

Resistenzentwicklung bei *Apera spica-venti* in Niedersachsen

Herbicide resistance in Apera spica-venti in Lower Saxony

Dirk Michael Wolber*, Goßwinth Warnecke-Busch, Lisa Köhler

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Pflanzenschutzamt, Wunstorfer Landstraße 9, 30453 Hannover

*Korrespondierender Autor, dirk.wolber@lwk-niedersachsen.de

DOI 10.5073/jka.2020.464.056



Zusammenfassung

In den Jahren 2007 bis 2018 wurden auf 286 Monitoringflächen Samenproben von *Apera spica-venti* (Gemeiner Windhalm) gezogen und in Biotestungen die Wirksamkeit von Herbiziden unterschiedlicher Wirkstoffklassen getestet. Enge Getreidefruchtfolgen und einseitiger Herbizideinsatz ermöglichen *Apera spica-venti* Resistenzen gegenüber der Wirkstoffgruppe der ALS-Hemmer in Niedersachsen auf fast zwei Dritteln der untersuchten Standorte zu entwickeln. Neben den Wirkstoffgruppen der ALS-Hemmer und Photosynthesehemmer sind beginnend auch die ACCase-Hemmer resistenzgefährdet. Besonders Propaquizafop und Pinoxaden zeigen resistenzbedingt auf ersten Standorten zunehmende Wirkungsminderungen. Cycloxydim und Clethodim wirken allerdings gegen *Apera spica-venti* ausnahmslos, ebenso wie die Bodenwirkstoffe Flufenacet (enthalten in Cadou SC, Herold, Cadou forte und Bacara forte), Pendimethalin (enthalten in Malibu, Picono und Stomp Aqua), Flurtamone (enthalten in Cadou forte und Bacara forte) und Propyzamid (enthalten in Kerb flo. bzw. Milestone).

Weitere Herbizidresistenzen lassen sich bei *Apera spica-venti* durch Wirkstoffwechsel, Wirkstoffkombination und flankierende ackerbauliche Maßnahmen vermeiden.

Stichwörter: *Apera spica-venti*, Fruchtfolge, multiple Resistenzen, Resistenzmanagement, Ungrasbekämpfung

Abstract

From 2007 to 2018, seed samples of *Apera spica-venti* were taken on 286 monitoring sites and the effectiveness of herbicides with different classes of active ingredients was tested in bioassays. Short, cereal-dominated crop rotations and repeated use of herbicides with the same mode of action enable *Apera spica-venti* to develop resistance to the active ingredient group of ALS inhibitors in Lower Saxony at almost two-thirds of the sites investigated. In addition to the active ingredient groups of ALS inhibitors and photosynthetic inhibitors, ACCase inhibitors are also affected by resistance evolution. In particular, propaquizafop and pinoxaden show a loss of efficacy at several sites investigated. However, cycloxydim and clethodim are still effective against *Apera spica-venti*, as are the soil active ingredients flufenacet (included in Cadou SC, Herold, Cadou forte and Bacara forte), pendimethalin (included in Malibu, Picono and Stomp Aqua), flurtamone (included in Cadou forte and Bacara forte) and propyzamide (contained in Kerb flo and Milestone).

Further herbicide resistance evolution in *Apera spica-venti* can be reduced by rotation and combination of the active ingredients and accompanying agricultural measures.

Keywords: *Apera spica-venti*, crop rotation, grass weed control, herbicide resistance management, loose silky-bent grass, multiple resistance

Einleitung

Apera spica-venti (Gemeiner Windhalm) ist seit vielen Jahren eine der wichtigsten Ungraspflanzen in Mitteleuropa. Es handelt sich um eine monokotyle Pflanzenart, die meist im Herbst bei Temperaturen über 2 °C keimt, nur gelegentlich kann es auch im Frühjahr noch zu Keimung kommen. Der Entwicklungsrhythmus ist an Winterungen angepasst. *Apera spica-venti* kommt in Niedersachsen meistens auf sandigen, leichtstrukturierten Böden sowie auf den Lehmböden des mittleren Niedersachsens vor. Durch seine starke Bestockung und den langen Halm entwickelt *Apera spica-venti* eine starke Konkurrenzskraft gegenüber Wintergetreidebeständen, die größer ist als bei *Alopecurus myosuroides* (Acker-Fuchsschwanz). Die Samen von *Apera spica-venti* fallen vor der Weizenernte aus und werden durch Wind und Wasser verbreitet. Die Samen haben im Boden eine Lebensdauer von ca. ein bis vier Jahren und keimen meist gleich nach der Ernte aus. Im Vergleich zum Getreide wachsen die Keimlinge von *Apera spica-venti* langsamer, im Frühjahr entwickeln sie sich jedoch schnell und überwachsen dann die Kultur. Hohe Ungrasraten können

schnell zur Konkurrenz für die Kultur um Licht, Wasser, Standraum und Nährstoffe führen. Sehr dichtes Ungrasaufkommen führt im Getreide und ggf. auch im Raps schnell zu Lager.

Material und Methoden

Zum Nachweis einer vorliegenden Herbizidresistenz wurden in den Jahren 2007 bis 2018 Biotestungen im Gewächshaus an intakten Pflanzen, unter definierten Temperatur- und Lichtbedingungen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden 286 Samenproben von *Apera spicaventi* aus allen Teilen Niedersachsens für ein Herbizidresistenzmonitoring gesammelt und aufbereitet. Eine Samenprobe wird nachfolgend als Herkunft, also eine Probe eines Monitoring-Standortes, benannt. Die Proben stammen aus unbehandelten Versuchsvarianten.

Zur Probenvorbereitung werden die ausgedroschenen und gesiebten Samenproben trocken in Papiertüten aufbewahrt, bis sie vor der Aussaat zur Brechung der Dormanz 5 Tage bei -18 °C in der Tiefkühltruhe gelagert wurden. Im Anschluss daran erfolgte unmittelbar die Aussaat der Samenproben in Biotesttöpfe (Jiffi-Rundtöpfe 8 x 8 cm geschlitzt) in 4 Wiederholungen je Versuchsvariante. Die Töpfe (Jiffi-Pots) standen in Pflanzschalen (40 x 60 cm), auf deren Boden eine Plastikfolie sowie darauf ein Bewässerungsfließ passgenau ausgelegt wurden. Bei der Aussaaterde handelte es sich um PSA-Standardboden (lehmgiger Sand pH 6,5, Humusgehalt 1,8 %, ca. 300 g incl. Topf, sterilisiert ca. 60 % WK max.). Das zu testende Samenmaterial wurde zu ca. 20 Samen portioniert, in die mit Erde gefüllten Töpfe gestreut und jeweils mit einer ca. 1 cm dicken Schicht fein gesiebter Erde des PSA-Standardbodens bedeckt. Für das weitere Wachstum im Gewächshaus wurden die folgenden Parameter eingestellt: Tagphase: 20 °C , 16 h Beleuchtung mit 8000 LUX (180 Watt/m^2), Nachtphase: 16 °C , 8 h Dunkelheit. Die Bewässerung erfolgte durch bedarfsgerechtes Gießen von unten (Anstau). Eine Ausnahme bildeten die Varianten mit Bodenherbiziden. Hier wurde in den ersten 10 Tagen nach der Applikation von oben gegossen. Der Feuchtigkeitszustand der Töpfe wurde täglich kontrolliert.

Die Applikation erfolgte in einer Schachtner Applikationskabine (Wasseraufwandmenge 200 l/ha; Düse ES 90-02; 1,89 bar; Spritzhöhe 40 cm) für die Bodenherbizide im BBCH 00-07 (je nach Herbizid) und für die Blattherbizide im BBCH 11-12.

Tab. 1 Im Resistenztest verwendete Herbizide.

Tab. 1 Herbicides used in the resistance test.

Mittel	Wirkstoff	Aufwand/ha	Applikations-Termin (BBCH)
Cadou SC	Flufenacet	0,25 l/ha	00
Cadou SC	Flufenacet	0,5 l/ha	00
Boxer	Prosulfocarb	2,0 l/ha	00
Boxer	Prosulfocarb	4,0 l/ha	00
Axial 50	Pinoxaden	0,9 l/ha	11-12
Axial 50	Pinoxaden	1,8 l/ha	11-12
Agil-S + Hasten	Propaquizafop	0,5 l/ha + 0,5 l/ha	11-12
Agil-S + Hasten	Propaquizafop	1,0 l/ha + 1,0 l/ha	11-12
Select 240 EC + Para Sommer	Clethodim	1,0 l/ha + 2,0 l/ha	11-12
Select 240 EC + Para Sommer	Clethodim	2,0 l/ha + 4,0 l/ha	11-12
Roundup Powerflex	Glyphosat	3,75 l/ha	11-12
Roundup Powerflex	Glyphosat	7,5 l/ha	11-12
Broadway + Broadway Netzmittel	Pyroxulam Florasulam	130 g/ha + 0,6 l/ha	11-12
Broadway + Broadway Netzmittel	Pyroxulam Florasulam	260 g/ha + 1,2 l/ha	11-12

Der Wirkungsgrad wurde gemäß EPPO-Richtlinie PP1/93(3) 21 und 28 Tage nach der Herbizidapplikation bonitiert. Für die Bewertung des Wirkungsgrades wurden folgende Grenzwerte zugrunde gelegt: Wirkungsgrad 0 - 50 %: für resistente Proben, Wirkungsgrad 51 - 80 %: für moderat resistente Proben und 81 - 100 %: für sensitive Proben. Im Biotest sollten möglichst verschiedene Wirkungsmechanismen der Herbizide geprüft werden. Daher richtete sich die Auswahl der Herbizide nach Ihrem Wirkungsmechanismus. Behandelt wurde dann mit handelsüblichen Gräserherbiziden in einfacher und doppelter Aufwandmenge.

Die getesteten Herbizide haben sich über die vergangenen 11 Jahre leicht geändert. Die Tabelle 1 zeigt die Pflanzenschutzmittel, die in der Resistenzprüfung 2018 eingesetzt wurden. Als Referenz wurde ein sensitiver Standard von *Apera spica-venti* der Firma Herbiseed, Bergshire mit getestet.

Im ersten Jahr der Resistenzuntersuchung bei *Apera spica-venti* (2009) wurden neben den ACCase-Hemmern Clethodim (Select 240 SC) und Pinoxaden (Axial 50 EC) hauptsächlich ALS- Wirkstoffe wie Iodosulfuron (Husar OD), Pyroxsulam (Broadway) und Sulfosulfuron (Monitor) getestet, um zu untersuchen, ob Sulfonylherbizide noch wirken. Bereits im Jahr 2010 musste das Untersuchungsportfolio zugunsten der Bodenherbizidwirkstoffe Flufenacet (Cadou SC) und Prosulfocarb (Boxer) umgestellt werden. Bei den Sulfonylherbiziden beschränkte man sich auf die gegen *Apera spica-venti* wirksamsten Vertreter Iodosulfuron (Husar OD), Pyroxsulam (Broadway). Die ACCase Hemmer Clethodim (Select 240 SC) und Pinoxaden (Axial 50 EC) blieben in der Testung. In 2014 fanden die Wirkstoffe Flumioxazin (Sumimax) und Cycloxydim (Focus Ultra) Einzug in die Biotestung. 2015 wurde Sumimax gegen Diflufenican (Diflanil 500 SC) ausgetauscht. Aufgrund nachlassender Wirkung und Bedeutung in der Praxis wurde Iodosulfuron (Husar OD) gegen Glyphosat (Roundup PowerFlex) ausgetauscht.

Im Sommer 2015 wurden einige im Biotest resistente Herkünfte zusätzlich auf eine TSR (Taget-Site-Resistenz) untersucht.

Darüber hinaus erfolgte eine Auswertung der Schlaghistorien der Jahre 2011 bis 2016. Diese Schlaghistorien entstammen den Feldern, auf denen die Samenproben für die Biotestungen gezogen wurden und beschreiben Kulturart, Bodenbearbeitung und Herbizideinsatz auf den beprobten Flächen.

Ergebnisse

In den Jahren 2007 bis 2018 wurden 286 Samenproben von *Apera spica-venti* aus allen Teilen Niedersachsens von unbehandelten Varianten der Herbizidversuche für ein Herbizidresistenzmonitoring gesammelt. Die Ergebnisse der Biotestungen sind in Abbildung 2 dargestellt.

Von den untersuchten 286 Herkünften, bei denen Resistenzen bei *Apera spica-venti* im Biotest vermutet wurden, wiesen 69 Herkünfte eine Resistenz gegen Pyroxsulam (enthalten in Broadway) auf (Abb. 1). Neben metabolischen Resistenzen wurden in diesen 69 Herkünften teilweise auch eine TSR Resistenz an der Position Trp 574 und Pro197 bestätigt. Von den insgesamt 286 untersuchten *Apera spica-venti*-Verdachtsproben wurden 165 Proben mit Husar OD (Iodosulfuron) getestet. Bei 50 % dieser untersuchten Herkünfte wurden nicht mehr ausreichende Wirkungsgrade gefunden. Nur 35 % der untersuchten Verdachtsproben weisen eine noch ausreichende Wirkung mit Wirkungsgraden von 81 – 100 % gegenüber *Apera spica-venti* auf. Broadway (Pyroxsulam) wirkt noch auf ca. 50 % der Standort gegen *Apera spica-venti* ausreichend sicher. Der Wirkungsabfall auf unter 50 % wird für 24 % der untersuchten Herkünfte bestätigt. Der ACCase- Hemmer Propaquizafop (enthalten in Agil-S) zeigt schon in fast 50 % der untersuchten Verdachtsproben von *Apera spica-venti* keine ausreichende Wirkung mehr. Die ACCase-Hemmer aus der Untergruppe der DIM, wie Cycloxydim (enthalten in Focus Ultra) und Clethodim (enthalten in Select 240 EC), sind auf den untersuchten Monitoringflächen noch ausnahmslos wirkungssicher. Erste Resistenzentwicklungen in *Apera spica-venti* gegen die Wirkstoff Pinoxaden (enthalten in Axial 50 SC, Wirkstoffgruppe: DEN) wurden in Niedersachsen bereits auf 14 % der Standorte entdeckt, 82 % der untersuchten Proben zeigen noch ausreichende Wirkung.



Abb. 1 Überblick über untersuchte *Apera spica-venti*-Samenproben im Biotest 2007 - 2018.

Fig. 1 Overview of studied *Apera spica-venti* seed samples in the bioassay 2007 - 2018.

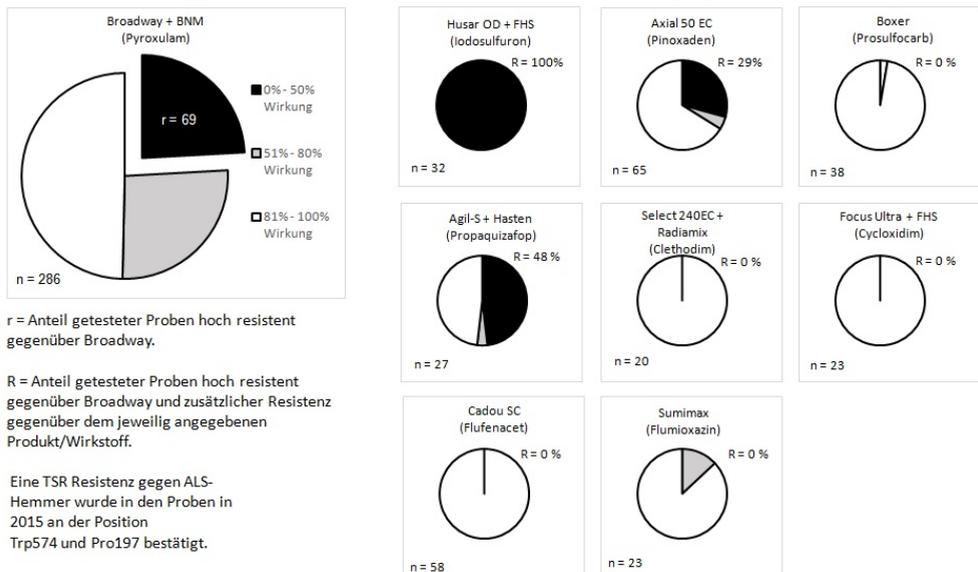


Abb. 2 Multiple Resistenz in *Apera spica-venti* bis 2018.

Fig. 2 Multiple resistance in *Apera spica-venti* until 2018.

Gegenüber dem Bodenherbizidwirkstoff Prosulfocarb (enthalten in Boxer) wird eine 98 % Wirkung bestätigt, bei Flufenacet (enthalten in Cadou SC) sogar noch eine Wirkung von 100 %. Flumioxazin (enthalten in Sumimax) wirkt auf den *Apera spica-venti* auf 94 % der untersuchten Standorte, aber der Wirkstoff Diflufenican (enthalten in Diflanil 500 SC) ist nur noch auf 62 % der untersuchten Standorte mit Wirkungsgraden über 51 % einzusetzen.

Auf ersten Standorten in Niedersachsen sind Mehrfachresistenzen (multiple Resistenzen) gegen unterschiedliche Wirkstoffklassen bei *Apera spica-venti* festzustellen, die Ergebnisse dazu sind in der Abbildung 2 dargestellt.

Die gegenüber Broadway (Wirkstoff: Pyroxulam) als resistent beurteilten Herkünfte (Anzahl 69, in der großen Darstellung der Abbildung 2) wurden in der jeweiligen Untersuchung auch gegen andere Wirkstoffe getestet. Die gegen Pyroxulam resistente Populationen von *Apera spica-venti* wiesen gleichzeitig eine Resistenz zu 100% gegenüber Iodosulfuron (enthalten in Husar OD) und zu 29 % gegenüber Pinoxaden (Wirkstoffgruppe DEN, enthalten in Axial 50 EC und Traxos) und zu 48 % Propaquizafop (Wirkstoffgruppe der FOP, enthalten in Agil-S) auf. Weitere Untersuchungen anhand der 69 gegenüber Pyroxulam resistente Populationen von *Apera spica-venti* wiesen gegenüber Prosulfocarb (enthalten in Boxer), Clethodim (enthalten in Select 240 EC), Cycloxydim (Focus Ultra), Flufenacet (enthalten in Cadou SC) und Flumioxazin (enthalten in Sumimax) keine Resistenzen auf.

Auf vielen Flächen in Norddeutschland werden ALS-Hemmer zur Bekämpfung von *Apera spica-venti* eingesetzt. Die Frage, wie sicher in den niedersächsischen Fruchtfolgen ALS-Hemmer noch sind, soll die folgende Auswertung der Schlagdaten in Tabelle 2 zeigen. Bei Proben aus Herkünften mit einer hohen Anzahl Winterungen in der Fruchtfolge (>3 Mal Winterung in 5 Jahren) ist die Anzahl der Herkünfte mit einem schlechten Bekämpfungserfolg (< 50 % Wirkung) von Husar OD (Iodosulfuron) gegen *Apera spica-venti* höher als die Anzahl der Standorte mit einem mittleren Bekämpfungserfolg (>51 % Wirkung). Die 38 Herkünfte, die im Biotest als resistent beurteilt wurden (< 50 % Wirkung von Husar OD im Biotest) hatten alle (100 %) Herkünfte mehr als 3 Mal in 5 Jahren Getreide in der Fruchtfolge. 58 % dieser Herkünfte verzichteten vollständig auf den Pflug. Darüber hinaus setzten 92 % der Betriebe mehr als einmal pro Jahr ALS-Hemmer ein.

Tab. 2 Auswertung von Schlagdaten nach Resistenzuntersuchung von *Apera spica-venti*.

Tab. 2 Evaluation of field history data after resistance examination of *Apera spica-venti*.

Herbizid	Husar OD und Husar plus <50% Wirkung n=38 Proben mit mind. 5 jähr. Schlaghistorie Angaben in % der Schlaghistorien	Husar OD und Husar plus 51-79% Wirkung n=12 Proben mit mind. 5 jähr. Schlaghistorie Angaben in % der Schlaghistorien	Broadway <50% Wirkung n=25 Proben mit mind. 5 jähr. Schlaghistorie Angaben in % der Schlaghistorien	Broadway 51-79 % Wirkung n=13 Proben mit mind. 5 jähr. Schlaghistorie Angaben in % der Schlaghistorien
> 3x Wintergetreide (in 5 Jahren in der Fruchtfolge)	100	92	100	92
Blattfrüchte in der Fruchtfolge	100	100	100	100
Pflugverzicht	58	33	76	38
> 1x ALS-Hemmer (in 5 Jahren in der Fruchtfolge)	92	83	96	92

Die gleiche Auswertung auf Flächen, auf denen *Apera spica-venti* als gegenüber Broadway resistent bestätigt wurde (< 50 % Wirkung), ergibt das identische Bild wie bei Husar OD. In 100 % der Fälle wurde mehr als 3 Mal in 5 Jahren Getreide in der Fruchtfolge angebaut, alle Herkünfte hatten Blattfrüchte in der Fruchtfolge und auf 96 % der Flächen kam mehr als einmal in 5 Jahren ein ALS-Hemmer zum Einsatz. Auch der völlige Pflugverzicht schlägt sich in der Minderwirkung von Broadway nieder. In 76 % der untersuchten Fälle stammten die gegen Broadway resistenten Herkünfte von Flächen, auf denen vollkommen auf den Pflug verzichtet wurde.

Diskussion

Die ackerbaulichen Strukturen in Niedersachsen mit ihren teils sehr einseitigen Fruchtfolgen und einem hohen Wintergetreideanteil in der Fruchtfolge (Wintergetreide – Wintergetreide – Wintertraps; Wintergetreide – Wintergetreide - Kartoffel/Zuckerrübe) fördern das Auftreten von Gräsern wie *Apera spica-venti*. Die modernen Weizensorten sind zudem aufgrund ihres Längenwachstums und der geringeren Bestockung der Einzelpflanze wenig konkurrenzfähig gegenüber dem *Apera spica-venti*.

Das Auftreten von herbizidresistenten Unkräutern ist die Folge eines Selektionsprozesses durch den häufigen Einsatz von Herbiziden mit demselben Wirkmechanismus bzw. dem gleichen Wirkstoff. Dieser Prozess hat sich in den letzten Jahren deutlich beschleunigt. Dabei werden Biotypen mit einer natürlichen Widerstandsfähigkeit in ihrer Entwicklung begünstigt. Der Anteil resistenter Biotypen in der Population nimmt stetig zu und es entstehen zunehmend Bekämpfungsprobleme.

Die Entwicklung der Resistenzen bei *Apera spica-venti* durchläuft in Niedersachsen ein gleichbleibendes Muster. Durch jahrzehntelangen Einsatz von Isoproturon (IPU) (HRAC C) verbreitete sich zunächst die Resistenz gegenüber diesem Bodenherbizid. Als dieser Wirkstoff nicht mehr ausreichende Gräserwirkung zeigte, wurden ALS-Hemmer (HRAC B) eingesetzt, die auch eine gewisse „Nebenwirkung“ gegen dikotyle Unkräuter aufweisen, wie sie auf den typischen Wildhalmstandorten vermehrt auftreten. Sulfonylherbizide wie Flupyrsulfuron (Ciral SX), Propoxycarbazone (Attribut), Sulfosulfuron (Monitor) und zuletzt auch Iodosulfuron (Husar OD) zeigen eine zunehmend reduzierte Wirkung auf *Apera spica-venti*, wie auch aus dem beschriebenen Biotest hervorgeht. Einzig Pyroxulam (Broadway) ist auf vielen Flächen das letzte wirksame Sulfonylherbizid. *Apera spica-venti* entwickelt gegenüber ALS-Hemmern, neben den metabolischen Resistenzen, zunehmend Target-Site Resistenzen (TSR) mit sehr hohen Resistenzfaktoren. Alarmierend ist besonders der Umstand, dass zunehmend mehrere Mutationsstellen gefunden werden und damit die gesamte Gruppe der ALS-Hemmer durch sogenannte Target-Site Resistenzen (TSR) betroffen ist (WOLBER, 2017). Mit Pinoxaden (Axial 50 EC) beginnt auf den ersten niedersächsischen Flächen auch die Gruppe der ACCase-Hemmer (HRAC A) eine ehemals sichere Wirkung einzubüßen (WOLBER, 2014). Damit dieser Trend gestoppt wird, müssen neben rigorosem Wirkstoffwechsel in der Rotation auch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen zur Resistenzvermeidung ergriffen werden. Das Resistenzrisiko steigt in einer engen Getreidefruchtfolge insbesondere dann, wenn ortstypisch ein sehr früher Saatzeitpunkt gewählt oder wenn vollständig auf den Pflug verzichtet wird. Besonders bei frühen Saatterminen, also im September und Oktober, kann sich ein stärkerer Unkrautbesatz vor Winter entwickeln und damit auch ein größeres Herbizidresistenzrisiko entstehen.

Tab. 3 Wirkstoffgruppen nach HRAC und Wirkungsmechanismen mit deren Resistenzrisiko (WOLBER, 2017).

Tab. 3 Groups of active substances according to HRAC and mechanisms of action with their risk to resistance (abstract) (WOLBER, 2017).

	A	B	C	E	F	G	K	N	O
Wirkmechanismus	ACCCase-Hemmer	ALS-Hemmer	Photosynthese-Hemmer	PPO-Hemmer	4-HPPD-Hemmer	ESPS-Hemmer	Zellwachstums-Hemmer	Lipidsynthese-Hemmer	Synthetische Auxine
Resistenzrisiko gegen Gräserarten	sehr hoch	sehr hoch	hoch	sehr gering	sehr gering	gering	mittel	gering	gering

Erst bei der Erweiterung der Fruchtfolge mit Blattfrüchten wird ein Herbizidwirkstoffwechsel im Sinne eines Resistenzmanagements ermöglicht. Weiterhin sind besonders der späte Saattermin sowie der Pflugeinsatz und eine intensive Stoppelbearbeitung als Maßnahmen zu nennen, um den Unkrautbesatz vor der ersten Herbizidmaßnahme und damit das Risiko einer Herbizidresistenz deutlich zu reduzieren. Bei Saatterminen bis Ende November ist die Keimrate von *Apera spica-venti* deutlich geringer als bei früheren Saatterminen. Der Einsatz von Glyphosat vor oder kurz nach Saat

hilft zusätzlich einen starken Ungrasbesatz zu reduzieren, kann aber eine extensive Stoppelbearbeitung im Sinne des Resistenzmanagements nicht vollständig ersetzen.

Auf Flächen wo erstmals eine Herbizidresistenz zu beobachten ist, kann ein einmaliges Unterpflügen, gefolgt von einem mehrjährigen Pflugverzicht die weitere Ausdehnung einer resistenten Population besonders bei *Apera spica-venti* mindern. Mit zunehmendem Anteil von Sommerungen und Blattfrüchten in der Fruchtfolge wird zusätzlich eine nachhaltige Minderung des Samenpotentials erreicht, da die Samen von Ungräsern nur eine begrenzte Zeit keimfähig sind und nach der Bodenbearbeitung zur Sommerung deutlich vermindert auflaufen. Ein jährlicher Wechsel zwischen Blatt- und Halmfrucht kann die Verunkrautung mit *Apera spica-venti*, im Vergleich zu Fruchtfolgen mit 67 % Getreideanteil, fast halbieren. Sorten mit guter Konkurrenzkraft sowie homogene, lückenfreie Bestände helfen ebenfalls den Unkrautbesatz zu unterdrücken und unterstützen so ein effektives Resistenzmanagement (WOLBER, 2017).

Fazit

Die Herbizidresistenzen haben sich auf sandigen, leichtstrukturierten Böden der Lüneburger Heide und im Weser-Ems-Gebiet sowie auf den leichten Lehm Böden des mittleren Niedersachsens bei *Apera spica-venti* ausgebreitet.

Der Wirkstoffwechsel und die ackerbaulich flankierenden Maßnahmen (angepasste Fruchtfolgen, intensive Bodenbearbeitung und spätere Saattermine) gewährleisten auch weiterhin eine erfolgreiche Landbewirtschaftung. Der zusätzliche Einbau von Sommerungen in die Fruchtfolge sowie ein einmaliger Pflugeinsatz, damit die resistenten Samen vergraben werden, dienen eine weitere Resistenzentwicklung bei *Apera spica-venti* zu verzögern.

Literatur

EPPO-RICHTLINIE PP1/93(3): Weeds in cereals; European and Mediterranean Plant Protection Organisation.

WOLBER, D.M., 2014: Resistenzentwicklungen von *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. (Gemeiner Windhalm) in Niedersachsen 2013 – zunehmend auch gegen Pinoxaden. Julius-Kühn-Archiv **443**, 280-286.

WOLBER, D.M., 2017: Herbizidresistenzen: Das Ende der Fahnenstange ist erreicht. Getreidemagazin **3**, 23-29.