
Sektion 6: Herbizidresistenz – Management

Section 6: Herbicide resistance management

Verbreitung und effektive Kontrolle von Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) im Hinblick auf die Resistenzentwicklung – Auswertung der Ringversuche der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2000 bis 2014

*Spread and control of blackgrass (*Alopecurus myosuroides*) according to an increasing occurrence of resistance - Evaluation of field trials in the federal states Brandenburg, Hessen, Saxony, Saxony-Anhalt and Thuringia in the years 2000 - 2014*

Ewa Meinschmidt^{1*}, Christine Tümmeler², Katrin Ewert³, Heiko Schmalstieg⁴, Elke Bergmann⁵

¹Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Waldheimer Straße 219, 01683 Nossen

²Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Steinplatz 1, 15806 Zossen OT Wündsdorf

³Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Apoldaer Straße 4, 07774 Dornburg-Camburg

⁴Pflanzenschutzamt Berlin, Mohriner Allee 137, 12347 Berlin

⁵Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg

*Korrespondierende Autorin, ewa.meinschmidt@smul.sachsen.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.050

Zusammenfassung

Der Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) nimmt regional sowohl in der Verbreitung als auch in der Befallsstärke in den Bundesländern Brandenburg, Hessen, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen zu. In den letzten Jahren mehren sich die Resistenznachweise bei Acker-Fuchsschwanz gegenüber ALS-Hemmern und ACCase-Hemmern in einigen ostdeutschen Bundesländern und Hessen.

Es wurde ermittelt, mit welchen dikotylen Unkräutern der Acker-Fuchsschwanz am häufigsten vergesellschaftet vorkommt. Im gemeinsamen Versuchsprogramm von 2000 bis 2014 erfolgte die Prüfung der Leistungsfähigkeit verschiedener Herbizidbehandlungen. Insgesamt konnten 191 Versuche in die Auswertung einbezogen werden. Anhand der HRAC-Einstufung wurden Herbizid-Kombinationen gebildet, die entsprechend einer nachgewiesenen Resistenzsituation des Standortes zur Problemlösung beitragen können. Es wurden unterschiedliche Behandlungstermine sowie Einmal- und Mehrfachbehandlungen von Herbiziden und Tankmischungen getestet. Es erfolgte die Ermittlung des Einflusses der Besatzdichte von Acker-Fuchsschwanz auf die Wirksamkeit.

Die im Herbst einmal applizierten bodenwirksamen Herbizide erzielten keine ausreichenden Wirkungsgrade gegenüber Acker-Fuchsschwanz (besonders bei stärkerem Besatz > 500 Scheinähren/m²). Eine sichere Bekämpfung ist durch die Kombination eines Bodenherbizides mit einem blattaktiven Partner möglich. Im Vergleich der Behandlungsverfahren waren Spritzfolgen wirkungssicherer als Einmalbehandlungen. Um einer weiteren Ausbreitung der Resistenzen entgegenzuwirken sind Wirkstoffgruppenwechsel und die Erzielung hoher Wirkungsgrade der Herbizidvarianten neben den ackerbaulichen Maßnahmen wie Aussaattermin, Einsatz des Pfluges und Fruchtfolge von hoher Priorität.

Stichwörter: Anti-Resistenzstrategie, Herbizidresistenz, Herbizidwirksamkeit, HRAC-Gruppe, Stetigkeit der Unkräuter

Abstract

An increasing occurrence of blackgrass (*Alopecurus myosuroides*) with high densities has been reported for Brandenburg, Hessen, Saxony-Anhalt, Saxony and Thuringia. In recent years, an increasing resistance to blackgrass especially to ALS inhibitors and partially to ACCase inhibitors has been reported for some eastern federal states and Hessen, too.

It was determined to what extent dicotyledonous weeds are associated with blackgrass. The efficacy of different herbicide applications was tested in field trials between 2000 and 2014. A total of 191 trials have been included in the analysis of blackgrass. Using the HRAC-classification of herbicides tested, combinations of herbicides were used which might contribute to solve problems specifically linked to the detected resistance situation of the site. The study aimed to identify the right timing of the herbicide applications as well as applications as single or serial treatments and the use of herbicide at reduced doses according to the intensity of blackgrass.

In autumn, single applications of soil active herbicides were not effective enough, especially at a high density of more than 500 heads of blackgrass per m². The mixtures of soil active herbicides with leave active herbicides applied in autumn achieved very good control. The herbicide sequences were more effective than single applications. In order to counteract further spread of herbicide resistance, the right choice of the mode of action and highly efficacious herbicide treatments are the methods of choice, of course in addition to non-chemical controlling measures such as delayed autumn drilling, ploughing and crop rotation.

Keywords: Anti-resistance management, frequency of weeds, herbicide efficacy, herbicide resistance, HRAC group

Einleitung

Getreidebetonte Fruchtfolgen, pfluglose Bodenbearbeitung, Vorverlegung des Saattermins und einseitiger Herbizideinsatz sind Gründe für das verstärkte Auftreten von Ungräsern. KAMPE (1976) und KRÜCKEN (1976) berichten, dass für Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) in Wintergerste und Winterweizen besonders gute Entwicklungsbedingungen gegeben sind. Der „lichthungrige“ Acker-Fuchsschwanz keimt vorwiegend im Herbst (HOLM et al., 1997) und bevorzugt nährstoffreiche Böden (COLBACH et al., 2002; ANDERSSON und AKERBLOM ESBEY, 2009). Nach MOSS (1987), KÖTTER (1991) und MACHEFER et al. (1998) lassen sich die auf den Besatz mit Acker-Fuchsschwanz basierenden Ertragsverluste deutlich besser mit einer Herbstbehandlung ausgleichen als durch Maßnahmen im Frühjahr.

Acker-Fuchsschwanz gehört in den vier östlichen Bundesländern nur regional zu den Problemungräsern; er nimmt aber sowohl in der Verbreitung als auch in der Befallsstärke zu. In einigen Gebieten, insbesondere auf tonhaltigen humosen Böden, z.B. im Oderbruch (Land Brandenburg), sind Dichten von mehreren hundert Ähren je m² (einzelne Standorte bis zu 1500 Ähren/m²) zu verzeichnen. Auf solchen Standorten ist im Herbst die Befahrbarkeit häufig nicht gegeben, sodass die Maßnahmen zur Bekämpfung des Acker-Fuchsschwanzes erst im Frühjahr mit blattaktiven Herbiziden aus resistenzgefährdeten Wirkstoffgruppen erfolgen. Im Jahr 2015 wurden in Westsachsen Standorte mit über 1000 Pflanzen/m² registriert.

In mehreren Regionen Europas wurden in den letzten 30 Jahren verstärkt resistente Populationen von Acker-Fuchsschwanz nachgewiesen. In England sind vorwiegend Resistenzen gegenüber ACCase-Hemmern, gefolgt von Resistenz gegen ALS-Hemmer auffällig (MOSS et al., 2007). Eine Zunahme der Verdachtsflächen sowie der bestätigten ACCase- und ALS-Resistenzen ist auch in Frankreich (DÉLYE et al., 2007 und 2011) und Deutschland (PETERSEN, 2014; RAFFEL et al., 2014) zu beobachten. Der erste Nachweis einer multiplen Resistenz bei Acker-Fuchsschwanz gegenüber ACCase-Hemmern und PSII-Hemmern erfolgte in Deutschland im Jahr 1983. 2001 gelang der Resistenznachweis gegenüber ALS-Hemmern (HEAP, 2015). 2010 wurde eine multiple Resistenz gegenüber den Wirkstoffen Pinoxaden, Fenoxaprop, Mesosulfuron-Methyl, Chlortoluron und Isoproturon sowie erstmalig gegenüber Flufenacet registriert (HEAP, 2015).

Seit 2009 wird in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen aus der landwirtschaftlichen Praxis immer öfter über eine reduzierte Wirkung von Herbiziden gegenüber dem Acker-Fuchsschwanz berichtet. Die Pflanzenschutzdienste der Länder ließen im Rahmen der Ursachenermittlung erste Untersuchungen auf den Resistenzstatus durchführen. Im bundesdeutschen Vergleich ist die Anzahl der nachgewiesenen Herbizidresistenzen in diesen vier Ländern z.T. noch relativ gering (PETERSEN, 2014). Eine der Ursachen für die später auftretenden Resistenzen ist die noch bis Mitte der neunziger Jahre praktizierte vielgliedrige Fruchtfolge. In Verbindung mit einer Zunahme des Anteils an Winterungen und einer allgemein früheren Aussaat

findet der Acker-Fuchsschwanz optimale Entwicklungsbedingungen. Nach Einschätzung der Pflanzenschutzdienste werden im Mittel der Jahre ca. 60 – 70 % der Getreideflächen im Herbst gegen Ungräser und dikotyle Unkräuter behandelt.

Material und Methoden

Resistenzuntersuchungen

In den vier ostdeutschen Bundesländern wurden von den Pflanzenschutzdiensten seit 2010 Verdachtsproben von Acker-Fuchsschwanz-Standorten mit Minderwirkungen gegenüber Herbiziden auf ihren Resistenzstatus untersucht. Die Biotests und molekulargenetischen Analysen erfolgten in zertifizierten Laboren der Firmen PlantaLyf und EpiLogic.

Stetigkeit der mit Acker-Fuchsschwanz vergesellschafteten Unkrautarten

Um aus der Vielzahl der Herbizide die geeigneten Wirkstoffe gegen das Spektrum der häufigsten Unkrautarten auswählen zu können, sind Aussagen über deren Stetigkeit notwendig. Es wurden die unbehandelten Kontrollen der Streulageversuche der Bundesländer Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2000 bis 2015 zur Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz herangezogen. Dabei wurden bei der Auswertung nur Versuche berücksichtigt, bei welchen Acker-Fuchsschwanz in Vergesellschaftung mit anderen Unkrautarten bonitiert wurde. Insgesamt konnten 191 Versuche in die Auswertung einbezogen werden. Es ist zu beachten, dass nur solche Unkrautarten zur Bewertung der Stetigkeit herangezogen wurden, die bei der Frühjahrsbonitur in der unbehandelten Kontrolle einen Deckungsgrad je Art von über 5 % erreichten.

Versuchsdurchführung

Im Rahmen eines gemeinsamen Versuchsprogramms der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wurden in den Jahren von 2000 bis 2014 Herbizidvarianten in Wintergetreide auf die Wirksamkeit gegenüber Acker-Fuchsschwanz und den wichtigsten dikotylen Leitunkräutern geprüft. Durch eine gezielte Auswertung der Versuchsergebnisse sollten die Herbizide bzw. herbiziden Tankmischungen mit den höchsten Wirkungsgraden gegenüber Acker-Fuchsschwanz, entsprechend ihrer Eingruppierung nach HRAC, ermittelt werden. Nur in Ausnahmefällen wurden die Versuche auf Standorten mit resistenten Biotypen durchgeführt. Die Bodenarten der Versuchsstandorte differierten von IS, SL, sL, L bis LT. Der Einsatz der Herbizide erfolgte im Nachauflauf als Herbst- und/oder Frühjahrsbehandlung sowie als Einmalanwendung oder Spritzfolge. Mit den entsprechenden Behandlungen sollten sowohl Acker-Fuchsschwanz als auch die dikotylen Leitunkräuter wie *Centaurea cyanus* L., *Matricaria*-Arten, *Papaver rhoeas* L. oder der zunehmende Ausfallraps mit hohen Wirkungsgraden erfasst werden. Die Versuche wurden in Streulage als randomisierte Blockanlage mit 4 bzw. 3 Wiederholungen und einer Parzellengröße von ca. 20 m² angelegt. Ihre Durchführung erfolgte gemäß EPPO Richtlinie PP1/93 (3). In den Abschlussbonituren kurz vor der Ernte wurden die Acker-Fuchsschwanzähren/m² gezählt und mit den Werten der unbehandelten Kontrolle verglichen. Der Besatz schwankte zwischen 1 bis 3080 Ähren/m². Der durchschnittliche Besatz betrug 413 Ähren/m².

Zur Ermittlung des Einflusses der Acker-Fuchsschwanz-Besatzdichte auf die herbizide Wirksamkeit, wurden die Wirkungsgrade der Varianten drei Klassen zugeordnet, dabei wurde eine Einteilung der Besatzdichten von 1 bis 100, von 101 bis 500 und über 500 Ähren/m² vorgenommen. Es erfolgte eine Zusammenfassung der Versuchsvarianten zu Behandlungskonzepten entsprechend der HRAC-Einstufung sowie des Anwendungszeitpunktes. Weiterhin wurden herbizidgleiche Varianten mit verschiedenen Aufwandmengen ebenso zusammengefasst wie Soloapplikation des gräserwirksamen Herbizides und Tankmischungen mit verschiedenen Partnern zur Bekämpfung dikotyler Begleitunkräuter.

Die Darstellung der Wirkungsgrade erfolgte mit Hilfe von Boxplots. Der waagerechte Strich innerhalb der Boxen markiert den Median. Die größten Ausreißer (Minimum) wurden als Kreuze (Min. Outlier) gekennzeichnet. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die ausgewählten Herbizide und herbiziden Tankmischungen (Abb. 4 bis 8).

Tab. 1 Auswahl der geprüften Herbizidvarianten gegen Acker-Fuchsschwanz.

Tab. 1 Rates of herbicide used for the control of blackgrass.

Herbizid bzw. Tankmischung	AWM (l bzw. kg/ha)	Wirkstoffe (g/ha)	HRAC- Gruppe
Bodenwirkstoffe (HRAC: C, F, K, N), NA Herbst			
Cadou SC	0,5	250 Flufenacet	K3
Picona	2,0	640 Pendimethalin; 32 Picolinafen	K1; F1
Herold SC	0,5 - 0,6	100 - 120 Diflufenican; 200 - 240 Flufenacet	F1; K3
Boxer	2,0 - 3,0	1600 - 2400 Prosulfocarb	N
Herold SC	0,5	100 Diflufenican; 200 Flufenacet	F1; K3
Lentipur 700	1,0	700 Chlortoluron	C2
Bacara Forte	0,8	96 Diflufenican; 96 Flufenacet; 96 Flurtamone	F1; F1; K3
Cadou SC	0,4	200 Flufenacet	K3
Malibu	4,0	1200 Pendimethalin; 240 Flufenacet	K1; K3
Herold SC	0,3	60 Diflufenican; 120 Flufenacet	F1; K3
Malibu	4,0	1200 Pendimethalin; 240 Flufenacet	K1; K3
ALS-Hemmer + Bodenherbizide (HRAC: F, K, N), NA Herbst			
Ciral	0,025	4 Metsulfuron; 7,7 Flupyrulfuron	B
Boxer	2,0-3,0	1600 - 2400 Prosulfocarb	N
Lexus	0,02	9,3 Flupyrulfuron	B
Herold SC	0,4	80 Diflufenican; 160 Flufenacet	F1; K3
Lexus	0,015 - 0,02	6,9 - 9,3 Flupyrulfuron	B
Malibu	3,0	900 Pendimethalin; 180 Flufenacet	K1; K3
Lexus	0,02	9,3 Flupyrulfuron	B
Stomp SC* / Stomp Aqua	2,5 / 2,2	1000 Pendimethalin	K1
Lexus	0,02	9,3 Flupyrulfuron	B
Picona	2,5 - 3,0	800 - 960 Pendimethalin; 40 - 48 Picolinafen	K1; F1
Atlantis OD / Atlantis WG + FHS	0,9/ 0,3	1,8 Iodosulfuron; 9 Mesosulfuron	B
Herold SC	0,4	80 Diflufenican; 160 Flufenacet	F1; K3
Atlantis OD	0,9	1,8 Iodosulfuron; 9 Mesosulfuron	B
Stomp Aqua	2,2	1000 Pendimethalin	K1
Corello**	3,5	1099 Pendimethalin; 18,9 Pyroxsulam	K1; B
Dash (FHS)	1,2		
ACCCase-Hemmer + Bodenherbizide (HRAC: C, F, K), NA Herbst			
Traxos	1,2	26,4 Clodinafop; 30 Pinoxaden	A
Malibu	3,0	900 Pendimethalin; 180 Flufenacet	K1; K3
Topik 100	0,3	30 Clodinafop	A
Herold SC	0,4	80 Diflufenican; 160 Flufenacet	F1; K3
Topik 100	0,3	30 Clodinafop	A
Stomp SC*	2,5	1000 Pendimethalin	K1
Ralon Super	0,8 - 1,0	51 - 64 Fenoxaprop	A
Lentipur 700	2,5 - 3,0	1750 - 2100 Chlortoluron	C2
Ralon Super	0,8	51 Fenoxaprop	A
Stomp Aqua;	2,0	910 Pendimethalin	K1
Axial 50	0,9	45 Pinoxaden	A
Lentipur 700	2,5	1750 Chlortoluron	C2
Axial 50	0,9	45 Pinoxaden	A
Fenikan	1,5	750 Isoproturon; 94,5 Diflufenican	C2; F1

Herbizid bzw. Tankmischung	AWM (l bzw. kg/ha)	Wirkstoffe (g/ha)	HRAC- Gruppe
Axial 50	0,9	45 Pinoxaden	A
Herold SC	0,4 – 0,6	80 - 120 Diflufenican; 160 - 240 Flufenacet	F1; K3
Axial 50	0,9	45 Pinoxaden	A
Bacara Forte	0,8 – 1,0	96 - 120 Diflufenican; 96 - 120 Flufenacet, 96 - 120 Flurtamone	F1; F1 K3
Axial 50	0,9	45 Pinoxaden	A
Stomp Aqua	2,0	910 Pendimethalin	K1
ACCCase-Hemmer im Frühjahr			
Topik 100 (+ Partner Dikotyle)	0,4 – 0,6	40 – 60 Clodinafop	A
Topik 100	0,4	40 Clodinafop	A
Ciral	0,0125 – 0,025	2 Metsulfuron; 3,8 Flupyr sulfuron	B
Traxos (+ Partner Dikotyle)	1,2	26,4 Clodinafop; 30 Pinoxaden	A
Axial 50	1,2	60 Pinoxaden	A
Ralon Super (+ Partner Dikotyle)	1,2	76,3 Fenoxaprop	A
ALS-Hemmer im Frühjahr			
Broadway	0,22	15 Pyroxulam; 5 Florasulam	B
Broadway-Netzmittel	1,0		
Attribut (+ Partner Dikotyle)	0,1	66,3 Propoxycarbazone	B
Atlantis WG + FHS (+ Partner Dikotyle)	0,3+0,6	1,8 Iodosulfuron; 8,7 Mesosulfuron	B
Atlantis OD (+ Husar OD)	0,9 – 1,0 (0,08)	1,8 - 2 Iodosulfuron; 9 - 10 Mesosulfuron 7,4 Iodosulfuron	B B
Atlantis OD	0,9	1,8 Iodosulfuron; 9 Mesosulfuron	B
Ciral	0,0125	2 Metsulfuron; 3,8 Flupyr sulfuron	B
Sequenzapplikationen Herbst/ Frühjahr			
Herold SC;	0,4	100 Diflufenican; 200 Flufenacet	F1; K3
Ralon Super	0,8 – 1,0	51 – 64 Fenoxaprop	A
Herold SC;	0,4 – 0,6	80 - 120 Diflufenican; 160 - 240 Flufenacet	F1; K3
Axial 50	1,2	60 Pinoxaden	A
Herold SC;	0,6	120 Diflufenican; 240 Flufenacet	F1; K3
Atlantis OD	0,9	1,8 Iodosulfuron; 9 Mesosulfuron	B

AWM: Aufwandmenge; * Ende der Zulassung: 30.06.2009; ** Produkt noch nicht zugelassen

Ergebnisse

Bisher ermittelte Resistenzen in den vier Bundesländern

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der Resistenzuntersuchungen von 2010 bis 2014. In Brandenburg wurden im Mittel der Jahre 2011 – 2014 bei ca. 1/3 der von Verdachtsflächen beprobten Acker-Fuchsschwanzbiotypen Resistenzen festgestellt. Es dominierte die Resistenz gegen ALS-Hemmer. Bezüglich dieser Wirkmechanismusgruppe war primär der Wirkstoff Flupyr sulfuron betroffen. Als Resistenzmechanismus lagen sowohl Wirkortresistenzen (target-site-resistance, TSR) an der Position Pro197 als auch metabolische Resistenzen (non-target-site resistance, NTSR) vor. Die TSR gegenüber ACCCase-Inhibitoren beruhten auf Mutationen an den Positionen Trp/Cys2027 und Ile/Asn2041, die zu Minderwirkungen der Wirkstoffe Pinoxaden und Clodinafop führten. Es wurden sowohl Kreuzresistenzen als auch multiple Resistenzen ermittelt. Für zwei Biotypen lagen im Ergebnis der Untersuchungen multiple Resistenzen vor, die auf TSR gegen ALS-Hemmer und ACCCase-Hemmer zurückzuführen waren.

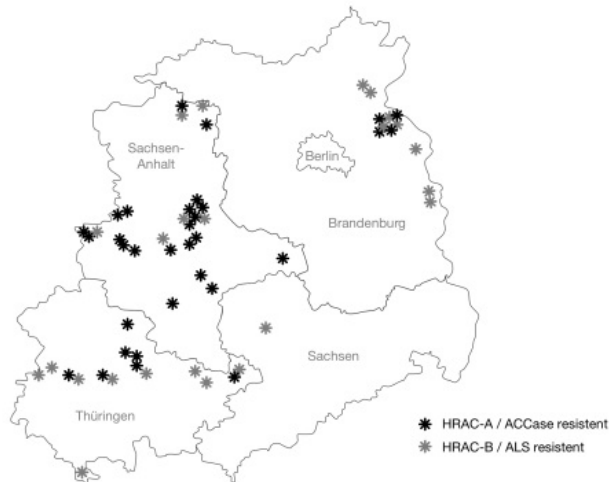


Abb. 1 Standorte mit nachgewiesenen ALS- und ACCase-Resistenzen bei Acker-Fuchsschwanz in den vier Bundesländern (Stand 2010-2014), ohne Isoproturon und Chlortoluron.

Fig. 1 Locations with confirmed cases of herbicide resistance of blackgrass in four federal states in Germany (2010-2014), without isoproturon and chlortoluron.

In Sachsen-Anhalt hat die Resistenz gegen ACCase-Hemmer mit einem Anteil von ca. 60 %, gefolgt von der Resistenz gegen ALS-Hemmer mit ca. 40 %, eine größere Bedeutung. Es konnten neben NTSR an einigen untersuchten Biotypen auch TSR gegen ACCase-Hemmer verschiedener Mutationstypen (Ile/Leu1781, Trp/Cys2027, Asp/Gyl2078) nachgewiesen werden, die in unterschiedlicher Frequenz auftraten. Zudem erfolgte bei vereinzelt Biotypen der Nachweis einer TSR gegen ALS-Hemmer. Es wurden sowohl multiple Resistenzen gegen ACCase-Hemmer als auch eine Kombination aus TSR ACCase- und NTSR ALS-Resistenz nachgewiesen.

In Thüringen sind etwa gleich viele ALS- und ACCase-Resistenzen bekannt. Es konnten einzelne Biotypen mit multiplen Resistenzen gegenüber Wirkstoffen der HRAC-Klassen A und B ermittelt werden.

Sachsen bildet eine Ausnahme, da bisher nur ein Einzelfall von ALS-Resistenz im Landkreis Leipzig gegenüber Flupyr-sulfuron nachgewiesen wurde.

Stetigkeit der mit Acker-Fuchsschwanz vergesellschafteten Unkrautarten

Die Abbildung 2 gibt einen Überblick über die mit Acker-Fuchsschwanz vergesellschafteten Unkrautarten im Zeitraum von 2000 bis 2015. Die Verbreitung der Arten in den vier Bundesländern unterscheidet sich abhängig vom Standort z.T. erheblich.

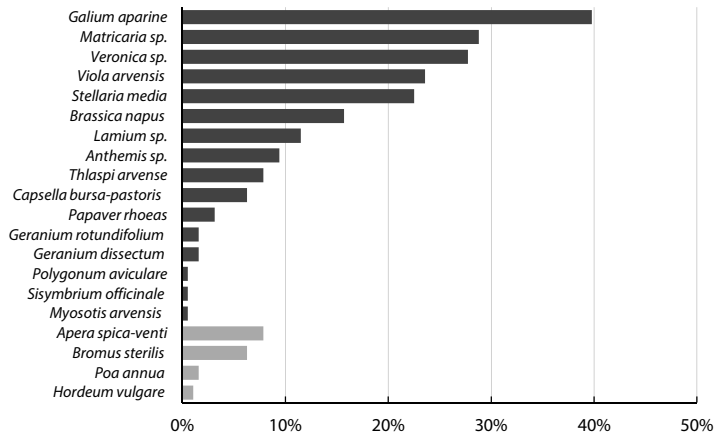


Abb. 2 Stetigkeit (%) der Unkrautarten, die mit Acker-Fuchsschwanz vergesellschaftet auf den 191 Standorten auftraten. Schwarz: zweikeimblättrige, grau: einkeimblättrige Unkräuter, Feldversuche 2000-2015.

Fig. 2 Frequency (%) of weeds associated with blackgrass on 191 trial sites, black: dicot weeds, gray: monocot weeds, field trials 2000-2015.

Galium aparine wurde auf 40 % der Acker-Fuchsschwanz-Versuchsstandorte in den vier Bundesländern nachgewiesen. Die brandenburgischen Versuche konzentrieren sich auf die Region Oderbruch, die geprägt ist von fruchtbaren tonhaltigen bindigen Böden mit Neigung zur Staunässe. *G. aparine* wurde dort mit fast 80 %, in Sachsen und Sachsen-Anhalt mit nur rund 20 % registriert. Auf jedem dritten Standort in den vier Bundesländern traten Kamille- und Ehrenpreisarten auf. *Stellaria media* und *Viola arvensis* wurden auf rund 25 % der Standorte gefunden. In Sachsen kommen diese Arten auf 40 % der Standorte vor. *Brassica napus* ist in den vier Bundesländern mit einer Stetigkeit von 16 % zu verzeichnen. In Sachsen kommt diese Art schon auf jeder dritten Fläche vor. Rund auf jedem zehnten Versuchsstandort der vier Bundesländer wurden *Anthemis* spp., *Lamium* spp., *Thlaspi arvense* und *Capsella bursa-pastoris* registriert. In Thüringen zeigt gegenwärtig *Anthriscus caucalis* eine Stetigkeit von 30 %. Von den einkeimblättrigen Unkrautarten wurden *Apera spica-venti* mit 8 %, gefolgt von *Bromus sterilis* mit 6 % und *Poa annua* mit 2 % auf den Versuchsstandorten nachgewiesen. *A. spica-venti* und *B. sterilis* sind in den vier Bundesländern unterschiedlich stark mit Acker-Fuchsschwanz vergesellschaftet. Im Land Brandenburg zeigten diese Arten die höchsten Stetigkeiten von über 20 % bzw. 30 %. Das vermehrte Auftreten von Ungräsern, insbesondere der Trepse, ist kausal auf die praktizierte pfluglose Bodenbearbeitung zurückzuführen.

Einfluss der Besatzdichte von Acker-Fuchsschwanz auf die herbizide Wirksamkeit

Abbildung 3 stellt einen Vergleich der Wirkungsgrade der verschiedenen Behandlungskonzepte in Abhängigkeit von der Besatzdichte des Acker-Fuchsschwanzes dar. Es wird deutlich, dass der Einsatz von Bodenherbiziden im Herbst, besonders bei einem mittleren (100 – 500 Ähren/m²) bis hohen Besatz (> 500 Ähren/m²) mit Acker-Fuchsschwanz, meist nicht ausreicht. Sehr hohe Wirkungsgrade (Median: 98 – 99 %) konnten mit der Herbstapplikation von Kombinationen aus einem bodenwirksamen Herbizid und Wirkstoffen der HRAC-Gruppen B bzw. A sowie mit

herbiziden Wirkstoffen der HRAC Gruppe A im Frühjahr erzielt werden. Nach Applikation von ALS-Hemmern (HRAC: B) im Frühjahr ohne Herbstvorlage konnten ebenfalls hohe Wirkungsgrade erzielt werden, die Streuung der Ergebnisse ist jedoch wesentlich breiter. Bei einem mittleren Besatz mit Acker-Fuchsschwanz wurden durch Spritzfolgen mit einer Vorlage eines bodenwirksamen Herbizides im Herbst und einer Frühjahrsapplikation blattaktiver Wirkstoffe der HRAC Gruppe A oder B für 75 % der Versuchsergebnisse Wirkungsgrade ≥ 97 % erreicht.

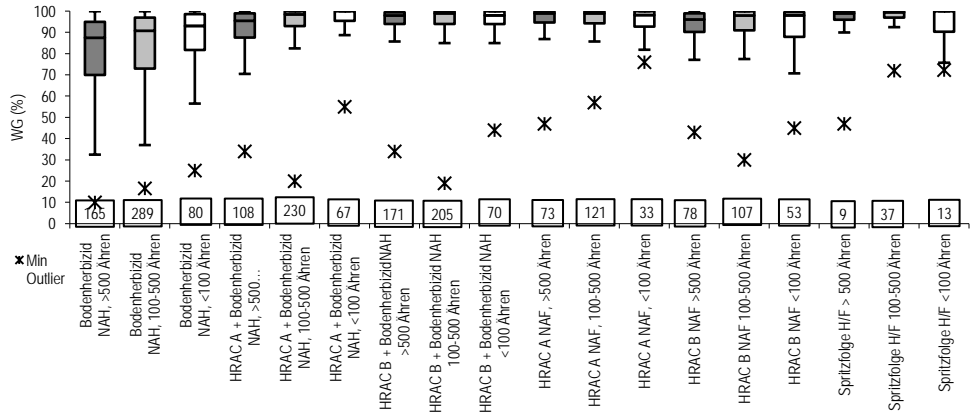


Abb. 3 Wirkung verschiedener Behandlungskonzepte (%) in Abhängigkeit von der Ähren-Besatzdichte von Acker-Fuchsschwanz (Anzahl/m²). Farbe dunkelgrau: > 500, hellgrau: 100 – 500, weiß < 100 Ähren/m², Aufwandmengen in l bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse.

Fig. 3 Efficacy of herbicide treatments (%) for control depending on blackgrass head density (number/m²), darkgray: > 500, gray: 100 – 500, white < 100 heads, application rates in l or kg/ha, figures in square = no. of values.

Im Vergleich ausgewählter Varianten der Herbstapplikation von bodenwirksamen Herbiziden (Abb. 4) wurden mit den Tankmischungen Bacara Forte + Cadou SC sowie Boxer + Herold SC die höchsten Wirkungsgrade erzielt. Der Median der Wirkungsgrade der Variante Boxer + Herold SC beträgt 95 %. Die Kombination von 0,3 l/ha Herold SC mit 4,0 l/ha Malibu erreichte annähernd die gleichen Wirkungsgrade mit ähnlicher Streuung.

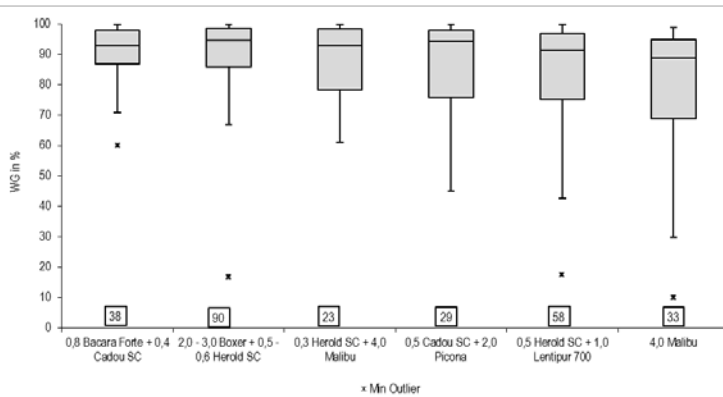


Abb. 4 Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC Gruppen C, F, K und N mit ausschließlicher Bodenwirkung bei Herbstapplikation gegen Acker-Fuchsschwanz, Aufwandmengen der Herbizide in l. bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse.

Fig. 4 Efficacy of herbicides (%) of HRAC groups C, F, K and N for autumn application against blackgrass, herbicide use rates in l or kg/ha, figures in square = no. of values.

Die Herbstapplikationen von Kombinationen bodenwirksamer Herbizide der HRAC Gruppen F, K oder N mit graminiziden Wirkstoffen der HRAC Gruppe B (Abb. 5) führten in den dargestellten Varianten zu einer sehr guten Wirkung gegenüber Acker-Fuchsschwanz. Der Median der Wirkungsgrade der vorliegenden Varianten liegt bei mindestens 97 %. Die geringen Streuungen bestätigen die sichere Wirkung dieser Herbizidkombinationen.

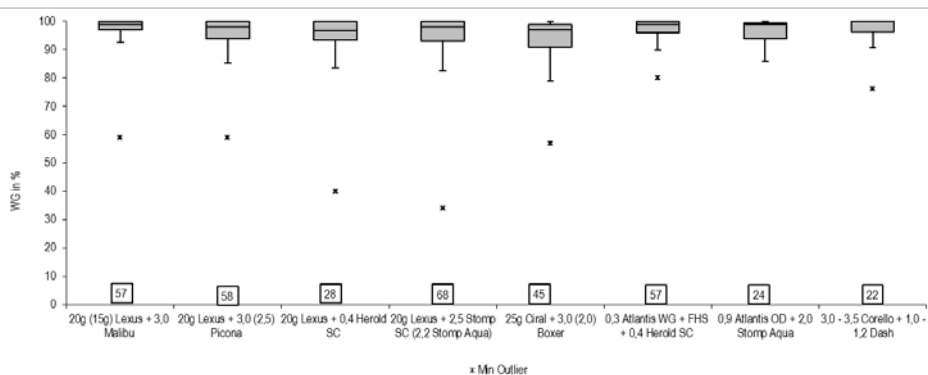


Abb. 5 Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC Gruppe B in Tankmischung mit Wirkstoffen der HRAC Gruppen F, K und N bei Herbstapplikation gegen Acker-Fuchsschwanz, Aufwandmengen der Herbizide in l. bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse.

Fig. 5 Efficacy (%) of herbicides of HRAC group B in combination with herbicides of HRAC groups F, K and N for autumn application against blackgrass, herbicide use rates in l or kg/ha, figures in square = no. of values.

Abbildung 6 zeigt die Wirkungsgrade ausgewählter Kombinationen von Herbiziden der HRAC Gruppen C, F und K mit Wirkstoffen der HRAC Gruppe A. Mit der Applikation der Tankmischung 1,2 l/ha Traxos + 3,0 l/ha Malibu konnten in 26 der 30 Versuche Wirkungsgrade > 99 % erzielt werden. Die Wirkung der Tankmischungen mit Fenoxaprop (Ralon Super) unterliegt im Vergleich zu den übrigen eingesetzten Tankmischungen einer größeren Streuung.

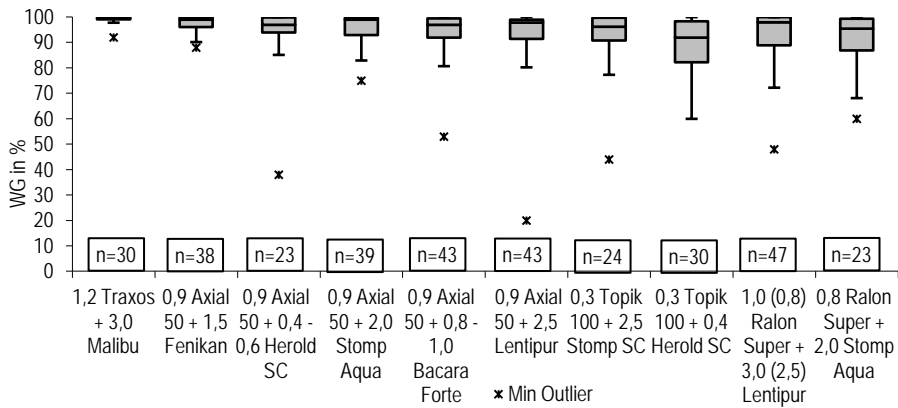


Abb. 6 Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC Gruppe A in Tankmischung mit Wirkstoffen der HRAC Gruppen C, F und K bei Herbstapplikation gegen Acker-Fuchsschwanz, Aufwandmengen der Herbizide in l bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse.

Fig. 6 Efficacy of herbicides (%) of HRAC group A in combination with herbicides of HRAC groups C, F and K for autumn application against blackgrass, herbicide use rates in l or kg/ha, figures in square = no. of values.

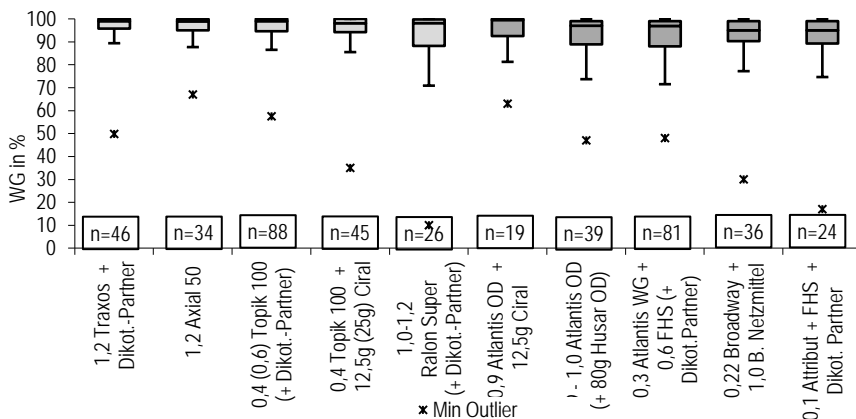


Abb. 7 Wirkung von Herbizidvarianten (%) der HRAC-Gruppe A (Boxplots hellgrau) und B (Boxplots dunkelgrau) bei der Applikation im Frühjahr gegen Acker-Fuchsschwanz, Aufwandmengen der Herbizide in l bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse.

Fig. 7 Efficacy of herbicides (%) of HRAC group A (boxplots lightgray) and B (boxplots darkgray) at spring application against blackgrass, herbicide rates in l or kg/ha, figures in square = no. of values.

Die Abbildung 7 stellt einen Vergleich der Wirkungsgrade verschiedener Herbizide mit HRAC-Einstufung A bzw. B nach Applikation im Frühjahr dar. Der Median aller Varianten liegt zwischen 95 % und 99 %. Inwieweit die als Kreuze dargestellten Ausreißer auf Resistenzen zurückzuführen sind, ist nicht mehr nachvollziehbar. Besonders für die Wirkung der ALS-Hemmer wird deutlich, dass im Vergleich zu einer Herbstanwendung in Kombination mit einem bodenwirksamen Produkt die Frühjahrspannungen zu einer größeren Streubreite der Ergebnisse führen.

Abbildung 8 verdeutlicht die sehr guten Wirkungsgrade von Sequenzapplikationen. Die drei Spritzfolgen mit einer Vorlage von Herold SC im Herbst und einer Anwendung von Ralon Super, Axial 50 bzw. Atlantis OD im Frühjahr zeichnen sich durch hohe Wirkungsgrade mit Medianen von 98 % - 100 % aus. Die breite Streuung der Wirkungsgrade von Ralon Super, die sowohl für die

Herbst- als auch für die Frühjahrsapplikation (Abb. 5 und 6) beobachtet wurde, wird in der Anwendung als Spritzfolge nicht bestätigt.

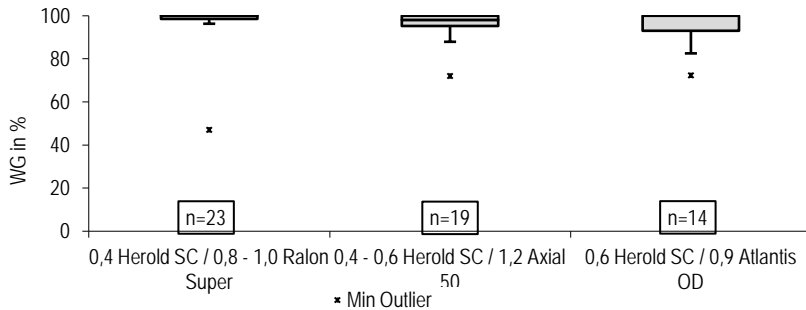


Abb. 8 Wirkung von Sequenzapplikationen (%) eines Bodenherbizides im Herbst und eines blattaktiven Herbizides im Frühjahr gegen Acker-Fuchsschwanz, Aufwandmengen der Herbizide in l bzw. kg/ha, Zahl im Kasten = Anzahl der Ergebnisse.

Fig. 8 Efficacy of herbicide sequences (%) using soil active herbicide (%) in autumn and leave active herbicide in spring against blackgrass, herbicide rates in l or kg/ha, figures in square = number of values.

Einfluss des Behandlungstermines auf die Bekämpfungsleistung und Ertrag

In mehrjährigen Streulageversuchen in Sachsen im Herbst oder im Frühjahr wurde 0,3 kg/ha Atlantis WG + 0,6 l/ha FHS eingesetzt (Abb. 9). Im Vergleich der Herbst- und Frühjahrsbehandlungen beträgt die Differenz zwischen den durchschnittlichen Mehrerträgen zu Unbehandelt 6,7 dt/ha. Die Bekämpfungserfolge unterscheiden sich durch den Herbst- oder Frühjahrseinsatz praktisch nur um wenige Prozente.

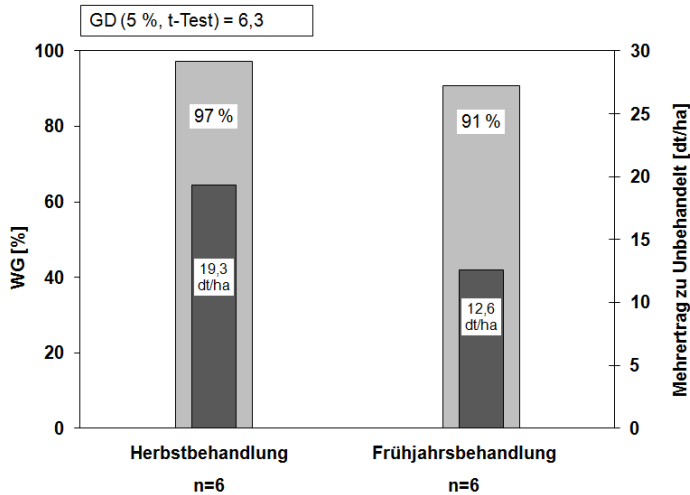


Abb. 9 Einfluss von Herbst- oder Frühjahrsbehandlungen von 0,3 l/ha Atlantis WG + 0,6 l/ha FHS auf die Bekämpfungsleistung und den Ertrag, Winterweizen, Versuchsjahre 2002 -2004, 2006-2007, n = Anzahl der Ergebnisse, Quelle: MEINLSCHMIDT und BÄR (2009).

Fig. 9 Impact of single autumn and spring applications of 0.3 l/ha Atlantis WG + 0.6 l/ha on herbicide efficacy and on crop yield, winter wheat, field trials 2002 -2004, 2006-2007, n = number of values, source: MEINLSCHMIDT and BÄR (2009).

Diskussion

Die Ergebnisse konnten den von GEHRING und THYSSEN (2014) beschriebenen Zusammenhang der Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz in Abhängigkeit von dessen Besatzdichte nur zum Teil bestätigen. Insbesondere nach der Anwendung von bodenwirksamen Herbiziden im Herbst nahm die Bekämpfungsleistung mit steigender Besatzdichte immer mehr ab. In den übrigen Behandlungskonzepten wirkte sich die Acker-Fuchsschwanz-Dichte nur unwesentlich auf die Bekämpfungseffektivität aus.

Nach Ausführungen von MEYER (1986) entstehen auf stärker verunkrauteten Flächen bereits bis zum Frühjahr durch Ungraskonkurrenz hohe Ertragseinbußen bei Weizen. Die sächsischen Versuche mit Ertragsermittlung (MEINLSCHMIDT und BÄR, 2009) konnten die Ergebnisse von MEYER (1986) bestätigen. Die relativen Ertragsleistungen bei der Herbst- bzw. Frühjahrsbehandlung lagen bei 149 bzw. 130 %. Selbst durch sichere Bekämpfungsmaßnahmen im Frühjahr können die Ertragseinbußen nicht mehr verhindert werden. Auf Flächen mit starkem Acker-Fuchsschwanzbesatz sollte deshalb eine Bekämpfung bereits im Herbst erfolgen. Im Jahr 2003 konnten zwischen Herbst- und Frühjahrsbehandlungen Unterschiede bei Mehrerträgen (188 bzw. 142 %) und bei den Wirkungsgraden (90 bzw. 48 %) ermittelt werden. Extreme Trockenheit im Frühjahr und eine niedrige relative Luftfeuchte zwischen 30 und 55 % über einen längeren Zeitraum führten zu einer verringerten Wirkstoffaufnahme. Die milden klimatischen Bedingungen im Winter begünstigen das Wachstum von Acker-Fuchsschwanz-Pflanzen, was zu Wirkungsminderungen der Frühjahrsbehandlungen führen kann.

Die Bewertung verschiedener Behandlungskonzepte im Versuchsprogramm zeigt eine Minderwirkung der über den Boden wirkenden Herbizidkombinationen im Vergleich zu Tankmischungen mit blattaktiven Wirkstoffen. Mit Einmalbehandlungen im Herbst konnten nur befriedigende oder nicht mehr ausreichende Wirkungsgrade erzielt werden (Abb. 4). Bei ca. 75 % dieser bodenaktiven Herbizidvarianten wäre in der Praxis eine Nachbehandlung erforderlich, um wirtschaftliche Verluste zu minimieren. Im Vergleich der Behandlungsverfahren erzielten Tank-

mischungen, die über boden- und blattwirksame Wirkstoffe verfügten, auch bei starkem Besatz mit Acker-Fuchsschwanz die besten Bekämpfungsleistungen. Die Ergebnisse bestätigen die Aussagen von MOSS (2007), GEHRING et al. (2012) sowie GEHRING und THYSSEN (2014). Die im Herbst applizierten Tankmischungen von Herbiziden der Gruppe F, K1 und K3 mit den Herbiziden der Gruppe A bzw. B sind in ihrer Bekämpfungsleistung vergleichbar. Die Untersuchungen bestätigen die Feststellung, dass die Wirkungssicherheit durch den Einsatz in Spritzfolgen aus einer Herbstbehandlung und einer Frühjahrsbehandlung im Vergleich zur einmaligen Applikation erhöht wird (Abb. 8).

Der Einsatz der weniger resistenzgefährdeten Wirkstoffe mit den HRAC-Einstufungen K1, K3 und F1 kann der Selektion von resistenten Biotypen weitgehend entgegenwirken. Nach den Einschätzungen der zuständigen Pflanzenschutzdienste der in der Abbildung 1 dargestellten Länder ist gegenwärtig davon auszugehen, dass herbizidresistente Biotypen bzw. Populationen von Acker-Fuchsschwanz auf deutlich unter 1 % der Wintergetreideanbaufläche vorkommen. Zwischen Windhalm und Acker-Fuchsschwanz bestehen bei den bisher nachgewiesenen resistenten Biotypen große Unterschiede bezüglich der Häufigkeit der einzelnen Wirkmechanismen. Während bei Windhalm bisher vorwiegend der Wirkmechanismus der ALS-Hemmer (HRAC-Gruppe B) oder der Photosynthese II (HRAC-Gruppe C) betroffen ist (SCHRÖDER et al., 2012), steht bei Acker-Fuchsschwanz stärker der Wirkmechanismus der ACCase (HRAC-Gruppe A) im Vordergrund. Diese Tendenz kann für Sachsen-Anhalt bestätigt werden. In Thüringen und Brandenburg wurden überwiegend Resistenzen gegenüber Wirkstoffen der HRAC-Einstufung B nachgewiesen. In Sachsen ist zzt. nur ein resistenter Biotyp bekannt. Aufgrund der allgemein geringeren Nachweise von resistenten Biotypen von Acker-Fuchsschwanz in den vier östlichen Bundesländern (MEINLSCHMIDT und TÜMLER, 2015) im Vergleich zu den westlichen Bundesländern (PETERSEN, 2014) besteht noch die Möglichkeit, durch effektive Antiresistenzstrategien die weitere Selektion dieser Biotypen zumindest hinauszuzögern.

Im Rahmen des Resistenzmanagements sollten die Tankmischungen von boden- und blattaktiven Wirkstoffen mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus im Herbst oder die Spritzfolgen eines bodenaktiven Herbizides im Herbst, gefolgt von einem blattaktiven Herbizid im Frühjahr, zur Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz favorisiert werden. Auf Standorten, auf welchen bereits resistente Biotypen auftreten, sind diese Maßnahmen nicht zielführend. Eine Resistenzentwicklung bei Acker-Fuchsschwanz kann allein durch ein sachgerechtes Herbizidmanagement nicht verhindert werden (BALGHEIM, 2006 und 2009; JKI, 2008; MEINLSCHMIDT und SCHRÖDER, 2011). Ackerbauliche Maßnahmen, wie vielgliedrige Fruchtfolgen, spätere Saattermine und die Bodenbearbeitung mit Pflugeinsatz (KNAB und HURLE, 1988) müssen in das Anti-Resistenzmanagement integriert werden. Ziel dieser Maßnahmen ist eine Reduzierung der Ungrasdichte und somit auch der Selektionswahrscheinlichkeit von Resistenz durch nachfolgende Herbizideinsätze (PETERSEN, 2015). Nach LUTMAN et al. (2013) reduzierte der Einsatz des Pfluges die Population von Acker-Fuchsschwanz im Durchschnitt um ca. 70 % im Vergleich zur pfluglosen Bodenbearbeitung. Spätere Saattermine im Oktober reduzierten den Acker-Fuchsschwanz-Besatz um ca. 50 %. Beim Anbau konkurrenzstarker Sorten wurde eine Reduktion ährentragender Halme um 22 % erreicht. Da in absehbarer Zeit nicht damit zu rechnen ist, dass neue Wirkstoffgruppen zur Gräserbekämpfung zur Verfügung stehen werden, muss auf Standorten mit einem erhöhten Besatz an resistenten Biotypen, auf denen trotz ackerbaulicher Maßnahmen keine Reduzierung auf ein wirtschaftliches Niveau erreicht werden kann, über einen Verzicht des Anbaus von Winterkulturen über einen längeren Zeitraum nachgedacht werden.

Literatur

- ANDERSSON, L. und L. AKERBLUM ESPEBY, 2009: Variation in seed dormancy and light sensitivity in *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti*. *Weed Research* **49**, 261-270.
- BALGHEIM, R.: 2006: Ackerfuchsschwanz: Herbizidresistenz verhindern und Wirkstoffe erhalten. *Getreidemagazin* **4**, 228-233.
- BALGHEIM, R., 2009: Ungräser - immer mehr Resistenzen. DLG Mitteilungen. Sonderdruck aus DLG Mitteilungen **9**.

27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig

- COLBACH, N, B. CHAUVEL, C. DÜRR und G. RICHARD, 2002: Effect of environmental conditions on *Alopecurus myosuroides* germination. I Effect of temperature and light. *Weed Research* **42**, 210-221.
- DÉLYE, C., Y. MENCHARI, J.P. GUILLEMIN, A. MATĚJČEK, S. MICHEL, C. CAMILLERI und B. CHAUVEL, 2007: Status of black grass (*Alopecurus myosuroides*) resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in France. *Weed Research* **47**, 95-105.
- DÉLYE, C., J. A.C. GARDIN, K. BOUCANSAUD, B. CHAUVEL und C. PETIT, 2011: Non-target-site-based resistance should be the centre of attention for herbicide resistance research: *Alopecurus myosuroides* as an illustration. *Weed Research* **51**, 433-437.
- GEHRING, K. und S. THYSSEN, 2014: Herbizideinsatz gegen schwer bekämpfbaren, herbizidresistenten Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) in Winterweizen (*Triticum aestivum* L.). *Julius-Kühn-Archiv* **443**, 311-319.
- GEHRING, K., R. BALGHEIM, E. MEINLSCHMIDT und C. SCHLEICH-SAIDFAR, 2012: Prinzipien einer Anti-Resistenzstrategie bei der Bekämpfung von *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* aus Sicht des Pflanzenschutzdienstes. *Julius-Kühn-Archiv* **434**, 89-101.
- HEAP, I.M., 2015: International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org. Last Accessed Oktober 25, 2015.
- HOLM, L., J. DOLL, E. HOLM, J. PANCHO und J. HERERGER, 1997: *Alopecurus myosuroides*. In: *World weeds: natural Histories and Distribution*. Chapter 5, pages 29-36. Publisher: John Wiley.
- JKI – JULIUS KÜHN INSTITUT, 2008: JKI-Informationsblatt: Acker-Fuchsschwanz. Herbizidresistenzen vermeiden. Wirkstoffe erhalten. JKI.
- KAMPE, W., 1976: Zur Auflaufndynamik von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) und Windhalm (*Apera spica-venti*) in der Pfalz 1970-1974. *Gesunde Pflanzen* **27**, 133-138.
- KNAB, W. und K. HURLE, 1988: Einfluß der Grundbodenbearbeitung auf Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft XI*, 97-108.
- KÖTTER, U., 1991: Zur Biologie von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) und dessen Konkurrenzbeziehungen zu Winterweizen. *Gesunde Pflanzen* **43**, 179-184.
- KRÜCKEN, A., 1976: Ackerfuchsschwanz – noch das gefürchtetste Ackergras? *Gesunde Pflanzen* **12**, 259-264.
- LUTMAN, P.J.W., S. R. MOSS, S. COOK und S.J. WELHAM, 2013: A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* **53**, 299-313.
- MACHEFER, G., W. BENZ, M. WEGENER und R. TRAPP, 1998: Zusammenfassung zwischen Ackerfuchsschwanzbekämpfung und Ertragsleistung in Wintergetreide. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft XVI*, 345-349.
- MEYER, J., 1986: Ackerfuchsschwanzbekämpfung in Wintergetreide in der schleswig-holsteinischen Marsch. *Gesunde Pflanzen* **10**, 464.
- MEINLSCHMIDT, E. und H. BÄR, 2009: Ackerfuchsschwanzbekämpfung. Ergebnisse des Versuchsprogramms der Länder Brandenburg, Hessen, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen. *Getreidemagazin* **1**, 26-29.
- MEINLSCHMIDT, E. und G. SCHRÖDER, 2011: Damit es nicht soweit kommt – Herbizidresistenzen. *DlZ Agrarmagazin Pflanzenbau* **2**, 2-5.
- MEINLSCHMIDT, E. und C. TÜMMLER, 2015: Das Prinzip der Vorbeugung. *DLG Mitteilungen* **9**, 50-53.
- MITTNACHT, A. und A. KEMMER, 2000: Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) und Klettenlabkraut (*Galium aparine* L.) in Wintergetreide. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft XVII*, 439-446.
- MOSS, S.R., 1987: Competition between black-grass (*Alopecurus myosuroides*) and winter wheat. *Proceedings of the British Crop Protection Conference* **2**, 367-374.
- MOSS, S. R., S.A.M. PERRYMAN und L. V. TATNELL, 2007: Managing herbicide-resistant blackgrass (*Alopecurus myosuroides*): theory and practice. *Weed Technology* **21**, 300-309.
- PETERSEN, J., 2014: Einfluss von Sequenzbehandlungen auf die Herbizidresistenzentwicklung bei *Alopecurus myosuroides*. *Julius-Kühn-Archiv* **447**, 102.
- PETERSEN, J., 2015: Einfluss von Sequenzbehandlungen auf die Herbizidresistenzentwicklung bei Ackerfuchsschwanz. *Getreidemagazin* **4**, 17-21.
- RAFFEL, H., I. MEINERS und C. KRATO, 2014: Aktuelle Situation zur Herbizidresistenz bei Ungräsern und Konsequenzen für die Praxis. *Julius-Kühn-Archiv* **447**, 133.
- SCHRÖDER, G., E. MEINLSCHMIDT, R. BALGHEIM, E. BERGMANN und K. GÖSSNER, 2012: Effektive Kontrolle von Windhalm (*Apera spica-venti*) in Wintergetreide durch Nutzung von Herbizidbehandlungen mit hohen Wirkungsgraden – Ergebnisse der Ringversuche der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2001-2011. *Julius-Kühn-Archiv* **434**, 301-312.