

26. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung

30. November 2017

Carl-Zeiss-Saal
Messe Erfurt GmbH
Gothaer Straße 34
99094 Erfurt

Vorträge

Impressum

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Tel.: 0361 574041-000, Fax: 0361 574041-390
Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

November 2017

Copyright:

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

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
Umsetzung der novellierten Düngeverordnung im Frühjahr 2018 <i>Dr. Wilfried Zorn</i>	9
Wirkung differenzierter Standortbedingungen auf den N-Düngebedarf von Winterweizen <i>Hubert Heß</i>	18
Hinweise zur sachgerechten Insektizidanwendung <i>Dr. Udo Heimbach</i>	33
Nutzung von Drohnen (UAV) in der Landwirtschaft <i>Dr. Jörg Ruppe</i>	36
Pflanzenschutzmittel und Bestäuber – Schwierigkeiten zwischen Imkerei und Landwirtschaft <i>Dr. Klaus Wallner</i>	43
Neue Informationsangebote der Agrarmeteorologie für Landwirte <i>Jens Fildebrandt</i>	45
Mit Urease- und Nitrifikationsinhibitoren die N-Düngewirkung von Harnstoff verbessern und Verluste senken <i>Michael Fuchs</i>	47
Stand des Glyphosat-Projektes in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft <i>Reinhard Götz</i>	57

Vorwort

Die Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung findet in diesem Jahr zum 26. Mal statt, nachdem sie 1992 als Thüringer Düngungstagung in Jena ins Leben gerufen und später um den Pflanzenschutz erweitert wurde. Die Organisatoren der Tagung sind bemüht, aktuelle Themen aufzugreifen und zu thematisieren. Die Landwirtschaft steht auch weiterhin vor großen Herausforderungen hinsichtlich optimaler Düngung und sachgerechtem Pflanzenschutz. Die Vorgaben aus dem Fachrecht sind in den letzten Monaten umfangreicher geworden. Der Spagat zwischen wirtschaftlichem und nachhaltigem Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln einerseits und der notwendigen Reduzierung der Emissionen in die Umwelt wird für die Landwirte immer schwieriger.

Im Bereich Düngung steht die Novellierung des Düngegesetzes und der Düngeverordnung im Frühjahr 2017 im Mittelpunkt vieler Diskussionen. Nachdem die Herbstregelungen zur Düngemittelausbringung mit geänderten Güllesperrfristen und eingeschränkter Einsatzmöglichkeit organischer Dünger im Herbst bereits in Kraft getreten waren, gilt es den Blick auf die kommende Düngungssaison 2018 zu richten.

Heute wird ein Überblick über die Umsetzung der novellierten Düngeverordnung in Thüringen ab dem Frühjahr 2018 gegeben. Nach wie vor ist die Auslegung verschiedener Regelungen noch unklar. Hierzu ist eine Arbeitsgruppe auf Bund-Länder-Ebene mit der Erarbeitung einer Musterverwaltungsvorschrift zur bundeseinheitlichen Umsetzung der Düngeverordnung tätig. Am heutigen Tag können nicht alle Facetten der Novelle beleuchtet werden. Dazu nutzen Sie bitte die vielfältigen Schulungsangebote der TLL und der Landwirtschaftsämter in den kommenden Monaten.

Die Optimierung der Stickstoffdüngung im Ackerbau und insbesondere im Anbau von Winterweizen bleibt auch für die nächsten Jahre ein wichtiges Thema für Landwirte und Berater. Auf der Grundlage langjähriger Feldversuche wird über die Wirkung differenzierter Standortbedingungen auf den N-Düngebedarf von Winterweizen berichtet. Gerade die angemessene Berücksichtigung des Ertragsniveaus des Standortes ist unerlässlich für eine sachgerechte Bemessung der N-Düngung. Nicht zuletzt gibt die novellierte Düngeverordnung vor, bei der Ermittlung des N-Düngebedarfs das tatsächliche Ertragsniveau der Kulturen zu beachten.

Der Einsatz von Drohnen (UAV) in der Landwirtschaft besitzt große Potenziale unter anderem zum effektiveren Düngemittel- und Pflanzenschutzmitteleinsatz sowie zur Organisation verschiedener Maßnahmen im Ackerbau. Es wird ein Überblick über den aktuellen Stand der Nutzung dieser Technologie im Agrarbereich, vor allem im Pflanzenbau gegeben. Der Drohneneinsatz läutet eine neue Ära der Landwirtschaft (Landwirtschaft 4.0) ein. Ziel ist es, eine neue Dimension der Effizienz und der Qualität der Produktionsprozesse, vor allem durch Zeitgewinn, Schonung der materiellen Ressourcen und der Verbesserung der Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion zu erlangen.

Die Landwirtschaft und insbesondere der Ackerbau sind stark von der Witterung abhängig. Für viele Maßnahmen im Bereich der Düngung und des Pflanzenschutzes sind aktuelle Witterungsdaten und -prognosen von großer Bedeutung. Demzufolge werden neue Informationsangebote der Agrarmeteorologie für Landwirte angeboten. Der DWD entwickelt zurzeit das kostenfreie Internetportal ISABEL (InformationSystem zur Agrarmeteorologischen Beratung für die Länder), welches wichtige agrarmeteorologische Informationen für die Landwirte bündelt. Das kostenlose Online-Portal ISABEL wird den Landwirten über die Internetseiten der einzelnen Bundesländer zur Verfügung gestellt.

Neuentwicklungen im Bereich der Düngemittel können einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Effizienz der Stickstoffdüngung und Reduzierung der N-Emissionen in die Umwelt leisten. Seit vielen Jahren sind Nitrifikationshemmstoffe als Bestandteil von Harnstoff- und ammoniumhaltigen Düngemitteln auf dem Markt. Als relativ neue Wirkstoffe bieten verschiedene Hersteller Harnstoffdüngemittel mit Urease-Inhibitoren an. Gerade die Wirkungsmechanismen von Urease- und Nitrifikationsinhibitoren in Harnstoffdüngemitteln sollen am heutigen Tage im Vordergrund stehen.

Im Bereich Pflanzenschutz bleibt die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln (PSM) im Fokus von Politik und Öffentlichkeit. Besondere Aufmerksamkeit erregte kürzlich die Berichterstattung zum Insektensterben in Deutschland. Als mögliche Ursache dafür wurde auch der Einsatz von PSM in der Landwirtschaft genannt. Im Jahr 2016 betrug die in Deutschland insgesamt abgesetzte Insektizidmenge 18 400 t. Diese Mittel sind amtlich geprüft sowie zugelassen und werden von sachkundigen Personen verwendet. Dennoch können Fehler beim Insektizideinsatz Schäden in der Umwelt verursachen. Deshalb werden Hinweise zum sach- und fachgerechten Einsatz dieser Mittel gegeben.

Der Schutz von Bienen stellt eine ganz wichtige Anforderung an die konventionelle Landwirtschaft dar. Bereits bei der Zulassung von PSM findet ein aufwändiges Prüfverfahren zum Schutz von Honigbienen und anderen Nichtzielorganismen statt. Bei den Insektiziden aus der Wirkstoffgruppe der Neonicotinoide gibt es den Verdacht, dass diese Stoffe maßgeblich am Bienensterben beteiligt sind. Deshalb mehren sich die Forderungen aus Gremien der Europäischen Union (EU), die Verfügbarkeit von Neonicotinoiden weiter einzuschränken. Ob sich dadurch der Bienenschutz weiter spürbar verbessert, ist bisher nicht bewiesen. Sicher ist aber, dass mit dem Wegfall der Neonicotinoide das Spektrum an verfügbaren Wirkstoffen deutlich eingeschränkt und damit Insektizidresistenz gefördert wird. Praktische Möglichkeiten des Bienenschutzes kommen zur Erläuterung.

Fast täglich gibt es Meldungen zur weiteren Verfügbarkeit von Glyphosat-Herbiziden in der EU. Aber es fiel bisher (trotz mehrfacher Ankündigungen) noch keine Entscheidung zur Verlängerung der Wirkstoffgenehmigung auf EU-Ebene. Dabei sollte nach Meinung einiger Entscheidungsträger neben der wissenschaftlichen Beurteilung zusätzlich eine demokratische Komponente Berücksichtigung finden. Das alles lässt derzeit darauf schließen, dass die weitere Verfügbarkeit von Glyphosat-Herbiziden begrenzt ist. Das Glyphosat-Projekt der TLL beschäftigt sich unter anderem mit Alternativen zur chemischen Unkrautbekämpfung. Es wird über den aktuellen Stand der Arbeiten berichtet.

Die Anwendung von Agrarchemikalien (Dünger, PSM) ist auch Gegenstand bei den aktuell laufenden Gesprächen zur Bildung der neuen Bundesregierung. Es ist davon auszugehen, dass die Verwendung dieser Mittel zukünftig noch intensiver von staatlicher Kontrolle und Überwachung begleitet wird. Die 26. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung bietet eine Plattform für einen intensiven Informations- und Erfahrungsaustausch und will damit einen Beitrag dazu leisten, dass die Thüringer Landwirte auch die neuen Anforderungen erfüllen können.

*Die Organisatoren der
Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung*

Umsetzung der novellierten Düngeverordnung im Frühjahr 2018

Dr. Wilfried Zorn, Hubert Heß, Eric Ullmann (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Novellierung der Düngeverordnung

Am 1. Juni 2017 ist die seit mehreren Jahren diskutierte Novelle der Düngeverordnung im Bundesgesetzblatt (BGBl. I S. 1305) verkündet worden und am 2. Juni 2017 in Kraft getreten. Anlass für die Novellierung war die unvollständige Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie von 1991 in nationales Recht, die in eine Klage der Europäischen Kommission (KOM) gegen die Bundesrepublik beim Europäischen Gerichtshof mündete. Eine wichtige Forderung der KOM war eine standortabhängige Obergrenze für die N-Düngung analog zu Dänemark oder eine verbindliche N-Düngebedarfsermittlung sowie die Begrenzung der Nährstoffzufuhr im Herbst und eine Verlängerung der sogenannten Güllesperrfrist.

Wichtige Vorschriften für die Düngemittelausbringung im Frühjahr 2018

Die Sperrfrist für Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an Stickstoff ($> 1,5$ % Gesamt-N i. d. TM) gilt auf Acker- und Grünland bis 31. Januar, soweit keine Verschiebung genehmigt worden ist. Die Ausbringung dieser Düngemittel darf deshalb erst nach Ablauf der Sperrfrist beginnen. Für Festmist von Huf- und Klauentieren sowie für Kompost gilt davon abweichend eine verkürzte Sperrfrist im Zeitraum vom 15.12. bis 15.01. Es bestehen generelle Ausbringungsverbote für alle N- und P-haltigen Düngemittel bei nicht aufnahmefähigem Boden (überschwemmter, wassergesättigter, gefrorener oder schneebedeckter Boden). Das Aufbringungsverbot für schneebedeckte Böden gilt unabhängig von der Höhe der Schneedecke.

Das Aufbringen auf gefrorenen Boden ist in Höhe von maximal 60 kg Gesamt-N/ha zulässig, wenn der Boden durch Auftauen am Tag des Aufbringens aufnahmefähig wird, ein Abschwemmen nicht zu befürchten ist, der Boden eine Pflanzendecke aufweist und durch das Befahren die Gefahr von Bodenverdichtungen und Strukturschäden besteht.

Vergrößerung der Abstände zu Gewässern und im hängigen Gelände

Der einzuhaltende Abstand zur Böschungsoberkante auf Acker- und Grünlandflächen wird von drei auf vier Meter vergrößert. Bei Einsatz von Exaktstreutechnik (Streubreite = Arbeitsbreite) bzw. einer Grenzstreueinrichtung gilt ein Aufbringungsverbot von einem Meter bis zur Böschungsoberkante des Gewässers. Diese Regelung betrifft alle N- und P-haltigen Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenstärkungsmittel. Neben dem Vermeiden des Eintrags bzw. Abschwemmens in Gewässer darf auch kein Eintrag bzw. Ab-

schwemmen auf benachbarte Flächen erfolgen. Bei Ackerflächen mit einer Hangneigung ab 10 % gelten weitergehende Vorschriften.

Weitere Regeln zum Aufbringen und Einarbeiten von Düngemitteln

Im Mittel des Betriebes ist der Einsatz von organischen bzw. organisch-mineralischen Düngemitteln auf maximal 170 kg N/ha begrenzt. Bisher betraf die Begrenzung ausschließlich Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft. Die Begrenzung schließt nach der Novelle auch Gärreste pflanzlicher Herkunft ein. Davon abweichend kann Kompost bis zu einer N-Menge von maximal 510 kg Gesamt-N/ha innerhalb von drei Jahren ausgebracht werden.

Alle organischen bzw. organisch-mineralischen Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff oder $\text{NH}_4\text{-N}$ ($> 10\%$ -Anteil am Gesamt-N-Gehalt und einem Gesamt-N-Gehalt $> 1,5\%$ i. d. TM) sind auf unbestelltem Ackerland unverzüglich einzuarbeiten, das heißt innerhalb von vier Stunden nach Beginn des Aufbringens. Die Vorschrift gilt nicht für Festmist von Huf- und Klauentieren, Kompost sowie für organische Düngemittel mit $< 2\%$ TS.

N-Düngebedarfsermittlung im Frühjahr

Nachfolgend wird ein Überblick über die Vorschriften der novellierten Düngeverordnung zur Ermittlung des N-Düngebedarfs von Ackerkulturen ab dem Frühjahr 2018 gegeben. Vor dem Ausbringen wesentlicher Nährstoffmengen, das heißt mehr als 50 kg Gesamt-N/ha und Jahr sowie über 30 kg P_2O_5 /ha und Jahr, ist der N-Düngebedarf für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit zu ermitteln, zu dokumentieren und die Ergebnisse sieben Jahre aufzubewahren. Die Methodik für die N-Düngebedarfsermittlung ist vorgegeben und an die bisher übliche N-Sollwertmethode angelehnt.

Der N-Düngebedarf ist im Frühjahr vor der Ausbringung der 1. N-Düngergabe zu ermitteln und der dabei errechnete Düngebedarf darf im Rahmen der geplanten Düngungsmaßnahmen nicht überschritten werden. Die Aufteilung der zulässigen N-Düngung auf Einzelgaben erfolgt auf Grundlage der regionalen Beratungsempfehlungen und wird durch die Düngeverordnung nicht vorgegeben. Eine Überschreitung des so ermittelten N-Düngebedarfs ist nur zulässig, wenn aufgrund nachträglich eintretender Umstände, insbesondere Bestandsentwicklung oder Witterungsereignisse, ein höherer Düngebedarf eintritt.

Der N-Bedarfswert bezieht sich grundsätzlich auf das Ertragsniveau im Mittel der letzten drei Jahre. Bei höherem Niveau sind Zuschläge von mehr als 40 kg N/ha zulässig, wenn die nach Landesrecht zuständige Stelle dies genehmigt hat. Geringere Ertragsdifferenzen können anteilig berücksichtigt werden. Die Ermittlung des N-Düngebedarfs erfolgt damit weiterhin mit der N-Sollwertmethode. Der Begriff N-Bedarfswert entspricht dem bisher üblichen N-Sollwert des in mehreren Bundesländern eingesetzten SBA-Systems. Bei der Umsetzung der Düngeverordnung ist noch zu klären, ob der N-Bedarfswert eine im Herbst zum

Beispiel zu Winterraps ausgebrachte N-Gabe mit einbezieht oder sich auf die Frühjahrsdüngung beschränkt.

Zur Berechnung des N-Bedarfs ist der pflanzenverfügbare N-Gehalt im Boden ($N_{\min}$) zu berücksichtigen. Dieser bezieht sich bei vielen Ackerkulturen auf 0 bis 90 cm Tiefe und kann durch eigene $N_{\min}$ -Untersuchungen oder durch Nutzung der Richtwerte der nach Landesrecht zuständigen Stelle ermittelt werden. In Thüringen gibt die TLL in jedem Frühjahr auf Grundlage eines repräsentativen Testflächennetzes entsprechende $N_{\min}$ -Richtwerte heraus. Bei fehlender Untersuchung der Bodenschicht 60 bis 90 cm kann dieser nach landespezifischen Vorgaben geschätzt und zur Düngebedarfsermittlung verwendet werden. Entsprechende Schätzungsmodelle geben die Länderdienststellen von der Düngungssaison 2018 heraus bzw. sind Bestandteil der Softwarelösungen zur N-Düngung.

Beispiele für die Berechnung des N-Düngebedarfs

Tabelle 1 gibt als Beispiel einen Überblick über N-Düngebedarfsermittlung bei Winterraps und E-Weizen. Als realistische Zielerträge werden 45 dt/ha bei Winterraps sowie 70 dt/ha bei Eliteweizen angenommen.

Tabelle 1: Beispiel für die N-Düngebedarfsermittlung bei Winterraps und E-Weizen nach Düngeverordnung vom 26.05.2017

	Winterraps Zielertrag: 45 dt/ha	Winterweizen E Zielertrag: 70 dt/ha	Bemerkung
N-Bedarfswert für 40 dt/ha Winterraps bzw. 80 dt/ha Winterweizen in kg N/ha	200	260	Werte aus Tabelle 2
Ertragskorrekturfaktor (Ertragsniveau im Mittel der letzten 3 Jahre)	+10	-15	Werte aus Tabelle 3
Verfügbare $N_{\min}$ -Gehalt in 0 bis 90 cm Tiefe	-20	-40	$N_{\min}$ -Analyse oder Richtwert
Abschlag für Humusgehalt (Beispiel: < 4%)	0	0	> 4 % : - 20 kg N/ha ≤ 4 % : ohne
N-Nachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahres; (Beispiel: keine org. Düngung zur Vorfrucht)	0	0	10 % von Gesamt-N des Vorjahres
N-Nachwirkung von Vor- und Zwischenfrucht (VF: Feldgras)	-10	-10	Werte aus Tabelle 4
N-Bedarf	180	195	
Minus N-Mineraldüngeräquivalent der organischen Düngung 30 m ³ Rindergülle/ha im Frühjahr (3,5 kg N/m ³ , Lagerungs- und Ausbringungsverluste bereits abgezogen, Mineraldüngeräquivalent 50 %)	-52	-52	ermittelte N-Gehalte MDÄ-Werte aus Tabelle 5
Verbleibender mineralischer N-Düngebedarf	128	143	Gabenteilung nach Empfehlung

Aus Tabelle 2 sind die auf einen festen Ertrag bezogenen N-Bedarfswerte für die Kulturen zu übernehmen. Da die Zielerträge für die Beispielrechnung von der Bezugsbasis abweichen, ist eine Ertragskorrektur nach Tabelle 3 durchzuführen. Der Winterrapszielertrag von 45 dt/ha liegt um 5 dt/ha über der Bezugsbasis. Demzufolge kann die N-Düngung um 10 kg N/ha erhöht werden. Der Zielertrag des E-Weizens liegt um 10 dt/ha unter der Bezugsbasis und bedingt einen Mindestabschlag von 15 kg N/ha. Als nächster Schritt ist der ermittelte $N_{\min}$ -Gehalt zu berücksichtigen. Im Beispiel sind das 20 kg N/ha unter Winterraps und 40 kg N/ha unter E-Weizen. Für Böden mit einem Humusgehalt über 4,0 % ist ein Abschlag von 20 kg N/ha verbindlich. Beträgt der Humusgehalt ≤ 4 %, wird kein Abschlag erforderlich. Weiterhin ist die N-Nachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahres als Abschlag zu berücksichtigen. Im Beispiel wurde keine organische Düngung im Vorjahr ausgebracht. Ein Abschlag entfällt deshalb.

Weiterhin ist die N-Nachwirkung der Vor- bzw. Zwischenfrucht zu berücksichtigen. Deren Höhe zeigt Tabelle 4. Im Beispiel wurde Feldgras als Vorfrucht angenommen. Das führt zu einem Abschlag von 10 kg N/ha.

Tabelle 2: Stickstoffbedarfswerte für landwirtschaftliche Ackerkulturen in Abhängigkeit vom Ertragsniveau

Kultur	Ertragsniveau (Bezugsbasis) (dt/ha)	Stickstoffbedarfswert (kg N/ha)
Winterraps	40	200
Winterweizen A, B	80	230
Winterweizen C	80	210
Winterweizen E	80	260
Hartweizen	55	200
Wintergerste	70	180
Winterroggen	70	170
Wintertriticale	70	190
Sommergerste	50	140
Hafer	55	130
Körnermais	90	200
Silomais	450	200
Zuckerrübe	650	170
Kartoffel	450	180
Frühkartoffel	400	220
Sonnenblume	30	120
Öllein	20	100

Tabelle 3: Ertragsabhängige Zu- und Abschläge bei abweichendem Ertragsniveau

Kultur	Ertragsdifferenz zur Bezugsbasis (dt/ha)	Höchstzuschlag bei höherem Ertrag (kg N/ha)	Mindestabschlag bei niedrigerem Ertrag (kg N/ha)
Raps	5	10	15
Getreide, Körnermais	10	10	15
Silomais	50	10	15
Zuckerrüben	100	10	15
Kartoffel	50	10	10

Tabelle 4: Abschläge in Abhängigkeit von Vor- und Zwischenfrüchten

Vorfrucht (Hauptfrucht des Vorjahres)	Mindestabschlag (kg N/ha)
Grünland, Dauerbrache, Luzerne, Klee, Klee gras, Rotationsbrache mit Leguminosen	20
Rotationsbrache ohne Leguminosen, Zuckerrüben ohne Blattber- gung	10
Raps, Körnerleguminosen, Kohlgemüse	10
Feldgras	10
Getreide (mit und ohne Stroh), Silomais, Körnermais, Kartoffel, Gemüse ohne Kohlarten	0
Zwischenfrucht	
Nichtleguminosen, abgefroren	0
Nichtleguminosen, nicht abgefroren	
• im Frühjahr eingearbeitet	20
• im Herbst eingearbeitet	0
Leguminosen, abgefroren	10
Leguminosen, nicht abgefroren	
• im Frühjahr eingearbeitet	40
• im Herbst eingearbeitet	10
Futterleguminosen mit Nutzung	10
andere Zwischenfrüchte mit Nutzung	0

Im Beispiel ergibt sich daraus ein N-Düngebedarf von 180 kg N/ha zu Winterraps sowie von 195 kg N/ha zu E-Weizen. Die im Frühjahr ausgebrachte organische Düngung reduziert den mineralischen N-Düngebedarf. Im Beispiel ist zu beiden Kulturen eine Kopfdüngung von 30 m³ Rindergülle/ha mit einem Gesamt-N-Gehalt von 3,5 kg N/m³ geplant. Der N-Gehalt ist aufgrund eigener Analysen bzw. auch Richtwerten zu ermitteln. Die düngewirksamen N-Gehalte ergeben sich aus dem in Tabelle 5 vorgegebenen Mindestwert für das N-Mineraldüngeräquivalent. Für Rindergülle beträgt das N-MDÄ 50 %. Daraus ergibt sich eine anrechenbare N-Menge von jeweils 52 kg N/ha. Flüssige Gärreste aus der Biogaserzeugung weisen in Abhängigkeit vom Ammoniumanteil am Gesamt-N-Gehalt ein deutlich höheres N-MDÄ auf, wie Ergebnisse Thüringer Feldversuche belegen. Bei hohen NH₄-N-Anteilen von ca. 90 % und verlustarmer Ausbringung betrug das N-MDÄ bezogen auf den

Gesamt-N-Gehalt bis 90 %. Diese hohe N-Wirkung solcher Gärrückstände sollte in der Berechnung zum Ansatz gebracht werden.

Tabelle 5: Mindest-N-Mineraldüngeräquivalent ausgewählter organischer Dünger im Aufbringjahr nach novellierter Düngeverordnung

Düngemittel	N-Mineraldüngeräquivalent (% von Gesamt-N)
Rindergülle	50
Schweinegülle, Hühnertrockenkot	60
Rinder-, Schaf-, Ziegen- und Pferdefestmist	25
Schweine-, Geflügel- und Kaninchenfestmist	30
Rinder- und Schweinejauche	90
Klärschlamm flüssig (< 15 % TM)	30
Klärschlamm fest (≥ 15 % TM)	25
Pilzsubstrat	10
Grünschnittkompost	3
Sonstige Komposte	5
Gärrückstand flüssig	50
Gärrückstand fest	30

Nach Abzug der N-Wirkung der organischen N-Düngung verbleibt ein mineralischer N-Düngebedarf für Winterraps von 128 kg N/ha sowie für E-Weizen von 143 kg N/ha. Die Gabenteilung bei Winterraps in zwei sowie bei E-Weizen in drei Gaben sollte nach der regionalen Empfehlung erfolgen. Die Düngeverordnung macht hier keine Vorgaben.

Bei nachträglich eintretenden Umständen, insbesondere Bestandsentwicklung oder Witterungsereignisse sind Zuschläge möglich. Die N-Bedarfsermittlung ist in diesen Fällen zu wiederholen und zu dokumentieren. Andere Verfahren für die N-Düngebedarfsermittlung sind möglich, jedoch ist das Überschreiten des nach Düngeverordnung ermittelten N-Bedarfs nicht zulässig.

Die TLL stellt über ihre Homepage voraussichtlich Ende November 2017 das PC-Programm BESyD (Berechnungs- und Empfehlungssystem Düngung) zum kostenlosen Download zur Verfügung.

BESyD wird im Sächsischem Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie programmiert und führt alle erforderlichen Berechnungen nach novellierter Düngeverordnung sowie eine fachlich erweiterte Berechnung auf Grundlage aller Düngungsversuche in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen durch. Die zulässige N-Düngermenge wird jedoch durch die Vorgaben der Düngeverordnung begrenzt. Das Biomassemodell bei Winterraps sowie Pflanzenanalyse- und Schnelltestverfahren bei Getreide kommen nur bei der fachlich erweiterten Berechnung zur Anwendung.

P-Düngebedarfsermittlung

Vor dem Aufbringen von wesentlichen Phosphatmengen ($> 30 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ und Jahr) ist der P-Düngebedarf zu ermitteln und einschließlich der zugrunde liegenden Berechnungen aufzuzeichnen. Grundlage dafür ist weiterhin die Untersuchung repräsentativer Bodenproben aller Schläge ab 1 ha im Rahmen einer Fruchtfolge, mindestens aber alle sechs Jahre auf den P-Gehalt nach der CAL-Methode. Die Bodenuntersuchungsergebnisse sind aufzuzeichnen und sieben Jahre aufzubewahren. Auf Schlägen mit einem mittleren Boden-P-Gehalt $> 8,7 \text{ mg P}_{\text{CAL}}/100 \text{ g Boden}$ ($> 20 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g Boden}$) ist die P-Düngung nur bis zur Höhe der voraussichtlichen P-Abfuhr zulässig. Im Rahmen einer Fruchtfolge kann die voraussichtliche P-Abfuhr dieser Flächen für einen Zeitraum von höchstens drei Jahren zugrunde gelegt werden. Die Ermittlung dieser P-Abfuhr zur Einhaltung dieser Obergrenze erfolgt anhand des realistischen Zielertrages (von der Fläche abgefahrenere Ernteprodukte) und dem Gehalt der Ernteprodukte. Auf Schlägen, die im Mittel einen Bodengehalt bis zu $8,7 \text{ mg P}_{\text{CAL}}/100 \text{ g Boden}$ aufweisen, ergibt sich der P-Düngebedarf in Abhängigkeit des Phosphatbedarfes der Kulturen für die unter den jeweiligen Standortbedingungen zu erwartenden Erträge, Qualitäten und der P-Bodengehalte sowie der damit erfassten P-Festlegung. Detaillierte Hinweise zur P-Düngebedarfsermittlung werden in einer gesonderten Fachinformation der TLL herausgegeben.

Nährstoffvergleich für das Düngjahr 2017

Für das Düngjahr 2017 gelten noch die Vorgaben der Düngeverordnung vom 27.02.2007 zur Berechnung des Nährstoffvergleichs. Dieser ist nach der bekannten Methodik bis 31.03.2018 zu erstellen und sieben Jahre aufzubewahren.

Nährstoffvergleich ab dem Düngjahr 2018

Ab dem Düngjahr 2018 treten wichtige weitere Änderungen hinsichtlich Methodik und Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleichs in Kraft.

Nunmehr sind alle Betriebe mit mehr als 15 ha LF, über 2 ha Anbau von Gemüse, Hopfen, Wein oder Erdbeeren oder einem jährlichen N-Anfall aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft von mehr als 750 kg N je Betrieb verpflichtet, jeweils bis zum 31.12. für das abgelaufene Düngjahr einen Nährstoffvergleich für N und P nach der plausibilisierten Flächenbilanz zu erstellen. Das Gleiche gilt für alle Betriebe, die Gärrückstände aus der Biogaserzeugung übernehmen und auf eigene Flächen aufbringen.

Die Plausibilisierung betrifft die modifizierte Berechnung der Nährstoffabfuhr von den Grobfutterflächen. Diese errechnet sich wie folgt:

Nährstoffabfuhr = Nährstoffaufnahme aus dem Grobfutter je Tier oder Stallplatz x Anzahl der Tiere oder Stallplätze
+ Nährstoffabfuhr über abgegebenes Grobfutter
– Nährstoffzufuhr über erworbenes Grobfutter.

Für nicht verwertete Futtermengen darf bei Feldfutter ein Zuschlag bis 15 % und bei Grünland und Dauergrünland ein Zuschlag bis 25 % erfolgen. Ein eventueller Auf- oder Abbau der Grobfutternvorräte sowie die Aufnahme oder Abgabe von Grobfutter ist zu belegen.

Der N-Saldo im Mittel der drei letzten Düngejahre soll einen Kontrollwert von maximal 60 kg N/ha nicht überschreiten. Der Wert wird ab den Düngejahren 2018, 2019 und 2020 auf 50 kg N/ha gesenkt. Für P gilt ein Kontrollwert im sechsjährigen Mittel von 20 kg P₂O₅/ha, der ab 2018 auf 10 kg P₂O₅/ha reduziert wird und den erhöhten P-Düngebedarf vieler Flächen mit P-Unterversorgung nicht berücksichtigt.

Die sorgfältige Düngebedarfsermittlung und die bedarfsgerechte Düngung leisten einen wichtigen Beitrag zum Einhalten der Obergrenze für den betrieblichen N-Saldo. Insbesondere gilt es, die N-Düngewirkung organischer Dünger optimal zu nutzen.

Einführung bundeseinheitlicher Vorgaben für das Fassungsvermögen von Anlagen zur Lagerung von Wirtschaftsdüngern und Gärrückständen

Die bisher in den Anlagenverordnungen der Bundesländer verankerten Vorschriften zur Lagerung flüssiger organischer Dünger wurden in das Düngerecht überführt. Demnach muss das Fassungsvermögen eine sichere Lagerung auch während der Sperrfristen gewährleisten. Es gilt eine Mindestlagerkapazität für flüssige Wirtschaftsdünger und Gärreste von sechs Monaten. Ab dem 01.01.2020 erhöht sich die Mindestlagerkapazität für Betriebe ohne eigene Flächen oder > 3 GV/ha auf neun Monate. Ab dem 01.01.2020 ist für Festmist oder Kompost eine Mindestlagerkapazität zwei Monate vorgegeben. Verträge zu überbetrieblicher Lagerung oder Verwertung sind bei nicht ausreichenden eigenen Lagerkapazitäten nachzuweisen.

Ausblick

Zur Präzisierung von Einzelregelungen der Düngeverordnung erarbeitet gegenwärtig eine Bund-Länder-AG Mustervollzugshinweise, die nach deren Vorliegen in die Umsetzung in Thüringen einfließen werden.

Auf Grundlage von § 13 der novellierten Düngeverordnung sind die Bundesländer verpflichtet, in Gebieten mit hoher Nitratbelastung im Grundwasser sowie in Gebieten, in denen stehende oder langsam fließende oberirdische Gewässer durch Phosphat, was nachweislich aus der Landwirtschaft stammt, eutrophiert sind, entsprechende Landesverord-

nungen zur Verbesserung der Wasserqualität zu erlassen. Für Thüringen ist der Erlass dieser Landesverordnung im Jahr 2018 geplant.

Auf Grundlage von § 11a des novellierten Düngegesetzes ist der Erlass einer Bundesverordnung zur Stoffstrombilanzierung ab 2018 vorgesehen. Zum Redaktionsschluss des vorliegenden Tagungsbandes war das Bundesratsverfahren noch nicht abgeschlossen.

Weiterführende Informationen

Laufende Informationen zur Umsetzung der Düngeverordnung werden im Internetangebot der TLL unter www.thueringen.de/th9/tll/pflanzenproduktion/duengung/index.aspx angeboten.

Wirkung differenzierter Standortbedingungen auf den N-Düngebedarf von Winterweizen

Hubert Heß (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Unter landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen treten in der Regel erhebliche Ertragsunterschiede auf. Diese sind durch verschiedenen Standort- und Witterungsverhältnisse, aber auch durch die unterschiedliche Bewirtschaftung bedingt.

Für Thüringen zeigt die Abbildung 1 die differenzierten Korntrträge einzelner Praxisflächen der Besonderen Ernteterminnung für A-Weizen in den Jahren 2010 bis 2017.

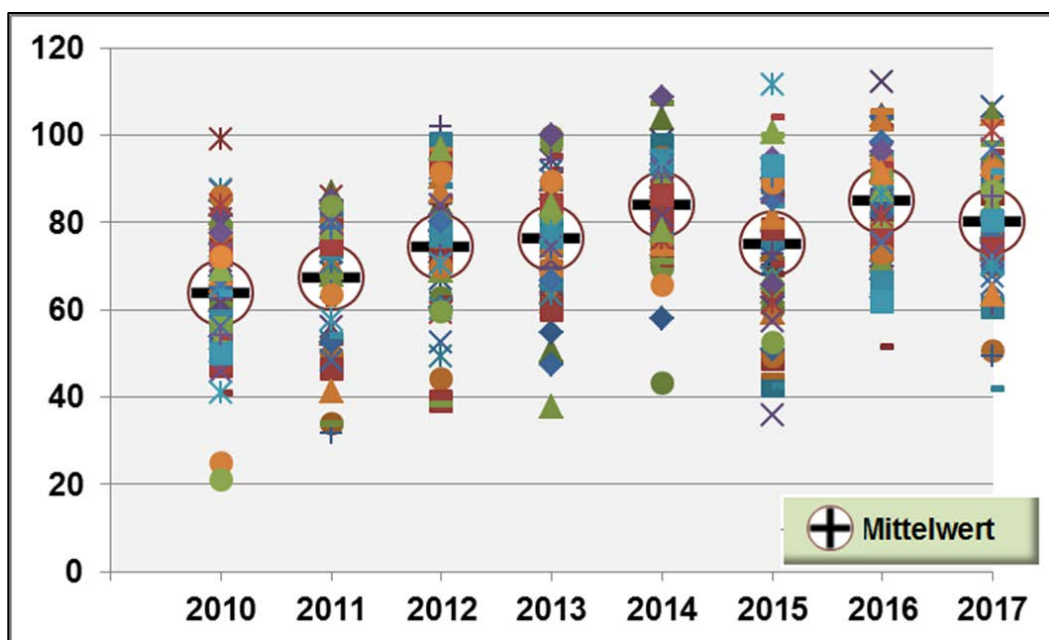


Abbildung 1: Besondere Ernteterminnung Korntrträge (dt/ha); Ertragsvariabilität der einzelnen Praxisflächen für A-Weizen in den Jahren 2010...2017

Diese Ergebnisse der Besonderen Ernteterminnung in Thüringen ergeben in fast allen aufgeführten Jahren eine Spannweite von 50 dt/ha und mehr. Unter Berücksichtigung der extremen Ausreiser betrug die Spannweite bis zu 80 dt/ha. Diese erheblichen Ertragsunterschiede sind überwiegend durch die o. g. Standort- und Witterungsverhältnisse, aber ebenso durch die unterschiedliche Bewirtschaftung begründet und müssen sich damit auch in der Düngebedarfsermittlung nach der Düngeverordnung 2017 widerspiegeln, wenn diese nicht durch andere Einflüsse wie z. B. Unwetter- oder Hagelschäden bedingt sind.

Gemäß der Düngeverordnung von 26.05.2017 hat der Landwirt für jeden Schlag (oder Bewirtschaftungseinheit) entsprechend den konkreten Gegebenheiten vor der ersten Düngungsmaßnahme eine bundesweit einheitliche und verbindliche Düngedarfsermittlung für Stickstoff durchzuführen (ebenso für Phosphor). Diese beinhaltet grundsätzlich einerseits den Düngedarf 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 Düngedarfsermittlung verfolgt der Gesetzgeber das Ziel, eine „standortbezogene Obergrenze“ in Deutschland zu etablieren und damit den Forderungen der Europäischen Kommission nachzukommen.

Für Stickstoff legt die Düngeverordnung 2017 die konkreten N-Bedarfswerte u. a. für Winterweizen fest (Tab. 1). Tabelle 2 enthält die Zu- und Abschläge bei abweichendem Ertragsniveau.

Tabelle 1: N-Bedarfswerte für Winterweizen nach Düngeverordnung 2017

Kultur	Ertragsniveau (dt/ha)	Stickstoffbedarfswert (kg N/ha)
Winterweizen A, B	80	230
Winterweizen C	80	210
Winterweizen E	80	260

Tabelle 2: Zu- und Abschläge aufgrund von abweichendem Ertragsniveau bei Ackerkulturen; Düngeverordnung 2017

Kultur	Ertragsdifferenz (dt/ha)	Höchstzuschläge bei höheren Erträgen (kg N/ha je Einheit nach Spalte 2)	Mindestabschläge bei niedrigeren Erträgen (kg N/ha je Einheit nach Spalte 2)
Getreide und Körnermais	10	10	15

Landwirte haben vor der Ausbringung von wesentlichen Nährstoffmengen eine Düngedarfsermittlung nach der Vorlage vorzunehmen. Dort sind alle Eingangsdaten und die Berechnung des Düngedarfs zu dokumentieren. Diese Unterlagen hat der Betriebsinhaber sieben Jahre nach Ablauf des Düngjahres aufzubewahren und der nach Landesrecht zuständigen Stelle auf Verlangen vorzulegen. Die Überschreitung des Düngedarfs stellt dabei u. a. eine Ordnungswidrigkeit dar.

Versuchsstandorte und Bodenbedingung Versuchsstation Haufeld (Versuchsfeld Treppendorf)

In den Versuchsblöcken des Versuchsfeldes Treppendorf liegt eine deutliche bodenabhängige Differenzierung vor. Für die reguläre Versuchstätigkeit wird in der Regel für Sorten-, Pflanzenschutz- und Düngungsversuche nur der östliche und damit ausgeglichene Teil der Versuchsfläche, überwiegend in den Versuchsblöcken 2 bis 4, genutzt. Die Abbildung 2 zeigt diese Versuchsblöcke mit Bodenschätzung und Ackerzahlen sowie deren räumlicher Abgrenzung im Versuchsfeld.

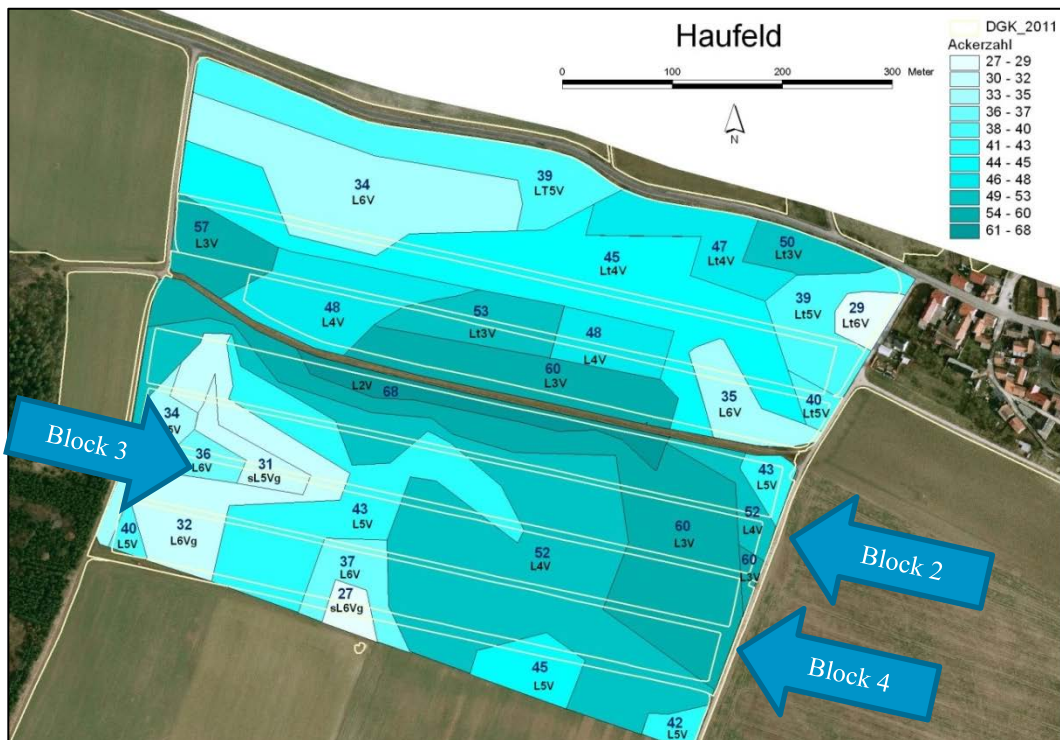


Abbildung 2: Bodenschätzung mit Ackerzahlen und räumlicher Abgrenzung in den Versuchsblöcken Versuchsfeld Treppendorf

Mit der erheblichen Standortdifferenzierung in den Versuchsblöcken des Versuchsfeldes Treppendorf war die Möglichkeit gegeben, Stickstoffdüngungsversuche unter gleicher Bewirtschaftung und gleichen Witterungsbedingungen durchzuführen und damit die Auswirkungen der N-Düngung für Winterweizen unter diesen unterschiedlichen Standortbedingungen zu prüfen. Die Standortdifferenzierung ist ganz allgemein durch die Mächtigkeit des Bodens gekennzeichnet. Die jeweiligen Versuchsgruppen werden im Folgenden als „tiefgründig“ und als „flachgründig“ bezeichnet. Die Lage der jeweiligen Versuche in den Versuchsblöcken und den einzelnen Jahren ist in Abbildung 3 dargestellt.

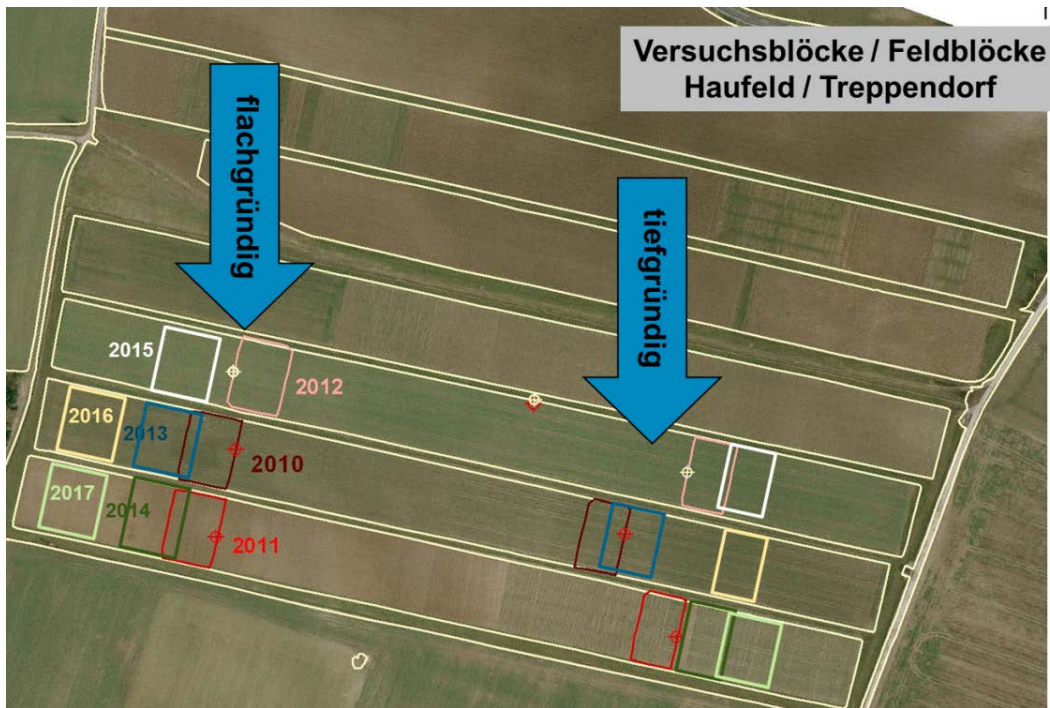


Abbildung 3: Lage der N-Versuche auf der Versuchsfläche Treppendorf in den Jahren 2010 bis 2017

In den ersten drei Jahren wurden unmittelbar am Rand der beiden Düngungsversuche Bodenerhebungen im Frühjahr durchgeführt. Aus den Übersichten 1 und 2 gehen die im ersten Jahr 2010 erhobenen Daten der Bodenansprache hervor. Sie zeigen die Bodenhorizonte, Körnungsanalyse und die bodenphysikalischen Messwerte für beide Standorte.

Die Übersicht 3 enthält die Bodencharakterisierung und eine Zusammenfassung zu den Eigenschaften zur landwirtschaftlichen Nutzung. Die Leistungsmerkmale der Pseudogley-Braunerde aus Löss über Muschelkalkverwitterung (tiefigründiger Standort) können als ertragreicher Boden mit hohem Nährstoffspeicher und -transformationsvermögen sowie mittlerem pflanzenverfügbaren Bodenwasservorrat (effektiver Wurzelraum Getreide: 70 cm) bezeichnet werden. Die Kalkmergel-Rendzina aus Muschelkalkverwitterungsmaterial (flachgründiger Boden) ist durch eine hohe Ertragsunsicherheit bei einem geringen pflanzenverfügbaren Bodenwasservorrat (effektiver Wurzelraum Getreide: 40 cm) gekennzeichnet. Daraus ergibt sich, dass der flachgründige Standort insbesondere durch die geringere Feldkapazität ein deutlich geringeres Ertragspotenzial aufweist. Die Bodenhorizonte, Körnungsanalyse und die bodenphysikalischen Parameter der Jahre 2011 und 2012 (nicht dargestellt) entsprechen dabei im Wesentlichen den Untersuchungsergebnissen des Jahres 2010.

Die Bodenprofile beider Standorte im Jahr 2012 zeigt Abbildung 4. Die Abbildung 5 dokumentiert auf dem flachgründigen Standort bereits sehr zeitig im März 2012 deutliche Wachstumshemmnisse der Winterweizenpflanzen, welche am reduzierten Wurzelwachstum mit verringertem Wurzeltiefgang über dem Muschelkalk sichtbar wurden.

Tiefenbereich (cm)	0 ... 25	26 ... 40	41...60	>60
Horizont	Ap	Bv Sw		cC
Tongehalt (%) v. H. Feinboden	28	30	51	29
Schluff (%) v. H. Feinboden	70	69	48	70
nutzbare Feldkapazität (mm)	40	17	17	7
Kf-Wert (cm/d)	500	7	200	50

Übersicht 1: Bodenhorizonte, Körnungsanalyse und die bodenphysikalischen Messwerte im Jahr 2010 tiefgründiger Standort

Tiefenbereich (cm)	0 ... 25	26...35	>35
Horizont	Ap	Ah	cC
Tongehalt (%) v. H. Feinboden	40	40	40
Schluff (%) v. H. Feinboden	56	55	50
nutzbare Feldkapazität (mm)	28	13	10
Kf-Wert (cm/d)	5000	500	4

Übersicht 2: Bodenhorizonte, Körnungsanalyse und die bodenphysikalischen Messwerte im Jahr 2010 flachgründiger Standort

tiefgründiger Standort

Pseudogley-Braunerde aus Löss
über Muschelkalkverwitterung

lö 4

Lö3a3

L4V 65

- Leistungsmerkmale:
- ertragreicher Boden, hohes Nährstoff-speicher- und -transformationsvermögen
 - mittlerer pflanzenverfügbare Boden-wasservorrat
(effektiver Wurzelraum Getreide: 70 cm)

Quelle: P. Gullich; R. Paul; H. Heß (2011)

flachgründiger Standort

Kalkmergel-Rendzina aus
Muschelkalkverwitterungsmaterial

k5

V3c1

L6Vg 38

- Leistungsmerkmale:
- flachgründiger Boden
 - hohe Ertragsunsicherheit
 - geringer pflanzenverfügbare Boden-wasservorrat
(effektiver Wurzelraum Getreide: 40 cm)

Bodengeologische Karte Thüringens:

Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung:

Bodenschätzung:

Leistungsmerkmale:

Übersicht 3: Bodencharakterisierung und landwirtschaftliche Nutzungseigenschaften für den tiefgründigen und flachgründigen Versuchsbereich

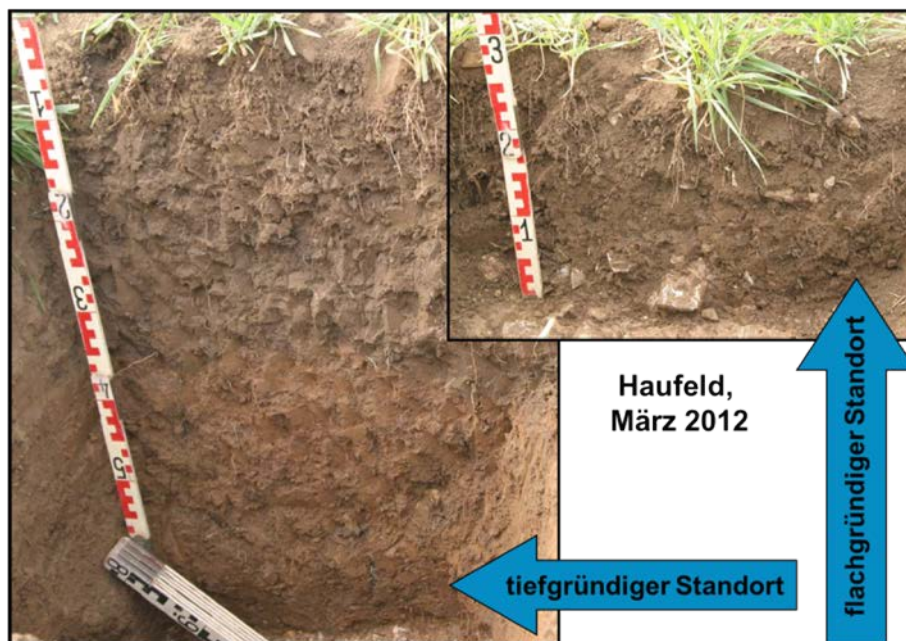


Abbildung 4: Bodenprofile Haufeld 2012; tiefgründiger und flachgründiger Standort



Abbildung 5: Wachstumshemmnisse der Winterweizenpflanzen; sichtbar am Wurzelwachstum auf flachgründigem Standort; Hausfeld 2012

Düngungsversuche - tiefgründiger und flachgründiger Standort

Tabelle 3 zeigt die einheitliche N-Düngung zum Winterweizen mit den N-Mengen der einzelnen Gaben für jeweils beide Standortbereiche. Zum Einsatz kam Kalkammonsalpeter (KAS). Die Ausrichtung der Düngungsvarianten erfolgte auf die Erreichung von Ertrags- und Qualitätszielen unter den verschiedenen Standortbedingungen. Die festen N-Mengen wurden dabei in allen Versuchsjahren und unabhängig von dem $N_{\min}$ -Gehalt im Boden oder anderer Zu- oder Abschläge eingesetzt. Im Mittel aller acht Jahre lag der Frühjahrs- $N_{\min}$ -Gehalt im Boden für den tiefgründigen Standort bei 85 kg/ha (0...90 cm) und für den flachgründigen Standort bei 28 kg/ha (0...30 cm; teilweise 0...60 cm). Zum Anbau kamen im Jahr 2010 der E-Weizen Aron und in den weiteren Jahren die A-Weizen Chevalier, Julius (4 Mal) und Reform (2 Mal). Die Vorfrüchte waren im jeweiligen Block in den Jahren 2010 bis 2017: Wintergerste, Winterraps, Winterraps, Erbsen, Hafer, Hafer, Wintertriticale und Winterweizen.

Tabelle 3: Prüfglieder des Winterweizen-Versuches für beide Standortbedingungen; Haufeld in den Jahren 2010 bis 2017 (alle KAS)

Prüfglied	N-Düngung	1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe	N gesamt
1	ohne N	0	0	0	0
2	wenig	30	30	50	110
3	mittel	50	50	50	150
4	viel	70	70	80	220
5	wenig Andüngung	50	90	80	220
6	hohe Andüngung	90	50	80	220
7	mittel + 3. Gabe hoch	50	50	80	180
8	mittel + 3. Gabe wenig	50	50	30	130

Ergebnisse Düngungsversuche

Kornertrag und Rohproteingehalt

Der Kornertrag des tiefgründigen Standortes lag ohne N-Düngung im Mittel der acht Jahre bei 70 dt/ha und reagierte durch steigende N-Gaben mit einem deutlichen Anstieg des Kornertrages (Abb. 6). Der Zuwachs des Kornertrages verringerte sich zwar bei dem höheren Düngungsniveau, die Prüfglieder mit den N-Mengen von 220 kg/ha führten jedoch zu den höchsten Kornerträgen von ca. 103 dt/ha. Dabei lagen die drei Prüfglieder mit insgesamt 220 kg N/ha mit jeweils anderer N-Aufteilung fast einheitlich bei diesem Kornertrag. Für alle Prüfglieder schwankten die Kornerträge der Einzeljahre dabei jedoch etwas stärker (Ertragsniveau und -abstufung), eine wesentlich andere Ergebnisreihenfolge ergab sich damit jedoch nicht. Der t-Test führte bei der statistischen Verrechnung der Kornerträge zu einer Grenzdifferenz von 4,4 dt/ha. Damit ist eine statistische Absicherung zwischen den ungedüngten und den gedüngten Varianten, aber auch zwischen den N-Mengen 110 kg/ha und 150 kg/ha (ebenso 220 kg/ha) sowie zwischen 130 kg/ha und 220 kg/ha gegeben.

Im Gegensatz dazu lag auf dem flachgründigen Standort der Kornertrag im Mittel aller Jahre ohne N-Düngung mit nur knapp 40 dt/ha deutlich unter dem Vergleichsstandort. Der Ertrag stieg dabei mit zunehmender N-Düngung wesentlich geringer an als auf dem tiefgründigen Standort. Unter diesen Bedingungen wurde der maximale Kornertrag von ca. 62 dt/ha auch mit 220 kg N/ha erzielt (alle 3 Prüfglieder). Der Ertrag variierte allerdings zwischen 150 kg N/ha und 220 kg N/ha allerdings nur um 2 dt/ha und zeigt damit an, dass dieser Standort durch das begrenzte Wasserangebot hohe Stickstoffmengen nur unvollkommen ausnutzen kann. Diese Aussage gilt für die meisten Versuchsjahre. Für den flachgründigen Standort schwankten die Kornerträge aller Prüfglieder in den Einzeljahren dabei jedoch noch stärker im Ertragsniveau und bei der Ertragsabstufung. Im Mittel aller Jahre ergab der t-Test bei der statistischen Verrechnung der Kornerträge eine Grenzdifferenz von 5,2 dt/ha. Damit waren nur die Ertragsunterschiede zwischen der ungedüngten und den gedüngten Varianten sowie zwischen den N-Mengen 110 kg/ha und 220 kg/ha statistisch gesichert.

Ein Vergleich beider Standorte zeigt, dass die Erträge aller N-Düngungsniveaus um ca. 33 bis 40 dt/ha auseinander lagen. Dabei vergrößerten sich die Ertragsdifferenzen mit ansteigender N-Düngung an, was auf die reduzierte N-Verwertung höherer N-Mengen unter flachgründigen Standortbedingungen zurückzuführen ist.

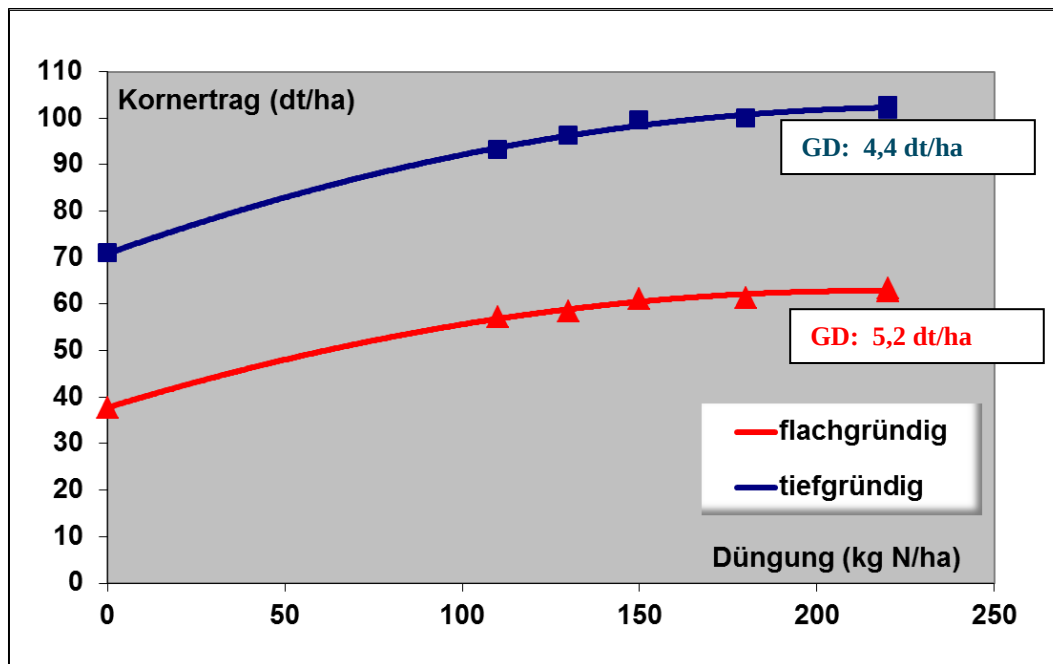


Abbildung 6: Kornerträge Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung; flach- und tiefgründige Standorte Haufeld 2010 bis 2017

Die Abbildung 7 zeigt die Rohproteingehalte für den Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung in den N-Versuchen beider Standortbedingungen Haufeld im Mittel der Jahre 2010 bis 2017.

Wie auch in den Einzeljahren waren die mittleren Rohproteingehalte stark vom Ertragsniveau beeinflusst. Die höheren Erträge des tiefgründigen Standortes führten über den Verdünnungseffekt zu geringeren Rohproteingehalten. Die Rohproteingehalte des flachgründigen Standortes lagen somit für alle Düngungsstufen über dem tiefgründigen Standort. Die für die A-Qualität der angebauten Weizensorten notwendigen Rohproteingehalte von 13,5 % wurden auf dem tiefgründigen Standort mit ca. 220 kg N/ha realisiert, auf dem flachgründigen Standort reichten dafür bereits 150 kg N/ha aus. Auf dem flachgründigen Standort konnten so die Weizenpflanzen den nicht in Ertrag umgesetzten Düngerstickstoff zur Ausbildung hoher Rohproteingehalte mit teilweise über 14,5 % nutzen. In Einzeljahren entstanden dort auch Gehaltswerte von über 17 %.

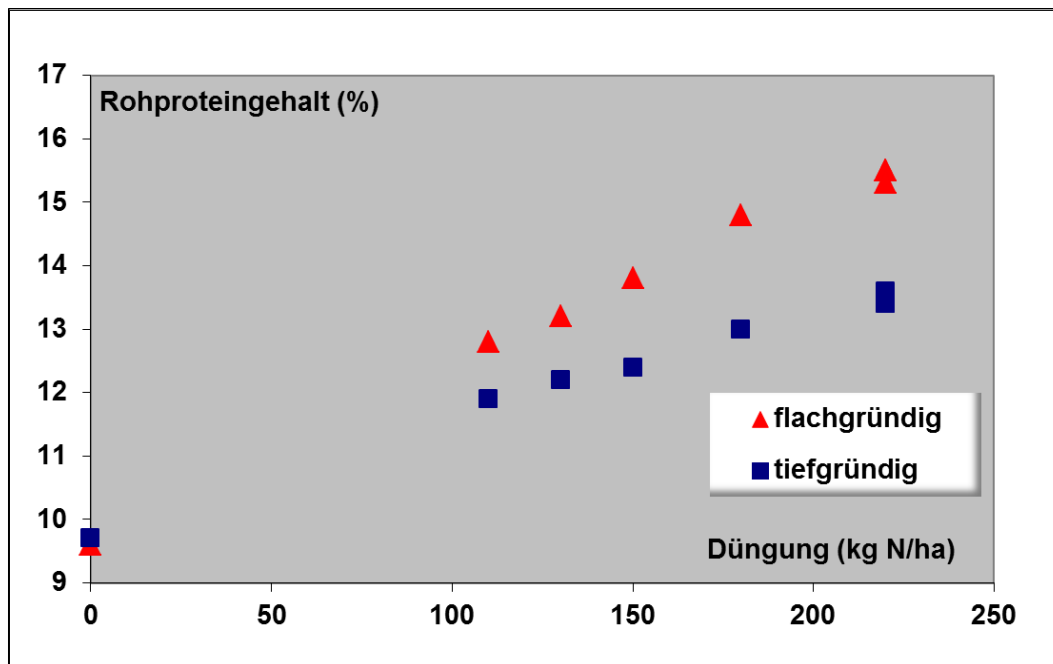


Abbildung 7: Rohproteingehalte Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung; N-Versuche Haufeld 2010 bis 2017

N-Salden und N_{min} -Gehalte im Boden nach der Ernte

Die in den Versuchsjahren 2010 bis 2017 errechneten mittleren N-Salden sind in Abbildung 8 dargestellt. Dabei ist erkennbar, dass eine sehr hohe N-Düngung mit 220 kg N/ha auf dem tiefgründigen Standort nur zu N-Salden im leicht positiven Bereich führt. Unter flachgründigen Standortbedingungen treten dagegen schon bei einer Düngung von 130 bis 150 kg N/ha deutlich positive N-Salden auf. Ab 180 kg N-Düngung/ha befinden sich die Salden schon im Bereich von 50 kg/ha, der als Kontrollwert nach Düngeverordnung 2017 mehrjährig für drei Jahre gilt. Bei einer N-Düngung mit 220 kg N/ha wird dieser Kontrollwert erheblich überschritten (79 kg/ha).

Den Verbleib von Stickstoff im Boden als N_{min} -Gehalt nach der Ernte zeigt Abbildung 9 (Mittel der Jahre 2010 bis 2017). Für den tiefgründigen Standort bleiben die N_{min} -Gehalte nach der Ernte bis zu einer N-Düngung von 150 kg/ha weitgehend auf dem Niveau der ungedüngten Variante bei 43 kg/ha. Unter flachgründigen Standortbedingungen steigen die N_{min} -Gehalte nach der Ernte bereits ab 130 kg N-Düngung/ha an (ungedüngt: 29 kg/ha). Die höchsten N_{min} -Gehalte treten für beide Bodenbedingungen bei der N-Zufuhr von 220 kg N/ha mit 53 kg/ha bzw. mit 60 kg/ha auf.

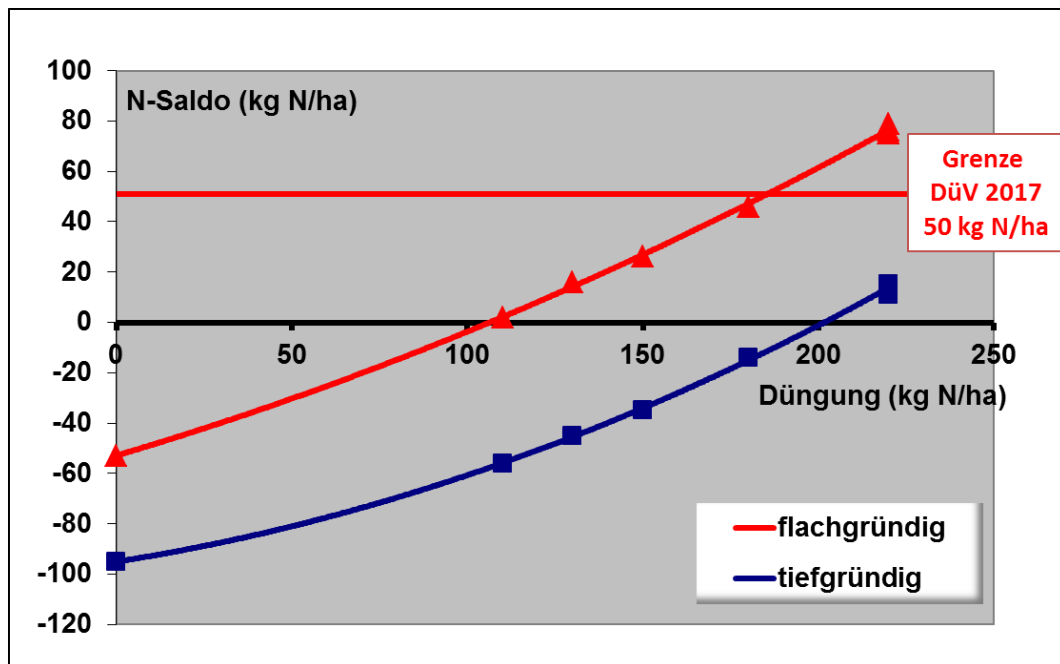


Abbildung 8: N-Salden Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung; N-Versuche Haufeld Mittel 2010 bis 2017

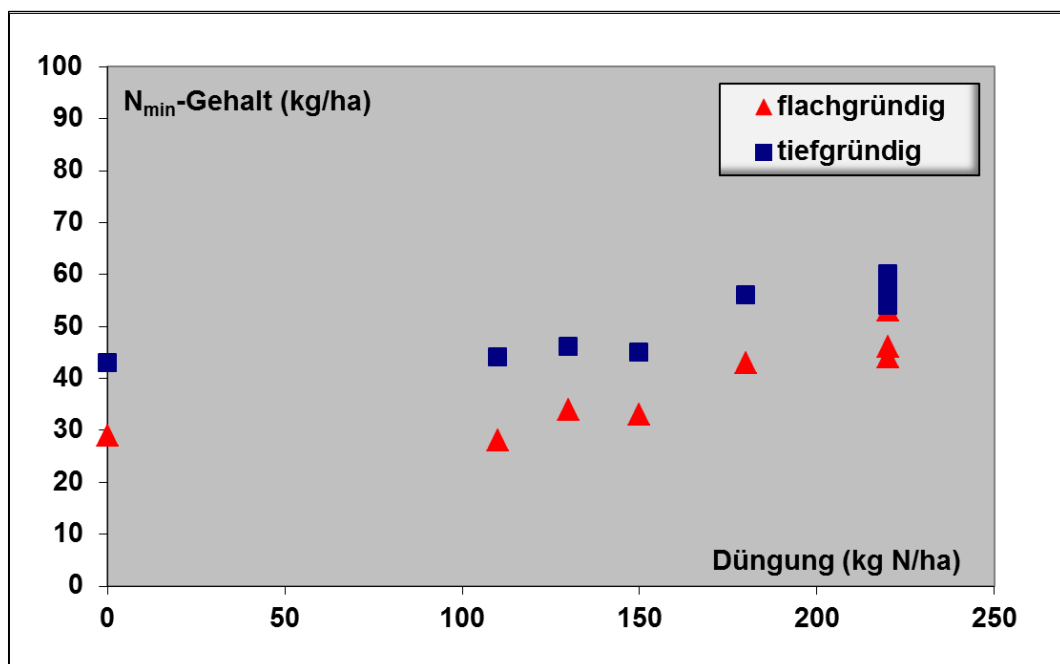


Abbildung 9: N_{min}-Gehalt im Boden nach der Ernte in Abhängigkeit von der N-Düngung; N-Versuche Haufeld Mittel 2010 bis 2017

Erlöse

Für die Berechnung der N-kostenfreien Erlöse [Erlös minus N-Kosten (Dünger + Ausbringung)] wurden die Erzeugerpreise und die N-Düngerkosten nach Tabelle 4 für den Zeitraum 2012 bis 2016 genutzt und die Mineraldüngerausbringung mit 8 EUR berechnet (alle Düngungsvarianten mit 24 EUR).

Tabelle 4: Erzeugerpreise von Winterweizen und N-Mineraldüngerkosten

Zeitraum	E-Weizen	Q-Weizen	B-Weizen	F-Weizen	N-Dünger
	> 14,5 % RP	> 13,5 % RP	> 12 % RP	<= 12 % RP	Reinnährstoff
	€/dt	€/dt	€/dt	€/dt	€/kg
2012 - 16	18,9	17,9	17,3	16,6	0,91
2017	16,1	15,0	14,6	14,2	0,72

Unter den mittleren Preisbedingungen der Jahre 2012 bis 2016 ergeben sich die N-kostenfreien Erlöse nach Abbildung 10. Die erzielbaren Erlöse sind dabei stark von den Rohproteingehalten des Winterweizens beeinflusst. Diese zeigen dort auch die jeweils zugrundeliegenden Qualitätseinstufungen nach den Rohproteingehalten.

Für den flachgründigen Standort wurden bei hohen Rohproteinwerten von über 13,5 % die Erzeugerpreise nur für das Niveau der A-Weizenqualität angesetzt, da die angebauten Weizensorten (Ausnahme erstes Versuchsjahr mit Sorte Aron) keine Backqualität wie E-Weizen zulassen. Bei konkreter Berücksichtigung der höheren Rohproteingehalte ergaben sich für die Varianten mit der N-Düngung von 180 und 220 kg/ha um ca. 60 EUR/ha höhere Erlöse (nicht dargestellt).

In der Abbildung 10 zeigen die waagerechten Linien die Maxima der N-kostenfreien Erlöse an. Auffällig ist der sehr große Unterschied zwischen tiefgründigem und flachgründigem Standort (1 650 EUR/ha zu 950 EUR/ha).

Für den tiefgründigen Standort liegen die maximalen N-kostenfreien Erlöse bei 1 650 EUR (220 kg N/ha). Allerdings erzielen auch geringere N-Düngermengen hier fast gleiche Werte, im Bereich der N-Menge von 150 und 180 kg/ha gab es nur um 50 bis 70 EUR/ha geringere N-kostenfreie Erlöse. Stärker fallen die Erlöse ab der N-Menge von 150 kg/ha. Das wirtschaftliche Optimum wird hier für diese Preisbasis bei einer N-Düngung von ungefähr 180 bis 220 kg/ha erreicht (statistisch nicht gesicherte Kornerträge).

Unter flachgründigen Standortbedingungen liegen die N-kostenfreien Erlöse im Bereich der N-Düngung von 180 bis 220 kg/ha mit ca. 950 EUR/ha auf gleicher Höhe. Auch die N-Zufuhr von 110 kg/ha oder 130 kg/ha weicht davon nur geringfügig ab (ca. -50 EUR/ha). Das wirtschaftliche Optimum entspricht daher einem N-Düngungsbereich von 130 bis 180 kg N/ha (statistisch nicht gesicherte Kornerträge für N-Düngung 130 bis 220 kg/ha).

In Abbildung 11 sind zum Vergleich die N-kostenfreie Erlöse unter Nutzung der gegenwärtig veränderten Preise und Kosten des Frühjahrs 2017 und damit den erheblich geringeren Erzeugerpreisen dargestellt. Dabei zeigt sich im Vergleich zur anderen Preisbasis, dass die Erlöskurve für beide Standortbedingungen deutlich flacher verläuft. So führt unter tiefgründigen Bedingungen bereits eine N-Düngung von 150 kg/ha zu einem Erlös von 1 320 EUR/ha im wirtschaftlich optimalen Bereich. Die Prüfglieder mit einer N-Düngung 220 kg/ha lagen im Mittel mit nur 20 EUR/ha über diesem Wert (180 kg N/ha: 1 310 EUR/ha). Für den flachgründigen Standortbereich liegen alle Prüfglieder mit N-Düngung bezüglich der N-kostenfreien Erlöse in einem Bereich von 760 EUR/ha (+/- 25 EUR/ha). Dieser Ver-

gleich zeigt damit, dass unterschiedliche Preisniveaus auch zu unterschiedlichen Erlössituationen führen können.

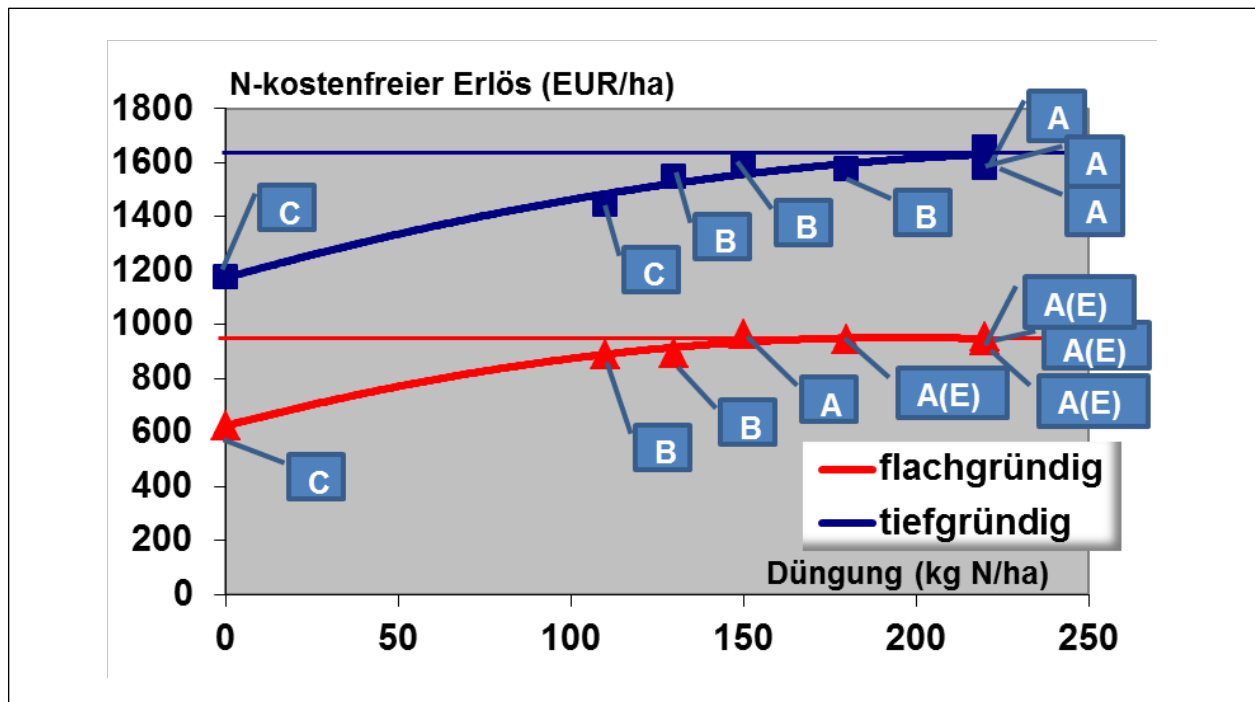


Abbildung 10: N-kostenfreie Erlöse (Preisbasis 2012 bis 2016) und die Qualitätseinstufungen nach Rohproteingehalten von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung; tiefgründige und flachgründige Standorte Haufeld 2010 bis 2017

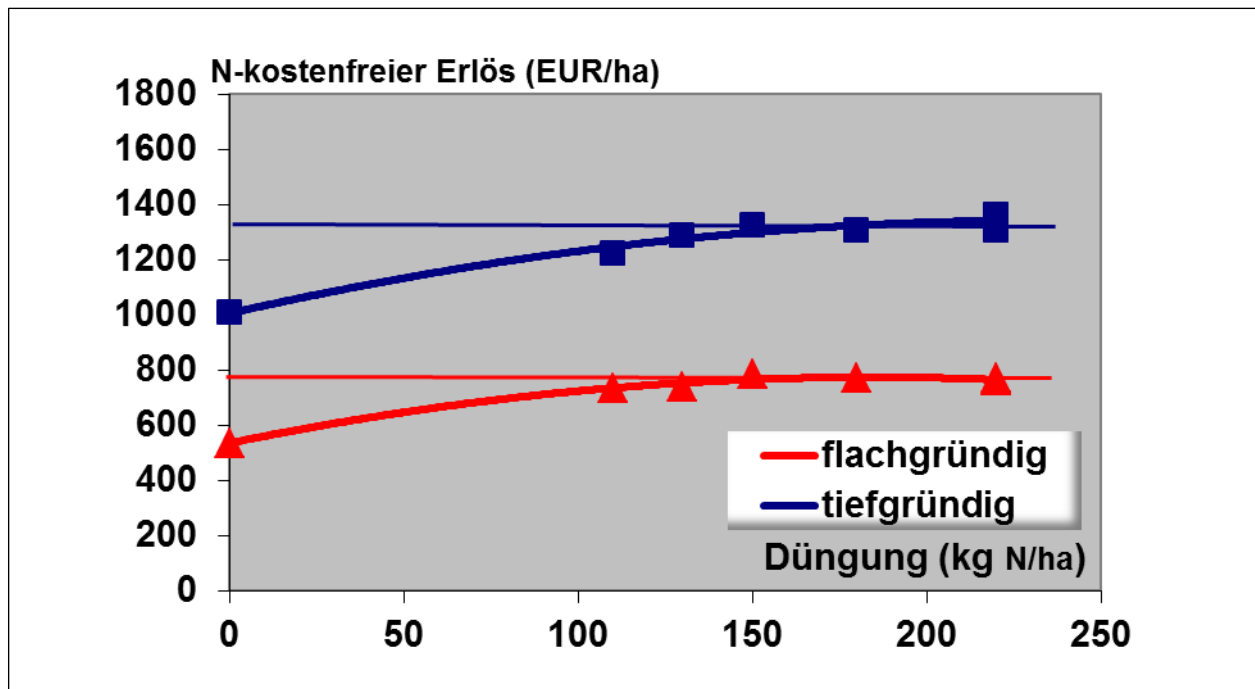


Abbildung 11: N-kostenfreie Erlöse (Preisbasis 2017) von Winterweizen in Abhängigkeit von der N-Düngung; tiefgründige und flachgründige Standorte Haufeld 2010 bis 2017

Fazit

Die bisherige Aussage von Thüringer Düngungsversuchen, der guten Stimmigkeit der Düngungsempfehlungen nach Stickstoffbedarfsanalyse (SBA) und der Düngbedarfsermittlungen nach Düngeverordnung von 2017 (siehe Veröffentlichungen Düngungs- und Pflanzenschutztagung der Vorjahre) trifft im Wesentlichen auch bei standortspezifischen Ertragsunterschieden zu.

In acht Versuchsjahren konnte für Winterweizen unter differenzierten Standortbedingungen in der Versuchsstation Haufeld (Versuchsfeld Treppendorf) festgestellt werden, dass die optimalen Ertrags- und Rohproteinwerte weitgehend mit N-Mengen zu erzielen sind, die den Vorgaben der Düngeverordnung 2017 und deren Düngbedarfsermittlung entsprechen.

Es hat sich gezeigt, dass auf einem ertragsstarken Standort auch höhere N-Mengen für hohe Kornerträge und die geforderten Rohproteingehalte notwendig sind. Andererseits benötigen Standorte mit einem geringen Ertragspotenzial auch geringere N-Zufuhren für das dort zu erzielende Ertrags- und Rohproteinniveau.

Ein Abweichen von diesen Grundsätzen hat in der Regel einerseits Ertrags- und Qualitätseinbußen (damit auch geringere Erlöse) oder andererseits eine zu hohe Umweltbelastung (N-Salden und $N_{\min}$ -Gehalte nach der Ernte) zur Folge.

Besonders die von Handel und Verarbeitung geforderten hohen Rohproteingehalte für A-Weizen müssen jedoch auch unter allen Bedingungen sicher erreichbar sein. Für ertragschwache Standorte und mittlere Ertragsniveaus ist dies in aller Regel auch sicher gegeben. Andererseits kann es im Hohertragsbereich > 100 dt/ha (teilweise auch im Ertragsbereich von 90 bis 100 dt/ha) zu größeren Problemen mit der Absicherung des Qualitätsparameters Rohproteingehalt kommen. Hier gilt es, dieses Qualitätsziel durch entsprechende Auswahl von Sorten mit sicheren Rohproteingehalten abzusichern. Auch die Orientierung auf Sorten mit sicherer Backqualität und dabei untergeordneten Rohproteingehalten ermöglicht bei Vertragsanbau oder sortenspezifischer Vermarktung eine verbesserte Erlössituation.

Das bisher meist bewährte Prinzip, dass auf ertragsschwachen Standorten eher bessere Rohproteingehalte erzielt werden, scheint sich auch mit den neueren Versuchsergebnissen zu bestätigen.

Sicher ist jeder Landwirt gut beraten, für die Winterweizenproduktion alle Faktoren im optimalen ertrags- und qualitätsbezogenen Bereich zu halten und so eine kostengünstige und umweltgerechte N-Versorgung der Pflanzen sicherzustellen. Für eine flächenspezifische N-Düngung und zur Feinabstimmung sollten im landwirtschaftlichen Betrieb auch immer alle Möglichkeiten von z. B. Bodenuntersuchungen, Düngefenstern, Nitratschnelltest, N-Sensoren und der Pflanzenanalyse genutzt werden.

Unter Berücksichtigung des durch die Düngeverordnung vorgegebenen N-Bedarfswertes und der Einhaltung des in der Düngebedarfsermittlung ausgewiesenen N-Düngebedarfs kann der Landwirt bei guter Kenntnis seiner Standorte auch noch Anpassungen zwischen den N-Gaben zugunsten der Qualitäts-N-Gabe vornehmen.

Dabei entsprechen die in den N-Versuchen in Haufeld gefundenen Ertrags- und Qualitätsergebnisse weitgehend den Vorgaben der Düngeverordnung und führten zu optimalen Erlösen. Jedoch können sich ungünstige Veränderungen von Preisen und Kosten negativ auf das finanzielle Ergebnis auswirken.

Hinweise zur sachgerechten Insektizidanwendung

Dr. Udo Heimbach (Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland)

Schädlinge können in ackerbaulichen Kulturen zu erheblichen Schäden führen. Erst als letztes Mittel zur Schadensvermeidung soll nach Insektiziden gegriffen werden. So will es der Gesetzgeber mit der Definition des integrierten Pflanzenschutzes, der für alle Pflanzenschutzmittelanwender in Europa bindend ist. Dies bedeutet, dass jeder Landwirt zuerst nicht-chemische Maßnahmen, wie z. B. Standortwahl, Fruchtfolge, Saattermin, Bodenbearbeitung, Sortenwahl sorgfältig geplant haben muss und auch zusätzlich das Ausmaß des Auftretens der Schädlinge und Schwellenwerte zu beachten hat, ehe er zu Insektiziden greift.

Dies ist in vielen Situationen leider nur die Theorie. Die Praxis sieht anders aus, da ökonomische Aspekte die wichtigsten Treiber sind und z. B. der Verzicht auf den Anbau einer bestimmten ökonomisch attraktiven Kulturart auch bei hohem regionalen Schädlingsdruck nur bedingt möglich ist. Die Praxis ist daher eher, dass die Nutzung von Insektiziden von Beginn an fest mit dem Anbau einer Kultur eingeplant wird. Damit ist die Landwirtschaft aber sehr stark von der Verfügbarkeit wirksamer Insektizide abhängig. Diese Verfügbarkeit steht inzwischen aber von zwei Seiten her unter Druck: zum einen werden bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln immer höhere Hürden angelegt, von denen die Insektizide besonders betroffen sind. Zum anderen breiten sich Resistenzen gegen Insektizide immer stärker aus. Diese beiden Faktoren, weniger Insektizide und Resistenzbildung, haben einen sich selbst verstärkenden sogenannten Teufelskreis zur Folge: Weniger insektizide Wirkstoffgruppen bedeuten einen höheren Selektionsdruck auf die verbliebenen Gruppen, was wiederum verstärkte Resistenz nach sich zieht. Resistenz ist eine durch den Menschen angetriebene natürliche Evolution durch häufige und einseitige Selektion und Verzicht auf Vielfalt. Hauptursachen dafür sind sehr niedrige Insektizidpreise, prophylaktische Anwendungen und Beimischungen zu anderen Maßnahmen aus Bequemlichkeit ohne Beachtung von Schwellenwerten. Wenn Schwellenwerte genutzt werden, sind sie aus Sicherheitsdenken oft zu niedrig angesetzt. Mischungen von insektiziden Mitteln sind nicht zu empfehlen, da nur sehr wenig insektizide Wirkstoffgruppen verfügbar sind und bei jeder Anwendung einer Mischung Resistenz gegen beide Wirkstoffgruppen selektiert wird. Zudem kann sich so eine vorhandene Resistenz nicht wieder zurückbilden, wie es beim Kartoffelkäfer geschehen ist, bei dem Pyrethroide wieder wirkten und mit genutzt werden konnten, nachdem ihre Anwendung eine Zeitlang ausgesetzt war. Auch muss eine Resistenzselektion bei anderen im Bestand auftretenden Schädlingen, die selbst nicht bekämpfungswürdig sind, möglichst vermieden werden. Resistenzen bilden sich gegenüber ganzen Wirkstoffgruppen aus, wobei das Ausmaß der Resistenzausprägung bei verschiedenen Wirkstoffen innerhalb einer Wirkstoffgruppe unterschiedlich sein kann. Innerhalb der Py-

rethroide wirken Trebon und Mavrik noch besser z. B. gegen Rapsglanzkäfer als die anderen Pyrethroide, bei anderen Rapsschädlingen mit Resistenz trifft dies aber nicht zu.

Der Insektizidmarkt im Ackerbau wird einseitig durch Pyrethroide dominiert. Sie sind preisgünstig, mit breitem Wirkungsspektrum, nachhaltiger Wirkung gegen fast alle Schädlinge, soweit sie noch keine Resistenz entwickelt haben, und relativ gut anwenderverträglich. Nun sind aber Resistenzen bei Pyrethroiden, vor allem im Raps mit einer hohen Anzahl verschiedener Schädlingsarten und Insektizidanwendungen im Laufe der Anbausaison, zum Problem geworden. Auch bei Neonikotinoiden (z. B. Thiacloprid in Biscaya) wurden inzwischen Wirkungsabschwächungen beim Rapsglanzkäfer nachgewiesen als Folge eines einseitigen Umschwenkens auf diese Wirkstoffgruppe, nachdem Pyrethroide nicht mehr hinreichend wirkten.

Tabelle: Wichtige Schadinsekten mit Pyrethroidresistenz im Ackerbau in Deutschland (bei einigen der Arten ist Resistenz auch gegen andere Wirkstoffgruppen bekannt) nach Stand des Wissens in 2017

<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Kartoffelkäfer
<i>Brassicoglyphus aeneus</i>	Rapsglanzkäfer
<i>Psylliodes chrysocephala</i>	Rapsdelflo
<i>Ceutorhynchus obstrictus</i>	Kohlschotenrüssler
<i>Ceutorhynchus picipitarsis</i>	Schwarzer Kohltriebrüssler
<i>Oulema duftschmidii</i>	verbreitet auftretende Getreidehähnchen-Art
<i>Myzus persicae</i>	Grüne Pfirsichblattlaus
<i>Aphis frangulae</i>	Faulbaumlaus
<i>Aphis gossypii</i>	Gurkenlaus
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Grüne Erbsenblattlaus
<i>Sitobion avenae</i>	Große Getreideblattlaus

Oberstes Ziel eines Landwirtes sollte die Vermeidung von ökonomisch relevanten Schäden an Kulturpflanzen und nicht die Bekämpfung von Insekten sein. Dies ist sowohl ökonomisch als auch für die Umwelt sinnvoll. Schädlinge in geringem Umfang sind wichtig für das gesamte Naturgefüge und dienen als Futter für nützliche Insekten, aber auch für Vögel, und sind daher immer auch nützlich. Daher sollten sich alle prophylaktischen Insektizidanwendungen von selbst verbieten. Erst wenn es trotz Beachtung eines integrierten Ansatzes zur Schadensvermeidung zu bedenklichem Schädlingsaufkommen kommt, sollte auch eine Insektizidmaßnahme erwogen werden.

Dazu ist zuerst eine Schadensabschätzung notwendig, für die wiederum das Schädlingsauftreten erfasst werden muss, um anhand der Bestandesentwicklung einen möglichen Schaden einzuschätzen. Dafür wurden **Schwellenwerte** ermittelt, die dem Landwirt weiterhelfen.

Der **Anwendungstermin** sollte so gewählt werden, dass die Wirkung optimal ist und unerwünschte Auswirkungen z. B. auf nützliche Gegenspieler von Schädlingen oder Bienen vermieden werden. Beim Rapsdelflo darf z. B. nicht zu früh behandelt werden, um die Käfer erst nach der kompletten Einwanderung und nach der ersten Eiablage zu treffen.

Nur ein ausreichend hoher **Wasseraufwand** und die korrekte Düsenwahl können dafür sorgen, dass die Schädlinge, Blattläuse z. B. meist auf der Blattunterseite, wirklich getroffen werden und die potenzielle Wirksamkeit eines Mittels optimal genutzt wird.

Bei der Mittelauswahl sollte nur das am besten wirkende Mittel genutzt und der Aufwand darf nicht reduziert werden. Des Weiteren muss einer **Resistenzstrategie** gefolgt werden mit dem Ziel, Resistenzentwicklungen einzudämmen und so eine langfristige Nutzung von Wirkstoffgruppen zu ermöglichen. Dafür ist auf jede unnötige Anwendung zu verzichten und Wirkstoffgruppen sind zu alternieren. Die Wirkstoffgruppen sind leicht an den von der Industrie (IRAC) abgestimmten Kennzeichnungen zu erkennen, die auch bei der Zulassung mit genannt werden. Regelmäßig vom Fachausschuss für Resistenz auf den neusten Stand gebrachte Resistenzstrategien für die wichtigsten Kulturen sind verfügbar unter www.julius-kuehn.de/resistenz.

Dringend anzuraten ist die Anlage von Spritzfenstern, die es erlauben, eigene Erfahrungen zu sammeln, um die Notwendigkeit einer Bekämpfung im Nachhinein überprüfen zu können. Damit können regionale oder schlagspezifische Erfahrungen gesammelt werden, die eine noch gezieltere Bekämpfung ermöglichen. Dringend anzuraten ist auch die Erprobung von nicht-chemischen Verfahren, da die Zukunft der Insektizide ungewiss ist und sich der Einsatz deutlich verteuern kann. Wer frühzeitig Erfahrungen gesammelt hat, kann sich besser auf andere Bedingungen einstellen. Welcher Rübenanbauer weiß jetzt schon, was er in den nächsten Jahren machen soll, wenn es wegen eines drohenden Verbotes der Neonikotinoide auch keinen insektiziden Beizschutz in Rüben geben sollte? Nur die Nutzung einer Vielfalt an nicht-chemischen Methoden und insektiziden Wirkstoffgruppen erlaubt einen nachhaltigen Pflanzenbau in einem sich ändernden Umfeld.

Es ist auch anzuraten, sich auf solche Beratungsempfehlungen mehr zu verlassen, die nicht vom finanziellen Absatz von Pflanzenschutzmitteln leben und andere Beratung kritischer zu prüfen, ehe ihr gefolgt wird.

Autor: Dr. Udo Heimbach
Julius Kühn-Institut (JKI)
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland Braunschweig
Messeweg 11/12
38104 Braunschweig

Nutzung von Drohnen (UAV) in der Landwirtschaft

Dr. Jörg Ruppe (RUCON GmbH)

Die Digitalisierung erfasst gerade alle Lebensbereiche der Gesellschaft. Mit zunehmender Digitalisierung soll auch eine neue Ära der Landwirtschaft (Landwirtschaft 4.0) beginnen. Ziel dieses Prozesses ist es, eine neue Dimension der Effizienz und der Qualität der Produktionsprozesse, vor allem durch Zeitgewinn, Schonung der materiellen Ressourcen und der Verbesserung der Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion zu erlangen.

Bestandteil dieses Prozesses ist die Nutzung der Drohnentechnologie, im zivilen Bereich auch als UAV (Unmanned Aerial Vehicles) bezeichnet. Der Beitrag soll einen Überblick über den aktuellen Stand der Nutzung dieser Technologie im Agrarbereich, vor allem im Pflanzenbau geben.

Neben dem allgemeinen technischen Fortschritt bei der Entwicklung wesentlicher Komponenten der UAV-Technologie (z. B. der Satellitennavigation, der Akkumulatorentechnik, der Sensortechnik und der Steuerungssoftware) hat der jeweilige Stand der Rechtssetzung wesentlichen Einfluss auf die Anwendung der Drohnentechnologie, auch und insbesondere im Agrarsektor. Für die gewerbliche Nutzung von UAV war bisher eine „Allgemeine Aufstiegserlaubnis“ erforderlich, die für jedes Bundesland beantragt werden musste.

Wesentliche Vorgaben dieser Erlaubnis waren:

- ausschließlich elektrischer Betrieb (Akkumulatoren) der Fluggeräte;
- maximal 5 kg Abfluggewicht;
- überwachter automatischer Flug ausschließlich im Sichtbereich des Steuerers;
- maximale Flughöhe 100 m.

Unter diesen Rahmenbedingungen haben sich, verstärkt etwa seit dem Jahr 2010, folgende Anwendungen im Agrarbereich entwickelt:

Welche Arten von Fluggeräten gibt es und welche Sensoren kommen hauptsächlich zum Einsatz?

Als Fluggeräte haben sich vor allem **rotorbasierte Systeme**, also Quadro-, Hexa- oder Oktokopter etabliert. Sie bieten den Vorteil einer geringen Größe und insbesondere die Fähigkeit zum VTOL (Vertical Take Off and Landing). VTOL bedeutet einen vertikalen Start und dementsprechende Landungen. Mit ihnen sind heute in der Praxis Flugzeiten bis zu 30 Minuten und Flächenleistungen bis 30 ha je Batterieladung möglich. Diese Parameter sind allerdings stark abhängig von der zu tragenden Nutzlast und den Witterungsbedingungen. Wesentlich längere Flugzeiten (bis zu 1 Stunde und mehr) sind meist nur unter idealen

Bedingungen (geringe oder keine Nutzlast, ideale Windverhältnisse, ortsfester Schwebeflug) erzielt und damit eher von theoretischer Bedeutung.

Relativ selten kommen in der Praxis **flügelbasierte Systeme**, also UAV-Flugzeuge zum Einsatz. Sie haben zwar theoretisch den Vorteil der längeren Flugzeit durch den geringeren Energieverbrauch. Der erforderliche Landebereich (da nicht VTOL-fähig), die rechtliche Vorgabe des Sichtfluges und weitere Nachteile haben aber bisher zu einer geringeren Verbreitung dieser Systeme geführt. Neuerdings sind erste VTOL-fähige flügelbasierte Systeme (**Hybridsysteme**) im Einsatz. Mit dem Inkrafttreten der neuen „Drohnenverordnung“ werden diese Systeme zukünftig an Bedeutung gewinnen.

		
Quadrocopter mit Wärmebildkamera	Flächenflieger	VTOL-fähiges Hybridflugzeug (RUCON GreenBird)

Die häufigsten Anwendungen nutzen heute die UAV-Geräte als Träger von Sensoren zur Datenerfassung. Im Gegensatz zur Fernerkundung mit Satelliten und Flugzeugen bieten die Drohnen dabei den Vorteil der operativen Einsatzfähigkeit und der damit verbundenen Aktualität der Daten, der niedrigen Flughöhe und der darauf basierenden hohen Auflösung, der weitgehenden Unabhängigkeit von der Bewölkung und der insgesamt guten Wirtschaftlichkeit. Meistverwendete Sensoren sind dabei heute RGB-Digitalkameras, NIR Nah-Infrarot- und TIR Thermal-Infrarot-Kameras.

		
RGB (Rot-Grün-Blau) Digitalkamera	NIR – Nah-Infrarot-Kamera	TIR – Thermal-Infrarot-Kamera

Neben der Nutzung der UAV-Systeme als Sensorträger haben sich in letzter Zeit erste UAV-Aktoren entwickelt, also UAV-basierte Arbeitsgeräte. Erste Beispiele hierfür sind sogenannte Dispenser-Systeme, z. B. für das Ausbringen von Trichogramma-Kapseln zur biologischen Bekämpfung des Maiszynslers oder auch UAV-Systeme zur Vertreibung/Vergrämung von Wildtieren.

		
Schadbild Maiszynsler	Trichogramma-Kapsel	RUCON GreenKopter mit Trichogramma-Dispenser

Was muss beim Einsatz beachtet werden?

Die grundlegende gesetzliche Grundlage zur gewerblichen Nutzung von Drohnen (UAV – unmanned aerial vehicles) bildet die „Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten“, deren Neufassung in diesem Jahr in Kraft getreten ist.

Wesentliche Bestimmungen sind:

- Drohnen dürfen ausschließlich elektrisch betrieben werden (Akkumulatoren und E-Motoren);
- ab einem Gewicht von 250 g müssen Drohnen gekennzeichnet sein (Plakette);
- ab einem Gewicht von 2 kg muss der Drohnenutzer einen Kenntnissnachweis vorweisen (Drohnenführerschein);
- die Nutzung von Drohnen ab einem Gewicht von 5 kg bis zu einem Gewicht von 25 kg bedarf der Zustimmung der zuständigen Behörde (Aufstiegserlaubnis);
- die Flughöhe von Drohnen ist grundsätzlich auf 100 m begrenzt (Ausnahmen bedürfen einer Genehmigung);
- für bestimmte Nutzungen besteht grundsätzlich ein Flugverbot (Kontrollzonen von Flugplätzen, Wohngrundstücke, Militärische Objekte und Justizvollzugsanstalten, Bundes- und Landesbehörden und weitere).

Welche Einsatzmöglichkeiten bietet die Drohnentechnologie in der Landwirtschaft schon heute? Wie hoch ist der Nutzen für den Landwirt?

Die wesentlichsten, heute praktizierten Einsatzmöglichkeiten der Drohnentechnologie sind folgende:

Flächen- und Objektvermessung (Sensoren: meist RGB-Kameras)

Von Flächen (z. B. landwirtschaftlichen Schlägen) oder von Objekten (Gebäude, Erosionsrinnen, etc.) werden mittels Drohnen definierte Bildfolgen erstellt und auf dieser Grundlage 2-dimensionale Orthofotos oder 3-D-Modelle mittels Auswertesoftware entwickelt. Je nach Genauigkeitsanforderungen können darauf aufbauend 2D- und 3D-Messungen bis in den cm-Bereich erfolgen.

Anfertigen von Biomassekarten (Sensoren: meist NIR-Kameras)

Durch die UAV-Befliegung mit NIR-(Nah-Infrarot)-Sensoren lassen sich Vegetationsindizes (VARI, NDVI, REIP) von Pflanzenbeständen ermitteln. Auf dieser Grundlage können Applikationskarten für die bedarfsangepasste teilflächenspezifische N-Düngung ebenso erstellt werden, wie Karten für den Einsatz von Fungiziden, Halmstabilisatoren u.v.m.

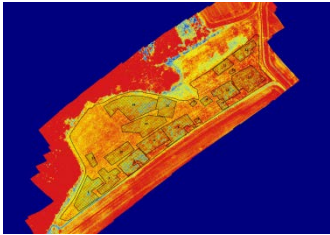
	
Orthofoto Rapsschlag	Vegetationskarte auf Basis NIR und Kennzeichnung Ertragszonen als Grundlage für Düngungskarten

Beurteilung von biotischen und abiotischen Schäden im Pflanzenbau (Sensoren: RGB- und NIR-Kameras)

Schwerpunkte bilden dabei folgende Schadarten:

- Biotische Schäden: Wildschäden, Mäuseschäden, Schäden durch Schadinsekten;
- Abiotische Schäden: Hagelschäden, Frostschäden, Erosionsschäden;
- aber auch Schäden durch Bewirtschaftungsfehler (z. B. Aussaat, Düngung, Pflanzenschutz, ...).

Geschädigte Bereiche können im RGB- und/oder NIR-Spektrum identifiziert und (je nach Anspruch) exakt vermessen werden. Für manche Schadarten werden 3D-Datenmodelle angefertigt und dienen als Entscheidungsgrundlage.

		
NIR-Orthofoto mit gekennzeichneten und vermessenen Schadbereichen	3D-Darstellung eines Erosionsschadens	3D-Darstellung eines Wildschadens im abgereiften Mais

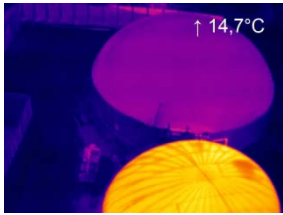
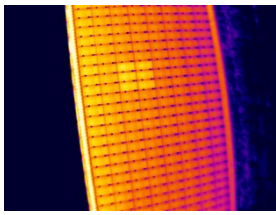
Wildtierdetektion (Sensoren meist Thermal-Infrarot)

Meist unter Nutzung von TIR (Thermal-Infrarot)-Kameras können Wildtiere detektiert werden. Vorrangig entwickelt zur Findung von Rehkitzen (in Drückstellung) vor der Mahd im Frühjahr lassen sich die Systeme auch zur Findung und ggf. auch Zählung von Wildtieren einsetzen.

		
Rehkitz in Drückstellung	Abbildung Rehkitz im TIR-Spektrum	RUCON-UAV-TIR-System mit automatischer online-Lokalisierung des Fundes

Durchführung technischer Kontroll- und Überwachungsaufgaben (Sensoren oder Sensor-kombinationen je nach Anwendungszweck)

Die Spanne der Nutzung von UAV für Kontroll- und Überwachungsaufgaben reicht heute von der Flächen- und Objektvermessung, über die Kontrolle der Dichtigkeit von Biogasanlagen bis zur Funktionskontrolle von Solaranlagen.

		
3D-Modell eines Holzpolters	Infrarot-basierte Kontrolle der Dichtigkeit von Biogasanlagen	Infrarot-basierte Kontrolle von Solaranlagen

UAV als Arbeitsmaschinen (Aktoren)

Eine erste Nutzung von UAV zur Durchführung landwirtschaftlicher Arbeiten ist das Ausbringen von Trichogramma-Kapseln zur Bekämpfung des Maiszynslers. Weitere „Aktoren“ befinden sich in der Entwicklung und werden schrittweise zur Nutzung zur Verfügung gestellt.

Neue Technologien und Verfahren werden sich nur durchsetzen, wenn Sie dem Nutzer einen deutlichen Vorteil gegenüber den herkömmlichen Verfahren bieten. Vorteilswirkungen der Drohnentechnologie im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren können dabei z. B. sein:

- Es gibt derzeit keine anderen technologischen Lösungen.
So wurde sehr umfangreich nach Methoden zur Detektion von Rehkitzen geforscht (z. B. Anbringen von Sensoren am Schlepper), die sich allesamt als nicht geeignet erwiesen. Erst mit der Nutzung von Drohnen konnte ein kostengünstiges Verfahren hierfür entwickelt werden.
- Die Nutzung der UAV-Technologie bringt erhebliche wirtschaftliche Vorteile.
Beispiele sind das Ausbringen von Trichogramma-Kapseln (ca. 100 g/ha) in (hohe) Maisbestände. Das bisherige Applikationsverfahren mittels Schlepper ist deutlich kostenintensiver. Ähnliches gilt für das Anfertigen von Biomassekarten von Rapsbeständen im Herbst und Frühjahr. Ein Abscannen der Flächen z. B. mittels Schlepper und N-Sensor erfordert einen wesentlich höheren technischen und finanziellen Aufwand als das Erstellen der Vegetationskarten mittels Drohne.
- Die Nutzung der UAV-Technologie führt zu qualitativ besseren Ergebnissen und ist umweltschonender.
Als Beispiel sei wieder das Anfertigen von Biomassekarten beim Raps genannt. Während die Nutzung von schlepperbasierten N-Sensoren lediglich je nach Bauart der Sensoren 10 bis 20 % der Flächen abscannen (der restliche Flächenanteil wird interpoliert), bilden die UAV-Systeme 100 % der Fläche ab. Dass die UAV-Befliegung gerade bei feuchten Witterungsbedingungen im Herbst und Frühjahr wesentlich boden- und pflanzenschonender ist, liegt auf der Hand.

Die Aufzählung von Vorteilen der UAV-Technologie lässt sich vielfältig für jede der o. g. Leistungen fortführen.

Sollte man eine Eigenmechanisierung durchführen oder besser einen Dienstleister beauftragen?

Diese Frage lässt sich auf dem heutigen technologischen Stand nicht generell in die eine oder andere Richtung beantworten. Aus den Erfahrungen des Autors wird die Verbreitung der UAV-Technologie in der landwirtschaftlichen Praxis in der nächsten Zeit in zwei Richtungen erfolgen.

Für den einzelnen Landwirt kann aus Sicht des Autors empfohlen werden, sich zunächst mit relativ einfachen und kostengünstigen UAV-Systemen (Systempreise bis 10 Tsd. EUR) Basisanwendungen (z. B. das Anfertigen von aktuellen Biomassekarten) schrittweise zu erschließen.

Die Nutzung komplexerer Systeme (Systempreise je nach Flugsystem und genutzten Sensoren zwischen 20 Tsd. EUR und 100 Tsd. EUR) verbunden mit dem Einsatz hochwertiger Bildbe- und -verarbeitungssysteme wird zunächst durch spezialisierte UAV-Dienstleistungsunternehmen, Maschinenringe, Agroserviceunternehmen, sonstigen Lohnunternehmen aber auch durch z. B. Jagdgenossenschaften für spezielle Anwendungen erfolgen.

Die neue Drohnenverordnung ermöglicht nunmehr bereits den Einsatz von größeren UAV-Systemen und eine Nutzung außerhalb des Sichtbereiches. Mit der weiteren technischen Entwicklung, insbesondere auch der weiteren Einführung autonomer Steuerungselemente in die Systeme werden, begleitet von der sich ebenfalls entwickelnden Rechtssetzung, sich ständig neue Nutzungsmöglichkeiten für die Landwirtschaft ergeben.

*Autor: Dr. Jörg Ruppe
RUCON GmbH
Isserstedter Str. 1
99441 Großschwabhausen*

Pflanzenschutzmittel und Bestäuber – Schwierigkeiten zwischen Imkerei und Landwirtschaft

Dr. Klaus Wallner (Universität Hohenheim)

Aus Sicht der blütenbesuchenden Insekten haben sich vor allem die landwirtschaftlich genutzten Flächen, sie stellen in vielen Ländern den Großteil der verfügbaren Landesfläche dar, zu grünen Wüsten entwickelt. Hoch effiziente Bewirtschaftungsformen auf den Äckern führen bei vielen Pflanzenbeständen, wie z. B. Getreide und Mais, aber auch im Kartoffel- und Gemüseanbau zu sterilen Flächen, ohne jeglichen Besatz von blühenden Nebenkräutern. Verschärft wird diese Situation durch die rasante Zunahme der Betriebsgrößen. Eine schnell sinkende Zahl von Landwirten bewirtschaftet immer größer werdende Felder. Die Diversität der angebauten Kulturen sinkt, Ackerrandstreifen und Wegränder verschwinden durch zunehmende Flächengrößen, Böschungen und Gräben werden durch die Flurbereinigung in landwirtschaftliche Nutzflächen verwandelt. Auch in der Grünlandbewirtschaftung setzt sich mehr und mehr die Silierung durch. Innerhalb weniger Jahre wird die Artenvielfalt dieser Pflanzengesellschaften massiv reduziert. Für Bienen uninteressante Gräser werden gefördert, nektar- und pollenliefernde Kräuter dagegen verdrängt. Die Abkehr von der Heubewirtschaftung, die der Garant für artenreiche, lang blühende Blumenwiesen war, hat damit dramatische Konsequenzen. Es entstehen riesige zusammenhängende Agrarflächen, die während der Vegetationszeit für Blütenbesucher immer unattraktiver werden und die keinen Beitrag zur Versorgung von Wildbienen, Solitärbiene und Honigbienen leisten können. Unter den davon betroffenen Bienenarten sind lediglich die Honigbienen in der Lage, solche Flächen zu überfliegen. Flugstrecken bis zu 6 km sind möglich und werden auch überwunden, wenn sich dort eine interessante Nektar- oder Pollenquelle nutzen lässt. Hummeln und andere Wildbienen haben einen deutlich eingeschränkteren Aktionsradius, teilweise von wenigen hundert Metern. Sie müssen innerhalb dieser nutzbaren Fläche aber nicht nur die gewünschten Pflanzen, sondern auch einen brauchbaren Nistplatz finden. Honigbienen bekommen diesen vom Imker gestellt, die anderen Bienenarten müssen geeignete Standorte suchen und auch finden. Mittlerweile werden die blütenlosen Pflanzenbestände so groß, dass sie von den kleineren Bienenarten nicht mehr überflogen werden können. Allein die Flächendimensionen und Art und Weise, wie heute Pflanzenbau betrieben wird, führen zu einer Verdrängung von Bienenarten aus den heutigen Agrarlandschaften.

Enge Fruchtfolgen, unkrautfreie Monokulturen werden auch durch die Leistungsfähigkeit heutiger Pflanzenschutzmittel möglich gemacht. Pflanzenbauliche Fehler lassen sich zu einem gewissen Grad mit chemischen Hilfsmitteln kompensieren. Enge Fruchtfolgen werden aber eine höhere Intensität des Pflanzenschutzes benötigen. Ein Beispiel dafür ist der Raps, der aufgrund des zunehmenden Krankheits- und Schädlingsdrucks mittlerweile im Anbau immer schwieriger wird. Gerade diese Kultur ist aber eine der ganz wenigen wertvol-

len Bienenpflanzen, die von ihnen auch aus großen Distanzen angefliegen wird. Dort kommt es dann zur Konfrontation mit Pflanzenschutzmitteln und zu messbaren Wirkstoffeinträgen in die Bienenstöcke. Es entsteht ein Spannungsfeld zwischen Landwirtschaft und Imkerei. Viele sehen darin das Hauptproblem für die Schwierigkeiten, in denen viele Bienenarten heute stecken und projizieren das teilweise auf eine Wirkstoffgruppe. Das Verbot bestimmter Pflanzenschutzmittel wird aber das Problem, in dem alle Blütenbesucher heute stecken, nicht lösen können. Schön, wenn es so einfach wäre.

*Autor: Dr. Klaus Wallner
Universität Hohenheim
Landesanstalt für Bienenkunde
August-von-Hartmann-Str. 13
70593 Stuttgart*

Neue Informationsangebote der Agrarmeteorologie für Landwirte

Jens Fildebrandt (Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung)

Der DWD unterstützt im Rahmen seiner gesetzlichen Aufgaben die Länder gemäß § 4 Abs. 4 des DWD-Gesetzes bei der Durchführung ihrer Aufgaben im Bereich des Katastrophenschutzes, des Bevölkerungs- und Umweltschutzes und bei der Umsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS).

§ 4 Abs. 4 DWD-Gesetz: „Im Rahmen seiner Aufgaben nach Absatz 1 unterstützt der Deutsche Wetterdienst den Bund, die Länder und die Gemeinden und Gemeindeverbände bei der Durchführung ihrer Aufgaben im Bereich von Katastrophenschutz, Bevölkerungs- und Umweltschutz, insbesondere bei Wetter- und Klimaereignissen mit hohem Schadenspotenzial und beteiligt sich an den Aufgaben im Rahmen der Zivilen Verteidigung und der zivil-militärischen Zusammenarbeit.“

In der DAS finden sich in Bezug auf die Landwirtschaft Hinweise auf die Einhaltung der „Guten fachlichen Praxis“, welche eine Berücksichtigung der Witterung bei der Durchführung landwirtschaftlicher Arbeiten fordert. Neben der Ertrags- und Qualitätssicherung in der Landwirtschaft hat die Bedeutung der umwelt- und ressourcenschonenden Landbewirtschaftung in den letzten Jahren zugenommen und wird in Zukunft weiter steigen. Dies ist von großer Bedeutung, wenn es darum geht, die Risiken für Mensch und Natur zu minimieren. Unsachgemäße Düngung, verunreinigtes Wasser, witterungsbedingte Erosionsschäden und die Belastung der Umwelt durch die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln sind dabei nur einige Beispiele, die zu Umweltschäden und/oder zu einer Gefährdung der Gesundheit der Bevölkerung führen können. Die sachgerechte Landbewirtschaftung setzt die Kenntnis und Beachtung der relevanten agrarmeteorologischen Informationen voraus.

Zur Sicherstellung der sachgerechten Landbewirtschaftung unterstützt der DWD daher die relevanten Landesbehörden mit der kostenfreien Bereitstellung der erforderlichen agrarmeteorologischen Informationen und leistet damit einen Beitrag zum Umweltschutz und vorbeugenden Katastrophenschutz.

Neben einer engeren Zusammenarbeit mit den relevanten Landesbehörden entwickelt der DWD derzeit das kostenfreie Internetportal ISABEL (InformationsSystem zur Agrarmeteorologischen Beratung für die Länder), welches wichtige agrarmeteorologische Informationen für die Landwirte bündelt. Das kostenlose Online-Portal ISABEL wird den Landwirten über die Internetseiten der einzelnen Bundesländer zur Verfügung gestellt.

Das Internetportal beinhaltet für die Landwirte zum einen viele flächendeckende Informationen wie zum Beispiel einen Radarfilm über Deutschland, einen Satellitenfilm über Europa oder allgemeine Übersichtskarten zu verschiedenen agrarmeteorologischen Gefahrenhinweisen wie Waldbrand und Bodenfrost, oder auch zu den wichtigsten agrarmeteorolo-

gischen Elementen sprich Bodentemperatur, Bodenfeuchte und Verdunstung. Auch die aktuellen Entwicklungen in der Pflanzenwelt - z. B. Blühbeginn der Süßkirsche oder Blattfall der Stiel-Eiche - werden im Portal zu sehen sein.

Zum anderen beinhaltet das Internetportal viele stationsbezogene Informationen. Von insgesamt über 500 Wetterstationen des DWD können sich die Landwirte eine Station auswählen, jederzeit die Station wieder wechseln und sich für ihre ausgewählte Wetterstation das Wetter sowie agrarmeteorologische Informationen zum Pflanzenbau unterteilt nach verschiedenen Kulturarten (z. B. Trockenmasse Mais, Frostgefährdung im Obstbau, Schädlinge im Raps, Beschädigungsrate bei Kartoffeln, etc.) und zur Tierhaltung (z. B. Hitzestress bei Geflügel, Flugaktivität des Borkenkäfers, etc.) anzeigen lassen.

Offizieller Start für das Online-Portal ISABEL ist auf der Internationalen Grünen Woche 2018 in Berlin (IGW 2018: 19. bis 28. Januar 2018).

Das nach wie vor gut abonnierte „Wetterfax“ für die Landwirtschaft des DWD kann somit durch das Online-Portal ISABEL ersetzt werden. Neben der engeren Zusammenarbeit mit den Ländern kann das gesamte Informationsangebot für die Landwirtschaft damit besser auf die Bedürfnisse abgestimmt werden.

*Autor: Jens Fildebrandt
Deutscher Wetterdienst,
Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig
Bundesallee 50
38116 Braunschweig*

Mit Urease- und Nitrifikationsinhibitoren die N-Düngewirkung von Harnstoff verbessern und Verluste senken

Michael Fuchs (SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH, Landwirtschaftliche Anwendungsforschung Cunnersdorf)

Einleitung

Der anhaltende Anstieg der Weltbevölkerung wird auch weiterhin eine Steigerung der Nahrungsmittelproduktion notwendig machen. Höhere Erträge in der Landwirtschaft verringern die globale Abholzung (Hauptquelle von Klimagasemissionen) und den Landverbrauch zur Ernährungssicherung. Gleichzeitig wird der Bodendegradierung sowie dem Abbau von Nährstoffen, organischer Substanz und Kohlenstoff im Boden vorgebeugt (ANGLE et al., 2017). Ungeachtet dessen kann eine Intensivierung der Produktion auf vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzflächen vor allem durch eine unangepasste N-Düngung zu negativen Umwelteinflüssen wie Eutrophierung, Verschlechterung der Wasserqualität durch Nitrateintrag, Bodenversauerung oder Klimagasemissionen führen. Der notwendigen N-Verlustminderung wird durch neue verschärfte politische Rahmenbedingungen Rechnung getragen (u. a. Novellierung Düngeverordnung). Eine zusätzliche Herausforderung für den wirtschaftlichen und umweltgerechten Dünger-N-Einsatz in Deutschland stellen die sich deutlich verändernden Witterungsbedingungen mit höheren Temperaturen und ausgeprägten Trockenperioden, gepaart mit häufiger werdenden Starkniederschlagsereignissen während der Vegetationszeit dar (BÖTTCHER und SCHMIDT, 2017). Auch aus wirtschaftlicher Sicht ergibt sich für Landwirtschaftsbetriebe die Notwendigkeit eines effizienten N-Düngereinsatzes. Eine Möglichkeit, den genannten Anforderungen gerecht zu werden, bietet die Kombination von Harnstoff (HS) mit Urease- (UI) und Nitrifikationsinhibitoren (NI) (TRENKEL, 2010).

Grundlagen

Pflanzen nehmen Stickstoff (N) vorwiegend in Form von Ammonium oder Nitrat auf. Während Ammonium-N an der Oberfläche der Austauschkörper des Bodens adsorbiert werden kann, ist Nitrat sehr mobil im Boden. Letztere Eigenschaft begünstigt die Aufnahmefähigkeit für die Pflanzen macht ihn aber bei unangepasster Düngung auch anfällig für eine überhöhte N-Aufnahme mit der Folge von Luxuskonsum und für Verlagerung. Gelangt Nitrat-N dabei außerhalb des Wurzelhorizontes, kann er bis ins Grundwasser ausgewaschen werden. Bei hoher Bodenwassersättigung unterliegt Nitrat zudem der Denitrifikation, die zu Verlusten an elementarem Stickstoff und zur Freisetzung von klimaschädlichem Lachgas führt. Beide genannten Verluste können durch die Nutzung von Nitrifikationshemmstoffen (NI) in N-Düngern auf Harnstoff-(HS) und Ammoniumbasis reduziert werden. Der NI-Einsatz beeinflusst den ersten Schritt der Nitrifikation, indem er die Enzymaktivität der

Nitrosomonas über einen Zeitraum von 4 bis 12 Wochen inhibiert. Gedüngter Carbamid- bzw. Ammonium-N verbleibt dadurch länger in der nicht verlagerungsgefährdeten Ammoniumform. Neben der Minderung von Nitrat-Auswaschung sowie Lachgas- und N_2 -Emissionen ergeben sich pflanzenbauliche Vorteile wie die mögliche Zusammenlegung und/oder Vorverlegung von N-Düngerteilgaben nach Ende der Sperrfrist ohne Gefahr des Überwachsens der Bestände. Dadurch kann vorhandene Bodenfeuchte effizienter für die Verteilung des Stickstoffs im Boden und die N-Aufnahme der Pflanzen genutzt werden. Zudem ermöglichen N-stabilisierte Düngungssysteme flexiblere N-Düngungstermine sowie verlängerte Düngungszeiträume unter Nutzung günstiger Witterungs- und Befahrbarkeitsbedingungen.

Eine weitere Verlustquelle bei der N-Düngung stellen Ammoniakemissionen dar. Diese können bei hohen pH-Werten aus der HS- und Ammonium-Fraktion von Düngern entstehen. HS hat diesbezüglich auf vielen Standorten ein vergleichsweise hohes Verlustpotenzial, da seine rasche, durch das Enzym Urease katalysierte Umsetzung zu Ammonium einen starken pH-Anstieg bewirken kann. Begünstigt werden Ammoniakverluste durch hohe Temperaturen, Trockenheit und pufferschwache Böden mit bereits hohen pH-Werten. Wenn sich dagegen der HS bei ausreichend Feuchtigkeit sowie bei kühlen Temperaturen gut im Boden verteilen kann, sind Ammoniakverluste i. d. R. unbedeutend. Durch Ureaseinhibitoren (UI) wird die HS-Hydrolyse verzögert. Diese Verzögerung beträgt bis zu zwei Wochen, wenn sich der Dünger bei Trockenheit nicht im Boden verteilen kann. Der sehr bewegliche HS dringt jedoch bereits bei geringem Wasserangebot optimal in den Wurzelraum ein. Während dieses Prozesses schwinden sowohl die UI-Wirkung als auch das Ammoniakverlustpotenzial sehr rasch. Diese Zusammenhänge sorgen zum einen dafür, dass Ammoniakverluste durch einen wirksamen UI fast vollständig unterbunden werden können. Andererseits verbessert sich durch den UI-Einsatz die pflanzenbauliche HS-Wirkung, da sich der Dünger-N schneller und intensiver im Wurzelraum verteilen kann.

Im Zusammenspiel von Urease- und Nitrifikationsinhibierung wird somit eine optimale Pflanzenernährung erreicht (Abb. 1). Die bekannten Vorteile des NI-Einsatzes, darunter die ammoniumbetonte Ernährung und die Minderung von Auswaschungs- und Lachgasverlusten, werden mit einer deutlichen Minderung von Ammoniakverlusten und einer optimalen Verteilung des Dünger-N im Wurzelraum infolge des UI-Einsatzes verbunden. Diese Effekte führen durch Ertrags- und Qualitätssteigerungen zu einer verbesserten N-Effizienz. Damit wird die Wirtschaftlichkeit der N-Düngeranwendung erhöht und ökologische Anforderungen können besser erfüllt werden. Für SKW Piesteritz waren die genannten Zusammenhänge zwischen NI- und UI-Wirkungen und die Änderung von Witterungs- und Wachstumsbedingungen infolge des Klimawandels der Ausgangspunkt für eine Kombination zweier hocheffizienter neuer Wirkstoffe im neuen Markendünger ALZON® neo-N.

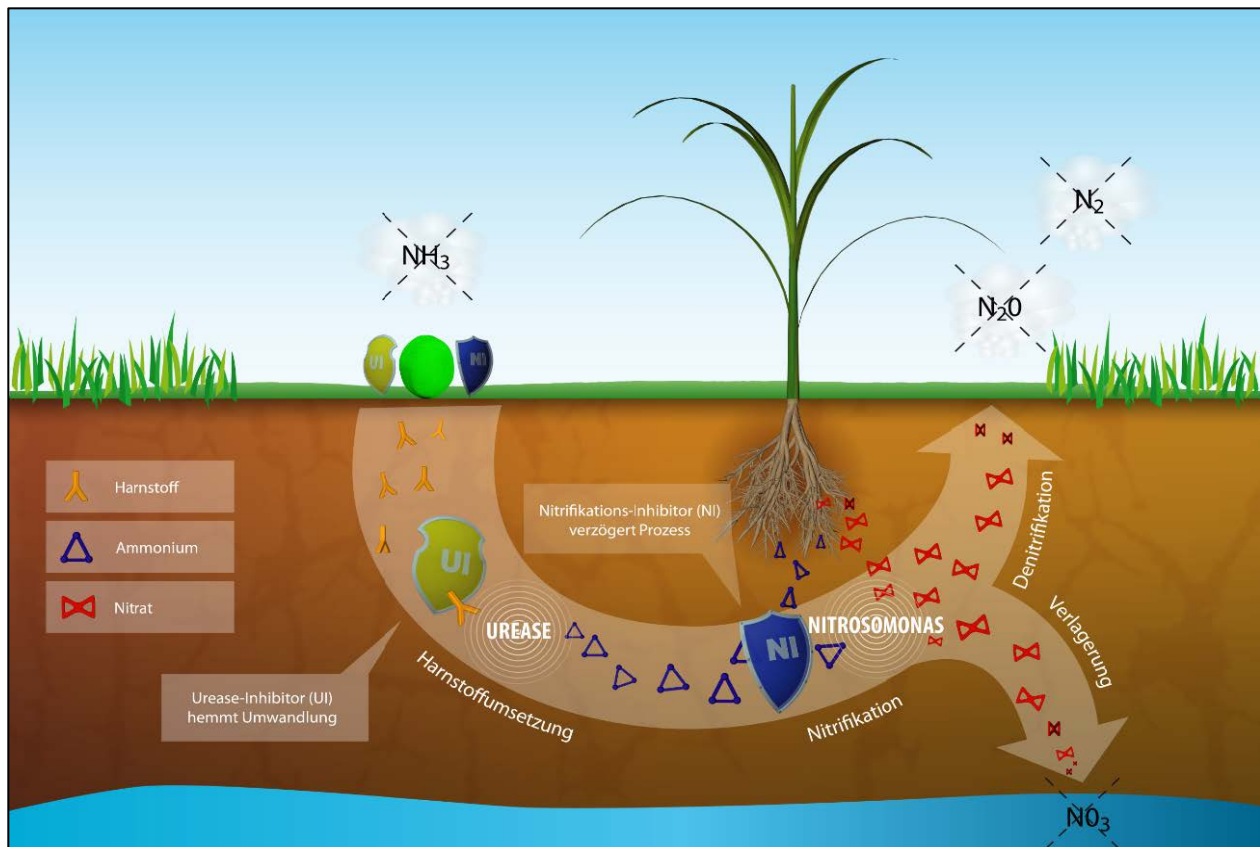


Abbildung 1: Wirkprinzip von Urease- und Nitrifikationsinhibitoren und nachgewiesene mittlere Minderung von Nitrat-, Ammoniak- und Lachgasverlusten

Material und Methoden

Die HS + UI/NI-Kombination (ALZON® neo-N), in der die zwei neuen, hocheffizienten N-Stabilisatoren 2-NPT [N-(2-Nitrophenyl) Phosphorsäure-Triamid] und MPA [N-(3(5)-Methyl-1H-pyrazol-1-yl) acetamid] enthalten sind, wurde in Labor-, Gefäß- und Freilandversuchen geprüft. Dargestellt werden Ergebnisse der Jahre 2013 bis 2016.

Modelluntersuchungen: In standardisierten Labortests wurde das Wirkungspotenzial von 2-NPT hinsichtlich der Verzögerung der HS-Hydrolyse sowie der Minderung von Ammoniakverlusten und von MPA hinsichtlich der Verzögerung der Nitrifikation bewertet.

Gefäßversuche: In Gefäßversuchen (11) mit Sommergetreide und Mais wurde unter intensiven Verlustbedingungen neben dem Minderungspotenzial von HS + UI/NI im Hinblick auf Ammoniakemissionen (provoziert durch Düngung auf feuchten Boden plus Ventilation) sowie Nitratauswaschung (provoziert durch Simulation eines 25 mm-Starkniederschlags auf einen wassergesättigten Boden im BBCH 13) auch dessen Einfluss auf Ertrag und N-Ausnutzung ermittelt.

Freilandversuche: Von 2013 bis 2016 wurden in Wintergetreide insgesamt 42 Versuche (15 davon in Winterweizen) und 13 Versuche in Winterraps überwiegend an den Standorten Cunnersdorf (SL4LöD, BZ ~50) und Sehlis (IS, BZ ~40) durchgeführt. Beide Versuchsorte befinden sich in der Leipziger Bucht ca. 15 km östlich von Leipzig. Darüber hinaus

werden Ergebnisse aus einem Grünlandversuch der Landwirtschaftskammer Niedersachsen am Standort Obershagen und Versuche aus dem Mittelmeerraum (Spanien) in die Bewertung einbezogen. Die Versuche in Spanien dienten dem Wirkungsnachweis vom HS + UI/NI unter extremen klimatischen Bedingungen im Vergleich zu den günstigeren Voraussetzungen für eine HS-Anwendung in Deutschland. In allen Versuchsanstellungen wurden bei gleicher N-Düngemenge bei Anwendung des N-stabilisierten HS + UI/NI gegenüber HS ohne Inhibitor Gaben zusammengefasst und folglich höhere N-Mengen in einer Gabe appliziert.

In Winterweizen wurde HS auf 3 Gaben zu Vegetationsbeginn (VB), BBCH 32 und BBCH 49-51 verteilt, während die Ausbringung von HS + UI/NI (ALZON® neo-N) in nur 2 Teilgaben (VB / BBCH 35-37) erfolgte. In Winterraps kam HS in 2 Gaben (VB/Schossbeginn) und ALZON® neo-N in einer Gabe sehr früh (vor VB, ab Mitte Februar) zum Einsatz. Im Grünland wurde die Düngung mit HS zu VB und nach jedem Schnitt verabreicht. Bei ALZON® neo-N erfolgte eine erhöhte 1. Gabe zum gleichen Zeitpunkt wie bei HS. Es folgte eine weitere ebenfalls zusammengefasste Gabe nach dem 2. Schnitt. Bei den Kulturen in Spanien (Reis, Mais, Kohl, Salat) erfolge bei ALZON® neo-N ebenfalls eine Gabenzusammenlegung bei Einsparung einer N-Teilgabe.

Die Witterungsbedingungen im Untersuchungszeitraum 2013 bis 2016 waren mit Ausnahme des Jahres 2013 im Vergleich zum langjährigen Mittel durch höhere Temperaturen und geringere Niederschläge während der Vegetationszeit geprägt. Im Gegensatz dazu sind Mai und Juni 2013 extrem hohe Niederschläge gefallen. Diese Witterungsdaten bestätigen die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Trockenperioden und Starkniederschlägen (LEHMANN et al., 2015; BÖTTCHER und SCHMIDT, 2017).

Ergebnisse

Modelluntersuchungen

In den Modelluntersuchungen erfolgte der Nachweis, dass durch den neuen NI (MPA) sich der Verlauf der Nitratbildung um das 3- bis 4-fache gegenüber HS ohne Inhibitor verlängert (Abb. 2). Gleichzeitig wird deutlich, dass sich trotzdem kontinuierlich kleine Mengen an Nitrat bilden, die ebenso wie Ammonium-N von den Pflanzen aufgenommen werden können. Wenn Harnstoff bei Trockenheit auf der Bodenoberfläche verbleibt und sich nicht im Boden verteilen kann, wird durch den UI (2-NPT) die HS-Hydrolyse um bis zu zwei Wochen verzögert. Dadurch liegt die Vermeidung von Ammoniakverlusten vor. Der Ammoniakverflüchtigungstest wies für HS + UI/NI ein sehr hohes Ammoniakminderungspotenzial nach (Abb. 3). Nach 168 h unter permanenten Verlustbedingungen führte der Einsatz von HS + UI/NI im Vergleich zur Basis HS zu einer hochsignifikanten Minderung der Ammoniakfreisetzung um 68 bis 90 % (Wilcoxon-Rangsummentest; $\alpha = 0.05$).

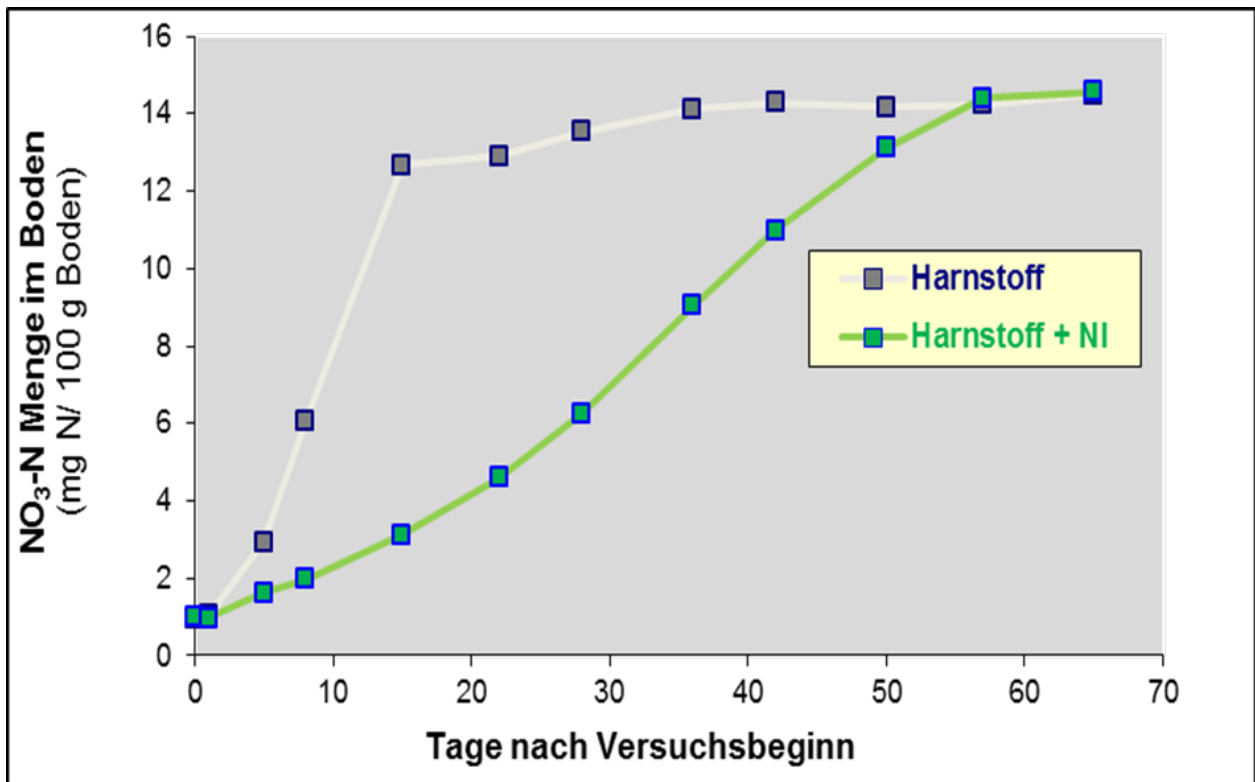


Abbildung 2: Nitratbildung von HS im Vergleich zu HS + NI im Boden im Modelltest

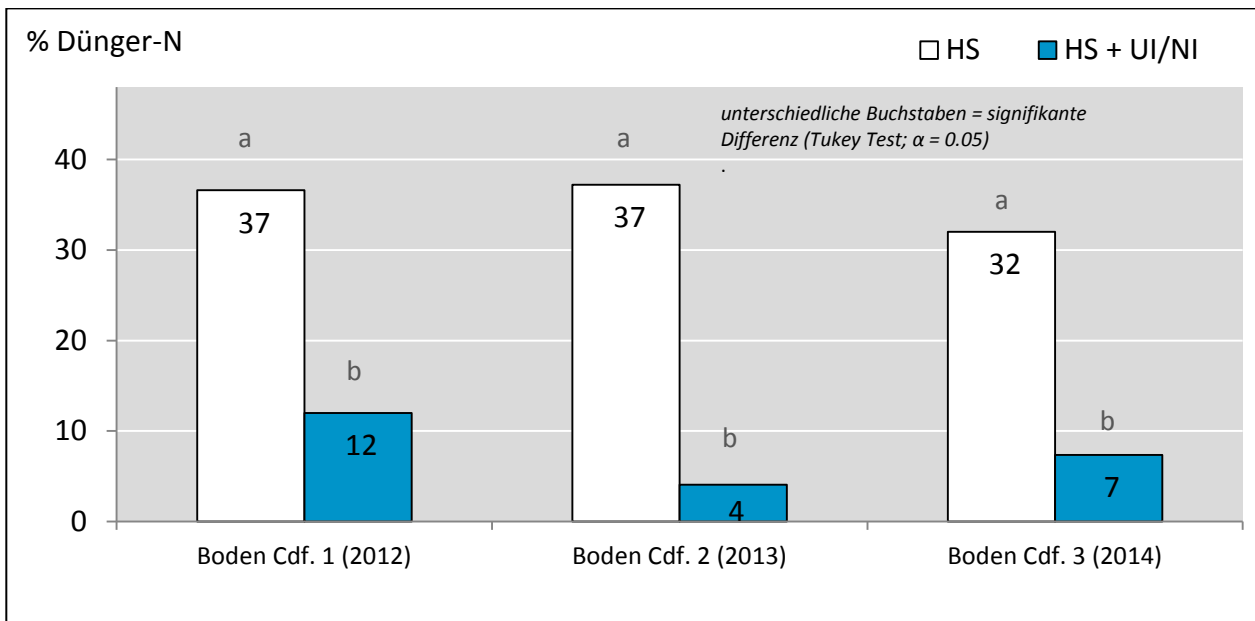


Abbildung 3: NH₃-Freisetzung nach Applikation von HS und HS + UI/NI im Modelltest mit 3 unterschiedlichen Boden-Chargen vom Standort Cunnersdorf

Gefäßversuche

Die Versuchsführung im Gewächshaus unter intensiven Verlustbedingungen (Nitrataus-
trag/Denitrifikation plus Ammoniakemissionen) erzeugt maximale N-Verluste. Damit kann
die Wirkung der kombinierten N-Stabilisierung mit NI und UI sowie deren Potenzial zur Ver-
lustminderung umfassend ausgeschöpft werden. Daraus resultierten deutlich höhere N-

Effizienzsteigerungen als in praxisnahen Feldversuchen. Aktuelle eigene Untersuchungen (KREUTER et al., 2017) belegen eine Minderung der Nitratauswaschung von bis zu 60 % durch den NI-Anteil in der UI/NI-Wirkstoffkombination. Im Ergebnis kann der Ertrag (Tab. 1) im Mittel durch HS + UI/NI (ALZON® neo-N) hochsignifikant gesteigert werden. Der Zuwachs betrug im Vergleich zu HS ohne Inhibitor 71 % in Sommergetreide und 80 % im Mais. Auch der N-Entzug (Tab. 2) stieg durch HS + UI/NI im Vergleich zu HS im Mittel aller Versuche hochsignifikant um 88 % bei Sommergetreide (Korn + Stroh) und bei Mais aufgrund der hohen Biomassebildung sogar um 121 %.

Die in den Gefäßversuchen erzielten hohen Ertragszuwächse und die sehr deutliche Verbesserung der Dünger-N-Effizienz bei HS + UI/NI (ALZON® neo-N) um im Mittel 33 bzw. 45 % belegen eindrucksvoll das Wirkungspotenzial der doppelten Inhibierung bei N-Verlusten über alle wesentlichen Verlustpfade (Ammoniakemissionen, Nitrataustrag, Denitrifikation).

Tabelle 1: Kornertrag von Sommergetreide (n=6) und Trockenmasseertrag von Mais (n=2) bei Anwendung von HS im Vergleich zu ALZON® neo-N im Gefäßversuch mit intensiven Verlustbedingungen

Düngemittel	Kornertrag Sommergetreide (g/Prüfglied)	Trockenmasseertrag Mais (g/Prüfglied)
ohne N	7,7	36,9
HS	16,6	67,2
ALZON® neo-N	28,4	120,8

Tabelle 2: N-Entzug und N-Effizienz von Sommergetreide (Korn + Stroh, n=6) und von Mais (Gesamtpflanze, n=2) bei Anwendung von HS im Vergleich zu ALZON® neo-N im Gefäßversuch mit intensiven Verlustbedingungen

Düngemittel	Sommergetreide		Mais	
	N-Entzug (g/Prüfglied)	N-Effizienz (%)	N-Entzug (g/Prüfglied)	N-Effizienz (%)
ohne N	0,14	-	0,28	-
HS	0,27	20	0,33	21
ALZON® neo-N	0,51	53	0,64	66

Feldversuche

Auch im praxisnahen Freilandversuch besteht durch den Einsatz der UI/NI-Wirkstoffkombination ein beträchtliches Potenzial der Steigerung der Dünger-N-Effizienz. Dieses basiert vor allem auf der Möglichkeit, potenzielle Dünger-N-Verluste über alle wesentlichen Verlustpfade zu reduzieren. In mehrjährigen eigenen Ammoniak- und Lachgas-Messungen (KREUTER et al., 2017) und auch in der Fachliteratur (u. a. TRENKEL, 2010) sind Ammoniak-Minderungen um bis zu 90 % sowie Lachgas-Minderungen um mehr als 50 % im praxisnahen Feldversuch nachgewiesen worden. Inwieweit sich das hohe Verlustminderungspotenzial der Inhibitoren in der Erhöhung von Ertrag und Dünger-N-Effizienz wider-

spiegelt, hängt stark von den tatsächlich auftretenden Verlusten und damit von Standort und Witterung ab.

Ergebnisse im Winterweizen

Die Ertragserhöhung durch HS + UI/NI (ALZON® neo-N) gegenüber HS ist in den vorliegenden Versuchen mit Winterweizen (Tab. 3) wie auch in anderen Studien (ABALOS et al., 2014; FORRESTAL et al., 2016) nicht immer signifikant und im Mittel nur tendenziell ausgeprägt. ABALOS et al. (2014) machen deutlich, dass die Höhe der positiven Effekte entscheidend durch Umwelt- und Witterungsbedingungen beeinflusst wird. In allen Versuchen traten jedoch signifikant höhere N-Entzüge auf. Insgesamt wurde die Dünger-N-Effizienz sehr deutlich von 64 % bei HS auf 69 % bei ALZON® neo-N gesteigert.

Tabelle 3: Kornertrag, Rohproteingehalt, N-Entzug und N-Effizienz von Winterweizen, Mittel aus 15 Feldversuchen (2013 bis 2016)

Düngemittel	Kornertrag (relativ)	Rohprotein (%)	N-Entzug (relativ)	N-Effizienz (%)
ohne N	55	9,1	39	-
HS	100 (106,5 dt/ha)	13,3	100 (211,0 kg N/ha)	64
ALZON® neo-N	102	13,6	104	69
t-Test; $\alpha = 0.05$	2,3	0,3	2,4	

Ergebnisse im Winterraps

Die Ergebnisse der Winterrapsversuche (Tab. 4) zeigen einen signifikant erhöhten Samenertrag und N-Entzug durch ALZON® neo-N. Bedingt durch geringe Ammoniak- und Lachgasverluste (KREUTER et al., 2017), fehlende Nitratauswaschung und geringe N-Abfuhr vom Feld über das Erntegut ist die N-Effizienz im Winterraps erwartungsgemäß geringer. Die Erhöhung durch ALZON® neo-N ist ebenfalls gegeben, aber deshalb nicht so intensiv ausgeprägt wie im Winterweizen.

Tabelle 4: Samenertrag, N-Entzug und N-Effizienz von Raps, Mittel aus 13 Feldversuchen (2013 bis 2016)

Düngemittel	Samenertrag (relativ)	N-Entzug (relativ)	N-Effizienz (%)
HS	100 (43,7 dt/ha)	100 (125,3 kg N/ha)	19
ALZON® neo-N	101,4	103,4	22
t-Test; $\alpha = 0.05$	1,15	3,04	

Ausgehend von den gesteigerten N-Entzügen und der höheren N-Effizienz, wie bei Wintergetreide und Winterraps dargestellt, wird die N-Bilanz insgesamt um 5 bis 10 kg N/ha verbessert.

Ergebnisse im Grünland

Der Einsatz von HS (ohne UI) in Grünland wird aufgrund des erhöhten Risikos für Ammoniakverluste nicht empfohlen (TRENKEL, 2010). Die Kombination von UI/NI ermöglicht nunmehr den Einsatz von ALZON® neo-N auch zur Grünlanddüngung. Im Vergleich zu konventionellen Düngemitteln (KAS, HS) werden sogar deutlich höhere Erträge und N-Entzüge erzielt (Tab. 5). Die N-Effizienz im Vergleich zu HS erhöht sich um 19 % und zu KAS um 7 %. Ein zusätzlicher wirtschaftlicher Vorteil für ALZON® neo-N ergibt sich aus der möglichen Zusammenfassung von vier auf zwei Düngergaben.

Tabelle 5: Trockenmasseertrag N-Entzug und Dünger-N-Effizienz in Grünland
Dauerversuch LWK Niedersachsen 2016

Düngemittel	TM-Ertrag (dt/ha)	N-Entzug (kg N/ha)	N-Effizienz (%)
ohne N	46,2	68,5	-
HS	108,1	204,3	59
ALZON® neo-N	116,6	247,8	78
KAS	114,5	220,1	66
t-Test; $\alpha = 0.05$	7,4	21,2	

Ergebnisse unter mediterranen Bedingungen

Das überwiegend trocken-heiße Mittelmeerklima in Kombination mit unregelmäßiger Zusatzbewässerung begünstigt sowohl Ammoniakemissionen als auch Verluste durch Nitratauswaschung und Denitrifikation (N_2O , N_2). Folgerichtig gehen die unter diesen Bedingungen erreichten Mehrerträge durch ALZON® neo-N weit über die in Deutschland erzielten Ergebnisse hinaus (Tab. 6). In den Kulturen Salat, Körnermais, Reis und Kohl wurden die Erträge deutlich um 5 bis 36 % gegenüber HS ohne Inhibitor gesteigert. Damit bestätigt sich der von ABALOS et al. (2014) sowie ANGLE et al. (2017) postulierte entscheidende Einfluss von Boden, Anbau und Witterungsbedingungen auf die Vorteilswirkungen von HS + UI/NI.

Tabelle 6: Erträge (dt/ha) verschiedener Nutzpflanzen in Feldversuchen unter mediterranen Bedingungen; verschiedene Standorte in Spanien 2015 und 2016

Düngemittel	Reis (n=2) 2015 + 2016	Körnermais (n=1) 2015	Kohl (n=1) 2015	Salat (n=1) 2016
ohne N	83,0	56,9	173,2	95,7
HS	92,0	104,4	478,9	292,6
ALZON® neo-N	103,7	116,0	651,5	306,8
t-Test; a = 0.05	12,0	10,6	43,0	24,0

Zusammenfassung und Fazit

Steigende Temperaturen und häufigere Trockenphasen in der Vegetationsperiode begünstigen Ammoniakverluste. Zusätzlich führen Starkniederschlagsereignisse auch während der Vegetationsperiode (BÖTTCHER und SCHMIDT, 2017) zu einem erhöhten Risiko von Nitratverlagerung, Auswaschung und Denitrifikation. Folgerichtig wurde der HS-Dünger ALZON® neo-N entwickelt, der neben einem neuen und hocheffizienten NI (MPA) ebenso einen UI (2-NPT) enthält. Die umfangreiche Prüfung in Modell-, Gefäß- und Feldversuchen führte zu folgenden Resultaten:

- Der NI (MPA) gewährleistet die bekannten Vorteilswirkungen der Nitrifikationsinhibition (Minderung von Auswaschungs- und Denitrifikationsverlusten, Reduktion klimarelevanter Lachgasemissionen, bedarfsgerechte Pflanzenernährung, Gabenzusammenfassung und flexibles Düngungsregime).
- Der UI (2-NPT) ermöglicht eine weitere Steigerung der Dünger-N-Effizienz durch die hochsignifikante Minderung von Ammoniakverlusten sowie durch eine optimierte N-Verteilung im Wurzelraum.
- Die Kombination beider Wirkstoffe verhindert die Verlagerung von Verlusten von einem auf andere Austragspfade (Pollution Swapping).
- Mit dem Kombinationsdünger HS + UI/NI (ALZON® neo-N) lassen sich auch unter extremen Witterungsbedingungen (steigende Temperaturen, Trockenperioden, Stark- und Dauerregen) eine hohe Ertragssicherheit und eine deutliche N-Effizienzsteigerung gegenüber HS erreichen.
- Die N-Bilanzen werden bei Anwendung von ALZON® neo-N im Vergleich zu HS um 5 bis 10 kg N/ha verbessert.
- Den Forderungen des Gesetzgebers in der neuen Düngeverordnung wird insgesamt optimal entsprochen.

Insgesamt bietet ALZON® neo-N eine effiziente und intelligente Möglichkeit, N-Verluste über alle wesentlichen Verlustpfade zu vermindern und mit den bekannten Vorteilen einer N-stabilisierten, ammoniumbetonten N-Ernährung zu verbinden. Dies vereint ökonomischen Nutzen für den Landwirt mit Vorteilen aus ökologischer Sicht.

Literatur

- ABALOS, D.; JEFFERY, S.; SANZ-COBENA, A.; GUARDIA, G.; VALLEJO, A. (2014): Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. AEE 189 (2014): 136-144
- ANGLE, J. S.; SINGH, U.; DIMKPA, C. O.; HELLUMS, D.; BINDRABAN, P. S. (2017): Role of fertilisers for climate-resilient agriculture. Proceedings International Fertiliser Society 802
- BÖTTCHER, F.; SCHMIDT, M. (2017): Der Pflanzenbau im Klimawandel, Innovation 3/2017, S. 4-6
- FORRESTAL, P. J.; WALL, D.; CAROLAN, R.; HARTY, M.; ROCHE, L.; KROL, D.; WATSON, C.; LINIGAN, G.; RICHARDS, K. (2016): Effects of urease and nitrification inhibitors on yield and emissions in grassland and spring barley. Proceedings International Fertiliser Society 793
- KREUTER, T.; THIEL, E.; SPOTT, O.; FUCHS, M.; SCHUSTER, C. (2017): Minderung von Ammoniak-, Nitrat-, und Lachgasausträgen durch die Kombination neuer und hochwirksamer Nitrifikations- und Ureasehemmstoffe bei der Harnstoffdüngung, 129. VDLUFA-Kongress, Kongressband 2017 Freising, VDLUFA-Schriftenreihe, VDLUFA-Verlag, Darmstadt. In Druck
- LEHMANN, J. D.; COUMOU, D.; FRIELER, K. (2015): Increased record-breaking precipitation events under global warming. Climatic Change, vol. 132, pp. 501-515, 2015
- SANZ-COBENA, A.; SÁNCHEZ-MARTIN, L.; GRACIA-TORRES, L.; VALLEJO, A. (2012): Gaseous emissions of N₂O and NO and NO₃⁻ leaching from urea applied with urease and nitrification inhibitors to a maize (Zea mays) crop. AEE 149 (2012): 64-73
- TRENKEL, M. (2010): Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture, Second edition, International Fertilizer Industrie Association Paris

*Autor: Michael Fuchs
SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH
Landwirtschaftliche Anwendungsforschung Cunnersdorf
Möllensdorfer Straße 13
06886 Lutherstadt Wittenberg*

Stand des Glyphosat-Projektes in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Reinhard Götz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Einleitung und Veranlassung

Glyphosat ist ein Wirkstoff aus der Gruppe der Herbizide zur nichtselektiven Unkrautbekämpfung. Aufgrund guter agronomischer Eigenschaften und aktuellen Entwicklungen im Acker- und Pflanzenbau (z. B. verstärkte Nutzung pflugloser Grund- oder Minimalbodenbearbeitung) kommen Glyphosat-Herbizide auch in Deutschland seit vielen Jahren verbreitet zur Anwendung. Bei Glyphosat handelt es sich um den meist verwendeten Herbizidwirkstoff in Deutschland.

Die Herbizidanwendung führt erwartungsgemäß zu messbaren Rückständen von Glyphosat und dessen Abbauprodukten in der Lebensmittelkette sowie in der Umwelt. Unabhängig von der tatsächlichen Höhe und der toxikologischen Relevanz der Werte erregen Funde von Glyphosat-Rückständen in der Öffentlichkeit große Aufmerksamkeit und fördern die allgemeine ablehnende Haltung der Bevölkerung zu diesem Herbizidwirkstoff. Andererseits leistet die Anwendung von Glyphosat-Herbiziden einen wichtigen Beitrag zur Sicherung einer effizienten und damit wirtschaftlich leistungsfähigen Pflanzenproduktion.

Die weitere Zukunft des Wirkstoffs Glyphosat ist ungewiss. Bereits 2015 stand die Bewertung des Wirkstoffs für eine erneute EU-weite Zulassung an. Dazu erfolgte eine Vielzahl an Studien zum Verhalten von Glyphosat 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 Glyphosat krebserregende Eigenschaften beim Menschen besitzt.

Die wiederholt vorgebrachte Kritik an der Wiedergenehmigung des Wirkstoffs verzögerte das Genehmigungsverfahren. Derzeit liegt eine befristete Verlängerung der EU-Zulassung des Wirkstoffs Glyphosat durch die EU-Kommission bis zum 31.12.2017 vor. Bis dahin soll im Ständigen Ausschuss für Pflanzen, Tiere, Lebensmittel und Futtermittel oder in der EU-Kommission eine Entscheidung zur weiteren Genehmigung fallen.

Als Ergebnis eines „Fachgesprächs Glyphosat“ im Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (TMIL) in 2016 stellte sich dar, dass hinsichtlich einer zukünftigen Glyphosat-Verfügbarkeit Strategien erforderlich sind, die die Anwendung von Glyphosat-Mitteln auf ein notwendiges Maß reduzieren. Mit Schreiben vom 3. Januar 2017 erteilte das TMIL der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) einen Auftrag, ein Projekt zur Minimierung des Einsatzes von Glyphosat in Thüringen durchzuführen.

Beschreibung des Projektes

Das Glyphosat-Projekt der TLL hat eine Laufzeit von drei Jahren (2017 bis 2019) und besteht aus insgesamt fünf einzelnen Teilvorhaben:

- Fragebogenaktion zur Erfassung des Einsatzes von Glyphosat in der Thüringer Landwirtschaft;
- Feldversuche zur Unkrautbekämpfung mit Glyphosat und zur mechanischen Unkrautbekämpfung;
- Gründung einer Arbeitsgruppe Glyphosat mit Thüringer Betrieben;
- Erarbeitung einer Empfehlung zum sachgerechten Einsatz von Glyphosat;
- Durchführung von Schulungsaktivitäten und Fachvorträgen zum Thema „Sachgerechte Anwendung von Glyphosat“.

Für die Finanzierung standen 2017 keine zusätzlichen Mittel zur Verfügung. Alle Aktivitäten mussten aus dem laufenden Budget der TLL finanziert werden.

Aktueller Stand der Arbeiten

Fragebogenaktion

Bereits 2016 erfolgte eine Umfrage zur Anwendung von Glyphosat-Herbiziden in der Landwirtschaft in Thüringen. Diese Umfrage brachte erste Erkenntnisse zur Anwendungsstrategie bei der Glyphosat-Anwendung sowie zum Einsatz von Geräten zur mechanischen Unkraut- und Bodenbearbeitung.

Der neue Fragebogen war umfangreicher angelegt. Er ermöglichte damit eine tiefergehende und detailliertere Analyse der betrieblichen Glyphosat-Anwendung. Zur Verbesserung der Qualität der Daten erfolgte das Ausfüllen des Fragebogens in Form eines Interviews mit einem geschulten Mitarbeiter der TLL bzw. des Landwirtschaftsamtes. Damit bestand die Möglichkeit, gleich bei der Dateneingabe Verständnisfragen zu klären.

Insgesamt lagen 50 auswertbare Fragebögen vor. Erste Auswertungen zeigten, dass die befragten Betriebe sehr unterschiedlich die Notwendigkeit von Glyphosat sehen und daraus sehr verschiedene betriebliche Einsatzstrategien zum Umgang mit Glyphosat-herbiziden entwickelten. Aus diesem Grund erfolgte die Einteilung der befragten Betriebe in folgende zwei Gruppen:

- Betriebe mit kontinuierlichem Glyphosat-Einsatz („Betriebe mit Glyphosat“; n=40)
- Betriebe mit sehr wenig oder gar keiner Anwendung von Glyphosat („Betriebe ohne Glyphosat“; n=10)

Diese beiden Gruppen wurden hinsichtlich verschiedener Parameter (Acker- und Pflanzenbau, Technik) verglichen. **WICHTIG: Eine Aussage zur Gesamt-Wirtschaftlichkeit der Betriebe der beiden Gruppen war jedoch nicht möglich. Hierzu wären deutlich mehr Daten und Angaben erforderlich gewesen, die die vorhandenen Kapazitäten in der TLL überstiegen hätten.**

Betriebe mit Glyphosat schätzten die Bedeutung von Glyphosat-Herbiziden bei der Bekämpfung von Ausfallraps als sehr hoch ein (88 % der Antworten). An zweiter Stelle liegt die Bekämpfung von Ausfallweizen vor der Wintergerste (60 %). Weniger Bedeutung wurde Glyphosat bei der Bekämpfung von Ausfallgerste (vor Winterweizen) und von Winterweizen in der Selbstfolge beigemessen. Dagegen sahen Betriebe ohne Glyphosat (erwartungsgemäß) keine besondere Bedeutung für Glyphosat (Abb. 1).

Gruppe MIT Glyphosat (n=40)			
(Ausfall-) Fruchart	Nachfrucht	Bedeutung Glyphosat*	Flächenanteil mit Glyphosat (%) **
		sehr wichtig/ wichtig	
Winterraps	Winterweizen	88	46
Winterweizen	Winterweizen	28	13
Winterweizen	Wintergerste	60	23
Wintergerste	Winterraps	35	14

Gruppe OHNE Glyphosat (n=10)			
Fruchart	Nachfrucht	Bedeutung Glyphosat	Flächenanteil mit Glyphosat (%)
		sehr wichtig/ wichtig	
Winterraps	Winterweizen	0	0
Winterweizen	Winterweizen	20	0 (5 %)
Winterweizen	Wintergerste	10	0 (5 %)
Wintergerste	Winterraps	0	0

Abbildung 1: Bedeutung von Glyphosat-Herbiziden bei der Stoppelanwendung

Bei den Betrieben mit Glyphosat erfolgte durchschnittlich auf 46 % der Ausfallraps-Fläche eine Glyphosat-Anwendung. Alle anderen Stoppelflächen lagen deutlich darunter. Für eine tiefere Analyse erfolgte die Unterteilung der behandelten Rapsfläche in vier Klassen (Abb. 2). Dabei wird ein breites Spektrum beim Einsatz von Glyphosat gegen Ausfallraps sichtbar. Immerhin 30 % der befragten Betriebe führen auf der gesamten Rapsstoppelfläche (100 %) eine Glyphosat-Spritzung durch. Bei weiteren 13 % liegt der Anteil der behandelten Rapsstoppel deutlich über 50 %. Dagegen beträgt in 23 % der Betriebe der Behandlungsumfang unter 25 % der Rapsstoppelfläche. Die Ursachen für dieses deutlich unterschiedliche betriebliche Vorgehen lassen sich nur vermuten. Unterschiedliche Boden- und Standortverhältnisse, aber auch Erfahrungen des Betriebsleiters dürften hierbei von Bedeutung sein.

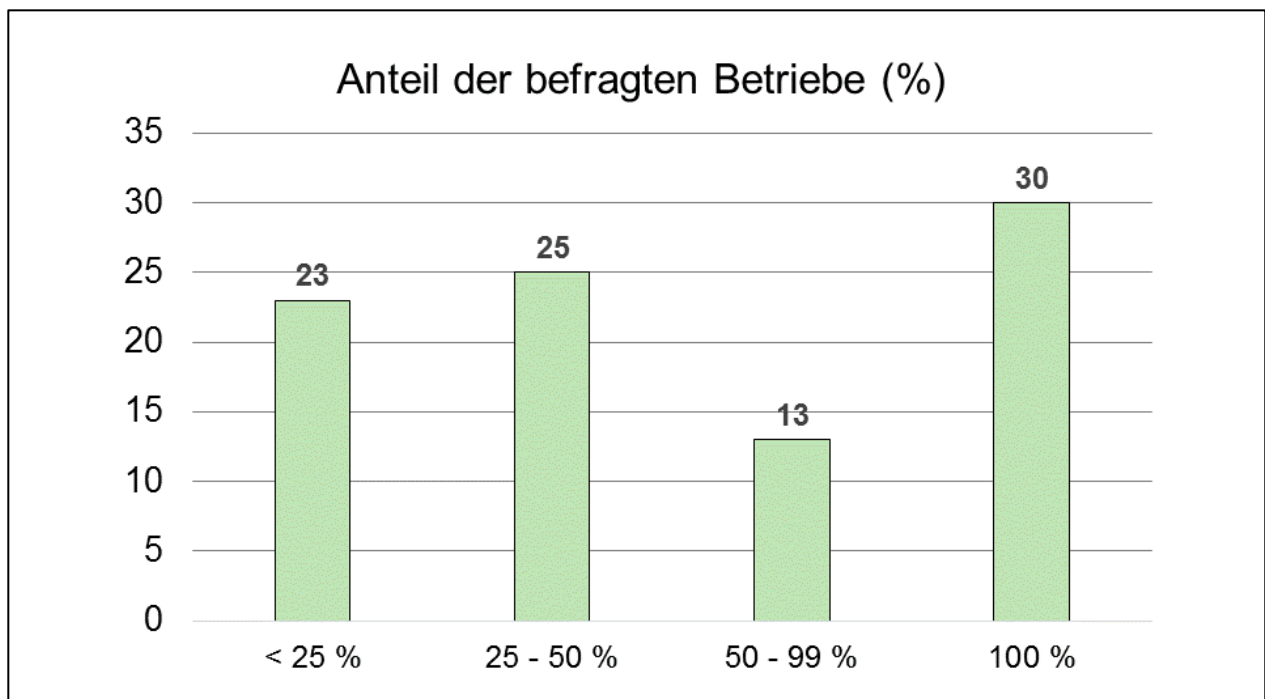


Abbildung 2: Glyphosat-Anwendung gegen Ausfallraps

Zumeist erfolgen bei den befragten Betrieben drei Arbeitsgänge auf der Stoppelfläche, bei einigen Betrieben reichen aber bereits zwei Arbeitsgänge (25 % der Nennungen) aus. Beim Verfahren mit Glyphosat erfolgt die Glyphosat-Anwendung zumeist im zweiten Arbeitsgang (70 % der Nennungen). Lediglich beim Ausfallraps gibt es teilweise auch bereits im ersten Arbeitsgang den Einsatz von Glyphosat (z. B. in feuchten Jahren; Abb. 3).

Gruppe MIT Glyphosat (n=40)

Fruchtart	Nachfrucht	ArGa	%	SE	GR	PF	GLY
WiRaps	WiWeizen	1	0	58	19	0	22
		2	25	5	25	0	70
		3	70	11	56	0	8

Gruppe OHNE Glyphosat (n=10)

Fruchtart	Nachfrucht	ArGa	%	SE	GR	PF
WiRaps	WiWeizen	1	0	80	20	0
		2	30	40	40	20
		3	70	0	60	10

SE: Scheibenegge

GR: Grubber

PF: Pflug

Abbildung 3: Beschreibung des Verfahrens der Stoppelbearbeitung

Bei der Verwendung von Bodenbearbeitungstechnik auf der Stoppel unterscheidet sich das Vorgehen bei beiden Betriebsgruppen nicht. Im ersten Arbeitsgang finden vorrangig Scheibeneggen Verwendung (60 bis 80 %). Im zweiten und dritten Arbeitsgang kommt dann der Grubber hauptsächlich zum Einsatz. Diese Technik wird prinzipiell auch bei den anderen Ausfallkulturen (mit etwas anderer Geräte-Einstellung) verwendet. Auf der Stoppel findet der Pflug nur wenig Verwendung. Lediglich bei der Gruppe ohne Glyphosat kam dieser bei der Stoppelbearbeitung von Ausfall-Weizen (vor Wintergerste) in 24 % der Fälle im zweiten Arbeitsgang zum Einsatz.

Bei der Bodenbearbeitungstechnik wird ein breites Spektrum an Geräten verwendet. Bei den Scheibeneggen findet eine häufigere Nutzung statt von Amazone Catros, Horsch Joker, Lemken Rubin und Väderstad Carrier. Häufigere Grubber sind Horsch Terrano, Köckerling Vario/Allrounder/Vector sowie Väderstad TopDown. Beim Pflug werden öfter genannt Fortschritt B201, Kuhn Manager sowie Lemken Diamant/Opal (Abb. 4).

Gruppe MIT Glyphosat (n=40)					
Gerät	Amazone	Dalbo	Evers	Farmet	Horsch
SE	Catros (8); Certos	(1)	Dulmen	Softer	Joker (7); (3)
GR	Cerius				Terrano (7); Tiger

Gerät	Köckerling	Kverneland	Lemken	Regent	Väderstad
SE	Rebell	(1)	Rubin (4)	(1)	Carrier (5); TopDown
GR	Vario (7); Allrounder (7); Vector (4); Trio		Smaragd; Karat (2); Rubin		TopDown (7); Kultus; Swift

Gruppe OHNE Glyphosat (n=10)								
Gerät	Amazone	Farmet	Horsch	Kerner	Köckerling	Lemken	Trefler	Väderstad
SE	Catros	N.N.	Joker (2)		Rebell	Rubin (3)		(1)
GR	(1)		Terrano (2); (1)	Komet (1)		Smaragd Thorit (1)	(1)	

SE: Scheibenegge GR: Grubber

Abbildung 4: Verwendete Bodenbearbeitungsgeräte

Feldversuche

Die Versuche sollen Daten bringen hinsichtlich der möglichen Einsparung von Mittelmengen sowie des zusätzlichen betrieblichen Aufwandes bei Verzicht auf die Glyphosat-Spritzung.

Versuche zur Reduzierung der Aufwandmenge

Seit vielen Jahren ist bekannt, dass die Zugabe von bestimmten Düngern (schwefelsaures Ammoniak) in die Spritzbrühe die Wirkung von Glyphosat-Herbiziden verbessert. Andererseits gibt es die Information von Herstellern von Glyphosat-Herbiziden, dass die Formulierungen soweit optimiert wurden, dass Zusatzstoffe keine Effekte mehr bringen. Zur Abklärung dieser Fragestellung erfolgten insgesamt drei Versuche. Nach den Ergebnissen von 2017 zeigt sich insgesamt, dass die Zugabe von schwefelsaurem Ammoniak (SSA) durchaus sinnvoll ist und weiterhin empfohlen werden kann (Abb. 5).

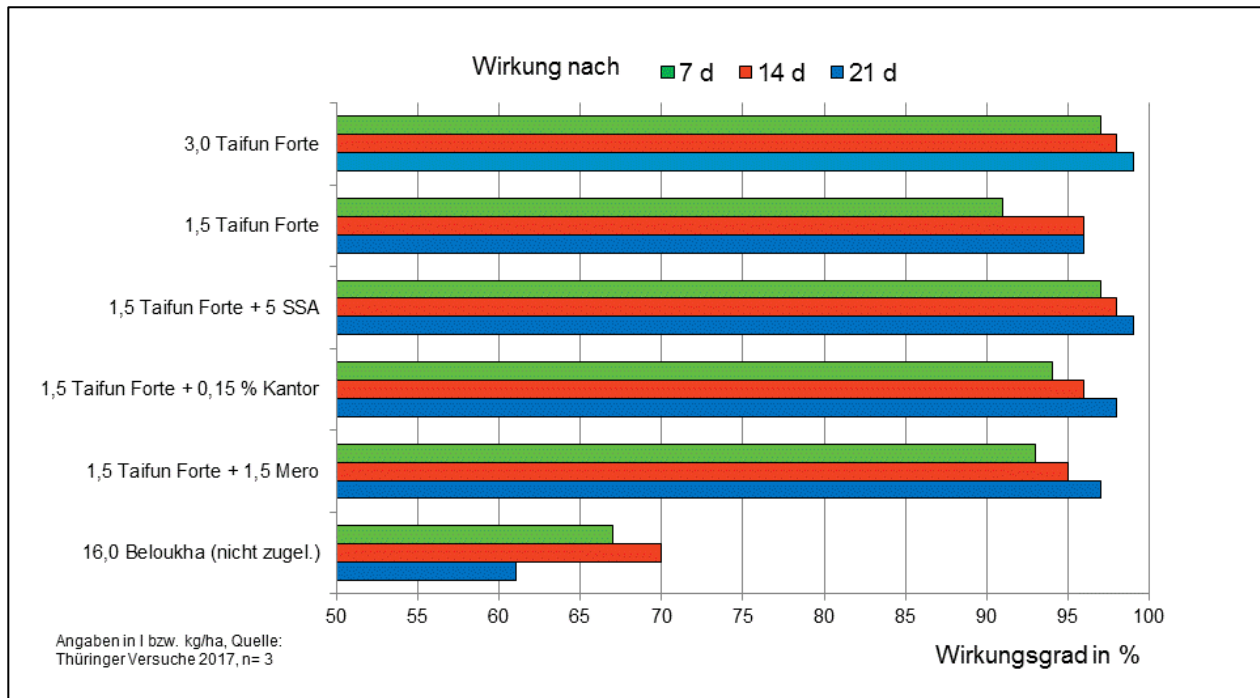


Abbildung 5: Wirkung der Zugabe von Zusatzstoffen zu Glyphosat-Herbiziden gegen Ausfallrapen

Die Zugabe von 5 kg/ha SSA zu 1,5 l/ha Taifun forte brachte eine Wirkung vergleichbar mit der vollen Aufwandmenge von Taifun forte mit 3,0 kg/ha. Die beiden anderen Zusätze (Kantor und Mero) blieben unter den Effekten von SSA. Als unzureichend in der Wirkung erwies sich das Herbizid Beloukha (Wirkstoff Perlargonsäure; noch keine Zulassung!), es stellt keine gleichwertige Alternative zu Glyphosat-Herbiziden dar. Als erstes Fazit der Versuchsserie lässt sich feststellen, dass reduzierte Glyphosat-Aufwandmengen in Kombination mit der Zugabe von SSA möglich sind. Eine Wiederholung der Versuchsserie in 2018 und 2019 unter dann sicherlich anderen Anwendungsbedingungen (Witterung, Verunkrautung etc.) ist vorgesehen.

Versuche zum Aufwand von Alternativverfahren

In Zusammenarbeit mit der Südzucker AG (Betrieb Friemar) und dem Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut in Buttstedt wurden zwei Versuche in Großparzellen unter Praxisbedingungen angelegt. Ziel dieser Versuche ist es, Alternativverfahren (mechanische Bodenbearbeitung) im Vergleich zur Glyphosat-Anwendung gegen Ausfallkulturen und Verunkrautung

tung auf der Stoppel zu bewerten. Dabei sollen der Bekämpfungseffekt und die jeweiligen (finanziellen) Aufwendungen erfasst werden. Erste Versuchsergebnisse stehen ab 2018 zur Verfügung.

Gründung einer Arbeitsgemeinschaft Glyphosat

Es ist vorgesehen, eine Arbeitsgemeinschaft (AG) Glyphosat zu gründen. Darin vertreten sind die TLL sowie Praxisbetriebe. Bei den Landwirten handelt es sich um Betriebe, die Glyphosat kontinuierlich einsetzen sowie solche, die bewusst nach Möglichkeit auf Glyphosat verzichten. In der AG soll ein Erfahrungsaustausch hinsichtlich der Möglichkeiten der Minimierung des Glyphosat-Einsatzes erfolgen. Außerdem ist die gemeinsame Erarbeitung einer Empfehlung zur sachgerechten Verwendung von Glyphosat-Herbiziden vorgesehen. Mittlerweile erfolgte die Gründung der AG „Glyphosat“. Mitglieder sind die TLL sowie die Betriebe Kopold, Gernewitz, Weißensee, Paulinzella, Misselwitz, Leubingen und Südzucker AG. Ein erstes Treffen ist Ende 2017 vorgesehen.

Empfehlung zur sachgerechten Anwendung von Glyphosat-Herbiziden

Die Empfehlung zur sachgerechten Anwendung von Glyphosat-Herbiziden soll die Ergebnisse des Glyphosat-Projektes sowie Erfahrungen von Betrieben der AG Glyphosat beinhalten. Gedacht ist an einen schriftlichen Leitfaden für Praxisbetriebe, der aktuelle Daten enthält. Das Papier soll kostenlos als PDF-Dokument für alle Landwirte zur Verfügung stehen. Die Empfehlung befindet sich derzeit in der Erarbeitung und wird zunächst in der AG „Glyphosat“ besprochen.

Schulungsaktivitäten und Fachvorträge zum Thema „Minimierte Glyphosatanwendung“

Es ist vorgesehen, Schulungen und Fachvorträge zur minimierten Anwendung von Glyphosat-Herbiziden anzubieten. Diese können dann bei verschiedenen Veranstaltungen (z. B. Winterschulungen der Landwirtschaftsämter) von Landwirten besucht werden. Zum Abschluss des Glyphosat-Projektes ist auch ein Kolloquium zum Thema „Reduzierte Glyphosat-Anwendung“ in der TLL vorgesehen.

Zusammenfassung

Im Rahmen eines speziellen Projektes wird in der TLL die Glyphosat-Anwendung in Thüringer Betrieben analysiert. Ziel dabei ist es, Empfehlungen zum sachgerechten Umgang mit Glyphosat zu erarbeiten und Möglichkeiten der Reduzierung des Glyphosat-Einsatzes abzuleiten. Erste Ergebnisse von Aktivitäten aus dem Jahr 2017 liegen jetzt vor. Von großer Bedeutung ist dabei die Auswertung des Glyphosat-Fragebogens, den 50 Betriebe ausfüllten. Diese Daten bilden eine gute Grundlage für alle weiterführenden Aktivitäten und Diskussionen. Allen Beteiligten sei hiermit für die Unterstützung des Glyphosat-Projektes gedankt.