

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

Unkrautkontrolle in Not – können in Zukunft noch alle Unkräuter mit Herbiziden kontrolliert werden?

Weed control in distress – can all weeds still be controlled with herbicides in future?

Hans G. Drobny

hans.g.drobny@online.de

DOI 10.5073/jka.2016.452.002



Zusammenfassung

Die Einführung und Verfügbarkeit hochwirksamer und selektiver Herbizide in allen wichtigen Ackerbaukulturen in den letzten Jahrzehnten ermöglichte die Vereinfachung und Kostenersparnis bei Fruchtfolgen und ackerbaulichen Maßnahmen. Dies führte zur Etablierung entsprechend angepasster Unkrautpopulationen, und zunehmend auch zur Selektion resistenter Populationen. Seit der Einführung der ALS-Hemmer (ab 1985) und der 4-HPPD-Hemmer (2001) wurden keine neuen Wirkstoffklassen mehr registriert und es befinden sich keine im formellen Registrierungsprozess. Etliche etablierte Herbizide bekamen keine EU-Zulassung oder Wieder-Zulassung oder wurden in ihren Einsatzmöglichkeiten stark eingeschränkt. Die Kosten und das Risiko für die Entwicklung und Registrierung eines neuen selektiven Herbizid-Wirkstoffs in der EU sind durch das vorhandene Marktpotential in vielen Kulturen nicht mehr gerechtfertigt. Auf Problemstandorten mit resistenten Populationen müssen daher entsprechend ackerbauliche Maßnahmen geändert werden, wie Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Saattermin etc., vorbeugend auch auf „normalen“ Standorten, und die Beratungsinstitutionen müssen, neben dem Herbizid-Management, diese Aspekte stärker in ihre Empfehlungen einbauen.

Stichwörter: Ackerbauliche Maßnahmen, EU-Registrierung, Herbizid-Resistenz

Abstract

The introduction and availability of highly active and selective herbicides in all important field crops, in the last decades, enabled the simplification and money saving in crop rotations and agronomic measures. This resulted in respective specialized and adapted weed populations, and consequently an increasing selection of resistant populations. Since the introduction of the ALS-inhibitors (starting 1985) and the 4-HPPD-inhibitors (2001), no new MoA-Classes were registered, and there are none in the registration process. Several established herbicides were not registered or re-registered in the EU, or were severely restricted in their application. The cost and the risk to develop and register a new selective herbicide in the EU are hardly justified, in relation to their market potential. The only solution on problem fields, with resistant populations, is to change the agronomic practices, like crop rotation, soil tillage, seeding time, etc., as a precautionary principle also on still „normal“ fields. The different advising institutions have to integrate these aspects into their recommendations, besides the proper herbicide management.

Keywords: Agronomic tools, EU-registration, herbicide resistance

Entwicklung - Ackerbau und Herbizide

Die Entdeckung und die Einführung hochwirksamer und selektiver Herbizide in allen wichtigen Ackerbaukulturen ermöglichte die Vereinfachung der Fruchtfolgen und der ackerbaulichen Maßnahmen. Meilensteine waren die Einführung der „Wuchsstoffe“ (HRAC O) in den 1950er Jahren im Getreidebau, das Atrazin im Mais (1968) und das Metamitron in Zuckerrüben (1977); IPU im Getreide (1970) und Pendimethalin (1975) in Gerste, beide mit Gräserwirkung, ermöglichten den verstärkten Anbau von Wintergetreide, wobei ab 1989 durch das Fenoxaprop-P (ACCCase-Hemmer, HRAC A) auch noch starke Besätze an Ackerfuchsschwanz sicher bekämpft werden konnten. Der erste Sulfonylharnstoff (ALS-Hemmer, HRAC B) wurde 1985 eingeführt (DROBNY, 1984), gefolgt von 14 weiteren Wirkstoffen dieser Klasse in verschiedenen Kulturen (Getreide, Mais, Rüben, Kartoffeln). Diese setzten durch die drastisch reduzierten Aufwandmengen einen neuen Standard im Bereich der Herbizide (DROBNY et al., 2012). Mit dem Mesotrione wurde 2001 der erste Vertreter der 4-HPPD-Hemmer (HRAC F2) im Mais eingeführt. Seitdem gab es keine Wirkstoffe von neuen Wirkstoffklassen mehr. Parallel dazu entwickelte sich der Ackerbau zu einer immer stärkeren Konzentration auf wenige Kulturen: von den knapp 12 Millionen ha

Ackerbaukulturen in Deutschland (Erntejahr 2015) sind 56 % Getreide (davon > 90 % Wintergetreide), 21,5 % Mais, 11 % Raps. Die restlichen 11,5 % Fläche verteilen sich auf Zuckerrüben (2,4 %), Kartoffeln (2 %) und andere Kulturen (DESTATIS, 2015). Raps und Rüben werden zunehmend in engeren Fruchtfolgen angebaut, und im Getreidebau und bei Mais gibt es zunehmend Gebiete mit Monokulturen. Die minimale Bodenbearbeitung ohne Pflug nimmt weiter zu.

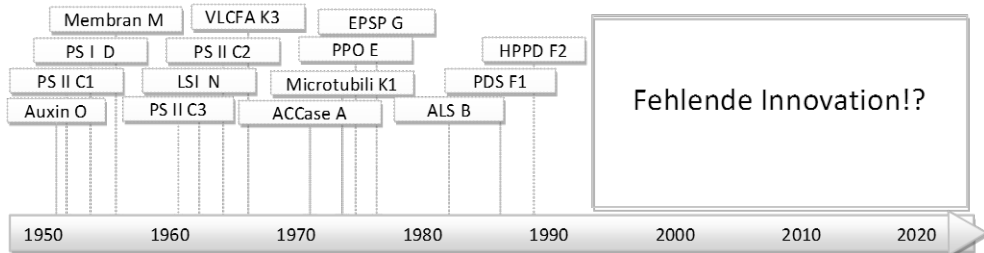


Abb. 1 Einführung wichtiger neuer herbizider Wirkstoffklassen mit HRAC-Code (DROBNY et al., 2012, bearbeitet).

Fig. 1 Introduction of important new herbicidal MoA classes with HRAC code (DROBNY et al., 2012, modified).

Herbizidresistenzen

Nach Meldungen über nachlassende Wirksamkeit einiger Herbizide gegen Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) wurden ab 1999 von DuPont Monitoring Studien in mehreren Ländern Europas durchgeführt, angefangen in England, und ab 2002 auch in Deutschland (DROBNY und CLAUDE, 2004). Gefunden wurden Populationen mit unterschiedlich stark ausgeprägter metabolischer Resistenz, gegen CTU (HRAC C2), Fenoxaprop-P-ethyl und Clodinafop-propargyl (HRAC A), sowie Fluprursulfuron-methyl und Propoxycarbazon-Na (HRAC B). Die beiden ALS-Hemmer waren betroffen, obwohl sie vorher im Feld noch nicht eingesetzt worden waren. Einzelne Populationen hatten zusätzlich eine Wirkort-Resistenz gegen ACCase-Hemmer (HRAC A). Die betroffenen Standorte in Deutschland waren Marschböden an der Elbe und Bördestandorte in Niedersachsen – mit engen Wintergetreide-Fruchtfolgen, frühen Saatterminen und minimierter Bodenbearbeitung, wie auch in England üblich. In den folgenden Jahren nahm die Anzahl der Standorte mit Resistenzen zu – mit ähnlichen ackerbaulichen Maßnahmen. Zunehmend traten Wirkortresistenzen gegen ACCase-Hemmer auf, und seit 2010 auch gegen ALS-Hemmer. Eine ähnliche Entwicklung erfolgte bei Gemeinem Windhalm (*Apera spica-venti*): hier waren auf Grund der eingesetzten Herbizide nach dem IPU zuerst die ALS-Hemmer betroffen, durch metabolische und Wirkortresistenz (GERHARDS und MASSA, 2012), und nun auch ACCase-Hemmer. Neben diesen beiden Grasarten (PETERSEN, 2014) sind in Deutschland bisher einzelne Standorte bekannt, mit Resistenzen von Dikotylen gegen ALS-Hemmer (ROSENHAUER et al., 2014), sowie ein Standort mit Wirkort-Resistenz von Gemeiner Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*) (EWERT et al., 2014). In anderen Ländern Europas gibt es teils weit verbreitete Wirkort-Resistenzen gegen ALS-Hemmer - Beispiele:

Skandinavien: *Stellaria media*, *Chrysanthemum segetum*, u.a.: Sommergetreide-Monokultur, nur/immer ALS-Hemmer eingesetzt.

Italien: *Alisma plantago-aquatica*, *Cyperus difformis*: Reis: Dauer-Monokultur, ständiger Einsatz ALS-Hemmer.

Alle diese Beispiele belegen die zuverlässige Methode der Erzeugung Herbizid-resistenter Unkrautpopulationen:

1. Etablierung dichter Populationen spezifisch angepasster Unkrautarten, durch entsprechende ackerbauliche (pfluglos, früher Saattermin Wintergetreide) und Fruchtfolge-Maßnahmen (Monokultur)

2. Einseitiger/ausschließlicher Einsatz spezifischer Herbizidgruppen. Bei Wirkungsverlust die nächste Herbizidgruppe (so lange vorhanden).

Diese Methode wird ebenso weltweit in den transgenen Glyphosate-toleranten Kulturen eingesetzt - mit zunehmendem „Erfolg“ (HEAP, 2015).

Herbizide - bisherige und zukünftige Verfügbarkeit

Mit der Einführung der EU Registrierungsrichtlinie 91/414 kam es zu einer signifikanten Reduzierung der damals verfügbaren Wirkstoffe: neben etlichen Total-Herbiziden (z.B. Bromacil, Hexazinon, Diuron) waren auch betroffen die Triazine (HRAC C1), hier v.a. das Atrazin, sowie die Phenylharnstoffe (HRAC C2). Ersetzt wurden diese Wirkstoffe durch die zwischen 1990 und 2010 neu eingeführten ALS-Hemmer, ACCase-Hemmer und 4-HPPD-Hemmer. Die ersten beiden Gruppen sind zunehmend von Resistenzen betroffen, die letztere kann nur im Mais eingesetzt werden. Im Zuge der EU Re-Registrierung haben im Jahr 2015 die breit eingesetzten Wirkstoffe Ioxynil (HRAC C3) im Getreide und Topramezone (HRAC F2) im Mais ihre Zulassung verloren. Für einige neue Wirkstoffe wurde in der EU keine Registrierung beantragt: Saflufenacil (HRAC E) und Bicyclopyrone (HRAC F2). Die für ein sinnvolles Resistenzmanagement bei Herbiziden wichtigen „Boden“-Herbizide (IPU, CTU, Flufenacet, Pendimethalin, Clomazone, Metazachlor u.a.) sind in ihren Anwendungsbedingungen und Aufwandmengen teils drastisch eingeschränkt.

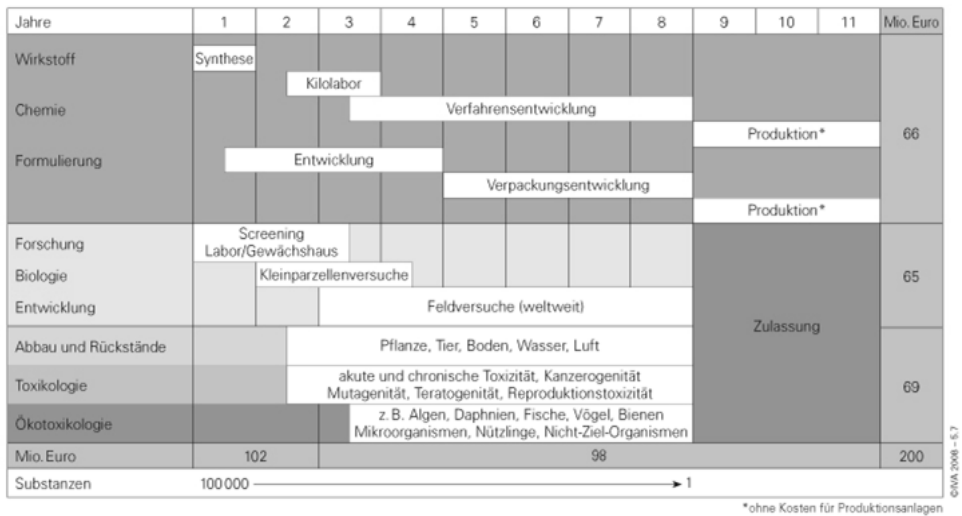


Abb. 2 Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels (IVA, 2015).

Fig. 2 Development of a Plant Protection Product (IVA, 2015).

Der Grund, dass es seit nunmehr 15 Jahren, und wohl weitere 10 Jahre, keine neuen Herbizide/Wirkstoffklassen mehr gibt, liegt in dem nötigen Marktpotential für einen Wirkstoff, in Relation zu den Kosten der Forschung, Entwicklung und Registrierung. Im Vergleich zu Fungiziden und Insektiziden ist das Potential eines selektiven Herbizids auf eine oder wenige Kulturen beschränkt. Im weltweiten Maßstab haben etliche der flächenmäßig größten Kulturen, darunter Mais, Soja, Raps und Baumwolle, außerhalb der EU, die transgene Herbizid-Toleranz gegen Glyphosat oder Glufosinat. Die relevanten Flächen innerhalb der EU, für ein selektives Herbizid, liegen bei 50 Mill. ha Getreide, 15 Mill. ha Mais, 6,5 Mill. ha Raps, 4,1 Mill. ha Sonnenblumen, und 1 Mill. ha Zuckerrüben. Die Kosten für die Registrierung eines neuen Wirkstoffs und Produkt liegen bei ca. € 200 Mill. und der Registrierungsprozess dauert ca. 10 Jahre (Abb. 2).

Eine Beispielrechnung für Zuckerrüben (1 Mill. ha x 40 % Marktanteil x € 30 Einnahmen x 50 % Marge) ergäbe nach Erreichen des angestrebten Marktanteils einen Rohgewinn von € 6 Mill./Jahr, welcher die nötigen Investitionen und das damit verbundene Risiko in keiner Weise rechtfertigt. Ein weiterer wichtiger Risikobereich ergibt sich aus den Anforderungen für moderne zulassungsfähige Pflanzenschutzmittel: Keine Auswirkungen auf andere Organismen impliziert einen sehr spezifischen Wirkmechanismus, welcher prinzipiell anfällig für Wirkort-Resistenzen ist; der rasche Abbau in der Umwelt/Boden impliziert prinzipielle Anfälligkeit gegen metabolische Resistenzen. Dazu läuft der Patentschutz ca. 5-7 Jahre nach Erreichen des Marktpotenzials aus. Vergleichbare Berechnungen für Raps und Mais ergäben ca. € 20 oder 30 Mill./Jahr Rohgewinn. Bei Getreide hängt es von den entsprechenden Segmenten ab: Gräser, Dikotyle, Herbst/Frühjahr: es rechnet sich kaum!

Das weltweit zunehmende Auftreten von Unkrautpopulationen mit Resistenz gegen Glyphosat in den entsprechenden Kulturen (HEAP, 2015) führt mittlerweile zu zusätzlichen Marktpotentialen für neue selektive Herbizide. Die Industrie reagiert darauf mit erneutem Fokus und Investition in die Herbizidforschung (z.B. BAYER CROPSCIENCE, 2015), aber der Prozess wird viele Jahre in Anspruch nehmen.

Gegenwart und Zukunft der Unkrautkontrolle

Die Gegenwart der Unkrautkontrolle in Ackerbaukulturen durch Herbizide hat in einigen Gebieten bereits die Grenze erreicht: die Hauptungräser, v.a. Ackerfuchsschwanz, können durch vorhandene Herbizide auf Grund von Resistenzen nicht mehr bekämpft werden. Der Wegfall weiterer Herbizide, die Einführung neuer Technologien (z.B. ALS-tolerante Kulturen) und neue Produkte im Bereich der ALS-Hemmer, wird den Selektionsdruck noch weiter erhöhen.

Die ackerbaulichen Faktoren müssen entsprechend spezifisch angepasst und verändert werden, v.a. auch vorbeugend auf Risikoflächen. Hierzu dient in erster Linie die Fruchtfolge (Wechsel von Winter- und Sommerkulturen), die Bodenbearbeitung (wendend/Pflug), der Saattermin (LANDSCHREIBER, 2014), „falsche“ Saatbettbereitung für Ungräser, mechanische Bekämpfung.

Zusätzlich muss der Herbizideinsatz optimiert werden: Prinzipieller Einsatz der weniger gefährdeten Wirkmechanismen (noch verfügbare unterschiedliche Bodenherbizide) mit optimalem Wirkungsgrad (volle Aufwandmenge, Mischung mit blattaktiven Wirkstoffen), und Wechsel der gefährdeten Wirkmechanismen (HRAC A und B) in der Fruchtfolge. Gezielter Einsatz spezifischer alternativer Wirkstoffe/Wirkmechanismen in den entsprechenden Kulturen: Clomazone (HRAC F4) und Propyzamid (HRAC K1) im Raps, 4-HPPD-inhibitoren (HRAC F2) im Mais, Prosulfocarb (HRAC N) im Getreide. Jeweils mind. 2 Wirkstoffklassen/Fruchtfolgeglied gegen Problemunkräuter einsetzen.

Die gezielte schlagspezifische Integration verschiedener ackerbaulicher Maßnahmen, mit entsprechendem Herbizideinsatz, ist eine Herausforderung für die bestehenden Beratungsinstitutionen. Die Industrieberatung muss verstärkt auf Kombinationen/Empfehlungen mit komplementären Wirkstoffen anderer Firmen Wert legen, die Privatberatung muss von ihren typischen „Kosten sparen“-Empfehlungen stark reduzierter Aufwandmengen Abstand nehmen, und die amtliche Beratung muss von vermeintlichen Kostenreduktionen und Schlagwörtern Abstand nehmen. Alle müssen spezifisch ackerbauliche Empfehlungen integrieren, auch in ihre entsprechenden Versuche – sonst können jetzt und in Zukunft nicht mehr alle Unkräuter kontrolliert werden!

Danksagung

Ich bedanke mich bei allen Kollegen und Mitgliedern der herbologischen Gremien und Arbeitskreise für die langjährige konstruktive Zusammenarbeit.

Literatur

- BAYER CROPSCIENCE, 2015: <http://www.cropscience.bayer.com/en/Media/Press-Releases/2015/Bayer-CropScience-Grains-Research-Development-Corporation-discover-innovative-control-solutions.aspx>.
- DESTATIS, 2015: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/AnbauflaecheFeldfruechte.html>. Zugriff 25. November 2015.
- DROBNY, H.G., 1984: DPX-T6376 – ein neues Herbizid für den Getreidebau. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft **X**, 305-309.
- DROBNY, H.G. und J.-P. CLAUDE, 2004: Ergebnisse eines zweijährigen Monitoring-Programms zur Resistenz von Ackerfuchsschwanz gegenüber verschiedenen Herbiziden in Deutschland. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. **396**, 208-209.
- DROBNY, H.G., M. SCHULTE und H.J. STREK, 2012: 25 Jahre Sulfonylharnstoff-Herbizide – ein paar Gramm veränderten die Welt der chemischen Unkrautbekämpfung. Julius-Kühn-Archiv **434**, 21-33.
- EWERT, K., G. SCHRÖDER, E. MEINSMIDT und E. BERGMANN, 2014: Neue Unkrautbekämpfungsstrategien im Mais unter Beachtung enger Maisfruchtfolgen, zunehmender ALS-Resistenzen bei typischen Unkräutern und wirkstoffspezifischer Applikationseinschränkungen. Julius-Kühn-Archiv **443**, 621-634.
- HEAP, I., 2015: International survey of herbicide resistant weeds. Available www.weedscience.org. Accessed Oct. 21, 2015.
- IVA, 2015: Innovative Pflanzenschutzmittel: Bessere Wirkung, mehr Sicherheit. www.iva.de. Zugriff: 14. November 2015.
- LANDSCHREIBER, M., 2015: Zweijährige Versuchsergebnisse zur AFU-Bekämpfung in Abhängigkeit von Saatzeitpunkt und WW-Sorte. www.dpg.phytomedizin.org/de/arbeitskreise/herbologie/presentationen-2015.
- PETERSEN, J., 2014: Aktueller Stand der Herbizidresistenzen im Getreidebau. Getreidemagazin **4**, 8-12.
- ROSENHAUER, M., L. ULBER, D. RISSEL und J. PETERSEN, 2015: Resistenzmonitoring ALS-resistenter dikotyler Unkräuter und Hirsearten in Deutschland 2014. www.dpg.phytomedizin.org/de/arbeitskreise/herbologie/presentationen-2015.