

Beschreibung von Glyphosat-Anwendungsmustern im norddeutschen Ackerbau - Vergleich zweier unterschiedlicher Ansätze.

Describing glyphosate use pattern in north German arable farming - Comparison of two different approaches

Jan-Erik Mutz^{1*}, Sabine Andert¹, Armin Wiese², Horst-Henning Steinmann², Bärbel Gerowitt¹

¹Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Satower Straße 48, 18051 Rostock

²Georg-August-Universität Göttingen, Zentrum für Biodiversität und nachhaltige Landnutzung, Grisebachstr. 6, 37077 Göttingen

*Korrespondierender Autor, jan-erik.mutz@uni-rostock.de

DOI 10.5073/jka.2018.458.035



Zusammenfassung

Glyphosat ist der meistgenutzte Herbizidwirkstoff in Deutschland. In den vergangenen Jahren haben zahlreiche Studien die Anwendungsmuster glyphosathaltiger Herbizide untersucht. Der vorliegende Beitrag fasst zwei unterschiedliche empirische Untersuchungen zum Einsatz von Glyphosat in Norddeutschland zusammen. Ziel der Studie ist es, durch die gemeinsame Analyse unterschiedlich erhobener Anwendungsdaten weitergehende Erkenntnisse zu den Applikationsmustern glyphosathaltiger Herbizide im Ackerbau zu gewinnen. Der Beitrag besitzt innovativen Charakter, es werden schlagspezifische Anwendungsdaten und betriebliche Fragebogenerhebungen zum Glyphosateinsatz aus fünf Regionen Norddeutschlands (Diepholz, Uelzen, Rostock, Fläming und Oder-Spree) zusammengeführt.

Die Ergebnisse belegen, dass die feldspezifischen Applikationsmuster glyphosathaltiger Herbizide im Ackerbau die Einschätzungen der Landwirte in der Befragung stützen, die Übereinstimmung jedoch mit zunehmender Detailtiefe abnimmt.

Hinsichtlich der Anwendungsmuster glyphosathaltiger Herbizide weisen die Ergebnisse darauf hin, dass Landwirte für eine Unterscheidung der Anwendungsgebiete Vorsaatanwendung und Stoppelbehandlung noch nicht ausreichend sensibilisiert sind. Für die zukünftige Diskussion um den Wirkstoff Glyphosat wäre eine einheitliche und von allen Beteiligten verwendete Definition der Anwendungsabgrenzungen wünschenswert, um eine lösungsorientierte Diskussion zu ermöglichen.

Stichwörter: Betriebsmerkmale, Datenursprung, Schlagkartei, Umfrage

Abstract

Glyphosate is the most used herbicide active ingredient in Germany. Numerous studies have been carried out in recent years to analyze Glyphosate use patterns arable farming. Two different empirical studies about the use of glyphosate in North Germany were combined for this paper. A combination of differently collected data sets allows an additional gain of knowledge about glyphosate use-pattern in German arable farming. Field records and questionnaire based survey data of farms in five North German districts (Diepholz, Uelzen, Rostock, Fläming and Oder-Spree) from both data sets were analyzed in detail. This is a new and innovative approach in agricultural science.

Questionnaire based surveys among farmers correspond predominantly with actual records. However, correspondence decreased as the detail of analysis increased.

In view of GBH use patterns, the study indicates that many farmers are not sensitized enough for the differentiation between the application purposes stubble treatment and pre-sowing applications. With regard to a possible future accompanying stewardship of glyphosate after re-evaluation, a consistent definition and awareness of application purposes would be preferable for all stakeholders in order to enable a solution-oriented debate.

Keywords: Data origin, farm characteristics, field records, survey

Einleitung

Glyphosat ist der meistgenutzte Herbizidwirkstoff weltweit (BENBROOK, 2016). Seit der Markteinführung 1974 unter dem Produktnamen Roundup® (Monsanto) wird der Wirkstoff in der Landwirtschaft zur nicht selektiven Unkrautkontrolle eingesetzt. In Kombination mit den seit 1996 eingeführten genetisch modifizierten, Glyphosat-resistenten Nutzpflanzen werden

glyphosathaltige Herbizide weltweit eingesetzt, um selektive Herbizide zu ersetzen und vereinfachen damit das Unkrautmanagement (DENTZMAN et al., 2016). Landwirten in der Europäischen Union (EU) steht diese Anwendungsmöglichkeit nicht zur Verfügung, da genetisch modifizierte Pflanzen in der EU nicht zugelassen sind. Trotzdem werden glyphosathaltige Herbizide in Deutschland sehr häufig eingesetzt, etwa 5000 t Wirkstoff wurden pro Jahr verkauft und 39 % der Ackerfläche mit Glyphosat behandelt (STEINMANN et al., 2012). Seit 2015 ist der Absatz rückläufig und betrug 2016 weniger als 4000 t Wirkstoff (BVL, 2016). Neben der Substitution selektiver Herbizide bietet Glyphosat den Landwirten die Möglichkeit auf intensive Bodenbearbeitung zu verzichten und Kosten für Energie, Arbeit und Maschinen zu reduzieren. (GIANESSI, 2013; WYNN et al., 2014). Durch eine Stoppelbehandlung mit Glyphosat können perennierende Unkräuter und Ausfallpflanzen bekämpft und intensive mechanische Maßnahmen ersetzt werden (HEAP, 2014). Das Abtöten der Pflanzen, die Wirte für Krankheiten und Schädlinge sein können, fördert zudem die allgemeine Pflanzengesundheit (STEINMANN et al., 2012). Die Vorsaatanwendung gilt als wichtiger Baustein der reduzierten Bodenbearbeitung (BAYLIS, 2000). Neben ökonomischen Vorteilen, gibt es Argumente die aus Sicht des Umweltschutzes für den Einsatz von Glyphosat sprechen. Die Substitution intensiver Bodenbearbeitung vermindert die Erosionsgefahr, Nährstoffauswaschung und Energieverbrauch, und damit den Ausstoß von Treibhausgasen (SCHULTE und THEUVSEN, 2015). Darüber hinaus trägt Glyphosat zur Herbiziddiversität bei (DICKE et al., 2017). Als zusätzliche Wirkstoffklasse kann Glyphosat einen Beitrag zur verzögerten Entwicklung herbizidresistenter Unkräuter leisten (GEHRING et al., 2012). Es wird angenommen, dass eine Vorsaatanwendung mit Glyphosat zu einem geringeren Einsatz selektiver Herbizide in der folgenden Kultur führt (COOK et al., 2010; WYNN et al., 2014).

Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Frage, aufgrund welcher Faktoren Landwirte sich für oder gegen den Einsatz von Glyphosat entscheiden. Die Anwendungsintensität von Glyphosat variiert zwischen ähnlichen Betrieben der gleichen Region (SEFZAT, 2016). ANDERT et al. (2015) analysierten Schlagdaten von Betrieben aus vier Regionen in Norddeutschland und identifizierten die Betriebsorganisation als wesentlichen Bestimmungsfaktor der Anwendungsintensität von Glyphosat. Steigende Betriebsgrößen und geringer Arbeitskräftebesatz gehen mit einer verstärkten Anwendung von Glyphosat und reduzierter Bodenbearbeitung einher (ANDERT et al., 2015). Kleine Betriebe mit hohem Arbeitskräftebesatz greifen häufiger auf den Pflug zurück. Die Fruchtfolge ist ein weiterer Faktor, der die Anwendungsintensität von Herbiziden im Ackerbau beeinflusst (ANDERT et al., 2016). Zu Winterfrüchten wird am häufigsten Glyphosat eingesetzt (KEHLENBECK et al., 2016), zu Zuckerrüben erfolgt der intensivste Glyphosateinsatz (VASEL et al., 2012). Weitere Auswertung von Schlagdaten (ANDERT et al., in Vorbereitung) zeigen, dass Landwirte in Norddeutschland mit Glyphosat eher den Pflug ersetzen, der Einsatz selektiver Herbizide in der nachfolgenden Frucht jedoch nicht beeinflusst wird.

WIESE et al. (2017) führten bundesweit eine glyphosatbezogene Umfrage unter Landwirten durch. Mit Bezug auf das Erntejahr 2013/2014 wurden Betriebseigenschaften, Anwendungsmuster und Einstellungen der Landwirte zu Glyphosat erfasst. Ähnlich wie die Auswertung der Schlagdaten, zeigte die bundesweite Umfrage eine hohe Diversität in den Glyphosat-Anwendungsmustern und einen Einfluss der Betriebsorganisation auf den Einsatz von Glyphosat.

Der vorliegende Beitrag fasst zwei unterschiedliche empirische Untersuchungen (ANDERT et al., 2015; WIESE et al., 2016) zum Einsatz von Glyphosat in Norddeutschland zusammen. Ziel der Studie ist es, durch die gemeinsame Analyse unterschiedlich erhobener Anwendungsdaten weitergehende Erkenntnisse zu den Applikationsmustern glyphosathaltiger Herbizide im Ackerbau zu gewinnen.

Material und Methoden

Datenerhebung

Die Anwendungsdaten setzen sich aus Ergebnissen der Umfrage und Schlagdaten zusammen. Schlagdaten sind Daten der Schlaghistorie der Jahre 2005 bis 2014 von konventionellen Betrieben aus den norddeutschen Regionen Diepholz, Uelzen, Rostock, Fläming und Oder-Spree (ANDERT et al., 2015; KONING et al., 2016). Die Regionen unterscheiden sich hinsichtlich Klima, Bodenqualität und Produktionsstruktur. Das Klima in der nordöstlichen Region Rostock ähnelt dem der beiden westlichen Regionen Diepholz und Uelzen. Die Produktionsstrukturen in der Region Rostock ähnelt, mit großen spezialisierten Betrieben, den östlichen Regionen Fläming und Oder-Spree.

Die fragebogenbasierte Umfrage wurde bundesweit und anonym unter konventionell wirtschaftenden Landwirten durchgeführt (WIESE et al., 2016). Erfragt wurden Informationen zu Betriebsorganisation, Anwendung von Glyphosat und die Meinung des Landwirts zu Themen, die im Zusammenhang mit Glyphosat stehen. Das Erntejahr 2013/2014 war dabei als Referenz vorgegeben.

Datenzusammenführung und -anpassung

Aus den oben genannten Regionen wurden Umfragedaten von Betrieben anhand der Postleitzahl ausgewählt. Um die Vergleichbarkeit beider Datensätze zu gewährleisten, erfolgte eine Anpassung der Datensätze. Es wurden nur Betriebsmerkmale und die Glyphosat-Anwendung betrachtet. Unter der Annahme, dass Teilnehmer einer Umfrage eher zu generellen Antworten neigen, wurde das Referenzjahr der Umfrage (Erntejahr 2013/2014) nicht als strikte Vorgabe, sondern als Orientierung für die Teilnehmer betrachtet. Aus diesem Grund wurden neben den Schlagdaten aus den Erntejahren 2013/2014 auch Schlagdaten aus 2012/2013 in die Analyse mit einbezogen. Lagen Schlagdaten für beide Erntejahre vor, wurden diese gemittelt. Die Daten aus der Umfrage beziehen sich auf die Ackerfläche des jeweiligen Betriebes, während sich Angaben aus den Schlagdaten auf die in den Schlagdaten erfasste Fläche beziehen. Wurde weniger als 33 % der Ackerfläche eines Betriebs erfasst, wurden diese Betriebe von der Untersuchung ausgeschlossen. Darüber hinaus wurde zwischen zwei Betriebsarten unterschieden, Ackerbau- und Gemischtbetriebe. Die sechs wichtigsten Fruchtarten in Norddeutschland, die Winterfrüchte Winterweizen, Winterrap, Wintergerste und Winterroggen, sowie die Sommerungen Mais und Zuckerrübe wurden genauer betrachtet. Zu den Betriebsmerkmalen zählen die Größe der Ackerfläche, mittlere Bodenqualität (in BP), Betriebsart, Anteil der gepflügten Fläche, Anteil der Winterfrüchte und jeweiliger Anteil der sechs wichtigsten Fruchtarten.

Die Zuordnung einer Glyphosatanwendung zu einer Anwendungsabgrenzung ist abhängig vom Zeitpunkt der Anwendung und dem Saattermin. Fehlende Saattermine wurden durch mittlere Saattermine für die jeweilige Region im jeweiligen Jahr ersetzt. Anwendungen, die innerhalb von 21 Tagen vor Aussaat durchgeführt wurden, werden in beiden Datensätzen als Vorsaatanwendung betrachtet. Anwendungen vor der Ernte gelten in beiden Datensätzen als Vorernteanwendung. Während in der Umfrage die Stoppelbehandlung der vorangegangenen Frucht zugeordnet wurde, zählt sie in den Schlagdaten zur folgenden Frucht. Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten wurden Stoppelbehandlungen in den Schlagdaten nachträglich der vorangegangenen Frucht zugeordnet. In manchen Fällen war dies aufgrund nicht nachvollziehbarer Feldteilungen oder fehlender Daten für die vorangegangene Saison nicht möglich. Es wurde nur der Anteil Glyphosat-behandelten Fläche betrachtet, da Angaben zur Dosis nicht Bestandteil der Umfrage waren.

Statistische Auswertungen

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Statistikprogramm R und dem darin enthaltenen Paket „stats“ (R CORE TEAM, 2015). Mittelwertvergleiche für alle zu prüfenden Variablen

der Betriebseigenschaften, Anteile der betrachteten Fruchtarten und Glyphosatanwendung wurden mit dem Wilcoxon-Test (BAUER, 1972) durchgeführt.

Ergebnisse

Betriebsmerkmale

Die Auswertung der Betriebsmerkmale hat ergeben, dass der Anteil der Winterfrüchte in der Umfrage signifikant höher ist als in den Schlagdaten. Der Anteil der Ackerbaubetriebe ist in der Umfrage höher und der Anteil der gepflügten Fläche geringer als in den Schlagdaten, wenn auch nicht signifikant. Die übrigen Betriebsmerkmale unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant voneinander (Tab. 1).

Tab. 1 Mittelwerte der Betriebsmerkmale in Schlagdaten und Umfragedaten. In Klammern die Bandbreite der Werte. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, getestet mit Wilcoxon-Test, $p < 0,05$.

Tab. 1 Mean major farm characteristics in field record data and survey data. Range of values in brackets. Different letters indicate significant differences. Tested with Wilcoxon-test, $p < 0.05$.

	Schlagdaten	Umfrage
Ackerfläche	721 ha ^a (35 – 3220 ha)	726 ha ^a (38 – 3810 ha)
Bodenpunkte	36 ^a (21 – 65)	40 ^a (20 – 85)
Arbeitskräftebesatz / 100 ha	1,04 ^a (0.3 – 3)	1,22 ^a (0.3 – 4.34)
Gepflügte Fläche	45 % ^a (0 – 100 %)	38 % ^a (0 – 100 %)
Anteil Winterfrüchte	61 % ^a (0 – 100 %)	73 % ^b (29 – 100 %)
Betriebsart: Ackerbaubetrieb	48 % ^a	60 % ^a

Auch die Anteile der einzelnen Fruchtarten in Schlagdaten und Umfrage sind nicht signifikant verschieden (Abb. 1).

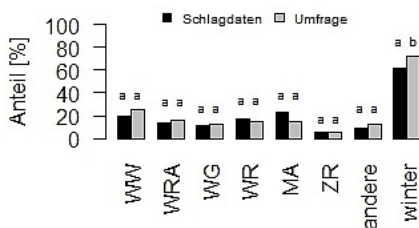


Abb. 1 Mittlere Anteile einzelner Fruchtarten. Schwarze Balken = Schlagdaten, graue Balken = Umfragedaten. WW = Winterweizen, WRA = Winterraps, WG = Wintergerste, WR = Winterroggen, MA = Mais, ZR = Zuckerrübe, andere = übrige Fruchtarten, winter = Winterfrüchte. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, getestet mit Wilcoxon-Test, $p < 0,05$.

Fig. 1 Mean proportion of crops in the field record data and survey data. WW = winter wheat, WRA = winter oilseed rape, WG = winter barley, WR = winter rye, MA = maize, ZR = sugar beet, andere = other crops, winter = winter crops. Different letters indicate significant differences. Tested with Wilcoxon-test, $p < 0.05$.

Glyphosat-Anwendungsmuster

Nicht-Anwender stellen 27 % der Schlagdaten dar, verglichen mit 9 % in der Umfrage. Anwender die mehr als 100 % ihrer Ackerfläche mit Glyphosat behandeln (d.h. ein Teil ihrer Schläge mehr als einmal) waren nur in der Umfrage zu finden und machten 2 % aus (Abb. 2).

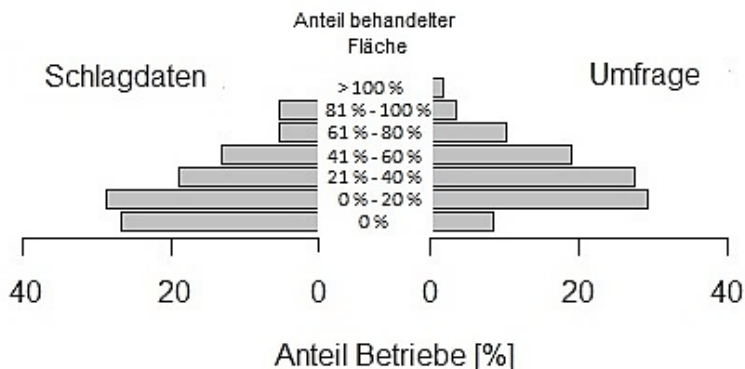


Abb. 2 Verteilung der Glyphosat-Nutzungsintensität in Schlagdaten und Umfrage.

Fig. 2 Distribution of glyphosate-use in the field record data and survey data.

Der mittlere Anteil der Flächen, auf denen eine Stoppelbehandlung durchgeführt wurde, war in der Umfrage signifikant höher als in den Schlagdaten. Die mittleren Anteile der insgesamt behandelten Fläche, der Fläche mit Vorerntebehandlung und der Fläche mit Vorsaatbehandlung unterschieden sich nicht signifikant voneinander (Tab. 2).

Tab. 2 Mittlerer Anteil der behandelten Fläche und der behandelten Fläche je Anwendungsabgrenzung in den Schlagdaten und der Umfrage. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, getestet mit Wilcoxon-Test, $p < 0,05$.

Tab. 2 Mean proportion of glyphosate treated areas for different application purposes. Different letters indicate significant differences. Tested with Wilcoxon-test, $p < 0.05$.

	Schlagdaten	Umfrage
Total	26 % ^a	32 % ^a
Vorsaatbehandlung	13 % ^a	11 % ^a
Vorerntebehandlung	3 % ^a	2 % ^a
Stoppelanwendung	10 % ^a	19 % ^b

Der mittlere Anteil der Stoppelbehandlung nach Winterraps war in der Umfrage signifikant höher als in den Schlagdaten. Der mittlere Anteil der Vorsaatbehandlungen vor Winterraps, Wintergerste und Winterroggen war in den Schlagdaten signifikant höher als in der Umfrage (Tab. 3).

Tab. 3 Mittlerer Anteil der mit Glyphosat behandelten Fläche je Anwendungsabgrenzung und Frucht. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, getestet mit Wilcoxon-Test, $p < 0,05$.

Tab. 3 Mean proportion of glyphosate treated areas for each application purpose per crop. Different letters indicate significant differences. WW = winter wheat, WRA = winter oilseed rape, WG = winter barley, WR = winter rye, MA = maize, ZR = sugar beet. Tested with Wilcoxon-test, $p < 0.05$. * Stubble treatment in maize and sugar beet was not queried in the survey.

Frucht	Vorsaat-anwendung		Vorernt-anwendung		Stoppelanwendung	
	Schlagdaten	Umfrage	Schlagdaten	Umfrage	Schlagdaten	Umfrage
WW	8 % ^a	6 % ^a	4 % ^a	5 % ^a	8 % ^a	10 % ^a
WRA	9 % ^a	3 % ^b	2 % ^a	4 % ^a	15 % ^a	42 % ^b
WG	9 % ^a	1 % ^b	12 % ^a	4 % ^a	3 % ^a	10 % ^a
WR	6 % ^a	1 % ^b	1 % ^a	0 % ^a	6 % ^a	7 % ^a
MA	5 % ^a	13 % ^a	0 % ^a	0 % ^a	3 % ^{a*}	0 % ^{b*}
ZR	16 % ^a	22 % ^a	0 % ^a	0 % ^a	1 % ^{a*}	0 % ^{a*}

* Stoppelanwendung in Mais und Zuckerrübe war nicht Bestandteil des Fragebogens

Diskussion

Obwohl beide Datensätze Betriebseigenschaften und Glyphosat-Anwendungsmuster erfassen, folgen sie unterschiedlichen Herangehensweisen. Die Umfrage adressiert Landwirte um grundsätzliche Informationen über die Nutzung von Glyphosat zu erhalten, während Schlagdaten Aufzeichnungen über tatsächliche Anwendungen enthalten. Vergleichbar mit einer Verbraucherumfrage vor einem Supermarkt, mit anschließender Auswertung von Kassenbelegen, werden beide Ansätze in dieser Arbeit kombiniert. Mit dieser, in den Agrarwissenschaften neuartigen und innovativen Methode, können Erkenntnisse zu Glyphosat-Anwendungsmustern im Ackerbau besser eingeordnet werden.

Beschreibung der Betriebe

Anhand der Betriebsmerkmale wurde gezeigt, dass mit der Umfrage ähnliche Betriebe erreicht wurden, wie mit der Analyse der Schlagdaten. Der höhere Anteil an Winterfrüchten in der Umfrage lässt sich mit dem ebenfalls höheren Anteil der Ackerbaubetriebe in der Umfrage in Verbindung bringen. Ackerbaubetriebe neigen dazu ihre Fruchtfolgen durch einen hohen Anteil Winterfrüchte zu vereinfachen (GEHRING et al., 2012). Darüber hinaus kommt reduzierte Bodenbearbeitung häufiger in Ackerbaubetrieben zum Einsatz. Insbesondere große Betrieben mit vergleichsweise geringem Arbeitskräftebesatz substituieren öfter intensive Bodenbearbeitung mit Glyphosat (NAIL et al., 2007; GIANESSI, 2013), so dass Glyphosat für diese Betriebe eine große Bedeutung hat. Das Thema und die Art der Fragestellung einer Umfrage können die Teilnehmer einer Umfrage beeinflussen (BOGNER und LANDROCK, 2015). Es ist daher vorstellbar, dass eine Umfrage mit dem Thema „Glyphosat“ eher Landwirte anspricht, für die dieses Thema relevant ist. Der deutlich höhere Anteil an Nicht-Anwendern in den Schlagdaten legt nahe, dass eine glyphosatbezogene Umfrage vor allem Glyphosatanwender zu einer Teilnahme motiviert. Andererseits ist die Schlagdatenauswertung auf besonders kooperative Landwirte angewiesen, so dass auch hier keine rein zufällige Betriebsauswahl vorliegt.

Glyphosat-Nutzungsintensität

Die Glyphosatnutzung unterschied sich teilweise zwischen den Schlagdaten und der Umfrage. Insgesamt war die behandelte Fläche in der Umfrage höher als in den Schlagdaten, jedoch lag die insgesamt behandelte Fläche in beiden Datensätzen unter dem nationalen Durchschnitt von 2011 (STEINMANN et al., 2012) und dem Durchschnitt der gesamten bundesweiten Umfrage (WIESE et al., 2016). Während sich die Vorsaat-anwendungen in beiden Datensätzen nicht unterscheidet, ist der höhere Anteil der Vorernt-anwendung in den Schlagdaten mit der Zusammenlegung der Erntejahre 2012/2013 und 2013/2014 zu erklären. Starke Einschränkungen für die Vorernt-anwendung traten im Erntejahr 2013/2014 in Kraft. Obwohl das Erntejahr 2013/2014 in

der Umfrage als Orientierung dient und daher eher generelle Antworten der Teilnehmer erwartet wurden, wird diese Regulierung den Landwirten bei der Beantwortung des Fragebogens sicherlich bewusst gewesen sein. Es liegt daher nahe, dass sich die (generelle) Angaben der Landwirte zur Vorernteanwendung in der Umfrage auf das Erntejahr 2013/2014 und die folgenden Jahre beziehen.

Eine Erklärung für den signifikant höheren Anteil der Stoppelbehandlung in der Umfrage ergibt sich bei einer genaueren Betrachtung der Anwendungsgebiete je Fruchtart. Stoppelbehandlungen im Winterraps gelten als eines der wichtigsten Anwendungsgebiete für Glyphosat (STEINMANN et al., 2012). Der Anteil der Stoppelbehandlung nach Winterraps ist in der Umfrage signifikant höher als in den Schlagdaten. Gleichzeitig fällt auf, dass die Vorsaatanwendung in den Schlagdaten vor Winterraps und insbesondere die Vorsaatanwendung vor Wintergerste und Winterroggen signifikant höher ist als in der Umfrage. Vermutlich stimmt die Unterscheidung zwischen Vorsaatanwendung und Stoppelbehandlung in Abhängigkeit vom Saattermin nicht mit der Wahrnehmung der Landwirte überein. SCHMITZ und GAVERT (2012) schlussfolgern aus Experteninterviews, dass bundesweit auf 18 % der Winterrapsfläche eine Vorsaatanwendung durchgeführt wurde. Der Anteil an Vorsaatanwendungen zu Winterraps in den Schlagdaten belegt, dass Vorsaatanwendungen zu Winterraps durchgeführt werden. Wohingegen der signifikant niedrigere Anteil der Vorsaatanwendung zu Raps in der Umfrage nahelegt, dass die Maßnahmen von den Landwirten nicht als Vorsaatanwendung wahrgenommen wurden. Der signifikant höhere Anteil der Vorsaatanwendung zu Winterraps in den Schlagdaten geht mit einem, im Vergleich zur Umfrage, geringeren Anteil in der Stoppelbehandlung nach Wintergerste einher. Winterraps wird in der Fruchtfolge häufig nach Wintergerste angebaut (STEINMANN und DOBERS, 2013). Ein weiterer Hinweis darauf, dass die Vorsaatanwendung von Landwirten als Stoppelbehandlung wahrgenommen wird. So lassen sich auch der signifikant höheren Anteile der Vorsaatanwendungen zu Wintergerste und Winterroggen in den Schlagdaten erklären, die in der Umfrage kaum zu finden sind. STEINMANN et al. (2012) stießen in einer 2011 durchgeführten Umfrage auf Aussagen von Landwirten, die nicht mit der zeitlichen Differenzierung von Vorsaatanwendung und Stoppelbehandlung übereinstimmen. Möglicherweise ist die Definition, dass eine Anwendung innerhalb von 21 Tagen vor der Aussaat als Vorsaatanwendung gilt, nicht praxisnah genug und wird daher von vielen Landwirten nicht wahrgenommen. Eine engere, aber gleichwohl klar definierte Zeitspanne für die Vorsaatanwendung könnte hier für mehr Praxisnähe sorgen. Auch für die Abgrenzung von Anwendungsgebieten ist die klare Trennung von Stoppel- und Vorsaatanwendungen sinnvoll.

Bei der Markteinführung von Glyphosat in Deutschland war die Stoppelbehandlung das wesentliche Anwendungsgebiet in der Landwirtschaft. Im Gegensatz dazu ist die Vorsaatanwendung noch ein relativ neues Anwendungsgebiet, das erst mit der aufkommenden reduzierten Bodenbearbeitung und als Beitrag zur Herbiziddiversität mit dem Auftreten herbizidresistenter Unkrautpopulationen an Bedeutung gewonnen hat (DICKE et al., 2017). In den hier untersuchten Regionen sind bisher keine Probleme mit resistenten Unkräutern bekannt. Möglicherweise sind Landwirte aus diesen Region deshalb nicht für die Unterscheidung zwischen Stoppelbehandlung und Vorsaatanwendung sensibilisiert.

Dank

Die Daten wurden im Projekt "Nachhaltiges Landmanagement im Norddeutschen Tiefland (NaLaMa-nT)" Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie im Projekt „Best Management Praktiken und Nachhaltige Anwendung von Glyphosatprodukten“ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und gefördert. Besonderer Dank gilt allen Landwirten die Betriebsdaten bereitgestellt haben oder sich an der Umfrage beteiligt haben.

Literatur

ANDERT, S., J. BÜRGER und B. GEROWITT, 2015: On-farm pesticide use in four Northern German regions as influenced by farm and production conditions. *Crop Protection* **75**, 1-10.

28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 27.02. – 01.03.2018 in Braunschweig

- ANDERT, S., J. BÜRGER, J.-E. MUTZ und B. GEROWITT, (in preparation): The role of glyphosate in weed management of farms in Northern Germany. *Pest Management Science*, submitted.
- ANDERT, S., J. BÜRGER, S. STEIN und B. GEROWITT, 2016: The influence of crop sequence on fungicide and herbicide use intensities in North German arable farming. *European Journal of Agronomy* **77**, 81-89.
- BAUER, D.F., 1972: Constructing confidence sets using rank statistics. *Journal of the American Statistical Association* **67**, 687-690.
- BAYLIS, A.D., 2000: Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest Management Science* **56**, 299-308.
- BENBROOK, C.M., 2016: Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe* **28**, 3.
- BOGNER, K. und U. LANDROCK, 2015: Antworttendenzen in standardisierten Umfragen. Hg. v. GESIS - Leibniz Institute for the Social Sciences.
- BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (21.05.2014): Inlandsabsatz und Export von Pflanzenschutzmitteln - Jahresbericht 2016.
http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/06_Fachmeldungen/2017/2017_09_29_Fa_Inlandabsatz_Ausfuhr_Bericht_2016.html?nn=1400938.
- COOK, S.K.W., C. SARAH und J. H. CLARKE, 2010: How Valuable is Glyphosate to UK Agriculture and the Environment? *Outlooks on Pest Management* **6**, 280- 285.
- DENTZMAN, K., R. GUNDERSON und R. JUSSAUME, 2016: Techno-optimism as a barrier to overcoming herbicide resistance. Comparing farmer perceptions of the future potential of herbicides. *Journal of Rural Studies* **48**, 22-32.
- DICKE, D., R. DITTRICH, R. FORSTER, K. GEHRING, R. GÖTZ, K. HÜSGEN et al., 2017: Handlungsempfehlung der Bund-Länder-Expertengruppe zur Anwendung von Glyphosat im Ackerbau und in der Grünlandbewirtschaftung.
- GEHRING, K., R. BALGHEIM, E. MEINLSCHMIDT und C. SCHLEICH-SAIDFAR, 2012: Principles of resistance management for the control of *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti* in the view of the official plant protection service. *Julius-Kühn-Archiv* **434**, 89-101.
- GIANESSI, L.P., 2013: The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. *Pest Management Science* **69**, 1099-1105.
- HEAP, I., 2014: Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science* **70**, 1306-1315.
- KEHLENBECK, H., J. SALTZMANN, J. SCHWARZ, P. ZWARGER und H. NORDMEYER, 2016: Economic assessment of alternatives for glyphosate application in arable farming. *Julius-Kühn-Archiv* **452**, 279-289.
- KONING, L.A., D. SEFZAT und B. GEROWITT 2016: Exploring the effects of glyphosate products on weed composition. *Julius-Kühn-Archiv* **452**, 270-278.
- NAIL, E., D. YOUNG und W. SCHILLINGER, 2007: Diesel and glyphosate price changes benefit the economics of conservation tillage versus traditional tillage. *Soil and Tillage Research* **94**, 321-327.
- R CORE TEAM, 2015: R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>.
- SCHMITZ, M.P. und H. GAVERT, 2012: Agro Economic Analysis of the use of Glyphosate in Germany. *Journal für Kulturpflanzen* **64**, 150-162.
- SCHULTE, M. und L. THEUVSEN, 2015: The economic benefit of herbicides in arable farming - with a special focus on glyphosate. *Journal für Kulturpflanzen* **67**, 269-279.
- SEFZAT, D., 2016: Zum Einsatz von Glyphosat im Ackerbau. eine Auswertung von Aufzeichnungen ausgewählter landwirtschaftlicher Betriebe in der Region Rostock. Masterthesis, 09.05.2016.
- STEINMANN, H.H., M. DICKEDUISBERG und L. THEUVSEN, 2012: Uses and benefits of glyphosate in German arable farming. *Crop Protection* **42**, 164-169.
- STEINMANN, H.H. und E.S. DOBERS, 2013: Spatio-temporal analysis of crop rotations and crop sequence patterns in Northern Germany. Potential implications on plant health and crop protection. *J. Plant Dis. Prot.* **120**, 85-94.
- VASEL, E.-H., E. LADEWIG und B. MÄRLÄNDER, 2012: Weed composition and herbicide use strategies in sugar beet cultivation in Germany. Unkrautzusammensetzung und Herbizidstrategien im Zuckerrübenanbau in Deutschland. *Journal für Kulturpflanzen* **64**, 112-115.
- WIESE, A., M. SCHULTE, L. THEUVSEN und H.H. STEINMANN, 2016: Uses of glyphosate in German arable farming - operational aspects. *Julius-Kühn-Archiv* **452**, 255-262.
- WIESE, A., M. SCHULTE, L. THEUVSEN und H.H. STEINMANN, 2017: Interactions of glyphosate use with farm characteristics and cropping patterns in Central Europe. *Pest Management Science* (in press).
- WYNN, S.C., S.K. COOK und J.H. CLARKE, 2014: Glyphosate Use on Combinable Crops in Europe. Implications for Agriculture and the Environment. *Outlook Pest Man.* **25**, 327-331.