

## **Prinzipien einer Anti-Resistenzstrategie bei der Bekämpfung von *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* aus Sicht des Pflanzenschutzdienstes**

*Principles of resistance management for the control of *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti* in the view of the official plant protection service*

Klaus Gehring<sup>1\*</sup>, Rolf Balgheim<sup>2</sup>, Ewa Meinschmidt<sup>3</sup> & Constanze Schleich-Saidfar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, D-85354 Freising-Weihenstephan

<sup>2</sup>Regierungspräsidium Gießen, Pflanzenschutzdienst, Am Versuchsfeld 17, D-34128 Kassel

<sup>3</sup>Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Stübelallee 2, D-01307 Dresden

<sup>4</sup>Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Am Kamp 15-17, 24768 Rendsburg

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

DOI: 10.5073/jka.2012.434.010

### **Zusammenfassung**

Ackerfuchsschwanz und Windhalm gehören zu den wichtigsten Leitungsräsern im Ackerbau. Bei beiden Leitungsräserarten ist seit mehreren Jahren eine Zunahme von herbizidresistenten Biotypen bzw. Populationen vorhanden. Neben der Beachtung von ackerbaulichen Maßnahmen ist ein angepasstes Herbizidmanagement für die Verhinderung und Begrenzung der Resistenzentwicklung unverzichtbar. Dem Pflanzenschutzdienst kommt bei der Definition von geeigneten Anti-Resistenzstrategien mit einem sachgerechten Herbizidmanagement eine entscheidende Funktion als neutrale und unabhängige Institution zu. In dem Vortrag werden grundlegende Empfehlungen und Prinzipien für die Anwendung sachgerechter Ackerbautechniken und für die Umsetzung eines spezifischen Herbizidmanagements zur Resistenzvermeidung vorgestellt. Hierbei wird auf spezifische Aspekte bei der Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz und Windhalm in den unterschiedlichen Ackerbauregionen Deutschlands eingegangen. Die vorgestellten Konzepte sollen auch als Orientierung und Beratungsgrundlage für die Fachberatung der Pflanzenschutzmittelindustrie und des landwirtschaftlichen Handels dienen.

**Stichwörter:** Ackerfuchsschwanz, Gute Fachliche Praxis, Herbizidresistenz, Resistenz-management, Unkrautbekämpfung, Windhalm

### **Summary**

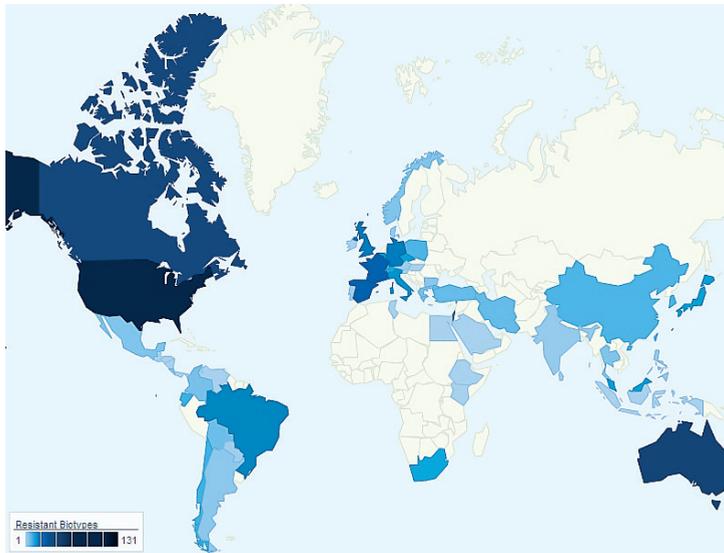
*Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti* are the most important grass weeds on arable land. For many years, these grass species have shown a development of herbicide resistant biotypes and populations. Appropriate field techniques and herbicide control are absolutely essential for the prevention and limitation of resistance development. The official plant protection service has an decisive task as a neutral and independent institution for suitable anti-resistance strategies based on herbicide management. Basic recommendations and principles are presented for appropriate cropping strategies and the implementation of suitable, specific herbicide management techniques for the avoidance of resistance. Specific aspects of the control of *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti* in different regions of Germany are discussed. The presented concepts are the basis for advice for the plant protection industry and the agricultural trade.

**Key words:** Best management practice, black-grass, herbicide resistance, loose silky-bent, resistance management, weed control

### **1. Einleitung**

Das Phänomen der Resistenz von Schaderregern gegenüber eingesetzten Pflanzenschutzmitteln wurde bei Insekten, Pilzen und Bakterien wesentlich früher als bei Unkräutern festgestellt. Die aktuelle Verteilungshäufigkeit von herbizidresistenten Unkräutern zeigt eine Konzentration der Problematik auf Länder mit intensivem Ackerbau, aber auch einseitigem Herbizideinsatz. Auf der Internetplattform „WeedScience.org“ sind weltweit 365 herbizidresistente Unkrautbiotypen bei 200 verschiedenen Arten dokumentiert. Hinsichtlich der betroffenen Herbizide sind Präparate aus der Gruppe der Triazine, der ACCase-Hemmer, der ALS-Hemmer und der Wirkstoff Glyphosate von größter Bedeutung (HEAP, 2011). Obwohl für das Auftreten einer Herbizidresistenz eine artspezifische Prädisposition einzelner Unkräuter ausschlaggebend ist, kann die Art und Intensität des Herbizideinsatzes als treibende Kraft für die Selektion herbizidresistenter Biotypen betrachtet

werden. Ein aktuelles Beispiel für diesen auf Aktion und Reaktion basierenden Prozess ist die dynamische Resistenzentwicklung gegenüber Glyphosat. Die seit dem Jahr 2000 bei 21 Unkrautarten festgestellte Glyphosat-Resistenz konzentriert sich im Wesentlichen auf Nord- und Südamerika in Ländern mit entsprechend intensivem Anbau von herbizidresistenten Kulturen (HEAP, 2011).



**Abb.1** Herbizidresistente Unkräuter weltweit 2011 (online Quelle: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)).

**Fig. 1** *Herbicide resistant weeds globally 2011* (online source: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)).

Das höchste Resistenzrisiko besteht offensichtlich hinsichtlich Fruchtfolge und Herbizideinsatz besonders in monotonen Anbausystemen. Auch der erste in Deutschland dokumentierte Fall von Herbizidresistenz bei *Stellaria media* gegenüber Atrazin (KEES, 1978) ist auf den langjährigen und intensiven Einsatz von Atrazin im Maisanbau zurückzuführen. Die in den Jahren 1980 bis 1988 berichteten Fälle von Herbizidresistenz bei verschiedenen dikotylen Unkräutern und bei *Poa annua* charakterisieren die erste praxisrelevante Resistenzproblematik aufgrund des exzessiven Triazin- bzw. Atrazin-Einsatzes im Maisanbau (KEES, 1988). Aktuell sind auf der Internet-Plattform „WeedScience.org“ für Deutschland 27 Resistenzfälle bei 18 verschiedenen Unkrautarten registriert (HEAP, 2011). Das absolute Hauptproblem in der Anbaupraxis ist hierbei die Herbizidresistenz bei *Alopecurus myosuroides* (Ackerfuchsschwanz) und *Apera spica-venti* (Windhalm). Beide Arten gehören zu den wichtigsten Leitungsgräsern im deutschen Ackerbau. Aufgrund eines ökonomisch getriebenen Trends zu vereinfachten Fruchtfolgen mit einem hohen Wintergetreideanteil, reduzierter Bodenbearbeitung und zunehmend überbetrieblicher Erntetechnik ist, insbesondere bei Ackerfuchsschwanz, eine Ausbreitung der Befallsflächen und Erhöhung der Besatzdichten feststellbar. Im konventionellen Ackerbau ist eine effektive chemische Bekämpfung beider Ungräser mit einem Wirkungsgrad der eingesetzten Herbizide von mindestens 97 – 98 % erforderlich, um die Ungraspopulation nachhaltig kontrollieren zu können und das standortspezifische Ertragspotenzial im Getreidebau nicht zu gefährden. Das zunehmende Auftreten von herbizidresistenten Biotypen bzw. Populationen bei beiden Ungräsern gegenüber Herbiziden aus der Gruppe der ACCase-, ALS- und PS-II-Hemmer ist eine ernsthafte Gefährdung für den nachhaltig ökonomischen Ackerbau. Die in Tabelle 1 dargestellten Resistenzfälle können als „Spitze des Eisbergs“ betrachtet werden.

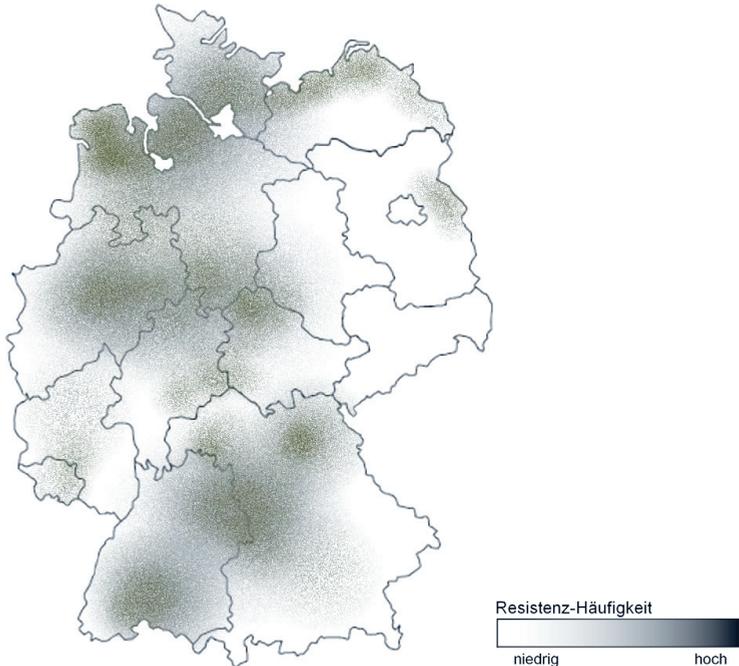
**Tab. 1** Herbizidresistenz bei Ungräsern in Deutschland.**Tab. 1** *Herbicide resistant grass weeds in Germany.*

Nr.	Art	Bezeichnung	Jahr	Wirkmechanismus*					Herbizide
				A	B	C1	C2	K3	
1	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Acker-Fuchsschwanz	1983	●			●		Chlorotoluron, Fenoxaprop-P, Isoproturon
2			2001		●				Flupyrsulfuron
3			2003	●					Clethodim, Cycloxydim, Fenoxaprop-P, Fluazifop-P
4			2007	●	●		●	●	Chlorotoluron, Fenoxaprop-P, Flufenacet, Isoproturon, Mesosulfuron, Pinoxaden
5			2009	●	●				Cycloxydim, Fenoxaprop-P, Flupyrsulfuron, Mesosulfuron, Pinoxaden
6	<i>Apera spica-venti</i>	Windhalm	1997				●		Isoproturon
7			2005		●				Sulfosulfuron
8			2008		●				Chlorsulfuron, Flupyrsulfuron, Iodosulfuron, Mesosulfuron, Pyroxsulam, Sulfometuron, Sulfosulfuron
9			2009	●	●		●		Fenoxaprop-P, Iodosulfuron, Isoproturon, Pinoxaden, Sulfosulfuron
10			2010	●	●		●		Iodosulfuron, Isoproturon, Mesosulfuron, Pinoxaden, Pyroxsulam, Sulfosulfuron
11	<i>Lolium perenne</i>	Deutsches Weidelgras	2008	●	●				Iodosulfuron, Pinoxaden, Pyroxsulam
12			2010	●	●			●	Flufenacet, Iodosulfuron, Mesosulfuron, Pinoxaden, Pyroxsulam
13	<i>Poa annua</i>	Einjährige Rispe	1980				●		Atrazin

Quelle: www.weedscience.org

\* = Klassifikation nach HRAC (Herbicide Resistance Action Committee): A = ACCase-Hemmer = Hemmung der Acetyl-CoA-Carboxylase; B = ALS-Hemmer = Hemmung der Acetolactat-Synthase; C1 = Photosystem II-Hemmer; C2 = Harnstoffderivate als PS-II-Hemmer; K3 = Zellteilungshemmer

In unterschiedlichen Monitoring-Programmen der Pflanzenschutzmittelindustrie, der Forschung und des Pflanzenschutzdienstes werden bei rund 75 % der Verdachtsproben von Ackerfuchsschwanz und bei ca. 30 % der Windhalmproben Herbizidresistenzen festgestellt. Bei Ackerfuchsschwanz tritt besonders häufig Resistenz gegenüber ACCase-Hemmern auf (ca. 50 %), wobei die ALS-Resistenzen (ca. 35 %) eine dynamische Entwicklung aufweisen. Der Anteil an Resistenzen gegenüber PS-II-Hemmern liegt mit ca. 15 % auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Resistenzen gegenüber Herbiziden aus der HRAC-Gruppe K3 treten nur in seltenen Einzelfällen auf. Bei Windhalm dominiert die ALS-Resistenz mit einem Anteil von ca. 70 % gegenüber der PS-II-Resistenz mit ca. 30 %. ACCase-Resistenz wird bei Windhalm nur in Einzelfällen beobachtet (KRATO und PETERSEN, 2010). Bei beiden Ungräsern ist bisher die metabolische Resistenz der hauptsächliche Resistenzmechanismus, wobei bei der Entwicklung von resistenten Ackerfuchsschwanz-Populationen zunehmend Biotypen mit zusätzlicher Target-Site-Resistenz auftreten. Bei der ALS-Resistenz von Windhalm tritt Target-Site-Resistenz als relativ häufiger Resistenzmechanismus auf (MASSA et al., 2011). Kreuzresistenzen und multiple Resistenz sind bei beiden Ungräsern häufig mit der zunehmenden Resistenzentwicklung in den einzelnen Populationen vorhanden (AUGUSTIN, 2010).



**Abb. 2** Verteilung der ACCase-Resistenz bei Acker-Fuchsschwanz in Deutschland\*.

**Fig. 2** Distribution of ACCase-resistant black-grass in Germany.

\*) Nach Angaben der Pflanzenschutzmittel-Industrie, des Pflanzenschutzdienstes und der Agrar-Forschung

Die Verbreitung der Herbizidresistenz weist bei Ackerfuchsschwanz eine Konzentration an der norddeutschen Küstenmarsch und in den intensiveren Ackerbauregionen der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein auf. Bei Windhalm ist keine regionale Konzentration der Resistenzproblematik feststellbar. Diese Situation deutet darauf hin, dass bei der Ackerfuchsschwanzresistenz die Kombination aus ackerbaulichen und herbizidspezifischen Risikofaktoren die treibende Kraft ist, während bei Windhalm primär herbizidspezifische Faktoren für die Resistenzentwicklung ausschlaggebend sind. Der Umfang an von Resistenz betroffenen Anbauflächen wird derzeit bei Ackerfuchsschwanz auf ca. 200 – 250 Tsd. Hektar und bei Windhalm auf 100 – 125 Tsd. Hektar geschätzt. Alleine durch die hierdurch notwendige Anpassung bei der Herbizidbehandlung (Mittelwahl, Aufwandmenge, Anwendungshäufigkeit, etc.) fallen in der deutschen Landwirtschaft etwa 15 – 25 Mio. € zusätzlicher Produktionskosten pro Jahr an.

Im Rahmen des gesetzlichen Auftrages hat der Deutsche Pflanzenschutzdienst nicht nur die Aufgabe, das Auftreten von herbizidresistenten Unkräutern zu beobachten, sondern vielmehr auch der Produktionspraxis über die Beratung geeignete Maßnahmen und Konzepte zu vermitteln, um die Ausbreitung von Resistenzen auf betrieblicher und regionaler Ebene zu vermeiden. Neben den bereits angesprochenen ökonomischen Aspekten stellt die Herbizidresistenz ein erhebliches Risiko für die Absicherung des standortspezifischen Ertragspotenzials und damit für die nachhaltige Nahrungsmittelversorgung dar. Falls die derzeit verfügbaren Herbizide keine ausreichende Bekämpfungsleistung aufgrund von Herbizidresistenz ermöglichen, sind mittelfristige Produktionsverluste von 300 – 600 Tsd. Tonnen Getreide pro Jahr in Deutschland zu erwarten.

## **2. Generelle Empfehlungen für die nachhaltige Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz und Windhalm**

Im konventionellen Ackerbau erfolgte die Unkrautkontrolle durch verschiedene chemische und nicht-chemische Maßnahmen im Rahmen einer mehrgliedrigen Fruchtfolge. Durch eine zunehmende Spezialisierung und ökonomische Optimierung ist seit den 1970er Jahren eine regional unterschiedlich stark geprägte Vereinfachung der Anbausysteme feststellbar. Insbesondere bei reinen Marktfruchtbaubetrieben besteht die Tendenz zu sehr einfachen Fruchtfolgen mit einem hohen Wintergetreideanteil und reduzierter Bodenbearbeitung. Durch die ebenfalls zunehmende Vorverlegung der Winterweizensaat in den September wird die Entwicklung und Ausbreitung von Ackerfuchsschwanz und Windhalm stark begünstigt. In der Konsequenz erhöht sich die Abhängigkeit von einem effektiven Einsatz selektiver Herbizide im Getreidebau. Der damit erhöhte Selektionsdruck löste ab den 1980er bis 1990er Jahren eine erkennbare Resistenzdynamik bei beiden Leitungsräsern aus (NIEMANN und PESTEMER, 1984; ZWARGER et al., 1996; ARLT, 1998; KRATO und PETERSEN, 2010).

Das Hauptziel eines nachhaltigen Resistenzmanagements ist es, die standortspezifische Entwicklung von schwer bekämpfbaren Ackerfuchsschwanz und Windhalm so weit wie möglich zu begrenzen. Neben einem optimierten Herbizidmanagement ist dafür die Umsetzung von ackerbaulichen Maßnahmen unverzichtbar. Auch wenn hierdurch kurzfristig höhere Produktionskosten oder verminderte Marktleistungen anfallen, ist auf lange Sicht ein wirkungsvolles Resistenzmanagement durch die Absicherung des Standort-Ertragspotenzials auch ökonomisch erfolgreich (MOSS, 1997; ZWARGER et al., 2002).

### **2.1 Ackerbauliche Maßnahme**

Das Wissen über die artspezifische Entwicklung verschiedener Unkrautarten und über die ebenfalls spezifische Resistenzentwicklung sind wesentliche Faktoren, um ein Anbausystem zu entwickeln, das eine bereits vorhandene Resistenz reduzieren oder die Resistenzentwicklung verhindern bzw. verzögern kann. Obwohl Landwirte im Vorfeld von resistenzbedingten Bekämpfungsproblemen kaum bereit sind, ihre spezifische Ackerbautechnik zu verändern, kann nach allen bisherigen Erkenntnissen eine Resistenzentwicklung von Ackerfuchsschwanz und Windhalm alleine durch ein sachgerechtes Herbizidmanagement nicht verhindert werden. Da bei beiden Ungräsern kein Fitnessunterschied zwischen resistenten und sensitiven Biotypen besteht, leisten ackerbauliche Maßnahmen keinen Selektionsdruck auf die Zusammensetzung der Population. Das primäre Ziel von nicht-chemischen Maßnahmen ist die Entwicklung beider Ungräser möglichst effektiv zu behindern. Die Ackerbautechnik der letzten Jahrzehnte hat ein zunehmend „ungrasfreundliches Umfeld“ geschaffen. Die Implementierung von nicht-chemischen Anti-Resistenzmaßnahmen steht daher häufig im gegenläufigen Trend zum „modernen Ackerbau“. Insbesondere ökonomische Aspekte dürfen daher nicht kurzfristig betrachtet, sondern müssen als Beitrag für einen nachhaltig leistungsfähigen Ackerbau bewertet werden (ORSON und HARRIS, 1997). Nachfolgend aufgelistete Maßnahmen sollten mit dem Ziel einer bestmöglichen Unterdrückung von Ackerfuchsschwanz bzw. Windhalm in ein betriebsspezifisches Anbaukonzept integriert werden (FACHAUSSCHUSS HERBIZIDRESISTENZ am JKI, 2009):

- Vielfältige Fruchtfolge mit einem begrenzten Wintergetreideanteil (> 50 %)
- Regelmäßige Pflug-Bodenbearbeitung
- Mechanische Bekämpfung, insbesondere bei der Stoppelbearbeitung
- Spätere Wintergetreide-Saattermine
- Etablierung konkurrenzstarker Getreidebestände
- Vermeidung der Einschleppung von resistenten Ungrassamen über z.B. Erntegeräte oder Saatgut.

### **2.2 Herbizid-Management**

Maßnahmen der chemischen Unkrautkontrolle können nicht losgelöst vom jeweiligen Anbausystem betrachtet werden. Da im konventionellen Ackerbau aus Sicht der Ertragsabsicherung nicht auf die

chemische Unkrautkontrolle verzichtet werden kann, ist der Herbizideinsatz hinsichtlich der Resistenzentwicklung tatsächlich ein zweischneidiges Schwert (KUDSK und STREIBIG, 2003). Einerseits ist die Herbizidbehandlung die Basis für die Absicherung des standortspezifischen Ertragspotenzials, andererseits wird damit die Selektion herbizidresistenter Biotypen ausgelöst. Die Herbizidbehandlung ist somit der Motor der Resistenzentwicklung. Obwohl für eine wissenschaftliche Analyse der Resistenzmechanismus (z.B. metabolische Resistenz, Target-Site-Resistenz) und die wirkungsspezifische Ausprägung (z.B. Kreuzresistenz, multiple Resistenz) wesentliche Faktoren darstellen, sind für die Beratung und Etablierung eines betriebsspezifischen Herbizid-Managements zur Resistenzvermeidung prinzipielle Vorgaben und Empfehlungen zu berücksichtigen (MOOS, 1997; ZWARGER et al., 2002; BALGHEIM, 2006; RAFFEL et al., 2010):

1. Wirkstoffgruppen mit einem hohen Resistenzrisiko wie ALS-, ACCase- und PS-II-Hemmer sollten nicht regelmäßig und als einzige Wirkmechanismusklassen zur Bekämpfung resistenzgefährdeter Unkräuter bzw. Ungräser eingesetzt werden.
2. Herbizide aus weniger resistenzgefährdeten Wirkmechanismusklassen (HRAC: E, F, K, N) sollten regelmäßig in Behandlungskonzepten in Tankmischungen oder Spritzfolgen integriert werden.
3. Im Rahmen der Fruchtfolge und bei Bedarf auch in Behandlungsfolgen innerhalb einer Kultur ist ein regelmäßiger Wechsel der Wirkmechanismusklassen, insbesondere der stark resistenzgefährdeten ALS- und ACCase-Hemmer (HRAC: A, B), planmäßig durchzuführen.
4. Bei der jeweiligen Herbizidbehandlung ist die Auswahl der einzusetzenden Präparate hinsichtlich der Anwendungsbedingungen (z.B. Klimabedingungen, Unkrautentwicklung) zu optimieren. Die Aufwandmengen sind so zu gestalten, dass eine sichere Bekämpfung mit ausreichend hohen Wirkungsgraden erzielt wird.
5. Die Anwendungstechnik (z.B. Düsentchnik, Wasseraufwand und –qualität) ist für eine sichere Bekämpfungsleistung zu optimieren.
6. Bei erforderlichen Tankmischungen sind die Mischungskomponenten so zu wählen, dass keine antagonistischen Effekte einzelner Herbizide (z.B. ACCase-Hemmer zur Ungrasbekämpfung) auftreten.
7. Soweit als möglich sind Ergänzungen mit Zusatzstoffen zur Wirkungsabsicherung von z.B. ACCase- und ALS-Hemmern vorzunehmen.
8. Durch die Anwendung von nicht-selektiven Herbiziden (z.B. Stoppelbehandlung, Sikkation) sollte die Ausbreitung und Entwicklung resistenzgefährdeter Unkrautarten gezielt verhindert werden.

In der Nachfolge von Bekämpfungsmaßnahmen sollte die Bekämpfungsleistung kontrolliert und gegebenenfalls teilflächenspezifisch dokumentiert werden, um eine Resistenzentwicklung frühzeitig feststellen zu können. Im Verdachtsfall sind Resistenzuntersuchungen erforderlich, um bei Bedarf ein wirkstoff- bzw. wirkmechanismusspezifisches Herbizidmanagement entwickeln zu können. Die Optimierung einer Herbizidstrategie ist sowohl auf die anwendungsspezifisch höchste Bekämpfungsleistung, als auch auf die Absicherung der langfristigen Wirksamkeit der verfügbaren Wirkmechanismusklassen auszurichten. Die grundsätzliche Entscheidung zum Einsatz ist u.a. mit Hilfe der wirtschaftlichen Schadensschwellen zu klären.

### **3. Spezifische Empfehlungen in einzelnen Bundesländern**

Das Auftreten von Herbizidresistenz ist bei beiden Leitungsgräsern in den Bundesländern unterschiedlich ausgeprägt. Da sich auch die Betriebs- und Anbauverhältnisse regional teilweise stark unterscheiden, wurden in den Bundesländern unterschiedliche Konzepte zur Resistenzvermeidung entwickelt. Während ackerbauliche Maßnahmen weitgehend universell angewendet werden können, geht es hierbei insbesondere um ein regionalspezifisches Herbizid-Management. In einigen stark betroffenen Regionen, wie z.B. bei der ACCase-Resistenz von Ackerfuchsschwanz, steht hierbei nicht mehr die Resistenzvermeidung sondern die Abschwächung der Resistenzdynamik im Vordergrund.

### 3.1 Bayern

Der bayerische Pflanzenschutzdienst führt seit 2004 ein systematisches Resistenzmonitoring bei Ackerfuchsschwanz und Windhalm durch. Die angewendete Untersuchungsmethodik basiert auf einem Biotest (PETERSEN et al., 2010), der im Einzelfall durch molekulargenetische Untersuchungen hinsichtlich einer Target-Site-Resistenz ergänzt wurde. In der praktischen Relevanz dominiert die Resistenzproblematik bei Ackerfuchsschwanz. Hier sind bereits einzelne Regionen mit verbreiteten, resistenzbedingten Wirkungsverlusten bei ACCase-Hemmern (nördliches Schwaben, westliches Mittelfranken, Coburger Land) vorhanden. Im Gegensatz zum Windhalm haben sich die Befallsflächen mit Ackerfuchsschwanz in den letzten 20 Jahren erheblich ausgebreitet. Dabei treten auch in neuen Ackerfuchsschwanz-Gebieten, wie etwa in Niederbayern, Resistenzprobleme auf. Beim Ackerfuchsschwanz hat die ACCase-Resistenz mit einem Anteil von ca. 60 %, gefolgt von der ALS-Resistenz mit 25 %, die größte Bedeutung. Resistenzen gegenüber PS-II-Hemmern (vorwiegend Chlortoluron) und Zellwachstumshemmern (vorwiegend Pendimethalin) treten mit jeweils 7 % nur in Einzelfällen auf (GEHRING et al., 2010).

Für die direkte Ackerfuchsschwanz-Bekämpfung in Wintergetreide unterscheiden sich die Empfehlungen je nach Getreideart und Besatzdichte. Im Normalfall, d.h. auf Flächen mit bis zu 100 Pfl./m<sup>2</sup> ist eine Einmalbehandlung im Herbst als Kombination von boden- und blattaktiven Herbiziden ausreichend. Als Bodenkomponenten werden Präparate auf der Basis von Flufenacet und Pendimethalin eingesetzt. Die blattaktive Ergänzung erfolgt in Wintergerste mit Pinoxaden und auf Flächen mit uneingeschränkter Sensitivität auch mit Fenoxaprop-P. Bei Winterweizen, -roggen und -triticale werden im Herbst Bodenherbizide primär mit Flupyrсульфuron kombiniert. Nur in Fällen von sehr leicht bekämpfbarem Ackerfuchsschwanz werden auch noch IPU-Lösungen mit z.B. Pendimethalin + Isoproturon eingesetzt. Im Winterweizen wird der Großteil der Behandlungen (ca. 80 – 90 %) im Frühjahr durchgeführt. Die Wirkstoffbasis sind hierbei ALS-Hemmer (Propoxycarbazone, Mesosulfuron + Iodosulfuron, Pyroxsulam). Nur in Weizen-lastigen Fruchtfolgen werden zum Wirkmechanismuswechsel auch ACCase-Hemmer (Fenoxaprop-P, Clodinafop, Pinoxaden) eingesetzt. Auf Standorten mit schwer bekämpfbarem Ackerfuchsschwanz wird die Frühjahrsbehandlung durch eine Vorlage mit Flufenacet im Herbst unterstützt. Zur Vermeidung einer ALS-Target-Site-Resistenz kann die im Maisanbau übliche Sulfonylharnstoffbehandlung durch die Wirkstoffkombination mit Terbuthylazin + Tembotrione oder mit Cycloxydim in Duo<sup>®</sup>-Mais ersetzt werden.

Bei Windhalm dominiert in Bayern die ALS-Resistenz mit einem Anteil von ca. 70 % und einer erheblichen Resistenzdynamik. In etwa 30 % der Fälle tritt Resistenz gegenüber PS-II-Hemmern, respektive Isoproturon (IPU) auf. Resistenzen gegenüber Herbiziden aus der HRAC-Klasse A bzw. K3 und gegenüber Chlortoluron (CTU) wurden bisher noch nicht festgestellt (GEHRING et al., 2010). Die Windhalmbekämpfung erfolgt im Wintergetreide bei Saatterminen bis zur ersten Oktoberdekade mit Bodenherbiziden auf der Basis von Flufenacet, Flurtamone, Pendimethalin und Prosulfocarb. Als Alternative kommen auch Flumioxazin, Beflubutamid und Chlortoluron in Betracht. Gegenüber bereits im Herbst weiterentwickeltem Windhalm können die Bodenherbizide mit Pinoxaden ergänzt werden. Die im Winterweizen vorwiegend im Frühjahr durchgeführten Behandlungen werden häufig mit ALS-Hemmern (Iodosulfuron, Propoxycarbazone, Pyroxsulam, Sulfosulfuron) ausgestattet. Zur Vermeidung einer ALS-Resistenz sollte durch den alternativen Einsatz von Pinoxaden die ALS-Behandlungsquote im Getreidebau auf maximal 50 % begrenzt werden.

### 3.2 Hessen

Ackerfuchsschwanz und Windhalm sind heute wichtige Ungräser der hiesigen Winterungsfruchtfolgen. Die stetigen Änderungen der ackerbaulichen Rahmenbedingungen hin zu intensiven Wintergetreidefruchtfolgen haben inzwischen dazu geführt, dass beide Ungrasarten in den wichtigsten Ackerbaugebieten Hessens vergesellschaftet vorkommen. Ausgelöst durch Berichte über eine Resistenzentwicklung bei beiden Ungräsern gegenüber den wichtigsten herbiziden Wirkungsklassen und eigenen Beobachtungen ist seit etwa 2002 die Ungrasbekämpfung ein zentrales Thema in der hessischen Pflanzenschutzberatung. Seit 2008 werden jährlich Ackerfuchsschwanzproben hinsichtlich ihrer Sensitivität überprüft, wobei sich der Test auf die beiden

Sulfonylharnstoff-Herbizide Lexus (Flupyrsulfuron) und Atlantis WG/OD (Mesosulfuron + Iodosulfuron) sowie auf den ACCase-Hemmer Topik 100 (Clodinafop) erstreckt. Bei den in den Jahren 2008 bis 2010 gesammelten Proben erwiesen sich bei Topik 38 %, bei Lexus 43 % und bei Atlantis WG/OD 25 % der Herkünfte als nicht mehr ausreichend sensitiv. Zur Sensitivitätsverschiebung des Windhalms liegen keine eigenen Untersuchungen vor. Beobachtungen aus der Praxis deuten allerdings darauf hin, dass beim Windhalm mit einer ähnlichen Entwicklung zu rechnen ist, die möglicherweise eine noch schnellere Resistenzdynamik als bei Ackerfuchsschwanz aufweist.

Das Beratungskonzept zur Resistenzvermeidung fußt in Hessen auf einem komplementären System aus ackerbaulichen Maßnahmen und einem optimalen Herbizideinsatz, der nicht nur den sinnvollen Wechsel der Wirkungsklassen in einem Fruchtfolgeglied, sondern ebenso in der gesamten Fruchtfolge einschließt. In einem ersten Schritt sind Ungraspopulationen durch ackerbauliche Maßnahmen in ihrer Entwicklung zu begrenzen, während im zweiten Schritt Herbizide unter Berücksichtigung ihrer Wirkungsweisen und unter optimalen Bedingungen eingesetzt werden müssen, um regelmäßig hohe Wirkungsgrade zu erzielen.

In der Beratung bestimmen Populationsdichte, Wintergetreideart und Aussaattermin die Vorgehensweise bei der Ausrichtung des Herbizidmanagements. Liegen aus den örtlichen Erfahrungen heraus die Populationsdichten bei ca. 100 bis 150 Ackerfuchsschwanzähren/m<sup>2</sup>, reicht bei nicht zu frühen Aussaatterminen erfahrungsgemäß eine Kombination aus Boden- und Blattherbizid im Herbst aus. Zum Einsatz kommen beispielsweise die Wirkstoffe Pendimethalin/Flufenacet + Flupyrsulfuron bei allen Wintergetreidearten außer bei Wintergerste, bei letzterer ist der blattwirksame Wirkstoff Pinoxaden einzusetzen. Bei Winterweizenspätisaaten konzentriert sich die Wirkstoffpalette im Frühjahr auf die ALS-Hemmer Mesosulfuron + Iodosulfuron, Pyroxulam oder Propoxycarbazone. Bei sehr frühen Weizenaussaaten und hohen Ackerfuchsschwanzdichten wird im Herbst ein Bodenwirkstoff eingesetzt und im Frühjahr einer der vorbeschriebenen ALS-Hemmer nachgelegt. Das gleiche Prinzip gilt auch bei entsprechenden Voraussetzungen bei der Wintergerste, hier wird im Frühjahr allerdings anstelle der Sulfonylharnstoffe der Wirkstoff Pinoxaden verwendet.

Bei der Windhalmbekämpfung ist unter Beachtung von z. T. veränderter Aufwandmengen und eines erweiterten Wirkungsspektrums (Flurtamone, Chlortoluron, IPU) prinzipiell die gleiche Vorgehensweise angezeigt, wie bei der Bekämpfung des Ackerfuchsschwanzes. Bei einer Vergesellschaftung von Ackerfuchsschwanz und Windhalm gilt die zugelassene Aufwandmenge für die Bekämpfung des Ackerfuchsschwanzes. Das hessische Beratungskonzept lehnt eine Reduzierung von Aufwandmengen generell ab.

In der Regel werden die Wintergetreidefruchtfolgen mit einem Winterraps-Fruchtfolgeglied durchbrochen. Hier hat sich bei der Ungrasbekämpfung der Wirkstoff Propyzamid auf Standorten mit schwer bekämpfbaren Ackerfuchsschwanz als Standardmaßnahme etabliert.

In den zurückliegenden Jahren ist in der Beratung festzustellen, dass sich zumindest gut ausgebildete Betriebsleiter dieser Bekämpfungsstrategie ansatzweise geöffnet haben. Während in der Beratung jedoch die Resistenzvermeidungsstrategie zunächst auf ackerbaulichen Faktoren wie Aussaattermin und Fruchtfolge setzt, gefolgt vom überlegten Herbizideinsatz, scheut sich die Praxis, dieser Reihenfolge zu folgen. Die zurzeit herrschenden ackerbaulichen Gegebenheiten wie enge Winterungsfruchtfolgen und frühe Aussaattermine bleiben so lange wie möglich unangetastet: zunächst wird versucht, der Problematik mit einem Wechsel der HRAC-Klassen zu begegnen und erst in letzter Konsequenz die ackerbaulichen Möglichkeiten zu nutzen.

### **3.3 Sachsen**

In Sachsen hat der Windhalm von den Ungräsern nach wie vor die größte Bedeutung. In den letzten Jahren werden Minderwirkungen bei der Windhalmbekämpfung, insbesondere nach der Anwendung im Frühjahr, registriert. In der Praxis werden dennoch ca. 40 % der Herbizidbehandlungen in Wintergetreide im Frühjahr durchgeführt.

Seit 2009 überprüft der Pflanzenschutzdienst die Verdachtsproben von Windhalm- und Ackerfuchsschwanzstandorten mit Minderwirkungen auf ihre Sensitivität. Die Resistenzuntersuchungsergebnisse der Windhalmproben haben ergeben, dass auch in Sachsen ALS-Resistenzen und Resistenzen gegenüber PS II-Hemmern (Chlortoluron, Isoproturon) sowie im Einzelfall gegenüber ACCase-Hemmern (Pinoxaden) nachgewiesen wurden. In den meisten Untersuchungsfällen lagen die Wirkungsgrade bei 50 bis 80 %. Deutlich dominiert die Resistenz gegenüber ALS-Hemmern. Betroffen sind Standorte, auf denen verstärkt Sulfonylharnstoffe im Herbst und/oder im Frühjahr mehrjährig appliziert wurden. Beobachtungen aus der Praxis im Jahre 2011 zeigen, dass nach der Anwendung von Sulfonylharnstoffen zunehmend auf einzelnen Standorten Minderwirkungen auftreten. Gegenwärtig ist allerdings davon auszugehen, dass resistenter Windhalm bisher nur auf einem Flächenanteil von weniger als 1 % der Getreideanbaufläche vorkommt. Im Gegensatz zu anderen Bundesländern, in denen die Resistenznachweise in den letzten Jahren zugenommen haben, besteht in Sachsen noch die Möglichkeit, die Selektion von resistenten Biotypen zeitlich hinauszuzögern. Eine der Ursachen für die später auftretenden Sulfonylharnstoffresistenzen beim Windhalm ist die noch bis Mitte der neunziger Jahre praktizierte viergliedrige Fruchtfolge.

Im Rahmen des Antiresistenzmanagements wird empfohlen, die Herbizidanwendungen zur Windhalm-Bekämpfung, außer in spät gesättem Weizen, vorwiegend im Herbst durchzuführen. Hier steht eine Vielzahl der über den Boden wirkenden Wirkstoffe der HRAC-Einstufung F1 (Diflufenican, Flurtamone), K1 (Pendimethalin) und K3 (Flufenacet) zur Verfügung. Die Wirkstoffe der HRAC-Klassen N (Prosulfocarb) und E (Flumioxazin) sollten ebenso stärker in die Windhalmbekämpfung einbezogen werden. Bei witterungsbedingt unzureichenden Wirkungsgraden der Bodenherbizide sollte Axial 50 zur Nachbehandlung im Frühjahr genutzt werden. Da aber in der Regel eine breite Mischverunkrautung einschließlich Windhalm kontrolliert werden muss, sind die Tankmischungen nach den Leitunkräutern auszuwählen. Bei der Vergesellschaftung von *Apera spica-venti* mit *Centaurea cyanus* (Kornblume) kann auf den Wirkstoff Flupyrsulfuron nicht generell verzichtet werden. Im Frühjahr kommen vorwiegend ALS-Hemmer, z.B. eine Kombination aus Iodosulfuron + Mesosulfuron, Propoxycarbazone, Pyroxulam und Sulfosulfuron zum Einsatz. Als Alternative zu ALS-Hemmern werden Herbizide auf der Basis von Isoproturon und Chlortoluron empfohlen, soweit es die Anwendungsbedingungen zulassen.

Der Ackerfuchsschwanz gehört in Sachsen noch nicht zur Leitunkrautflora. Er nimmt aber örtlich sowohl in der Verbreitung als auch in der Befallsstärke zu. Bei der Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz gilt im Prinzip die gleiche Vorgehensweise wie beim Windhalm. Es sind im Herbst die Herbizide mit der HRAC Einstufung F1, K1 und K3, allerdings in höheren Aufwandmengen, zu bevorzugen. In Wintergerste werden bei geringeren Ackerfuchsschwanz-Besatzdichten Mischungen von Bodenherbiziden auf der Basis von Flufenacet und Pendimethalin in Ergänzung mit Pinoxaden empfohlen. In Winterweizen, -roggen und -triticale kommen entsprechende Mischungen der Wirkstoffe Flufenacet und Pendimethalin mit Flupyrsulfuron zum Einsatz. In früh gesäten Kulturen und höheren Besatzdichten wird häufig zuerst ein Bodenherbizid appliziert und eine Nachbehandlung im Spätherbst mit Pinoxaden bzw. im zeitigen Frühjahr mit Mesosulfuron + Iodosulfuron oder mit Pyroxulam (beide nicht in Gerste) durchgeführt. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass in ca. 80 % der Fälle, unabhängig von der Ackerfuchsschwanzdichte, eine Nachbehandlung im Herbst oder Frühjahr notwendig war. Unter günstigen Bodenbedingungen ist die Mischung von Flufenacet und Prosulfocarb besonders in den von Resistenz gefährdeten Gebieten von Bedeutung, da die beteiligten Wirkstoffe hinsichtlich der Resistenzbildung noch nicht belastet sind. Nur bei geringerem Selektionsdruck wird Isoproturon eingesetzt. In spät gesättem Weizen kommen die ALS-Hemmer Mesosulfuron + Iodosulfuron, Propoxycarbazone oder Pyroxulam im Frühjahr zur Anwendung.

Im Rahmen des Antiresistenzmanagements sollte eine Ungrasbekämpfung über die gesamte Fruchtfolge erfolgen. In Winterraps ist Propyzamid mit der HRAC Einstufung K1 zur Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz und Windhalm bevorzugt einzusetzen. Im sächsischen Beratungssystem bilden ackerbauliche Maßnahmen wie Fruchtfolgen, Saattermine, Bodenbearbeitung, Sortenwahl und ein überlegter Herbizideinsatz ein komplementäres System. Aufgrund von ökonomischen Zwängen

werden in der Praxis leider einige Bausteine des Resistenzmanagements, wie z.B. die Erweiterung der Fruchtfolge, nur schwer umgesetzt. Aufgrund der hohen Priorität des Bodenschutzes in Sachsen werden die pfluglosen Bodenbearbeitungsmaßnahmen über Agrarumweltmaßnahmen gefördert. Bei der Bekämpfung von Ungräsern sind Wirkungsgrade von mindestens 97 – 98 % anzustreben. Die Grundregel ist die Anwendung von Herbiziden mit unterschiedlichem Wirkungsmechanismus innerhalb einer Fruchtfolge. Da insbesondere ALS-Hemmer und die ACCase-Hemmer ein hohes Resistenzrisiko haben, sollten diese jeweils nur einmal in der Fruchtfolge zum Einsatz kommen. Über amtliche Pflanzenschutzinformationen werden diese Antiresistenz-Strategien verstärkt der landwirtschaftlichen Praxis vorgestellt.

### 3.4 Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein gab es bereits Anfang der 90er Jahre in den Marschen Ackerfuchsschwanzresistenzen gegenüber IPU und CTU, die sich auch nicht zurück entwickelt haben, als auf den Einsatz der Mittel verzichtet wurde. Mitte der 90er Jahre traten Resistenzen gegenüber den ACCase-Hemmern Fenoxaprop-P und Clodinafop auf (2010 in 44 % der untersuchten Proben aus der Marsch). Um 2000/2001 kamen Resistenzen gegenüber Flupyrsulfuron als Kreuzresistenzen zu ACCase-Hemmern hinzu. 2010 zeigte sich bei 94 % der untersuchten Proben aus der Marsch eine Minderwirkung von Lexus<sup>®</sup> (Flupyrsulfuron) gegenüber Ackerfuchsschwanz. Auch Axial 50<sup>®</sup> (Pinoxaden) wirkt zunehmend schlechter gegenüber Ackerfuchsschwanz (2010 bei 63 % der Proben aus der Marsch). Im Winterraps wirkt Focus Ultra<sup>®</sup> (Cycloxydim) nicht mehr überall ausreichend, 2010 waren davon 31 % der untersuchten Flächen aus der Marsch betroffen. Bei Kerb FLO<sup>®</sup> (Propyzamid) gibt es keine Probleme. Erste Ackerfuchsschwanzresistenzen gegenüber Atlantis<sup>®</sup> (Mesosulfuron + Iodosulfuron) wurden seit 2009 ebenfalls festgestellt. Auch im Östlichen Hügelland sind Resistenzen in den letzten Jahren zunehmend aufgetreten, aber bisher weniger ausgeprägt als in der Marschen. Im Östlichen Hügelland war der Ackerfuchsschwanz 2010 auf 18 % der untersuchten Standorte mit Topik 100<sup>®</sup> oder Axial 50 nicht mehr ausreichend zu bekämpfen, in 55 % der Fälle reichte die Lexus-Wirkung nicht mehr aus, in 9 % der Fälle konnte der Ackerfuchsschwanz mit Focus Ultra nicht ausreichend kontrolliert werden. Atlantis und Kerb FLO wirkten noch vollständig auf allen untersuchten Standorten im Östlichen Hügelland.

Die Gründe für das höhere Resistenzniveau beim Ackerfuchsschwanz in der Nördlichen Marsch liegen darin, dass seit den 80er Jahren dort Winterweizen in Monokultur angebaut wurde (mit steigender Betriebsgröße bei immer früheren Saatterminen) oder 4-5 Jahre Winterweizen, unterbrochen von einem Jahr mit Winterraps. Aufgrund der Resistenzsituation ist der Wintergerstenanbau dort bereits auf vielen Flächen gefährdet. Nur in Dithmarschen wird stärker auch auf Sommerkulturen gesetzt: Kohl, Möhren, Pflanzkartoffeln. Auf diesen Flächen sind die Resistenzen entsprechend weniger stark ausgeprägt. Im östlichen Hügelland wurde lange Zeit die Fruchtfolge Winterraps – Winterweizen – Wintergerste bevorzugt. In den letzten 10 Jahren hat aber auch dort der Winterweizenanteil auf Kosten der Wintergerste zugenommen. Außerdem wurde mit steigender Betriebsgröße stärker als in den Marschen auf den Pflug verzichtet.

Die Empfehlungen zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung beinhalten daher in der Marsch eine starke Betonung der ackerbaulichen Maßnahmen und Fruchtfolgealternativen, auch vor dem Hintergrund, dass der eigentlich erforderliche Wirkstoffwechsel aufgrund bereits vorhandener Resistenzen an seine Grenzen stößt. Besonders das Einschalten von Sommerkulturen wird von der Beratung propagiert, wobei die Praxis dieser Empfehlung ungern folgt, erst dann, wenn bereits ausgeprägte Resistenzen auf den Flächen vorliegen. Maisanbau wird dabei von der Beratung nur bedingt als echte Alternative gesehen, da auch hier der Ackerfuchsschwanz im Schwerpunkt mit Sulfonylharnstoffen bekämpft wird, was den Selektionsdruck auf diese Wirkstoffklasse erhöht. Versuche mit Bodenherbiziden in Kombination mit Tembotrione zeigten bisher keine voll befriedigende Wirkung.

Wo auch Atlantis versagt, ist der Winterweizenanbau gefährdet. Sind Rindvieh-haltende Betriebe oder Biogasanlagen im Umfeld vorhanden, wird über mehrjährigen Mähgrasanbau, ggf. im Flächentausch, nachgedacht, um die Vermehrung des Ackerfuchsschwanzes zu bremsen und zumindest teilweise die Samenbank im Boden wieder zu reduzieren. Im nördlichen Nordfriesland sind

viele Biogasanlagen entstanden, die das zumindest anteilig ermöglichen.

Der Einsatz des Pfluges wird in der Marsch noch häufig als Standardmaßnahme angesehen. Wenn vom Wetter her möglich, wird empfohlen, nach einer Stoppelbearbeitung frühzeitig eine Pflugfurche durchzuführen und ein Saatbett für den Ackerfuchsschwanz zu schaffen, damit dieser soweit wie möglich vor der Saat des Winterweizens aufläuft und mit Glyphosat beseitigt werden kann. Danach sollte die Bestellung der Kultur mit möglichst wenig Bodenbewegung erfolgen, um keine neuen Ackerfuchsschwanzsamen (Lichtkeimer) in Keimstimmung zu bringen. Das Verfahren wird in der Praxis teilweise nachvollzogen. Auch beim Anbau von Sommerungen wird empfohlen, möglichst viel Ackerfuchsschwanz nach einer Herbstfurche auflaufen zu lassen und diesen im Spätherbst, spätestens vor der Saat der Sommerung mechanisch oder mit Glyphosat zu vernichten. Die dringende Empfehlung, erst Ende September oder im Oktober den Weizen zu säen, wird vor allem auf großen Betrieben nur zögernd umgesetzt. Außerdem wird viel zu wenig von der empfohlenen Möglichkeit Gebrauch gemacht, die eigenen Flächen auf Resistenzen testen zu lassen, was sinnvoll wäre, da die Resistenzsituation teilweise schlagspezifisch variieren kann.

Zum Herbizideinsatz in der Marsch wird im Winterweizen konsequent die Spritzfolge empfohlen, die sich in 10-jährigen Versuchen als die effektivste bewährt hat: Einsatz eines Flufenacet-haltigen Bodenherbizides spätestens im EC 07 - 09 des Ackerfuchsschwanzes mit 240 g/ha Flufenacet, auf Problemflächen, bzw. in Wintergerste, mit Zusatz von Boxer<sup>®</sup> (Prosulfocarb). Im Winterweizen Nachbehandlung mit 500 g/ha Atlantis WG + 1,0 l/ha FHS + Zusatz von 30 l/ha AHL (Ammonnitrat-Harnstoff-Lösung) oder 10 kg/ha SSA (Schwefelsaurer Ammoniak) im März, solange der Ackerfuchsschwanz sich noch bestockt; in Wintergerste Axial-Nachbehandlung im Herbst. Die Beachtung optimaler Einsatzbedingungen und Düsentechnik wird intensiv kommuniziert. Atlantis als Herbstbehandlung wird nur bei sehr hohem Ackerfuchsschwanzdruck empfohlen und insgesamt nur eine Sulfonylharnstoff-Anwendung pro Jahr. Andere Sulfonylharnstoffe werden aufgrund der Resistenzsituation oder wegen ihrer geringeren Potenz gegen Ackerfuchsschwanz nicht mehr eingesetzt. Im Raps erfolgt eine konsequente Anwendung von Kerb FLO (Propyzamid) in voller Aufwandmenge.

Im Östlichen Hügelland wird in Weizen und Gerste ebenfalls der Einsatz von Bodenherbiziden in den Auflauf der Ungräser propagiert. Bei der Nachbehandlung eines blattaktiven Herbizides wird der Wechsel von ACCase-Hemmern zum Einsatz im späteren Herbst und Atlantis zum NAF-Termin im Weizen im jährlichen Wechsel empfohlen. In der Wintergerste ist die Nachbehandlung mit Axial 50 und im Winterraps mit einem DIM-Graminizid, z.B. Focus Ultra, im früheren Herbst bzw. Kerb FLO im Spätherbst oder Winter eine Standardempfehlung.

Windhalmresistenzen sind in Schleswig-Holstein wenig untersucht. Von Seiten der Beratung werden auch gegen Windhalm und Rispen-Arten Bodenherbizide mit dem Wirkmechanismus K1 bzw. K3 (ggf. auch IPU, CTU) für den frühen Herbstesatz mit z.B. 120 - 150 g/ha Flufenacet empfohlen. Nur in Spätsaaten werden blattaktive Herbizide zur Windhalmbekämpfung im Frühjahr bevorzugt.

#### **4. Diskussion**

Die Herbizidresistenz bei Ackerfuchsschwanz und Windhalm ist ein ernsthaftes Risiko für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Getreideanbaus in Deutschland. Bei beiden Leitungsräsern ist eine deutliche Dynamik in der Resistenzentwicklung vorhanden. Bei Ackerfuchsschwanz sind bereits großflächig betroffene Gebiete, wie z.B. die norddeutsche Küstenregion, aufgrund einer gleichartigen und „Ungras-freundlichen“ Bewirtschaftungsweise vorhanden. In diesen Gebieten geht es nicht nur um die Qualität, sondern auch um die Quantität der Herbizidresistenz bei Ackerfuchsschwanz. Rückblickend hat sich kontinuierlich eine Zunahme der Kreuzresistenzen und eine erhöhte Frequenz multipler Resistenzen in den betroffenen Populationen entwickelt. Im Verlauf dieser Entwicklung lastet die direkte chemische Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz letztlich ausschließlich auf der Wirksamkeit des Herbizids Mesosulfuron.

Bei Windhalm treten Resistenzen noch primär auf der Schlagebene bzw. bei einzelnen Betrieben auf. Die auffällige Betroffenheit der ALS-Wirkmechanismusgruppe ist aufgrund einer hohen Resistenzdynamik mit einem häufigen Auftreten von Target-Site-Resistenz von erheblicher Bedeutung. Wengleich bei der chemischen Bekämpfung noch auf alternative Herbizide aus anderen Wirkmechanismusgruppen ausgewichen werden kann, treten daher in der Produktionspraxis auch deutliche Bekämpfungsprobleme auf.

Das vom Pflanzenschutzdienst regional-spezifisch empfohlene Herbizidmanagement zur Vermeidung einer Herbizidresistenz bei Ackerfuchsschwanz und Windhalm erscheint in vielen Fällen nur eine Möglichkeit zur Verzögerung der Resistenzentwicklung zu sein. Die zur Resistenzvermeidung vorrangig genannten kulturtechnischen Maßnahmen werden aus verschiedensten, u.a. auch kurzfristigen ökonomischen Gründen, in der landwirtschaftlichen Praxis nur sehr begrenzt aufgegriffen und umgesetzt. Unter diesen Aspekten erscheint eine weitere Ausbreitung der Herbizidresistenz bei den beiden wichtigsten Ungräsern im Getreidebau als unvermeidbar.

## Literatur

- ARLT, K., 1998: ERGEBNISSE EINES VIERJÄHRIGEN MONITORINGS ZUM AUFTRETEN VON HERBIZID-WIRKUNGSVERLUSTEN BEI DER BEKÄMPFUNG DES ACKERFUCHSSCHWANZGRASES *ALOPECURUS MYOSUROIDES* HUDS. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XVI**, 419-424.
- AUGUSTIN, B., 2010: WINDHALM-HERKUNFT AUS RHEINLAND-PFALZ MIT MULTIPLER HERBIZIDRESISTENZ. JULIUS-KÜHN-ARCHIV **428**, 271-272.
- BALGHEIM, R., 2006: HERBIZIDRESISTENZ VERMEIDEN, WIRKSTOFFE ERHALTEN – EINE GEMEINSCHAFTSAUFGABE VON BERATUNG, FORSCHUNG UND PRAXIS AM BEISPIEL DES ACKERFUCHSSCHWANZ (*ALOPECURUS MYOSUROIDES* HUDS.). ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XX**, 49-56.
- DROBNY, H.G., M. SALAS AND C. DÉLYE, 2006: MANAGEMENT OF METABOLIC RESISTANT BLACK-GRASS (*ALOPECURUS MYOSUROIDES* HUDS.) POPULATIONS IN GERMANY – CHALLENGES AND OPPORTUNITIES. JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION **SPECIAL ISSUE XX**, 65-72.
- FACHAUSSCHUSS HERBIZIDRESISTENZ AM JULIUS-KÜHN-INSTITUT, 2008: ACKER-FUCHSSCHWANZ - HERBIZIDRESISTENZ VERMEIDEN, WIRKSTOFFE ERHALTEN. INFORMATIONSLATT, JKI – BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR KULTURPFLANZEN, BRAUNSCHWEIG.
- FACHAUSSCHUSS HERBIZIDRESISTENZ AM JULIUS-KÜHN-INSTITUT, 2009: HERBIZIDRESISTENZ – UNVERMEIDBAR? INFORMATIONSLATT, JKI – BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR KULTURPFLANZEN, BRAUNSCHWEIG.
- GEHRING, K.; S. THYSSEN UND T. FESTNER, 2010: HERBIZIDRESISTENZ BEI *ALOPECURUS MYOSUROIDES* HUDS. (ACKERFUCHSSCHWANZ) UND *APERA SPICA-VENTI* L. (WINDHALM) IN BAYERN. JULIUS-KÜHN-ARCHIV **428**, 270-271.
- HEAP, I. AND H. LeBARON, 2001: INTRODUCTION AND OVERVIEW OF RESISTANCE. IN: POWLS, S.B. AND D.L. SHANER, 2001: HERBICIDE RESISTANCE AND WORLD GRAINS, PP. 1-22. CRC PRESS, BOCA RATON.
- KEES, H., 1978: BEOBACHTUNGEN ÜBER RESISTENZERSCHEINUNGEN BEI DER VOGELMIERE (*STELLARIA MEDIA*) GEGEN ATRAZIN IM MAIS. GESUNDE PFLANZE **30**, 137.
- KEES, H., 1988: DIE ENTWICKLUNG TRIAZINRESISTENTER SAMENUNKRÄUTER IN BAYERN UND ERFAHRUNGEN MIT DEREN BEKÄMPFUNG. GESUNDE PFLANZE **40**, 407-412.
- KERLEN, D., 2010: RESISTENZMANAGEMENT UND URSACHENANALYSE AM BEISPIEL VON ACKERFUCHSSCHWANZ UND GEMEINEM WINDHALM IN DEUTSCHLAND. JULIUS-KÜHN-ARCHIV, **428**, 275.
- KRATO, C. UND J. PETERSEN, 2010: SITUATION DER HERBIZIDRESISTENZ BEI UNGRÄSERN IN DEUTSCHLAND. JULIUS-KÜHN-ARCHIV **428**, 273.
- KUDSK, P. AND J.C. STREIBIG, 2003: HERBICIDES – A TWO-EDGED SWORD. WEED RESEARCH, **43**, 90-102.
- MASSA, D., B. KRENZ AND R. GERHARDS, 2011: TARGET-SITE RESISTANCE TO ALS-INHIBITING HERBICIDES IN *APERA SPICA-VENTI* POPULATIONS IS CONFERRED BY DOCUMENTED AND PREVIOUSLY UNKNOWN MUTATIONS. WEED RESEARCH **51**, 294-303.
- MOSS, S.R., 1987: HERBICIDE RESISTANCE IN BLACK-GRASS (*ALOPECURUS MYOSUROIDES*). BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, WEEDS, **3**: 879-886.
- MOSS, S.R., 1997: STRATEGIES FOR THE PREVENTION AND CONTROL OF HERBICIDE RESISTANCE IN ANNUAL GRASS WEEDS. IN: DE PRADO, R., J. JORRIN AND L. GARCIA-TORRES, 1997: WEED AND CROP RESISTANCE TO HERBICIDES, PP. 283-290. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DORDRECHT.
- MOSS, S.R., 2002: HERBICIDE-RESISTANT WEEDS. IN: NAYLOR, R.E.L., 2002: WEED MANAGEMENT HANDBOOK, PP. 225-252. BLACKWELL, OXFORD.
- MONACO, T.J., S.C. WELLER AND F.M. ASHTON, 2002: WEED SCIENCE – PRINCIPLES AND PRACTICES. JOHN WILEY & SONS, NEW YORK.
- NIEMANN, P. UND W. PESTEMER, 1984: RESISTANCE OF BLACKGRASS (*ALOPECURUS MYOSUROIDES*) FROM DIFFERENT SITES TO HERBICIDES. NACHRICHTENBLATT DES DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES **36**, 113-118.

- NIEMANN, P. UND P. ZWERGER, 2006: ÜBER HERBIZIDRESISTENZEN BEI *APERA SPICA-VENTI* (L.) P.B.. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XX**, 81-88.
- ORSON, J.H. AND D. HARRIS, 1997: THE TECHNICAL AND FINANCIAL IMPACT OF HERBICIDE RESISTANT BLACK-GRASS (*ALOPECURUS MYOSUROIDES*) ON INDIVIDUAL FARM BUSINESSES IN ENGLAND. BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, WEEDS **3**, 1127-1132.
- PETERSEN, J., K. GEHRING, B. GEROWITT, H. MENNE UND H. NORDMEYER, 2010: ERGEBNISSE EINES RINGTESTES ZUR FESTSTELLUNG DER HERBIZIDRESISTENZ BEIM ACKERFUCHSSCHWANZ. JULIUS-KÜHN-ARCHIV **428**, 275-276.
- RAFFEL, H., J. PETERSEN, J. GORNIK UND D. KAUNDUN, 2010: UNGRASRESISTENZ – WAS MÜSSEN WIR TUN UM DIE LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON WIRKSTOFFEN ZU ERHALTEN? JULIUS-KÜHN-ARCHIV **428**, 274.
- READ, M.A., J.J. PALMER AND S. HOWARD, 1997: AN INTEGRATED STRATEGY FOR THE SUCCESSFUL MANAGEMENT OF HERBICIDE RESISTANT *ALOPECURUS MYOSUROIDES* (BLACK GRASS) IN THE UK. BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, WEEDS **1**, 343-350.
- ZWERGER, P., 1994: DEALING WITH HERBICIDE-RESISTANT WEEDS. PFLANZENSCHUTZ PRAXIS, **4**: 13-15.
- ZWERGER, P., H.-P. MALKOMES, H. NORDMEYER, H.-P. SÖCHTING UND A. VERSCHWELE, 2004: UNKRAUTBEKÄMPFUNG – GEGENWART UND ZUKUNFT AUS DEUTSCHER SICHT. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XIX**, 27-38.
- ZWERGER, P., K. ARLT AND H. WALTER, 1996: DISTRIBUTION AND SIGNIFICANCE OF HERBICIDE RESISTANCE IN EUROPE. MITTEILUNGEN DER BIOLOGISCHEN BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT **321**, 210.
- ZWERGER, P., O. RICHTER UND U. BÖTTCHER, 2002: STRATEGIEN GEGEN DIE ENTWICKLUNG VON EINFACH- UND MEHRFACH-HERBIZIDRESISTENZEN BEI UNKRÄUTERN. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENKRANKHEITEN UND PFLANZENSCHUTZ **SONDERHEFT XVIII**, 383-390.