
Sektion 25 - Herbizide II

25-1 - Garvert, H.; Ahmed, M. N.; Schmitz, P. M.; Hesse, J. W.

Justus-Liebig-Universität Gießen

Die ökonomische Bedeutung von Glyphosat für den Ackerbau in Deutschland

Agro-Economic Analysis of the use of Glyphosate in Germany

In der gesellschaftlichen Wahrnehmung ist der intensive Ackerbau oft negativ belegt. Insbesondere der durch den Pflanzenschutz und den Einsatz von Mineraldünger generierte Nutzen für die Sicherstellung qualitativ hochwertiger Lebensmittel für die wachsende Weltbevölkerung wird als selbstverständlich angesehen und nicht dementsprechend gewürdigt. In diesem Beitrag wird daher am Beispiel des Wirkstoffes Glyphosat gezeigt, welche ökonomische Bedeutung einzelne Pflanzenschutzwirkstoffe im Ackerbau in Deutschland und Europa haben können.

Glyphosat ist der weltweit meist genutzte Herbizidwirkstoff. In Deutschland werden jährlich etwa 5000t Glyphosat abgesetzt, das entspricht einem Anteil von 30 bis 40 % an allen verkauften Herbizidwirkstoffen (BVL, 2010). Für die genauere Betrachtung der produktionstechnischen und ökonomischen Effekte des Einsatzes von Glyphosat sind im Frühjahr 2011 14 Expertengespräche mit Officialberatern aus unterschiedlichen Regionen Deutschlands geführt worden. Die Ergebnisse zeigen, dass der Wirkstoff Glyphosat vor allem für die konservierende Bodenbearbeitung in vielen Regionen eine Standardmaßnahme ist. Insgesamt wird er auf 30 bis 35 % der Wintergetreidefläche und 50 % der Winterrapsfläche eingesetzt. Im Mais- und Zuckerrübenanbau beträgt die behandelte Fläche etwa 42 bis 50 %. Dabei liegen die Haupteinsatzflächen vor allem in den beiden Regionen Nord- und Ostdeutschland. In Folge der zunehmenden Resistenzentwicklungen bei einem Glyphosatverbot würden die Erträge der Fruchtfolge Winterweizen-Winterweizen-Winterraps in den norddeutschen Küstengebieten um etwa 5 % und in den ostdeutschen Gebieten um bis zu 10 % zurückgehen, obwohl zusätzliche Bodenbearbeitungsgänge und höhere Wirkstoffmengen bzw. alternative Wirkstoffe eingesetzt würden.

Eine besondere Bedeutung hat Glyphosat für den Anbau in konservierender Bodenbearbeitung. In den norddeutschen Küstengebieten wird aufgrund zunehmenden Unkraut- und Resistenzdrucks auf 80 bis 100 % der Mulchsaatflächen Glyphosat eingesetzt. Ebenso verhält es sich in Ostdeutschland, hier sind es aber verstärkt arbeitswirtschaftliche Gründe, aus denen Glyphosat eingesetzt wird. In den intensiven Ackerbauregionen in NRW oder Niedersachsen werden vor allem die Winterrapsflächen und die Anbauflächen der Frühjahrskulturen Mais und Zuckerrübe bei konservierender Bodenbearbeitung mit Glyphosat bestellt. In Süddeutschland wird Glyphosat nur auf etwa 40 % der Mulchsaatflächen eingesetzt. Ein Verbot von Glyphosat würde dazu führen, dass die Mulchsaat insbesondere zu Zuckerrübe und Mais deutlich zurückgehen würde. Vor allem die Betriebe in Nordwestdeutschland würden wieder den Pflug einsetzen, während in Ostdeutschland aus arbeitswirtschaftlichen Gründen die Mulchsaat beibehalten und eher ein Ertragsverlust hingenommen würde. Des Weiteren würden umweltschonende und von der Gesellschaft nachgefragte Produktionsverfahren wie das Strip-Till-Verfahren, die Direktsaat oder Untersaaten und Zwischenfrüchte deutlich zurückgehen bzw. nicht eingeführt werden.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen sind die Deckungsbeiträge der einzelnen Kulturen bei einem Verbot von Glyphosat berechnet worden. Die Deckungsbeiträge würden in Ostdeutschland um bis zu 27 %, in Norddeutschland um bis zu 3 % und in den norddeutschen Küstengebieten sogar um bis zu 36 % zurückgehen. Dabei sind schon die Anstiege der Erzeugerpreise berücksichtigt worden, die sich durch einen Rückgang der Produktion in der EU-27 um 5 % und höhere Produktionskosten ergeben würden. Die neuen Erzeugerpreise sind mit dem an der Universität Gießen entwickelten partiellen Gleichgewichtsmodell AGRISIM ermittelt worden. Die größten Kostenanstiege sind dabei für die Arbeiterledigungskosten zu erwarten. Diese würden bei einem Glyphosatverbot je nach Region um 5 bis 11 % ansteigen.

Mit dem partiellen Gleichgewichtsmodell AGRISIM kann ebenfalls gezeigt werden, dass die Kostenanstiege und Ertragsrückgänge in Höhe von 5 % in der EU-27 zu Produktionsrückgängen bei Weizen, Futtergetreide, Körnermais und Ölsaaten in Höhe von 4,3 bis 7,1 % führen würden. Die Europäische Union würde ihren Status von einem Nettoexporteur zu einem Nettoimporteur von Weizen und Futtergetreide verändern und die Importdefizite für Ölsaaten und Körnermais würden weiter ansteigen. Dies würde zu einem jährlichen Wohlfahrtsverlust in der Europäischen Union in Höhe von 1,4 Milliarden US-\$ führen. Bei einem europaweiten Ertragsverlust von 20 %, wie er zum Beispiel in England erwartet würde (COOK et al., 2010), würden sich die Wohlfahrtsverluste in der Europäischen Union auf 4,2 Milliarden US-\$ belaufen. Besonders negativ betroffen von einem

Glyphosatverbot wären diejenigen Entwicklungsländer, die Nettoimporteure sind, und die Konsumenten, da sie, je nach Produkt, einen Anstieg der Weltmarktpreise um 0,04 bis 6,42 % zu erwarten hätten. Demgegenüber würden die Schwellen- und Industrieländer von einem europaweiten Glyphosatverbot profitieren.

Literatur

BVL, 2010: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Verfügbar unter: <http://www.bvl.bund.de> (22.07.2011)

COOK, S., S. WYNN, J. CLARKE, 2010: Glyphosate – a necessary herbicide. How valuable is Glyphosate to UK agriculture and environment? *Outlooks on Pest Management*, Dez. 2010.

25-2 - Steinmann, H.-H.; Dickeduisberg, M.; Theuvsen, L.

Georg-August-Universität Göttingen

Anwendungsmuster und ackerbauliche Bedeutung von Glyphosat in Deutschland

Patterns and significance of glyphosate use in German arable farming

Glyphosat ist der weltweit meist verwendete Herbizidwirkstoff. Die Anwendungsgebiete von glyphosathaltigen Herbiziden decken eine Vielzahl von Kulturen und ackerbaulichen Situationen ab. Der Anwendungsumfang in Deutschland hat in den letzten zehn Jahren stark zugenommen, daher sollte mit den Erhebungen ein Überblick über die tatsächlichen Einsatzgebiete erhalten werden. Im Frühjahr 2011 wurde eine Brief- und Online gestützte Umfrage unter deutschen landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt. 896 Fragebögen konnten ausgewertet werden. Die Studie erfasste ca. 250.000 ha LF und repräsentiert Betriebe aus ganz Deutschland. Die anhand der Betriebsangaben errechnete Applikationsfläche drückt den Anteil der Behandlungsfläche an der Anbaufläche aus. Große Flächenanteile von Raps (87,2 %), Körnerleguminosen (72,1 %) und Wintergerste (65,9 %) werden mit Glyphosat behandelt. Wesentliche Anwendungsgebiete sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die Stoppelbehandlung, Vorsaatsbehandlung und Sikkation. Anhand der Umfragedaten wird der ackerbauliche Nutzen von Glyphosatherbiziden ermittelt, indem der Glyphosateinsatz mit den Kosten der jeweiligen ackerbaulichen Ersatzmaßnahmen bewertet wird. Je nach Höhe des Glyphosatpreises ergibt sich ein deutschlandweiter Nutzen von ca. 80 bis ca. 200 Mio Euro pro Jahr.

25-3 - Ophoff, H.; Voegler, W.

Monsanto Agrar Deutschland GmbH

Glyphosat – aktuelle Informationen zur Sicherheitsbewertung

Glyphosate – Current informations on the safety assessment

Glyphosat als aktiver herbizider Wirkstoff z. B. in Roundup®-Produkten stützt sich auf eine lange Historie des sicheren Gebrauchs. Die Basis bildet eine der umfangreichsten Datenbanken für Pflanzenschutzmittel im Hinblick auf die wissenschaftliche Bewertung für die menschliche Gesundheit sowie die Sicherheit der Umwelt. Glyphosat ist seit mehr als 35 Jahren in über 100 Ländern zugelassen und wird seitdem sowohl in der Landwirtschaft als auch im Haus- und Kleingarten erfolgreich zur Unkrautkontrolle angewendet. In diesem Zusammenhang werden neben der Wirksamkeit selbstverständlich auch die Anwendungssicherheit des Produkts, mögliche Risiken und Einflussnahme auf menschliche Gesundheit sowie Umwelt umfassend und gründlich untersucht. Gelangt Glyphosat in die Umwelt, wird er rasch von Mikroorganismen im Boden abgebaut und zeigt keine negativen Effekte auf Bodenorganismen. Ferner ist aufgrund der physiko-chemischen Wirkstoffeigenschaften eine Verlagerung in das Grundwasser sehr unwahrscheinlich (1).

Es wurden vermehrt in der (Fach-)Öffentlichkeit Diskussionen geführt, die die Sicherheit des Wirkstoffs bzw. glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel in Frage stellen. So wird in der Literatur z. B. über Ergebnisse anhand von Laborversuchen berichtet, die Glyphosat als teratogen oder zytotoxisch beschreiben. Unabhängige Wissenschaftler und zuständige Behörden wie z. B. das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) kommen hingegen nach eingehender erneuter Prüfung zu der folgenden Auffassung: „Glyphosat zeigte in zahlreichen standardisierten Tests keine erbgutverändernden Eigenschaften. Langzeitstudien an Ratten und Mäusen ergaben keine Anhaltspunkte für eine krebserzeugende Wirkung von Glyphosat. Studien an Ratten und Kaninchen ergaben, dass Glyphosat nicht als reproduktionstoxisch oder entwicklungstoxisch einzustufen ist. ... Da diese Effekte jedoch nicht reproduzierbar waren ..., wurde diesen Befunden – entsprechend den international üblichen Bewertungsprinzipien – keine Relevanz für den Menschen beigemessen.“ (2). Auch die von Paganelli et al. 2010 (3) an Frosch- oder Hühnerembryonen durchgeführten Untersuchungen werden in der wissenschaftlich, regulatorischen Gemeinschaft diskutiert. Die österreichische Behörde kommt zu der Auffassung, dass hier eine 'fragwürdige Relevanz für die Risikobewertung' vorliegt (4).

Monsanto nimmt die Sicherheit seiner Produkte und die Verantwortung für diese sehr ernst und prüft erhobene Vorwürfe gewissenhaft. Zusammenfassend kommen wir zu dem Schluss, dass –bestimmungsgemäßer und verantwortungsbewusster Einsatz vorausgesetzt – der Wirkstoff Glyphosat und seine einhergehenden Produkte sicher sind, wobei wissenschaftlich basierte Informationen Grundlage für eine sachliche transparente Diskussion sein müssen.

Literatur:

- (1) <http://www.monsanto.com/products/Pages/roundup-safety-bac-kground-materials.aspx>.
- (2) BfR 2011, <http://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zur-gesundheitlichen-bewertung-von-glyphosat.pdf>.
- (3) PAGANELLI, A., GNAZZO, V., ACOSTA, H., LOPEZ, S.L., CARRASCO, A.E., 2010: Chem. Res. Toxicol., 23 (10), pp 1586-1595.
- (4) AGES 2012, http://www.ages.at/uploads/media/Glyphosat_Parlament-bergmann-25-5-2012.pdf

25-4 - Voegler, W.; Ophoff, H.

Monsanto Agrar Deutschland GmbH

Empfehlungen zur sachgerechten Anwendung des Wirkstoffs Glyphosat, insbesondere bei Direktsaat

Recommendations on best management practices for the use of glyphosate esp. using No-Till

Glyphosat ist der weltweit am meisten eingesetzte Wirkstoff, die Spannweite der Zulassung entsprechender Handelsprodukte reicht von den klassischen Anwendungen im Acker-, Garten-, Obst- und Waldbau bis hin zu genehmigungspflichtigen Anwendungen zum Beispiel der Anwendung im Kommunalbereich. Allein in Deutschland sind über 70 Glyphosat-haltige Produkte zugelassen, die von einer Vielzahl von Firmen vermarktet werden. Neben den klassischen Anwendungen auf Stoppelflächen und vor der Saat im Frühjahr, hat die Anwendung in reduzierten Bodenbearbeitungssystemen, einschließlich der Direktsaat, deutlich zugenommen. Insbesondere in engen Fruchtfolgen verlagert sich das Glyphosat-Anwendungsfenster in einen Bereich bis kurz vor der Saat, Nachsaat-Vorauflaufanwendungen, gegebenenfalls kombiniert mit bodenaktiven Wirkstoffen, gewinnen an Bedeutung. Dieser Trend zeichnet sich auch weltweit ab, nicht zuletzt infolge des zunehmenden Anbauumfangs herbizidtoleranter Kulturen.

Die Vorzüge einer Glyphosat-Anwendung sind hinlänglich bekannt, und es besteht auch weitestgehend Konsens darüber, dass eine sachgerechte Anwendung viele Vorteile bringt und der Wirkstoff erhalten bleiben muss. Ohne den Wirkstoff Glyphosat sind moderne Bodenbearbeitungsverfahren nicht praktikabel (1); alle positiven Aspekte, die eine reduzierte Bodenbearbeitung zweifelsohne bewirkt (Erosionsschutz, Verbesserung der Bodenstruktur, technologische und arbeitswirtschaftliche Vorteile usw.), wären neu zu bewerten.

Nichtsdestotrotz gibt es Aussagen, die auf Pflanzenschädigungen, insbesondere verringerte Mikronährstoffgehalte in Roundup Ready®-Kulturen²⁾, bzw. auch bei in Direktsaat bestellten Kulturen berichten. Was ist dran an den Anschuldigungen, was ist bei konservierender Bodenbearbeitung, einschließlich Direktsaat, zu beachten?

Literatur

- (1) SCHMITZ, P.M., GARVERT, H., 2012.: Die ökonomische Bedeutung des Wirkstoffs Glyphosat für den Ackerbau in Deutschland. Journal für Kulturpflanzen, 64(5). S.150-162, 2012, ISSN 1867-0911.
- (2) http://www.monsanto.com/newsviews/Documents/CPU_roundup_ready_crops_glyphosate_and_micronutrients.pdf

25-5 - Belz, R.

Universität Hohenheim

Stimulation vs. Inhibierung – Dosisabhängige Variabilität der phytotoxischen Wirkung

Stimulation vs. inhibition – dose-dependent variability of phytotoxic effects

Hintergrund

Einige phytotoxische/herbizide Wirkstoffe, die in hohen Dosierungen Pflanzen schädigen, wirken in geringer Dosis stimulierend auf das Pflanzenwachstum. Dieses Phänomen der Hormesis begründet ein alternatives Anwendungspotential für herbizide Wirkstoffe, dessen praktische Nutzung jedoch durch die vermeintliche Variabilität des Phänomens infrage gestellt wird. Studien, die die Variabilität hormetischer Effekte klar aufzeigen und quantifizieren, vor allem auch im Vergleich zur Variabilität bei hohen Dosierungen, fehlen jedoch weitgehend.

Am Beispiel des Hormetins und Auxin-Hemmstoffs PCIB wurde deshalb untersucht, inwieweit sich die Variabilität stimulierender Effekte auf Pflanzen von der inhibierender unterscheidet und inwieweit die Variabilität hormetischer Effekte durch die spezifische Stabilität des verwendeten Testsystems bedingt wird.

Methodik

In Keimtests unter kontrollierten Bedingungen mit *Lactuca sativa* L. als Testpflanze und Wurzelwachstum als Wirkungsparameter, wurde die Stabilität des ‚Lactuca bioassays‘ in 218 negativen Kontrollansätze evaluiert und die Variabilität der PCIB Wirkung anhand von 33 Dosis-Wirkungsexperimenten modelliert. Darauf aufbauend wurde die inter-experimentelle Variabilität auf verschiedenen Wirkungsniveaus anhand von Variationskoeffizienten (CV) verglichen und Korrelationen zwischen Wirkungsparametern quantifiziert.

Ergebnisse

Das Testsystem zeigte eine deutliche saisonale Variabilität im Wurzelwachstum und CV-Werte von 0.20 für die Variabilität zwischen Wiederholungen und 0.18 zwischen Kontrollansätzen. Das Auftreten von PCIB Hormesis erwies sich in hohem Maße reproduzierbar (97 %), jedoch zeigten vor allem die absoluten hormetischen Kenngrößen eine höhere Variabilität (CV 0.36 - 0.54) als die stetige Inhibierung bei hohen Dosierungen (CV 0.24 - 0.33). Die relative Ausprägung der Hormesis, d. h. die relative Wachstumssteigerung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle und die Größe des Dosis-Bereichs in dem hormetische Effekte auftreten, war mit CVs von 0.23 und 0.20 am stabilsten, dennoch variierte die Lage dieser relativen Größen in x/y-Richtung gemäß den Schwankungen der absoluten Werte.

Hinsichtlich der Expression phytotoxischer Effekte zeigte nur die maximale Stimulation eine positive Korrelation zu Unterschieden im Wachstum der unbehandelten Kontrolle und damit der Stabilität des Testsystems. Da jedoch die Expression hormetischer Effekte mit effektiven Dosierungen interkorrelierte, ergab sich eine indirekte Wirkung auf die Sensitivität der Testpflanze. Bedingungen, die das Auftreten und vor allem die quantitative Ausprägung der PCIB Hormesis förderten, verschlechterten die Effektivität hoher Dosierungen. Dies zeigt, dass sich ein stark ausgeprägter Hormesiseffekt von PCIB durchaus negativ auf die Hemmwirkung auswirken kann, wobei die Ursachen für die unterschiedliche Ausprägung der Hormesis von PCIB bisher nicht bekannt sind.

Fazit

Hormetische Effekte von PCIB zeigten eine größere Reaktionsbreite (27 - 208 % Stimulation) als inhibierende Effekte (0 - 100 % Hemmung) und inter-experimentell größere Schwankungen der absoluten Wirkungskenngrößen und damit grundsätzlich eine geringere Wirkungssicherheit. Die erarbeitete Datenbasis reicht für ein allgemeingültiges Fazit sicherlich nicht aus, aber im Moment ist es sehr wahrscheinlich, dass die Anforderungen an die Reproduzierbarkeit von Herbizidanwendungen nicht für hormetische Anwendungen gelten können.

25-6 - Hunsche, M.; Bürling, K.; Noga, G.

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Einfluss ausgewählter herbizider Wirkstoffe auf die Spektral- und zeitlich aufgelöste Fluoreszenzsignatur relevanter Unkräuter

Impact of selected herbicides on the fluorescence signature of selected weed species

Im Rahmen dieser Studie unter kontrollierten Bedingungen wurde der Einfluss von vier herbiziden Wirkstoffen (Glyphosat, Bromoxynil, Mesotrione und Amitrol) auf die Fluoreszenzsignatur von *Stellaria media*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album* und *Viola arvensis* mittels der laser-induzierten Fluoreszenz untersucht. Die vier Wirkstoffe mit unterschiedlichem Wirkmodus führten zu spezifischen Veränderungen der Fluoreszenzintensität und Fluoreszenzlebenszeit im Spektralbereich zwischen 400 und 800 nm, wobei die Art und Intensität der Veränderung insbesondere von der Interaktion Pflanzenschutzmittel – Unkrautart sowie der Zeit nach der Applikation abhängig war. Veränderungen im roten Spektralbereich, z. B. nach Applikation von Bromoxynil und Mesotrione, wiesen dabei auf eine Schädigung des Elektronenflusses im Photosystem und/oder Chlorophyllabbau hin. Im Gegensatz dazu sind die Veränderungen im blauen- und grünen Spektralbereich, z. B. nach Applikation von Glyphosat und Amitrol, auf Modifikationen der Menge und Zusammensetzung pflanzenspezifischer Fluorophore zurück zu führen. Dabei zeigten insbesondere die Daten der Fluoreszenzlebensdauer (LTmean, LT1, LT2) ein großes Potenzial für die Erfassung und Quantifizierung des Stoffeinflusses auf physiologische Prozesse mittels nicht-destruktiver Messverfahren. Aufgrund der präzisen Ergebnisse stellt somit die laser-induzierte Fluoreszenztechnik ein Zusatzwerkzeug, z. B. im Rahmen von Wirkstoff- und Adjuvantien-screening sowie Untersuchungen zur Schädigung und Erholung zellulärer Prozesse bei Unkräutern und Kulturpflanzen, dar.