

## **Resistenzsituation in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen sowie Empfehlungen der Pflanzenschutzdienste zu Antiresistenz-Strategien am Beispiel von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*)**

*On the issue of herbicide resistance in the federal states Brandenburg, Saxony, Saxony-Anhalt and Thuringia and recommendations of the official plant protection service for the control of *Alopecurus myosuroides**

Ewa Meinlschmidt<sup>1\*</sup>, Christine Tümmeler<sup>2</sup>, Katrin Ewert<sup>3</sup>, Elke Bergmann<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Waldheimer Straße 219, 01683 Nossen

<sup>2</sup>Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Steinplatz 1, 15806 Zossen OT Wünsdorf

<sup>3</sup>Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum, Apoldaer Straße 4, 07774 Dornburg-Camburg

<sup>4</sup>Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg

\*Ewa.Meinlschmidt@smekul.sachsen.de

DOI 10.5073/20220124-061511

### **Zusammenfassung**

In den Bundesländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wird seit mehreren Jahren eine Zunahme von herbizidresistenten Unkrautbiotypen festgestellt. Zur Überwachung der Entwicklung von Herbizidresistenz entnimmt der Pflanzenschutzdienst jährlich Samenproben von *Alopecurus myosuroides*, bei denen eine Minderwirkung nach der Herbizidanwendung beobachtet wurde. Regional wurden auch resistente Populationen von *Apera spica-venti*, *Lolium* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Bromus sterilis* sowie *Amaranthus retroflexus*, *Matricaria* spp., *Papaver rhoeas* und *Stellaria media* nachgewiesen. In dem Beitrag werden die gegenwärtige Resistenzsituation bei *A. myosuroides* in o.g. Bundesländern vorgestellt sowie die Ursachen der Zunahme der Resistenzen erörtert. Biotests zeigten bereits, dass bei der Bekämpfung von *A. myosuroides* Wirkstoffe der HRAC-Gruppen 1 und 2 deutlich an Wirksamkeit verloren haben. Durch molekularbiologische Analysen konnten Mutationen nachgewiesen werden, die die Bindung zwischen den Herbiziden und den Zielproteinen ALS oder ACCase behindern.

**Stichwörter:** ALS und ACCase-Hemmer, Herbizidresistenz, Herbizidwirksamkeit, Ungrasbekämpfung

### **Abstract**

In the federal states Brandenburg, Saxony, Saxony-Anhalt and Thuringia black-grass has been spreading on arable land for a number of years and herbicidal control is no longer effective. The plant protection services are obliged to provide an official consulting for farmers in the framework of an integrated pest management. To monitor the development of herbicide resistance, seed samples of *Alopecurus myosuroides* were taken annually and bioassays showed a decrease in herbicide efficiency. Locally, additional cases of resistance were found in populations of *Apera spica-venti*, *Lolium* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Bromus sterilis* sowie *Amaranthus retroflexus*, *Matricaria* spp., *Papaver rhoeas* und *Stellaria media*.

This study presents the current stage of herbicide resistance in populations of *A. myosuroides* in the mentioned federal states and discusses possible cause-effect chains. Bioassays showed reduced efficacy of HRAC group 1 and 2 herbicides. Known herbicide target sites in the *ALS* and *ACCase* genes were examined for mutations affecting binding of herbicides belonging to these groups.

**Keywords:** ALS and ACCase inhibitors, grass weed control, herbicide efficacy, herbicide resistance

## Einleitung

In den Bundesländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen gehört *Alopecurus myosuroides* neben *Apera spica-venti* zu den wichtigsten Leitunggräsern im Beratungsgebiet des amtlichen Pflanzenschutzdienstes. Der Pflanzenschutzdienst als unabhängige Institution hat einen Auftrag zur neutralen fachlichen Beratung der Landwirte im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes und der guten fachlichen Praxis. *A. myosuroides* nimmt in den letzten Jahren sowohl in der Verbreitung als auch in der Befallsstärke zu. Besonders deutlich ist dies in Thüringen zu beobachten. Während noch vor 10 Jahren *A. myosuroides* nur vereinzelt, vor allem in Westthüringen auftrat, hat er sich mittlerweile in fast ganz Thüringen ausgebreitet und bereitet den Landwirten große Bekämpfungsprobleme. Eine ähnliche Situation findet man auch in Sachsen-Anhalt. Im Gegensatz dazu dominiert in Brandenburg und Sachsen bisher noch immer *A. spica-venti* (SCHRÖDER et al., 2010). *A. myosuroides* nimmt in Sachsen, besonders im Westen des Landes, mit Besatzdichten bis zu 3000 Pflanzen/m<sup>2</sup> zu. In Brandenburg ist er vorwiegend regional auf den tonigen Böden im Nordosten und Osten des Landes ein Problem.

Getreidebetonte Fruchtfolgen, reduzierte Bodenbearbeitung, Vorverlegung des Saattermins, zunehmend überbetriebliche Erntetechnik sowie einseitiger Herbizideinsatz sind Gründe für das verstärkte Auftreten der Ungräser. Aber auch wegfallende Wirkstoffe (z. B. Isoproturon, Flupyrsulfuron, Flurtamone), die verschärften Zulassungskriterien oder die Anwendungsbestimmungen NT145, 146, 170, die den Einsatz der zur Verfrachtung neigenden Pendimethalin- und Prosulfocarb-haltigen Herbizide erschweren, machen eine effektive Bekämpfung der Ungräser immer schwieriger (GEHRING et al., 2018). Neben *A. myosuroides* und *A. spica-venti* finden sich regional in Sachsen, Thüringen und Brandenburg auch zunehmend Flächen mit resistentem *Lolium* spp. Multiple Resistenzen gegenüber ACCase-Hemmern und ALS-Hemmern, aber auch gegen Flufenacet, wurden nachgewiesen (DICKE und MEINLSCHMIDT, 2020).

Im konventionellen Ackerbau ist eine effektive chemische Bekämpfung der Ungräser mit einem Wirkungsgrad der eingesetzten Herbizide von mindestens 97-98 % erforderlich, um die Ungraspopulation nachhaltig zu kontrollieren. Die Bekämpfung der Schadgräser stellt Praktiker unter diesen Bedingungen vor schwer überwindbare Probleme. Neben den ackerbaulichen Maßnahmen ist der Herbizideinsatz nach wie vor ein wichtiger Baustein in der Ungrasbekämpfung. Zur Erarbeitung der Anti-Resistenzstrategien führt der Pflanzenschutzdienst der Bundesländer Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen seit 2010 Resistenzuntersuchungen durch. Dazu erfolgt die Entnahme der Samenproben von *A. myosuroides*, *A. spica-venti*, *Lolium* spp., *Bromus* spp. sowie von zweikeimblättrigen Unkräutern von Flächen mit herbiziden Minderwirkungen.

Im Folgenden ist die Resistenzsituation gegenüber *A. myosuroides* und anderen Leitunkräutern in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen dargestellt.

## Material und Methoden

### ***Biotest und molekulargenetische Untersuchungen***

Die Entnahme der Samenproben von *A. myosuroides* erfolgte von Flächen, auf denen eine Minderwirkung von Herbiziden beobachtet wurde. Ausgewertet wurde der Zeitraum 2018-2020 (für Thüringen 2017-2019). Insgesamt wurden in Brandenburg 17 Biotypen, in Sachsen 18, in Thüringen 23 und in Sachsen-Anhalt 46 Biotypen untersucht. Die Verdachtsproben wurden mit Herbiziden aus den Wirkstoffklassen 1, 2, 5 und 15 in drei Wiederholungen zunächst in Biotests in zertifizierten Laboren sowie in der Gefäßstation des Pflanzenschutzdienstes Sachsen auf mögliche Minderwirkungen untersucht. Die Applikation erfolgte für die Bodenherbizide im BBCH 00-09 und für die Blattherbizide im BBCH 11-13. Die Wirkstoffe bzw. Wirkstoffkombinationen sind in der Tabelle 1 dargestellt. Der Wirkungsgrad wurde gemäß EPPO-Richtlinie

PP 1/93(3) 28 Tage nach der Herbizidapplikation bonitiert. Die Einstufung von Sensitivität bzw. Resistenz erfolgte entsprechend dem in Tabelle 2 aufgeführtem Schema nach Moss (1999).

Für im Biotest als resistent eingeschätzte Biotypen erfolgten im Anschluss in den meisten Fällen molekulargenetische Analysen in zertifizierten Laboren um zu prüfen, ob Mutationen in den Zielgenen vorliegen, die eine Resistenz bedingen können. Für diese Analysen wurde Blattmaterial von untersuchten Pflanzen verwendet, die eine Herbizidbehandlung mit Herbiziden der HRAC-Gruppen 1 und 2 überlebt hatten.

**Tabelle 1** Geprüfte Herbizide und Aufwandmengen gegenüber *A. myosuroides*

**Table 1** Herbicides and herbicide rates used in the resistance test against *A. myosuroides*

Herbizid	Aufwandmenge (l bzw. kg/ha)	Wirkstoffe (g/ha)	HRAC-Gruppe
Cadou SC	0,5	250 Flufenacet	15
Axial 50	0,9	45 Pinoxaden	1
Axial 50	1,2	60 Pinoxaden	1
Sword	0,25	53,5 Clodinafop	1
Topik	0,6	53,5 Clodinafop	1
Traxos	1,2	30 Pinoxaden, 27 Clodinafop	1
Agil-S	1,0	100 Propaquizafop	1
Focus Ultra + Dash E.C.	1,25 + 1,25	125 Cycloxydim	1
Focus Ultra	2,5 + 2,5	250 Cycloxydim	1
Select 240 EC + Radiamix	0,75 + 1,0	180 Clethodim	1
Segment	1,0	149,5 Sethoxydim	1
Atlantis WG + Biopower bzw. Atlantis OD	0,4 -0,5 + 1,0 1,5	2,2 - 2,8 Iodosulfuron, 11,7 - 14,6 Mesosulfuron	2
Broadway + Broadway- Netzmittel	0,22 + 1,2	5 Florasulam, 15 Pyroxulam	2
Monsoon	1,0	22,5 Foramsulfuron	2
MaisTer power	1,5	45 Foramsulfuron, 1,3 Iodosulfuron, 14,7 Thien carbazon	2
Oust	0,1	100 Sulfomethuron-methyl	2
Attribut	0,1	66,3 Propoxycarbazone	2

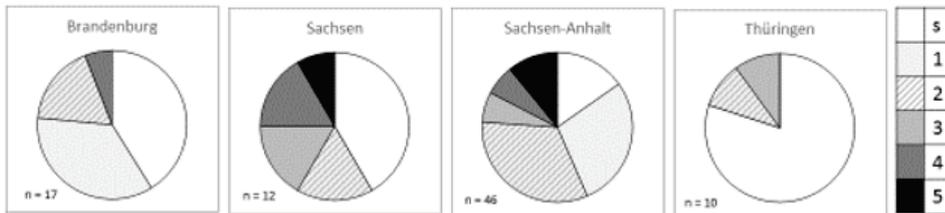
**Tabelle 2** Einteilung der Resistenzklassen nach Moss (1999)

**Table 2** Classification of herbicide resistance according to Moss (1999)

Klasse	Wirkungsgrad in %
s	86-100
1	76-85
2	57-75
3	38-56
4	19-37
5	0-18

## Ergebnisse

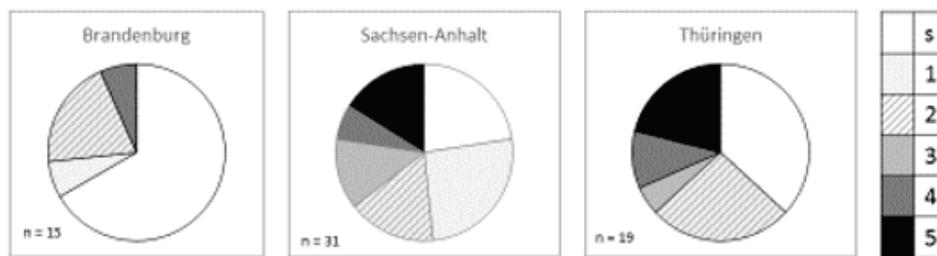
### **Einschätzung der Resistenzsituation bei *A. myosuroides* gegenüber ausgewählten Wirkstoffen in den Bundesländern**



**Abbildung 1** Einstufung der Resistenzen der untersuchten *A. myosuroides*-Biotypen gegenüber Pinoxaden in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt (60 g/ha) und Thüringen (45 g/ha) nach Resistenzklassen (s bis 5).

**Figure 1** Ranking of the resistance classes (s to 5) of *A. myosuroides* biotypes after a treatment with 60 g/ha pinoxaden in Brandenburg, Saxony, Saxony-Anhalt and 45 g/ha pinoxaden in Thuringia.

Die ermittelten Resistenzen gegenüber dem Wirkstoff Pinoxaden (Abb. 1) sind in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich ausgeprägt. Während der überwiegende Anteil der Biotypen in Brandenburg und Thüringen noch sensitiv bzw. mit leichten Minderwirkungen (Resistenzklassen s und 1) reagiert, werden in Sachsen-Anhalt und Sachsen ca. 60 % der untersuchten Biotypen als resistent (Resistenzklasse 2 – 5) eingestuft.



**Abbildung 2** Einstufung der Resistenzen der untersuchten *A. myosuroides*-Biotypen gegenüber Clodinafop (53,5 g/ha) in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen nach Resistenzklassen (s bis 5).

**Figure 2** Ranking of the resistance classes (s to 5) of *A. myosuroides* biotypes after a treatment with 53.5 g/ha clodinafop in Brandenburg, Saxony, Saxony-Anhalt and Thuringia.

Die Resistenzen gegenüber FOP-Wirkstoffen, wie Clodinafop, zeigt Abbildung 2. In Sachsen-Anhalt und Thüringen liegen für mehr als die Hälfte der untersuchten Biotypen bereits ausgeprägte Resistenzen vor. Für ein Fünftel in Thüringen bzw. ein Sechstel in Sachsen-Anhalt wurden Resistenzen in der höchsten Ausprägung (Resistenzklasse 5) eingestuft. In Brandenburg reagieren noch ca. zwei Drittel der Biotypen sensitiv auf den Wirkstoff Clodinafop.



**Abb. 3** Einstufung der Resistenzen der untersuchten *A. myosuroides*-Biotypen gegenüber Cycloxydim (250 g/ha) in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Sethoxydim (149,7 g/ha) in Thüringen nach Resistenzklassen (s bis 5)

**Fig. 3** Ranking of the resistance classes (s bis 5) of *A. myosuroides* biotypes after a treatment with 250 g/ha cycloxydim in Brandenburg, Saxony, Saxony-Anhalt and 149.7 g/ha sethoxydim in Thuringia

Die Wirkstoffgruppe der DIMs, am Beispiel von Cycloxydim, ist in Brandenburg und Sachsen in den Untersuchungen aus den Jahren 2018-2020 noch voll wirksam (Abb. 3). In Sachsen-Anhalt weisen ca. ein Viertel der untersuchten Biotypen eine Resistenz mit geringer Ausprägung auf. In Thüringen wurde der Wirkstoff Sethoxydim geprüft. Für 43 % der Biotypen wurde eine ausgeprägte Resistenz eingeschätzt. Gegenüber dem Wirkstoff Clethodim geprüfte *A. myosuroides*-Biotypen in Brandenburg und Sachsen-Anhalt reagierten zu 100 % sensitiv (Daten nicht dargestellt).



**Abb. 4** Einstufung der Resistenzen der untersuchten *A. myosuroides*-Biotypen gegenüber Mesosulfuron (14,6 g/ha) und Iodosulfuron (2,8 g/ha) in Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und in Thüringen (11,2 g/ha Mesosulfuron, 2,0 g/ha Iodosulfuron) nach Resistenzklassen (s bis 5)

**Fig. 4** Ranking of the resistance classes (s bis 5) of *A. myosuroides* biotypes after a treatment with 14.6 g/ha Mesosulfuron + 2.8 g/ha Iodosulfuron in Brandenburg, Saxony Saxony-Anhalt and 11.2 g/ha Mesosulfuron + 2.0 g/ha Iodosulfuron in Thuringia

Gegenüber den Wirkstoffen Mesosulfuron und Iodosulfuron konnten in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen bei 65 % bis 82 % noch keine Resistenz ermittelt werden, in Sachsen lag der Wert bei 50 %. In Sachsen wurde bei ca. einem Drittel der Biotypen, in Thüringen bei etwa einem Viertel Resistenzen in starker Ausprägung (Resistenzklasse 4 – 5) eingeschätzt (Abb. 4). Demgegenüber zeigten sich die Biotypen gegenüber dem Wirkstoff Foramsulfuron in Sachsen und Brandenburg noch sensitiv, während in Sachsen-Anhalt bereits 15 % der Proben als resistent (Resistenzklassen 2 – 5) eingeschätzt wurden (Daten nicht dargestellt). Parallel dazu wurde in Thüringen der Wirkstoff Sulfomethuron-methyl in die Untersuchungen einbezogen. 34 % der Biotypen wiesen eine Resistenz auf, 17 % mit der höchsten Ausprägung (Resistenzklasse 5; Daten nicht dargestellt). Gegenüber Flufenacet wurden für die untersuchten Biotypen in den Ländern noch keine Auffälligkeiten deutlich. Lediglich für 2 % der Proben aus Sachsen-Anhalt konnte eine beginnende Resistenz (Resistenzklasse 2) bestätigt werden (Daten nicht dargestellt).

## Resistenzsituation in den Bundesländern

### Brandenburg

In Brandenburg dominiert bisher noch immer *A. spica-venti*. Vorwiegend werden Resistenzen gegenüber der HRAC-Gruppe 2 ermittelt. Von 64 untersuchten Biotypen in den Jahren 2011 bis 2014 wurden 22 % als resistent nachgewiesen. Minderwirkungen gegenüber der HRAC-Gruppe 5 traten einzeln oder in Verbindung mit ALS-Resistenzen auf. In den Jahren 2015 bis 2020 wurden von den insgesamt 73 untersuchten Biotypen ca. 42 % als ALS-resistent eingeschätzt. 16 % reagierten mit deutlichen Minderwirkungen gegenüber der HRAC-Gruppe 5 (Isoproturon, Chlortoluron). Erstmals im Jahr 2015, sowie in den Jahren 2019 und 2020 konnten einzelne Biotypen mit NTSR (non target site resistance) gegen ACCase-Hemmern ermittelt werden. Betroffen war insbesondere der Wirkstoff Pinoxaden, bei starker Ausprägung wurde auch eine Kreuzresistenz mit Propaquizafop und Quizalofop beobachtet.

*A. myosuroides* ist in Brandenburg bisher von regionaler Bedeutung. Die Anzahl der untersuchten Proben lag bisher, auch bedingt durch die geringe Verbreitung, auf niedrigem Niveau von < 10 Biotypen je Untersuchungsjahr. In den Jahren 2011 bis 2014 waren von insgesamt 31 Biotypen 55 % sensitiv gegenüber Wirkstoffen der HRAC-Gruppen 1 und 2. Bei jeweils 22 % konnten Resistenzen gegenüber mindestens einer

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online

der beiden HRAC-Gruppen ermittelt werden. Davon wurden für zwei Biotypen multiple Resistenzen nachgewiesen. Im Zeitraum 2015 bis 2020 waren von 34 Verdachtsproben nur 24 % sensitiv gegenüber den Wirkstoffen der HRAC-Gruppen 1 und 2. 41 % wiesen Resistenzen gegen ALS-Hemmer und 44 % gegen ACCase-Hemmer auf. Bei 42 % dieser resistenten Biotypen waren beide Wirkstoffgruppen betroffen.

Im Rahmen des Kamille-Monitorings des JKI wurde im Jahr 2011 bei vier Biotypen *M. chamomilla* Resistenzen gegenüber Tribenuron mit der Mutation Pro/Ser197 am ALS-Gen ermittelt, die sich jedoch nicht als Bekämpfungsproblem in der Praxis äußerten.

Im Jahr 2012 wurde in Brandenburg erstmalig für einen Biotyp *E. crus-galli* eine Wirkortresistenz (Trp/Leu574) nachgewiesen (HEAP, 2021). Auf einem stark humosen Standort mit mehrjährigem Anbau von Mais in Selbstfolge kam es zur Selektion der mutierten Pflanzen durch den wiederholten Einsatz von Sulfonylharnstoffen.

Seit 2012 wurden für einzelne Biotypen von *A. retroflexus* die Mutationen Trp/Leu574 sowie Ser/Gly264 festgestellt. Durch diese Resistenzen gegenüber ALS-Inhibitoren, Triazinen und Triazinonen sind die Bekämpfungsmöglichkeiten in der Praxis stark eingeschränkt.

### **Sachsen**

Auch in Sachsen hat *A. spica-venti* die größte Verbreitung. In den letzten 15 Jahren wurden Minderwirkungen, insbesondere nach der Anwendung im Frühjahr, registriert. In der Praxis erfolgen dennoch ca. 40 % der Herbizidbehandlungen in Wintergetreide im Frühjahr. Bei *A. spica-venti*-Proben wurden Resistenzen gegenüber ALS- und PSII-Hemmern (Chlortoluron, Isoproturon) sowie in Einzelfällen gegenüber ACCase-Hemmern (Pinoxaden) nachgewiesen. Erste Resistenzen wurden 2010 gegenüber Flupyrsulfuron und Iodosulfuron + Mesosulfuron im Landkreis Bautzen festgestellt. 2011 zeigten 56 % von 9 Proben Resistenz gegenüber o.g. Wirkstoffen einschließlich Pyroxsulam. Meist lagen die Wirkungsgrade bei 20-60 %. Im Jahr 2012 wurde erstmalig eine beginnende Resistenz gegenüber Pinoxaden nachgewiesen. In Ostsachsen kam es zum Nachweis multipler Resistenzen gegenüber Iodosulfuron + Mesosulfuron, Pyroxsulam und Propaquizafop. Es wurden Mutationen an der Position Pro 197 festgestellt.

*A. myosuroides* nimmt örtlich, insbesondere in Westsachsen, sowohl in der Verbreitung als auch in der Befallsstärke zu. Die ersten Resistenzen wurden gegenüber Flupyrsulfuron 2012 und 2013 im Landkreis Leipzig festgestellt. 2017 wurde bei einer Herkunft aus dem Landkreis Sächsische Schweiz erstmalig eine multiple Resistenz gegenüber Pinoxaden und Propoxycarbazone nachgewiesen. Ab 2017 traten Mutationen gegenüber ALS-Hemmern an der Position Pro 197 und gegenüber ACCase-Hemmern an den Positionen Trp-2027, Ile-1781, Ile-2041 auf.

Durch den hohen Vermehrungsanteil und den Anbau von *Lolium* spp. als Ackerfutter ergeben sich Probleme mit dessen Durchwuchs. Auf Praxisfeldern sind hohe Dichten mit > 300 Ähren pro m<sup>2</sup> keine Seltenheit. Vorwiegend in den Landkreisen Zwickau und Mittelsachsen kam es bei *L. multiflorum* zu teilweise erheblichen Minderwirkungen (0-40 %) der Herbizide aus den HRAC-Gruppen 1 und 2 sowie multiplen Resistenzen. Nur das Maisherbizid MaisTer power (u.a. Foramsulfuron) zeigte eine volle Wirkung. Molekulargenetische Analysen bestätigten eine Wirkortresistenz gegenüber ACCase-Hemmern. In Einzelfällen zeigte sich eine Resistenz gegen Flufenacet.

Bei Monitoringuntersuchungen des JKI wurden im Jahr 2011 bei einem Biotyp *S. media* eine Resistenz gegenüber Florasulam (Trp574) sowie in 2014 bei einem Biotyp *M. chamomilla* gegenüber Tribenuron (Pro197) festgestellt.

### **Sachsen-Anhalt**

Tendenziell wird in den letzten Jahren eine Zunahme des Ungrasbesatzes, insbesondere von *A. myosuroides*, aber auch *A. spica-venti* und *Bromus* spp. auf vielen Ackerflächen beobachtet. Bei

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online

Resistenzuntersuchungen von Verdachtsproben (z.B. im Zeitraum 2018 – 2020 45 *A. myosuroides*, 18 *A. spica-venti*) zeigte sich in den letzten Jahren auch ein Anstieg von Resistenzfällen. Während bei *A. spica-venti* meist Resistenzen gegenüber Herbiziden der HRAC-Gruppe 2, weniger der HRAC-Gruppen 1 und 5 ermittelt werden konnten, wurden bei *A. myosuroides* verstärkt Resistenzen gegenüber der HRAC-Gruppe 1, aber auch der HRAC-Gruppen 2 und 5 nachgewiesen. Außerdem konnte eine zunehmende Minderwirkung bei Flufenacet beobachtet werden. Bei Biotypen beider Ungrasarten, besonders aber beim *A. myosuroides*, wurde zudem auch ein hoher Anteil multipler Resistenzen festgestellt.

Im Rahmen des, durch das JKI jährlich durchgeführten, Monitorings zur Herbizidresistenz wurden 2017 und 2019 bei je einer Verdachtsprobe von *Bromus sterilis*. eine metabolische ALS-Resistenz und im Jahr 2018 bei einer Probe *A. retroflexus* eine ALS Target-Site Resistenz an der Position Trp574 nachgewiesen.

## Thüringen

*A. spica-venti* galt in Thüringen bis ca. 2010 als Hauptproblemungras. Dieses war in ganz Thüringen gleichmäßig verteilt und zeigte zunehmende Resistenzen gegenüber der HRAC-Gruppe 2.

In der Vergangenheit trat *A. myosuroides* vereinzelt in Westthüringen auf, führte dort aber zu keinen größeren Bekämpfungsproblemen. Dieses Bild hat sich mittlerweile grundlegend geändert. Innerhalb der letzten 10 Jahre konnte sich *A. myosuroides* in fast ganz Thüringen ausbreiten und stellt die Landwirte mittlerweile vor sehr große Probleme. Gründe sind hier vor allem die praktizierten engen Fruchtfolgen mit einem hohen Anteil von Winterungen. Im Jahr 2019 wurden auf ca. 63 % (Vergleich 1991: 44 %) der landwirtschaftlich genutzten Fläche Getreide angebaut. Davon betrug der Anteil an Wintergetreide ca. 89 % (Vergleich 1991: 67 %). Große Betriebsstrukturen zwingen die Betriebe weiterhin, frühe Aussattermine bei Winterweizen anzustreben. Weitere Faktoren stellen die pfluglose Bodenbearbeitung (ca. 70 % der Ackerfläche Thüringens) sowie der immer noch zum Teil routinemäßige Herbizideinsatz mit der gleichen Wirkstoffgruppe dar. Zunehmend treten Resistenzen gegenüber den HRAC-Gruppen 1 oder 2 auf, immer häufiger auch multiple Resistenzen, bei denen beide Wirkstoffgruppen unwirksam sind. Von 23 Verdachtsproben aus den Jahren 2017 bis 2019 zeigten 70 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Gruppe 1 sowie 57 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Gruppe 2. Des Weiteren traten bei 57 % eine Mehrfachresistenz gegenüber den HRAC-Gruppen 1 und 2 auf. Somit ist eine Frühjahrsbehandlung in vielen Fällen kaum noch möglich. *A. spica-venti* spielt heute bei den meisten Betrieben nur eine untergeordnete Rolle. Da mittlerweile die meisten von *A. myosuroides* betroffenen Betriebe bereits im Herbst Bodenherbizide einsetzen, wird *A. spica-venti* hierbei mit bekämpft.

Bei einem durch das JKI durchgeführten Monitoring zur Herbizidresistenz bei Kamille-Arten 2011 konnte von zehn Proben bei vier eine Mutation (Pro-197-Ser) auf dem ALS-Gen der Pflanzen ermittelt werden. Bekämpfungsprobleme im Feld wurden hingegen bisher nicht festgestellt. Bei *Papaver rhoeas* wurde eine ALS-Resistenz gegenüber Iodosulfuron, Florasulam und Tribenuron nachgewiesen.

## Diskussion

Die Herbizidresistenz hat sich im Beratungsgebiet kontinuierlich entwickelt. Die Zunahme von Kreuzresistenzen und multiplen Resistenzen ist feststellbar. Im Rahmen des Antiresistenzmanagements wird empfohlen, die Herbizidanwendungen zur Gräserbekämpfung, außer in spät gesättem Weizen, vorwiegend im Herbst durchzuführen. Die Herbizide aus den Gruppen der ACCase- und ALS-Hemmer sollten höchstens einmal in der Fruchtfolge und nicht alleine eingesetzt werden. Die Anwendung der Wirkstoffe mit anderen Wirkmechanismen (HRAC 3, 15) muss so weit wie möglich ausgeschöpft werden. Eine Ungrasbekämpfung sollte über die gesamte Fruchtfolge erfolgen. Im Beratungsgebiet der o.g. Bundesländer bilden ackerbauliche Maßnahmen wie Fruchtfolgen, Saattermine, Bodenbearbeitung und ein überlegter Herbizideinsatz ein komplementäres System (MEINLSCHMIDT et al., 2016). Aufgrund von ökonomischen

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online

Zwängen werden in der Praxis leider einige Bausteine des Resistenzmanagements, wie z.B. die Erweiterung der Fruchtfolge, nur schwer umgesetzt. Über amtliche Pflanzenschutzinformationen werden diese Antiresistenz-Strategien verstärkt der landwirtschaftlichen Praxis vorgestellt (GEHRING et al., 2012; MEINLSCHMIDT und TÜMLER, 2015; WOLBER et al., 2020). Als ackerbauliche Maßnahme hilft die Spätsaat, Wirkungsgrade zu erhöhen bzw. den Ungrasdruck von vorne herein zu reduzieren (HENNE et al., 2018). Je später die Aussaat des Wintergetreides erfolgt, desto schlechter sind die Entwicklungsbedingungen für *A. myosuroides*. Aus diesem Grund sollte auf stark mit *A. myosuroides* belasteten Flächen möglichst eine Spätsaat mit vorheriger Anlage eines falschen Saatbettes durchgeführt werden (EWERT und ASCHENBACH, 2020).

Zur Erarbeitung und Umsetzung aktueller Antiresistenz-Strategien führen die Pflanzenschutzdienste der Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen auch weiterhin Resistenzuntersuchungen durch. Da sich die Möglichkeiten des Herbizideinsatzes zur Ungrasbekämpfung immer weiter einschränken, müssen in zukünftigen Empfehlungen nichtchemische Verfahren stärker einbezogen werden.

## Literatur

- DICKE, D., E. MEINLSCHMIDT, 2020: Zur Frage der Bekämpfung von *Lolium* ssp. auf Resistenzstandorten – Untersuchungen der Bundesländer Hessen und Sachsen. Julius-Kühn-Archiv **464**, 344-353.
- EPPO-RICHTLINIE PP1/93(3): Weeds in cereals. European and Mediterranean Plant Protection Organisation.
- EWERT, K., K. ASCHENBACH, 2020: Im Saatbett auferstanden. Bauernzeitung **41**, 22-24.
- HEAP, I.M., 2021: International Survey of Herbicide Resistant Weeds. [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org). Last access October 29, 2021.
- HENNE, U., M. LANDSCHREIBER, C. SCHLEICH-SAIDFAR, 2018: Entwicklung nachhaltig wirkender Methoden zur Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.). Julius-Kühn-Archiv **458**, 121-131.
- GEHRING, K., R. BALGHEIM, E. MEINLSCHMIDT, 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.
- GEHRING, K., S. THYSSEN, T. FESTNER, 2018: Stand und Entwicklung der Herbizidresistenz bei Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) in Bayern. Julius-Kühn-Archiv **458**, 113-120.
- MEINLSCHMIDT, E., C. TÜMLER, 2015: Das Prinzip der Vorbeugung. DLG Mitteilungen **9**, 50-53.
- MEINLSCHMIDT, E., C. TÜMLER, K. EWERT, H. SCHMALSTIEG, E. BERGMANN, 2016: Verbreitung und effektive Kontrolle von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) im Hinblick auf die Resistenzentwicklung – Auswertung der Ringversuche der Bundesländer Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von 2000 bis 2014. Julius-Kühn-Archiv **452**, 89-101.
- MOSS, S., 1999: The Rothamsted Rapid Resistance Test for detecting herbicide-resistance in black-grass, wild-oats & Italian ryegrass.
- SCHRÖDER, G., E. MEINLSCHMIDT, R. BALGHEIM, E. BERGMANN, K. GÖBNER, 2010: Effektive Kontrolle von Windhalm (*Apera spica-venti* (L.) P. B.) 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.
- WOLBER, D., G. WARNECKE-BUSCH, L. KÖHLER, 2020: Resistenzsituation von *Alopecurus myosuroides* in Niedersachsen. Julius-Kühn-Archiv **464**, 378-386.