

## Strategien zur Unkrautregulierung in Mais in wassersensiblen Gebieten

*Strategies for weed control in maize in water sensitive areas*

**Josef Kuhlmann<sup>1\*</sup>, Lisa Köhler<sup>2</sup>, Goßswinth Warnecke-Busch<sup>2</sup>, Dirk Michael Wolber<sup>2</sup>, Tobias Jöring<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Oldenburg-Süd, Löninger Straße 68, 49661 Cloppenburg

<sup>2</sup> Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Pflanzenschutzamt, Wunstorfer Landstraße 9, 30453 Hannover  
\*Korrespondierender Autor, josef.kuhlmann@lwk-niedersachsen.de

DOI 10.5073/jka.2020.464.071



### Zusammenfassung

Dargestellt werden seit 2014 vom Pflanzenschutzdienst Niedersachsen durchgeführten Gemeinschaftsversuche zur Unkrautbekämpfung unter besonderer Berücksichtigung von Wasserschutzaspekten. Herbizid-Wirkstoffe, deren Metabolite vermehrt in Grundwasser-Gütemessnetzen in Niedersachsen gefunden wurden (Chloracetamide, v.a. S-Metolachlor) standen dabei im Mittelpunkt der Untersuchungen. Es zeigte sich, dass bezüglich S-Metolachlor gleichwertige bodenwirksame Alternativwirkstoffe zur Verfügung stehen. Gleichwohl wird die Frage diskutiert, ob durch ein gezieltes Wirkstoffmanagement (Rotation) die Austragsgefahr für die o.a. Wirkstoffgruppe minimiert werden kann. Ziel dabei ist, eine möglichst breite Wirkstoffpalette mit Bodenherbiziden im Maisanbau zu erhalten, um dadurch zum einen einer Resistenzbildung vorzubeugen und zum anderen einer `Übernutzung` verbleibender Wirkstoffe entgegen zu wirken. Letzteres könnte dann ebenfalls zu einer stärkeren Grundwassergefährdung führen. In einem ergänzenden Versuchsprojekt in 2017 konnten Erkenntnisse zur Wirksamkeit und Umsetzbarkeit mechanischer und kombinierter Verfahren der Unkrautbekämpfung gesammelt werden. Dabei zeigte sich, dass rein mechanische Maßnahmen mit einem hohen Risiko von Ertragsverlusten verbunden sind, hauptsächlich dann, wenn die Unkrautkonkurrenz in der Maisreihe nicht ausreichend ausgeschaltet werden kann. Höhere Wirkungssicherheit bei geringeren Kosten wurde durch die Kombination aus breitflächiger Vorlage eines blattaktiven Herbizids und anschließendem Hackeinsatz erzielt. Mögliche Strategien der Unkrautbekämpfung insbesondere in Wasserschutzgebieten werden diskutiert.

**Stichwörter:** Chloracetamide, mechanische Unkrautbekämpfung, Metabolite, Wasserschutz, Wirkstoffmanagement

### Abstract

Since 2014, the Crop Protection Service Niedersachsen has carried out joint experiments on weed control with special consideration of water protection aspects. The focus of the investigations was the handling of herbicidal active substances whose metabolites were increasingly found in groundwater quality measurement networks in Lower Saxony (chloroacetamides, especially S-metolachlor). It was found that s-metolachlor has equivalent soil active ingredients. Nonetheless, the question is being discussed whether a targeted active ingredient management (rotation) can reduce the risk of discharge for the active ingredient. The aim is to obtain the widest possible range of active ingredients with soil herbicides in maize cultivation, thereby preventing the formation of resistance on the one hand, and counteracting an overuse of remaining active ingredients on the other hand. The latter could then also lead to a stronger groundwater hazard. An additional experimental project in 2017 provided insights into the effectiveness and practicability of mechanical and combined weed control methods. It showed that purely mechanical measures are associated with a high risk of yield losses, especially if the weed competition in the corn line cannot be sufficiently eliminated. Greater efficacy at lower cost was achieved through the combination of broad leafy herbicide presentation and subsequent hacking. Possible strategies for weed control, especially in water conservation areas, are discussed.

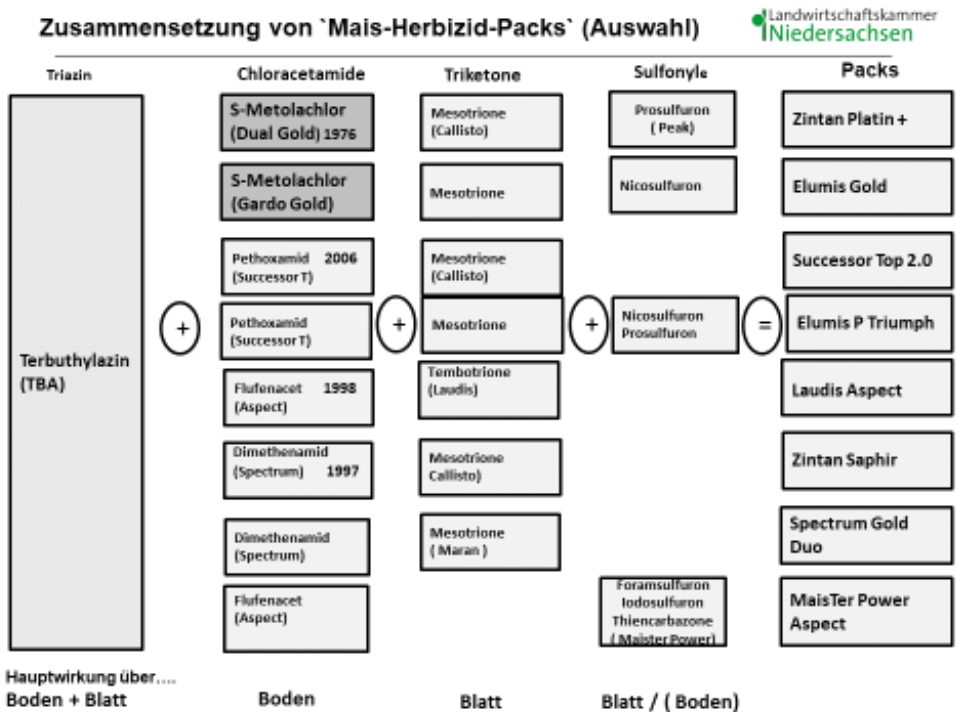
**Keywords:** Chloroacetamides, management of active ingredients, mechanical weed control, metabolites, water protection

### Einleitung

Im Maisanbau ist eine wirksame und verträgliche Unkrautregulierung gerade in der Jugendentwicklung von großer Bedeutung für die Ertragsbildung. Dabei spielen bodenwirksame Herbizide aus der Gruppe der Chloracetamide eine wichtige Rolle (KUHLMANN, 2014).

Im Gütemessnetz einiger Wasserversorgungsunternehmen bereiten Funde von Metaboliten des Wirkstoffs S-Metolachlor zunehmend Probleme. Dieser Wirkstoff ist seit 1976 in Deutschland zugelassen und seitdem bei zunehmender Maisanbaufläche mit hoher Anwendungsfrequenz und -häufigkeit eingesetzt worden. In einigen Wasserschutzgebieten, die hohe Fundhäufigkeiten – z.T. oberhalb der gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) – aufwiesen, ist der Wirkstoff durch das BVL mit der Verbotsauflage NW 301 belegt worden.

Vor dem Hintergrund dieser Befunde stellte sich schon früh die Frage nach alternativen Behandlungskonzepten. Aufgrund der hohen Maisanbaufläche von ca. 600.000 ha in Niedersachsen hat sich der dort ansässige Pflanzenschutzdienst in mehrjährigen Versuchsreihen dieser sehr relevanten Frage gewidmet. Dabei wurde nicht nur der Ersatz von S-Metolachlor sondern aller Chloracetamide und zusätzlich auch von dem Triazin Terbutylazin in den Fokus genommen. Seit einigen Jahren ergänzen mechanische und mechanisch-chemisch kombinierte Varianten der Unkrautbekämpfung das Versuchsprogramm. Die gewonnenen Erkenntnisse münden in gezielten Beratungsempfehlungen zum Wirkstoffmanagement und in Vereinbarungen landwirtschaftlicher Betriebe mit Wasserversorgern zur Reduktion bzw. zu einem kompletten Verzicht auf diesen Wirkstoff bzw. diese Wirkstoffgruppe. Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung verschiedener in Mais eingesetzter Packs. Dabei wird in jedem Fall ein Chloracetamid eingesetzt.



**Abb. 1** Zusammensetzung von Mais-Herbizid-Packs.

**Fig. 1** Compounds of herbicide packages in maize.

### Material und Methoden

In den Jahren 2014 bis 2019 wurden zu der hier dargestellten Thematik insgesamt 39 Exaktversuche auf Praxisflächen in Niedersachsen in so genannten Gemeinschaftsprogrammen angelegt. Beteiligt waren die Fachgruppen Pflanze der Bezirksstellen der Landwirtschaftskammer und das Sachgebiet Herbologie des Pflanzenschutzamtes, sowie der Fachbereich Versuchswesen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Die Versuchsanlage in vierfacher Wiederholung, die

Bonituren und die Art der Versuchsauswertung entsprachen den EPPO (EPP0, 1993) – und GLP-Standards.

## Ergebnisse

Gemeinschaftsprogramme mit verschiedenen Herbizidstrategien

In den Versuchsserien seit 2014 wurden in Niedersachsen verschiedene Strategien zur chemischen Unkrautregulierung in Mais miteinander verglichen, wobei der Ersatz von S-Metolachlor einen Schwerpunkt bildete. Auf den Praxis-Versuchsflächen dominierten typische sommerannuelle Unkrautarten: Gemeine Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*), Grüne Borstenhirse (*Setaria viridis*), Quirl-Borstenhirse (*Setaria verticiliata*), Einjährige Rispe (*Poa annua*), Fingerhirse-Arten (*Digitaria* spp.), Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*), Schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigrum*), Vogel-Sternmiere (*Stellaria media*), Windenknötcher (*Polygonum convolvulus*), Acker-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*), Kamillearten (*Matricaria* spp.) u. a..

Unter Beteiligung von bodenwirksamen Chloracetamid-Herbiziden unterschieden sich Doppelanwendungen von Einfachanwendungen im Durchschnitt der Jahre nur unwesentlich. In den Jahren mit Vorsommertrockenheit deutete sich ein Wirkungsvorteil bei Doppelanwendungen an. In den direkten Vergleichen konnten keine wesentlichen Wirksamkeitsunterschiede zwischen Varianten mit und ohne S-Metolachlor festgestellt werden, wobei sich bzgl. Hühnerhirse bei Einmalapplikationen ein leichter Wirkungsvorteil für S-Metolachlor andeutete. Mit rein blattaktiven Behandlungen ließen sich ebenfalls gute Wirkungsgrade erzielen, allerdings erwies sich hier eine Abstimmung der Wirkstoffwahl auf die am jeweiligen Standort vorhandenen Unkrautarten als besonders wichtig.

## Gemeinschaftsversuche Wasserschutz 2014 – 2019

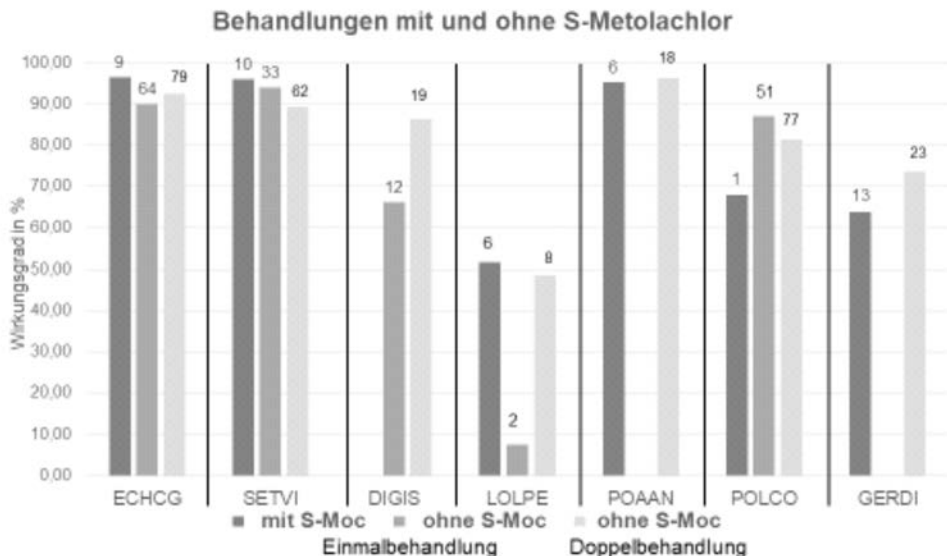


Abb. 2 Wirkung verschiedener Herbizidstrategien auf Unkrautarten.

Fig. 2 Effect of different herbicide strategies on weed species.

Projekt 2017: Vergleich mechanischer, chemischer und kombinierter Verfahren zur Unkrautregulierung in Mais

In einem begleitenden Versuchs-Projekt in 2017, finanziert von zwei Wasserversorgern, konnten weitere Ergebnisse zur biologischen Wirksamkeit, praktischen Umsetzbarkeit und ökonomischen Vorzüglichkeit zu o.a. Fragestellung gewonnen werden. Auch hier zeigte sich, dass der Ersatz von S-Metolachlor ohne signifikante Wirkungsverluste auf die vorhandene Unkrautgesellschaft möglich war und der standortspezifische Unkrautdruck über die Mittelwahl und die mechanischen Varianten entscheidet. Rein mechanische Maßnahmen zeigten sehr unterschiedliche Erfolge aufgrund unterschiedlicher Unkrautdichten auf den beiden Versuchsstandorten. Als die größte Schwierigkeit stellte sich dabei heraus, den Unkrautbesatz in der Maisreihe mit den Hackgeräten zu erfassen. Die von dort ausgehende Unkrautkonkurrenz wirkte sich auch deutlich ertraglich negativ aus. Mit ganzflächig chemischen Maßnahmen konnten die höchsten Wirkungsgrade erzielt werden. Vergleichbar gute Ergebnisse hinsichtlich Wirkungsgrad und Ertrag zeigten sich in der Kombination aus der Vorlage eines blattaktiven (Chloracetamid-freien) und nachfolgender Hackmaßnahme. Ein Striegeleinsatz kurz nach dem Auflaufen des Maises brachte bei trockenen Bodenverhältnissen eine deutliche Reduzierung des Unkrautdeckungsgrades (ganzflächig), was den Zeitpunkt von Folgemaßnahmen beeinflusst. Ökonomisch betrachtet waren die durchgeführten mechanischen Maßnahmen arbeits-, zeit- und kostenaufwändiger. Ebenfalls stand witterungsbedingt und von der Unkrautentwicklung her ein kleineres Zeitfenster zur Verfügung, bei gleichzeitig geringerer Flächenleistung.



### Herbizidempfehlungen - Wirkstoffrotation auf der Fläche

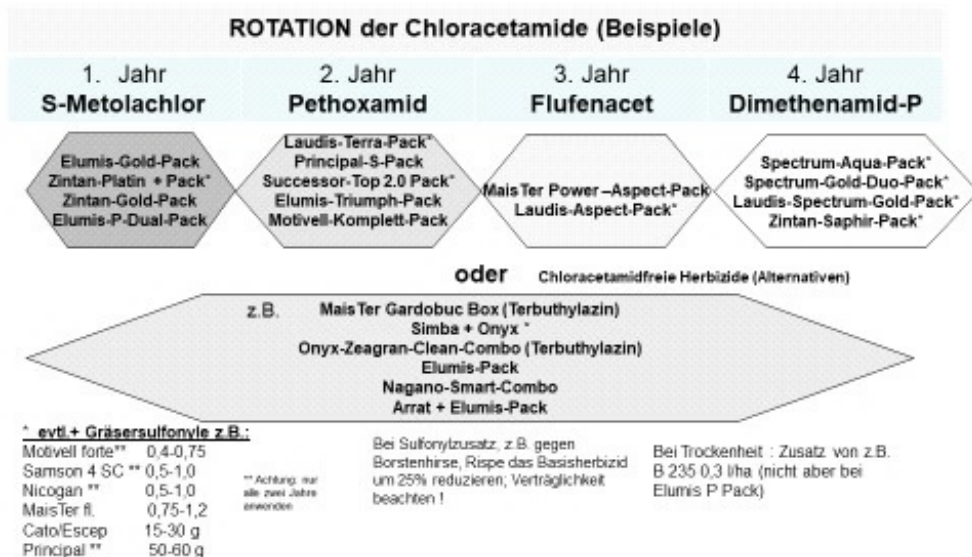
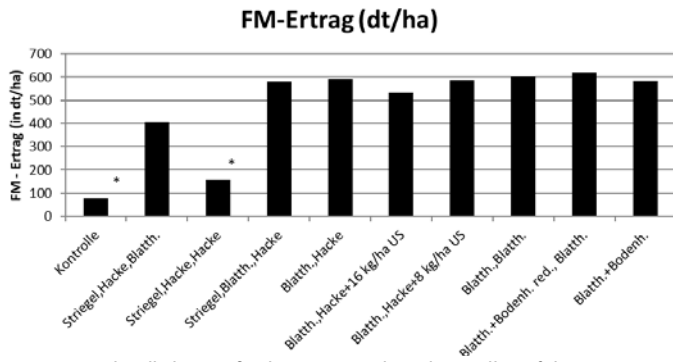


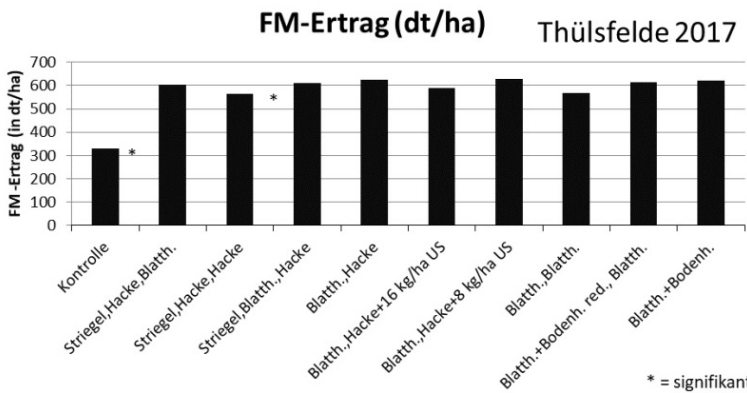
Abb. 3 Wirkstoffrotation als Lösungsansatz.

Fig. 3 Rotation of active ingredients as a method of solution.



**Abb. 4** Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen zur Unkrautkontrolle auf den Ertrag von Mais auf dem Sandstandort Ahausen-Sitter in 2017.

**Fig. 4** Influences of different measures of weed control on the yield of corn on the sandy site Ahausen-Sitter in 2017.



**Abb. 5** Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen zur Unkrautkontrolle auf den Ertrag von Mais auf dem Sandstandort Thülsfelde in 2017.

**Fig. 5** Influences of different measures of weed control on the yield of corn on the sandy site Thülsfelde in 2017.

## Diskussion

Hintergrund der hier vorgestellten Untersuchungen zur Unkrautregulierung in Mais sind zunehmende Funde von Wirkstoffen und deren Metaboliten in Grundwasserkörpern. Insbesondere bei Metaboliten werden die seitens der Zulassungsbehörden festgesetzten Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) z. T. überschritten. Dies betrifft besonders den Wirkstoff S-Metolachlor, der seit 1976 im Maisanbau in Deutschland zugelassen ist und seitdem jährlich mit großer Häufigkeit eingesetzt wurde. Die starke Zunahme des Maisanbaus im Zusammenhang mit der Förderung regenerativer Energie (EEG) hat die Anwendungsfrequenz sicher weiter erhöht. Durch die hier vorgestellte Versuchsserie kann der Schluss gezogen werden, dass gleichwertige Wirkstoffe zur Verfügung stehen und somit auf diesen `übernutzten` Wirkstoff (SCHULTE und KRENNWALLNER, 2020) ganz verzichtet werden könnte. Auch wenn dieses mit ja beantwortet werden kann, stellt sich trotzdem die Frage, ob es langfristig nicht der bessere Weg ist, mit einem gezielten Wirkstoffmanagement eine möglichst breite Wirkstoffpalette im Maisanbau zu erhalten.

Damit läuft man weniger Gefahr, Resistenzen zu fördern und den Anwendungsdruck auf die Alternativwirkstoffe so zu erhöhen, dass von dort dann eine neue Belastungssituation für das Grundwasser erzeugt wird. Eine Lösung sehen wir dabei in einer gezielten Wirkstoffrotation der Chloracetamide, die sich im Idealfall sogar über eine Fruchtfolge hinweg zieht (WOLBER, 2019). Ebenfalls könnte sich problemmindernd auswirken, wenn bewusst auf diese bodenwirksame

Wirkstoffgruppe verzichtet wird, um dann in Behandlungsfolgen mit blattaktiven Produkten einzusteigen. Dazu stünden dann vorrangig ALS- und HPPD-Inhibitoren (Triketone) zur Verfügung. Auch hier bliebe dann die erhöhte Gefahr der Resistenzbildung zu bedenken, insbesondere bei ALS-Hemmern, wo in neueren Erhebungen deutliche erste Anzeichen für eine zunehmende Resistenz bestehen (ZWERGER et al., 2017). Hinsichtlich der biologischen Wirksamkeit unterschied sich diese Strategie in den vorliegenden Untersuchungen allerdings nicht von derjenigen mit Chloracetamid-Herbiziden. In Verbindung mit der Ausbringung von Untersaaten bleibt zu bedenken, dass aus Verträglichkeitsgründen der Schwerpunkt der Mittelwahl per se auf blattaktiven Wirkstoffen liegen muss.

Auch im Rahmen eines gesetzlich geforderten „Integrierten Pflanzenschutzes“ rückt die Frage, inwieweit mechanische Verfahren der Unkrautregulierung die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln reduzieren können, immer mehr in den Fokus (WARNECKE-BUSCH und MÜCKE, 2020). Dazu konnten in begleitenden Versuchen mit Ertragserhebungen auf zwei nordwestdeutschen Sandstandorten im Jahr 2017 weitere Erkenntnisse gesammelt werden. Beide Standorte unterschieden sich erheblich in der Unkrautdichte. So konnten auf einem Standort sowohl hinsichtlich Wirksamkeit als auch Ertrag gleichwertige Ergebnisse zwischen mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung erzielt werden. Auf dem Standort mit höherem Unkrautdruck fielen die Erträge in der rein mechanischen Variante auf ein Viertel des Ertrages der Herbstvarianten. Die Kombination aus der Vorlage eines blattaktiven Herbizids und anschließender Hackmaßnahme brachte auf diesem Standort ebenfalls hohe ausreichende Wirkungsgrade und konnte auch ertraglich konkurrieren. Somit belegen diese Versuche, dass unter den gegebenen ökonomischen Rahmenbedingungen im konventionellen Landbau ein völliger Ersatz der Herbizidanwendung durch mechanische Maßnahmen als nicht realistisch erscheint. Begrenzende Faktoren sind dabei v.a. geringere Flächenleistung, höhere Witterungsabhängigkeit, geringere Wirkungsgrade v.a. in der Maisreihe und erhöhter Zeit- und Kraftstoffbedarf durch mehrmalige Durchfahrten. Besonders in Wasserschutzgebieten mit evtl. zusätzlicher oder maschineller Unterstützung könnten kombinierte Verfahren unter Verzicht auf wassersensible Wirkstoffe und evtl. zusätzlicher Ausbringung von Untersaaten einen deutlich höheren Stellenwert in Zukunft erlangen.

## Literatur

- EPPO, 1993: EPPO-Richtlinie PP1/93(3). Weeds in cereals.
- KUHLMANN, J., 2019: Ins Grundwasser darf nichts kommen. DLG-Mitteilungen, **4**/2019, 42-45.
- SCHULTE, M., P. KRENNWALLNER, 2020: Nachhaltige Unkrautbekämpfung in Mais zur Resistenzvorbeugung und zum Erhalt von Bekämpfungsalternativen. Mais, **1**/2020.
- WARNECKE-BUSCH, G., M. MÜCKE, 2020: Systeme zur mechanischen und mechanisch-chemischen Unkrautregulierung in Zuckerrüben (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) – Versuche in Niedersachsen. Julius-Kühn-Archiv, in diesem Band.
- WOLBER, D., 2019: Welche Strategie zur Unkrautbekämpfung im Mais 2019? Mais **2**, 71-79.
- ZWERGER, P., B. AUGUSTIN, J. BECKER, C. DIETRICH, R. FORSTER, K. GEHRING, R. GERHARDS, B. GEROWITT, M. HUTTENLOCHER, D. KERLEN, G. KLINGENHAGEN, M. LANDSCHREIBER, E. MEINDLSCHMIDT, H. NORDMEYER, J. PETERSEN, H. RAFFEL, A. SCHÖNHAMMER, L. ULBER, D. M. WOLBER, 2017: Integriertes Unkrautmanagement zur Vermeidung von Herbizidresistenz. Journal für Kulturpflanzen **69**, 146-149.