

Mit vereinten Kräften gegen resistente Ungräser

Die Pflanzenschutzdienste in vier Bundesländern untersuchen in einer gemeinsamen Strategie die Resistenzsituation in Schadgräsern im Getreideanbau. Im folgenden Text sind die Ergebnisse der letzten Jahre zusammengetragen.

Ewa Meinlschmidt, Christine Tümmeler, Katrin Ewert, Elke Bergmann

In den Bundesländern Brandenburg (BB), Sachsen (SN), Sachsen-Anhalt (ST) und Thüringen (TH) gehört der Ackerfuchsschwanz neben dem Gemeinen Windhalm zu den wichtigsten Schädelpflanzen. Die resistenten Ungräser, insbesondere der Ackerfuchsschwanz, nehmen in den letzten Jahren sowohl in der Verbreitung als auch in der Besatzdichte zu.

Getreidebetonte Fruchtfolgen, reduzierte Bodenbearbeitung, frühe Saattermine von Wintergetreide, zunehmend überbetriebliche Erntetechnik sowie einseitiger Herbizideinsatz – all das sind Gründe für das verstärkte Auftreten resistenter Un-

gräser. Aber auch wegfallende Wirkstoffe (z. B. Isoproturon, Flupyrsulfuron, Flurtamone), verschärfte 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 Schadgräser immer schwieriger.

Die Bekämpfung vor allem resistenter Ungräser stellt Praktiker unter diesen Bedingungen vor schwer überwindbare Probleme. Neben den ackerbaulichen Maßnahmen ist der Herbizideinsatz nach wie vor ein wichtiger Baustein in der Ungraskontrolle. Der Pflanzenschutzdienst als un-

abhängige Institution hat einen Auftrag zur neutralen Beratung der Landwirte im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes. Zur Erarbeitung der Anti-Resistenzstrategien führen die Bundesländer BB, SN, ST und TH seit 2010 Resistenzuntersuchungen durch. Dazu werden Samenproben von Unkräutern mit herbiziden Minderwirkungen entnommen und untersucht.

Resistenzsituation in den Bundesländern

Brandenburg: Als bedeutendstes Schadgras dominiert in Brandenburg bis-



Ackerfuchsschwanzbesatz in Sachsen.



Resistenzuntersuchungen in der Gefäßstation des LfULG Sachsen.

Fotos: Monique Bär

Tab. 1: Nachgewiesene Herbizidresistenzen in BB, SN, ST und TH

Pflanzenart	Resistente Biotypen nach HRAC-Gruppe				mR
	1	2	5	15	
Ungräser					
Ackerfuchsschwanz	Clethodim, Clodinafop, Cycloxydim, Fenoxaprop, Pinoxaden, Propaquizafop	Flupyrsulfuron, Foramsulfuron, Iodosulfuron, Mesosulfuron, Nicosulfuron, Propoxycarbazone, Pyroxsulam	Chlortoluron	-	ja
Windhalm	Pinoxaden, Propaquizafop	Flupyrsulfuron, Foramsulfuron, Iodosulfuron, Mesosulfuron, Propoxycarbazone, Pyroxsulam	Chlortoluron	-	ja
Weidelgrasarten	Pinoxaden, Propaquizafop, Cycloxydim	Iodosulfuron, Mesosulfuron, Pyroxsulam	-	Flufenacet	ja
Hühnerhirse	-	Nicosulfuron	-	-	nein
Taube Trespe	-	Iodosulfuron, Mesosulfuron, Propoxycarbazone, Pyroxsulam	-	-	nein
Unkräuter					
Echte Kamille	-	Tribenuron	-	-	nein
Gerüchl. Kamille	-	Tribenuron	-	-	nein
Klatschmohn	-	Amidosulfuron, Iodosulfuron, Florasulam, Tribenuron	-	-	nein
Vogelmiere	-	Florasulam	-	-	nein
Zurückgebogener Amarant	-	Foramsulfuron, Iodosulfuron, Nicosulfuron, Prosulfuron, Thienecarbazone	Terbuthylazin, Metribuzin	-	ja

mR= multiple Resistenz

her noch immer der Gemeine Windhalm. Vorwiegend werden Resistenzen gegenüber der HRAC-Gruppe 2 ermittelt. Minderwirkungen gegenüber der HRAC-Gruppe 5 traten einzeln oder in Verbindung mit ALS-Resistenzen auf. In den Jahren 2015 bis 2022 wurden von den insgesamt 81 untersuchten Biotypen ca. 46 % als ALS-resistent eingeschätzt. 13 Biotypen reagierten mit deutlichen Minderwirkungen gegenüber der HRAC-Gruppe 5 (Isoproturon, Chlortoluron). Seit 2015

werden zunehmend einzelne Biotypen mit metabolischer Resistenz gegen ACCase-Hemmer nachgewiesen. Betroffen ist insbesondere der Wirkstoff Pinoxaden, bei starker Ausprägung wurde auch eine Kreuzresistenz mit Propaquizafop (z. B. Agil-S) beobachtet.

Resistenter Ackerfuchsschwanz ist bisher nur regional von Bedeutung. Die Anzahl der untersuchten Proben lag, auch bedingt durch die geringe Verbreitung, auf niedrigem Niveau von unter zehn Biotypen

je Untersuchungsjahr. Der Anteil der resistenten Biotypen an den Verdachtsproben blieb über die Jahre mit etwa drei Viertel relativ konstant. Bei resistenten Biotypen sind die HRAC-Gruppen 1 und 2 ungefähr gleichermaßen betroffen. Von diesen lagen bei mehr als 40 % multiple Resistenzen gegen beide Wirkstoffgruppen vor. Im Jahr 2012 wurde erstmalig für Hühnerhirse an einem Standort in Südbrandenburg eine Wirkortresistenz (Trp/Leu574) nachgewiesen. In Ostbrandenburg werden seit fünf Jahren vereinzelt Resistenzen bei Weidelgräsern auffällig.

Seit 2012 wurden für einzelne Biotypen von Zurückgebogenem Amarant die Mutationen Trp/Leu574 sowie Ser/Gly264 festgestellt. Durch diese Resistenzen gegenüber ALS-Hemmern, Triazinen und Triazinonen sind die Bekämpfungsmöglichkeiten in der Praxis stark eingeschränkt. Im Rahmen des Kamille-Monitorings des Julius Kühn-Instituts (JKI) wurden im Jahr 2011 bei vier Biotypen Resistenzen gegenüber Tribenuron ermittelt, die sich nicht als Bekämpfungsproblem in der Praxis äußerten. Tabelle 1 enthält Unkräuter und Ungräser, bei denen die Herbizidresistenz in den oben genannten Bundesländern nachgewiesen wurde.

Sachsen: Auch in Sachsen hat der Windhalm die größte Verbreitung. In den letzten 15 Jahren wurden Minderwirkungen registriert, insbesondere nach der Herbizidanwendung im Frühjahr. In der Praxis erfolgen dennoch ca. 40 % der Herbizidbehandlungen im Wintergetreide im Frühjahr. Bei Windhalm wurden Resistenzen gegenüber ALS- und PSII-Hemmern (Chlortoluron, Isoproturon) sowie in Einzelfällen gegenüber ACCase-Hemmern (Pinoxaden) nachgewiesen. Erste Resistenzen wurden 2010 und 2011 gegenüber Flupyrsulfuron und Iodosulfuron, Mesosulfuron und Pyroxsulam festgestellt. Es wurden Mutationen an der Position Pro197 ermittelt. Im Jahr 2012 wurde erstmalig eine beginnende Resistenz gegenüber Pinoxaden nachgewiesen.

Der Ackerfuchsschwanz nimmt örtlich zu, insbesondere in Westsachsen, und zwar sowohl in der Verbreitung als auch in der Besatzdichte bis zu 3.000 Pflanzen/m². Die ersten Resistenzen gegenüber Flupyrsulfuron wurden 2012 in Westsachsen festgestellt. 2017 wurde erstmals eine multiple Resistenz gegenüber Pinoxaden und Propoxycarbazone nachgewiesen. Von 21 Verdachtsproben aus den Jahren 2017 bis 2021 zeigten 43 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Gruppe 1 und ebenso 43 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Grup-

Tab. 2: Geprüfte Herbizide

Herbizid	Aufwandmenge (l bzw. kg/ha)	Wirkstoffe	HRAC-Gruppe
Axial 50	0,9–1,2	Pinoxaden	1
Sword	0,25	Clodinafop	1
Focus Ultra	2,5	Cycloxydim	1
Select 240 EC + Radiamix	0,75 + 1,0	Clethodim	1
Atlantis WG + Biopower bzw. Atlantis OD	0,4–0,5 + 1,0	Iodosulfuron, Mesosulfuron	2
MaisTer power	1,5	Foramsulfuron Iodosulfuron Thiencarbazone	2

Tab. 3: Einteilung der Resistenzklassen nach MOSS (1999)

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

pe 2. Bei 47 % der Verdachtsproben wurde eine multiple Resistenz gegenüber den HRAC-Gruppen 1 und 2 ermittelt. Ab 2017 wurden Wirkortresistenzen gegenüber ALS-Hemmern an der Position Pro197 und gegenüber ACCase-Hemmern an den Positionen Trp2077, Ile1781, Ile2041, Asp2078 und Cys2088 nachgewiesen.

Durch den hohen Vermehrungsanteil und den Anbau von Weidelgräsern als Ackerfutter ergeben sich Probleme mit deren Durchwuchs in Folgekulturen. Auf Praxis schlägen sind hohe Dichten mit > 300 Ähren/m² keine Seltenheit. Vorwiegend in den Landkreisen Zwickau und Mittelsachsen kam es bei Bekämpfung von Weidelgras-Durchwuchs zu erheblichen Minderwirkungen (0–40 %) der Herbizide der HRAC-Gruppen 1 und 2 sowie zu multiplen Resistenzen. In Einzelfällen wurde eine Resistenz gegen Flufenacet nachgewiesen. Das Maisherbizid MaisTer power (u. a. Foramsulfuron) und Kerb Flo (Propyzamid) im Winterraps zeigen eine gute Wirkung. Molekulargenetische Analysen bestätigten eine Wirkortresistenz gegenüber ACCase-Hemmern.

Im Rahmen des Monitorings des JKI wurde bei Vogelmiere eine Resistenz gegenüber Florasulam (Trp574), bei Echter Kamille gegenüber Tribenuron (Pro197) festgestellt.

Sachsen-Anhalt: Tendenziell wird in den letzten Jahren auf vielen Ackerflächen eine Zunahme des Ungrasbesatzes beobachtet, insbesondere von Ackerfuchsschwanz, aber auch vom Windhalm, Trespearten und Weidelgras. Bei Resistenzuntersuchungen der Verdachtsproben im Zeitraum 2018 bis 2022 (93 Ackerfuchsschwanz-, 22 Windhalmproben) zeigte sich in den letzten Jahren auch ein Anstieg von Resistenzfällen. Während bei Windhalm meist Resistenzen gegenüber Herbiziden der HRAC-Gruppe 2, weniger der HRAC-Gruppen 1 und 5 ermittelt werden konnten, wurden bei Acker-

fuchsschwanz verstärkt Resistenzen gegenüber der HRAC-Gruppe 1, aber auch der HRAC-Gruppen 2 und 5 nachgewiesen. Von 93 Verdachtsproben aus den Jahren 2018 bis 2022 zeigten 67 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Gruppe 1 und 43 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Gruppe 2. Bei 61 % der Verdachtsproben wurde eine multiple Resistenz gegenüber den HRAC-Gruppen 1 und 2 ermittelt. Außerdem konnte eine zunehmende Minderwirkung bei Flufenacet beobachtet werden.

Im Rahmen des JKI-Monitorings wurden 2017 und 2019 bei je einer Verdachtsprobe von Tauber Tresse eine metabolische ALS-Resistenz und im Jahr 2018 bei einer Probe bei Zurückgebogenem Amaranth eine ALS-Target-Site-Resistenz an der Position Trp574 nachgewiesen.

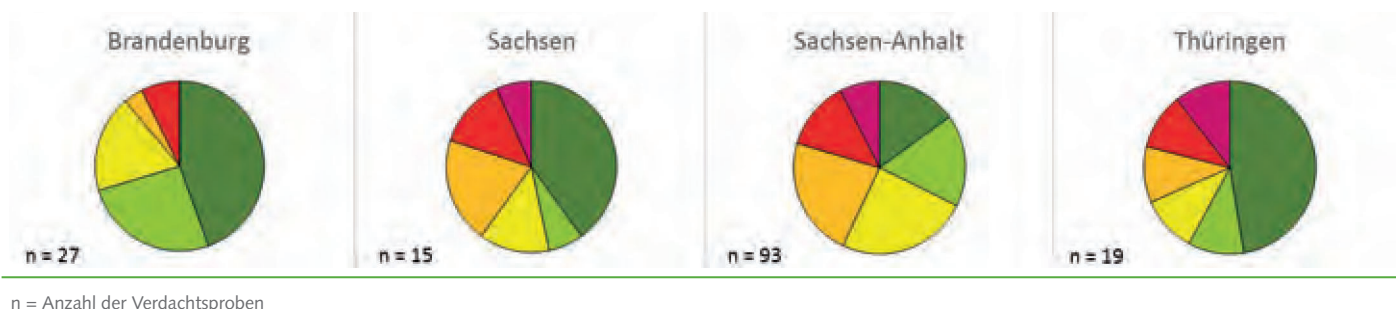
Thüringen: Windhalm galt in Thüringen bis ca. 2010 als Hauptproblemungras. Er

war in ganz Thüringen gleichmäßig verteilt und zeigte zunehmende Resistenzen gegenüber der HRAC-Gruppe 2. Zugleich trat Ackerfuchsschwanz nur vereinzelt in Westthüringen auf, führte aber zu keinen größeren Bekämpfungsproblemen. Innerhalb der letzten zehn Jahre konnte sich der Ackerfuchsschwanz aber in fast ganz Thüringen ausbreiten. Gründe sind hier vor allem enge Fruchtfolgen mit einem hohen Anteil von Winterungen. 2021 wurden auf ca. 58 % (Vergleich 1991: 44 %) der landwirtschaftlich genutzten Fläche Getreide angebaut, mit einem Wintergetreideanteil von 88 % (Vergleich 1991: 67 %). Große Betriebsstrukturen zwingen die Betriebe zudem, frühe Aussaattermine bei Winterweizen anzustreben. Weitere Faktoren stellen die pfluglose Bodenbearbeitung (ca. 70 % der Ackerfläche Thüringens) sowie der immer noch zum Teil routinemäßige Einsatz von Herbiziden der gleichen Wirkstoffgruppe. Zunehmend treten Resistenzen



Weidelgras in Getreide in Sachsen.

Foto: Mario Schindler

Abb. 1: Einstufung der Resistenzen gegenüber Pinoxaden nach Resistenzklassen (s–5)

gegenüber den HRAC-Gruppen 1 oder 2 auf, immer häufiger auch multiple Resistenzen, bei denen beide Wirkstoffgruppen unwirksam sind. Von 29 Verdachtsproben aus den Jahren 2017 bis 2022 zeigten 83 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Gruppe 1 sowie 66 % eine Resistenz gegenüber der HRAC-Gruppe 2. Bei 62 % wurde eine multiple Resistenz gegenüber den HRAC-Gruppen 1 und 2 nachgewiesen. Somit ist eine Frühjahrsbehandlung in vielen Fällen kaum noch wirksam.

Windhalm spielt heute meist nur noch eine untergeordnete Rolle. Da mittlerweile die meisten von Ackerfuchsschwanz betroffenen Betriebe bereits im Herbst Bodenherbizide einsetzen, wird Windhalm hierbei mit bekämpft. In Ostthüringen bereitet Welsches Weidelgras zunehmend Bekämpfungsprobleme.

Beim Kamillemonitoring des JKI konnte 2011 in vier Proben eine Resistenz

(Pro/197/Ser) gegenüber ALS-Hemmern ermittelt werden. Es gab bisher aber keine Bekämpfungsprobleme im Feld. Bei Klatschmohn wurde eine ALS-Resistenz nachgewiesen (Tab. 1).

Resistenzuntersuchungen von Ackerfuchsschwanz

Von 2018 bis 2022 (für Thüringen 2017 bis 2022) wurden in Brandenburg 27, in Sachsen 21, in Sachsen-Anhalt 93 und in Thüringen 29 Verdachtsproben untersucht. Sie wurden nach Behandlung 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 Minderwirkungen untersucht. Die Applikation erfolgte für Bodenherbizide im BBCH 00–09 und für Blattherbizide im BBCH 11–13. Ausge-

wählte Wirkstoffe sind in Tabelle 2 dargestellt.

Der Wirkungsgrad wurde 28 Tage nach der Herbizidanwendung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle geschätzt. Die Einstufung der Resistenz erfolgte entsprechend dem in Tabelle 3 aufgeführten Schema nach MOSS (1999). Für die im Biotest als resistent eingeschätzten Biotypen erfolgten in den meisten Fällen molekulargenetische Analysen in zertifizierten Laboren zur Bestimmung der Wirkortresistenzen (Target-Site-Resistenzen) aus dem Blattmaterial.

Resistenzergebnisse gegenüber ausgewählten Wirkstoffen

Die ermittelten Resistenzen gegenüber dem Wirkstoff **Pinoxaden** (Abb. 1) sind in den Bundesländern unterschiedlich ausgeprägt. Während der überwiegende Anteil der Biotypen in Brandenburg noch sensitiv bzw. mit leichten Minderwirkungen (Resistenzklassen s und 1) reagiert, liegt in ST bereits für ca. 70 % der beprobten Biotypen eine mehr oder weniger ausgeprägte Resistenz (Klasse 2–5) vor. In Sachsen sind etwas mehr als die Hälfte und in Thüringen etwa 44 % der untersuchten Ackerfuchsschwanzproben resistent.

Die Resistenzen gegenüber **FOP-Wirkstoffen** wie Clodinafop zeigt Abbildung 2. In Sachsen-Anhalt und Thüringen weisen ca. zwei Drittel der untersuchten Bioty-

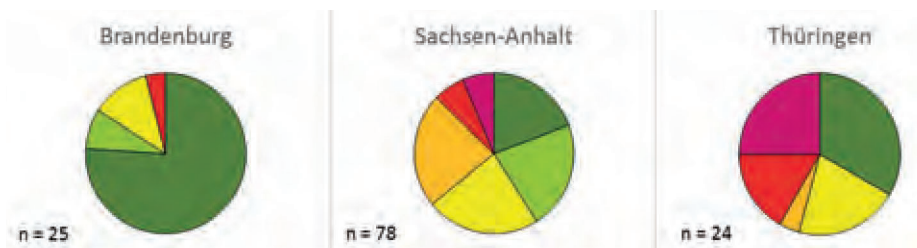
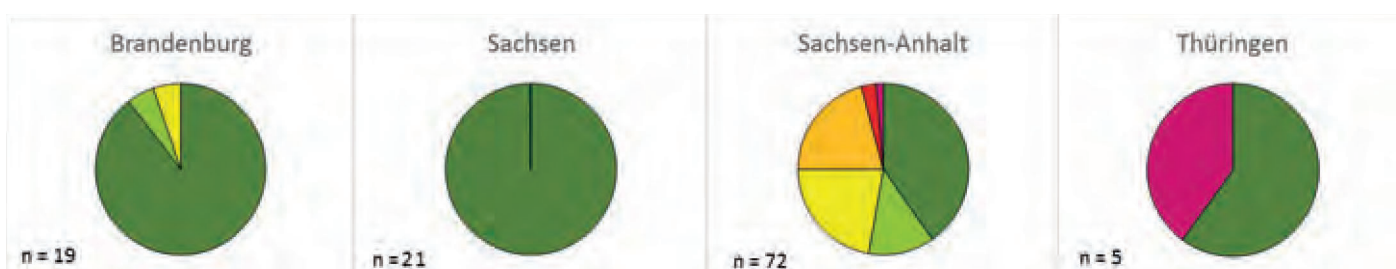
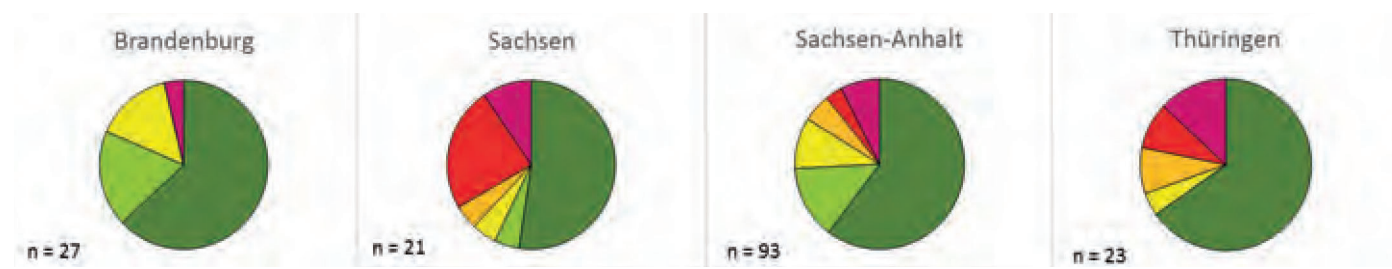
Abb. 2: Einstufung der Resistenzen gegenüber Clodinafop nach Resistenzklassen**Abb. 3: Einstufung der Resistenzen gegenüber Cycloxydim nach Resistenzklassen**

Abb. 4: Einstufung der Resistenzen gegenüber Mesosulfuron (Atlantis WG) nach Resistenzklassen



pen bereits ausgeprägte Resistenzen auf. In Thüringen zeigt ein Viertel der Proben eine Resistenz in der höchsten Ausprägung (Resistenzklasse 5), während in Brandenburg noch ca. drei Viertel der Biotypen sensitiv auf den Wirkstoff Clodinafop reagieren.

Die Wirkstoffgruppe der **DIMs**, am Beispiel von Cycloxydim, ist in Brandenburg und Sachsen in den Untersuchungen aus den Jahren 2018–2022 noch nahezu voll wirksam (Abb. 3). In Sachsen-Anhalt weist ca. die Hälfte der untersuchten Biotypen eine Resistenz, vorwiegend mit geringer bis mittlerer Ausprägung, auf. In Thüringen wird der Wirkstoff erst seit 2022 untersucht. Zwei von fünf Proben wurden als hochgradig resistent eingeschätzt. Gegenüber dem Wirkstoff Clethodim (z. B. Select 240 EC, Daten nicht dargestellt) reagierten die Biotypen in Brandenburg,

Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zu 100 % sensitiv.

Gegenüber **Mesosulfuron** reagierten in den Bundesländern etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Biotypen sensitiv. In Sachsen wurde bei ca. einem Drittel der Biotypen Resistenzen in starker Ausprägung (Resistenzklasse 4–5) festgestellt (Abb. 4). Dagegen zeigten sich gegenüber Foramsulfuron (in MaisTer power) mehr als 90 % der Biotypen in Sachsen und Brandenburg noch sensitiv, während in Thüringen bereits ein Drittel und in Sachsen-Anhalt 15 % der Proben als resistent (Resistenzklassen 2–5) eingeschätzt wurden (Daten nicht dargestellt).

Beim Einsatz von **Flufenacet** wurden in Brandenburg, Sachsen und Thüringen bisher keine Resistenzen festgestellt. Nur in Sachsen-Anhalt zeigen sich bei knapp einem Fünftel bereits Minderwirkungen (Resistenzklasse 1), bei 5 % konnte eine

beginnende Resistenz (Resistenzklasse 2) bestätigt werden (Daten nicht dargestellt).

Fazit

- In den Bundesländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen werden seit mehreren Jahren zunehmend Herbizidresistenzen bei Ackerfuchsschwanz gegenüber den Wirkstoffen der HRAC-Gruppen 1 oder 2 einschließlich Kreuz- und multipler Resistenzen festgestellt.
- Bei Windhalm dominieren ALS-Resistenzen.
- Regional wurden resistente Populationen bei Weidelgräsern, Hühnerhirse, Tauber Treppe sowie Zurückgebogenem Amarant, Kamillearten, Klatschmohn und Vogelmiere nachgewiesen.
- Bekämpfungsprobleme bei Weidelgras-Durchwuchs nehmen in Sachsen und Thüringen zu. <<

Maßnahmen zum Resistenzmanagement

Ackerbauliche und nicht chemische Maßnahmen

- Vielgliedrige Fruchtfolgen mit Wechsel zwischen Winter- und Sommerungen sowie Blatt- und Halmfrüchten
- Anbau von Zwischenfrüchten
- Konkurrenzkräftige Sorten mit starkem Blattapparat zur Unkrautunterdrückung
- Pflügen auf nicht erosionsgefährdeten Flächen zur Verlagerung von Unkrautsamen in tiefere Bodenschichten
- Spätere Aussattermine bei Wintergetreide zur Reduzierung im Herbst auflaufender Ungräser
- Scheinsaat („falsches Saatbett“) zur Bekämpfung von früh keimenden Ungräsern vor der Aussaat der Kultur
- Mechanische Unkrautbekämpfung

Antiresistenz-Management bei Herbiziden

- Langfristige Planung der Ungrasbekämpfung über die gesamte Fruchtfolge
- Herbizidanwendungen im Getreide zur Gräserbekämpfung vorwiegend im Herbst durchführen, außer in spät gesättem Weizen
- Die Anwendung der Wirkstoffe mit anderen Wirkmechanismen (HRAC 3, 15) ausschöpfen
- Wirkungsgrad von mindestens 97 % bei der Bekämpfung von Ungräsern anstreben
- Wirkstoffe der HRAC-Gruppen 1 und 2 höchstens einmal in der Fruchtfolge und nicht solo einsetzen

Ewa Meinschmidt¹, Christine Tümmeler²,
Katrin Ewert³, Elke Bergmann⁴

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie

² Landesamt für Ländliche Entwicklung,
Landwirtschaft und Flurneuordnung
³ Thüringer Landesamt für Landwirtschaft
und Ländlichen Raum

⁴ Landesanstalt für Landwirtschaft und
Gartenbau, Sachsen-Anhalt