

26th German Conference on weed Biology and Weed Control, March 11-13, 2014, Braunschweig, Germany

Chemische Unkrautregulierung beim Anbau von Sojabohnen (*Glycine max*, L.)

Chemical weed control in soybean (*Glycine max*, L.)

Klaus Gehring^{1*}, Thomas Festner¹, Roland Gerhards², Kerstin Hüsgen³ und Stefan Thyssen¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, 85354 Freising

² Universität Hohenheim, Institut für Phytomedizin, Otto-Sander-Straße 5, 70599 Stuttgart

³ Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Neßlerstraße 23-31, 76227

Karlsruhe

* Korrespondierender Autor, klaus.gehring@lfl.bayern.de



DOI 10.5073/jka.2014.443.088

Zusammenfassung

Zur Entwicklung und Überprüfung geeigneter Verfahren der chemischen Unkrautkontrolle in Sojabohnen wurde von 2010 bis 2013 vom Pflanzenschutzdienst in Bayern und Baden-Württemberg ein Feldversuchsprogramm an 28 Standorten durchgeführt. Durch den Herbizideinsatz wurde eine durchschnittliche Ertragsabsicherung von +4 dt*ha⁻¹ bzw. rel. 118 % im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle erzielt. Die Kulturverträglichkeit der verschiedenen Herbizidbehandlungen war weitgehend unproblematisch, lediglich die Anwendungen mit dem Wirkstoff Pendimethalin vielen durch eine tendenziell ungünstigere Verträglichkeit auf. Bei den am häufigsten auftretenden Unkrautarten erwiesen sich Klettenlabkraut (*Galium aparine*) und Winden-Knöterich (*Polygonum convolvulus*) als schwer bekämpfbar. Gegen die ebenfalls durch die verschiedenen Herbizidbehandlungen nicht ausreichend kontrollierbare Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*) wurden in den Versuchen keine Graminizide zur Wirkungsunterstützung eingesetzt. Die untersuchten Herbizidbehandlungen erzielten eine Bekämpfungsleistung im Bereich von 84-97 % Gesamtwirkung. Gegenüber Gänsefuß (*Chenopodium album*), der am häufigsten aufgetretenen Unkrautart, wurden je nach Behandlungsvariante Bekämpfungsleistungen im Bereich von 83-99 % erreicht. Für die Optimierung der chemischen Unkrautkontrolle im Sojabohnenanbau ist ein Abgleich hinsichtlich des standortspezifischen Unkrautspektrums, des Wirkungsspektrums der anwendungsfähigen Herbizide und den spezifischen Anwendungsbedingungen (z. B. Witterung, Bodenverhältnisse, Anbauverfahren, ...etc.) unverzichtbar. Die ökonomische Effizienz der chemischen Unkrautregulierung konnte mit den Versuchsergebnissen bestätigt werden. Außerdem wurde im Rahmen des Lückenindikationsverfahrens für drei weitere Herbizide die Anwendung in Sojabohnen über das Genehmigungsverfahren nach Art. 51 der EU-Zulassungsverordnung ermöglicht.

Stichwörter: Ertrag, Feldversuche, Herbizide, Kulturverträglichkeit, Lückenindikation, Unkrautregulierung, Unkrautbekämpfung, Wirkung

Abstract

The plant protection service of Bavaria and Baden-Württemberg conducted from 2010 – 2013 a field trial program on different locations for the development and evaluation of chemical weed control methods in soybean. In this trials the use of herbicides enabled a yield of +4 dt*ha⁻¹ respectively 118 % in comparison to untreated control. The selectivity of herbicide applications was uncomplicated except for treatments with inclusion of Pendimethalin. Cleavers (*Galium aparine*) and black bindweed (*Polygonum convolvulus*) were harder to control than other common weeds. Cockspur grass (*Echinochloa crus-galli*) was also insufficiently controlled, but there was no additional use of specific grass weed herbicides in the application programs. The total weed control efficacy for all treatments was proved in a range of 84-97 %. Fat-hen (*Chenopodium album*) as the most important weed in soybean could be controlled by specific herbicide treatments in a range of 83-99 %. For integrated weed management it is necessary to consider the site specific weed spectrum, herbicide specific efficacy and the amount in respect to the local soil and weather conditions. As a result of the trials it was possible to authorize the minor use of three further herbicides in soybeans. In consequence there is a comfortable variety of different herbicides in soybean available.

Keywords: Efficacy, field trials, herbicide, yield, minor use program, selectivity

Einleitung

Sojabohnen (*Glycine max*), häufig auch einfach als Soja bezeichnet, zählen zu den weltweit wichtigsten Ölsaaten und dienen für eine vielfältige Verwertung als Futter- und Lebensmittel. Aufgrund der spezifischen Proteinqualität gilt Soja in bestimmten Bereichen der Tierhaltung als

unverzichtbarer Futterbestandteil. Soja hat in Deutschland bisher nur den Status einer Nischenkultur. Seit 2009 nimmt die Anbaufläche allerdings zu und erreichte in 2013 einen Anbauumfang von ca. 5500 ha in klimatisch günstigen Regionen Süddeutschlands. Verschiedene wirtschaftliche und politische Aktivitäten, wie z. B. die Initiative „Donau-Soja“, haben diese Entwicklung gefördert. Soja besitzt während der zögerlichen Jugendentwicklung nur eine geringe Konkurrenzleistung gegenüber Unkräutern. Eine erfolgreiche Unkrautbekämpfung während dieser kritischen Periode (VAN ACKER *et al.*, 1993) ist daher für die Etablierung der Kultur und die Absicherung des Ertragspotenzials unverzichtbar. Neben den Möglichkeiten einer mechanischen Unkrautregulierung (GUNSOLUS, 1990) hat im konventionellen Anbau der Einsatz von geeigneten Herbiziden aus arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Aspekten eine hohe Bedeutung. Aufgrund verschiedener Herbizid-Resistenz-Technologien (REDDY *et al.*, 2000) hat der Einsatz von konventionell selektiven Herbiziden in den Soja-Hauptanbaugebieten nur noch eine untergeordnete Bedeutung im Zusammenhang mit der Kontrolle von herbizidresistenten Unkrautarten (ZOLLINGER *et al.*, 2013). Untersuchungen und Arbeiten zur integrierten Unkrautkontrolle (KAPUSTA, 1979; STECKEL *et al.*, 1990; BUHLER *et al.*, 1992) wurden mit der Einführung von herbizidresistenten Soja-Sorten im Wesentlichen nicht mehr weitergeführt. Aufgrund rechtlicher und gesellschaftspolitischer Gegebenheiten können im europäischen Sojaanbau keine Herbizidresistenztechniken verwendet werden, die auf eine gentechnische Veränderung der Kultursorten beruhen. Für die Entwicklung des Sojaanbaus in Deutschland sind daher an die spezifischen Anbaubedingungen angepasste, konventionelle Verfahren der chemischen Unkrautkontrolle notwendig. Aus diesem Grund hat im Jahr 2010 der Pflanzenschutzdienst in Bayern und Baden-Württemberg ein gemeinsames Entwicklungsprogramm zum Herbizideinsatz in Sojabohnen gestartet. Durch ein mehrjähriges Feldversuchsprogramm sollen effiziente und umweltschonende Verfahren der chemischen Unkrautbekämpfung entwickelt werden. Außerdem sollte über das Lückenindikationsverfahren die verfügbare Palette an zugelassenen Herbiziden erweitert werden.

Material und Methoden

Im Zeitraum von 2010 bis 2013 wurden in Bayern und Baden-Württemberg 28 Feldversuche an unterschiedlichen Standorten, das heißt in Streulage, zur Überprüfung der Wirksamkeit und der Kulturverträglichkeit von Herbizidbehandlungen im Sojabohnenanbau durchgeführt. Die Versuche erfolgten als randomisierte Exaktversuche in vierfacher Wiederholung gemäß der EPPO-Richtlinie PP 1/76(2) „Unkräuter in Futterleguminosen“ (BÖTGER *et al.*, 1999). Hierbei wurden die Versuche in Feldbeständen unter ortsüblichen Anbaubedingungen in den Sorten ALIGATOR, CORDOBA, MERLIN bzw. SULTANA angelegt. Die Herbizidbehandlungen wurden mit getragenen oder geschobenen bzw. handgeführten selbstfahrenden Pressluft-Parzellenspritzen (Arbeitsdruck 2-3 bar, Wasseraufwand 200 – 400 l*ha⁻¹) ausgebracht, die im Regelfall mit abdriftmindernden Luftinjektordüsen (z. B. Airmix 11003) ausgestattet waren.

Für die Planung, Dokumentation und Auswertung der Feldversuche wurde die Software-Anwendung PIAF benutzt (ZINK und SCHLÜTER, 1999). Soweit Ertragserhebungen vorgenommen wurden, erfolgte eine statistische Datenanalyse mit Hilfe der in PIAF integrierten parametrisierten SAS-Routinen. Aufgrund der fehlenden Orthogonalität der Versuchsserie erfolgte eine varianzanalytische Bewertung der Behandlungsvarianten allerdings nur auf der Ebene der jeweiligen Einzelversuche. Die erhobenen Boniturergebnisse zur Unkrautwirkung und Kulturverträglichkeit wurden auf der Basis der Standortmittelwerte verglichen. Für die Mittelwertvergleiche wurden die Parameter arithmetischer Mittelwert, Median und die Streuung der Standortmittelwerte in Form der Standardabweichung und Box-Plot-Charakteristik (TUKEY, 1977) herangezogen. Eine varianzanalytische Bewertung der Boniturergebnisse wurde nicht vorgenommen.

Tab. 1 In den Feldversuchen eingesetzte und bewertete Herbizide.

Tab. 1 *Herbicides used and evaluated in field trials.*

Handelsname	Wirkstoff, -Konzentration (g a.i. *l ⁻¹ bzw. kg ⁻¹), Formulierung	Anwendung	Status
ARTIST	Flufenacet, 240 + Metribuzin, 175, WG	VA	G
BASAGRAN	Bentazon, 480, SL	NA	G
CENTIUM 36 CS	Clomazone, 360, CS	VA	G
HARMONY SX	Thifensulfuron, 481, WG	NA	G
SENCOR WG	Metribuzin, 700, WG	VA	G
SPECTRUM	Dimethenamid-P, 720, EC	VA	G
STOMP AQUA	Pendimethalin, 455, CS	VA	G

Legende: CS = Kapselsuspension, EC = Emulsionskonzentrat, SL = wasserlösliches Konzentrat, WG = wasserlösliches Granulat

VA = vor dem Auflaufen (pre-emergence), NA = nach dem Auflaufen (post-emergence)

G = nach § 18 PflSchG bzw. Art. 51 EU-Zulassungsverordnung in Sojabohnen genehmigt (authorized)

Tab. 2 Mehrjährig überprüfte Herbizidbehandlungen.

Tab. 2 *Long-term reviewed Herbicide programs.*

Nr.	Behandlungsvariante	Aufwandmenge (l bzw. kg*ha ⁻¹)	Anwendung
1	ARTIST + CENTIUM 36 CS	2,0 + 0,2	VA
2	ARTIST + CENTIUM 36 CS / HARMONY SX + TREND	2,0 + 0,2 / 0,0075 + 0,3	VA / NA
3	SENCOR WG / BASAGRAN + HARMONY SX + TREND	0,4 / 0,75-1,0 + 0,0075 + 0,3	VA / NA
4	SPECTRUM + SENCOR WG / BASAGRAN + HARMONY SX+ TREND	1,0 + 0,3 / 0,75 + 0,0075 + 0,3	VA / NA
5	SPECTRUM + SENCOR WG + CENTIUM 36 CS	0,8 + 0,2-0,3 + 0,2-0,25	VA
6	STOMP AQUA / BASAGRAN + HARMONY SX+ TREND	1,5-2,0 / 1,0 + 0,0075 + 0,3	VA / NA
7	STOMP AQUA + SPECTRUM / BASAGRAN + MERO	1,5-2,0 + 0,75-1,0 / 1,0 + 1,0	VA / NA

Legende: VA = vor dem Auflaufen (pre-emergence), NA = nach dem Auflaufen der Kultur (post-emergence)

Ergebnisse

Die an den Versuchsstandorten aufgetretenen Leitunkräuter entsprechen dem für Sommerkulturen in Süddeutschland typischen Unkrautspektrum. Die Zusammensetzung der am häufigsten aufgetretenen Unkrautarten (Tab. 3) korreliert für die in Deutschland vorhandenen Arten relativ konsistent mit dem in europäischen Sojaanbaugebieten erhobenen Unkrautspektrum (SCHRÖDER *et al.*, 1993). Die Unkrautdichte zwischen den einzelnen Standorten variierte teilweise stark. Im Mittel über 18 beerntete Versuche konnte das durchschnittliche Ertragsniveau der unbehandelten Kontrollvariante von 29 dt*ha⁻¹ um +4 dt*ha⁻¹ im Schnitt aller Behandlungsvarianten abgesichert werden. Im Median über 182 Herbizidbehandlungen erzielte die chemische Unkrautkontrolle eine relative Ertragsabsicherung von 118 % (entspricht +18 % Ertrag gegenüber der unbehandelten Kontrolle). Die relativ hohe Streuung der Ertragsergebnisse zeigt allerdings auch den hohen Einfluss der Faktorkombination zwischen der jeweiligen Unkrautkonkurrenz, der Bekämpfungsleistung und der Kulturverträglichkeit unter den unterschiedlichen Anwendungsbedingungen. Ein Vergleich zwischen den unterschiedlichen Anwendungsvarianten bzw. Applikationsterminen und der Applikationshäufigkeit ergab keine wesentlichen Unterschiede in der Ertragsabsicherung.

Tab. 3 In den Feldversuchen aufgetretenes Unkrautspektrum.

Tab. 3 Weed spectrum in field trials.

Code	Bezeichnung	Name	Stetigkeit (%)
CHESS	<i>Chenopodium</i> spp.	Gänsefuß-Arten	28
ECHCG	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Hühnerhirse	12
MATSS	<i>Matricaria</i> spp.	Kamille-Arten	8
GALAP	<i>Galium aparine</i>	Klettenlabkraut	6
AMARE	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Rauhhaariger Fuchsschwanz	6
POLCO	<i>Polygonum convolvulus</i>	Winden-Knöterich	5
LAMSS	<i>Lamium</i> spp.	Taubnessel-Arten	4
STEME	<i>Stellaria media</i>	Vogelmiere	4
BRSNN	<i>Brassica napus</i>	Ausfallraps	4
GASPA	<i>Galinsoga parviflora</i>	Kleinblütiges Franzosenkraut	3
SOLNI	<i>Solanum nigrum</i>	Schwarzer Nachtschatten	3
CAPBP	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Hirtentäschelkraut	3
POLAV	<i>Polygonum aviculare</i>	Vogel-Knöterich	3
-	-	Sonstige	9

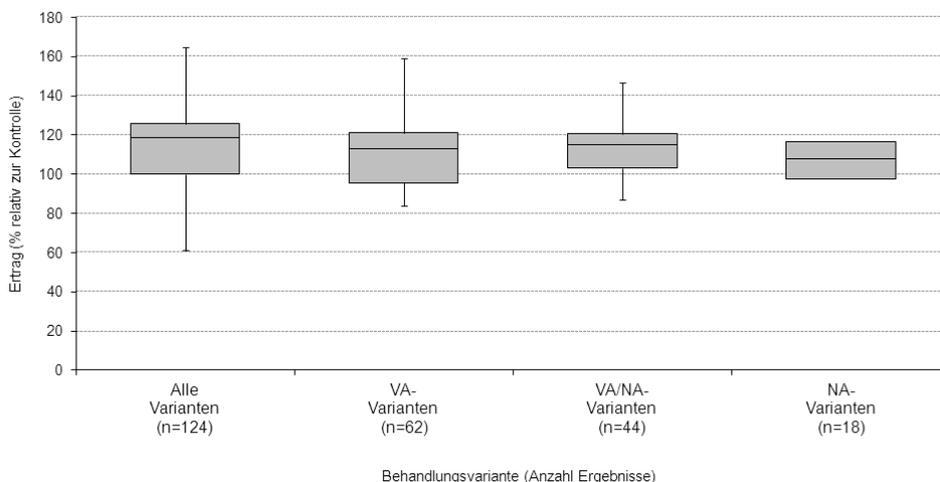


Abb. 1 Ertragsleistung (% zur unbehandelten Kontrolle) unterschiedlicher Herbizidanwendungsverfahren; Box-Plot Verteilung, 18 Feldversuche in Sojabohnen, Bayern und Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Fig. 1 Yield (% in comparison to untreated) of different herbicide treatment methods; box-plot distribution, 18 field trials in soybean, Bavaria and Baden-Württemberg 2010 – 2013.

An 25 Standorten wurden temporäre Effekte unterschiedlicher Kulturunverträglichkeiten in Folge der Herbizidbehandlungen festgestellt. Die Bonituren der unterschiedlichen Phytotox-Merkmale (Chlorosen, Nekrosen, Wuchshemmung, Stauchung, Deformationen, etc.) lagen in der Größenordnung von weniger als 10 %. Demgegenüber wurden bei Behandlungsvarianten, die das Präparat STOMP AQUA (Pendimethalin) beinhalteten, tendenziell höhere Phytotox-Symptome festgestellt. Der für die Kulturverträglichkeit belastende Effekt von Pendimethalin-haltigen Behandlungen zeigte sich noch deutlicher an dem an 12 Standorten aufgetretenen und

bonitierten Schädmerkmal der Ausdünnung bzw. des Pflanzenverlustes. Im Median waren die Pflanzenverluste durch Ausdünnung in Varianten ohne STOMP AQUA bzw. Pendimethalin (3 %) gegenüber Pendimethalin-haltigen Anwendungen (9 %) um den Faktor 3 erhöht.

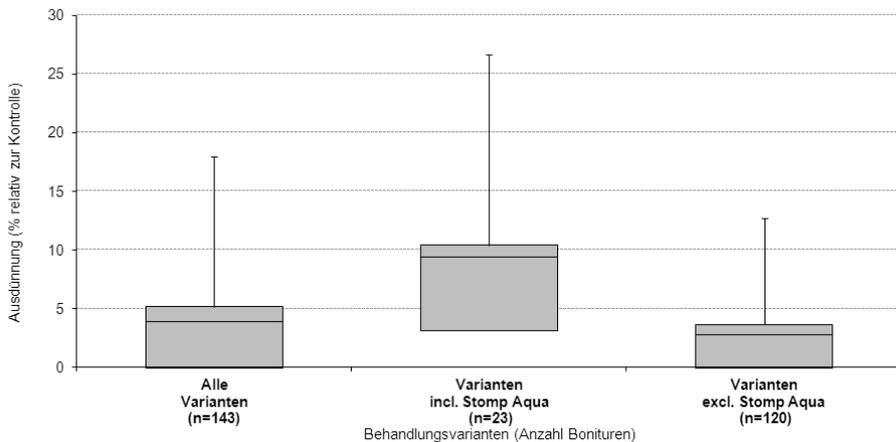


Abb. 2 Kulturunverträglichkeit (% Ausdünnung) in Abhängigkeit von der Herbizidausstattung; Box-Plot Verteilung, 25 Feldversuche in Sojabohnen, Bayern und Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Fig. 2 Selectivity (% thinning) according to the herbicide configuration; box-plot distribution, 25 field trials in soybean, Bavaria and Baden-Württemberg 2010 – 2013.

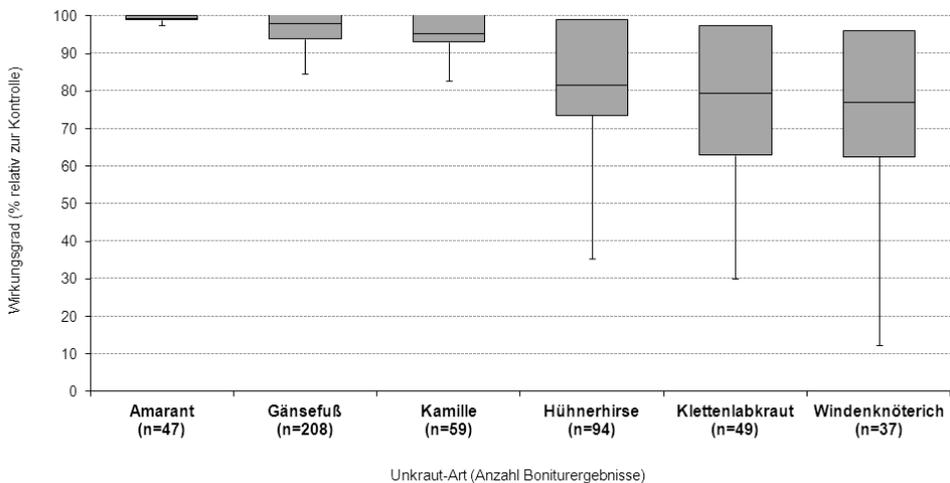


Abb. 3 Herbizidleistung (% Wirkungsgrad) gegenüber den häufigsten Unkrautarten in Sojabohnen; Box-Plot Verteilung, 28 Feldversuche, Bayern und Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Fig. 3 Herbicide performance (% efficacy) for the control of most common weeds in soybean; box-plot distribution, 28 field trials, Bavaria and Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Die über alle Behandlungsvarianten festgestellten Bekämpfungsleistungen gegenüber den sechs häufigsten Leitunkrautarten variierten je nach Unkrautart deutlicher (Abb. 3). Nach diesen Ergebnissen kann Amaranth (*Amaranthus retroflexus*) als sehr gut mit den im Versuchsprogramm eingesetzten Herbizidkombinationen bekämpfbar eingestuft werden. Gänsefuß-Arten (*Chenopodium* spp.) und Kamille-Arten (*Matricaria* spp.) wurden ausreichend sicher durch die

verschiedenen Herbizidbehandlungen kontrolliert, während sich Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*), Klettenlabkraut (*Galium aparine*) und Windenknöterich (*Polygonum convolvulus*) als schwer bekämpfbar zeigten. Hinsichtlich der Bekämpfungsfähigkeit der Hühnerhirse muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die verschiedenen Behandlungsvarianten nicht durch verfügbare, selektive Graminizide ergänzt wurden. Die Bekämpfungsleistungen gegen Hühnerhirse stützen sich vielmehr ausschließlich auf die Gräserwirkung der jeweils eingesetzten Breitband- bzw. Bodenherbizide.

Hinsichtlich der behandlungsspezifischen Unkrautwirkung konnten über alle Versuche und Behandlungsvarianten ein mittlerer Wirkungsgrad von 87 % gegenüber der jeweiligen, standortspezifischen Leitverunkrautung erreicht werden. Sieben verschiedene Behandlungsvarianten (Tab. 2), die an mindestens sieben Versuchsstandorten und drei Versuchsjahren geprüft wurden, konnten vergleichend ausgewertet werden. Die Auswertung der Gesamtwirkung (Abb. 4) zeigt einen moderat abfallenden Trend über die Mehrfach-Spritzfolgekombination [Variante 4] Spectrum + Sencor WG / Basagran + Harmony SX (97 % mittlere Gesamtwirkung) bis zur Variante [6] Stomp Aqua / Basagran + Harmony SX (84 % mittlere Gesamtwirkung). Aufgrund der nicht orthogonalen Datengrundlage wurde allerdings keine differenzierte Bewertung der Gesamtunkrautwirkung zwischen den verschiedenen Behandlungsvarianten vorgenommen.

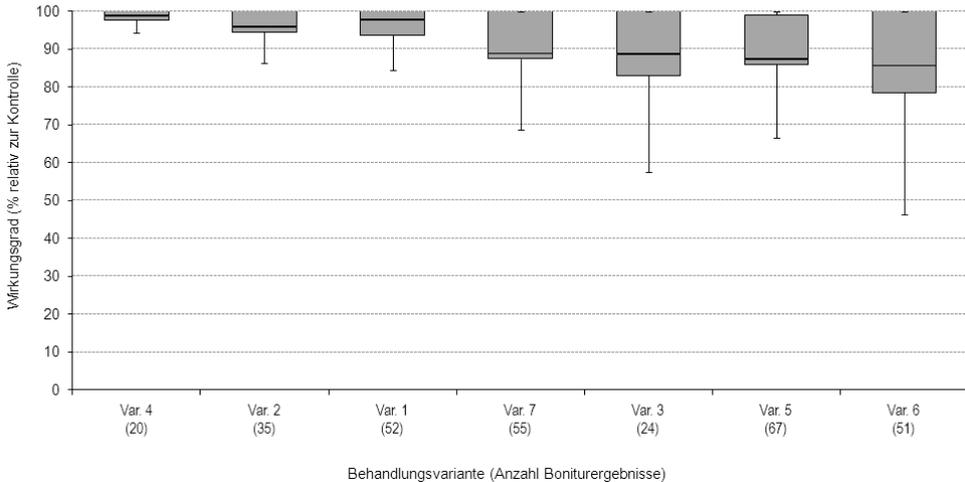


Abb. 4 Herbizidleistung (% Wirkungsgrad) gegen verschiedene Leitunkräuter je nach Präparatekombination und Anwendungsverfahren; Box-Plot Verteilung, 28 Feldversuche, Bayern und Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Fig. 4 Herbicide efficacy (%) against different weeds according to herbicide combination and treatment; box-plot distribution, 28 field trials, Bavaria and Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Eine weitere, vergleichende Auswertung wurde für die anwendungsspezifische Bekämpfungsleistung gegen Weißen-Gänsefuß (*C. album*), dem am häufigsten aufgetretenen Leitunkraut, vorgenommen. Hinsichtlich der mittleren Gänsefuß-Wirkung und der Streubreite der Einzelergebnisse sind deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Behandlungsvarianten aufgetreten. Im Mittel aller Varianten konnte eine ausreichende Gänsefuß-Wirkung von durchschnittlich 95 % erzielt werden. Bei einzelnen Behandlungsvarianten traten hohe Abweichungen zwischen den Einzelergebnissen auf (Varianten Nr. 1, 3, 5). Die hieraus resultierenden mittleren Wirkungsgrade ermöglichen nur noch eine knapp ausreichende (Nr. 1) bzw. nicht mehr befriedigende Gänsefuß-Wirkung (Nr. 3, 5). Die Streuung der Bekämpfungsleistungen deutet allerdings auch darauf hin, dass die Wirkungssicherheit von den

je-weiligen Standortbedingungen (Witterung, Besatzdichte, etc.) stark beeinflusst wird. Hinsichtlich der Absicherung der Wirkung und der absoluten Wirkungsleistung sind Effekte im Bezug auf die spezifische Wirkstoffausstattung (vergl. Nr. 3 und 6) und der Wirkstoffergänzung (vergl. Nr. 1 und 2, bzw. Nr. 3 und 4) deutlich erkennbar.

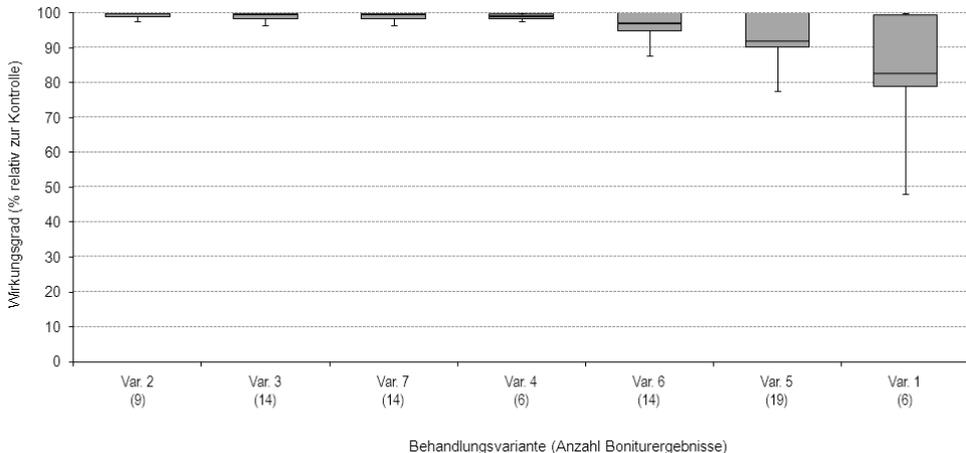


Abb. 5 Wirkung (%) gegen Gänsefuß (*C. album*) je nach Herbizidbehandlung; Box-Plot Verteilung, 28 Feldversuche, Bayern und Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Fig. 5 Efficiency (%) for the control of Fat-hen (*C. album*) according to different herbicide treatments; box-pot distribution, 28 field trials, Bavaria and Baden-Württemberg 2010 – 2013.

Diskussion

Sojabohnen sind aufgrund des Anbaus als Reihenkultur und der zögerlichen Jugendentwicklung mit einer längeren Periode bis zum Reihen- bzw. Bestandsschluss relativ empfindlich gegenüber Unkrautkonkurrenz (VAN ACKER *et al.*, 1993). In Abhängigkeit vom Unkrautspektrum und der Unkrautbesatzdichte wurde in den Feldversuchen durch unterschiedliche Herbizidbehandlungen eine Ertragsleistung von durchschnittlich + 4 dt*ha⁻¹ abgesichert.

Bei den umfangreich geprüften Herbiziden bzw. Herbizid-Kombinationen wurde kein wesentlicher Unterschied in der Gesamt-Unkrautwirkung festgestellt. Gegenüber den eingesetzten Wirkstoffen bzw. Wirkstoffkombinationen zeigten sich Klettenlabkraut und Winden-Knöterich als schwer bekämpfbar. Bei einem stärkeren Besatz mit Hühnerhirse benötigen die Breitbandbehandlungen eine Ergänzung durch ein selektives Graminizid. Hinsichtlich der Kulturverträglichkeit zeigten die Anwendungen mit dem Wirkstoff Pendimethalin eine tendenziell negative Auffälligkeit, was insbesondere auch eine nachhaltige Kulturschädigung durch Ausdünnung bzw. Pflanzenverluste betraf. Für die Anbaupraxis ist eine Optimierung des Herbizideinsatzes durch die Anpassung der Herbizidauswahl, die Präparatekombination und die Aufwandmengengestaltung entsprechend der standortspezifischen Unkrautflora, der Unkrautbesatzdichte und den Anwendungsbedingungen möglich. Dementsprechend können reine Voraufaufbehandlungen oder Kombinationen aus Vor- und Nachaufaufbehandlungen für eine ausreichende Unkrautkontrolle erforderlich werden.

Auf der Basis der durchgeführten Feldversuche konnte die Anwendung der Präparate ARTIST, CENTIUM 36 CS und SPECTRUM um den Einsatz in Sojabohnen im Rahmen des Lückenindikationsverfahrens (Art. 51 EU-Zulassungsverordnung) erweitert werden. Der Anbaupraxis steht somit eine ausreichend große Präparatepalette für eine gezielte chemische Unkrautkontrolle im Sojabohnenanbau zur Verfügung.

Literatur

- BÖTGER, H., A. BRINK, B. BROSCHEWITZ, T. EGGERS, G. HEIDLER, H. NORDMEYER, A. SCHÖNHAMMER, U. STECK, C. M. TRÖLTZSCH und P. ZWERGER, 1999: Eppo-Richtlinie PP 1/76(2) – Unkräuter in Futterleguminosen. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, 12 S.
- BUHLER, D. D., J. L. GUNSOLUS und D. F. RALSTON, 1992: Integrated weed management techniques to reduce herbicide inputs in soybean. *Agron. J.*, **84**, 973-978.
- GEHRING, K. und S. THYSSEN, 2013: Unkrautkontrolle in Sojabohnen. Online, <http://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/030191/index.php>
- GUNSOLUS, J. L., 1990: Mechanical and cultural weed control in corn and soybeans. *American Journal of Alternative Agriculture* **5(03)**, 114-119.
- KAPUSTA, G., 1979: Seedbed Tillage and Herbicide Influence on Soybean (*Glycine max*) Weed Control and Yield. *Weed Science* **27(5)**, 520-526.
- REDDY, K. N. AND K. WHITING, 2000: Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-Resistant, Sulfonyleurea-Tolerant, and Conventional Soybean (*Glycine max*) Systems. *Weed Technology* **14(1)**, 204-211.
- SCHRÖDER, D., H. MÜLLER-SCHÄRER UND C. S. A. STINSON, 1993: A European weed survey in 10 major crop systems to identify targets for biological control. *Weed Research* **33**, 449-458.
- STECKEL, L. E., M. S. DEFELICE AND B. D. SIMS, 1990: Integrating Reduced Rates of Postemergence Herbicides and Cultivation for Broadleaf Weed Control in Soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* **38(6)**, 541-545.
- TUKEY, J. W., 1977: *Exploratory data analysis*. London, Addison-Wesley, XVI, 688 p.
- VAN ACKER, R. C., C. J. SWANTON, AND S. F. WEISE, 1993: The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Weed Sci.* **41**, 194-200.
- ZINK, G., H. SCHLÜTER, 1999: PIAF – Planing, Information and Analysis System for Field Trials. In: IT Applications for the Agricultural Extension Service with regard to the Federal Structure of the Administration Organization in Germany. Referate 20. GILJahrestagung & EFITA/99, Bonn, 26-41.
- ZOLLINGER, R., *et al.*, 2013: North Dakota Weed Control Guide – Soybeans. Online, www.ag.ndsu.edu/publications, 25-31.