

## **Auswirkung reduzierter Herbizidaufwandmengen bei pflugloser Bodenbearbeitung auf den Unkrautauflauf**

*Effect of reduced herbicide amounts with minimum tillage systems on weed infestation*

**Jürgen Schwarz<sup>\*</sup>, Bernhard Pallutt**

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsanstalt für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

<sup>\*</sup>Korrespondierender Autor, juergen.schwarz@jki.bund.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.026

### **Zusammenfassung**

Die pfluglose Bodenbearbeitung wird in Deutschland auf 40 % der Ackerfläche angewandt. In einem Dauerfeldversuch in Dahnsdorf (Brandenburg) werden die langfristigen Auswirkungen der nichtwendenden Bodenbearbeitung auf den Unkrautauflauf untersucht. Dabei werden auch reduzierte Herbizidaufwandmengen getestet. Die Anwendung von Glyphosat auf der Stoppel bei der pfluglosen Bodenbearbeitung ist dabei nicht immer notwendig.

Die ehemalige Fruchtfolge (67 % Getreide oder 50 % Getreide) hat auf den Unkrautauflauf auch nach sieben Jahren Einfluss. Der Unkrautauflauf in der Fruchtfolge mit ehemals 50 % Getreide ist meistens geringer.

Nach vier Jahren zeigt die pfluglose Bodenbearbeitung einen stärkeren Einfluss auf den Unkrautauflauf. Der Unkrautauflauf ist in der pfluglosen Variante stärker. Die gleichzeitige Anwendung reduzierter Herbizidaufwandmenge verstärkt diesen Effekt nicht.

Bei *Apera spica-venti* ist Ähnliches festzustellen, allerdings sind hier die Auflaufbedingungen im Herbst entscheidend.

**Stichwörter:** *Apera spica-venti*, Dauerfeldversuch, Fruchtfolge, Gemeiner Windhalm, Glyphosat

### **Abstract**

Minimum tillage, mainly soil cultivation without ploughing is used in Germany on 40% of arable land. In a long-term field trial in Dahnsdorf (federal state of Brandenburg, Germany) the impact of reduced tillage on weed occurrence is investigated. At the same time reduced herbicide amounts are also tested.

The use of glyphosate for seedbed preparation is not always necessary.

The former crop rotation (67% cereals or 50% cereals) has even seven years later a big influence on the weed occurrence. The weed occurrences are lower for the crop rotation with the former 50% cereals.

After four years the minimum tillage shows a larger effect of weed infestation. For the non ploughed variants it is higher. If reduced herbicide amounts are used at the same time the effect will increase even more.

Results for *Apera spica-venti* are similar, although the conditions for germination in autumn are also relevant.

**Keywords:** *Apera spica-venti*, crop-rotation, glyphosate, long-term field trial

### **Einleitung**

Die pfluglose, nichtwendende Bodenbearbeitung bietet Vorteile gegenüber der wendenden Bodenbearbeitung mit dem Pflug, z. B. die Reduzierung des Energieverbrauchs zur Bearbeitung des Bodens (SCHWARZ, 2013). Durch den geringeren Energieverbrauch (Kraftstoff) ist auch ein verringerter Ausstoß an treibhauswirksamen Gasen gegeben. Als weitere Vorteile der pfluglosen Bodenbearbeitung werden z. B. eine verminderte Erosionsgefahr, eine verbesserte Befahrbarkeit der Flächen und Kostenersparnis genannt (ROSNER und KLIK, 2005). In Deutschland wird auf ca. 40 % der Ackerfläche die pfluglose, nichtwendende Bodenbearbeitung angewandt (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011). Den Vorteilen der pfluglosen Bodenbearbeitung stehen jedoch auch Nachteile gegenüber, z. B. Probleme mit Mäusen und Schnecken. Als einen weiteren Nachteil der pfluglosen Bodenbearbeitung wird die Zunahme der Verunkrautung genannt (SCHWARZ und PALLUTT, 2014). Meist wird die Zunahme von monokotylen Unkräutern beschrieben (AMANN, 1991; DITTMANN, 2012). Auch der Einsatz von Glyphosat bei der pfluglosen Bodenbearbeitung wird als problematisch thematisiert (STEINMANN, 2013).

Im Rahmen eines Dauerfeldversuchs werden die Auswirkungen der pfluglosen Bodenbearbeitung in Verbindung mit unterschiedlichen Herbizidaufwandmengen auf den Unkrautauflauf überprüft.

### **Material und Methoden**

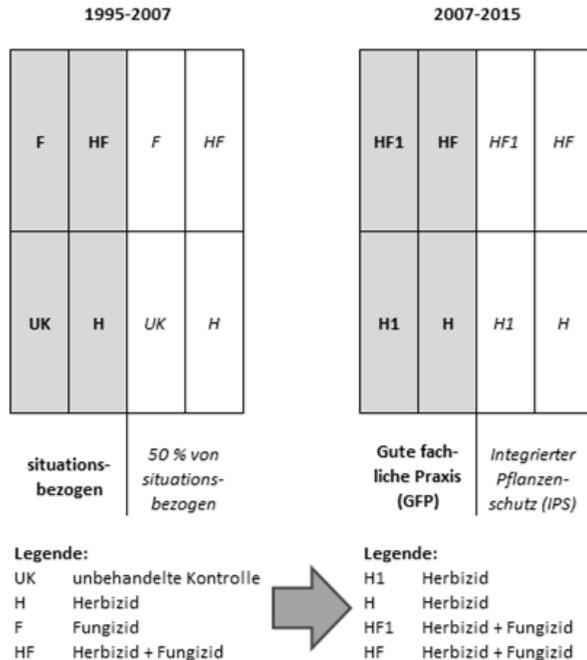
Der Dauerfeldversuch befindet sich auf der Versuchsfläche Dahnsdorf des Julius Kühn-Instituts. Das Versuchsfeld befindet sich im südlichen Brandenburg (52.108494 N, 12.636338 E), Naturraum Hoher Fläming, nahe der Stadt Bad Belzig. Die Versuchsfläche hat einen lehmigen Sandboden mit einer mittleren Bodenwertzahl von 48 mit 57,9 % Sand, 37,5 % Schluff und 4,6 % Ton; der pH-Wert liegt bei 5,8. Die durch eine eigene Wetterstation gemessenen Werte der mittleren Jahrestemperatur und des mittleren Jahresniederschlages betragen 9,4 °C und 598 mm im Zeitraum von 1997 bis 2014; eine häufige Vorsommertrockenheit ist typisch. Der Versuchsstandort dürfte für ungefähr 1/3 der Ackerflächen der neuen Bundesländer charakteristisch sein.

Der Dauerfeldversuch wurde im Herbst 1995 mit zwei unterschiedlichen Fruchtfolgen (Marktfruchtfolge 67 % Getreide und Futterbaufuchtfolge 50 % Getreide) angelegt. In beiden Fruchtfolgen wurden die Pflanzenschutzstrategien „Situationsbezogen“ und „50 % von Situationsbezogen“ und jeweils die vier Pflanzenschutzmittelstufen unbehandelte Kontrolle (UK), Fungizid (F), Herbizid (H) und Herbizid/Fungizid (HF) untersucht. Zu detaillierten Beschreibungen des Versuchs siehe PALLUTT et al. (2010).

Zum Erntejahr 2008 (Herbst 2007) wurde der Dauerfeldversuch neu ausgerichtet, die Fruchtfolgen wurden zu einer Fruchtfolge vereinheitlicht, diese bestand für diese Rotation (2008 bis 2013) aus Wintertraps – Winterweizen – Winterroggen – Grünschnittroggen/Sorghum-Hirse – Erbsen – Triticale. Die Pflanzenschutzstrategie „Situationsbezogen“ wurde zur „Guten fachliche Praxis (GFP)“, die „50 % von Situationsbezogen“ zum „Integrierten Pflanzenschutz (IPS)“. Dabei erfolgte bei der „Guten fachlichen Praxis (GFP)“ die Auswahl der Pflanzenschutzmittel praxisüblich. Beim „Integrierten Pflanzenschutz (IPS)“ erfolgte eine stärkere Berücksichtigung von Schwellenwerten, eine situationsbezogene Dosierung und ein- bzw. mehrfache Anwendung reduzierter Aufwandmengen.

In beiden Strategien „GFP“ und „IPS“ werden die Nachwirkungen aus den vorgehenden 12 Jahren der vier Pflanzenschutzmittelstufen (UK, H, F und HF) ermittelt. Aus der Stufe „UK“ wurde die Stufe „H1“, hier erfolgt seit Herbst 2007 der Einsatz von Herbiziden, jedoch wird weiterhin auf den Einsatz von Fungiziden im Getreide, bzw. Insektizide in Raps/Erbsen verzichtet. Die ehemalige Stufe „F“ wurde zu „HF1“, hier erfolgte bis Herbst 2007 ebenfalls kein Einsatz von Herbiziden, jedoch wurden Fungizide in Getreide bzw. Insektizide in Raps/Erbsen eingesetzt. Seit Herbst 2007 werden Herbizide ausgebracht und weiterhin auch Fungizide in Getreide bzw. Insektizide in Raps/Erbsen. Die Stufen „H“ und „HF“ erfuhren seit Versuchsbeginn keine Änderung.

Der Faktor Grundbodenbearbeitung wird seit Herbst 2007 in den Stufen „gepflügt (wendend)“ und „pfluglos (nichtwendend)“ mit jeweils 5 Wiederholungen durchgeführt. Abbildung 1 zeigt die Strategien und Stufen und deren Überführung.



**Abb. 1** Pflanzenschutzstrategien und Pflanzenschutzmittelstufen von 1995 bis 2007 und Modifizierung seit 2007.

**Fig. 1** Plant protection strategies and the pesticide treatments from 1995 to 2007 and modifications since 2007.

Aufgrund der Änderungen im Pflanzenschutzrecht zum 01.01.2014 (Verbindlichkeit der allgemeinen Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes) wurden die beiden Pflanzenschutzstrategien angepasst. Ab dem Erntejahr 2014 wurde aus der „Guten fachlichen Praxis (GFP)“ die „Allgemeinen Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes (GFP)“, aus der Strategie „Integrierter Pflanzenschutz (IPS)“ wurden die „Sektor- und Kulturartspezifischen Leitlinien des Integrierten Pflanzenschutzes (IPS)“. Die Pflanzenschutzmittelstufen blieben unverändert, die Fruchtfolge wurde leicht modifiziert.

Nach der Ernte wird jährlich für jede Kulturart entschieden, ob eine Stoppelbehandlung der pfluglosen Wiederholungen mittels Glyphosat erfolgt, die Aufwandmenge wird den herrschenden Gegebenheiten angepasst.

Nach der Aussaat, vor der Herbizidbehandlung wird in jeder Versuchsparzelle der Unkrautauflauf nach Art und Anzahl an vier Zählstellen mit jeweils 0,25 m<sup>2</sup> Größe meist im Herbst, teilweise im Frühjahr, erfasst.

Nur die immer mit Herbiziden behandelten Varianten „H“ und „HF“ werden im Folgenden zusammengefasst betrachtet.

Für die Darstellung des Unkrautauflaufs wird ein Mittelwert aus den angebauten Getreidearten berechnet. Durch diese Mittelwertbildung wird die Anzahl der Versuchspartellen vergrößert und die Aussagesicherheit, besonders vor dem Hintergrund der heterogenen Unkrautverteilung auf Ackerflächen (z. B. MORTENSEN et al., 1993; NORDBO und CHRISTENSEN, 1995), erhöht.

## Ergebnisse

### Herbizideinsatz in den Pflanzenschutzstrategien

In den Versuchsjahren bis 2007 waren die Pflanzenschutzstrategien hinsichtlich der Aufwandmengen klar abgegrenzt. Seit 2008 ist diese Abgrenzung nicht mehr in dieser Deutlichkeit gegeben. Im Mittel der Jahre sind die Aufwandmengen der Strategie „IPS“ um ca. 20 % niedriger als die der Strategie „GFP“. Beispielhaft ist in der Tabelle 1 der Behandlungsindex der Herbizide im Winterweizen dargestellt, ohne die Berücksichtigung von Glyphosat in den pfluglosen Varianten.

**Tab. 1** Behandlungsindex der Herbizide im Winterweizen.

**Tab. 1** *Treatment frequency index (BI) of herbicides for winter wheat.*

Versuchsjahr	Behandlungsindex GFP	Behandlungsindex IPS
2008	1,50	1,15
2009	1,37	0,90
2010	1,25	1,03
2011	1,50	1,18
2012	1,25	1,03
2013	1,00	0,85
2014	1,00	0,85
2015	0,90	0,80

### Glyphosateinsatz in der pfluglosen Bodenbearbeitung

Die Entscheidung der Anwendung von Glyphosat und die Bemessung der Aufwandmenge in den pfluglosen Varianten werden wesentlich von der Anzahl und der Größe der Durchwuchspflanzen der Vorkultur und den aufgelaufenen Unkräutern bestimmt. Im Jahr 2008 wurde in allen Kulturen auf den pfluglosen Flächen Glyphosat vor der Saatbettbereitung angewandt, da witterungsbedingt eine nur wenig intensive Bodenbearbeitung durchgeführt werden konnte und damit Ausfallpflanzen und Unkräuter im fortgeschrittenen Stadium waren. Über den Glyphosateinsatz in den weiteren Versuchsjahre und Kulturen informiert Tabelle 2.

**Tab. 2** Anwendung von Glyphosat vor Saatbettbereitung in den pfluglosen Varianten.

**Tab. 2** *Use of glyphosate before seedbed preparation in non-ploughed treatments.*

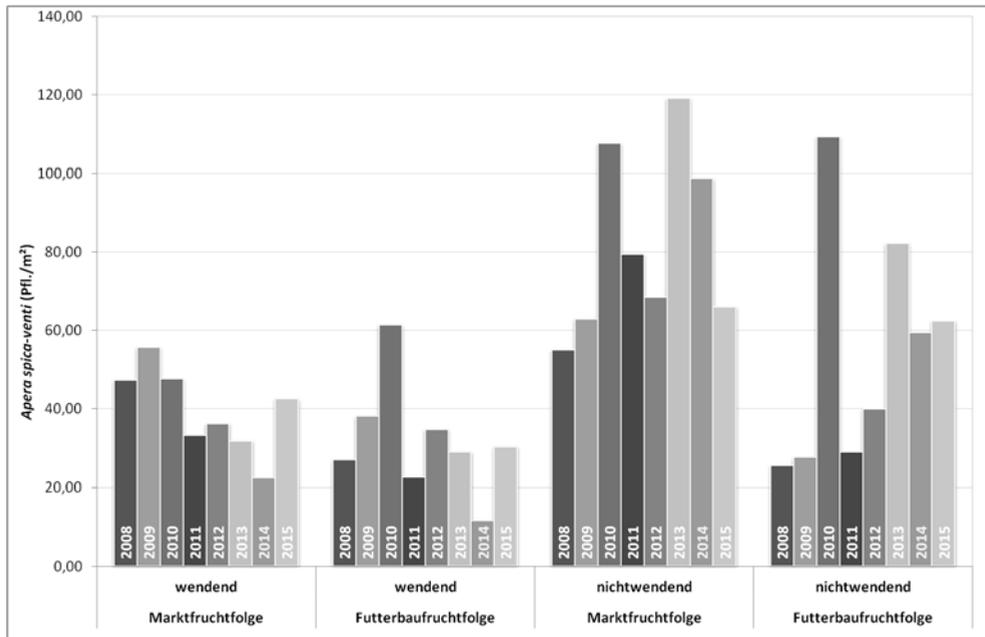
Versuchsjahr	Kulturen vor denen Glyphosat angewandt wurde
2009	Winterroggen, Grünschnittroggen, Triticale, Wintereraps
2010	keine Anwendung
2011	Winterweizen, Triticale
2012	Winterweizen, Winterroggen, Triticale
2013	Winterweizen, Winterroggen, Triticale
2014	Winterweizen, Winterroggen
2015	Winterweizen, Wintergerste (GFP), Triticale (IPS)

### Unkrautaufbau

Zusammenstellungen des Unkrautaufbaus in dem betrachteten Dauerfeldversuch sind unter verschiedenen Konstellationen möglich. Im Folgenden wird der Effekt der pfluglosen Bodenbearbeitung in Verbindung mit den reduzierten Herbizidaufwandmengen der Strategie „IPS“ betrachtet. Dabei werden die ehemaligen Fruchtfolgen Marktfrucht und Futterbau getrennt dargestellt, um den Effekt der Nachwirkungen abzubilden (vgl. auch SCHWARZ et al., 2012). Beim

Unkrautauflauf wird nachfolgend zwischen *Apera spica-venti* und den dikotylen Unkräutern unterschieden.

Die Abbildung 2 stellt den Auflauf von *Apera spica-venti* in der Strategie „IPS“ dar, getrennt nach den ehemaligen Fruchtfolgen und der Bodenbearbeitung.



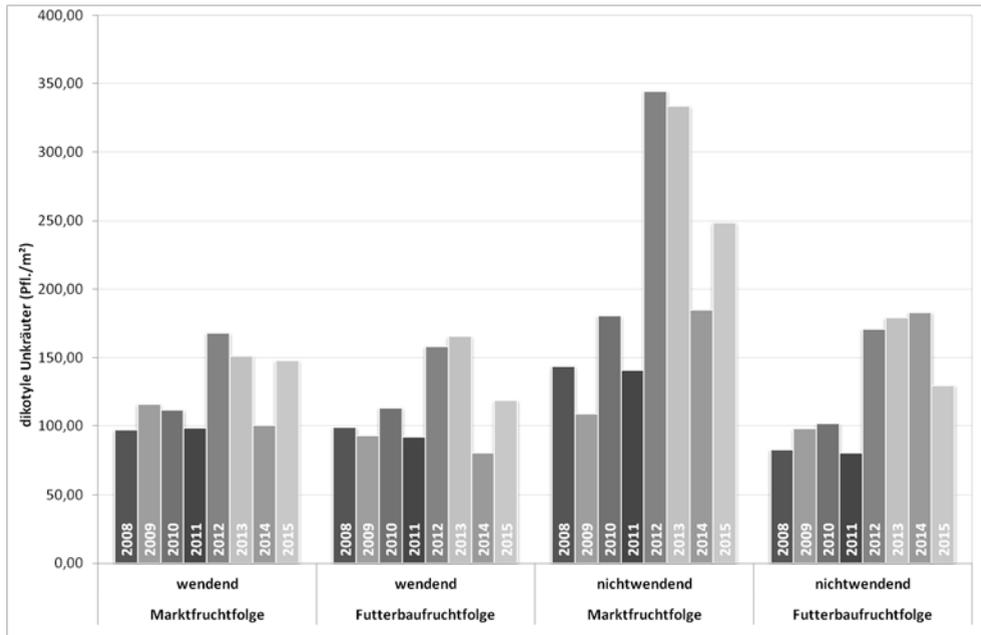
**Abb. 2** Auflauf von *Apera spica-venti* in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung und der vorherigen Fruchtfolge in der Pflanzenschutzstrategie „IPS“.

**Fig. 2** Emergence of *Apera spica-venti* in dependency on soil cultivation and former crop rotation for the strategy „IPS“.

In der ehemaligen Futterbaufuchtfolge ist der Auflauf von *Apera spica-venti* vor der Herbizidbehandlung in Getreide, bei gleicher Bodenbearbeitungsvariante, in den meisten Jahren geringer als in der ehemaligen Marktfruchtfolge. Betrachtet man die unterschiedlichen Bodenbearbeitungsvarianten, so ist in der nichtwendenden Variante, bei gleicher ehemaliger Fruchtfolge, der Auflauf von *Apera spica-venti* meisten deutlich höher als in der wendenden Variante. Dieser Effekt tritt bei der ehemaligen Futterbaufuchtfolge verstärkt nach dem vierten Jahr auf.

In der Tendenz sinken in der ehemaligen Marktfruchtfolge in den wendenden, gepflügten Varianten die Auflaufzahlen über die Jahre.

Die Abbildung 3 stellt den Auflauf der dikotylen Unkräuter in der Strategie „IPS“ dar, getrennt nach den ehemaligen Fruchtfolgen und der Bodenbearbeitung.



**Abb. 3** Auflauf der dikotylen Unkräutern in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung und der vorherigen Fruchtfolge in der Pflanzenschutzstrategie „IPS“.

**Fig. 3** Emergence of dicotyledonous weeds in dependency on soil cultivation and former crop rotation for the strategy "IPS".

Bei den dikotylen Unkräutern ergibt sich ein ähnlicher Verlauf wie bei *Apera spica-venti*, auch hier sind in der ehemaligen Marktfruchtfolge bei nichtwendender Bodenbearbeitung die Auflaufzahlen vor der Herbizidbehandlung erhöht. Anders als bei *Apera spica-venti* setzt dieser Effekt nach vier Jahren verstärkt ein. Dies gilt auch für die ehemalige Futterbafruchtfolge, auch hier sind nach 4 Jahren die Auflaufzahlen im Vergleich zur wendenden Bodenbearbeitung erhöht.

### Diskussion

Durch die weite Verbreitung der pfluglosen Bodenbearbeitung in Deutschland ergeben sich Fragestellungen hinsichtlich der langfristigen Auswirkungen auf die Entwicklung der Verunkrautung. Auch wird der Einsatz von Glyphosat bei der pfluglosen Bodenbearbeitung kontrovers diskutiert. In unserem Dauerfeldversuch war der Einsatz von Glyphosat bei der pfluglosen Bodenbearbeitung nicht in jedem Fall nötig. Im Jahr 2010 konnte ganz darauf verzichtet werden, da die Ausfallkulturen in diesem Jahr, bedingt durch die Witterung, nahezu vollständig aufliefen und mechanisch bekämpft werden konnten. In den anderen Jahren erfolgte eine sorgsame Abwägung der tatsächlichen Notwendigkeit.

Die Fruchtfolge übt auch noch Jahre später einen deutlichen Einfluss auf den Unkrautauflauf aus. Bei der Bodenbearbeitung stellen sich die Effekte nach ca. vier Jahren ein. Die fruchtfolgebedingte Nachwirkungen bleiben bei der nichtwendenden Bodenbearbeitung länger erhalten. Bei den reduzierten Herbizidaufwandmengen in der Strategie „IPS“ prägen sich die Effekte der Bodenbearbeitung, besonders der nichtwendenden, und der vorherigen Fruchtfolge (Getreideanteil in der Fruchtfolge) stärker aus. Dies gilt insbesondere für die dikotylen Unkräuter.

Beim *Apera spica-venti* spielt die Witterung und insbesondere die daraus resultierende Bodenfeuchte eine große Rolle, da er aus einer geringen Tiefe aufläuft.

Bei Einsatz von um ca. 20 % reduzierter Herbizidaufwandmengen („IPS“) in Verbindung mit nichtwendender Bodenbearbeitung steigt die Verunkrautung an. Somit kann bei reduzierten Herbizidaufwandmengen auf eine Pflugfurche eigentlich nicht verzichtet werden.

Dieser Sachverhalt wird in anderen Untersuchungen, z. B. am Standort Glaubitz (PALLUTT, 2010), bestätigt. In Glaubitz waren bei getreidebetonten Fruchtfolgen und pflugloser Bodenbearbeitung in Verbindung mit verringerten Herbizidaufwandmengen eine verstärkte Verunkrautung mit dikotylen Arten und *Apera spica-venti* zu beobachten. Beim Pflugverzicht im ökologischen Landbau ist dies ebenfalls zu beobachten (DITTMANN, 2012).

## Literatur

- AMANN, A., 1991: Einfluss von Saattermin und Grundbodenbearbeitung auf die Verunkrautung in verschiedenen Kulturen. Dissertation Universität Hohenheim, 148 Seiten.
- DITTMANN, B., 2012: Abschließende Ergebnisse zur Wirkung von langjährig pflugloser Bodenbearbeitung auf die Verunkrautung in der ökologischen Fruchtfolge Güterfelde. Julius-Kühn-Archiv **434**, 708-711.
- MORTENSEN, D. A., G. A. JOHNSON und L.J. YOUNG, 1993: Weed Distribution in Agricultural Fields. In: ROBERT, P. und R. H. RUST (Hrsg.): Soil Specific Crop Management, Agronomy Society of America, 113-124.
- NORDBO, E. und S. CHRISTENSEN, 1995: Spatial Variability of Weeds. Proceedings of the Seminar on Site Specific Farming, Danish Institute of Plant and Soil Science. SP-report No. **26**, 67-90.
- PALLUTT, B., 2010: 30 Jahre Dauerfeldversuche zum Pflanzenschutz. Journal für Kulturpflanzen **62**, 230-237.
- PALLUTT, B., M. JAHN, B. FREIER und E. MOLL, 2010: Dauerfeldversuche auf dem Versuchsfeld Dahnsdorf unter besonderer Berücksichtigung der Unkrautbekämpfung. Journal für Kulturpflanzen **62**, 238-247.
- ROSNER, J. und A. KLIK, 2005: Konservierende Bodenbearbeitungssysteme. Gesunde Pflanzen **57**, 179-186.
- SCHWARZ, J. und E. MOLL, 2010: Entwicklung der Verunkrautung in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Herbizidintensität. Journal für Kulturpflanzen **62**, 317-325.
- SCHWARZ, J., B. PALLUTT und E. MOLL, 2012: Einfluss von Fruchtfolge und Herbizidaufwandmenge auf die Verunkrautung. Julius-Kühn-Archiv **434**, 337-344.
- SCHWARZ, J. und B. PALLUTT, 2014: Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Entwicklung der Verunkrautung in einem Dauerfeldversuch. Julius-Kühn-Archiv **443**, 141-148.
- SCHWARZ, J., 2013: Energetische Betrachtung zum Einsatz von Herbiziden und Bodenbearbeitung. Gesunde Pflanzen **65**, 33-37.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Bodenbearbeitung, Bewässerung, Landschaftselemente. Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden (ELPM). Fachserie **3**, Heft **5**.
- STEINMANN, H.-H., 2013: Glyphosat - ein Herbizid in der Diskussion und die Suche nach dem „Notwendigen Maß“. Gesunde Pflanzen **65**, 47-56.