauerung. Diese betrifft deshalb die verbleibenden < 50 % der LF. Davon ist etwa die Hälfte versauert und damit kalkbedürftig. Seit dem Jahr 2001, dem Beginn der Einstufung in die heute noch gültigen pH-Klassen, hat sich die Kalkversorgung der Böden nicht gravierend geändert. Auf den kalkbedürftigen Flächen ist nach wie vor ein mehr weniger dringender Kalkdüngungsbedarf vorhanden.

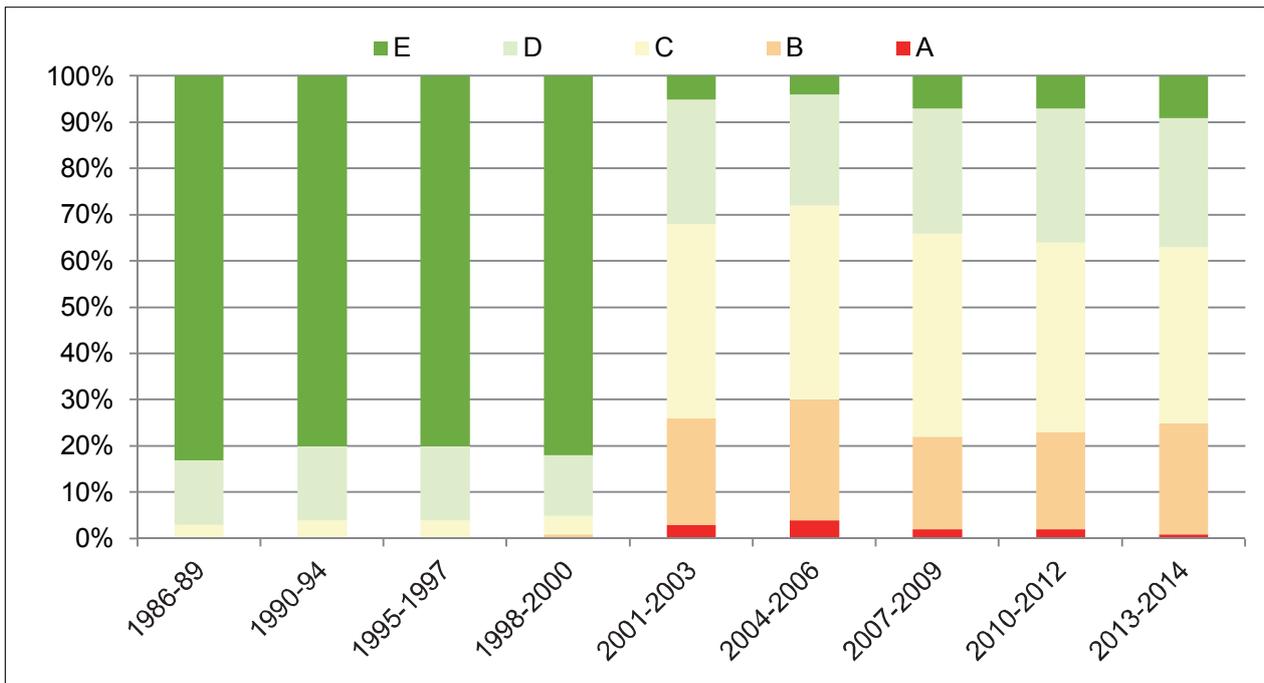


Abbildung 1: Entwicklung der Kalkversorgung Thüringer Ackerböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

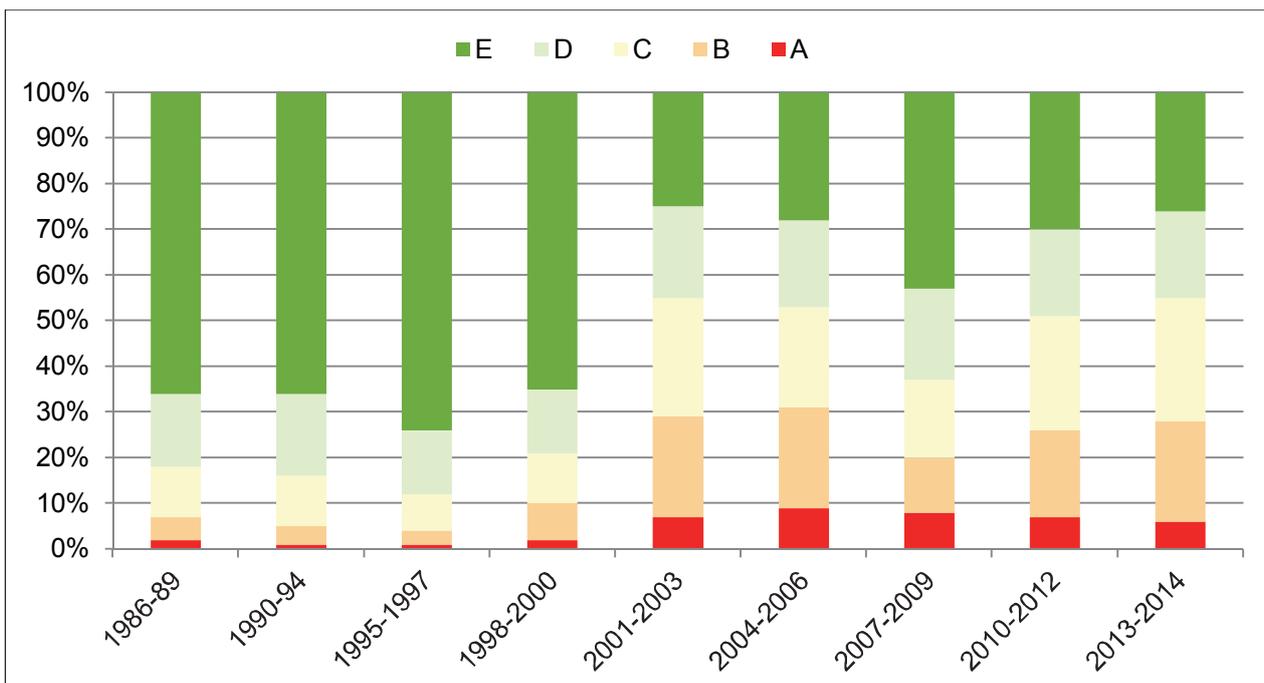


Abbildung 2: Entwicklung der Kalkversorgung Thüringer Grünlandböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

Entwicklung der Phosphor-, Kalium- und Magnesiumversorgung Thüringer Böden

Die Einstufung der P-, K- und Mg-Versorgung der Böden erfolgt seit Beginn des ausgewerteten Zeitraums in die fünf Gehaltsklassen A bis E (Tab. 2)

Tabelle 2: Definition der P-, K- und Mg-Gehaltsklassen für den leichtlöslichen (pflanzenverfügbaren) Nährstoffgehalt im Boden und Düngungsempfehlungen (VDLUFA-Rahmenschema, 1997)

Gehaltsklasse (GK)	Definition
A	sehr niedriger Gehalt Düngungsempfehlung: stark erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung: auf Ertrag: hoher Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt deutlich an
B	niedriger Gehalt Düngungsempfehlung: erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung: auf Ertrag: mittlerer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt an
C	anzustrebender Gehalt Düngungsempfehlung: Erhaltungsdüngung in Höhe der Nährstoffabfuhr Düngewirkung: auf Ertrag: geringer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden bleibt erhalten
D	hoher Gehalt Düngungsempfehlung: verminderte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung: auf Ertrag: Mehrertrag meist nur bei Blattfrüchten auf Boden: Gehalt im Boden nimmt langsam ab
E	sehr hoher Gehalt Düngungsempfehlung: keine Düngung Düngewirkung: auf Ertrag: keine auf Boden: Gehalt im Boden nimmt ab

Im Auswertungszeitraum hat infolge der stark reduzierten oder ganz unterlassenen mineralischen P-Düngung sowie des deutlich geringeren Nährstoffrückflusses aus der Tierhaltung der Flächenanteil mit niedriger und sehr niedriger P-Versorgung weiter zugenommen. Er beträgt auf dem Acker- 54 % und auf dem Grünland 61 %. Die Zunahme unterversorgter Flächen betrifft insbesondere Ackerbauggebiete, in denen vorwiegend Marktfruchtbetriebe mit negativen betrieblichen P-Bilanzen wirtschaften. Hohe und sehr hohe P-Gehalte wurden auf 24 % des Acker- und 24 % des Grünlandes festgestellt (Abb. 3 und 4). Auf diesen Standorten kann der P-Vorrat des Bodens abgeschöpft werden, bis ebenfalls die Gehaltsklasse C erreicht ist.

Die Veränderung der P-Versorgung der Böden stellt einen langfristigen Prozess dar. Im Zeitraum 1990 bis 1994 wiesen noch 15 % der Fläche sehr niedrige und niedrige P-Gehalte (P-Gehaltsklassen A und B) auf. Der unterversorgte Anteil ist bei praktisch unveränderten Gehaltsklassenrichtwerten bis zum Zeitraum 2013 bis 2014 auf 54 % angestiegen. In diesen Zeitraum fallen zwei Methodenwechsel. Hintergrund hierfür ist der hohe CaCO₃-Gehalt vieler Böden, der das P-Extraktionsvermögen nicht ausreichend gepufferter Extraktionslösungen reduziert. Zu Beginn der 1990er Jahre erfolgte die Umstellung von der DL- auf die CAL-Methode. Die P-Gehalte carbonathaltiger Böden wurden damit höher bewertet. 1999/2000 erfolgte die Einführung der modifizierten CAL-Methode nach ZORN und KRAUSE (1999). Für 15 % der Böden verbesserte sich damit nochmals die Bewertung der P-Versorgung um ein bis zwei Gehaltsklassen. Die Abnahme dieser ist damit dramatischer als den Abbildungen 3 und 4 zu entnehmen ist.

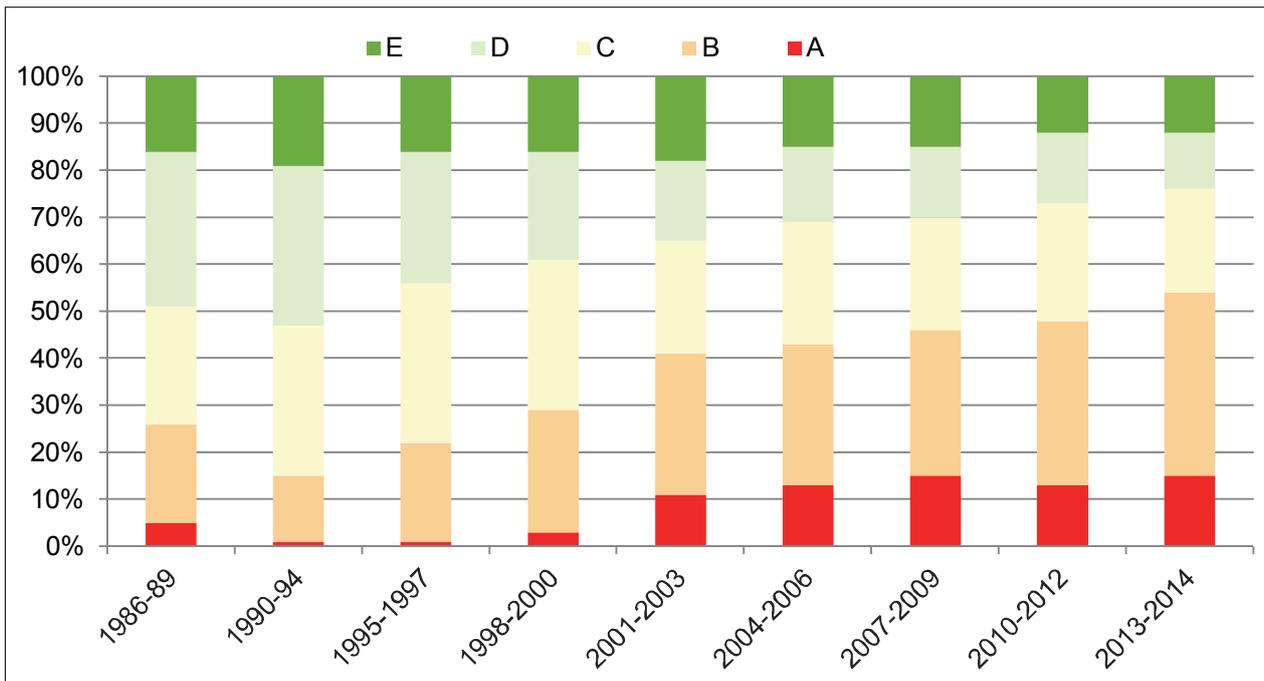


Abbildung 3: Entwicklung der Phosphorversorgung Thüringer Ackerböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

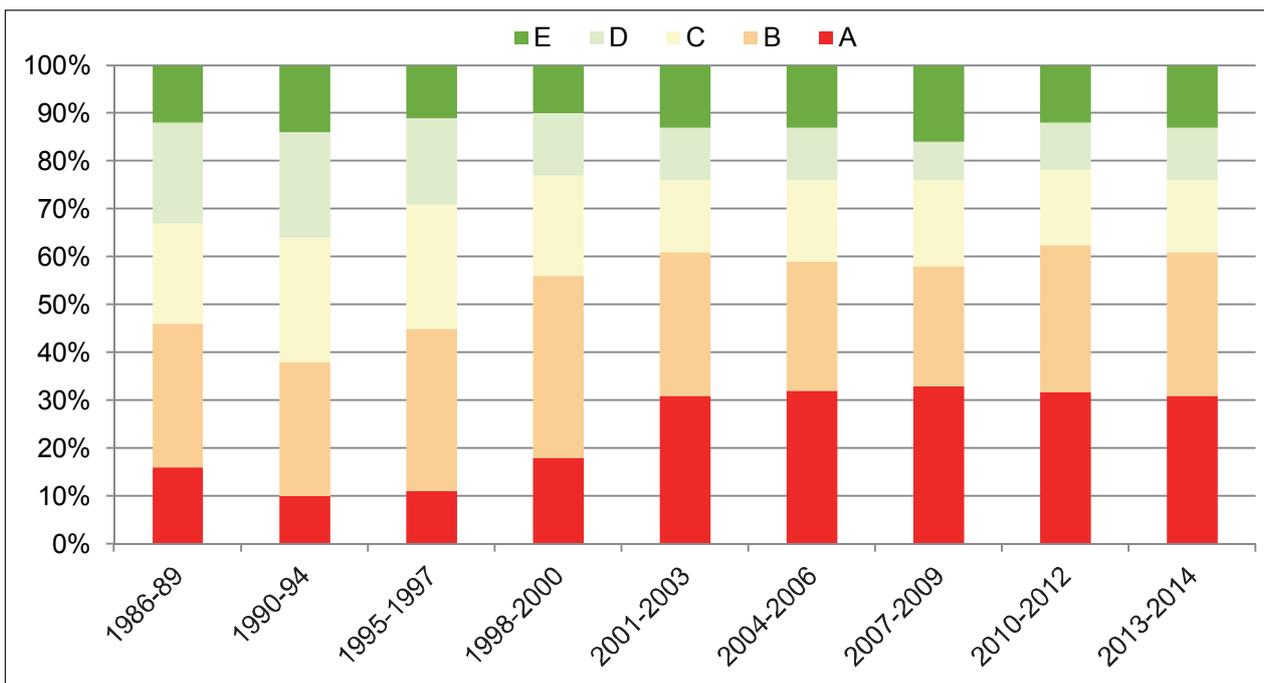


Abbildung 4: Entwicklung der Phosphorversorgung Thüringer Grünlandböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

Die Ausweitung unterversorgter Flächen ist bei K und Mg aufgrund der hohen K- und Mg-Reserven vieler Thüringer Böden weniger stark ausgeprägt (Abb. 5 bis 8). 79 % der Ackerfläche weisen eine mittlere bis sehr hohe K-Versorgung auf. Ursache dafür sind unter anderem die hohen K-Reserven der Keuper-, Muschelkalk-, Röt- und Tonschwarzerdeböden. Auf den Standorten mit sehr niedriger und niedriger K-Versorgung (16 % der AF im Zeitraum 2007 bis 2012) werden zunehmend sichtbare Wachstums- und Ertragsminderungen infolge K-Mangelernährung der Pflanzen festgestellt, insbesondere wenn die Böden über

niedrige K-Gehalte in den Zwischenschichten der Tonminerale (Schieferverwitterungsböden, mittlerer und unterer Buntsandstein, z. T. Aueböden) verfügen. 41 % des Grünlandes weist sehr niedrige und niedrige K-Gehalte auf und ist damit schlechter versorgt als das Ackerland. Niedrige und sehr niedrige Mg-Gehalte wurden zumeist in versauerten, kalkbedürftigen Böden festgestellt und betreffen 12 % des Acker- und 16 % des Grünlandes (jeweils im Zeitraum 2007 bis 2012).

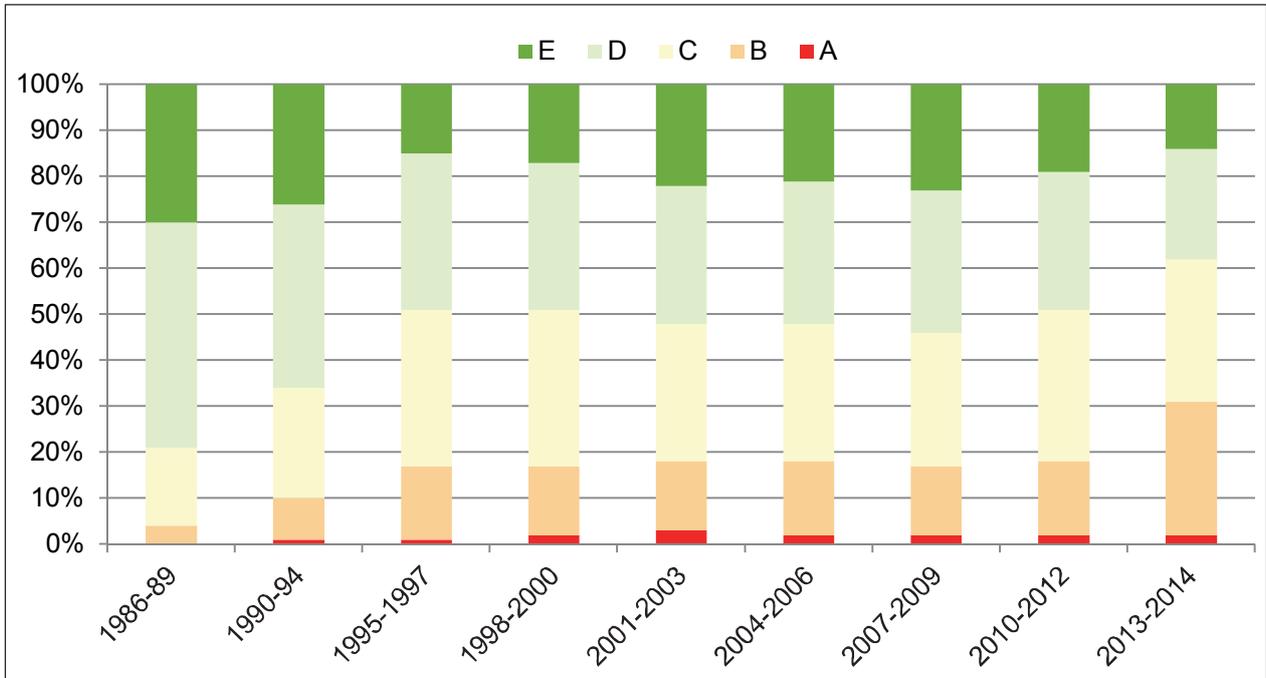


Abbildung 5: Entwicklung der Kaliumversorgung Thüringer Ackerböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

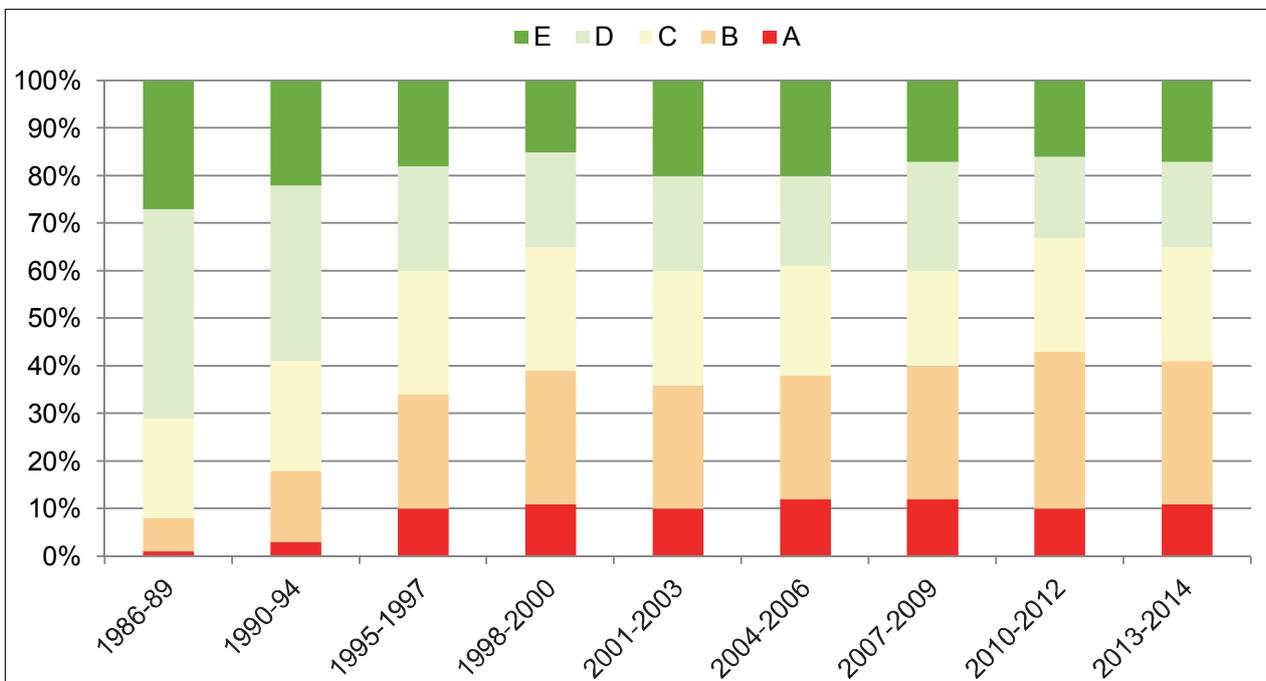


Abbildung 6: Entwicklung der Kaliumversorgung Thüringer Grünlandböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

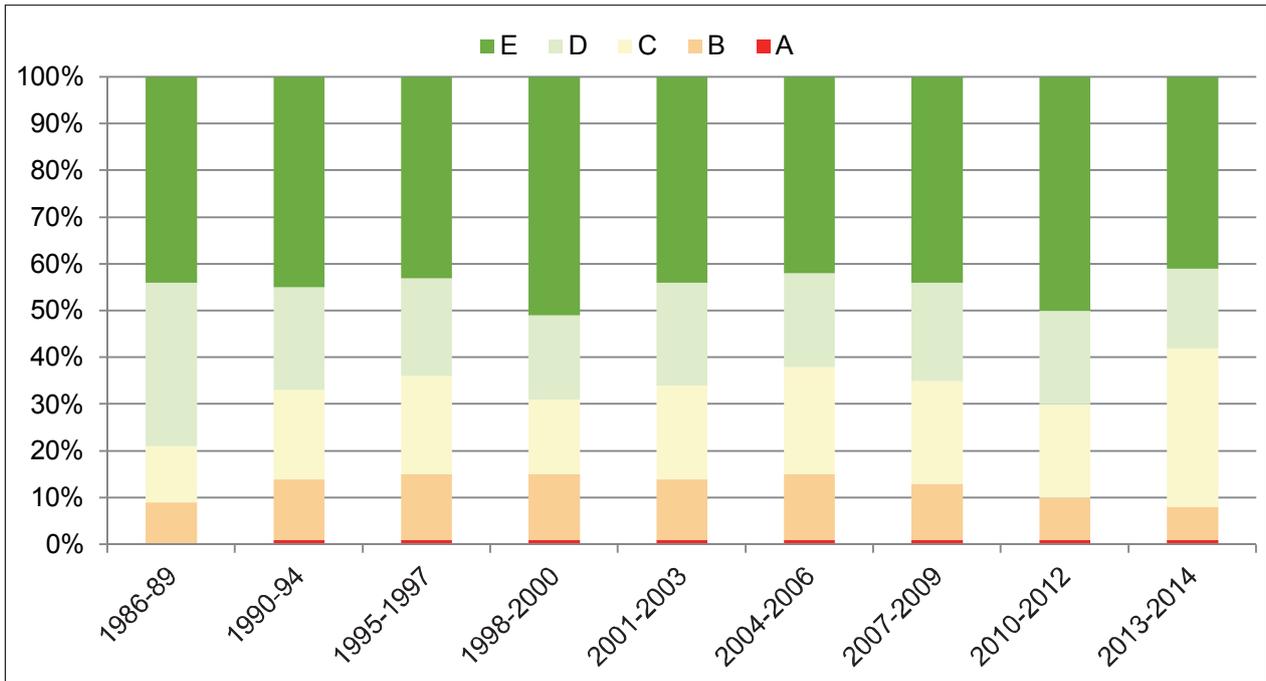


Abbildung 7: Entwicklung der Magnesiumversorgung Thüringer Ackerböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

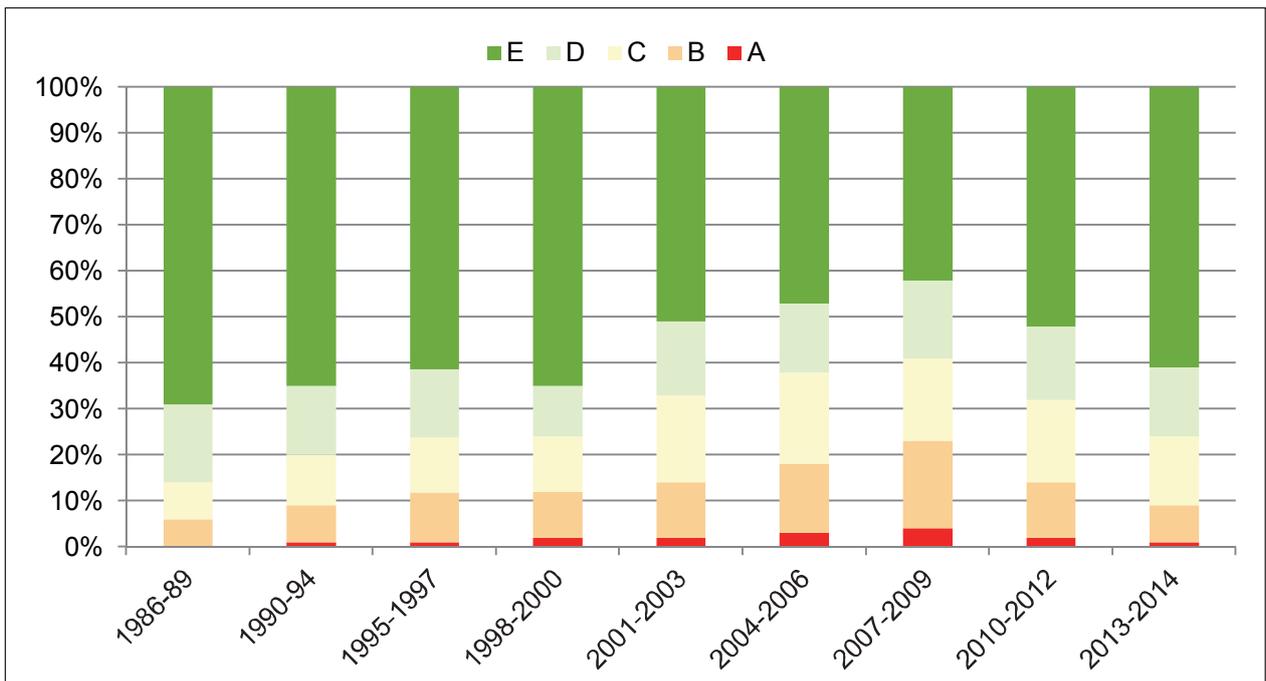


Abbildung 8: Entwicklung der Magnesiumversorgung Thüringer Grünlandböden 1986 bis 2014 (Flächenanteile in den Gehaltsklassen)

Entwicklung des Ernährungszustandes von Ackerkulturen in Thüringen

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

Problemstellung

Seit vielen Jahren beobachten wir den Rückgang der Nährstoffversorgung der Thüringer Böden. Eine Vielzahl von Landwirtschaftsbetrieben unterlässt aus Kostengründen seit Beginn der 1990er Jahre die Grundnährstoff- und Kalkdüngung. Diese Entwicklung hat vielerorts zu einer unzureichenden Versorgung der Kulturen an den sogenannten Grundnährstoffen geführt. Der Düngebedarf der Kulturen wird mit Hilfe der Bodenuntersuchung ermittelt. Über den aktuellen Ernährungsstatus einer Pflanze kann die Pflanzenanalyse besser als die Bodenanalyse Auskunft geben. Deshalb wurde im Rahmen eines Monitoringprogrammes untersucht, wie sich die reduzierte oder unterlassene Düngung, unter Berücksichtigung der verschiedenen Standortverhältnisse und Anbauverfahren, auf den Ernährungszustand der Pflanzen auswirkt. Dazu sind jährlich von 2009 bis 2015 auf rund 250 Thüringer Ackerböden von festgelegten Kulturen Pflanzen- und Bodenproben entnommen worden. Die Auswahl der Flächen und die Probenahme erfolgen durch die Außendienstmitarbeiter (ADM) der TLL in Absprache mit den Landwirtschaftsbetrieben. Folgende Auswahlkriterien sind berücksichtigt worden:

- Anteil der Kultur an der Gesamtackerfläche von Thüringen,
- konventioneller und ökologischer Anbau,
- wendende und pfluglose Bodenbearbeitung,
- Kalkgehalt der Böden im ökologischen Anbau und
- Schadfallsymptome (Nährstoffmangel).

Für die rechentechnische Aufbereitung der Ergebnisse wurde das in den 1980er Jahren im Institut für Pflanzenernährung Jena entwickelte Programm zur „Komplexen Pflanzenanalyse“ (KPA) überarbeitet. Das von BERGMANN (1983) vorgeschlagene Vergleichsdiagramm gibt auch heute noch in verständlicher Weise dem Praktiker einen Überblick über niedrige, ausreichende oder hohe Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen. Die Einstufung der Ergebnisse der Pflanzenanalyse erfolgt nach den Richtwerten von BREUER et al. (2003) sowie ZORN et al. (2007). Für Getreide wurde der aus aktuellen Versuchen abgeleitete Richtwert für ausreichende B-Gehalte von 2,5 mg/kg TM berücksichtigt. Zur Interpretation des S-Ernährungszustandes bei verschiedenen Pflanzenarten - außer Raps - wird das N/S-Verhältnis herangezogen. Mit dem aktualisierten KPA-Programm erhält der Landwirt eine Düngungsempfehlung zur 2. N-Gabe, eine Empfehlung zur S-Düngung und bei Weizen zur Cu-Düngung.

Augenmerk Probenahme

Das Pflanzenanalysemonitoring bietet die Möglichkeit, über mehrere Jahre Erkenntnisse über den Ernährungszustand der landwirtschaftlichen Kulturen unter bestimmten Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen zu erhalten.

Die Durchführung der Pflanzenanalyse (PA) erfordert eine sachgerechte und pflanzenspezifische Probenahme. Für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse des Monitorings ist entscheidend, dass die Proben der jeweiligen Kultur im gleichen Entwicklungsstadium (BBCH-Code nach MEYER et al., 2001) entnommen werden und nur geeignetes Pflanzenmaterial zur Untersuchung herangezogen wird. Gerade ausgewachsene Blätter (z. B. Winterraps) bzw. die gesamte oberirdische Pflanze (z. B. Getreide) geben am besten Auskunft über den aktuellen Ernährungszustand. Die Probenahmeterminen liegen in der intensivsten Wachstumsphase, in der die Pflanzen den höchsten Nährstoffbedarf aufweisen. Die zeitige Probenahme und die zügige Untersuchung im Labor ermöglichen uns, die Ergebnisse der PA den landwirtschaftlichen Betrieben zeitnah mitzuteilen, so dass daraus abgeleitete Düngungsempfehlungen noch realisiert werden können. Zeitgleich mit der Pflanzenentnahme erfolgte von der gleichen Fläche eine Bodenprobenahme aus 0 bis 20 cm Bodentiefe. Die Bodenuntersuchung (BU) erstreckt sich auf die Makro- und Mikronährstoffe. Die Ergebnisse der PA werden im Zusammenhang mit der Nährstoffversorgung des Bodens ausgewertet.

Probenumfang und Ergebnisse 2009 bis 2015

In den sieben Jahren sind knapp 1 600 Pflanzen- und Bodenproben für dieses Monitoring untersucht worden. Die Untersuchung der Pflanzen erstreckt sich auf die Nährstoffe N, P, K, Mg, S, B, Cu, Mn und Zn, die des Bodens auf pH, P, K, Mg, B, Cu, Mn, Zn, Humus sowie CaCO_3 . Die Tabelle enthält alle zur Auswertung herangezogenen Proben.

In den beiden folgenden Abbildungen sind die relativen Anteile der Pflanzenproben im niedrigen Ernährungsstatus und der Bodenproben mit niedriger Versorgung (Gehaltsklasse A+B) dargestellt. Bei den Pflanzenproben ist bei allen Nährelementen ein Trend der Zunahme der schlechteren Versorgung zu erkennen (Abb. 1). Der relativ hohe Probenanteil im unterversorgten Bereich, besonders im Jahr 2011, ist begründet in der schlechten Nährstoffverfügbarkeit aufgrund von Mangel im Boden bzw. witterungsbedingt durch die extreme Trockenheit im Frühjahr. Der Nährstoffstatus in der Pflanze verändert sich durch langanhaltende Trockenheit oder dem gegengesetzt bei feuchter Witterung sehr schnell. Die Phosphor- und Kaliumernährung ist offensichtlich bei allen beprobten Kulturen problematisch.

Tabelle: Probenumfang 2009 bis 2015 (ohne Schadfälle)

Kultur	Anzahl	konventioneller Anbau			ökologischer Anbau		
		mit Pflug	pfluglos	gesamt	mit Pflug	pfluglos	gesamt
Winterweizen	477	229	128	357	111	9	120
Wintergerste	162	105	56	161	1	0	1
Winterroggen	56	30	25	55	1	0	1
Wintertriticale	48	27	17	44	4	0	4
Winterraps	233	129	97	226	0	0	0
Sommergerste	146	104	40	144	2	0	2
Kartoffeln	81	56	19	75	6	0	6
Körnererbsen	77	55	11	66	1	0	1
Silomais	128	89	34	123	0	0	0
Zuckerrüben	41	36	4	40	1	0	1
Dinkel	81	1	3	4	52	25	77
Rotklee	24	4	0	4	11	9	20
Ackerbohnen	28	16	10	26	2	0	2
Hafer	4	1	0	1	2	1	3
Luzerne	3	1	0	1	1	1	2
Gesamt	1 589	883	444	1 327	195	45	240

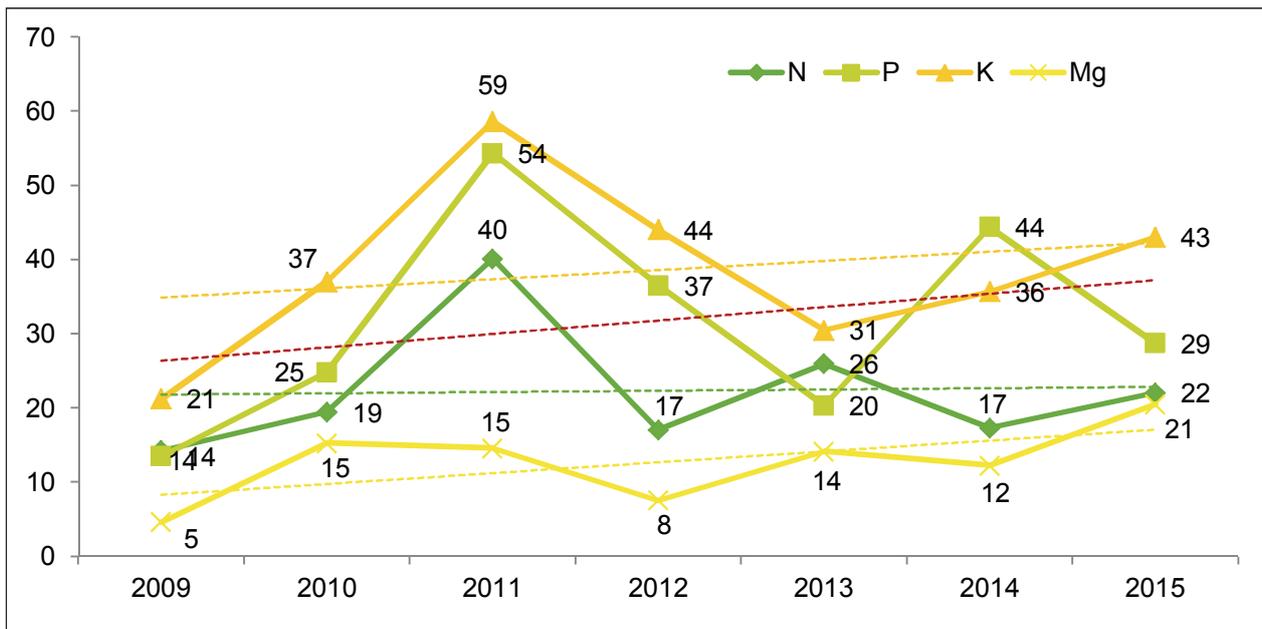


Abbildung 1: Relativer Anteil der Pflanzenproben im niedrigen Ernährungszustand

Die untersuchten Bodenproben verdeutlichen umso mehr die jahrelang vernachlässigte Düngung der Böden mit den Grundnährstoffen. Bei der Phosphorversorgung sind es fast die Hälfte der Flächen, die deutlichen Mangel nachweisen, bei Kalium rund ein Fünftel (Abb. 2).

Auffällig ist der große Anteil der Proben (240 entspricht 15 %) am Gesamtumfang mit gleichzeitigem niedrigem P-Ernährungsstatus in der Pflanze und mit Bodengehalten in den Klassen A und B. Der geringere Teil davon wird ökologisch bewirtschaftet. Eine niedrige

Kaliumversorgung haben 170 Flächen, davon ein Viertel im ökologischen Anbau. Defizite gibt es auch bei der Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff zum Zeitpunkt des höchsten Bedarfes. Hier ist der relative Flächenanteil mit konventioneller Bewirtschaftung deutlich niedriger.

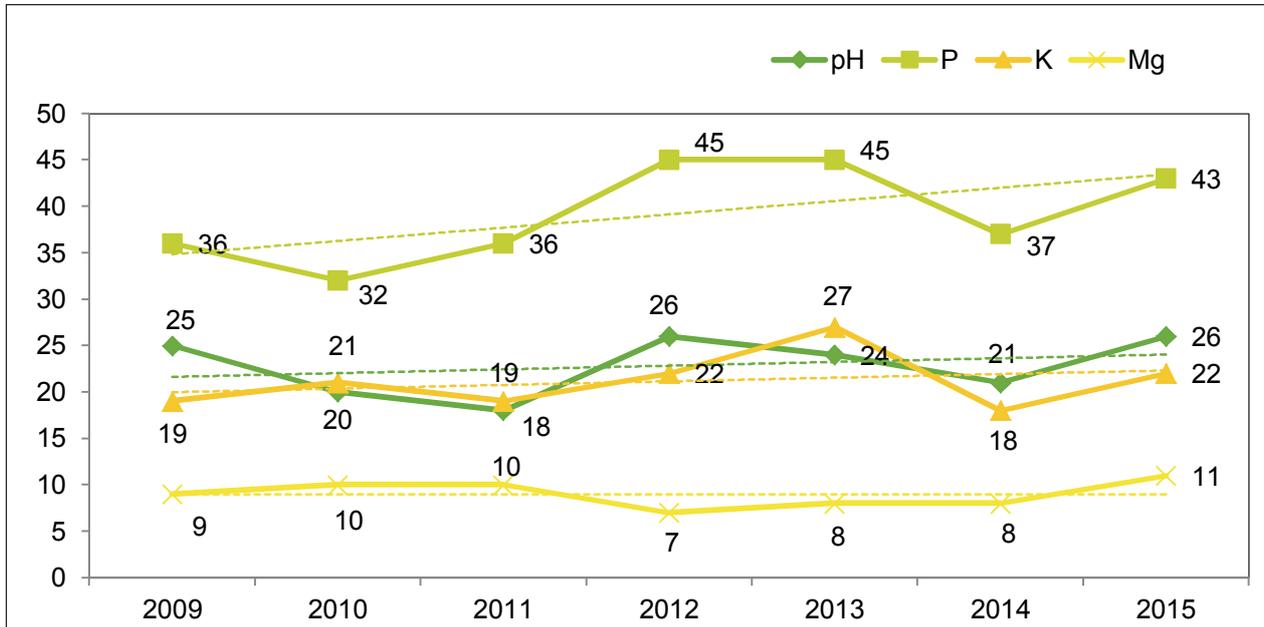


Abbildung 2: Relativer Anteil der Pflanzenproben im niedrigen Ernährungszustand

Ein weiteres Augenmerk bei der Auswahl der Pflanzenproben lag auf den Anbauverfahren. Im Folgenden sind die Winterweizenpflanzen in den sieben Untersuchungsjahren nach ihrem Ernährungszustand, getrennt nach konventionellem und ökologischem Anbau, ausgewertet. Die N-Versorgung der Weizenpflanzen zeigt in den sieben Jahren deutliche Unterschiede in beiden Anbauverfahren (Abb. 3 und 4). Im ökologischen Anbau sind im Mittel etwas mehr als die Hälfte der Pflanzenbestände zum Zeitpunkt der Probenahme nur ausreichend mit N versorgt. Eine ausreichende Stickstoffversorgung über mögliche Maßnahmen, wie Leguminosenanbau oder organische Düngung, scheint hier nicht gegeben zu sein. Im konventionellen Anbau zeigt sich eine häufig ausreichende bis hohe N-Ernährung, da der Qualitätsweizenanbau in Thüringen ein ausgewogenes N-Angebot erfordert.

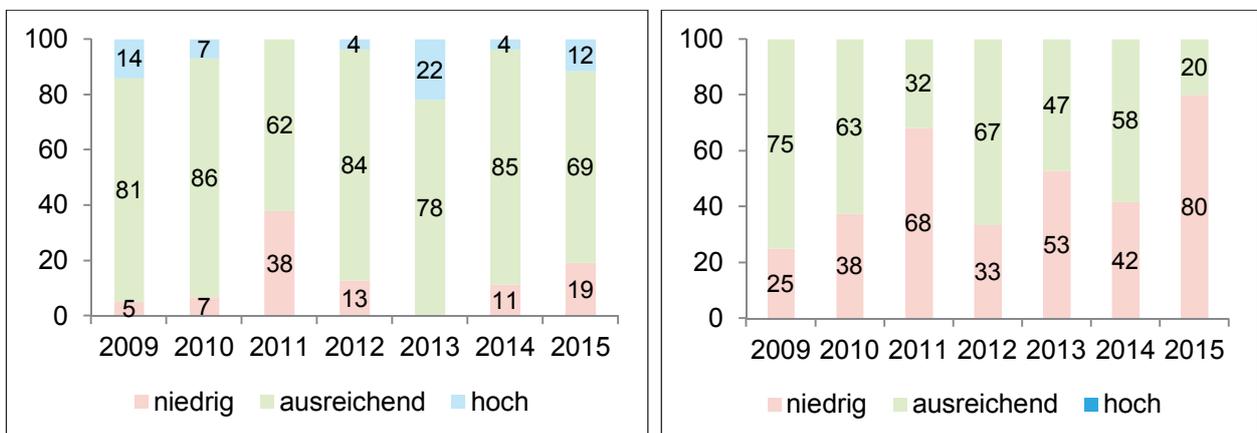


Abbildung 3 und 4: Relativer Anteil der Weizenproben in der N-Versorgung des konventionellen (l.) und ökologischen (r.) Anbaus

Ein anderes Bild zeigt die Phosphorversorgung im gegenseitigen Vergleich (Abb. 5 u. 6). Im Ökolandbau sind immerhin im Mittel 75 % der untersuchten Weizenbestände ausreichend mit P versorgt, dagegen nur 63 % der Weizenflächen mit konventioneller Bewirtschaftung.

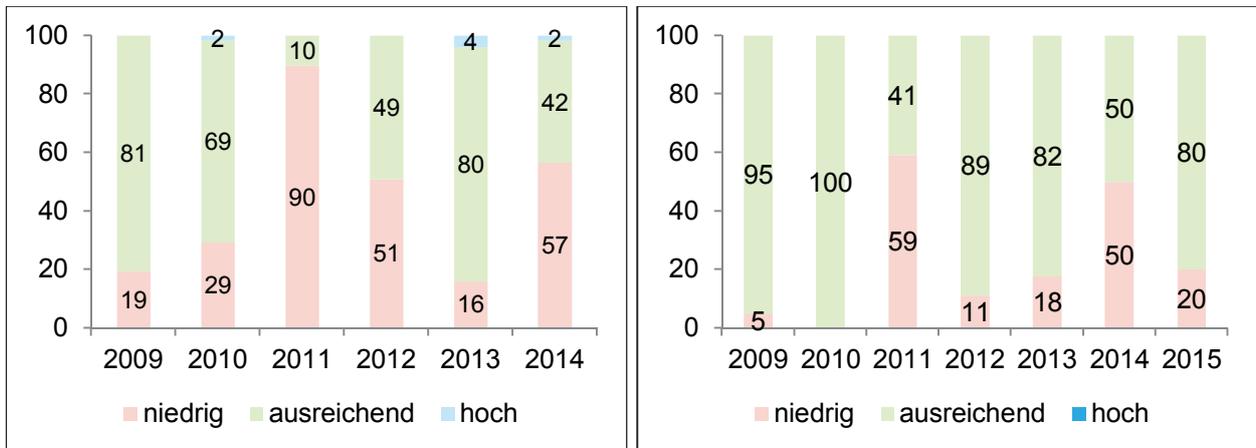


Abbildung 5 und 6: Relativer Anteil der Weizenproben in der P-Versorgung des konventionellen (l.) und ökologischen (r.) Anbaus

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Rapsproben ist erkennbar, dass es keinen nennenswerten N-Bedarf der Winterrapsbestände zu Blühbeginn (Probenahme BBCH 62) in den einzelnen Untersuchungsjahren gab (außer 2011 - Nichtverfügbarkeit durch die Trockenheit). Die Pflanzen waren alle ausreichend bzw. im Überschuss mit N versorgt (Abb. 7). Da Winterraps zu den Kulturen mit hohem Schwefel-Bedarf gehört, ist nachweislich zu Vegetationsbeginn auch eine ausreichende S-Düngung erfolgt (Abb. 8).

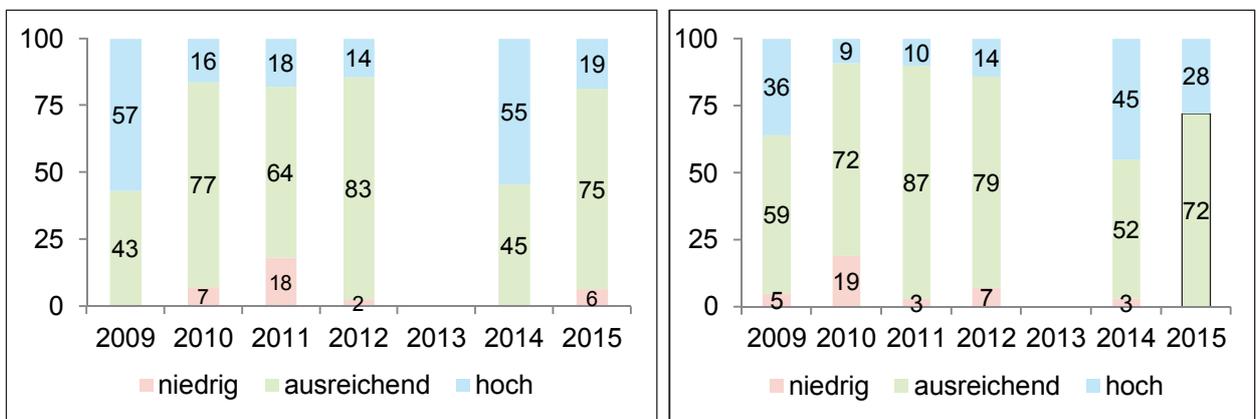


Abbildung 7 und 8: Relativer Anteil der Winterrapsproben in ihrer Stickstoff- (l.) und Schwefelernährung (r.)

Ein Überschuss an den Nährstoffen B, Cu, Mn ist nicht gegeben, lediglich 2015 sind bei einem Viertel der Pflanzenproben hohe Zinkgehalte festgestellt worden. Den prozentualen Anteil aller Pflanzenproben mit niedrigen Gehalten an Bor, Kupfer, Mangan und Zink stellt die Abbildung 9 dar. Bor und Zink sind die beiden Mikronährstoffe mit den höchsten Anteilen im niedrig versorgten Bereich.

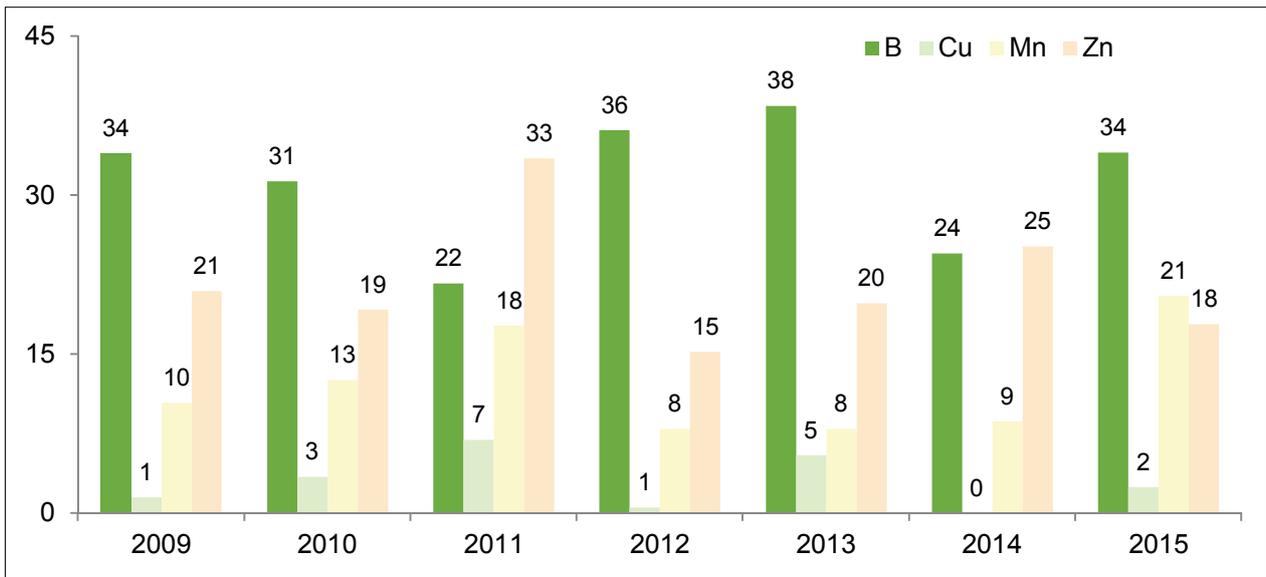


Abbildung 9: Relativer Anteil der Proben mit niedrigen Gehalten in der Pflanze

Einen Überblick der niedrigen Gehalte an Bor, Kupfer, Mangan und Zink der Flächen des Monitorings gibt die Abbildung 10. Auch hier ist wie bei den Pflanzenproben ein optimaler Borgehalt bei einem großen Teil der Bodenproben nicht gegeben.

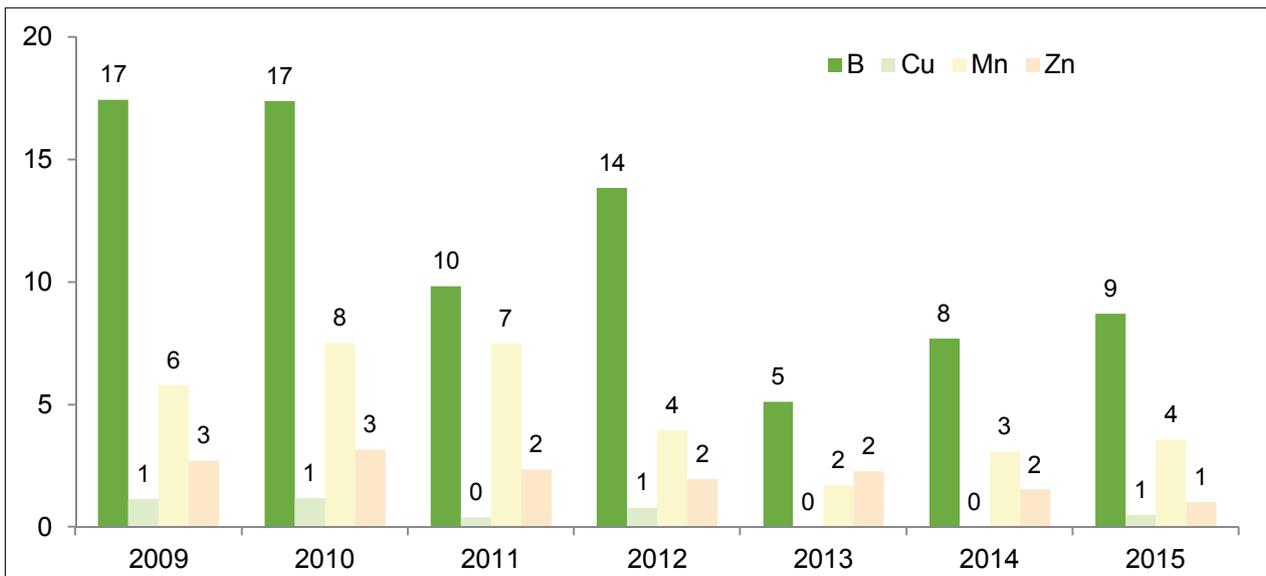


Abbildung 10: Relativer Anteil der Proben mit niedrigen Gehalten im Boden

Unkrautbekämpfung in Winterraps

Katrin Ewert (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

In der Unkrautbekämpfung im Raps dominierten viele Jahre nur wenige Wirkstoffe wie Metazachlor oder Quinmerac, so dass sich vor allem Ackerhellerkraut, Hirtentäschel, Stiefmütterchen, Raukearten, Kornblume oder Storchschnabel immer stärker ausbreiten konnten. Obwohl der Winterraps im Allgemeinen über eine gute Unkrautkonkurrenzskraft verfügt, müssen die Unkräuter bis zum Bestandesschluss weitgehend ausgeschaltet werden.

Einmalige Anwendung im Voraufbau bzw. frühen Nachaufbau

Bisher wird im Winterraps auf den meisten Flächen die einmalige Herbizidanwendung im Voraufbau (VA) bzw. im frühen Nachaufbau (NAK) bevorzugt. Bei der Verwendung von clomazone-haltigen Herbiziden (z. B. Colzor Trio, Nimbus CS, Bengala) lässt sich ein breites Unkrautspektrum sicher bekämpfen. Vor allem auf Flächen mit starkem Raukenbesatz haben clomazone-haltige Herbizide weiterhin eine große Bedeutung. Eine Nachbehandlung ist oft nur noch gegen Ungräser erforderlich. Bei der einmaligen Anwendung im Voraufbau bzw. frühen Nachaufbau haben sich weiterhin die metazachlor-haltigen Herbizide (z. B. Butisan Gold, Fuego Top) bewährt. Bei termingerechter Anwendung und passender Witterung bringen diese Mittel ebenfalls eine breite und sichere Unkrautwirkung. Als metazachlor-freie Variante kann auch im Voraufbau das Herbizid Quantum mit dem Wirkstoff Pethoxamid zum Einsatz kommen. Dieses Herbizid ist aber im Vergleich zu Colzor Trio oder Butisan Gold schwächer in der Wirkung gegen dikotyle Unkräuter. Insgesamt handelt es sich bei der Voraufbauanwendung um eine wirtschaftliche Herbizidstrategie. Jedoch lässt sich zum Zeitpunkt der Herbizidanwendung nicht in jedem Falle die schlagbezogene Unkrautsituation exakt abschätzen. Zur Absicherung werden breit wirksame Herbizidmaßnahmen mit hohen bzw. vollen Aufwandmengen angewendet, die aber häufig nicht notwendig sind.

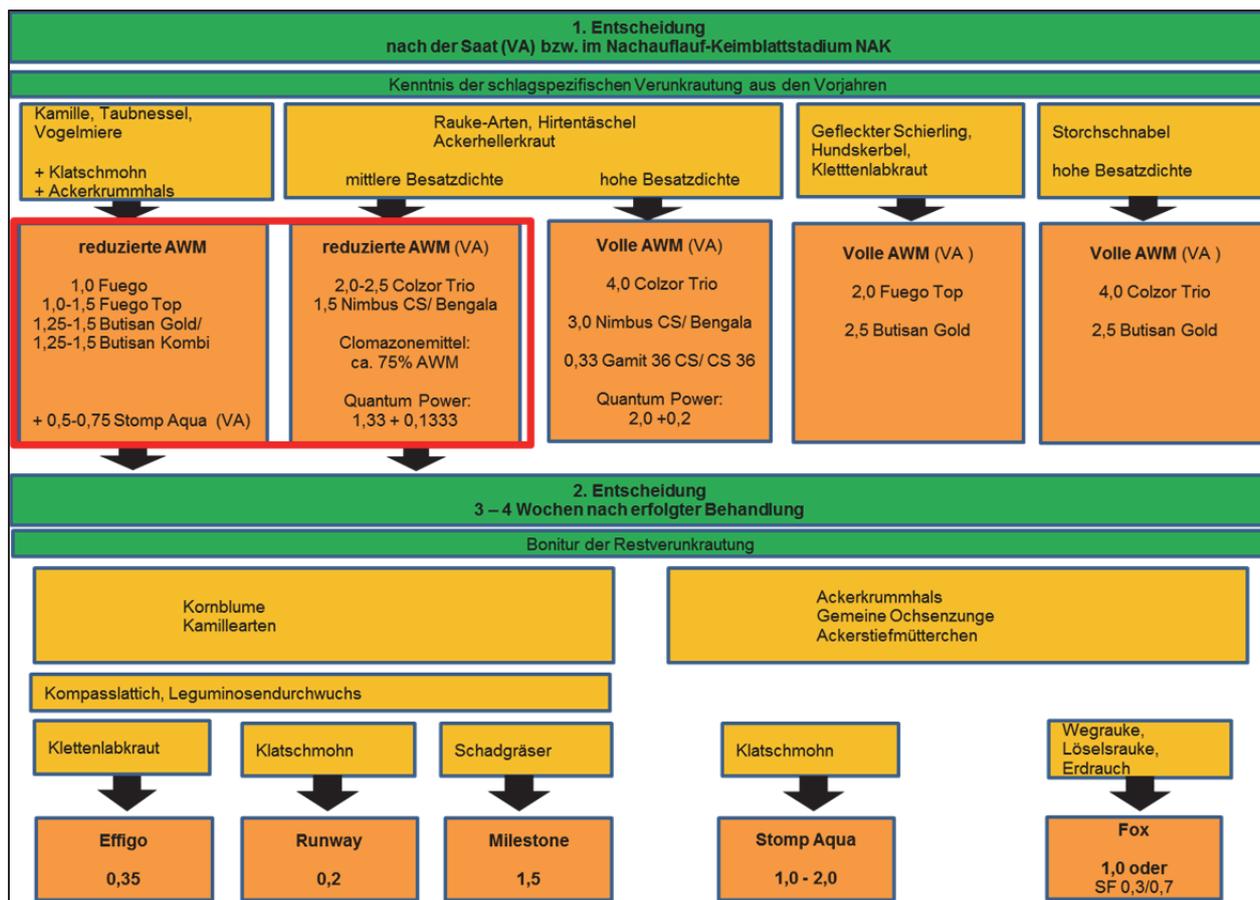


Abbildung 1: Entscheidungshilfe zur Herbizidwahl im Wintertraps (Aufwandmengen in l o. kg/ha) Zweistufiges Unkrautbekämpfungskonzept

Langjährige Versuchsergebnisse des Pflanzenschutzdienstes der Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zeigten, dass auf vielen Versuchsflächen nur ein mäßiger Unkrautdruck mit einfacher Mischverunkrautung (ohne Rauken) vorherrschte. Damit bestand häufig nicht die Notwendigkeit, die vollen Aufwandmengen zu applizieren. Ca. 60 % der Herbizid-Aufwandmenge reichten hier aus, um die Unkrautproblematik zu beherrschen. Diese Erkenntnisse haben zur Entwicklung eines integrierten Bekämpfungskonzeptes geführt (Abb. 1). Es beginnt mit einer Anwendung im Voraufbau (VA) oder frühen Nachauflauf (NAK). Entscheidend für die Mittelauswahl zum Zeitpunkt VA bzw. NAK (Entscheidungsebene 1) ist die Stärke der zu erwartenden standortspezifischen Verunkrautung. Werden hohe Dichten von Raukenarten, Hirtentäschel bzw. Ackerhellerkraut erwartet, ist eine volle Aufwandmenge eines clomazone-haltigen Herbizids wie z. B. 4,0 l/ha Colzor Trio oder 3,0 l/ha Nimbus CS bzw. Bengala notwendig. Ist der Einsatz eines clomazone-haltigen Herbizids aufgrund der Anwendungsbestimmungen nicht möglich, bietet sich als clomazone-freie Variante die Spritzfolge 1,25 l/ha Butisan Gold, 1,0 l/ha Fox an. Bei einem massiven Auftreten spezieller Unkrautarten, wie Storchschnabel (Bekämpfung mit 2,5 l/ha Butisan Gold, 4,0 l/ha Colzor Trio möglich), Gefleckter Schierling oder Hundskerbel (Bekämpfung mit 2,0 l/ha Fuego Top oder 2,5 Butisan Gold möglich) sollten die Aufwandmengen nicht reduziert werden. Besteht die zu erwartende Hauptverunkrautung aber aus Kamille, Taubnessel oder Vogelmiere, reichen hier reduzierte Aufwandmen-

gen wie 1,25 bis 1,5 l/ha Butisan Gold, 1,0 bis 1,5 l/ha Fuego Top oder 1,25 bis 1,5 l/ha Butisan Kombi aus. Nur bei Notwendigkeit erfolgt dann eine weitere zielgerichtete Nachauflaufbehandlung gegen nicht tolerierbare Unkräuter. Damit kann man die Herbizidmaßnahme besser an die standortspezifischen Bedingungen anpassen. Dieses Vorgehen entspricht den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes. Somit werden mit diesem System auch die Probleme der VA-Herbizide bezüglich der Gewässergefährdung reduziert. Mit den Nachauflaufherbiziden (Entscheidungsebene 2) 0,35 l/ha Effigo, 1,0 bis 2,0 l/ha Stomp Aqua, 0,2 l/ha Runway, 1,0 l/ha (bzw. in Spritzfolge 0,3; 0,7 l/ha) Fox und 1,5 l/ha Milestone sind die Bausteine vorhanden, um Routinebehandlungen sukzessive zu reduzieren. Die Abbildung 2 zeigt einen Vergleich von Standardmaßnahmen im Voraufbau mit Spritzfolgen im Vor- und Nachauflauf. Hierbei wird deutlich, dass der gezielte Einsatz von Fox im Nachauflauf die Wirkung gegen Ackerhellerkraut und Stiefmütterchen verbesserte. Beim Einsatz von Fox ist zu berücksichtigen, dass bei ungünstigen Witterungsbedingungen phytotoxische Schäden auftreten können. Deshalb ist die Applikation möglichst auf abgetrockneten Rapsbeständen durchzuführen.

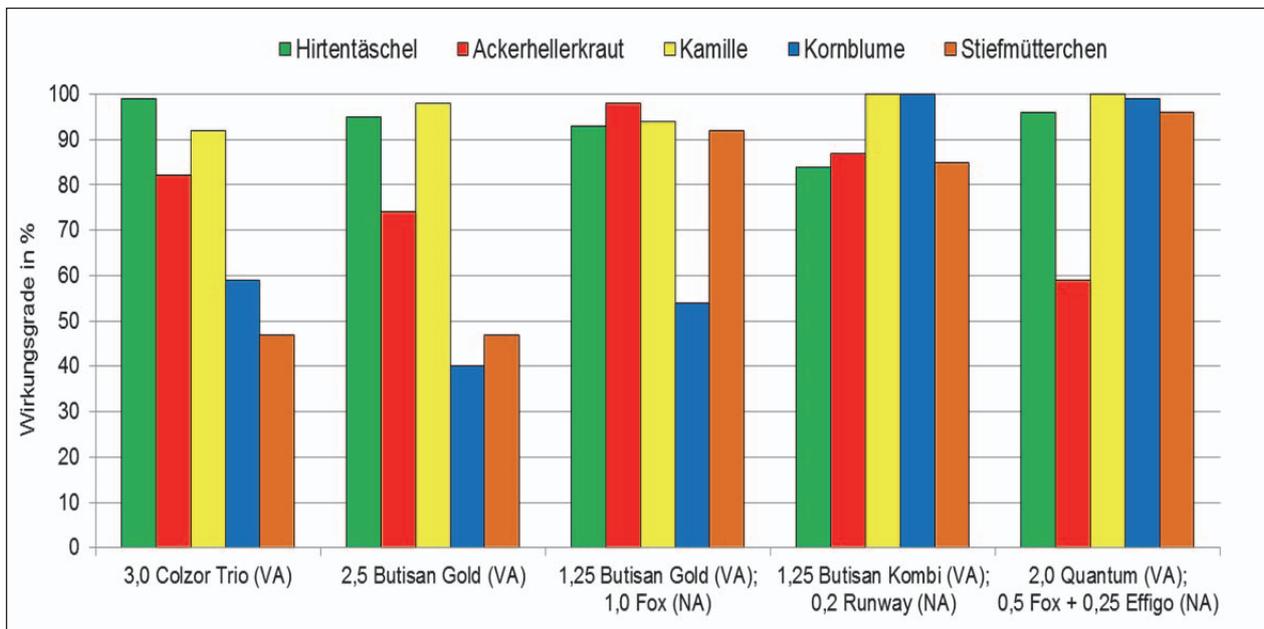


Abbildung 2: Herbizidwirkungen von Varianten im Voraufbau (VA) im Vergleich zu Spritzfolgen (Voraufbau und Nachauflauf), Aufwandmenge in l/ha (Quelle: Ringversuche der Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, 2011 bis 2015, n = 2-23)

Auch sollte Fox nicht in Mischung mit Graminiziden, Fungiziden oder Insektiziden ausgebracht werden. Mit einer Nachlage von 0,2 l/ha Runway bzw. 0,25 bis 0,35 l/ha Effigo kann die Kornblumenlücke der metazachlor-haltigen Herbizide geschlossen werden. Die metazachlor-freie Spritzfolge 2,0 l/ha Quantum (VA) und 0,5 l/ha Fox + 0,25 l/ha Effigo (NA) deckte in den Ringversuchen ebenfalls ein breites Unkrautspektrum ab. Weitere Empfehlungen enthält die Tabelle. Mit diesem zweistufigen Unkrautbekämpfungskonzept lassen sich mittlerweile alle bedeutenden Rapsunkräuter gut kontrollieren. Es stellt ein offenes System dar, in das neue herbizide Wirkstoffe und Mittel integriert werden können. Die

Umsetzung des Konzeptes im Betrieb erfordert einen gewissen Aufwand. Dazu gehört die Überwachung der Unkrautentwicklung auf den Rapsflächen. Weiterhin ist eine ausreichende Kapazität an Spritztechnik erforderlich, um die notwendigen Zweitbehandlungen termingerecht abzusichern. In Anbetracht der möglichen Einsparungen bei der Herbizidanwendung dürfte dieser Aufwand jedoch gerechtfertigt sein. Für Anwendungen im Frühjahr stehen die Herbizide 0,35 l/ha Effigo und 0,167 l/ha Lontrel 720 SG zur Verfügung. Dieser späte Herbizideinsatz ist nur in Ausnahmefällen (z. B. Verunkrautungsinseln durch Mäusefraß am Raps) relevant.

Tabelle: Empfehlungen zur Bekämpfung von dikotylen Unkräutern im Winterraps

Herbizide	AWM (l o. kg/ha)	Ackerheller- kraut	Hirtentäschel	Wegrauke	Besenrauke	Klatschmohn	Kamille	Kornblume	Storch- schnabel	Stief- mütterchen	Kosten (€/ha)
Einmalbehandlung im Voraufbau/NAK											
Butisan Gold	2,5	rot	gelb	rot	gelb	gelb	grün	rot	grün	rot	92
Colzor Trio	3,0	gelb	grün	grün	gelb	gelb	grün	rot	grün	rot	76
Spritzfolgen (Integriertes Bekämpfungskonzept)											
VA Butisan Gold; NA Fox	1,25; 1,0	gelb	gelb	grün	gelb	rot	grün	rot	gelb	gelb	48 (74) ^{*)}
VA Butisan Kombi; NA Runway	1,5; 0,2	gelb	gelb	rot	rot	grün	grün	grün	gelb	rot	(56) im Pack
VA Butisan Gold + Stomp Aqua; NA Runway + Fox	1,25+0,75 0,2 + 0,5	gelb	gelb	gelb	gelb	grün	grün	grün	gelb	grün	59 (100) ^{*)}
Metazachlor-freie Spritzfolge											
VA Quantum NA Fox + Effigo	2,0; 0,5 + 0,25	gelb	gelb	gelb	gelb	rot	grün	grün	grün	rot	97

grün = mind. 95 % WG, gelb: 85 bis 95 % WG, rot: keine ausreichende Wirkung

^{*)} Kosten beziehen sich auf die gesamte Spritzfolge

Bekämpfung von Ungräsern und Ausfallgetreide

Besonders beim pfluglosen Anbau ist die Kontrolle des Ausfallgetreides und der Ungräser wichtig. Das Ausfallgetreide sollte im 2- bis 3-Blattstadium bekämpft werden. Da die Graminizide ausschließlich über das Blatt wirken, kann bei Trockenheit (Aufbau in Wellen) auch eine zweimalige Anwendung erforderlich sein. Die im Winterraps zugelassenen Graminizide haben alle den gleichen Wirkmechanismus (HRAC-Einstufung A). Auf Flächen mit einer nachgewiesenen FOP-Resistenz beim Ackerfuchsschwanz (z. B. gegenüber Fusilade Max oder Targa Super) sollte zur Minderung des Selektionsdruckes ein DIM-Präparat (z. B. Select 240 EC oder Focus Ultra) eingesetzt werden. Prinzipiell bietet sich auf Flächen mit Ackerfuchsschwanz oder Trespen der Einsatz des Wirkstoffes Propyzamid an. Aufgrund der HRAC-

Einstufung K1 ist Propyzamid ein wichtiger Baustein zur Umsetzung eines Antiresistenz-Managements innerhalb der Fruchtfolge. Dieser Wirkstoff ist in den Herbiziden Kerb Flo, Cohort oder Milestone enthalten und muss zu Vegetationsende bzw. in der Winterruhe eingesetzt werden.

Das Clearfield-System

Nach wie vor diskutiert die Fachberatung das CL-System sehr kontrovers und zum Teil ablehnend. Es ist das zurzeit in Deutschland bedeutendste Produktionssystem herbizidtoleranter Kulturpflanzen. Das CL-System stellt eine Kombination aus dem Clearfield-Herbizid und einer entsprechenden toleranten Clearfield-Rapssorte dar. Das erste CL-Herbizid in Deutschland wurde 2012 unter dem Namen Clearfield Vantiga mit 2,0 l/ha zugelassen. Neben den Wirkstoffen von Butisan Top (375 g/l Metazachlor und 125 g/l Quinmerac) enthält Clearfield Vantiga den erstmals in Deutschland zugelassenen Wirkstoff Imazamox (6,25 g/l). Dieser gehört zur chemischen Klasse der Imidazolinone und hat als Zielenzym die Acetolactat-Synthase (ALS). Neben der Wirkung von Butisan Top werden durch das Imazamox zusätzlich schwer bekämpfbare Kreuzblütler, wie Hirtentäschel, Raukearten, Orientalische Zackenschote, Ackerhellerkraut, Barbarakraut und Ausfallgetreide, bekämpft. Zur Verstärkung der Wirkung wird Clearfield Vantiga mit 1,0 l/ha Dash angewendet. Das zweite Herbizid Clearfield Clentiga wurde dieses Jahr zugelassen und wird ab der Saison 2017 vermarktet. Es handelt sich hierbei um eine metazachlor-freie Variante mit den Wirkstoffen Quinmerac (250 g/l) sowie Imazamox (12,5 g/l). Die Aufwandmenge beträgt 1,0 l/ha Clentiga + 1,0 l/ha Dash für den Einsatz im Herbst und im Frühjahr. Clentiga eignet sich als Baustein für den späten Nachauflauf. Nach einer Herbizidvorlage (z. B. mit einer verringerten Aufwandmenge von Butisan Kombi) kann dann bei Bedarf gezielt nachbehandelt werden. Die Herbizidtoleranz wurde durch klassische Zuchtmethoden in die Kulturpflanzen eingekreuzt. In konventionellen Sorten führt der Einsatz des CL-Herbizids zum Totalschaden. Deshalb muss sich der Landwirt bereits bei der Anbauplanung und der Sortenwahl für oder gegen dieses Herbizidsystem entscheiden. Im Einführungsjahr 2012 lag der Anbau von CL-Raps bei ca. 3 000 ha in Deutschland, 2016 stieg die Anbaufläche auf ca. 30 000 ha an. Davon liegt der Schwerpunkt des Anbaus vor allem in Ostdeutschland. Zur Saison 2016 standen 12 CL-Rapssorten der Firmen Pioneer, Dekalb und Euralis über die EU-Sortenliste zur Verfügung. Mittlerweile erhielt PX118CL als erste Clearfield-Rapssorte eine deutsche Zulassung.

Seit 2011 erfolgten gemeinsame Versuche der Pflanzenschutzdienste Brandenburg, Berlin, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zur Wirksamkeit des CL-Systems. CL-Vantiga kann laut Zulassung im Entwicklungsstand 10 bis 18 des Rapses angewendet werden. Damit ist eine ausschließliche Unkrautbekämpfung im Nachauflauf möglich. Die Ergebnisse zeigten jedoch, dass der frühe Applikationstermin zum BBCH 12 des Rapses insgesamt die besten Wirkungsgrade brachte. Beim späteren Termin (BBCH 14 des Rapses) wurden bei den meisten dikotylen Unkräutern, wie Kamille, Ehrenpreis oder Vogelmiere, zum Teil

deutlich schlechtere Wirkungsgrade bonitiert. Zu diesem Zeitpunkt waren die Unkräuter bereits zu weit entwickelt. Somit ist das theoretisch lange Anwendungsfenster praktisch erheblich eingeschränkt. Wirkungslücken weist CL-Vantiga bei Kornblume und Stiefmütterchen auf. Abbildung 3 zeigt CL-Varianten im Vergleich zu Colzor Trio bzw. Butisan Gold im VA. Das CL-System wirkt auch gegen zum Applikationstermin bereits aufgelaufenes Ausfallgetreide. Besonders bei Mulchsaaten mit einem frühen Aufgang von Ausfallgetreide kann diese Wirkung sehr interessant sein und zur Einsparung bei der Anwendung von Gräserherbiziden beitragen. Besonders dort, wo clomazone-haltige Herbizide aufgrund der verschärften Anwendungsbestimmungen nicht mehr eingesetzt werden dürfen, stellt das CL-System eine clomazone-freie Alternative zur Bekämpfung von kreuzblütigen Unkräutern dar. Bei einer einfachen Mischverunkrautung (ohne Rauken) ist der Einsatz des Clearfield-Systems jedoch nicht notwendig. Hier stehen genügend Basisherbizide zur Verfügung.

Die Möglichkeiten einer Bekämpfung von **Clearfield-Ausfallraps** in anderen Kulturen sind eingeschränkt, da dieser von ALS-Hemmern (z. B. Sulfonylharnstoffen) nicht bzw. nur un-

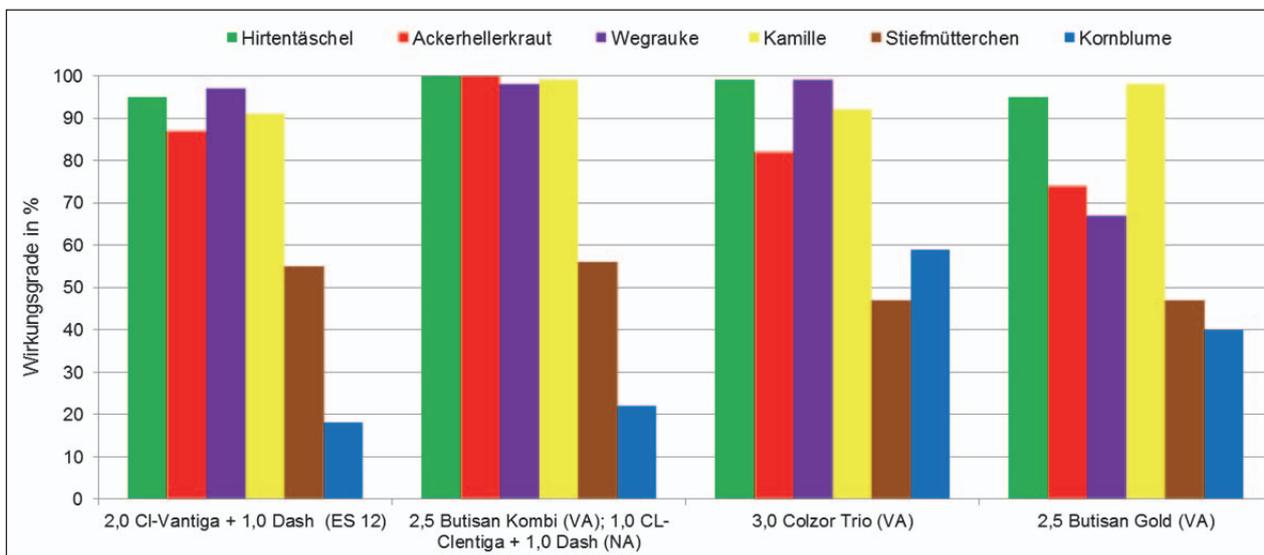


Abbildung 3: Clearfield-Varianten im Vergleich zu Colzor Trio und Butisan Gold im Voraufbau, Angaben in l/ha, Quelle: Ringversuche der Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen 2011 bis 2015, n = 3 bis 23

zureichend erfasst wird. Während sich der CL-Raps in Wintergetreide im Herbst mit Bodenherbiziden gut bekämpfen lässt, steht für die Frühjahrsbehandlung nur noch eine kleine Palette an wirksamen Herbiziden zur Verfügung (Abb. 4). Zur Resistenzvermeidung ist ein Herbizid-Resistenzmanagement im Rahmen der Fruchtfolge angeraten. In Rübenfruchtfolgen verliert Debut als wichtiger Herbizidbaustein zur Bekämpfung von Durchwuchsraps seine Wirkung. Deshalb müssen ausreichende Mengen an Metamitron (Goltix) ausgewählt werden. Mit der Zunahme des Anbaus von CL-Rapssorten können durch Verschleppung des Samens (z. B. Mähdrusch durch Dienstleister) auch Flächen von Landwirten betroffen sein, die das CL-System nicht nutzen. Jeder Landwirt muss für sich entscheiden, ob das CL-System bei seiner Produktionsstruktur Vorteile bringt.

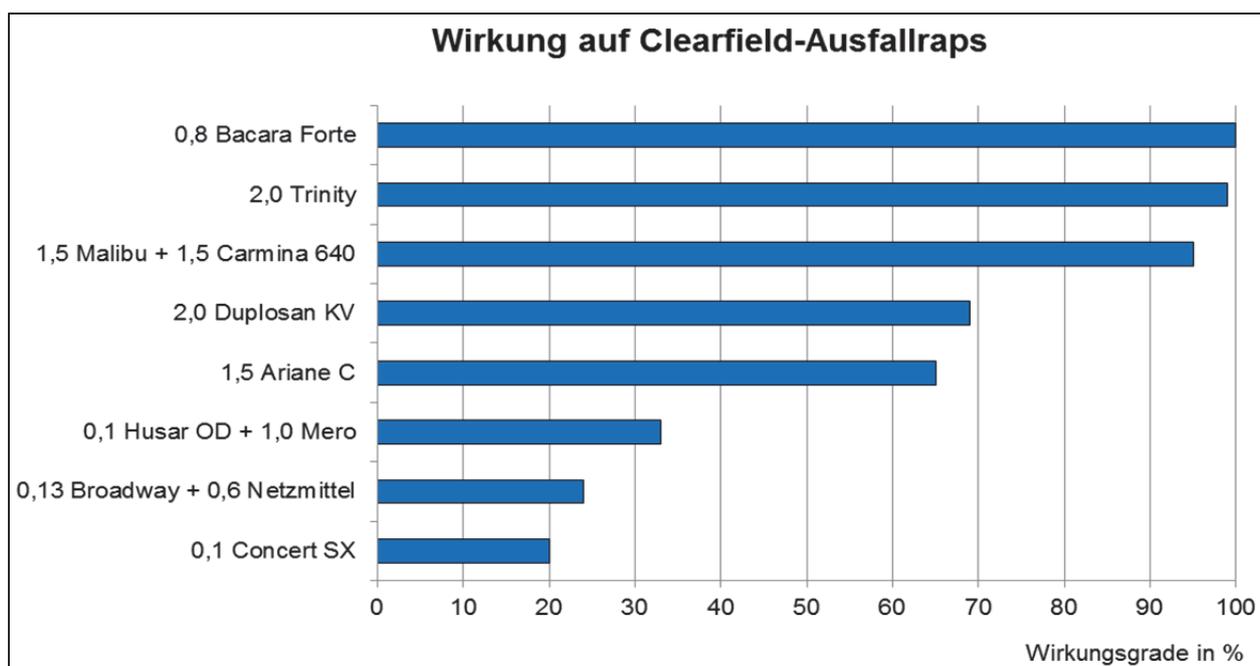


Abbildung 4: Wirkung auf Clearfield-Ausfalltraps, Angaben in l o. kg/ha

Quelle: Ringversuche der Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, 2011 bis 2014, n = 3 bis 8

Auflagen und Anwendungsbestimmungen beim Herbizideinsatz beachten

Um Schäden auf Nichtzielflächen durch den Wirkstoff **Clomazone** zu vermeiden, müssen die umfangreichen Anwendungsbestimmungen eingehalten werden. Vor allem die festgesetzten Abstände und der sachgerechte Einsatz der Pflanzenschutzgeräte haben großen Einfluss auf die Vermeidung von Spritzschäden. Die verschärften Anwendungsbestimmungen bei Clomazone haben gleichzeitig zu einer Zunahme des **Metazachlor**-Einsatzes geführt. Dieser Wirkstoff dominiert seit vielen Jahren den Rapsherbizidmarkt. In den meisten Handelsprodukten ist er enthalten. Mittlerweile werden aber Metazachlor und dessen Metaboliten (Metazachlor-Sulfuronsäure und Metazachlorsäure) in Oberflächengewässern und zunehmend auch im grundwassernahen Bereich nachgewiesen. Deshalb gibt es zum Schutz von Gewässern vor dem Eintrag von Metazachlor die Anwendungsbestimmung NG346 (Begrenzung von Metazachlor auf 1 000 g/ha innerhalb von drei Jahren). Diese Auflage gilt es bei der Anbauplanung und bei der Herbizidauswahl zu beachten. Vor allem in Karst- sowie in Gebieten mit hohen Grundwasserneubildungsraten und durchlässigen Böden wird eine Aufwandmenge unterhalb von 750 g/ha innerhalb von drei Jahren empfohlen. Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, dass der Wirkstoff Metazachlor langfristig erhalten bleibt. Vorrangig sind bei den metazachlor-haltigen Herbiziden, aber auch bei Colzor Trio, Quantum, Fox und Stomp Aqua **Abstände bei Hangflächen** zum Gewässer zu beachten (z. B. NW706, NW701 u. a.). Diese Bestimmungen dienen dem Schutz von Oberflächengewässern und der Kanalisation vor einem ungewollten Eintrag von Pflanzenschutzmitteln durch Abschwemmung. Bei Flächen mit mehr als 2 % Hangneigung ist ein mit einer geschlossenen Pflanzendecke bewachsener, unbehandelter Randstreifen mit festgelegter Breite (5 bis 20 m) zum Gewässer vorgeschrieben. Da dies in der Regel nicht vorhanden sein wird, sollte man auf Hangflächen zu Oberflächengewässern auf eine Pflugfurche verzichten und dafür Mulch- oder Direktsaat nutzen. Des Weiteren darf der Wirkstoff Pethoxamid (Quantum) nicht auf drainierten Flächen angewendet werden (Drainage-Auflage NG405).

Verbreitung und effektive Kontrolle von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) im Hinblick auf die Resistenzentwicklung - Auswertung der Ringversuche der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2000 bis 2014

Ewa Meinlschmidt (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie), Christine Tümmler (Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung), Katrin Ewert (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Heiko Schmalstieg (Pflanzenschutzamt Berlin) und Elke Bergmann (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau)

Getreidebetonte Fruchtfolgen, pfluglose Bodenbearbeitung, Vorverlegung des Saattermins und einseitiger Herbizideinsatz sind Gründe für das verstärkte Auftreten von Ungräsern. KAMPE (1976) und KRÜCKEN (1976) berichten, dass für Ackerfuchsschwanz in Wintergerste und Winterweizen besonders gute Entwicklungsbedingungen gegeben sind. Der „lichthungrige“ Ackerfuchsschwanz keimt vorwiegend im Herbst (HOLM et al., 1997) und bevorzugt nährstoffreiche Böden (COLBACH et al., 2002; ANDERSSON und AKERBLOM ESBEBY, 2009). Nach MOOS (1987), KÖTTER (1991) und MACHEFER et al. (1998) lassen sich die auf den Besatz mit *A. myosuroides* basierenden Ertragsverluste deutlich besser mit einer Herbstbehandlung ausgleichen als durch Maßnahmen im Frühjahr.

Ackerfuchsschwanz gehört in den vier östlichen Bundesländern nur regional zu den Problemungräsern. Er nimmt aber sowohl in der Verbreitung als auch in der Befallsstärke zu. In einigen Gebieten, insbesondere auf tonhaltigen humosen Böden, z. B. im Oderbruch (Land Brandenburg), sind Dichten von mehreren hundert Ähren je m² (einzelne Standorte bis zu 1 500 Ähren/m²) zu verzeichnen. Auf solchen Standorten ist im Herbst die Befahrbarkeit häufig nicht gegeben, sodass die Maßnahmen zur Bekämpfung des Ackerfuchsschwanzes im Frühjahr mit blattaktiven Herbiziden aus resistenzgefährdeten Wirkstoffgruppen erfolgen. Im Jahr 2015 wurden in Westsachsen Standorte mit über 1 000 Pflanzen/m² registriert.

In mehreren Regionen Europas wurden in den letzten 30 Jahren verstärkt resistente Populationen von Ackerfuchsschwanz nachgewiesen. In England sind vorwiegend Resistenzen gegenüber ACCase-Hemmern, gefolgt von ALS-Resistenz auffällig (MOOS et al., 2007). Eine Zunahme der Verdachtsflächen sowie der bestätigten ACCase- und ALS-Resistenzen ist auch in Frankreich (DÉLYE et al., 2007 und 2011) und Deutschland (PETERSEN, 2014; RAFFEL et al., 2014) zu beobachten. Der erste Nachweis einer multiplen Resistenz bei Ackerfuchsschwanz erfolgte in Deutschland 1983 gegenüber ACCase-Hemmern und PSII-Inhibitoren. 2001 gelang der Resistenznachweis gegenüber ALS-Hemmern (HEAP, 2015). 2010 wurde eine multiple Resistenz gegenüber den Wirkstoffen Pinoxaden, Fenoxaprop, Mesosulfuron-Methyl, Chlortoluron und Isoproturon sowie erstmalig gegenüber Flufenacet registriert (HEAP, 2015).

Seit 2009 wird in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen aus der landwirtschaftlichen Praxis immer öfter über eine reduzierte Wirkung von Herbiziden gegenüber dem Ackerfuchsschwanz berichtet. Die Pflanzenschutzdienste der Länder ließen im Rahmen der Ursachenermittlung erste Untersuchungen auf den Resistenzstatus durchführen. Im bundesdeutschen Vergleich ist die Anzahl der nachgewiesenen Herbizidresistenzen in diesen vier Ländern zzt. noch relativ gering (PETERSEN, 2014). Eine der Ursachen für die später auftretenden Resistenzen stellen die noch bis Mitte der neunziger Jahre praktizierten vielgliedrigen Fruchtfolgen dar. In Verbindung mit einer Zunahme des Anteils an Winterungen und einer allgemein früheren Aussaat findet der Ackerfuchsschwanz optimale Entwicklungsbedingungen. Nach Einschätzung der Pflanzenschutzdienste werden im Mittel der Jahre ca. 60 bis 70 % der Getreideflächen im Herbst gegen Ungräser und dikotyle Unkräuter behandelt.

Material und Methoden

Resistenzuntersuchungen

In den vier ostdeutschen Bundesländern wurden von den Pflanzenschutzdiensten seit 2010 Verdachtsproben von Ackerfuchsschwanz-Standorten mit Minderwirkungen gegenüber Herbiziden auf ihren Resistenzstatus untersucht. Die Biotests und molekulargenetischen Analysen erfolgten in zertifizierten Laboren der Firmen PlantaLyt und EpiLogic.

Stetigkeit der mit *A. myosuroides* vergesellschafteten Unkrautarten

Um aus der Vielzahl der Herbizide die geeigneten Wirkstoffe gegen das Spektrum der häufigsten Unkrautarten auswählen zu können, sind Aussagen über deren Stetigkeit notwendig. Es wurden die unbehandelten Kontrollen der Streulageversuche der Bundesländer Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2000 bis 2015 zur Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz herangezogen. Die Auswertung berücksichtigt nur Versuche mit Bonitur von *A. myosuroides* in Vergesellschaftung mit anderen Unkrautarten. Insgesamt konnten 191 Versuche in die Auswertung einbezogen werden. Es ist zu beachten, dass nur solche Unkrautarten zur Bewertung der Stetigkeit herangezogen wurden, die bei der Frühjahrsbonitur in der unbehandelten Kontrolle einen Deckungsgrad je Art von über 5 % erreichten.

Versuchsdurchführung

Im Rahmen eines gemeinsamen Versuchsprogramms der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wurden in den Jahren von 2000 bis 2014

Herbizidvarianten in Wintergetreide auf die Wirksamkeit gegenüber *A. myosuroides* und den wichtigsten dikotylen Leitunkräutern geprüft. Durch eine gezielte Auswertung der Versuchsergebnisse sollten die Herbizide bzw. herbiziden Tankmischungen mit den höchsten Wirkungsgraden gegenüber *A. myosuroides*, entsprechend ihrer Eingruppierung nach HRAC, ermittelt werden. Nur in Ausnahmefällen wurden die Versuche auf Standorten mit resistenten Biotypen durchgeführt. Die Bodenarten der Versuchsstandorte differierten von IS, SL, sL, L bis LT. Der Einsatz der Herbizide erfolgte im Nachauflauf als Herbst- und/oder Frühjahrsbehandlung sowie als Einmalanwendung oder Spritzfolge. Mit den entsprechenden Behandlungen sollten sowohl *A. myosuroides* als auch die dikotylen Leitunkräuter, wie *Centaurea cyanus L.*, *Matricaria*-Arten, *Papaver rhoeas L.*, oder der zunehmende Ausfallraps mit hohen Wirkungsgraden erfasst werden. Die Versuche wurden in Streulage als randomisierte Blockanlage mit vier bzw. drei Wiederholungen und einer Parzellengröße von ca. 20 m² angelegt. Ihre Durchführung erfolgte gemäß EPPO Richtlinie PP1/93 (3). In den Abschlussbonituren kurz vor der Ernte wurden die Ackerfuchsschwanzähren/m² gezählt und mit den Werten der unbehandelten Kontrolle verglichen. Der Besatz schwankte zwischen 1 bis 3 080 Ähren/m². Der durchschnittliche Besatz betrug 413 Ähren/m².

Zur Ermittlung des Einflusses der Ackerfuchsschwanz-Besatzdichte auf die herbizide Wirksamkeit wurden die Wirkungsgrade der Varianten drei Klassen zugeordnet (1 bis 100, 101 bis 500 und über 500 Ähren/m²). Es erfolgte eine Zusammenfassung der Versuchsvarianten zu Behandlungskonzepten entsprechend der HRAC-Einstufung sowie des Anwendungszeitpunktes. Weiterhin wurden herbizidgleiche Varianten mit verschiedenen Aufwandmengen ebenso zusammengefasst wie Soloapplikation des gräserwirksamen Herbizides und Tankmischungen mit verschiedenen Partnern zur Bekämpfung dikotyler Begleitunkräuter.

Die Darstellung der Wirkungsgrade erfolgte mit Hilfe von Boxplots. Der waagerechte Strich innerhalb des Boxplots markiert den Median. Die größten Ausreißer (Minimum) wurden als Kreuze (Min Outlier) gekennzeichnet.

Ergebnisse

bisher ermittelte Resistenzen in den vier Bundesländern

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der Resistenzuntersuchungen von 2010 bis 2014.

In Brandenburg wurden im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 bei ca. 1/3 der von Verdachtsflächen beprobten Ackerfuchsschwanzbiotypen Resistenzen festgestellt. Es dominierte die ALS-Resistenz. Bezüglich dieser Wirkmechanismusgruppe war primär der Wirkstoff Flupyrsulfuron betroffen. Als Resistenzmechanismus lagen sowohl Wirkortresistenzen (target-site-resistance, TSR) an der Position Pro197 als auch metabolische Resistenzen (non-target-site resistance, NTSR) vor. Die TSR gegenüber ACCase-Inhibitoren beruhten auf Mutationen an den Positionen Trp/Cys2027 und Ile/Asn2041, die zu Minderwirkungen der Wirkstoffe Pinoxaden und Clodinafop führten. Es wurden sowohl Kreuzresistenzen als

auch multiple Resistenzen ermittelt. Für zwei Biotypen lagen im Ergebnis der Untersuchungen multiple Resistenzen vor, die auf TSR gegen ALS-Hemmer und ACCase-Hemmer zurückzuführen waren.

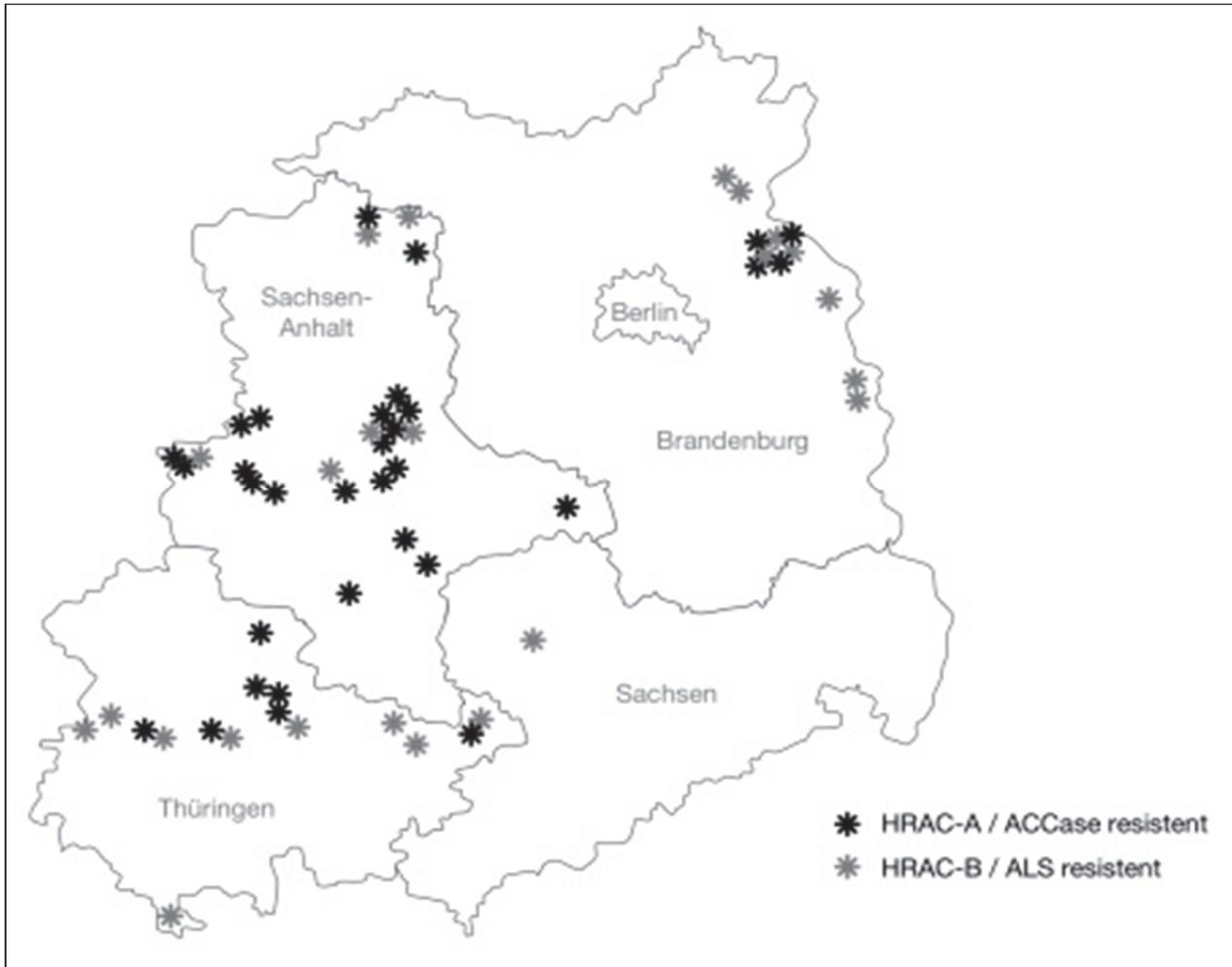


Abbildung 1: Standorte mit nachgewiesenen ALS- und ACCase-Resistenzen bei *A. myosuroides* in den vier Bundesländern (Stand: 2010 bis 2014), ohne IPU/CTU

In Sachsen-Anhalt hat die ACCase-Resistenz mit einem Anteil von ca. 60 %, gefolgt von der ALS-Resistenz mit ca. 40 %, eine größere Bedeutung. Es konnten neben NTSR an einigen untersuchten Biotypen auch TSR gegen ACCase-Inhibitoren verschiedener Mutationstypen (Ile/Leu1781, Trp/Cys2027, Asp/Gly2078) nachgewiesen werden, die in unterschiedlicher Frequenz auftraten. Zudem erfolgte bei vereinzelt Biotypen die Bestätigung einer TSR gegen ALS-Inhibitoren. Es wurden sowohl multiple Resistenzen gegen ACCase-Inhibitoren als auch eine Kombination aus TSR ACCase- und NTSR ALS-Resistenz nachgewiesen.

In Thüringen sind etwa gleich viele ALS- und ACCase-Resistenzen bekannt. Es konnten einzelne Biotypen mit multiplen Resistenzen gegenüber Wirkstoffen der HRAC-Klassen A und B ermittelt werden.

Sachsen bildet eine Ausnahme, da bisher nur ein Einzelfall von ALS-Resistenz im Landkreis Leipzig gegenüber Flupyrsulfuron nachgewiesen wurde.

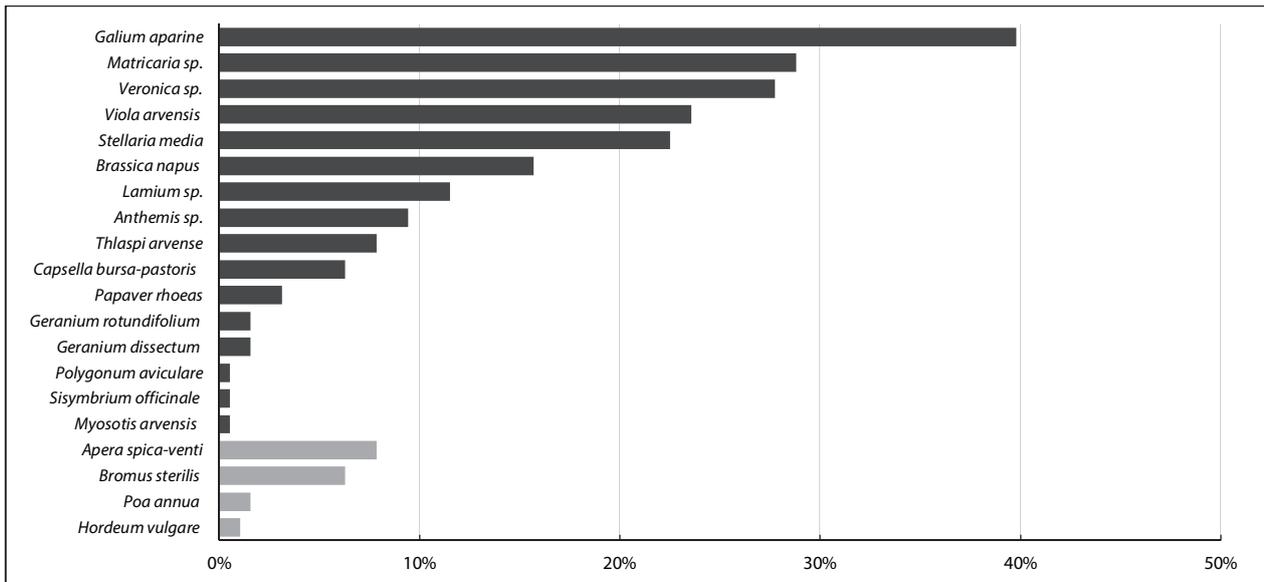


Abbildung 2: Stetigkeit (%) der Unkrautarten, die mit *A. myosuroides* vergesellschaftet auf den 191 Standorten auftraten, schwarz: zweikeimblättrige, grau: einkeimblättrige Unkräuter, Feldversuche 2000 bis 2015

Die Abbildung 2 gibt einen Überblick über die mit *A. myosuroides* vergesellschafteten Unkrautarten im Zeitraum von 2000 bis 2015. Die Verbreitung der Arten in den vier Bundesländern unterscheidet sich abhängig vom Standort z. T. erheblich. *Galium aparine* wurde auf 40 % der Alopecurus-Versuchsstandorte in den vier Bundesländern nachgewiesen. Die brandenburgischen Versuche konzentrieren sich auf die Region Oderbruch, die geprägt ist von fruchtbaren, tonhaltigen, bindigen Böden mit Neigung zur Staunässe. *G. aparine* wurde dort mit fast 80 %, in Sachsen und Sachsen-Anhalt mit nur rund 20 % registriert. Auf jedem dritten Standort in den vier Bundesländern traten Kamille- und Ehrenpreisarten auf. *Stellaria media* und *Viola arvensis* wurden auf rund 25 % der Erhebungsflächen gefunden. In Sachsen kommen diese Arten auf 40 % der Standorte vor. *Brassica napus* ist in den vier Bundesländern mit einer Stetigkeit von 16 % zu verzeichnen. In Sachsen kommt diese Art schon auf jeder dritten Fläche vor. Rund auf jedem 10. Versuchsstandort der vier Bundesländer wurden *Anthemis sp.*, *Lamium sp.*, *Thlaspi arvense* und *Capsella bursa pastoris* registriert. In Thüringen zeigt gegenwärtig *Anthriscus caucalis* eine Stetigkeit von 30 %. Von den einkeimblättrigen Unkrautarten wurden *Apera spica-venti* mit 8 %, gefolgt von *Bromus sterilis* mit 6 % und *Poa annua* mit 2 % auf den Versuchsstandorten nachgewiesen. *A. spica-venti* und *B. sterilis* sind in den vier Bundesländern unterschiedlich stark mit *A. myosuroides* vergesellschaftet. Im Land Brandenburg zeigten diese Arten die höchsten Stetigkeiten von über 20 bzw. 30 %. Das vermehrte Auftreten von Ungräsern, insbesondere der Trepse, ist kausal auf die praktizierte pfluglose Bodenbearbeitung zurückzuführen.

Einfluss der Besatzdichte von *A. myosuroides* auf die herbizide Wirksamkeit

Abbildung 3 stellt einen Vergleich der Wirkungsgrade der verschiedenen Behandlungskonzepte in Abhängigkeit von der Besatzdichte des Ackerfuchsschwanzes dar. Es wird deutlich, dass der Einsatz von Bodenherbiziden im Herbst, besonders bei einem mittleren (100 bis 500 Ähren/m²) bis hohen Besatz (> 500 Ähren/m²) mit Ackerfuchsschwanz, meist nicht ausreicht. Sehr hohe Wirkungsgrade (Median: 98 bis 99 %) hatte die Herbstapplikation von Kombinationen aus einem bodenwirksamen Herbizid und Wirkstoffen der HRAC-Gruppen B bzw. A sowie mit herbiziden Wirkstoffen der HRAC Gruppe A im Frühjahr zur Folge. Die Applikation von ALS-Hemmern (HRAC: B) im Frühjahr ohne Herbstvorlage erzielte ebenfalls hohe Wirkungsgrade, die Streuung der Ergebnisse ist jedoch wesentlich breiter. Bei einem mittleren Besatz mit Ackerfuchsschwanz wurden durch Spritzfolgen mit einer Vorlage eines bodenwirksamen Herbizides im Herbst und einer Frühjahrsapplikation blattaktiver Wirkstoffe der HRAC Gruppe A oder B für 75 % der Versuchsergebnisse Wirkungsgrade > 97 % erreicht.

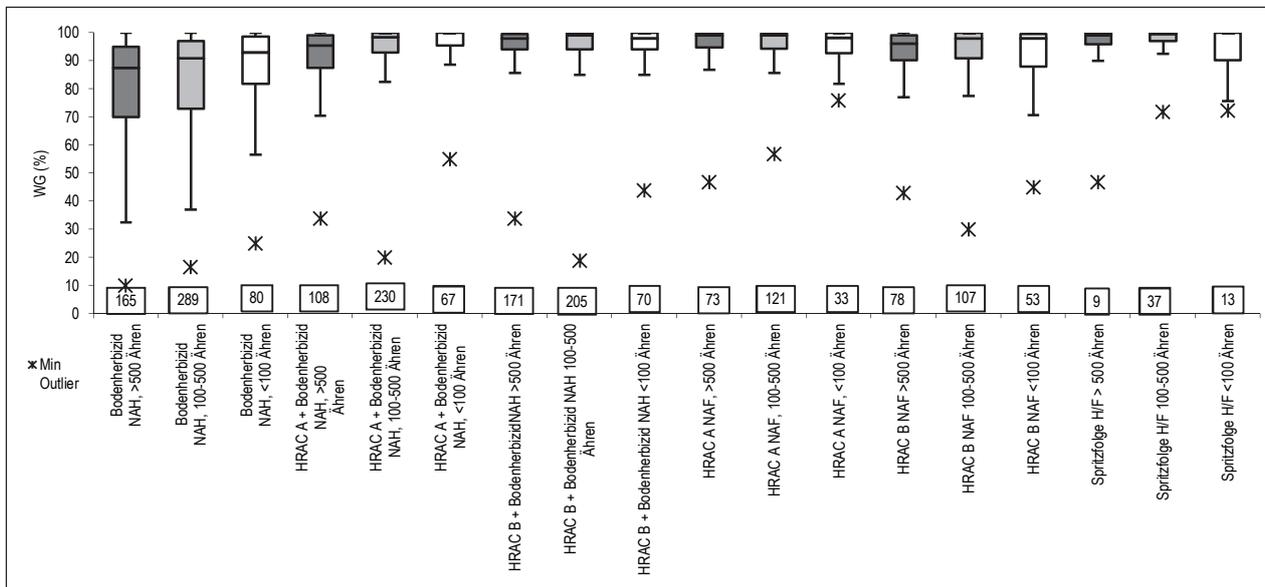


Abbildung 3: Wirkung verschiedener Behandlungskonzepte (%) in Abhängigkeit von der Ähren-Besatzdichte von *A. myosuroides* (Anzahl/m²). Farbe dunkelgrau: > 500, hellgrau: 100 bis 500, weiß < 100 Ähren/m², Aufwandmengen in l. bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse

Im Vergleich ausgewählter Varianten der Herbstapplikation von bodenwirksamen Herbiziden (Abb. 4) wurden mit den Tankmischungen Bacara Forte + Cadou SC sowie Boxer + Herold SC die höchsten Wirkungsgrade erzielt. Der Median der Variante Boxer + Herold SC beträgt 95 %. Die Kombination von 0,3 l/ha Herold SC mit 4,0 l/ha Malibu erreichte annähernd den gleichen Bekämpfungserfolg mit ähnlicher Streuung

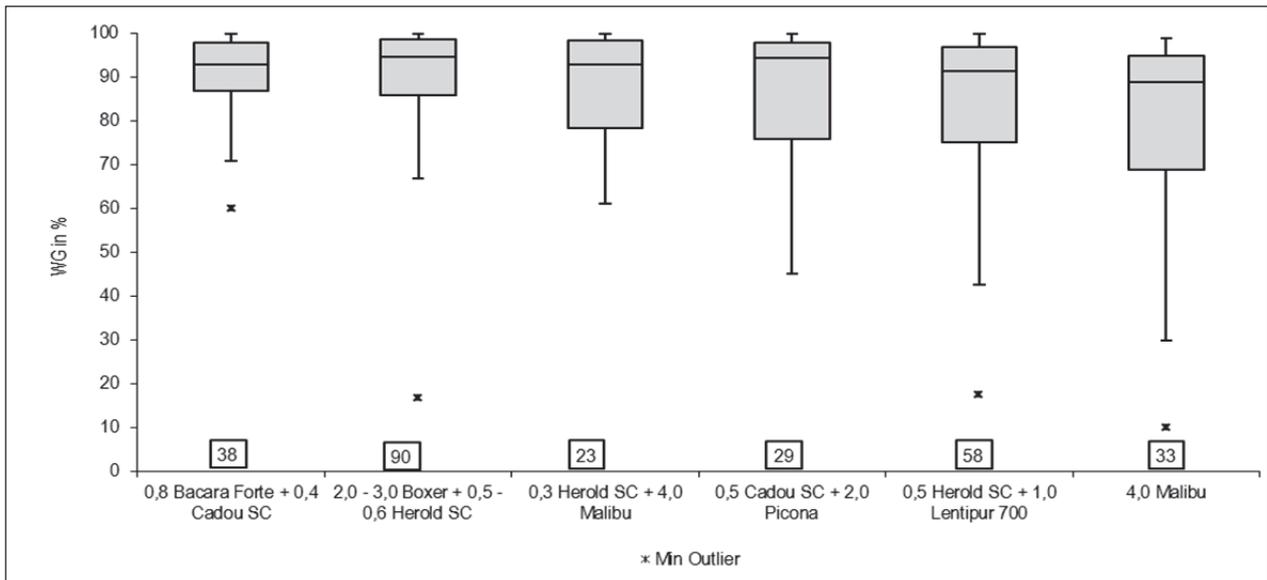


Abbildung 4: Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC-Gruppen C, F, K und N mit ausschließlicher Bodenwirkung bei Herbstapplikation gegen *A. myosuroides*, Aufwandmengen der Herbizide in l. bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse

Die Herbstapplikationen von Kombinationen bodenwirksamer Herbizide der HRAC-Gruppen F, K oder N mit graminiziden Wirkstoffen der HRAC-Gruppe B (Abb. 5) führten in den dargestellten Varianten zu einer sehr guten Wirkung gegenüber *A. myosuroides*. Der Median der Wirkungsgrade der vorliegenden Varianten liegt bei mindestens 97 %. Die geringen Streuungen bestätigen die sichere Wirkung dieser Herbizidkombinationen.

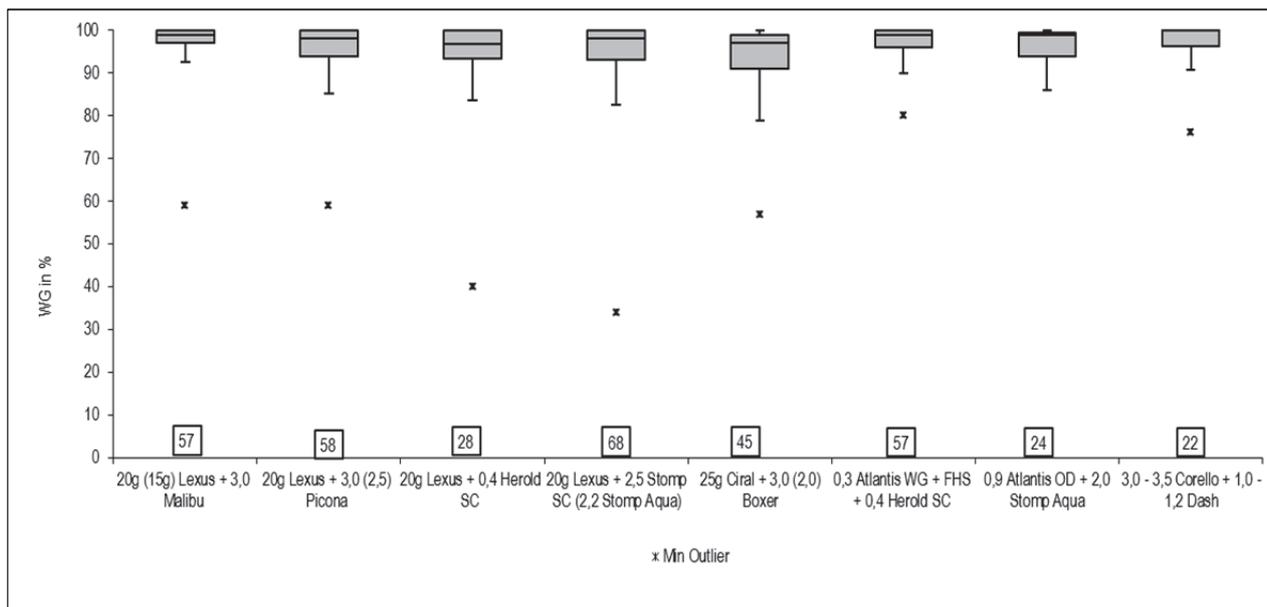


Abbildung 5: Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC-Gruppe B in Tankmischung mit Wirkstoffen der HRAC-Gruppen F, K und N bei Herbstapplikation gegen *A. myosuroides*, Aufwandmengen der Herbizide in l. bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse

Abbildung 6 zeigt die Wirkungsgrade ausgewählter Kombinationen von Herbiziden der HRAC-Gruppen C, F und K mit Wirkstoffen der HRAC-Gruppe A. Mit der Applikation der Tankmischung 1,2 l/ha Traxos + 3,0 l/ha Malibu konnten in 26 der 30 Versuche Wirkungsgrade > 99 % erzielt werden. Die Wirkung der Tankmischungen mit Fenoxaprop (Ralon Super) unterliegt im Vergleich zu den übrigen eingesetzten Tankmischungen einer größeren Streuung.

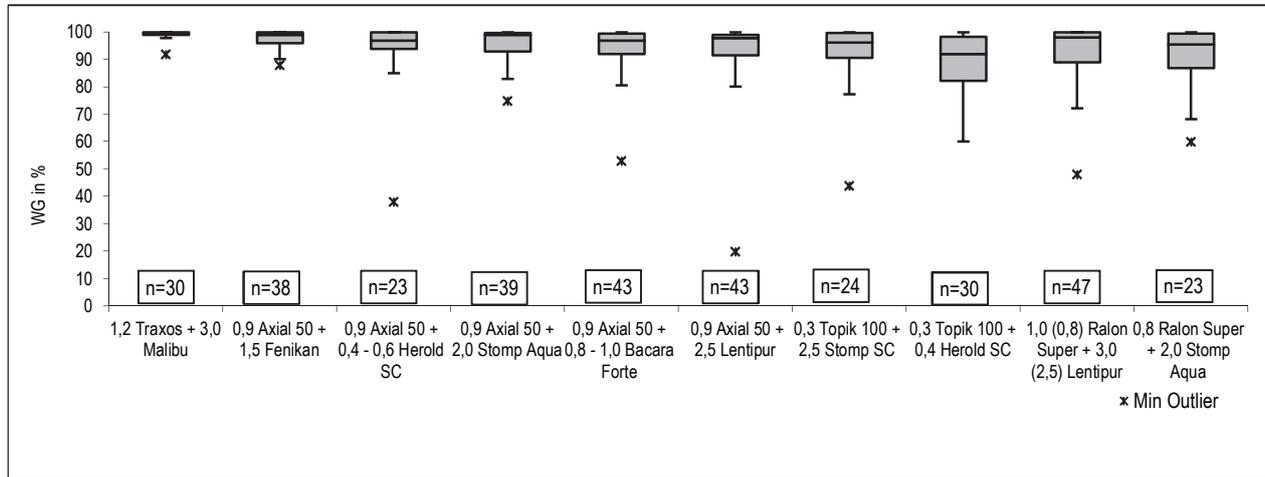


Abbildung 6: Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC-Gruppe A in Tankmischung mit Wirkstoffen der HRAC-Gruppen C, F und K bei Herbstapplikation gegen *A. myosuroides*, Aufwandmengen der Herbizide in l bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse

Die Abbildung 7 stellt einen Vergleich der Wirkungsgrade verschiedener Herbizide mit HRAC-Einstufung A bzw. B nach Applikation im Frühjahr dar. Der Median aller Varianten liegt zwischen 95 und 99 %. Inwieweit die als Kreuze dargestellten Ausreißer auf Resistenzen zurückzuführen sind, ist nicht mehr nachvollziehbar. Besonders für die Wirkung der ALS-Hemmer wird deutlich, dass im Vergleich zu einer Herbstanwendung in Kombination mit einem bodenwirksamen Produkt die Frühjahrapplikationen zu einer größeren Streubreite der Ergebnisse führen.

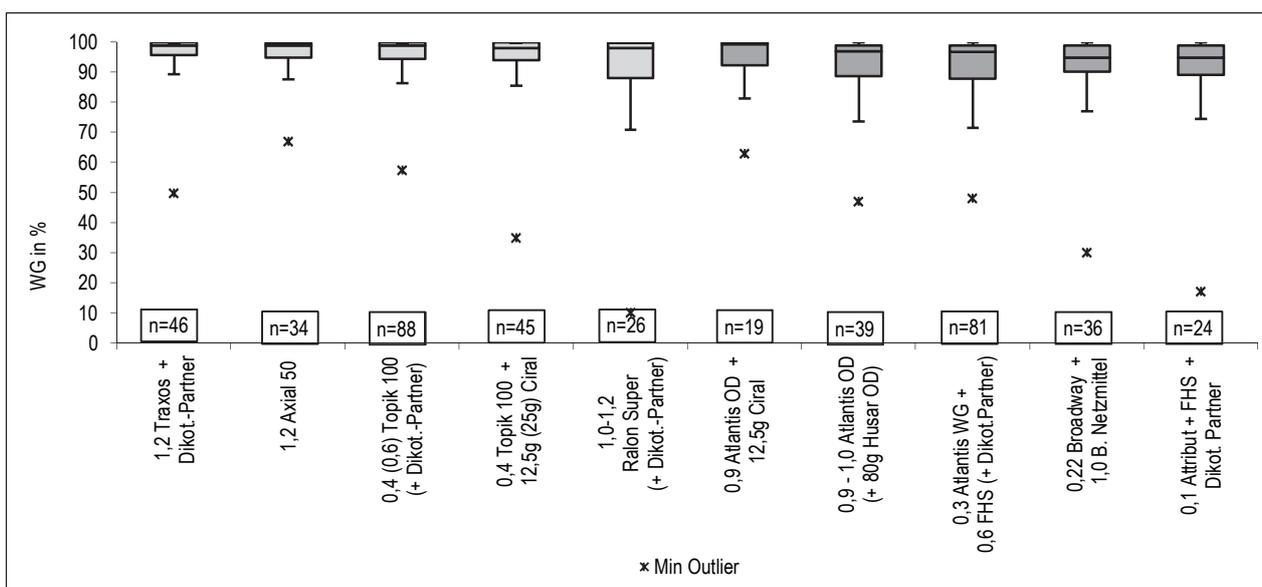


Abbildung 7: Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC-Gruppe A (Boxplots hellgrau) und B (Boxplots dunkelgrau) bei der Applikation im Frühjahr gegen *A. myosuroides*, Aufwandmengen der Herbizide in l bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse

Abbildung 8 verdeutlicht die sehr guten Wirkungsgrade von Sequenzapplikationen. Die drei Spritzfolgen mit einer Vorlage von Herold SC im Herbst und einer Anwendung von Ralon Super, Axial 50 bzw. Atlantis OD im Frühjahr zeichnen sich durch hohe Wirkungsgrade mit Medianen von 98 bis 100 % aus. Die breite Streuung der Wirkungsgrade von Ralon Super, die sowohl für die Herbst- als auch für die Frühjahrsapplikation (Abb. 5 und 6) beobachtet wurde, ist in der Anwendung als Spritzfolge nicht zu bestätigen.

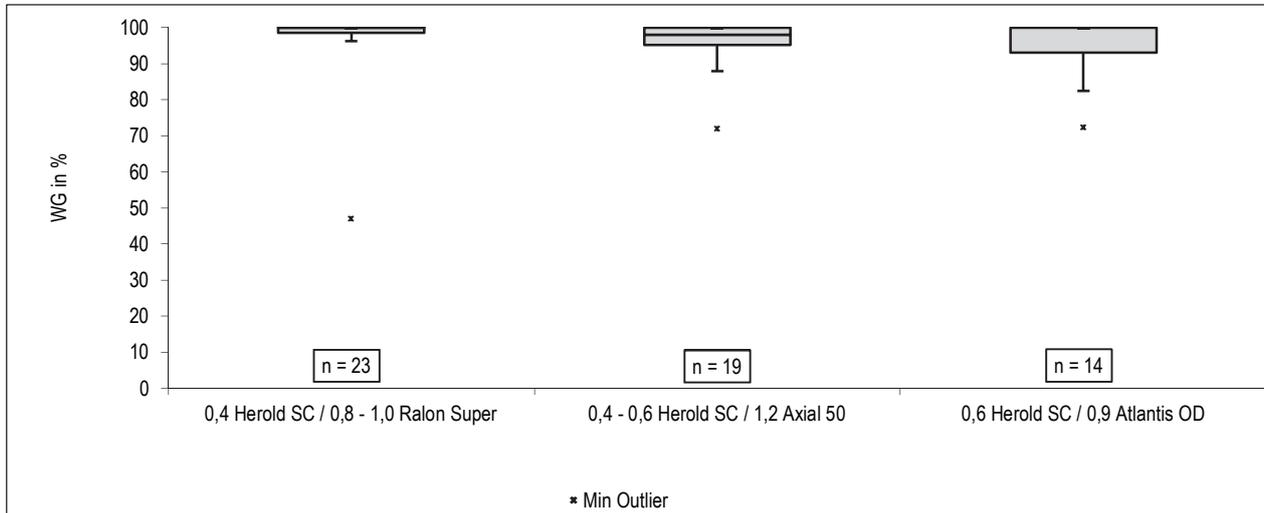


Abbildung 8: Wirkung von Sequenzapplikationen (%) eines Bodenherbizides im Herbst und eines blattaktiven Herbizides im Frühjahr gegen *A. myosuroides*, Aufwandmengen der Herbizide in l. bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse

Einfluss des Behandlungstermines auf die Bekämpfungsleistung und den Ertrag

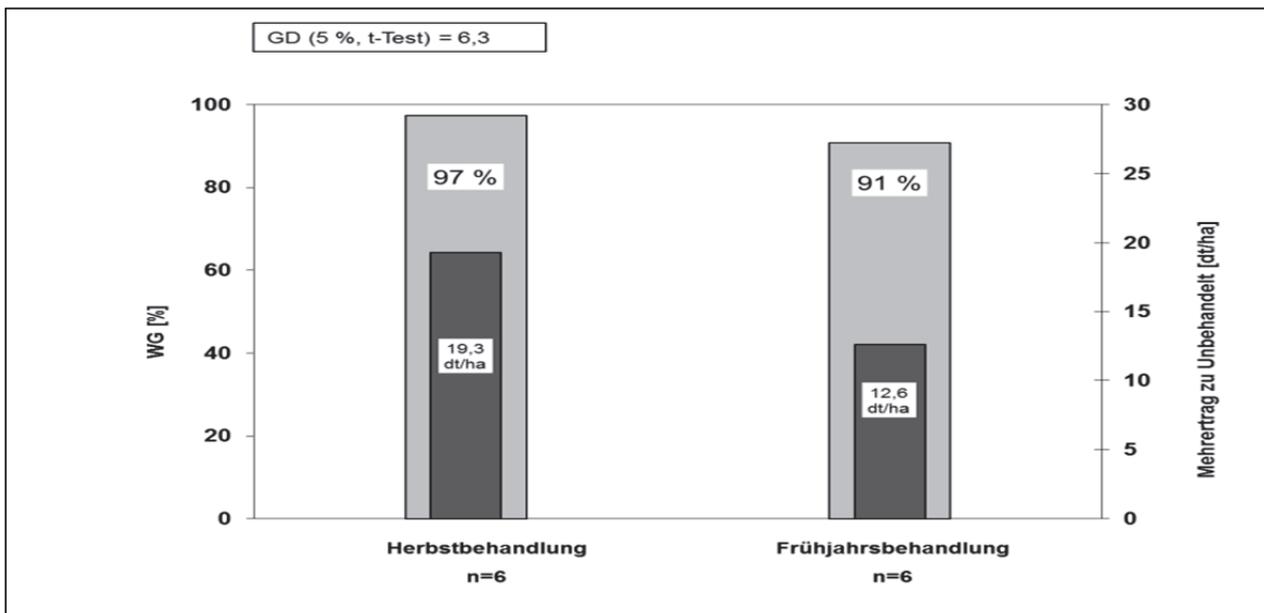


Abbildung 9: Einfluss von Herbst- oder Frühjahrsbehandlungen von 0,3 l/ha Atlantis WG + 0,6 l/ha FHS auf die Bekämpfungsleistung und den Ertrag, Winterweizen, Versuchsjahre 2002 bis 2004, 2006 bis 2007, n = Anzahl der Ergebnisse (Quelle: MEINLSCHMIDT und BÄR, 2009)

In mehrjährigen Streulageversuchen in Sachsen im Herbst oder im Frühjahr wurde 0,3 kg/ha Atlantis WG + 0,6 l/ha FHS eingesetzt (s. Abb. 9). Im Vergleich der Herbst- und Frühjahrsbehandlungen beträgt die Differenz zwischen den durchschnittlichen Mehrerträgen zu unbehandelt 6,7 dt/ha. Die Bekämpfungserfolge unterscheiden sich durch den Herbst- oder Frühjahrseinsatz praktisch nur um wenige Prozente.

Diskussion

Die Ergebnisse konnten den von GEHRING und THYSSEN (2014) beschriebenen Zusammenhang der Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz in Abhängigkeit von dessen Besatzdichte nur zum Teil bestätigen. Insbesondere nach der Anwendung von bodenwirksamen Herbiziden im Herbst nahm die Bekämpfungsleistung mit steigender Besatzdichte immer mehr ab. In den übrigen Behandlungskonzepten wirkte sich die Alopecurus-Dichte nur unwesentlich auf die Bekämpfungseffektivität aus.

Nach Ausführungen von MEYER (1986) entstehen auf stärker verunkrauteten Flächen bereits bis zum Frühjahr durch Ungraskonkurrenz hohe Ertragseinbußen bei Weizen. Die sächsischen Versuche mit Ertragsermittlung (MEINLSCHMIDT und BÄR, 2009) konnten die Ergebnisse von MEYER bestätigen. Die relativen Ertragsleistungen bei der Herbst- bzw. Frühjahrsbehandlung lagen bei 149 bzw. 130 %. Selbst durch sichere Bekämpfungsmaßnahmen im Frühjahr können die Ertragseinbußen nicht mehr verhindert werden. Auf Flächen mit starkem Ackerfuchsschwanzbesatz sollte deshalb eine Bekämpfung bereits im Herbst erfolgen. Im Jahr 2003 konnten zwischen Herbst- und Frühjahrsbehandlungen Unterschiede bei Mehrerträgen (188 bzw. 142 %) und bei den Wirkungsgraden (90 bzw. 48 %) ermittelt werden. Extreme Trockenheit im Frühjahr und eine niedrige relative Luftfeuchte zwischen 30 und 55 % über einen längeren Zeitraum führten zu einer verringerten Wirkstoffaufnahme. Die milden klimatischen Bedingungen im Winter begünstigen das Wachstum von Ackerfuchsschwanz-Pflanzen, was zu Wirkungsminderungen der Frühjahrsbehandlungen führen kann.

Die Bewertung verschiedener Behandlungskonzepte im Versuchsprogramm zeigt eine Minderwirkung der über den Boden wirkenden Herbizidkombinationen im Vergleich zu Tankmischungen mit blattaktiven Wirkstoffen. Mit Einmalbehandlungen im Herbst konnten nur befriedigende oder nicht mehr ausreichende Wirkungsgrade erzielt werden (Abb. 4). Bei ca. 75 % dieser bodenaktiven Herbizidvarianten wäre in der Praxis eine Nachbehandlung erforderlich, um wirtschaftliche Verluste zu minimieren. Im Vergleich der Behandlungsverfahren erzielten Tankmischungen, die über boden- und blattwirksame Wirkstoffe verfügten, auch bei starkem Besatz mit Ackerfuchsschwanz die besten Bekämpfungsleistungen. Die Ergebnisse bestätigen die Aussagen von MOOS (2007), GEHRING et al. (2012), GEHRING und THYSSEN (2014). Die im Herbst applizierten Tankmischungen von Herbiziden der Gruppe F, K1 und K3 mit denen der Gruppe A bzw. B sind in ihrer Bekämpfungsleistung vergleichbar. Die Untersuchungen bestätigen die Feststellung, dass die Wirkungs-

sicherheit durch den Einsatz in Spritzfolgen aus einer Herbst- und einer Frühjahrsbehandlung im Vergleich zur einmaligen Applikation erhöht wird (Abb. 8).

Der Einsatz der weniger resistenzgefährdeten Wirkstoffe mit den HRAC-Einstufungen K1, K3 und F1 kann der Selektion von resistenten Biotypen weitgehend entgegenwirken. Nach den Einschätzungen der zuständigen Pflanzenschutzdienste der in der Abbildung 1 dargestellten Länder ist gegenwärtig davon auszugehen, dass herbizidresistente Biotypen bzw. Populationen von *A. myosuroides* auf deutlich unter 1% der Wintergetreideanbaufläche vorkommen. Zwischen Windhalm und Ackerfuchsschwanz bestehen bei den bisher nachgewiesenen resistenten Biotypen große Unterschiede bezüglich der Häufigkeit der einzelnen Wirkmechanismen. Während bei Windhalm bisher vorwiegend der Wirkmechanismus der ALS-Hemmer (HRAC-Gruppe B) oder der Photosynthese II (HRAC-Gruppe C) betroffen ist (SCHRÖDER et al., 2012), steht bei Ackerfuchsschwanz stärker der Wirkmechanismus der ACCase (HRAC-Gruppe A) im Vordergrund. Diese Tendenz ist für Sachsen-Anhalt zu bestätigen. In Thüringen und Brandenburg wurden überwiegend Resistenzen gegenüber Wirkstoffen der HRAC-Einstufung B nachgewiesen. In Sachsen ist zzt. nur ein resistenter Biotyp bekannt. Aufgrund der allgemein geringeren Nachweise von resistenten Biotypen von *A. myosuroides* in den vier östlichen Bundesländern (MEINLSCHMIDT und TÜMMLER, 2015) im Vergleich zu den westlichen Bundesländern (PETERSEN, 2014) besteht noch die Möglichkeit, durch effektive Antiresistenzstrategien die weitere Selektion dieser Biotypen zumindest hinauszuzögern.

Im Rahmen des Resistenzmanagements sollten die Tankmischungen von boden- und blattaktiven Wirkstoffen mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus oder die Spritzfolgen eines bodenaktiven Herbizides jeweils im Herbst, gefolgt von einem blattaktiven Herbizid im Frühjahr, zur Bekämpfung von *A. myosuroides* favorisiert werden. Auf Standorten, auf welchen bereits resistente Biotypen auftreten, sind diese Maßnahmen nicht zielführend. Eine Resistenzentwicklung bei Ackerfuchsschwanz kann allein durch ein sachgerechtes Herbizidmanagement nicht verhindert werden (BALGHEIM, 2006 und 2009; JKI, 2008; MEINLSCHMIDT und SCHRÖDER, 2011). Ackerbauliche Maßnahmen, wie vielgliedrige Fruchtfolgen, spätere Saattermine und die Bodenbearbeitung mit Pflugeinsatz (KNAB und HURLE, 1988) müssen in das Anti-Resistenzmanagement integriert werden. Ziel dieser Maßnahmen ist eine Reduzierung der Ungrasdichte und somit auch der Selektionswahrscheinlichkeit von Resistenz durch nachfolgende Herbizideinsätze (PETERSEN, 2015). Nach LUTMAN et al. (2013) reduzierte der Einsatz des Pfluges die Population von *A. myosuroides* im Durchschnitt um ca. 70 % im Vergleich zur pfluglosen Bodenbearbeitung. Spätere Saattermine im Oktober reduzierten den Ackerfuchsschwanz-Besatz um ca. 50 %. Beim Anbau konkurrenzstarker Sorten wurde eine Reduktion der ährentragenden Halme um 22 % erreicht. Da in absehbarer Zeit nicht damit zu rechnen ist, dass neue Wirkstoffgruppen zur Gräserbekämpfung zur Verfügung stehen werden, muss auf Standorten mit einem erhöhten Besatz an resistenten Biotypen, auf denen trotz ackerbaulicher Maßnahmen keine Reduzierung auf ein wirtschaftliches Niveau erreicht werden kann, über einen Verzicht des Anbaus von Winterkulturen über einen längeren Zeitraum nachgedacht werden.

Zusammenfassung

Der Ackerfuchsschwanz nimmt regional sowohl in der Verbreitung als auch in der Befallsstärke in den Bundesländern Brandenburg, Hessen, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen zu. In den letzten Jahren mehren sich die Resistenznachweise bei *Alopecurus myosuroides* gegenüber ALS-Hemmern und ACCase-Hemmern in einigen ostdeutschen Bundesländern und Hessen.

Es wurde ermittelt, mit welchen dikotylen Unkräutern *A. myosuroides* am häufigsten vergesellschaftet vorkommt. Im gemeinsamen Versuchsprogramm von 2000 bis 2014 erfolgte die Prüfung der Leistungsfähigkeit verschiedener Behandlungen. Insgesamt konnten 191 Versuche in die Auswertung einbezogen werden. Anhand der HRAC-Einstufung wurden Herbizid-Kombinationen gebildet, die entsprechend einer nachgewiesenen Resistenzsituation des Standortes zur Problemlösung beitragen können. Es wurden unterschiedliche Behandlungstermine sowie Einmal- und Mehrfachbehandlungen von Herbiziden und Tankmischungen getestet. Es erfolgte die Ermittlung des Einflusses der Besatzdichte von *A. myosuroides* auf die Wirksamkeit.

Die im Herbst einmal applizierten bodenwirksamen Herbizide erzielten keine ausreichenden Wirkungsgrade gegenüber *A. myosuroides* (besonders bei stärkerem Besatz > 500 Scheinähren/m²). Eine sichere Bekämpfung ist durch die Kombination eines Bodenherbizides mit einem blattaktiven Partner möglich. Im Vergleich der Behandlungsverfahren waren Spritzfolgen wirkungssicherer als Einmalbehandlungen. Um einer weiteren Ausbreitung der Resistenzen entgegenzuwirken, sind Wirkstoffgruppenwechsel und die Erzielung hoher Wirkungsgrade der Herbizidvarianten neben den ackerbaulichen Maßnahmen wie Aussattermin, Einsatz des Pfluges und Fruchtfolge von hoher Priorität.

Literatur

- ANDERSSON, L. und AKERBLUM ESPEBY, L. (2009): Variation in seed dormancy and light sensitivity in *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti*. *Weed Research* (2009) 49, p. 261-270
- BALGHEIM, R. (2006): Ackerfuchsschwanz: Herbizidresistenz verhindern und Wirkstoffe erhalten. In: *Getreidemagazin* (2006) 4, S. 228-233
- BALGHEIM, R. (2009): Ungräser - immer mehr Resistenzen. In: *DLG Mitteilungen*. Sonderdruck aus *DLG-Mitteilungen* 9
- COLBACH, N.; CHAUVEL, B.; DÜRR, C. und RICHARD, G. (2002): Effect of environmental conditions on *Alopecurus myosuroides* germination. I Effect of temperature and light. *Weed Research* 42, p. 210-221
- DÉLYE, C.; MENCHARI, Y.; GUILLEMIN, J. P.; MATÉJICEK, A.; MICHEL, S.; CAMILLERI, C. und B. CHAUVEL, (2007): Status of black grass (*Alopecurus myosuroides*) resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in France. *Weed Research* 47, p. 95-105
- DÉLYE, C.; GARDIN, J. A. C.; BOUCANSAUD, K.; CHAUVEL, B. und PETIT, C. (2011): Non-target-site-based resistance should be the centre of attention for herbicide resistance research: *Alopecurus myosuroides* as an illustration. *Weed Research* 51, p. 433-437
- GEHRING, K. und THYSSEN, S. (2014): Herbizideinsatz gegen schwer bekämpfbaren, herbizidresistenten Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) in Winterweizen (*Triticum aestivum* L.). In: *Julius-Kühn-Archiv* (2014) 443, S. 311-319

- GEHRING, K.; BALGHEIM, R.; MEINLSCHMIDT, E. und SCHLEICH-SAIDFAR, C. (2012): Prinzipien einer Anti-Resistenzstrategie bei der Bekämpfung von *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* aus Sicht des Pflanzenschutzdienstes. In: Julius-Kühn-Archiv (2012) 434, S. 89-101
- HEAP, I. M. (2015): International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org. Last Accessed Oktober 25, 2015
- HOLM, L.; DOLL, J.; HOLM, E.; PANCHO, J. und Hererger, J. (1997): *Alopecurus myosuroides*. World weeds: natural Histories and Distribution. Chapter 5, pages 29-36. Publisher: John Wiley
- JKI - Julius Kühn-Institut (2008): In: JKI-Informationsblatt: Acker-Fuchsschwanz. Herbizidresistenzen vermeiden. Wirkstoffe erhalten.
- KAMPE, W. (1976): Zur Auflaufdynamik von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) und Windhalm (*Apera spica-venti*) in der Pfalz 1970-1974. In: Gesunde Pflanzen (1976) 27, S. 133-138
- KNAB, W. und HURLE, K. (1988): Einfluß der Grundbodenbearbeitung auf Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.). In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XI, S. 97-108
- KÖTTER, U. (1991): Zur Biologie von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) und dessen Konkurrenzbeziehungen zu Winterweizen. In: Gesunde Pflanzen (1991) 43, S. 179-184
- KRÜCKEN, A. (1976): Ackerfuchsschwanz - noch das gefürchtetste Ackerungras? In: Gesunde Pflanzen (1976) 12, S. 259-264
- LUTMAN, P.J.W.; MOOS, S. R.; COOK, S. und WELHAM, S. J. (2013): A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. Weed research volume 53, p. 299-313
- MACHEFER, G.; BENZ, W.; WEGENER, M. und TRAPP, R. (1998): Zusammenfassung zwischen Ackerfuchsschwanzbekämpfung und Ertragsleistung in Wintergetreide. In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVI (1998), S. 345-349
- MEYER, J. (1986): Ackerfuchsschwanzbekämpfung in Wintergetreide in der schleswig-holsteinischen Marsch. In: Gesunde Pflanzen (1986) 10, S. 464
- MEINLSCHMIDT, E. und BÄR, H. (2009): Ackerfuchsschwanzbekämpfung. Ergebnisse des Versuchsprogramms der Länder Brandenburg, Hessen, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen. In: Getreidemagazin (2009) 1, S. 26-29
- MEINLSCHMIDT, E. und SCHRÖDER, G. (2001): Damit es nicht soweit kommt - Herbizidresistenzen. In: Dlz Agrarmagazin Pflanzenbau (2001) 2, S. 2-5
- MEINLSCHMIDT, E. und TÜMMLER, C. (2015): Das Prinzip der Vorbeugung. In: DLG-Mitteilungen (2015) 9, S. 50-53
- MITTNACHT, A. und KEMMER, A. (2000): Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) und Klettenlabkraut (*Galium aparine* L.) in Wintergetreide. In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVII (2000), S. 439-446
- MOOS, S. R. (1987): Competition between black-grass (*Alopecurus myosuroides*) and winter wheat. Proceedings of the British Crop Protection Conference 2, p. 367-374
- MOOS, S. R., PERRYMAN, S. A. M. und Tatnell, L. V. (2007): Managing herbicide-resistant black-grass *Alopecurus myosuroides*: theory and practice. Weed Technology (2007) 21, p. 300-309
- PETERSEN, J. (2014): Einfluss von Sequenzbehandlungen auf die Herbizidresistenzentwicklung bei *Alopecurus myosuroides*. In: Julius Kühn-Archiv (2014) 447, S. 102
- PETERSEN, J. (2015): Einfluss von Sequenzbehandlungen auf die Herbizidresistenzentwicklung bei Ackerfuchsschwanz. In: Getreidemagazin (2015) 4, S. 17-21
- RAFFEL, H.; MEINERS, I. und KRATO, C. (2014): Aktuelle Situation zur Herbizidresistenz bei Ungräsern und Konsequenzen für die Praxis. In: Julius Kühn-Archiv (2014) 447, S. 133

SCHRÖDER, G.; MEINLSCHMIDT, E.; BALGHEIM, R.; BERGMANN, E. und GÖSSNER, K. (2012): Effektive Kontrolle von Windhalm (*Apera spica venti*) in Wintergetreide durch Nutzung von Herbizidbehandlungen mit hohen Wirkungsgraden - Ergebnisse der Ringversuche der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2001-2011. In: Julius-Kühn-Archiv (2012) 434, S. 301-312

Autoren: Ewa Meinlschmidt
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Waldheimer Straße 219
01683 Nossen

Christine Tümmler
Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung
Steinplatz 1, OT Wünsdorf
15806 Zossen

Heiko Schmalstieg
Pflanzenschutzamt Berlin
Mohriner Allee 137
12347 Berlin

Elke Bergmann
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg

Feldmausbefall und -bekämpfung in Thüringen - Ein Rückblick

Katrin Gößner (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Die Feldmaus (*Microtus arvalis*) gehört zu den wichtigsten Allgemeinschädlingen und verursacht regelmäßig hohe wirtschaftliche Schäden in landwirtschaftlichen Kulturen. Besonders betroffen vom Befall mit Feldmäusen sind die Lössgebiete in Mitteldeutschland. In Thüringen tritt die Feldmaus bevorzugt im Gebiet des Erfurter Beckens auf. Schäden gibt es vor allem in Winterkulturen (Winterraps, Wintergerste, Winterweizen) sowie im mehrjährigen Feldfutter (z. B. Luzerne) und auf Grünlandflächen. In Jahren mit Massenvermehrung der Feldmäuse dehnt sich der Befall auch auf Regionen außerhalb des Thüringer Beckens aus.

Die Bekämpfungsmöglichkeiten mit Rodentiziden gingen mit dem Wegfall von Chlorphacinon-Mitteln deutlich zurück. Die zunehmenden Auflagen für den Einsatz von Zinkphosphid-Präparaten führen zu weiteren Einschränkungen bei der chemischen Feldmausbekämpfung.

Lebensweise

Die Feldmaus gehört zu den Wühlmäusen und lebt in 30 bis 50 cm tiefen Erdbauen. In diesen befinden sich die Nester mit den Jungtieren und die Vorratskammern für das Winterfutter. Feldmäuse sind vorrangig oberirdisch fressende Wühlmäuse und müssen deshalb zur Nahrungsaufnahme den Bau verlassen. Von den Einschlußflöchern der Baue führen oberirdische Laufgänge zur Nahrung. Diese besteht vor allem aus grünen, saftigen Pflanzenteilen und Samen, aber auch aus Knollen, Wurzeln und Rhizomen. Deshalb können auch alle landwirtschaftlichen Kulturen (wie Getreide, Raps, Rüben, Kartoffeln, Ackerfutter, Grünlandpflanzen) durch die Fraßtätigkeit der Feldmäuse geschädigt werden.

Für die Baue wählt die Feldmaus leichte Bodenerhebungen in offenem Gelände, Grünland- und Feldfutterflächen, Felldränder, Böschungen, Weg- und Waldränder aus. Bevorzugte Standorte sind bessere und vor allem tiefgründige Ackerböden mit dichtem Pflanzenbewuchs. Diese Pflanzen bieten reichlich Nahrung und auch Deckung vor den natürlichen Feinden. Leichte Sand- und schwere Tonböden werden meist gemieden. Besonders Regionen mit Jahresniederschlagsmengen bis 550 mm, wie die mitteldeutschen Trockengebiete, werden bevorzugt von Feldmäusen besiedelt. Günstig für den Populationsaufbau sind Schläge, die unmittelbar an Rückzugs- und Überlebensareale der Mäuse angrenzen. Solche Flächen sind Straßengräben, Wegränder, Öd- und Unland sowie anderes Nichtkulturland. Weiterhin wirkt sich die pfluglose Bodenbearbeitung fördernd auf den Besatz mit Feldmäusen aus.

Die Fortpflanzung erfolgt in der Regel im Zeitraum von März bis Oktober. Die Vermehrungsrate ist sehr hoch. Die Weibchen können im Abstand von drei bis vier Wochen im Durchschnitt etwa sieben Junge werfen. Da die Jungtiere eine Nestgemeinschaft mit der Mutter bilden, kann sich nach mehreren Generationen unter günstigen Bedingungen eine hohe Populationsdichte entwickeln. In Jahren der Massenvermehrung ist dann ein Besatz von mehr als 3 000 Mäusen/ha möglich. Wirtschaftliche Schäden sind bereits bei einer Feldmausdichte von > 80 Tieren/ha zu erwarten. Bei starkem Befall können die Ernteverluste 15 bis 25 % betragen. Setzt bereits in der Auflaufphase von Raps oder Getreide eine massive Schädigung durch den Fraß der Feldmäuse ein, ist auch ein Totalausfall des Ertrages auf der Fläche möglich.



Feldmaus beim Verlassen des Baus

Feststellung und Bewertung des Befalls

Wichtig ist das rechtzeitige Erkennen und Bewerten des Befalls. Typische Zeichen für die Anwesenheit der Feldmäuse sind Mäuselöcher mit eingezogenen Pflanzenteilen und Pflanzen mit Fraßstellen. Besonders bei Neuansäen von Winterraps und Wintergetreide im Herbst sind die kreisförmigen Fehlstellen im Bestand um die Feldmausbaue sehr auffällig. Visuelle Kontrollen in den Feldmausrückzugsgebieten (Feldraine, Böschungen, Gräben u. a.) lassen bereits frühzeitig Rückschlüsse über die Aktivität der Mäuse zu.

Eine exakte Aussage zur Besatzdichte in den landwirtschaftlichen Kulturen ist mit Hilfe der sogenannten Lochtretmethode zu erhalten. Dazu steckt man eine Kontrollfläche von 16 x 16 m (ca. 250 m²) ab und tritt auf diesem Areal die vorhandenen Feldmauslöcher zu. Nach 24 Stunden werden die wieder geöffneten Löcher (wgl) ausgezählt.

In der Vergangenheit war von einem zyklischen Massenaufreten aller drei bis vier Jahre auszugehen. Der verstärkte Anbau von Winterkulturen, sich verändernde klimatische Bedingungen (vor allem zunehmend milde Winter, trockenwarme Witterung im Herbst und Frühjahr) sowie veränderte Bodenbearbeitungsverfahren haben vermehrt zu Abweichungen vom normalen Populationszyklus der Feldmäuse geführt. So verkürzen sich unter günstigen Befallsbedingungen die Zyklen und es kommt tendenziell häufiger zu Massenbefall.

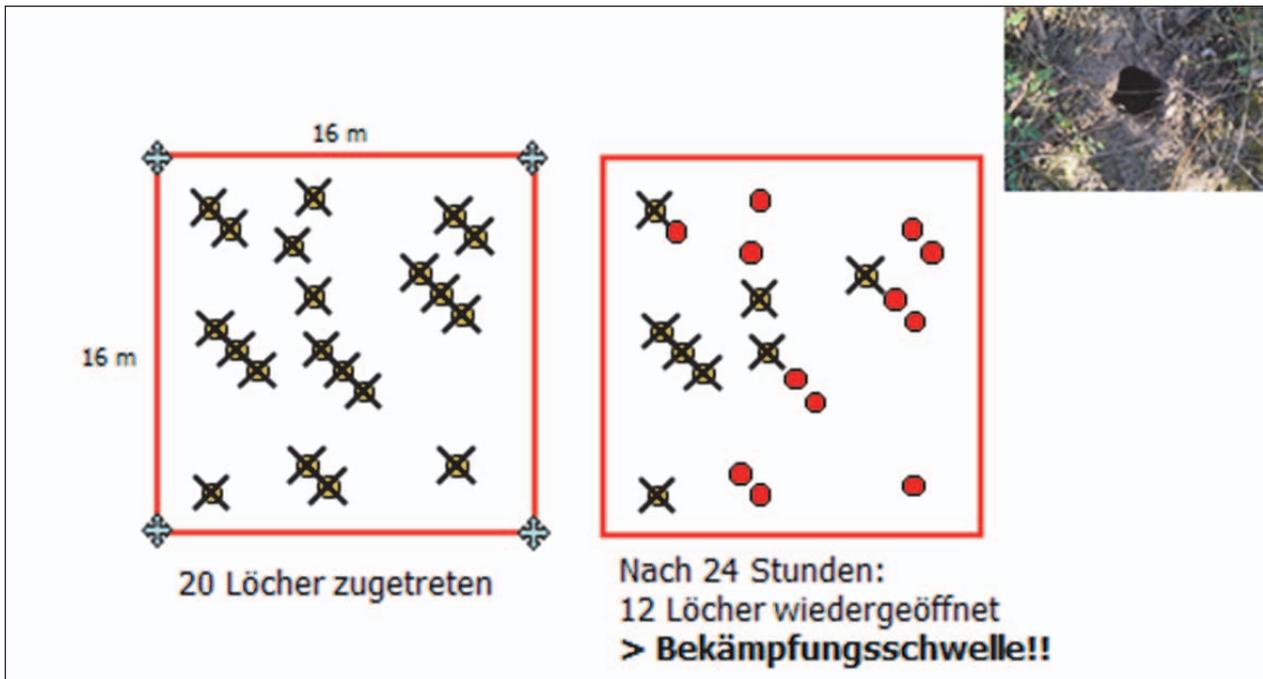


Abbildung 1: Lochtretmethode zur Feststellung des Feldmausbefalls

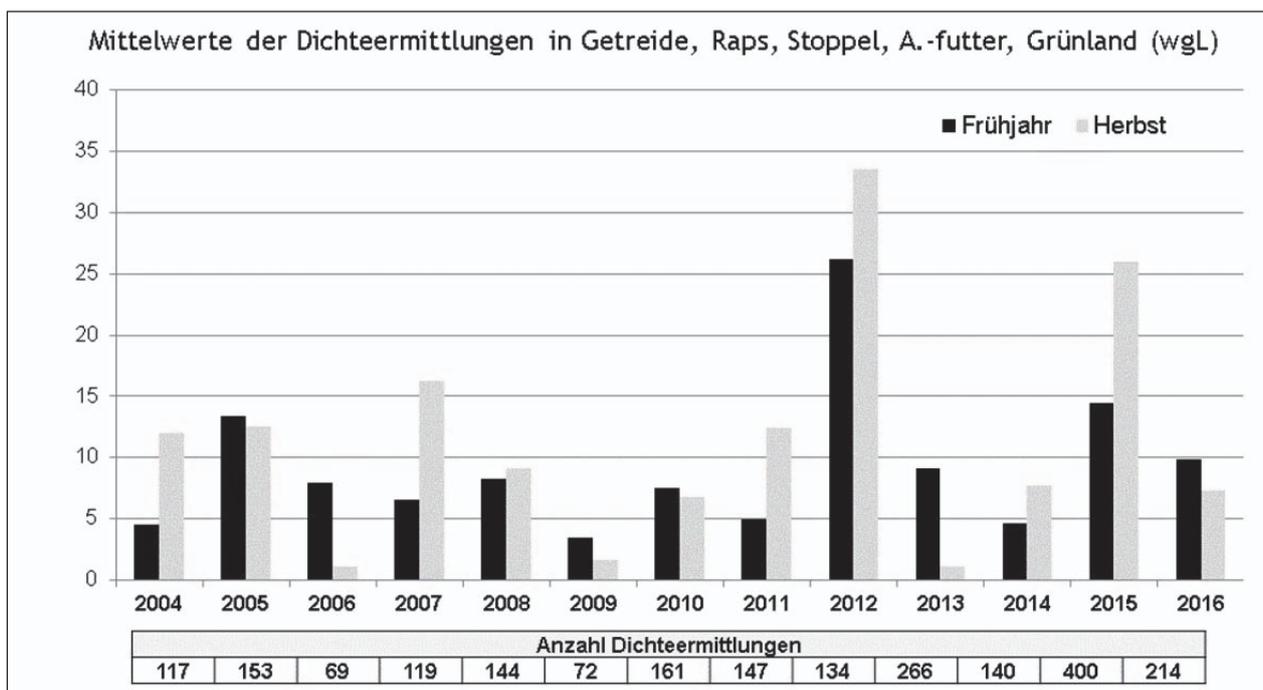


Abbildung 2: Entwicklung Feldmausbefall Thüringen 2004 bis 2016 halbjährlich

Seit 2004 liegen einheitlich erfasste und belastbare Daten zu Feldmausdichteermittlungen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Thüringen vor. Im erfassten Zeitraum waren 2005, 2007, 2012 und 2015 Jahre mit einem Massenbefall durch Feldmäuse. In 2010 war das Auftreten der Schadnager leicht erhöht. Es deutet sich an, dass sich der Zeitraum zwischen Gradationsjahren auf einen Zyklus von zwei bis drei Jahren verkürzt hat. Besorgniserregend ist aber auch, dass die beiden letzten Gradationsjahre 2012 und 2015 durch thüringenweit extrem hohe Befallswerte herausragten mit Maximalwerten von über 120 wgL/250 m².

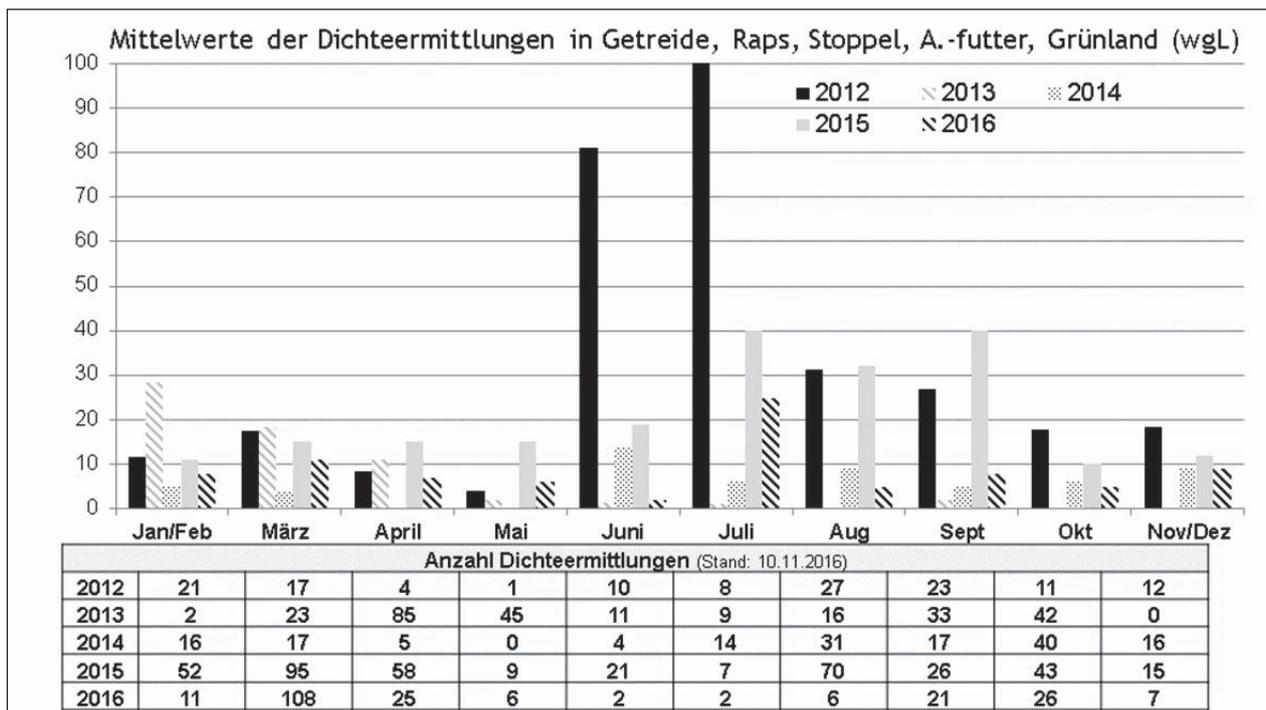


Abbildung 3: Entwicklung Feldmausbefall Thüringen 2004 bis 2016 nach Monaten

Für den Herbst 2016 zeichnet sich nach bisher vorliegenden Daten wieder ein leichter Anstieg der Feldmauspopulation ab. Im Sommer blieb die Schädigung der Kulturen unauffällig, was insbesondere auf dem Grünland und auf den Futterflächen am ausreichenden und ständig nachwachsenden Nahrungsangebot lag. Bei Kontrollen der Neuansaat der Winterkulturen ab Ende September ist eine zügig beginnende Besiedlung der Flächen zu beobachten. Die weitere Entwicklung des Feldmausbesatzes ist vor allem von der Witterung in der vegetationslosen Zeit abhängig.

Die gewonnenen Daten aus der Lochtretmethode zur Besatzdichte sollten stets die Basis für eine Einschätzung der Bekämpfungsnotwendigkeit sein (Tab. 1). Dokumentierte Daten ermöglichen zudem längerfristige Befallsbetrachtungen. Bei geringem Feldmausauftreten kann man zum Schutz des Ökosystems auf eine chemische Bekämpfung verzichten. Bei stärkerem Auftreten wird jedoch ein Rodentizideinsatz notwendig.

Tabelle 1: Bekämpfungsrichtwerte (Basis Lochtret-Methode)

Kultur	Zeitraum	Bekämpfungsrichtwert wieder geöffnete Löcher/250 m ²
Wintergetreide, Winterraps	Oktober bis April	5 bis 8
	Anfang Mai	5 bis 6
mehrjährige Futterkulturen	nach 1. Schnitt	5
	nach 2. Schnitt	11
Vermehrungskulturen	ganzjährig	3 bis 8
andere Kulturen	ganzjährig	5 bis 10

Nichtchemische Bekämpfung

Zur biologischen Bekämpfung hat sich das Aufstellen von Sitzstangen auf Befallsflächen (1 bis 2 je Hektar) zur Förderung der Greifvogelaktivität bereits bei Befallsbeginn bewährt. Die Sitzstangen sollten mindestens 2 m hoch sein und ein rundes Querholz von etwa 30 cm Länge und 3 bis 5 cm Durchmesser haben. Nur sicher stehende Sitzstangen werden von den Vögeln gut angenommen. Bei geringem Feldmausbesatz wird mit dieser Methode eine Regulierung der Population erreicht. Massenvermehrungen können damit jedoch nicht verhindert werden.



Sitzstange am Schlagrand

Jede Bodenbearbeitungsmaßnahme führt zu einer Beeinträchtigung der Feldmaus-Population. Je intensiver und tiefer die Bodenbearbeitung erfolgt, umso größer und nachhaltiger ist der Bekämpfungserfolg. Während pfluglose bzw. Minimalbodenbearbeitung die Feldmauspopulation wenig beeinträchtigt, wirkt regelmäßiges Pflügen der Ansiedelung stärker entgegen.

Alle Maßnahmen, die das „Schwarzhalten“ der Flächen nach der Ernte bis zur neuen Aussaat zum Ziel haben, sichern einen langen Nahrungsentzug für die Feldmäuse. Dazu gehören eine umgehende Stoppelbearbeitung nach der Ernte, eine gute Strohverteilung (keine Strohmatte) und die Vermeidung „Grüner Brücken“ (z. B. durch Glyphosatanwendung). Auch der Verzicht auf Fröhsaaten bei Winterkulturen bringt mehr Zeit für Bodenbearbeitungsmaßnahmen.



Gepflügter Ackerrandstreifen zum Vermindern der Einwanderung der Feldmäuse

Da der Befall oftmals vom Rand der Ackerflächen ausgeht, bringt selbst ein gepflügter Streifen von etwa 20 m Breite einen Barriereneffekt, denn Mäuse bewegen sich ungern auf offenen Flächen ohne Deckung.

Reichen biologische und mechanische Maßnahmen zur Reduzierung der Feldmaus-Population nicht aus, ist der Einsatz von Rodentiziden unumgänglich.

Chemische Bekämpfung mit Chlorphacinon

Bis in die 1970er Jahre hinein wurden Arsenverbindungen, Bariumcarbonat, Strychnin, Weißer Phosphor und Thalliumsulfat zur Mäusebekämpfung eingesetzt. Diese Mittel besaßen eine erhebliche Toxizität gegenüber Menschen, Säugetiere, Vögel und Fische. Die ab 1971 (ab 1974 in der DDR) für die Bekämpfung von Mäusen zugelassenen Blutgerin-

nungshemmer waren in dieser Hinsicht weniger bedenklich und stellten somit einen erheblichen Fortschritt damals dar. Diese Vitamin K1-ähnlichen Stoffe kommen auch in der Natur vor und bauen sich im Körper größerer Säugetiere schnell ab. Bei Mäusen dagegen führen sie nach der Aufnahme des Wirkstoffs über mehrere Tage hinweg zu inneren Blutungen und zum Tod.

Zu diesen Gerinnungshemmern zählt u. a. der Wirkstoff Chlorphacinon. Das unter dem Handelsnamen „Ratron Feldmausköder“ in Streuanwendung ausgebrachte Mittel wurde über viele Jahrzehnte hinweg sehr effektiv bei der Feldmausbekämpfung eingesetzt. Vor allem in Jahren mit Massenbefall war die Anwendung von Chlorphacinon-Mitteln die Basis der Bekämpfungsmaßnahmen. Mit der „Entscheidung der EU-Kommission vom 21. Juni 2007 über die Nichtaufnahme bestimmter Wirkstoffe in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und dem Widerruf der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesen Wirkstoffen (2007/442/EG)“ stand dieses Rodentizid für die breitflächige Anwendung für Landwirte nicht mehr zur Verfügung.

Bereits im Herbst des Jahres 2007 trug dieses Verbot in Thüringen (und in anderen vom Feldmausbefall betroffenen Bundesländern) mit dazu bei, dass es zu großen Schäden an den Aussaaten der Winterkulturen kam. Es wurden Ertragsausfälle von bis zu 80 % geschätzt. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) erteilte auf Antrag des Pflanzenschutzdienstes in Thüringen eine Ausnahmegenehmigung, die allerdings nur 120 Tage lang galt. Das Verbot der Streuanwendung von „Ratron Feldmausködern“ wurde vom BVL mit Befürchtungen begründet, dass über Primärvergiftungen andere Wirbeltiere und über Sekundärvergiftungen mäusefressende Tiere geschädigt werden könnten. Tatsächlich ließen sich jedoch bisher nur Fehlanwendungen als Ursache von aufgetretenen Vergiftungsfällen ermitteln.

Neben der Ausnahmegenehmigung 2007 wurden in Thüringen in den Jahren 2012 und 2015 weitere Notfallgenehmigungen gemäß Artikel 53 der VO 1107/2009 für eine befristete Ausbringung von Chlorphacinon-Ködern zum Schutz der Neuansaat im Herbst vom Pflanzenschutzdienst beantragt und vom BVL erlassen. Voraussetzung für eine Anwendung war ein nachzuweisender Starkbefall durch den Landwirt und eine Anordnung des zuständigen Pflanzenschutzdienstes nach Abstimmung mit der zuständigen Naturschutzbehörde.

Diese Notfallgenehmigungen konnten in den genannten Jahren jedoch nicht die hohen Schäden an Neuansaat (insbesondere im Winterraps) verhindern. Das erforderliche Abstimmungsverfahren mit den Naturschutzbehörden erwies sich als sehr zeit- und arbeitsaufwändig für alle Beteiligten. Zudem blieb in der Mehrzahl der Fälle das Antragsverfahren erfolglos, da viele Flächen nach Ansicht der Naturschutzbehörde einem Schutzstatus unterlagen. Damit konnten notwendige Streuanwendungen mit den wirksamen Chlorphacinon-Ködern nicht oder in vielen Fällen nur zu spät durchgeführt werden. Damit ging die Wirksamkeit des Ködereinsatzes zurück und hohe Schäden an den Kulturen waren zu verzeichnen.

Für die Zukunft kann man davon ausgehen, dass der Einsatz von Chlorphacinon-Ködern keine Rolle mehr bei der Feldmausbekämpfung spielen wird. Veränderte rechtliche Rahmenbedingungen für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sowie vermehrt kritische Diskussionen zum chemischen Pflanzenschutz in der Öffentlichkeit stützen diese These.

Anwendung von Zinkphosphid-Mitteln

Zur chemischen Bekämpfung der Feldmäuse steht gegenwärtig nur noch der Wirkstoff Zinkphosphid mit unterschiedlichen Wirkstoffgehalten zur Verfügung (Tab. 2). Die meisten Köder bestehen aus sterilisiertem Getreide, nur wenige Präparate (z. B. Giftlinsen) werden aus einer speziellen Ködermischung hergestellt.

Tabelle 2: Auswahl an Rodentiziden gegen Feldmäuse

PSM Zulassung bis	WSG (g/kg)	Aufwand- menge	max. AWH	Abstand Gewässer (m)	Zulassung in	Kosten (€/kg)
Wirkstoff Zinkphosphid						
Ratron-Giftlinsen 01/2017 ▶	8,0	5 Stück/Loch oder 100 g/ Köderstelle	1	10	Ackerbau- kulturen, Wiesen, Weiden	11
Ratron-Giftweizen 04/2017 ▶	25,0	5 Stück/Loch	-			5
Detia Mäuse Giftkörner 5/2017 ▶	30,4	5 Stück/Loch	3			
AWH: Anwendungshäufigkeit ▶ Analogprodukte erhältlich Für alle Produkte ist NT661 (verdeckte Ausbringung) zu beachten!						

Dieser Wirkstoff besitzt eine hohe Toxizität gegenüber Vögeln und anderen Wildtieren. Zum Schutz dieser Tierarten ist deshalb darauf zu achten, dass Giftgetreide/-linsen sorgfältig und verdeckt in die Feldmausgänge eingebracht werden. Eine breitwürfige Ausbringung dieser Mittel ist verboten. Giftgetreide muss deshalb ausschließlich unter Verwendung von Legeflinten ausgebracht werden, was sehr handarbeitsaufwändig ist. Mit Hilfe dieses Spezialgerätes lassen sich die Mittel tief und für andere Tiere unzugänglich in die Feldmauslöcher einbringen.

Giftlinsen kann man zudem unter Verwendung von Köderstationen einsetzen. Diese Art der Bekämpfung ist für landwirtschaftliche Betriebe jedoch nicht praktikabel und damit ungeeignet. Köderstationen müssen mit großem Arbeitsaufwand aufgestellt, ständig kontrolliert sowie nachgefüllt und dann wieder eingesammelt werden. Sie sind auch stark witterungsabhängig, da bei länger anhaltenden Niederschlägen eine eintretende Verschlammung die Stationen unbrauchbar machen kann.

In einigen Betrieben Thüringens wird seit dem Gradationsjahr 2012 als eine weitere Ausbringungsmöglichkeit von Giftweizen/-linsen der Einsatz des Wühlmauspfluges genutzt. Mit diesem Pflug können die Mittel in eine künstlich geschaffene Röhre in etwa 20 cm Tiefe maschinell in den Boden ausgebracht werden. Empfohlen werden mindestens drei solcher Bekämpfungsröhren entlang des Schlagrandes, um ein Einwandern der Feldmäuse zu reduzieren. Versuchsergebnisse in Thüringen deuten an, dass bei Massenbefall



Einsatz des Wühlmauspfluges WUMAKI C3 im Randbereich eines Schlages

mit hohem Populationsdruck die Effektivität des Wühlmauspflugeinsatzes stark herabgesetzt und die Wirkung nicht ausreichend ist. Für eine genaue Abschätzung der Wirksamkeit und einer Optimierung des Verfahrens sind weitere Untersuchungen notwendig.

Insgesamt bleiben die Aussichten für die Zukunft von Zinkphosphid-Mitteln ungewiss. Derzeit erfolgen Verlängerungen der Zulassung dieser Rodentizide durch das BVL nur noch für einen verkürzten Zeitraum. Bestrebungen der Umweltbehörden zielen darauf ab, diesen letzten zur Bekämpfung der Feldmäuse zur Verfügung stehenden Rodentizid-Wirkstoff zu verbieten.

Fazit

Thüringen zählt zu den traditionellen Hauptbefallsgebieten der Feldmäuse in Deutschland. Dies liegt begründet in den günstigen natürlichen Bedingungen besonders in der Acker Ebene des Erfurter Beckens. Seit mehreren Jahren zeigen die Befallserhebungen des Pflanzenschutzdienstes eine zunehmende Aktivität der Feldmäuse und dadurch verstärkte Schäden in Thüringen.

Die Gründe dafür sind komplex und liegen unter anderem an einem veränderten Acker- und Pflanzenbau. Dazu gehört der intensivere Anbau von Winterkulturen und Winterzwischenfrüchten mit nur kurzen Pausen zwischen Vor- und Nachfrucht im Herbst sowie die Umstellung auf pfluglose Bodenbearbeitungsverfahren. Weiterhin begünstigen zunehmend milde Winter und trockenwarme Witterung im Herbst und Frühjahr die Entwicklung der Feldmäuse.

Unter diesen Bedingungen sind leistungsfähige Rodentizide zur Regulierung von großer Bedeutung. Diese stehen jedoch mit dem Verbot von Chlorphacinon-Ködern im Jahr 2007 nicht mehr zur Verfügung. Das händische Ausbringen von Giftgetreide auf der Basis von Zinkphosphid mittels Legeflinte ist in Jahren mit Massenbefall nicht effektiv genug, um Schäden durch Feldmäuse sicher zu verhindern. Sollte der Wirkstoff Zinkphosphid im Jahr 2017 keine Wiedezulassung erhalten, gibt es überhaupt keine Rodentizide mehr gegen Feldmäuse.

Es ist deshalb wichtig, auch mit allen verfügbaren Maßnahmen des Acker- und Pflanzenbaus sofort und konsequent gegen sich aufbauenden Feldmausbefall vorzugehen. Dazu gehört z. B. der Verzicht auf Fröhsaaten bei Winterkulturen, der gezielte Einsatz des Pfluges auf Befallsflächen und die Nutzung des Zeitraums vor der Herbstsaat für eine intensive und wiederholte Bodenbearbeitung. Sollte die Möglichkeit der chemischen Bekämpfung mittelfristig ganz entfallen, gewinnen solche Maßnahmen noch mehr an Bedeutung.

Ergebnis einer Umfrage zur Anwendung von Glyphosat in der Landwirtschaft in Thüringen

Reinhard Götz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Einleitung und Veranlassung

Glyphosat ist ein Herbizidwirkstoff zur nichtselektiven Unkrautbekämpfung. Weltweit erfolgt eine intensive Anwendung dieses Wirkstoffs vor allem in Glyphosat-resistenten Kulturpflanzen (Sojabohne, Baumwolle, Mais, Raps). In Europa werden diese Herbizide vor allem zum Unkrautmanagement in der Fruchtfolge auf der Stoppel und zur Saatvorbereitung verwendet.

Bei Glyphosat handelt es sich um den meist verkauften Herbizid-Wirkstoff in Deutschland. Mit Stand 09/2016 sind insgesamt 97 Herbizide mit diesem Wirkstoff in Landwirtschaft und Gartenbau zugelassen (www.bvl.bund.de). Zumeist handelt es sich dabei um Herbizide, die ausschließlich Glyphosat (in der Regel als Isopropylamin-Salz formuliert) in unterschiedlichen Konzentrationen (zumeist 360 g/l) enthalten. Insgesamt sechs Glyphosat-Herbizide beinhalten weitere Herbizidwirkstoffe. Diese Mittel sind für spezielle Anwendungszwecke vorgesehen.

2015 stand die Bewertung des Wirkstoffs für eine erneute EU-weite Zulassung an. Dazu erfolgte eine Vielzahl an Studien zum Verhalten in der Umwelt sowie in Mensch und Tier. Kritiker sehen in einigen Studien Belege dafür, dass es sich bei Glyphosat um einen problematischen Wirkstoff handelt. Umstritten bleibt vor allem die Frage, inwieweit diese Substanz krebserregende Eigenschaften beim Menschen besitzt.

Mittlerweile erfolgte eine befristete Verlängerung der EU-Zulassung des Wirkstoffs Glyphosat durch die EU-Kommission in Abhängigkeit von einer weiteren Stellungnahme der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) bis längstens 31.12.2017.

Für die Entwicklung von Alternativen zu dessen Einsatz oder aber auch zur Abschätzung des Nutzens von Glyphosat benötigt man eine exakte Statistik zur Anwendung und zu den Einsatzzielen dieser Mittel. Eine solche Statistik gibt es jedoch in Deutschland nicht. Diese wäre sicherlich auch zu aufwändig und in der Praxis nicht umsetzbar. Lediglich die Absatzmengen von PSM müssen nach § 64 Pflanzenschutzgesetz dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) gemeldet werden.

Das Julius Kühn-Institut versucht über Hochrechnungen von Daten aus Betriebserhebungen (z. B. Projekt Vergleichsbetriebe) solche Daten zu liefern. Im Falle von Glyphosat wird jedoch die notwendige Datenqualität und Detailtiefe derzeit noch nicht erreicht.

Zur Verbesserung der Datenlage hinsichtlich der Glyphosat-Anwendung in der Landwirtschaft in Thüringen erfolgte eine Befragung von Landwirten mittels eines Fragebogens. Über die Ergebnisse dieser Befragung berichtet dieser Beitrag.

Material und Methode

Eine detaillierte amtliche Statistik zur Glyphosat-Anwendung liegt in Deutschland nicht vor. Eine alternative Möglichkeit der Datenerfassung stellt die Befragung von Landwirten dar. Eine solche Erhebung ist möglich in Form von Interviews oder mittels der Zusendung eines Fragebogens. Die Durchführung von Interviews schied bei diesem Vorhaben aus, da die dafür notwendigen Personalkapazitäten nicht zur Verfügung standen. Deshalb fiel die Wahl auf das Fragebogen-Verfahren.

Um bei möglichst vielen Landwirten Akzeptanz zu finden, sollte der Fragebogen kurz (max. 1 Seite) sowie einfach und prägnant (konkrete Fragen mit Ankreuzen der Antworten) sein. Auf Grundlage dessen erfolgte die Gestaltung eines einseitigen, sich selbst erklärenden Fragebogens mit möglichst wenigen Erläuterungen und Ausfüllhinweisen (Anlage).

Aus dem Word-Dokument wurde ein ausfüllbarer PDF-Fragebogen erstellt. Der Versand erfolgte mittels Mail an die Abonnenten des Pflanzenschutz-Warndienstes in Thüringen. Die Antworten kamen zurück per Fax oder Mail. Von den Teilnehmern wurden keine Adressangaben gefordert, um die Anonymität zu wahren.

Auswertung des Fragebogens

Angaben zum Betrieb

Insgesamt nahmen 117 Teilnehmer an der Beantwortung des Fragebogens teil. Zur Charakterisierung der Teilnehmer wurde nach der Betriebsgröße und dem Produktionsschwerpunkt des Betriebes gefragt (Anlage, Punkt 1).

Als Ergebnis lässt sich feststellen, dass 28 % der Teilnehmer einen Betrieb mit < 500 ha bewirtschafteten, 32 % hatten einen Betrieb mit einer Größe im Bereich von 500 bis 1 500 ha und 39 % kamen aus einem Betrieb mit > 1 500 ha Fläche (Abb. 1).

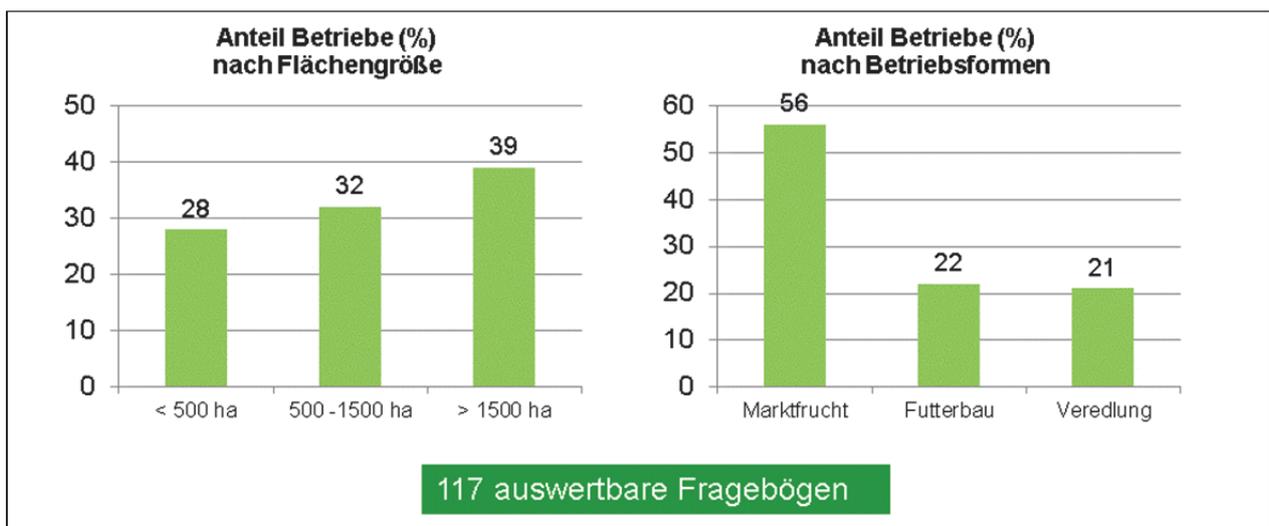


Abbildung 1: Ergebnisse zur Frage 1 (Angaben zum Betrieb)

Hinsichtlich des Produktionsschwerpunktes nannten 56 % der Teilnehmer den Marktfruchtbau, 22 % den Futterbau und 21 % die Veredlung.

Ziel des Glyphosat-Einsatzes

Im Punkt 2 des Fragebogens wurde nach dem Ziel des Glyphosat-Einsatzes sowie nach der alternativ notwendigen Bodenbearbeitungs-Intensität bei Verzicht auf diesen Wirkstoff gefragt. Für die Auswertung der Bedeutung des Bekämpfungsziels erfolgte die Vergabe folgender Bewertungspunkte: 3 Punkte für die Angabe „sehr wichtig“, 2 Punkte für „wichtig“ und 1 Punkt für „weniger wichtig“.

Als wichtigstes Bekämpfungsziel für den Glyphosateinsatz wurden mit 271 Bewertungspunkten die Wurzelunkräuter Quecke und Ackerkratzdistel genannt (Abb. 2). Die Ausfallkulturen folgen mit nur wenig Abstand (260 Punkte). Die Beseitigung von „grünen Brücken“ und die Bekämpfung resistenter Unkräuter erhielt mit 235 Punkten bzw. 227 Punkten ebenfalls eine hohe Punktzahl. Die Unkrautbekämpfung auf erosionsgefährdeten Flächen blieb im Vergleich zu den anderen Bekämpfungszielen etwas zurück. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein gewisser Teil der Teilnehmer nicht auf erosionsgefährdeten Flächen wirtschaften muss und damit das Thema für diese Teilnehmer nicht im Vordergrund stand.

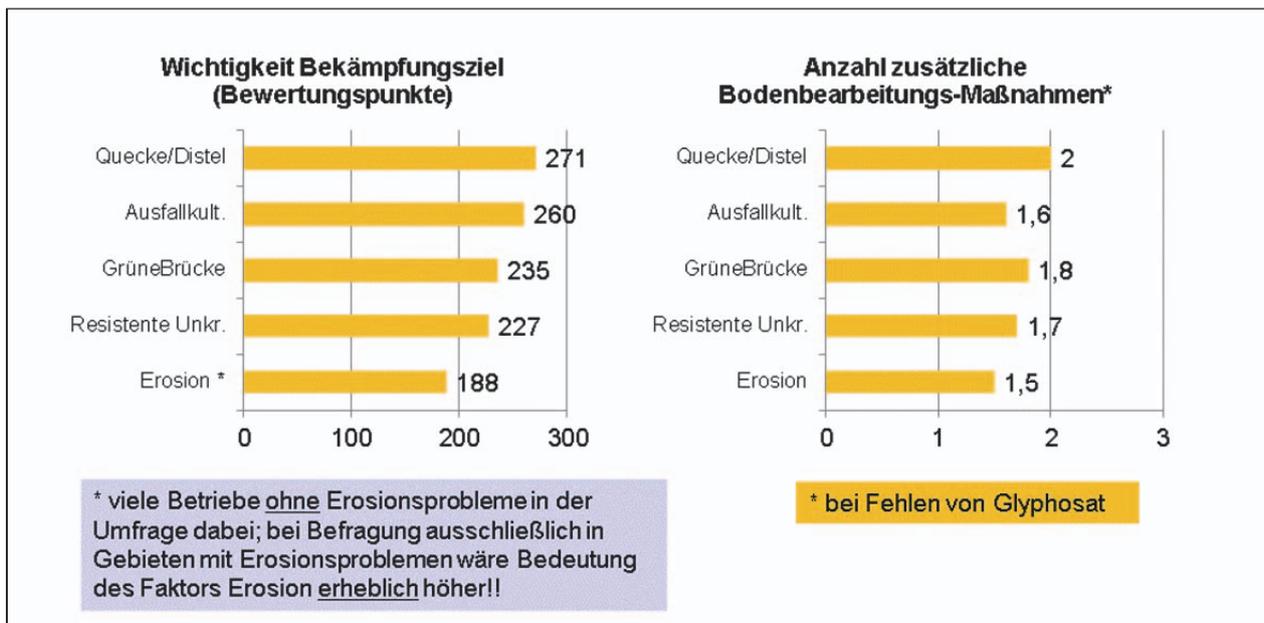


Abbildung 2: Ergebnisse zur Frage 2 (Ziel des Glyphosat-Einsatzes)

Im Fragebogen gab es die Möglichkeit, weitere wichtige Bekämpfungsziele einzutragen. Diese Option wurde von den Teilnehmern zumeist nicht genutzt. Deshalb kann man davon ausgehen, dass die oben genannten Bekämpfungsziele als die besonders wichtigen angesehen werden.

Die Zahl der mechanischen Bodenbearbeitungsmaßnahmen, die bei Fehlen von Glyphosat erforderlich wären, schwankt nach den Angaben im Fragebogen je nach Bekämpfungsziel zwischen 1,5 und 2,0. Nach Einschätzung der Teilnehmer wäre besonders bei den Wurzelunkräutern (2,0) sowie bei resistenten Unkräutern (1,7) eine besonders intensive zusätzliche Bodenbearbeitung notwendig.

Anwendung von Glyphosat

Stoppelanwendung

Die Frage 3.1 beschäftigte sich mit Einsatz von Glyphosat in bestimmten Fruchtfolgen sowie dessen Umfang (Anlage, Frage 3.1). Auch hier gab es bei der Auswertung Bewertungspunkte (1 bis 3) analog Punkt 3.2.

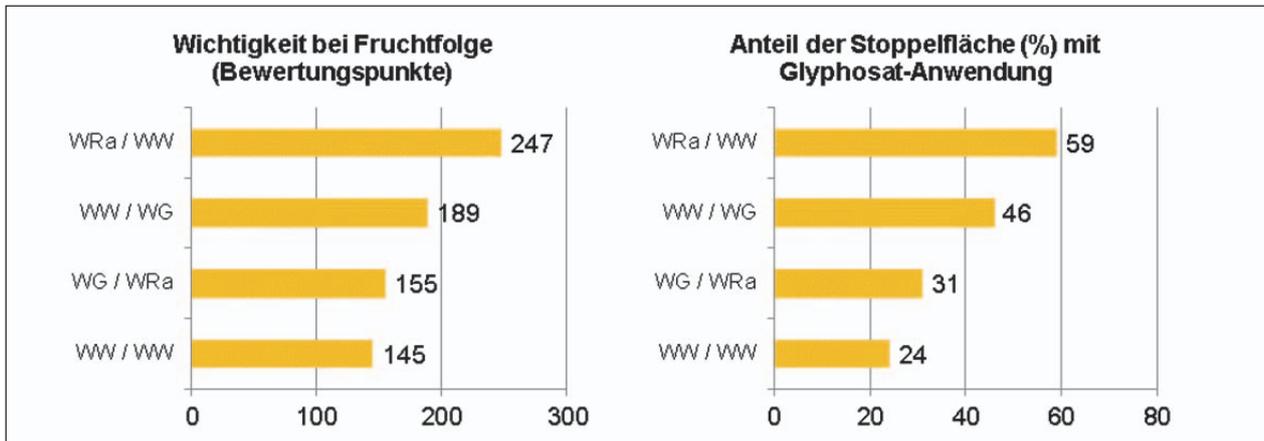


Abbildung 3: Ergebnisse zur Frage 3.1 (Stoppelanwendung)

Mit 247 Bewertungspunkten sehen die Teilnehmer die Glyphosat-Anwendung bei der Bekämpfung von Ausfallraps (vor dem Anbau von Winterweizen) als besonders wichtig an (Abb. 3). Nur geringfügig weniger Punkte erhielt die Bekämpfung von Ausfall-Winterweizen vor Wintergerste (189 Punkte), von Ausfall-Wintergerste vor Winterraps (155 Punkte) und von Ausfall-Winterweizen vor dem Anbau von Stoppelweizen (145 Punkte).

Beim Umfang der Glyphosat-Anwendung auf der Stoppel lag mit 59 % behandelter Fläche der Ausfall-Winterraps auf dem ersten Platz, gefolgt von 46 % bei der Fruchtfolge Winterweizen/Wintergerste, von 31 % bei Wintergerste/Winterraps sowie von 24 % bei Winterweizen/Winterweizen.

Weitere Angaben im freien Feld des Fragebogens zu wichtigen Fruchtfolge-Situationen gab es nicht.

Diese Ergebnisse der Auswertung lassen den Schluss zu, dass die Glyphosat-Anwendung sehr zielgerichtet erfolgt, mechanische Maßnahmen auf der Stoppel weiterhin genutzt werden und die sichere Bekämpfung von Ausfallraps als sehr wichtig angesehen wird.

Vorsaat-Anwendung

Die Frage 3.2 beschäftigte sich mit dem Schwerpunkt des Glyphosat-Einsatzes vor dem Auflauf der Neuansaat (Anlage, Frage 3.2). Zudem konnten Gründe für die Glyphosat-Anwendung in diesem Anwendungsbereich genannt werden.

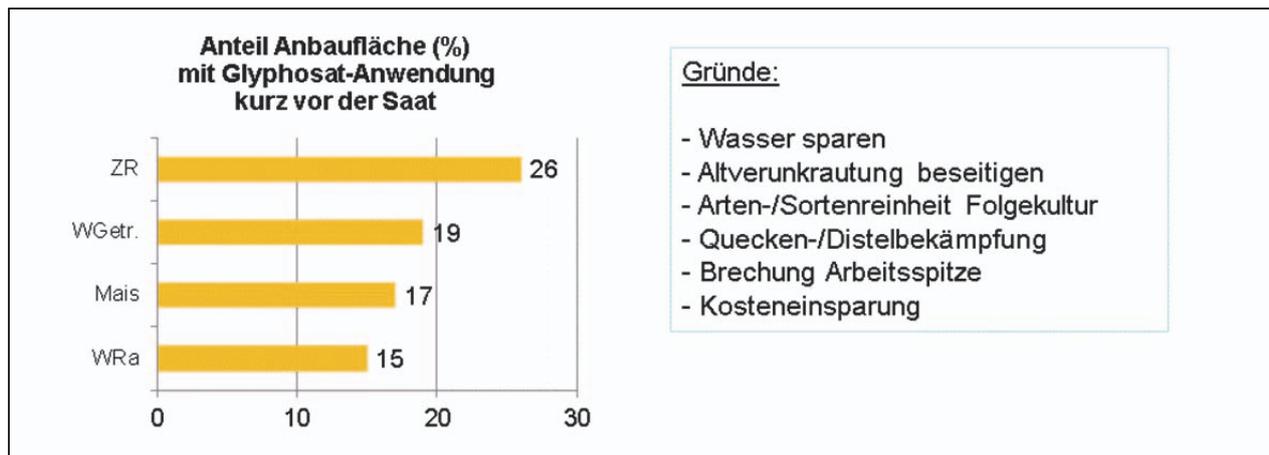


Abbildung 4: Ergebnisse zur Frage 3.2 (Vorsaat-Anwendung)

Nach den Angaben der Teilnehmer befand sich mit 26 % mit Glyphosat behandelte Anbaufläche vor der Aussaat die Fruchtart Zuckerrübe an erster Stelle (Abb. 4). Danach folgten das Wintergetreide (19 %), Mais (17%) und Winterraps (15 %).

Aus den Daten wird deutlich, dass bei den Sommerkulturen Zuckerrüben und Mais ein doch beträchtlicher Anteil der Anbaufläche vor dem Auflaufen mit Glyphosat behandelt wird. Ob sich die Fragestellung zu den Winterkulturen möglicherweise mit der Stoppelbehandlung überschneidet, lässt sich leider nicht sicher ausschließen.

Als wichtige Gründe für den Glyphosat-Einsatz in diesem Bereich nannten die Teilnehmer den Erhalt der Bodenfeuchtigkeit für die Keimung der Neuansaat (Wasser sparen bei der Unkrautbekämpfung!), die Beseitigung schwer bekämpfbarer Altverunkrautung, die Sicherung der Arten- bzw. Sortenreinheit in der Folgekultur, die Brechung der Arbeitsspitze bei der Pflege von Kulturen sowie Möglichkeit der Einsparung von Kosten durch eine verringerte Bodenbearbeitung.

Vorernte-Anwendung (Sikkation)

Mit der Frage 3.3 (Anlage) sollte der Anteil der Anbaufläche im Betrieb mit der Anwendung von Glyphosat zur Sikkation erfasst werden.

Nach den Angaben der Teilnehmer gab es bei der Wintergerste mit durchschnittlich nur 9,3 % behandelte Fläche die noch intensivste Sikkations-Anwendung (Abb. 5). Im Winterraps (2,0 %) und Winterweizen (1,9 %) erfolgt noch seltener eine Sikkation mit Glyphosat. Vereinzelt wurde auch die Notwendigkeit der Sikkation in Leguminosen (Lupinen) von den Teilnehmern erwähnt.

Nach den vorliegenden Daten der Teilnehmer handelt es sich bei der Vorernte-Anwendung offensichtlich um eine sehr spezifische und eher seltene Anwendungsform von Glyphosat.

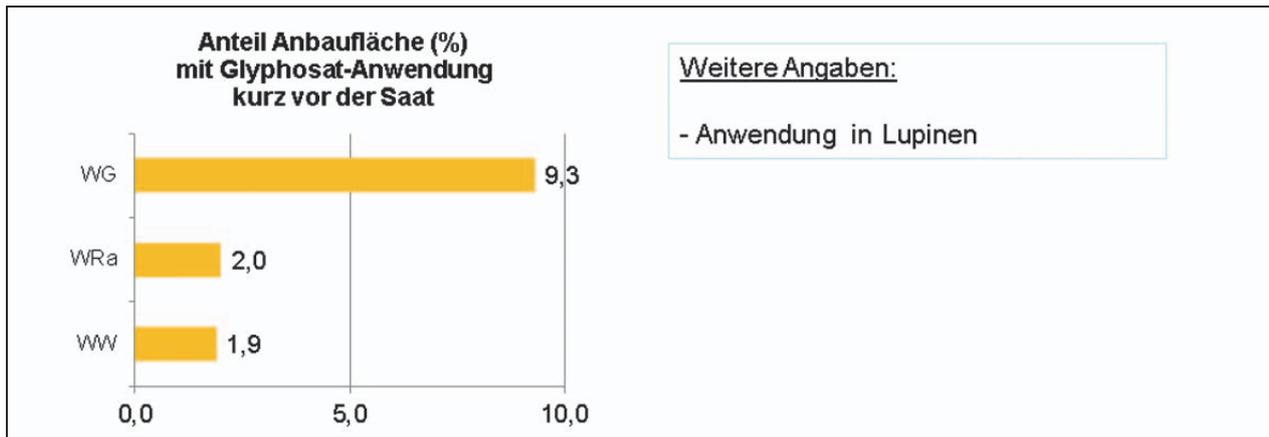


Abbildung 5: Ergebnisse zur Frage 3.3 (Vorernte-Anwendung)

Mechanische Maßnahmen auf der Stoppel

Mit Frage 4 (Anlage) wurde um Informationen zur Durchführung der mechanischen Stoppelbearbeitung im jeweiligen Betrieb gebeten. Weiterhin sollte angegeben werden, zwischen welchen Arbeitsgängen eine Glyphosat-Anwendung erfolgt.

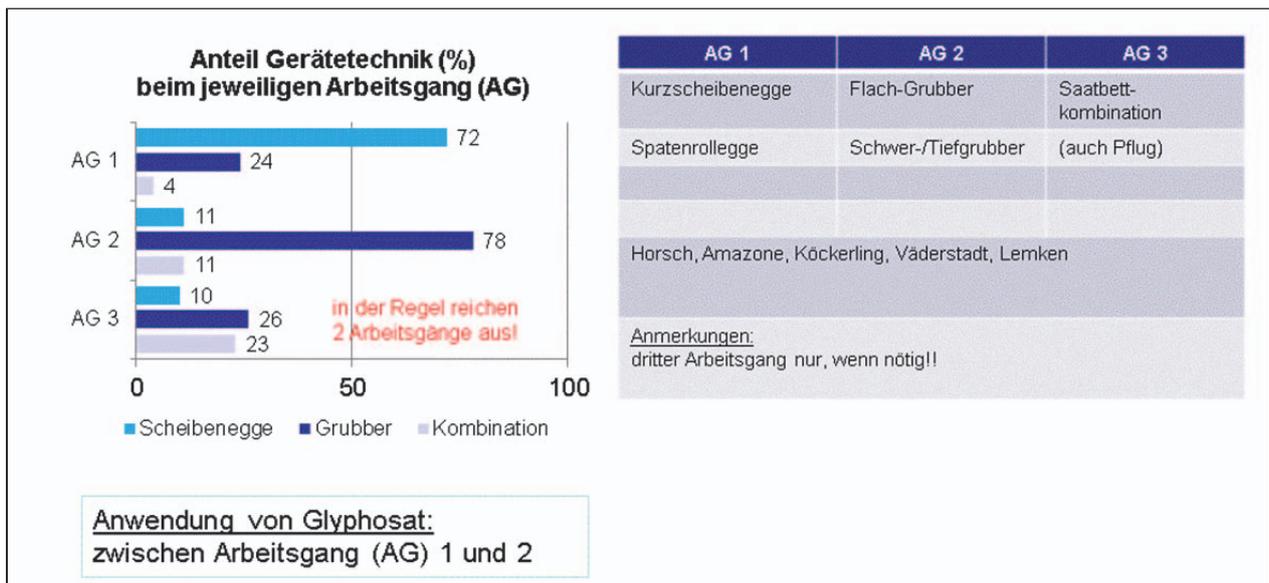


Abbildung 6: Ergebnisse zur Frage 4 (Mechanische Maßnahmen auf der Stoppel)

In der Regel führen die Teilnehmer insgesamt zwei Arbeitsgänge zur mechanischen Stoppelbearbeitung durch. Schwerpunkt beim ersten Arbeitsgang bildet die Scheibenegge, danach wird hauptsächlich der Grubber eingesetzt. Die Anwendung von Glyphosat erfolgt zumeist zwischen dem Arbeitsgang 1 und 2 (Abb. 6).

Die Teilnehmer erwähnten eine Vielzahl unterschiedlicher Bodenbearbeitungsgeräte von verschiedenen Herstellern (z. B. Horsch, Amazone, Köckerling, Väderstadt, Lemken). Offensichtlich liegen unterschiedliche Erfahrungen zu den einzelnen Geräten unter den jeweiligen spezifischen betrieblichen Bedingungen vor.

Zusammenfassung

Mit 117 Teilnehmern wird diese Fragebogenaktion als erfolgreich eingeschätzt. Die Ergebnisse der Auswertung lassen eine differenziertere Einschätzung des Glyphosat-Einsatzes in Thüringen zu. Insgesamt wird die wichtige Funktion der Glyphosat-Anwendung im derzeitig praktizierten Anbauverfahren in der Pflanzenproduktion deutlich.

Vor allem die große Bedeutung bei der Bekämpfung der Wurzelunkräuter, des Ausfallrap-ses sowie der Altverunkrautung vor dem Anbau neuer Kulturen lässt sich klar erkennen. Auch wird deutlich, dass Glyphosat nicht als Standard-Maßnahme, sondern gezielt nach Abwägung mit Bodenbearbeitungsmaßnahmen zur Anwendung kommt.

Zudem schätzen die Teilnehmer ein, dass der Verzicht auf Glyphosat eine wesentlich intensivere Bodenbearbeitung zur Folge hat. Ob die erhöhte Intensität der alternativen Bodenbearbeitungsmaßnahmen die gleiche Wirkung gegen Unkräuter wie Glyphosat erzielt, bleibt jedoch abzuwarten.

Anlage

Fragebogen

1 Angaben zum Betrieb

Merkmal	Zutreffendes bitte ankreuzen!			
Betriebsgröße (ha):	<input type="checkbox"/> < 500	<input type="checkbox"/> 500 - 1 500	<input type="checkbox"/> > 1 500	
Betriebsform	<input type="checkbox"/> Marktfrucht	<input type="checkbox"/> Futterbau	<input type="checkbox"/> Veredlung	

2 Ziel des Glyphosat-Einsatzes

Bekämpfungsziel	Bedeutung Glyphosat*			Anzahl zusätzlicher BoBearb-Maßnahmen**
	sehr wichtig	wichtig	weniger w.	
Ausfallkulturen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quecken/Disteln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
resistente Unkräuter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Unkrautbekämpfung auf erosionsgefährdeten Flächen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Beseitigung „grüner Brücken“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

* bitte ankreuzen! ** wenn auf Glyphosat verzichtet werden muss!

3 Anwendung von Glyphosat

3.1 Stoppelanwendung

Fruchtart	Nachfrucht	Bedeutung Glyphosat*			Anteil der Fläche mit Glyphosat (%)**
		sehr wichtig	wichtig	weniger w.	
Winterraps	Winterweizen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Winterweizen	Winterweizen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Winterweizen	Wintergerste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wintergerste	Winterraps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

* bitte ankreuzen! ** im Durchschnitt der letzten Jahre

3.2 Vorsaats-Anwendung (Anwendung kurz vor der Saat)

Fruchtart	Anteil der Fläche mit Glyphosat (%)*	Fruchtart	Anteil der Fläche mit Glyphosat (%)*
Wintergetreide	<input type="checkbox"/>	Mais	<input type="checkbox"/>
Winterraps	<input type="checkbox"/>	Zuckerrüben	<input type="checkbox"/>
Gründe für die Anwendung:			

* im Durchschnitt der letzten Jahre!

3.3 Vorernte-Anwendung (Sikkation)

Fruchtart	Anteil der Fläche mit Glyphosat (%)*	Fruchtart	Anteil der Fläche mit Glyphosat (%)*
Wintergerste	<input type="checkbox"/>	Winterraps	<input type="checkbox"/>
Winterweizen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

* im Durchschnitt der letzten Jahre

4 Mechanische Maßnahmen auf der Stoppel

Arbeitsgang	hauptsächlich verwendete Bodenbearbeitungs-Technik (Typ)	Zuordnung der Technik*			
		Scheib.-egge	Grubber	Kombi-nation	
1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Anwendung von Glyphosat erfolgt in der Regel zwischen Arbeitsgang Nr: ___ und Nr.: __.					

* bitte ankreuzen!

Anmerkungen:

.....

Vorbeugender Erosionsschutz im Zeichen des Klimawandels

Karin Marschall und Reinhard Hirte (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Zunehmend mehr treten außergewöhnliche Wetterlagen in sehr kurzen extremen Wechseln auf. Starkregen in rascher Folge, Zunahme hoher Tages- und Nachttemperaturen und lange Trockenperioden kennzeichnen die Klimaveränderung.

Dabei ist zu beobachten, dass regional die Gesamtniederschlagsmengen und auch die Zahl kalter Nächte und Frosttage abnehmen.

In der Landwirtschaft verursachen die Wetterextreme Ertragsdepressionen, Ernteverluste und Schäden am Ackerboden.

Am Beispiel der Starkregen mit ihren teils verheerenden Auswirkungen wird deutlich, dass auch in der Landwirtschaft die Notwendigkeit der Vorsorge besteht. Das bedeutet auf der einen Seite, Reduzierung der Emission von Treibhausgasen als eine Ursache des Klimawandels und auf der anderen Seite, die Schädigung des Klimawandels zu verringern.

Der Deutsche Wetterdienst spricht von Starkregen, wenn mehr als 25 l Wasser pro m² Bodenfläche in einer Stunde als Regen niedergehen. Das entspricht einer Wassermenge von 250 000 l/ha.

Wenn diese auf einen ungeschützten und/oder strukturell instabilen Ackerboden trifft, ist eine Bodenerosion in aller Regel nicht mehr aufzuhalten. Die fruchtbare Ackerkrume wird weggespült. Bodenabgänge in Form von Schlammlawinen verunreinigen Gewässer, Straßen, Siedlungsgebiete und die technische Infrastruktur der kommunalen Ver- und Entsorgung.

Den veränderten Klimabedingungen angepasste Fruchtfolgestrategien und Bewirtschaftungsformen sind notwendig.

Das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) verpflichtet:

„Jeder, der auf den Boden einwirkt, hat sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden“ § 4 (1) und

„Der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück sind verpflichtet, Maßnahmen zur Abwehr der von ihrem Grundstück drohenden schädlichen Bodenveränderungen zu ergreifen.“ § 4 (2). Dazu konkretisiert das BBodSchG in § 7:

„Die Erfüllung der Vorsorgepflicht bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung richtet sich nach § 17 Abs. 1 und 2, ...“ Im Besonderen regelt das BBodSchG an dieser Stelle dass:

- die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat;
- die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird;

- Bodenverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, so weit wie möglich vermieden werden;
- Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst vermieden werden.
- Handelt der Landwirt bei der Bodennutzung nach den Grundsätzen der „Guten fachlichen Praxis“, hat er sowohl die Vorsorge- als auch die Gefahrenabwehrpflicht im Sinne der §§ 8 (mit Anhang 4) und 9 - 11 BBodSchV erfüllt.

Maßnahmen für den vorbeugenden Bodenerosionsschutz

Erosionsereignisse durch Wasser treten ein, wenn Boden ungeschützt der Aufprallenergie von Regentropfen (Absprengung von Bodenteilchen) oder der reißen Wirkung von Oberflächenabfluss ausgesetzt ist. Stabile Bodenkrümel können sich der Ablösung durch Wasser länger widersetzen als Bodenaggregate, die sich aufgrund von Bewirtschaftungsmängeln und unzureichender „Bodendüngung“ in einem instabilen Zustand befinden. Dabei ist auch zu beachten, dass jeder Ackerstandort ein natürliches Bodenerosionsrisiko besitzt. Das natürliche Erosionsrisiko wird durch die Standortfaktoren Regen- und Oberflächenabflussverhalten, Erodibilität (das Maß für Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion), Hanglänge und Hangneigung bestimmt.

Je besser der Landwirt seine Ackerbautätigkeit den Standortfaktoren anpasst, desto geringer wird das Risiko einer Bodenerosion, vor allem mit off-site-Schaden.

Bei einer Bodenerosion mit Außenwirkung wird regelmäßig durch die untere Bodenschutzbehörde geprüft, ob der Landwirt auf dem betreffenden Standort die „Gute fachliche Praxis“ nach § 17 BBodSchG eingehalten hat.

Die Ursachenanalyse der Bodenerosionsereignisse in Thüringen stellte als Hauptursache Starkregen in Kombination mit ungeschütztem Ackerboden fest. Daher gilt es ganzjährig die Zeitspannen von unbedecktem Ackerboden, insbesondere nach ganzflächiger, intensiver Bodenbearbeitung möglichst kurz zu halten. Sommerfrüchte bzw. Reihenkulturen stellen demzufolge eine besondere Herausforderung für den Bodenschutz dar. Bei der Anbauplanung (Planung der Fruchtfolge) muss mit Blick auf das Bodenerosionsgefährdungsrisiko die Beziehung zwischen den Faktoren **Ackerstandort - Kulturart - Anbauverfahren** berücksichtigt werden.

Das natürliche Bodenerosionsrisiko des Ackerstandortes kann durch die Wahl der Kulturart und des Anbauverfahrens positiv aber auch negativ beeinflusst werden.

Kulturarten mit einer zügigen Jugendentwicklung, guter Konkurrenzkraft und einem schnellen Bestandesschluss schützen den Boden besonders bei Starkregenerereignissen. Diese Kulturen tragen zu einem niedrigen, d. h. günstigen C-Wert bei. Der C-Wert beschreibt den Einfluss der Bewirtschaftung (Bedeckungsgrad des Bodens im Jahresverlauf, Aggregatstabilität) auf das Erosionsrisiko des Ackerstandortes. Er wird unter Berücksichtigung der an-

gebauten Kulturart, des Verbleibs von Ernteresten, der Bodenbearbeitungsintensität bzw. spezieller Bestellverfahren ermittelt. Winterkulturen haben im Vergleich zu den Sommerkulturen einen niedrigeren C-Wert. Sie bieten den zusätzlichen Vorteil, während der Regenphase im Frühjahr den Boden vollständig zu bedecken. Diese Funktion können auch Zwischenfrüchte übernehmen, die zwischen der Vorkultur und einer nachfolgenden Sommerkultur den Standort durchgängig mit ihrer Vegetationsmasse schützen.

Die Auswahl der Zwischenfrucht oder einer Zwischenfruchtmischung ist an die Fruchtfolge und an das Anbauverfahren der Folgefrucht anzupassen.

Neben seiner bodenverbessernden Wirkung kann der Zwischenfruchtanbau bei der Unkrautregulierung und bei der Krankheits- und Schädlingsbekämpfung helfen, was landläufig auch im Zusammenhang mit „aufgelockerter Fruchtfolge“ beschrieben wird.

Eine schonende Bodenbearbeitung zur Aussaat oder auch nur in den Saatstreifen, wie beim Einsatz des Strip-TILL-Verfahrens, hilft das Erosionsrisiko zu reduzieren. Die Bodenstruktur bleibt dabei weitgehend erhalten und mechanische Belastungen werden vom Boden besser absorbiert, ohne seine Regenverdaulichkeit negativ zu beeinflussen.

Der höchste Bodenschutzeffekt wird erzielt, wenn die Wurzelmatte der Vorfrucht (auch Zwischenfrucht) vollständig erhalten ist und die Aussaat direkt in die Wurzelmatte erfolgt. Diese Methode erfordert den Einsatz von Direktsaattechnik.

Eine wirksame Maßnahme zur Vorsorge vor Erosion ist der Schutz des Bodens mit Mulch. Zum Mulchen verbleiben zerkleinerte Erntereste oder Biomasse der Zwischenfrüchte auf der Ackerfläche. Mindestens 30 % der Fläche müssen zur Aussaat der Folgekultur mit Mulch belegt sein, um einen erosionswirksamen Schutz durch eine möglichst ganzjährige Bedeckung auf der Fläche zu erreichen. Flächen von Druschfrüchten oder Silomais, die nach der Ernte in der Stoppel liegen bleiben und so überwintern, erzielen einen vergleichbaren Effekt.

Grundsätzlich ist auf erosionsexponierten Flächen auf den Pflugeinsatz zu verzichten. Alternativen zum Pflugeinsatz sind die oben bereits genannte Mulchsaat, das Strip-TILL-Verfahren und die Direktsaat.

Beim Anbau von Reihenkulturen besteht ein erhöhtes Erosionsrisiko, da der Boden lange Zeit (insbesondere in den Reihenzwischenräumen) unbedeckt bleibt. Lange Hänge auf geneigten Schlägen führen dann zum schnellen ungebremsten Abfließen des Oberflächenwassers, ohne dass es in den Boden eindringen kann. Bodenerosion und in extremen Fällen auch mit off-site-Wirkung (Schlammlawinen) sind die Folge.

Die großen Schäden durch Bodenerosion in Thüringen wurden vor allem auf Mais- und Kartoffelschlägen sowie frisch bestellten Rapsschlägen (feines Saatbett!) ausgelöst.

Angesichts der an Heftigkeit zunehmenden Starkregenereignisse ist mit einer Verschlechterung des Erosionsgeschehens zu rechnen, wenn nicht mit vorsorgenden Maßnahmen gegengesteuert wird.

Die grundlegende Aufgabe im vorbeugenden landwirtschaftlichen Bodenerosionsschutz ist die gesamtbetriebliche schlagbezogene Analyse und Beurteilung des Risikos der Bodenerosion durch Wasser. Auf dieser Basis werden die nachfolgenden Aufgabenfelder abgeleitet.

Eine entscheidende Bedeutung bei der Verhinderung von Bodenerosion haben die **Fruchtfolgegestaltung** und die standortbezogene **Kulturartenauswahl**.

Die Fruchtfolge ist so zu planen, dass auf allen Schlägen nur standortgerechte Kulturarten angebaut werden. Grundlage für die Standortbewertung sind die Bodenerosionskarten der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie und für die Beschreibung des erosionsbezogenen Verhaltens der Kulturarten (C-Faktor) der Bodenschutzplaner der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.

Die Auswahl der **Anbaumethode**, speziell der **Aussaatechnologie**, wird auf das natürliche Bodenerosionsgefährdungsrisiko des Schlages abgestimmt. Zusätzlich ist dabei der C-Faktor der geplanten Kulturart zu berücksichtigen. Bei einer optimierten Kombination der Maßnahmen lässt sich Bodenerosion durch Wasser verhindern.

Des Weiteren kann das natürliche Bodenabtragsrisiko durch eine Anpassung der **Feldblock- und Schlaggestaltung vermindert werden**. Dazu zählen die:

- Schlagteilung,
- Verkürzung der erosionswirksamen Hanglänge,
- Begrünung von Abflussbahnen und Tiefenlinien und die
- Anlage von gräserbetonten Grünstreifen quer zum Hang zum Ausfiltern von abgespültem Boden aus dem abfließenden Wasser.

Die **Standortertüchtigung** (z. B. Förderung der Regenverdaulichkeit, Erhöhung der Aggregatstabilität) erfolgt in der regelmäßigen Feldbewirtschaftung. Maßnahmen dazu sind:

- Optimierung des Boden-pH-Wertes durch Bodendüngung mit Kalk,
- Steuerung des Humushaushaltes,
- Behebung und Regulierung von Bodenschäden und
- Verhinderung von schädlichen Bodenveränderungen bei den Feldarbeiten.

*SchlammLawine nach Starkregen - Über-
spülung einer Sommergersten-Ansaat*



*Bodenerosion nach Starkregen
- Kartoffeldämme wurden weggespült*



*Bodenerosion nach Starkregen
- Kartoffeldämme wurden weggespült*

