
Sektion 4: Nichtselektive Herbizide

Section 4: Non-selective herbicides

Anwendungen von Glyphosat im deutschen Ackerbau – Herbologische und ackerbauliche Aspekte

Uses of glyphosate in German arable farming – aspects of weed management and arable practice

Armin Wiese^{1*}, Michael Schulte², Ludwig Theuvsen², Horst-Henning Steinmann¹

¹Georg-August-Universität Göttingen, Zentrum für Biodiversität und nachhaltige Landnutzung, Grisebachstr. 6, 37077 Göttingen

²Georg-August-Universität Göttingen, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen

*Korrespondierender Autor, armin.wiese@zentr.uni-goettingen.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.034

Zusammenfassung

In einer deutschlandweiten Befragung wurden Daten von 2026 Betrieben zu Glyphosatanwendungen, persönlichen Einschätzungen und betrieblichen Rahmenbedingungen erhoben. Nach einer Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität wurden ca. 1700 Betriebe im Detail ausgewertet. Es wurden Nichtanwender, Weniganwender und Vielanwender von Glyphosat unterschieden. Letztere wenden Glyphosat auf $\geq 20\%$ der Ackerfläche an. Charakteristisch für diese letztgenannten Betriebe sind ein großer Anteil pflugloser Bewirtschaftung, ein niedriger Arbeitskräftebesatz sowie eine überdurchschnittliche Betriebsgröße. Wurzelunkräuter sind weniger als Grund für Glyphosatanwendungen anzusehen als vielmehr Unkrautpopulationen, die mit den übrigen Herbiziden als schwer bekämpfbar angesehen werden. Nichtanwender und Anwender unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer Einschätzung des Nutzens von Glyphosat sowie der Einstellung zum Glyphosat-Anwendungsumfang in der Landwirtschaft.

Stichwörter: Bodenbearbeitung, Herbizidanwendung, perennierende Unkräuter, Resistenzmanagement

Abstract

Data on glyphosate use, personal attitudes and farm characteristics were collected in a Germany-wide inventory from 2026 farms. About 1700 farms could be analyzed in detail. Categories of glyphosate users were split into: non-users, low proportion users and high proportion users. The latter apply glyphosate on $\geq 20\%$ of their arable land are characterized by a high amount of non-inversion tillage, low labor effort and above-average farm size. Perennial weeds play a less important role for glyphosate use than managing weed populations that are regarded as less susceptible to regular herbicides. Non-users and users of glyphosate differ in their attitude towards the benefits of glyphosate and the amount of glyphosate use in agriculture.

Keywords: Herbicide application, perennial weeds, resistance management, soil cultivation

Einleitung

Nach einem deutlichen Anstieg in den 2000er Jahren hat sich der jährliche Glyphosatabsatz in Deutschland auf dem Niveau von 5000 bis 6000 Tonnen eingependelt (BVL, versch. Jahrgänge). Man kann folglich davon ausgehen, dass sich die typischen Anwendungsmuster ausdifferenziert haben, wobei der größte Absatz in den Ackerbaukulturen stattfindet (STEINMANN et al., 2012). Auf der Basis einer Befragung waren 2012 erste Muster und Anwendungsschwerpunkte sowie ökonomische Implikationen des Glyphosateinsatzes identifiziert worden (DICKEDUISBERG et al., 2012). Es blieb jedoch weitestgehend unklar, welche betrieblichen Probleme und persönliche Motivationen hinter dem Glyphosateinsatz stecken. Weiterhin stellte sich die Frage, ob Glyphosat zusätzlich zur Bekämpfung unkrautbedingter Probleme auch als ein Instrument des Ackerbaus zur Einsparung von Bodenbearbeitungsgängen dient, wie es auf der Basis der bisherigen Erkenntnisse zu vermuten war.

In einer deutschlandweit angelegten Befragung wurden daher >2000 Landwirte nach ihren Anwendungsmustern von Glyphosat sowie nach betrieblichen und ackerbaulichen Rahmenbedingungen gefragt. In ersten Auswertungsschritten wurden regionalisierte Strukturmodelle für die Glyphosatanwendung (SCHULTE et al., in prep.) sowie deskriptive Daten und betriebliche Cluster identifiziert (WIESE et al., 2016). Dabei zeigte sich, dass die Intensität der Glyphosatanwendungen in den Betrieben ungleich verteilt ist und von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst wird. Weiterführende Untersuchungen sollten daher herausfinden, was diese Anwendergruppen im Hinblick auf ackerbauliche und herbologische Kriterien unterscheidet. Die Ergebnisse sollen helfen, Beratungsbedarf aufzuzeigen sowie Strategien für eine gezielte und sparsame Anwendung von Glyphosat zu entwickeln.

Material und Methoden

Grundlage für die Auswertungen war die bereits von WIESE et al. (2016) im Detail vorgestellte Befragung. Im Winter 2014/2015 wurden deutschlandweit mit Hilfe internetbasierter wie auch per Post versandter Fragebögen Angaben von 2026 Landwirten erhoben. Aufgrund der Besonderheiten der Datengewinnung handelt es sich zwar nicht um eine repräsentative Erhebung, wohl aber als sogenanntes Convenience Sample um eine für sozioökonomische Studien geeignete Datenquelle. Im Anschreiben der Befragung waren gezielt konventionell wirtschaftende Betriebe angesprochen worden.

Der Fragebogen umfasste 38 Konstrukte bestehend aus betrieblichen Daten, Details zur Glyphosatanwendung sowie persönlichen und fachlichen Einschätzungen. Die Antwortmöglichkeiten waren dem Charakter der Fragen gemäß als Freitext, Dateneingabe oder skalengestützter Einschätzung möglich. Angaben zu Betriebsgröße, Arbeitskräftebesatz und Anteil gepflügter Fläche wurden als metrische Zahlenwerte verarbeitet. Das Fruchtartenverhältnis wurde mittels des Shannon-Index ausgedrückt; für die als Freitext angegebenen Fruchtfolgen der Betriebe wurde ein Fruchtwechselindex entwickelt und angewandt (WIESE et al., 2016). Aus Platzgründen konnten einige Themen nur als Ja/Nein Angabe, bzw. spontane Nennung abgefragt werden (Teilnahme an Agrarumweltprogrammen, Vorkommen von Leitunkräutern), die demzufolge binär codiert wurden. Für die Quantifizierung persönlicher Einschätzungen und Einstellungen wurden fünfstufige Likertskalen verwendet, und mit Zahlenwerten quantifiziert (WEUTERS et al., 2010). Die Quantifizierung der Likertwerte erfolgte von -2 (trifft überhaupt nicht zu / ist überhaupt kein Problem), -1 (trifft nicht zu, kein Problem), 0 (indifferent / teils-teils), +1 (trifft zu / ist ein Problem), +2 (trifft vollständig zu / ist ein deutliches Problem). Anhand der Angaben wurden Kennziffern zur Ackernutzung, Fruchtfolge und der Glyphosatanwendungsintensität errechnet. Einige Items wurden nicht vollständig ausgefüllt oder waren nicht auswertbar, woraufhin sich die verfügbaren Datensätze auf 1657 bis 1726 reduzierten.

Für die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse wurden Betrieb und Betriebsleiter zu einer personalisierten Einheit „Betrieb“ zusammengefasst, wobei dieser „Betrieb“ sowohl den naturalen Rahmen (z. B. Fläche) als auch den Manager mit seinen Einschätzungen und Entscheidungen repräsentiert. Die Betriebe wurden in drei Gruppen eingeordnet: „Nicht“-Anwender (Betriebe, die angaben, im zurückliegenden Jahr kein Glyphosat eingesetzt zu haben), „Wenig“-Anwender (Betriebe mit einer Anwendungsfläche unterhalb des Medians aller Anwendungen; das entspricht einer Anwendungsfläche von < 20 % der AF im Betrieb) und „Viel“-Anwender (Betriebe mit einer Anwendungsfläche oberhalb des Medians aller Anwendungen; ≥ 20 % der AF im Betrieb).

Die Tabellenwerte zeigen die gemittelten Werte aller Antwortmöglichkeiten. Binäre Fragen wurden in die Ziffern 0 (nein, nicht zutreffend) und 1 (ja, zutreffend) übersetzt und gemittelt. Likertwerte wurden als äquidistant angesehen und ebenfalls gemittelt. Zur besseren Lesbarkeit der Tabellen wurden für einige Likert-Konstrukte im Nachgang die Zahlenwerte in ihren Vorzeichen umskaliert. Mittelwertvergleiche zwischen den Gruppen erfolgten mittels t-Test (Indexwerte), Mann-Whitney-U-Test (Likertwerte) und dem Chi-Quadrat Test (binäre Werte). Die Ziffern in den unteren Tabellenbereichen zeigen die Irrtumswahrscheinlichkeiten (p).

Ergebnisse

Betriebe, die Glyphosat gar nicht (a), in geringem Umfang (b) oder auf $\geq 20\%$ der Ackerfläche anwenden (c), unterscheiden sich hinsichtlich wesentlicher Kriterien. Die Nichtanwender sind durch kleinere, relativ arbeitsintensive Betriebe mit hohem Pfluganteil gekennzeichnet (Tab. 1). Die Fruchtarten- und Fruchtfolgediversität ist in diesen Betrieben jedoch niedriger als in den Betrieben mit höherem Glyphosateinsatz.

Tab. 1 Betriebliche Rahmenbedingungen der Anwendergruppen: Betriebsstrukturen. *: t-Test.

Tab. 1 Farm frameworks of user groups regarding operational structures. *: t-test.

Kategorie	Betriebsgröße [ha AF] n=1726	Pfluganteil [%] n=1724	Ak-Besatz [/100 ha] n=1718	Fruchtwechsel (0 ... 1,91) n=1657	Shannon-Index (0 ... 2,26) n=1726
Nichtanwender (a)	78,56	68,93	2,09	0,74	1,14
Anwender < Median (b)	214,46	60,00	1,50	0,84	1,32
Anwender \geq Median (c)	354,50	37,21	1,15	0,87	1,28
Test auf Unterschiede	*	*	*	*	*
ab	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ac	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
bc	0,000	0,000	0,000	0,141	0,024

Tab. 2 Betriebliche Rahmenbedingungen der Anwendergruppen: Kennziffern zu Agrarumweltpolitik und Boden. *: Chi-Quadrat-Test; **: Mann-Whitney-U-Test.

Tab. 2 Farm frameworks regarding agri-environment schemes and soil issues. *: Chi-squared test; **: Mann-Whitney-U test.

Kategorie	Teilnahme Agrarumweltprogramme (0 ... 1) n=1726	Bodenzustand ist besser geworden (-2 ... +2) n=1725	Vorkommen bodenbürtiger Krankheiten (-2 ... +2) n=1724
Nichtanwender (a)	0,37	0,72	-1,35
Anwender < Median (b)	0,47	0,78	-1,22
Anwender \geq Median (c)	0,49	0,88	-1,05
Test auf Unterschiede	*	**	**
ab	0,004	0,227	0,030
ac	0,000	0,000	0,000
bc	0,561	0,015	0,000

Die Anwender von Glyphosat nehmen in größerer Anzahl an Agrarumweltprogrammen teil als die Nichtanwender (Tab. 2). Betriebe mit überproportionalem Glyphosateinsatz schätzen ihren Bodenzustand als verbessert gegenüber früheren Jahren ein, beobachten aber in höherem Maße bodenbürtige Krankheiten.

Weniganwender sehen bei Vorhandensein einer besseren Technik zur Wurzelunkrautbekämpfung eher Einsparpotenzial von Glyphosat als Vielanwender (Tab. 3). Weiterhin werden perennierende Unkräuter von einem größeren Anteil der Nichtanwender als „Leitunkraut“ genannt als von den Anwendern. Das Vorkommen von Acker-Fuchsschwanz als Leitunkraut differiert nicht zwischen

den Anwendergruppen. Nichtanwender und Vielanwender unterscheiden sich aber hinsichtlich der eingeschätzten Bedeutung des Gemeinen Windhalms. Das Vorkommen von Spätverunkrautung und die Vermutung einer nachlassenden Wirkung bei den in den Betrieben eingesetzten Herbiziden trifft bei den Nichtanwendern deutlich weniger zu als bei den Anwendern.

Tab. 3 Herbologische Einschätzungen: Nachlassende Wirkung bei Herbiziden (generell), Vorkommen von Spätverunkrautung und Leitunkräutern sowie Einsparpotenzial von Glyphosat zur Wurzelunkrautbekämpfung. *: Chi-Quadrat-Test; **: Mann-Whitney-U-Test.

Tab. 3 Evaluations regarding herbological topics: Herbicide efficacy loss (general), occurrence of late weed infestation and dominant weeds as well as potential savings on glyphosate for root spreading weeds.

*: Chi-squared test; **: Mann-Whitney U test.

Kategorie	Nachlassende Wirkung	Spätverunkrautung	Leitunkraut Windhalm	Leitunkraut Ackerfuchschwanz	Leitunkraut Perennierend	Glyphosat und Wurzelunkrautbekämpfung ¹
	(-2 ... +2) n=1716	(-2 ... +2) n=1725	(0 ... 1) n=1711	(0 ... 1) n=1711	(0 ... 1) n=1711	(-2 ... +2) n=1716
Nichtanwender (a)	-0,87	-0,68	0,12	0,27	0,15	-0,14
Anwender < Median (b)	-0,64	-0,46	0,14	0,31	0,09	0,2
Anwender ≥ Median (c)	-0,36	-0,27	0,18	0,33	0,1	-0,09
Test auf Unterschiede	**	**	*	*	*	**
ab	0,000	0,000	0,539	0,223	0,010	0,000
ac	0,000	0,000	0,013	0,051	0,005	0,447
bc	0,000	0,000	0,053	0,516	0,829	0,000

¹„Wenn es eine bessere Technik zur Wurzelunkrautbekämpfung gäbe, könnte ich weniger Glyphosat einsetzen“

Tabelle 4 fasst Einstellungen der Betriebe zu vorformulierten Statements zusammen. Zustimmung ist durch positive, Ablehnung durch negative Zahlenwerte erkennbar. Die Anwendergruppen unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer Einstellungen. Die Nichtanwender befürworten tendenziell glyphosatkritische Positionen, während die Anwender diese eher ablehnen. Auch sehen Nichtanwender eher Einsparpotenzial als die Anwender. Die deutlichsten Unterschiede zwischen den Anwendergruppen zeigen sich bei der Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Nichtanwender sehen die Wirtschaftlichkeit ihres Betriebs weniger in Gefahr, wenn ohne Glyphosat gewirtschaftet werden müsste. Vielanwender sind hier deutlich gegenteiliger Meinung.

Diskussion

Glyphosat wird von Landwirtschaftsbetrieben sehr unterschiedlich wahrgenommen und eingesetzt. Die hier gewählte Unterteilung der Anwendergruppen gibt notgedrungen nur ein grobes Raster wieder. Die Auswertungen von SCHULTE et al. (in prep.) sowie WIESE et al. (2016) zeigen, dass Rahmenbedingungen und Motivation des Einsatzes von Glyphosat durchaus vielschichtig sein, bzw. motiviert sein können. Somit ist der Glyphosateinsatz im Normalfall ein Resultat verschiedener einflussnehmender Faktoren; in manchen Fällen aber vermutlich auch eine feste Rahmengröße im Betrieb. In diesem Zusammenhang ist der Hinweis wichtig, dass die Einordnung der Betriebe in die Kategorien „Viel“- oder „Wenig“-Anwender generell keine Einteilung in „gute“ und „schlechte“ Betriebe bedeutet und schon gar nicht eine Präjudizierung von Regelverstößen beinhaltet. Eine solche Wertung kann diesem Beitrag daher nicht entnommen werden.

Tab. 4 Persönliche Einstellungen zu Glyphosat, zum Einsatz von Glyphosat und zur betrieblichen Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Glyphosat; Antworten zu vorformulierten Statements (in „...“). **: Mann-Whitney-U-Test.

Tab. 4 *Personal attitudes towards glyphosate, glyphosate use and reliance of farm operations on glyphosate as expressed in pre-formulated statements (in "..."). **: Mann-Whitney U test.*

Statement	„Medienkritik am Glyphosateinsatz ist gerechtfertigt“ (-2 ... +2) n=1720	„Viele Anwendungen können ersetzt werden“ (-2 ... +2) n=1719	„Glyphosat wird zu intensiv eingesetzt“ (-2 ... +2) n=1717	„Glyphosateinsparungen werden durch mehr Bodenbearbeitung erreicht“ (-2 ... +2) n=1717	„Betrieb ist auch ohne Glyphosat wirtschaftlich“ (-2 ... +2) n=1725
Nichtanwender (a)	0,19	0,81	0,48	0,81	0,88
Anwender < Median (b)	-0,47	0,13	-0,05	0,38	0,12
Anwender ≥ Median (c)	-0,65	-0,27	-0,22	0,03	-0,44
Test auf Unterschiede	**	**	**	**	**
ab	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ac	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
bc	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000

Dennoch ergeben sich Hinweise darauf, dass Glyphosat in den Betrieben einen unterschiedlichen Stellenwert besitzt. Insgesamt geben 23 % aller Betriebe der Stichprobe an, im Jahr 2014 ohne Glyphosat in den Anwendungen Stoppelanwendung, Vorsaatanwendung und Vorernteanwendung ausgekommen zu sein. Die Art der Fragestellung erlaubt lediglich, die „Nichtanwendung“ in diesem Sinne zu verstehen. Es ist also durchaus möglich, dass diese Betriebe in anderen Jahren bzw. unter anderen hier nicht abgefragten Bedingungen Glyphosat einsetzen. Auf der Basis einer Filterfrage unter allen 2026 Studienteilnehmern hatten lediglich 15 % der Landwirte den Glyphosateinsatz komplett verneint (SCHULTE et al., in prep.). In jedem Fall ist davon auszugehen, dass die Wirtschaftsweise der Nichtanwender ein Verzicht auf Glyphosat ermöglicht. Diese Betriebsgruppe ist gekennzeichnet durch eine unterdurchschnittliche Betriebsgröße bei überproportionalem Arbeitskräftebesatz und Einsatz des Pfluges. Offenbar investieren die Nichtanwender Arbeitszeit bevorzugt in Bodenbearbeitung. Andere ebenfalls arbeitsintensive Kenngrößen wie die Fruchtfolgediversität oder die Teilnahme an Agrarumweltprogrammen zeigen bei den Nichtanwendern eher unterdurchschnittliche Werte. Bei der Auswertung von Strukturmodellen zum Glyphosateinsatz auf regionaler Ebene (SCHULTE et al., in prep.) ist vor allem die Arbeitsrationalisierung als signifikante Einflussgröße bei der Glyphosatanwendung identifiziert worden, während die Betriebsgröße nicht so deutlich hervortrat.

Der überwiegende Teil der ausgewerteten Fragen bzw. Statements zielte auf persönliche Einschätzungen. Dies gilt in jedem Fall für die persönlichen Einstellungen, aber auch für Größen, die zwar im Prinzip messbar sind, aber vermutlich nicht jedem Betrieb vorliegen dürften. Hierunter fällt die Bodenqualität. Die Glyphosat-Vielanwender behaupten deutlicher als die anderen Gruppen, dass sich in den vergangenen Jahren eine Verbesserung der Bodenqualität eingestellt habe. Dies ist möglicherweise auf deren hohe Quote bei der nicht-wendenden Bodenbearbeitung zurückzuführen. Aus anderen Befragungen ist allerdings bekannt, dass Landwirte generell zu einer positiven Einschätzung ihrer Böden neigen (BIJTTEBIER et al., 2014).

Auch die Bemerkungen zu den Unkrautthemen sind lediglich als Einschätzungen und nicht zahlenbasiert abgefragt worden. Die Befunde sind vergleichsweise vage und lassen nur wenig Differenzierung zwischen den Anwendermustern zu, was allerdings auch ein aufschlussreiches Ergebnis ist. Das Vorkommen perennierender Unkrautarten – der klassischen Indikationen für den Einsatz nicht-selektiver Herbizide – spielt bei den Nichtanwendern eine größere Rolle als bei den Vielanwendern. Auffällig ist, dass aus den Reihen der Vielanwender die überproportional deutliche

Vermutung einer nachlassenden Wirkung bei Herbiziden geäußert wurde. Zahlreiche Betriebe, die Glyphosat zum Resistenzmanagement einsetzen (WIESE et al., 2016), fallen in diese Anwendergruppe. Hier muss Glyphosat dabei helfen, andere Defizite im Unkrautmanagement auszugleichen.

Die deutlichsten Unterschiede zwischen den Anwendergruppen finden sich bei den Ansichten zur Debatte über Glyphosat und zur Rolle von Glyphosat im Ackerbau. Landwirte sind offenbar sehr unterschiedlicher Meinung hinsichtlich der Kritik an Glyphosat sowie der Frage, ob der Glyphosateinsatz in der aktuellen Menge gerechtfertigt ist. Die Unverzichtbarkeit von Glyphosat zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit der Betriebe wird geradezu diametral unterschiedlich gesehen, zumal die Nichtanwender leichten Herzens auf etwas verzichten können, das sie kaum anwenden. Die Ansicht der Vielanwender, die Glyphosat als wirtschaftlich sehr bedeutsam einschätzen, lässt sich weiterhin mit den Rationalisierungsbestrebungen in Einklang bringen, da sie offenbar befürchten im Falle eines Verbotes von Glyphosat wieder mehr Kapital und Arbeitszeit in Feldarbeiten investieren zu müssen.

Der Glyphosatabsatz in Deutschland wird von den Vielanwendern dominiert, da sie die größeren Behandlungsflächenanteile auf größeren Betrieben realisieren. Beratungs- und Managementkonzepte müssen somit vor allem auf diese Nutzer abgestimmt werden.

Danksagung

Das Vorhaben wurde gefördert vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen der Innovationsförderung (Projektträger BLE). Für die Unterstützung der Umfrage danken wir den beteiligten Fachzeitschriften, den Pflanzenschutzdiensten der Länder, den Betriebsberatungen sowie dem Bauernverband.

Literatur

- BUTTEBIER, J., G. RUYSCHAERT, R. HJBBEEK, B., RUK, M. WERNER, I.RASCHKE, H.H. STEINMANN, K. ZYLOWSKA, A. PRONK, N. SCHLATTER, G. GUZMAN, A. SYP, L. BECHINI, N. TURPIN, N. GUIFFANT, E. PERRET, N. MAUHE, C. TOQUE, L. ZAVATTARO, C. COSTMAGNA, C. GRIGNANI, T. LEHNINEN, A. BAUMGARTEN, H. SPIEGEL, A. PORTERO, T. VAN WALLEGHEM, A. PEDRERA, A. LAGUNA, K. VANDERLINDEN und V. GIRALDEZ, 2014: Farmers review of Best Management Practices: drivers and barriers as seen by adopters and non-adopters. EU Project Catch-C, Deliverable D4.422, <http://www.catch-c.eu/index.php/downloads>. Abgerufen: 6.10.2015.
- BVL – BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, VERSCH. JAHRGÄNGE: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland.
- DICKEDUISBERG, M., H.H. STEINMANN und L. THEUVSEN, 2012: Erhebungen zum Einsatz von Glyphosat im deutschen Ackerbau. Julius-Kühn-Archiv **434**, 459-462.
- SCHULTE, M., A. WIESE, H.H. STEINMANN und L. THEUVSEN, 2016: Determinants of use of the herbicide glyphosate: Evidence from German farmers. In prep.
- STEINMANN, H.H., M. DICKEDUISBERG und L. THEUVSEN, 2012: Uses and benefits of glyphosate in German arable farming. Crop Protection **42**, 162-169.
- WEUTERS, B., E. CABOOTER und N. SCHILLEWAERT, 2010: The effect of rating scale format on response styles: The number of response categories and response category labels. International Journal of Research in Marketing **27**, 236-247.
- WIESE, A., M. SCHULTE, L. THEUVSEN und H.H. STEINMANN, 2016: Anwendungen von Glyphosat im deutschen Ackerbau – Betriebliche Aspekte. Julius-Kühn-Archiv **452**, 255-262.