

Einfluss von Fruchtfolge und Herbizidaufwandmenge auf die Verunkrautung

Influence of crop rotation and herbicide dosage on the weed infestation

Jürgen Schwarz^{1*}, Bernhard Pallutt² & Eckard Moll³

¹Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

²Klausener Str. 3, D-14532 Kleinmachnow

³Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Zentrale Datenverarbeitung, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

*Korrespondierender Autor, juergen.schwarz@jki.bund.de

DOI: 10.5073/jka.2012.434.041

Zusammenfassung

Im Rahmen von Dauerfeldversuchen zum Pflanzenschutz wurden zwölf Jahre lang (1996 bis 2007) unterschiedliche Herbizidaufwandmengen, bis hin zu herbizidfreien Varianten, im Rahmen von zwei Fruchtfolgen (67 % und 50 % Getreideanteil) auf ihre Auswirkungen auf die Populationsdynamik von Unkräutern getestet. Im Herbst 2007 wurde auf Grundlage dieser zwei Fruchtfolgen der Dauerversuch neu ausgerichtet, indem eine neue Fruchtfolge etabliert und zwei Herbiziddosierungen entsprechend der guten fachlichen Praxis und des integrierten Pflanzenschutzes auf den jeweiligen Parzellenhälften ausgebracht wurden. Vor den Herbizidbehandlungen im Herbst oder Frühjahr wurden die aufgelaufenen Unkräuter nach Art und Anzahl erfasst. Die Auswirkungen der unterschiedlichen Fruchtfolgen auf den Unkrautauflauf sind nach drei Jahren noch deutlich zu sehen. Der Auflauf der dikotylen Unkräuter in der ehemaligen Futterbauf Fruchtfolge ist weiterhin geringer als in der ehemaligen Marktfruchtfolge. Die früher mit Herbiziden behandelten Parzellen zeigen weiterhin einen geringeren Auflauf von dikotylen Unkräutern als die ehemals unbehandelten Varianten. Die zwei Herbizidintensitäten bilden sich ebenfalls noch im dikotylen Unkrautauflauf ab. Bei *Apera spica-venti* sind die Nachwirkungen der unterschiedlichen Herbizidstufen kaum erkennbar. Die Futterbauf Fruchtfolge zeigt jedoch auch hier einen geringeren Auflauf als die Marktfruchtfolge.

Stichwörter: *Apera spica-venti*, Dauerversuch, Dosis, Futterbau, Getreide, Marktfrucht, unbehandelte Kontrolle

Summary

In long-term field trials focusing on plant protection, effects of different herbicide dosages on the population dynamics of weeds were tested for twelve years (1996 up to 2007) in two crop rotations (67 % and 50 % cereals in the rotation). Also low doses and no herbicide application were investigated. In autumn 2007, the long-term field trials were rearranged based on the experience of these two crop rotations. A new crop rotation and two herbicide treatments, good agricultural practice and integrated farming, were established on the plots. Prior to the herbicide treatment in either autumn or spring, weeds were counted by species and number. Effects on the weed occurrence in the different crop rotations can be observed even after three years. There are still less dicotyledonous weeds in the former fodder crop rotation than in the former cash crop rotation. The variants always treated with herbicides still have a lower dicotyledonous weed infestation compared to the formerly untreated ones. The two different pesticide intensities are also still visible in the dicotyledonous weed occurrence. The effects on monocotyledonous weeds (*Apera spica-venti*) are not clearly observable. Nevertheless, the fodder crop rotation has a lower occurrence of *Apera spica-venti* than the cash crop rotation.

Keywords: *Apera spica-venti*, cash crop, cereals, dosage, fodder, long-term field trial, untreated control

1. Einleitung

Die Verunkrautung auf Ackerflächen hängt vor allem von den Bodeneigenschaften (DUNKER und NORDMEYER, 1998), der Düngung (ZWERGER, 1990), der Bodenbearbeitung (PALLUTT und BENNEWITZ, 1996) und der Fruchtfolge (PALLUTT, 1999) ab. Die Intensität der Unkrautbekämpfung beeinflusst sowohl die aktuelle als auch die nachfolgende Verunkrautung. Dies gilt besonders für die chemische Unkrautbekämpfung (GEHRING et al., 2006; PALLUTT und MOLL, 2008; SCHWARZ und MOLL, 2010). Die längerfristigen Nachwirkungen unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsstrategien, besonders halbiertes Aufwandmengen oder der gänzliche Verzicht auf Herbizide, auf die nachfolgende Verunkrautung sind nur mit Hilfe von Dauerfeldversuchen hinreichend sicher zu beurteilen (PALLUTT,

2010). Dabei ist von großem Interesse, wie lange und mit welcher Intensität sich Effekte der Fruchtfolge und der Herbizidintensität auf die nachfolgende Verunkrautung auswirken.

2. Material und Methoden

Die Versuche wurden auf dem Versuchsfeld des Julius Kühn-Institutes in Dahnsdorf durchgeführt. Das Versuchsfeld befindet sich im südlichen Brandenburg im Naturraum Fläming. Der Boden enthält 57,9 % Sand, 37,5 % Schluff, 4,6 % Ton und 1,4 % organische Substanz. Die Bodenzahl beträgt im Mittel 48 Punkte. Der pH-Wert liegt bei 5,8. Die Region ist häufig von Vorsommertrockenheit gekennzeichnet. Die mittlere Jahrestemperatur (1997 – 2010), gemessen durch eine eigene Wetterstation, betrug 9,4 °C und der mittlere Jahresniederschlag 599 mm.

Auf dem Versuchsfeld wurden im Zeitraum von 12 Jahren (1996 bis 2007) zwei Pflanzenschutzmittelintensitäten in zwei Fruchtfolgen untersucht. Die Marktfruchtfolge beinhaltete einen Getreideanteil von 67 %. Sie bestand aus den Fruchtfolgegliedern: Winterraps – Winterweizen1 – Winterroggen – Brache (1996 – 2001)/Erbsen (2002 – 2007) – Winterweizen2 und Wintergerste. Die Futterbaufruchtfolge enthielt einen Getreideanteil von 50 %. Sie bestand aus: Winterraps – Wintergerste – Luzerne/Klee/Gras – Winterroggen – Mais – Winterweizen.

Die Prüfung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung erfolgte in beiden Fruchtfolgen in den Stufen „situationsbezogen“ und „50 % von situationsbezogen“. Innerhalb der beiden Intensitätsstufen wurden die Versuchsglieder „unbehandelte Kontrolle (UK)“, „Fungizid (F)“, „Herbizid (H)“ und „Herbizid und Fungizid (HF)“ untersucht. Die Größe jeder Versuchspartelle betrug 80 m² (5 m x 16 m). Zu weiteren Versuchsdetails siehe PALLUTT (2002b) und PALLUTT et al. (2010).

Im Herbst 2007 wurde der Dauerfeldversuch neu ausgerichtet. Die neue, energiepflanzenbetonte Fruchtfolge besteht aus: Winterraps – Winterweizen – Winterroggen – Grünschnittroggen/Sorghum-Hirse – Erbsen – Triticale. Die Grundbodenbearbeitung wird wendend (Pflug) und nicht wendend durchgeführt. Die Prüfung der Intensität des chemischen Pflanzenschutzes erfolgte in den Strategien „gute fachliche Praxis (GFP)“ und „Integrierter Pflanzenschutz (IPS)“. Hierbei ersetzt die Stufe „gute fachliche Praxis“ die ehemals „situationsbezogene“ Dosierung und die Stufe „Integrierter Pflanzenschutz“ die ehemalige Stufe „50 % von situationsbezogen“. Darüber hinaus wurden die bisher nicht mit Herbiziden behandelten Parzellen (UK und F) seit Herbst 2007 bzw. Frühjahr 2008 entsprechend den jeweiligen Intensitätsstufen mit Herbiziden behandelt. Die Unterschiede der Herbiziddosierungen zwischen den Varianten GFP und IPS sind, gemessen als Behandlungsindex der Herbizide im Mittel von Getreide und Raps, mit 1,3 und 1,0 geringer als im Zeitraum 1996 bis 2007.

Somit konnten die Nachwirkungen der zwölfjährigen differenzierten Herbizidaufwandmengen auf die Folgeverunkrautung der Jahre 2009, 2010 und 2011 ermittelt werden. Der Auflauf der Unkräuter vor der Herbizidbehandlung wurde an vier Zählstellen mit einer Größe von 0,25 m² in jeder einzelnen Versuchspartelle nach Art und Anzahl im Herbst oder Frühjahr erfasst.

Für die Auswertung wurde der Unkrautaufwurf in den Kulturarten Triticale, Winterweizen und Winterroggen herangezogen. Die ehemals nicht mit Herbiziden behandelten Varianten „UK“ und „F“ und die ehemals mit Herbiziden behandelten Varianten „H“ und „HF“ wurden, getrennt für die Stufen „situationsbezogen“ und „50 % von situationsbezogen“, zusammengefasst (siehe auch PALLUTT und MOLL, 2008; SCHWARZ und MOLL, 2010). Durch die Mittelwertbildung über die oben genannten Getreidearten wird die Anzahl der auswertbaren Versuchspartellen erhöht und somit die Aussagesicherheit, besonders vor dem Hintergrund der heterogenen Unkrautverteilung auf Ackerflächen (MORTENSEN et al., 1993; NORDBO und CHRISTENSEN, 1995), verbessert. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS 9.2. Die grafische Darstellung der Daten erfolgt als Box-Whiskers-Plots.

3. Ergebnisse

3.1 Entwicklung der Verunkrautung bis zur Neuausrichtung

Auf dem 38 ha großen Versuchsfeld wurden vor Versuchsbeginn 31 Unkrautarten beschrieben (JÜTTERSONKE, 1995). Zu Beginn der Versuchstätigkeit fanden sich in den beiden Dauerversuchen 20 Arten (PALLUTT, 2002a). Die Hauptunkrautarten waren *Viola arvensis*, *Veronica* spp., *Stellaria media*, *Matricaria* spp., *Lamium* spp. und *Apera spica-venti*.

In der ersten Rotation (1996 bis 2001) waren in beiden Fruchtfolgen Marktfrucht und Futterbau noch erhebliche Schwankungen der Verunkrautung zwischen den Herbizidvarianten zu beobachten (SCHWARZ und MOLL, 2010). In der zweiten Rotation (2002 bis 2007) wurden die Unterschiede zwischen den Herbizidintensitäten zunehmend deutlicher. Die getreidebetonte Fruchtfolge war stärker verunkrautet als die futterbetonte. Die dikotylen Unkräuter bestanden in beiden Fruchtfolgen zu ca. 80 % aus den fünf Arten *Viola arvensis*, *Veronica* spp., *Stellaria media*, *Matricaria* spp. und *Centaurea cyanus*. *Centaurea cyanus* trat erst im Verlauf der zweiten Rotation verstärkt auf, entwickelte sich dann jedoch zu einer zahlenmäßig bedeutsamen Unkrautart. Bei den monokotylen Unkräutern war nur *Apera spica-venti* von Relevanz.

Die Tabelle 1 zeigt die durchschnittliche Verunkrautung, gemittelt über die drei Getreidearten (Winterweizen, Triticale und Winterroggen), am Ende der zwölf Jahre (Erntejahr 2008).

Tab. 1 Verunkrautung (Pflanzen/m²) nach zwei Fruchtfolgerotationen (12 Jahre) in Abhängigkeit von ehemaliger Fruchtfolge und Herbizidintensität (Mittel aus Winterweizen, Triticale und Winterroggen).

Tab. 1 Number of weeds per m² after two crop rotation cycles (12 years) depending on former crop rotation and herbicide intensity (mean of winter wheat, triticale and winter rye).

Unkräuter	Marktfrucht				Futterbau			
	sit.		50 %		sit.		50 %	
	UK+F	H+HF	UK+F	H+HF	UK+F	H+HF	UK+F	H+HF
Dikotyle Unkräuter	231	81	215	126	161	63	142	113
<i>Viola arvensis</i>	25	16	33	31	29	16	26	23
<i>Matricaria</i> spp.	71	17	42	30	35	11	36	25
<i>Centaurea cyanus</i>	14	1	21	5	0	0	1	1
<i>Apera spica-venti</i>	83	74	77	69	45	29	34	32

Die Verunkrautung wies deutliche Einflüsse der Fruchtfolge und der ehemaligen Herbizidintensitäten auf. In der Futterbaufruchtfolge war die Verunkrautung mit dikotylen Unkräutern und *Apera spica-venti* im Vergleich zur Marktfruchtfolge deutlich geringer. Die herbizidfreien Versuchsglieder (UK + F) waren erwartungsgemäß deutlich stärker verunkrautet als die mit Herbiziden behandelten (H + HF). Die halbierten Aufwandmengen führten ebenfalls, im Vergleich zur situationsbezogenen Herbiziddosierung, zu erhöhter Nachverunkrautung bei den dikotylen Unkräutern.

3.2 Entwicklung der Verunkrautung seit der Neuausrichtung

Die Nachwirkung der differenzierten Herbizidbehandlungen auf die Verunkrautung mit dikotylen Unkräutern und *Apera spica-venti* zeigen die Box-Whiskers-Plots der folgenden Abbildungen. Es wird in allen Abbildungen zwischen den beiden Intensitätsstufen „situationsbezogen (sit.)“ und „50 % von situationsbezogen (50 %)“ und den Varianten, die früher nicht mit Herbizid behandelt wurden (UK + F) und den immer mit Herbizid behandelten Varianten (H + HF) unterschieden. Die Tabelle 2 stellt die durchschnittliche Verunkrautung, gemittelt über die drei Getreidearten (Winterweizen, Triticale und Winterroggen), im Erntejahr 2011 dar.

Der Unkrautauflauf der dikotylen Unkräuter unterschied sich zwischen den Varianten auch noch im dritten Jahr (2011) nach der Versuchsumstellung. Allerdings wurden die Unterschiede zwischen den Varianten geringer. Die ehemals mit Herbizid behandelten Varianten (H + HF) zeigten weiterhin einen

geringeren Unkrautauflauf als die ehemals unbehandelten Kontrollen (UK + F). Die ehemalige Herbizidintensität „50 % von situationsbezogen“ schlug sich ebenfalls noch im Unkrautauflauf nieder. In der Marktfruchtfolge (Abb. 1) blieb das Verhältnis des Auflaufs dikotyler Unkräuter zwischen den ehemals behandelten und unbehandelten Varianten in der „situationsbezogen“ Intensität bestehen. Es liefen weiterhin etwa dreimal mehr dikotyle Unkräuter in den ehemals unbehandelten Varianten im Vergleich zu den ehemals behandelten Varianten auf. In der Intensität „50 % von situationsbezogen“ dagegen nahm der Unterschied des Auflaufs dikotyler Unkräuter zwischen den unbehandelten und behandelten Varianten ab. Dies wurde auch beim Auflauf von *Centaurea cyanus* deutlich. Im Jahr 2008 liefen in der unbehandelten Variante der Intensität „50 % von situationsbezogen“ noch viermal mehr Pflanzen auf. Im Jahr 2011 war die Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen dagegen gleich hoch.

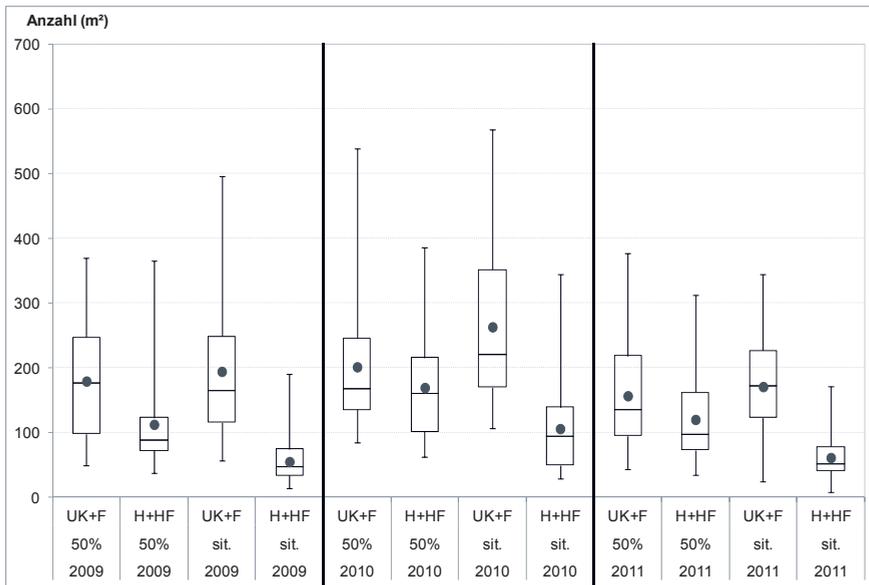


Abb. 1 Auflauf dikotyler Unkräuter (Anzahl je m²) in der ehemaligen Marktfruchtfolge (Mittel in Getreide).

Fig. 1 Emergence of dicotyledonous weeds (number/m²) in the former cash crop rotation (mean of cereals).

Die Entwicklung des Auflaufs dikotyler Unkräuter war in der ehemaligen Futterbaufruchtfolge ähnlich der in der Marktfruchtfolge (Abb. 2). Allerdings war die ehemalige Futterbaufruchtfolge generell durch einen schwächeren Auflauf dikotyler Unkräuter geprägt. Die Tendenz zu einem geringeren Unkrautauflauf in den ehemals unbehandelten Varianten war hier ebenfalls gegeben. *Centaurea cyanus* war bis zum Jahr 2011 in der ehemaligen Futterbaufruchtfolge kein bedeutsames Unkraut. Bei *Apera spica-venti* (Abb. 3) war die Nachwirkung der unterschiedlichen Herbizidstufen in der Marktfruchtfolge gering. In der ehemaligen Futterbaufruchtfolge (Abb. 4) war bei *Apera spica-venti* ebenfalls ein geringerer Auflauf als in der Marktfruchtfolge zu beobachten. Die Nachwirkungen der unterschiedlichen Herbizidintensitäten waren, wie in der ehemaligen Marktfruchtfolge, ebenfalls kaum zu beobachten. Die Streuung der aufgelaufenen Pflanzen war in der ehemaligen Futterbaufruchtfolge geringer als in der Marktfruchtfolge.

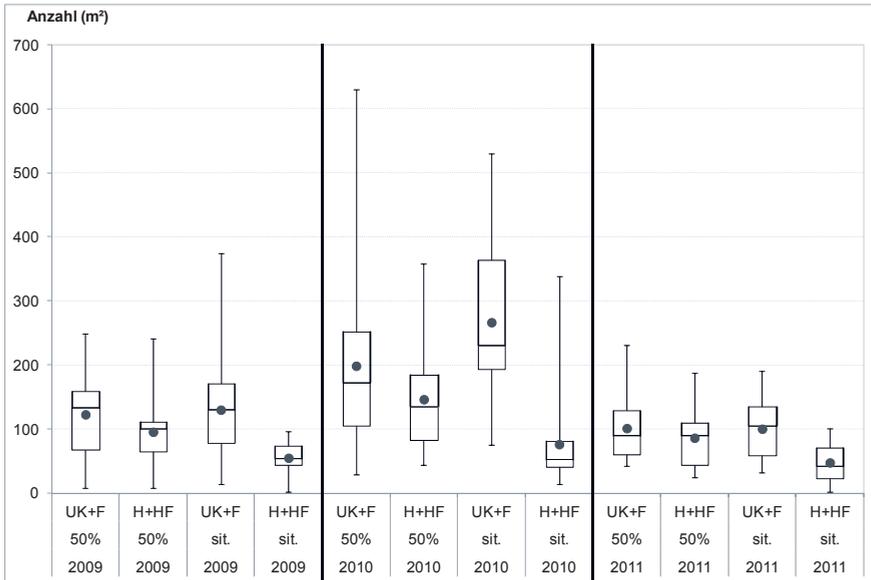


Abb. 2 Auflauf dikotyler Unkräuter (Anzahl je m²) in der ehemaligen Futterbaufuchtfolge (Mittel in Getreide).

Fig. 2 Emergence of dicotyledonous weeds (number/m²) in the former fodder crop rotation (mean of cereals).

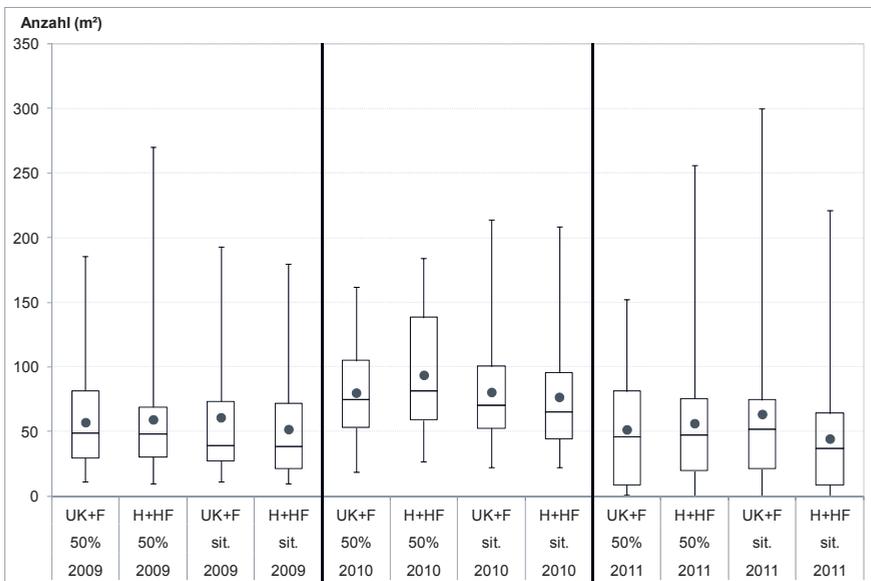


Abb. 3 Auflauf von *Apera spica-venti* (Anzahl je m²) in der ehemaligen Marktfruchtfolge (Mittel in Getreide).

Fig. 3 Emergence of *Apera spica-venti* (number/m²) in the former cash crop rotation (mean of cereals).

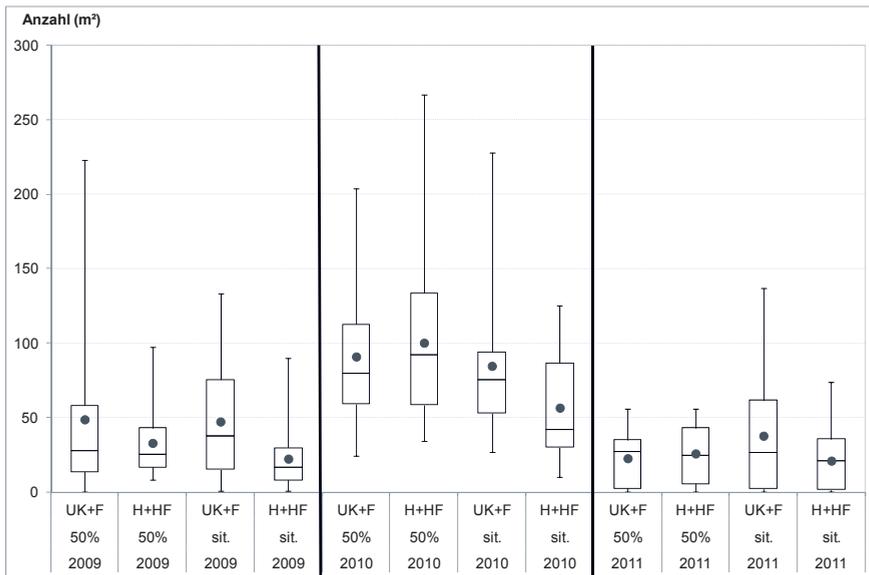


Abb. 4 Auflauf von *Apera spica-venti* (Anzahl/m²) in der ehemaligen Futterbauf Fruchtfolge (Mittel in Getreide).

Fig. 4 Emergence of *Apera spica-venti* (number/m²) in the former fodder crop rotation (mean of cereals).

Tab. 2 Verunkrautung (Pflanzen/m²) im Erntejahr 2011 in Abhängigkeit von ehemaliger Fruchtfolge und Herbizidintensität (Mittel aus Winterweizen, Triticale und Winterroggen).

Tab. 2 Number of weeds per m² in the harvest year 2011 depending on the former crop rotation and herbicide intensity (mean of winter wheat, triticale and winter rye).

Unkräuter	Marktfrucht				Futterbau			
	sit.		50 %		sit.		50 %	
	UK+F	H+HF	UK+F	H+HF	UK+F	H+HF	UK+F	H+HF
Dikotyle Unkräuter	171	61	156	120	100	47	101	86
<i>Viola arvensis</i>	16	10	16	18	24	16	17	16
<i>Matricaria</i> spp.	46	14	27	20	21	6	15	10
<i>Centaurea cyanus</i>	13	4	24	26	1	0	1	3
<i>Apera spica-venti</i>	63	44	52	56	38	21	23	26

4. Diskussion

Ein geringer Getreideanteil in der Fruchtfolge führte in allen Intensitätsstufen der Herbizidanwendung zu einer geringeren Verunkrautung. Dies bestätigt auch der Dauerfeldversuch in Glaubitz (PALLUTT, 2010). Ein erhöhter Wintergetreideanteil erhöhte das Auftreten von *Centaurea cyanus*, da *C. cyanus* im Wintergetreide bessere Wachstumsbedingungen vorfindet. Die Auswirkung situationsbezogener Herbizidanwendung auf den Auflauf dikotyler Unkräuter ist in beiden Fruchtfolgen erwartungsgemäß größer als die der halbierten Herbiziddosis. Als Ursache ist vor allem die erhöhte Samenbildung infolge der stärkeren Restverunkrautung zu nennen. Dadurch nimmt die Unkrautsamenbank im Boden zu. Die nicht mit Herbizid behandelten Varianten sind demzufolge am stärksten verunkrautet. Der Einfluss der Fruchtfolge wird besonders bei den nicht mit Herbizid behandelten Varianten deutlich. So ist die Futterbauf Fruchtfolge geringer verunkrautet als die Marktfruchtfolge, weil die Fruchtfolgeglieder Mais und Luzerne-Klee gras eine geringere Verunkrautung zur Folge haben.

Bei *Apera spica-venti* sind die Unterschiede zwischen den Herbizidvarianten nach zwölf Jahren kaum vorhanden. Im Vergleich zu den Ausgangserhebungen (1995) hat *A. spica-venti* in beiden Fruchtfolgen zugenommen. Als Ursache ist neben einem erhöhten Wintergetreideanteil vor allem der nicht ausreichende Wirkungsgrad zur Verhinderung der Samenbildung von *A. spica-venti* zu nennen. Der Wirkungsgrad von rund 94 % (PALLUTT und MOLL, 2008) bei situationsbezogener Herbiziddosierung reicht zur Ausschaltung der Konkurrenz aus, genügt aber nicht, um die Samenbildung von *A. spica-venti* dauerhaft ausreichend zu unterbinden. Ferner sind auch die Parzellengröße (80 m²), infolge der Verbreitung der Samen durch Wind, und die Verteilung durch den Mähdrusch bedeutende Störgrößen. Somit können von den unbehandelten Parzellen *A. spica-venti*-Samen auf die behandelten Parzellen eingetragen werden.

Seit der Neuausrichtung des Dauerfeldversuchs und der damit veränderten Herbizidstrategien werden die Veränderungen des Unkrautaufbaus weiter beobachtet. Selbst nach drei Jahren haben die Unterschiede im Unkrautaufbau zwischen den Herbizidvarianten nur wenig abgenommen. Dagegen verringerten sich die Differenzen zwischen halbierten Herbiziddosierungen und den unbehandelten Kontrollen im Zeitraum 2008 bis 2011 in der Marktfruchtfolge erheblich. In der ehemaligen Futterbaufruchtfolge ist der Unkrautaufbau weiterhin geringer. Beide Effekte sind mit dem als unterschiedlich anzunehmenden Unkrautsamenpotenzial, das sich über die zwölf Jahre gebildet hat, zu erklären.

Der Zeitraum zum Abbau der Unterschiede im Unkrautaufbau zwischen den einzelnen Herbizidvarianten hängt somit von der Intensität der Unkrautbekämpfung ab. Daraus folgt, dass für eine sichere Beurteilung der Nachwirkung von Herbizidstrategien auf die Verunkrautung Dauerfeldversuche unverzichtbar sind.

Der weitere Verlauf der Dauerfeldversuche wird zeigen, wann sich diese Unterschiede im Unkrautaufbau abgebaut haben, da jährlich nur etwa 2 bis 5 % der im Boden vorhandenen Unkrautsamen auflaufen (ZWERGER und HURLE, 1990).

Literatur

- DUNKER, M. UND H. NORDMEYER, 1998: BODENEIGENSCHAFTEN ALS URSACHE DER UNKRAUTVERTEILUNG AUF ACKERFLÄCHEN. 51. DEUTSCHE PFLANZENSCHUTZTAGUNG. MITTEILUNGEN DER BBA **357**, 233.
- GEHRING, K., S. THYSSSEN UND T. FESTNER, 2006: ANPASSUNG DER UNKRAUTFLORA AN EINE UNTERSCHIEDLICHE INTENSITÄT DER HERBIZIDBEHANDLUNG. GESUNDE PFLANZEN **58**, 52-56.
- JÜTTERSONKE, B.: UNVERÖFFENTLICHTE DATEN, 1995.
- MORTENSEN, D.A., G.A. JOHNSON UND L.J. YOUNG, 1993: WEED DISTRIBUTION IN AGRICULTURAL FIELDS. IN: ROBET, 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. UND A. BENNEWITZ, 1996: EINFLUSS VON PFLUGLOSER BODENBEARBEITUNG AUF DIE VERUNKRAUTUNG UND DEN ERTRAG VON WINTERGETREIDE. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XV**, 325-332.
- PALLUTT, B., 1999: EINFLUSS VON FRUCHTFOLOGE, BODENBEARBEITUNG UND HERBIZIDANWENDUNG AUF POPULATIONSDYNAMIK UND KONKURRENZ VON UNKRÄUTERN IN WINTERGETREIDE. GESUNDE PFLANZEN **51**, 109-120.
- PALLUTT, B., 2002A: INTEGRIERTE UNKRAUTBEKÄMPFUNG. IN: ZWERGER, P. UND H.-U. AMMON (HRSG.): UNKRAUT – ÖKOLOGIE UND BEKÄMPFUNG, 224-230. ULMER VERLAG, STUTTGART.
- PALLUTT, B., 2002B: LANGZEITWIRKUNGEN REDUZIERTER HERBIZIDANWENDUNGEN UND STICKSTOFFDÜNGUNG AUF POPULATIONSDYNAMIK UND KONKURRENZ VON UNKRÄUTERN IN GETREIDE. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XVIII**, 293-304.
- PALLUTT, B. UND E. MOLL, 2008: LANGZEITWIRKUNG REDUZIERTER HERBIZIDAUFWANDMENGEN AUF VERUNKRAUTUNG UND KORNERTRAG VON WINTERGETREIDE IN EINEM 12JÄHRIGEN DAUERVERSUCH. JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PLANT PROTECTION **SPECIAL ISSUE XXI**, 501-508.
- 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.
- SCHWARZ, J. UND E. MOLL, 2010: ENTWICKLUNG DER VERUNKRAUTUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON FRUCHTFOLOGE UND HERBIZIDINTENSITÄT. JOURNAL FÜR KULTURPFLANZEN **62**, 317-325.

- WITTMANN, C., K. PALLAS UND E. HINTZSCHE, 1996: WIRKUNG NIEDRIG DOSIERTER HERBIZIDE AUF DIE STRUKTUR DER VERBLEIBENDEN UNKRAUTGEMEINSCHAFT. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XV**, 367-376.
- ZWERGER, P., 1990: MODELLUNTERSUCHUNGEN ZUM EINFLUSS DER STICKSTOFFDÜNGUNG AUF DIE SAMENPRODUKTION UND DIE SCHADWIRKUNG VON *FALLOPIA CONVULVULUS* (L.) A. LÖVE UND DREI *POLYGONUM*-ARTEN. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XII**, 107-113.
- ZWERGER, P. UND K. HURLE, 1990: UNTERSUCHUNG ZUR ABBILDUNGSGÜTE SIMULIRTER BEFALLSVERLÄUFE BEI UNKRÄUTERN. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XII**, 133-141.