SUPERWEEDS – RESISTENTE UNKRÄUTER BEDROHEN DIE ERNTE!

DAS PRINZIP INDUSTRIELLE LANDWIRTSCHAFT IN DER SACKGASSE

CHRISTOPH THEN, RUNA BOEDDINGHAUS

Eine Studie Im Auftrag Der Grünen/Europäische Freie Allianz und Martin Häusling, MEP

Die Grünen | Europäische Freie Allianz
im Europäischen Parlament

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Martin Häusling, MdEP / Europabüro Hessen
Kaiser-Friedrich-Ring 77
65185 Wiesbaden

Tel. 0611 - 98920-30
Fax 0611 - 98920-33
info@martin-haeusling.de

GESTALTUNG

Dipl. Des. (FH) Annette Schultetus,
www.design-kiosk.de

BEZUG DIESER PUBLIKATION

Ina Möllenhoff, Öffentlichkeitsarbeit
Tel. 0611 - 98920-30
Fax 0611 - 98920-33
info@martin-haeusling.de

AUTOREN

Christoph Then
Runa Boeddinghaus

DRUCK

flyerheaven.de

STAND

September 2014

TITELBILD

agrarfoto.com, Ampfer im Futterfeld

INHALT

VORWORT MARTIN HÄUSLING 4

CHRISTOPH THEN
MONSANTOS (ALB-) TRAUM?
ANBAU VON GENTECHNIK-PFLANZEN UND SUPERWEEDS IN DEN USA

1. HERBIZIDRESISTENZ – WAS IST DAS? 06

2. HERBIZIDRESISTENZ IN DEN USA 07

3. HERBIZIDRESISTENZ UND DER ANBAU VON GENTECHNIK-PFLANZEN 08

4. WIE ENTSTEHEN GLYPHOSATRESISTENTE UNKRÄUTER? 12

5. HERBIZIDRESISTENTE GENTECHNIK-PFLANZEN ALS UNKRÄUTER 13

6. FOLGEN FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT 14

7. AUS DEN FEHLERN LERNEN ? 17

LITERATURNACHWEIS 21

RUNA BOEDDINHAUS
AUCH OHNE GENTECHNIK IN DER SACKGASSE: RESISTENTE UNKRÄUTER IN DEUTSCHLAND UND EUROPA

1. WIRKUNGSWEISE HERBIZIDE 22

2. VERBREITUNG RESISTENTER UNKRÄUTER 23

3. WIE WIRKT SICH DAS AUF DEN ACKERBAU AUS? 28

4. SIND HERBIZIDRESISTENTE KULTURPFLANZEN EINE LÖSUNG? 30

5. WIE GEHT ES WEITER? 32

6. ES SIND NICHT NUR DIE UNKRÄUTER RESISTENT 37

7. FAZIT 39

LITERATURNACHWEIS/TABELLEN 39

POLITISCHE FORDERUNGEN MARTIN HÄUSLING DIE GRÜNEN/EFA 44

VORWORT
MARTIN HÄUSLING

„Die wirtschaftlichen Auswirkungen von GV-Pflanzen auf die Produktion sind variabel und hängen von komplexen Faktoren ab", sagt J. Fernandez-Cornejo vom US-Landwirtschaftsministerium und schreibt schon 2002 in seinem Bericht: „Betriebswirtschaftliche Auswirkungen scheinen gemischt oder sogar negativ." Er wiederholt dies im Bericht von 2014. Die Berichte beruhen vor allem auf Erhebungen der US-Landwirtschaftsbehörde.

Auch die Autoren Gómez-Barbero und Rodríguez-Cerezo haben 2006 in einer Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen der wichtigsten GV-Pflanzen weltweit für die Europäische Kommission festgestellt, dass herbizidtolerante Sojabohnen einen negativen Effekt auf die Gewinn- und Verlust-Rechnung von US-Landwirten haben. Nach Angaben von Dow-AgroSciences 2011 stiegen in den letzten Jahren aufgrund der Bekämpfung glyphosatresistenter Unkräuter insbesondere die Ausgaben der Landwirte für zusätzliche Herbizide, Treibstoff und Arbeitszeit - bei gleichzeitigem Rückgang der Erträge.

Das Herbizid 2,4 D soll den US-Farmern jetzt dabei helfen, die resistenten Unkräuter beim Anbau der glyphosattoleranten Mais- und Sojasorten in Schach zu halten. In den USA hat sich inzwischen massiver Widerstand gegen die Zulassung von 2,4-D gebildet. Eine Koalition von Organisationen hat über 500.000 Kommentare bei der US-Umweltbehörde (EPA) eingereicht und darauf gedrängt, die Zulassung der neuen Version des Pestizids 2,4-D von Dow nicht zu erteilen.

Neil D. Hamilton, Direktor des Instituts für Landwirtschaftsrecht an der Universität Drake appelliert: „Wiederholt nicht die Fehler, die zu Superunkräutern führen. Herbizidresistente Superunkräuter sind eine echte Bedrohung für die US-Landwirtschaft. Die „Lösung" der Gentech-Industrie, die darin besteht, Gentech-Pflanzen zu entwickeln, die gegen verschiedene Herbizide wie zum Beispiel 2,4-D resistent sind, wird das Problem nur weiter verschärfen."

Und auch europäische Umweltbehörden verurteilen die herbizidtoleranten Gentech-Pflanzen als „Teil des Problems" Ein gemeinsamer wissenschaftlicher Bericht des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) sowie der Umweltbehörden der Schweiz und Österreichs zeigt die vielfältigen Probleme auf, die mit dem Einsatz von Gentech-Pflanzen einhergehen: Herbizidresistente Unkräuter; steigende Mengen und toxische Wirkung von Herbiziden, die auf die Pflanzen versprüht werden; Neigung zu Befall mit Fusarium; Verlust von biologischer Vielfalt durch den Herbizideinsatz sowie das Ausbleiben der erhofften Ertragssteigerungen. Christoph Then veranschaulicht diese Folgen in seinem Beitrag.

Es gibt also keinen vernünftigen Grund, das System herbizidtoleranter Gentec-Pflanzen auch in Europa einzuführen. Im Gegenteil: Jede Vernunft spricht dagegen!

Denn wir haben hier in Europa schon jetzt ähnliche Probleme. Auch bei uns entwickeln Unkräuter und Schädlinge Resistenzen gegen einige der angewandten sogenannten „Pflanzenschutz"-Mittel – allen voran Glyphosat. Wenn dies Thema auch in der Öffentlichkeit noch weitgehend unbekannt ist, so ist es doch Thema in den landwirtschaftlichen Fachblättern und Beraterkreisen. Aber auch hier wird leider fast nur darüber gefachsimpelt, welche neuen „Pflanzenschutz"-Cocktails Abhilfe bieten könnten, obwohl Techniken, wie es besser gehen könnte, im Ökolandbau seit langem praktiziert werden. Runa Boeddinghaus beschreibt in ihrem Beitrag die Resistenzentwicklungen in Deutschland und Europa und zeigt auf, dass das Problem bei einer industriellen Landwirtschaft, die gegen die Natur arbeitet, anstatt mit ihr, systemimanent ist – auch ohne Gentechnik!

Martin Häusling

MONSANTOS (ALB-) TRAUM? ANBAU VON GENTECHNIK-PFLANZEN UND SUPERWEEDS IN DEN USA

1. HERBIZIDRESISTENZ – WAS IST DAS?

Grundsätzlich unterscheidet man zwei verschiedene Typen der Unempfindlichkeit gegen Unkrautvernichtungsmittel: Es gibt Pflanzenarten, die natürlicherweise gegenüber bestimmten Pflanzenschutzmitteln unempfindlich sind – in diesem Fall spricht man von Herbizidtoleranz. Dagegen spricht man von Herbizidresistenz, wenn Unkrautarten, die ursprünglich empfindlich gegenüber Herbiziden waren, sich durch den häufigen Gebrauch der Pflanzenschutzmittel angepasst haben und so dem Einsatz der Mittel widerstehen können[1].

"Unkraut" als Konkurenz zur Nutzpflanze ...

... oder Vielfalt im System?

ZUM BEGRIFF UNKRAUT (ENGL. WEED)

Die Auslegung des Begriffs Unkraut hängt stark vom subjektiven menschlichen Empfinden ab. So werden manche Pflanzenarten pauschal als Unkraut bezeichnet. Dies ist dem Grundprinzip nach falsch, da dieselbe Art als Unkraut, Nutzpflanze, Heilkraut, Zeigerpflanze oder in anderer Form auftreten kann. Zum Unkraut wird sie erst dadurch, dass sie als „störend" empfunden wird. Unterschiedliche Auffassungen hierüber führen häufig zu Nachbarschaftsstreitigkeiten, manchmal sogar zu politischen Debatten. Es spielt keine Rolle, ob es sich bei einem „Unkraut" um eine krautige oder verholzende Pflanzenart handelt, im zweiten Fall könnte man auch den Begriff „Unholz" verwenden. Im Zuge der Umweltbewegung in den 1980er Jahren wurde gefordert, den Begriff „Unkraut" durch „Wildkraut" zu ersetzen. „Wildkraut" wird jedoch schon zur Bezeichnung wildlebender essbarer krautiger Pflanzen verwendet, sodass sich diese Forderung nicht durchsetzen konnte. Alternativ wird heute häufig von Beikraut oder Kulturpflanzenbegleitern gesprochen, wenn im eigentlichen Sinne unerwünschte Pflanzen (also Unkraut) gemeint sind. In der Forstwirtschaft ist der Begriff Begleitwuchs gebräuchlich, da sowohl negative wie auch positive Begleiteffekte erwartet werden können.

Pflanzen werden in der Regel als Unkraut bezeichnet, wenn sie:

- mit einer gezielt angebauten Nutzpflanze in Konkurrenz um Wachstumsfaktoren wie Nährstoffe, Licht, Wasser treten, so dass die Nutzpflanze nicht den erwünschten Ertrag erreicht;
- die Bewirtschaftung einer Fläche erschweren, indem sie zum Beispiel in das Erntegut geraten und dieses verunreinigen;
- eine massenhafte Verbreitung aufweisen (durch Samenflug, extrem lange Wurzelgeflechte, Verdrängung von Konkurrenten) und somit die Gefahr besteht, dass sie auf zu schützende Flächen übersiedeln;
- das ästhetische Empfinden eines Menschen stören, zum Beispiel in Ziergärten, Parks, auf Rasenflächen oder bewuchsfrei zu haltenden Flächen;
- durch ihre Giftwirkung den Ertrag einer Fläche unbrauchbar machen (Beispiel Herbstzeitlose in Heu).

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Unkraut

Anmerkung: Die Autoren dieser Studie sind sich dieser berechtigten Differenzierung bewusst und verwenden trotzdem der einfachen Verständlichkeit halber den Begriff „Unkraut". Siehe hierzu auch Beitrag Boeddinghaus, S. 34.

2. HERBIZIDRESISTENZ IN DEN USA

Insbesondere in den USA gab es bereits vor Einführung der Gentechnik viele Resistenzen gegen Unkrautvernichtungsmittel. Resistente Unkräuter waren beispielsweise im Sojaanbau schon vorher zu einem großen Problem geworden. Nach Angaben des US-National Center for Food and Agricultural Policies[2] musste 1995 etwa ein Viertel der US-Sojabohnenfelder mit vier verschiedenen Herbizid-Wirkstoffen gespritzt werden, um Unkräuter zu bekämpfen, die gegen mehrere Unkrautvernichtungsmittel resistent geworden waren.

1995 - also vor Einführung der gentechnisch veränderten Pflanzen - waren weltweit etwa 200 verschiedene Typen von Herbizidresistenzen bekannt, davon 60 in den USA. Bis Mitte 2014 waren in der Datenbank *weedscience*[I] 432 unterschiedliche Resistenz-Typen erfasst. Diese Resistenzen betreffen 235 Arten von Unkräutern. Betroffen sind fast alle Wirkstoffgruppen und Wirkungsmechanismen (22 von insgesamt etwa 28 bekannten Wirkstoffen/ Wirkungsmechanismen), die die Basis von über 150 verschiedenen zugelassenen Herbiziden sind. Die Unkräuter wurden in 65 Ländern registriert, sie treten auf Feldern von 82 Nutzpflanzenarten auf.

Von den 432 Resistenz-Typen finden sich 145 in den USA, diese sind damit Spitzenreiter bei der Entwicklung von herbizidresistenzen Unkräuten, gefolgt von Australien und Kanada. Laut des US-Herbizidexperten Ian Heap[3] waren Herbizidresistenzen bis in die 1990er Jahre hauptsächlich ein Problem der industrialisierten Länder, während Staaten wie China und Brasilien erst seit etwa 20 Jahren verstärkt Herbizide einsetzen und daher bis jetzt auch noch weniger Resistenzprobleme haben.

Übersicht: Anzahl verschiedener Herbizidresistenz-Typen bei Unkräutern in verschiedenen Ländern

Land	Anzahl Resistenz-Typen
USA	145
Australien	69
Kanada	60
China	37
Frankreich	35
Japan	33
Brasilien	32
Deutschland	32
Italien	30
Israel	29

Quelle: www.weedscience.org, 2014

Die meisten Resistenz-Typen (144) finden sich dabei gegenüber Spritzmitteln, die zum Typ der ALS Inhibitoren (wie Clorsulfuron) gehören. Auch gegen Atrazin gibt es eine hohe Anzahl von Resistenzmechanismen (72). Gemessen an der Zahl der Unkrautarten ist Atrazin mit 66 resistenten Spezies der Spitzenreiter.

Von den 432 Resistenz-Typen finden sich 145 in den USA, diese sind damit Spitzenreiter bei der Entwicklung von herbizidresistenzen Unkräuten, gefolgt von Australien und Kanada.

I www.weedscience.org

Tabelle: Anzahl der Resistenzmechanismen bei herbizidresistenten Unkräutern, bezogen auf die verschiedenen Wirkstoffe (top five).

Herbizidgruppe	Beispiel für Wirkstoff	Zahl der Resistenztypen
ALS Inhibitoren	(Chlorsulfuron)	144
Photosystem II Inhibitoren	(Atrazin)	72
ACCase Inhibitoren	(Sethoxydim)	46
PSI Electron Diverter	(Paraquat)	31
Synthetische Auxine	(2,4-D)	31

Quelle: www.weedscience.org, 2014

Seit über 30 Jahren wurde keine neue Wirkstoffgruppe mehr gefunden, die als Ersatz für die bisherigen Herbizide eingesetzt werden könnte.

Seit mehr als 30 Jahren wurde keine neue Wirkstoffgruppe mehr gefunden[4], die als Ersatz für die bisherigen Herbizide eingesetzt werden könnte. Damit ist - aus der Sicht der industriellen Landwirtschaft - die Situation ähnlich bedrohlich wie die Entstehung von antibiotikaresistenten Keimen in der Human-Medizin. Hier passen sich die Krankheitserreger zunehmend an den übermäßigen Einsatz von ursprünglich äußerst wirksamen Substanzen an, die damit unwirksam werden. Auch hier ist die Entwicklung neuer Wirkstoffe ein Problem. Deswegen zählt man in der Human-Medizin insbesondere auf den Schutz von sogenannten „Reserveantibiotika": Mittel, die nur in besonders dringenden Fällen eingesetzt werden sollen, um Resistenzentwicklungen zu vermeiden. Übertragen auf die Landwirtschaft wurde Glyphosat vor dem Einzug der Gentechnik von vielen Beobachtern als so ein „Reserve-Herbizid", angesehen. Es galt als weniger giftig als manche andere Spritzmittel und war hochwirksam gegen alle Unkrautarten.

3. HERBIZIDRESISTENZ UND DER ANBAU VON GENTECHNIK-PFLANZEN

Tötet alles, ist aber weniger giftig?

Glyphosat (Handelsname unter anderem Roundup) ist ein sogenanntes Totalherbizid, das gegen Unkräuter und Nutzpflanzen gleichermaßen wirksam ist. Das Herbizid wurde 1970 vom US-Konzern Monsanto entwickelt. Es unterbricht einen lebenswichtigen Stoffwechselprozess in den Pflanzen: Der Aufbau von bestimmten Aminosäuren wird gehemmt, die Pflanzen können lebenswichtige Eiweißstoffe (Proteine) nicht mehr bilden und sterben ab. Das Gift wird vor allem über die Blätter in die Pflanzen aufgenommen und verteilt sich über das gesamte Gewebe bis in die Wurzeln.

Um das Herbizid beim Anbau von Soja, Mais und anderen Nutzpflanzen einsetzen zu können, wurden diese per Gentechnik resistent gemacht: In die Pflanzen wurde per Gentechnik ein Enzym (EPSPS) eingebaut, das aus Bakterien isoliert wurde. Das EPSPS-Enzym (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase) ermöglicht den Gentechnik-Pflanzen die Synthese der Aminosäuren, deren Bildung durch den Einsatz von Glyphosat blockiert wird, trotzdem weiter zu vollziehen. Pflanzen ohne dieses Enzym können dem Einsatz von Glyphosat nicht widerstehen und gehen zugrunde.

Die herbizidresistenten Gentechnik-Sojabohnen, die Monsanto entwickelte und die seit 1996 angebaut werden, sind nach dem Markennamen „Roundup" von Monsantos Glyphosatmischungen benannt: *„Roundup-Ready-Soja"*. Dieser Name ist Programm: Monsanto verdient am Verkauf des gentechnisch veränderten und patentierten Saatguts und profitiert gleichzeitig vom Verkauf des Herbizids. Ein Milliardengeschäft.

Diese herbizidresistenten Gentechnik-Sojabohnen von Monsanto waren eine besondere Verheißung für die Landwirtschaft in den USA: Mit der Einführung der Gentechnik-Bohnen konnte das Herbizid, das auch gegen die Problemunkräuter im Sojaanbau wirksam war, großflächig eingesetzt werden. In der Krisensituation, die sich Mitte der 90er Jahre in den USA aufgrund von Herbizidresistenzen entwickelt hatte, bot sich somit eine neue technische „Lösung", ganz im Sinne der Agrochemie: Die Gentechnik bot den Landwirten die Möglichkeit, weiterzumachen wie bisher. Die Probleme der hochindustrialisierten US-Landwirtschaft schienen gelöst. Die Hersteller von Unkrautvernichtungsmitteln konnten weiter verdienen. Glyphosat war relativ billig, einfach einsetzbar und sehr wirksam. Im Bericht des US-National Center for Food and Agricultural Policy[5] heißt es:

„Mitte der 90er Jahre hatten sich herbizidresistente Unkräuter gegenüber vielen häufig gebrauchten Pflanzenschutzmitteln in großem Umfang entwickelt. [...] Nach der Einführung der Roundup-Ready-Sojabohnen hatten die Farmer eine wirksame Alternative, diese Unkräuter zu kontrollieren. Als eine Folge wurden wesentlich mehr Flächen mit Soja bepflanzt."

Und mit Roundup besprüht.

So waren herbizidresistente Unkräuter ursprünglich ein entscheidender Grund für die Einführung gentechnisch veränderter Pflanzen in den USA. Monsanto verstand es, aus der Krise, die durch den übermäßigen Einsatz von Herbiziden verursacht wurde, ein neues Geschäftsmodell zu machen. Roundup/Glyphosat und gentechnisch veränderte Pflanzen wurden die zentralen Geschäftsbereiche von Monsanto. Seit 1996 werden in den USA immer mehr Pflanzenarten wie Soja, Mais, Raps, Zuckerrüben, Baumwolle und Alfalfa (Luzerne) angebaut, die per Gentechnik gegen das Unkrautvernichtungsmittel Glyphosat resistent gemacht wurden. 2013 wurden in den USA etwa 70 Millionen Hektar mit gentechnisch veränderten Pflanzen bebaut. Die allermeisten sind resistent gegen Glyphosat[6].

Die am häufigsten gentechnisch veränderten Pflanzen in den USA

Mais

Soja

Baumwolle

Raps

Zuckerrüben

Alfalfa

Papaya

Kürbis

glyphosatresistente Soja

Mais-NK603 - glyphosatresistent

Wird Gentechnik-Mais im Wechsel mit Gentechnik-Soja angebaut, gibt es deswegen bei der Anwendung von Glyphosat noch längst keine Pause

Wegen der massiven Herbizidresistenzen, die sich bereits vor dem Einzug der Gentechnik im Sojabohnen-Anbau ausgebreitet hatten, bauten viele Landwirte seit 1996 Jahr für Jahr auf den selben Flächen immer wieder die Gentechnik-Soja an. Dabei warnten Agrarexperten von Anfang an, dass diese Dauer-Beregnung mit Glyphosat große Risiken für die Entstehung resistenter Unkräuter birgt[7]. Da zudem auch Pflanzenarten wie Mais und Baumwolle per Gentechnik gegen Glyphosat resistent gemacht wurden, bedeutet auch ein Fruchtwechsel keine Pause beim Glyphosateinsatz und somit auch keine Möglichkeit , die weitere Zunahme von Herbizidresistenzen zu verhindern: Wird Gentechnik-Mais im Wechsel mit Gentechnik-Soja angebaut, gibt es deswegen bei der Anwendung von Glyphosat noch längst keine Pause.

Die ersten Resistenzen gegen Glyphosat der Firma Monsanto wurden schon Mitte der 1990er Jahre festgestellt. Es handelte sich um Weidelgras (Lolium rigidum) in Australien. In der betroffenen Region war das Gift über 15 Jahre lang, also noch vor dem Einzug der Gentechnik, intensiv eingesetzt worden[8]. Weitere Resistenzen waren zum Zeitpunkt der Einführung gentechnisch veränderter Pflanzen unbekannt, aber zu befürchten. Die ersten herbizidresistenten Unkräuter, die mit dem Anbau der Gentechnik-Pflanzen in Verbindung gebracht wurden, wurden im Jahr 2000 im US Staat Delaware bei einer Art von *horseweed* festgestellt[9].

Doch noch im Jahr 2000 behauptete Monsanto gegenüber US-Behörden, dass die Entwicklung von Resistenzen kaum zu erwarten sei. Als Monsanto im Jahr 2000 in den USA einen Antrag auf Anbau des glyphosatresistenten Gentechnik-Mais NK603 stellte, hatte die Firma angeblich alles im Griff. Im Antrag auf Zulassung heißt es[10]:

„Obwohl nicht behauptet werden kann, dass es nicht zur Entstehung von Resistenzen gegen Glyphosat kommen wird, ist zu erwarten, dass die Entstehung von Resistenzen nur ein sehr seltenes Ereignis sein wird, weil:

1. Unkräuter und Nutzpflanzen natürlicherweise nicht gegen Glyphosat resistent sind und der langjährige ausgiebige Gebrauch von Glyphosat nur in wenigen Fällen zur Entstehung von resistenten Unkräutern geführt hat;

2. Glyphosat viele einzigartige Eigenschaften hat, wie seine Wirkungsweise, chemische Struktur, seine begrenzte Umsetzung im Stoffwechsel der Pflanzen und das Fehlen von aktiven Rückständen im Boden, die eine Entstehung von Resistenzen unwahrscheinlich machen;

3. eine Selektion auf Resistenzen gegen Glyphosat unter Verwendung von Pflanzen und Zellkulturen nicht erfolgreich war und daher auch in der Natur unter normalen Feldbedingungen nur selten zu erwarten sein sollte.“

Diese Prognose war offensichtlich falsch. In den USA waren bis 2014 schon insgesamt 14 resistente Unkrautarten in mehr als 30 US-Bundesstaaten registriert[11]. 2012 waren bereits etwa 50 Prozent der Anbaufläche bei gentechnisch veränderter Soja von diesem Problem betroffen[12]. Nach einem Fernsehbericht der ARD vom 8 Juli 2014, in dem der US-Experten Professor Mike Owen zitiert wird, sind inzwischen bereits 60 Prozent der Anbaufläche für Soja betroffen[II]. Aktuell gibt es weltweit 29 gegen Glyphosat resistente Unkrautarten, die meisten davon stehen in Verbindung mit dem Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen[13]. Neben den 14 Arten in den USA wurden 7 in Argentinien, 5 in Brasilien und

4 in Kanada gefunden. Weiterhin gibt es auch Resistenzen in Australien, Süd-Afrika. Unter anderem, also in Ländern auf insgesamt sechs Kontinenten[14]. In Bezug auf die Anzahl der Resistenzmechanismen gegenüber den verschiedenen Wirkstoffgruppen liegt Glyphosat bereits auf Platz sechs der Top Ten[III].

Conyza canadensis ist das häufigste glyphosatresistente Unkraut. Glyphosatresistente *Conyza canadensis* wurde unter anderem im Anbau von Alfalfa, Mais, Baumwolle, Sojabohne, Reis, Weizen, Obstbäumen, Baumschulen aber auch entlang von Bahnstrecken, Strassen und Zäunen gefunden[15]. Wirtschaftlich noch bedrohlicher sind in den USA *Amaranthus palmeri* und *Amaranthus tuberculartus*, die sich großflächig ausbreiten und Ernten und Einkommen bedrohen. Sie sind gleichzeitig gegen mehrere Spritzmittel resistent geworden[16].

In Bezug auf die Anzahl der Resistenzmechanismen gegenüber den verschiedenen Wirkstoffgruppen liegt Glyphosat bereits auf Platz sechs der Top Ten.

WIRTSCHAFTLICH BEDROHLICH IN DEN USA

Amaranthus palmeri: Diese Unkräuter gehören zu den Fuchsschwanzgewächsen. *Amaranthus palmeri* (auch **Palmer's amaranth** genannt) ist von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung. Die Pflanzen wachsen schneller und höher als Soja und Baumwolle und können andere Pflanzen erfolgreich verdrängen. Der Pollen wird mit dem Wind verbreitet, die Samen unter anderem bei der Ernte über Maschinen und auch über Futtermittel und Ausscheidungen von Tieren[IV].

Amaranthus palmeri

Amaranthus tuberculartus: Diese Unkräuter gehören ebenfalls zu den Fuchsschwanzgewächsen. *Amaranthus tuberculartus* (auch **tall waterhemp** genannt) ist oft gegen mehrere Herbizide gleichzeitig resistent und kommt in 40 der 50 US-Staaten vor. Sie ähneln in Wuchs und Aussehen Amaranthus palmeri (sind aber an Stengeln und Blättern nicht behaart) und werden bis zu einem Meter hoch. Die Pflanzen produzieren eine große Menge sehr kleiner Samen, die oft erst spät während der Vegetationsperiode keimen und dann schwerer zu bekämpfen sind. Die Samen können bis zu 17 Jahre im Boden überdauern. Der Pollen wird durch den Wind über weite Strecken verfrachtet. Die Pflanzen sind wie *Amaranthus palmeri* gut an Hitze und Trockenheit angepasst[V].

Amaranthus tuberculartus

Conyza canadensis: Das **Kanadische Berufkraut** (*Conyza canadensis*), auch Katzenschweif genannt, ist eine Pflanzenart aus der Familie der Korbblütler (*Asteraceae*). Kanadisches Berufkraut erreicht eine Wuchshöhe von 30 bis 100 Zentimetern. Der Blütenstand weist in der Regel zahlreiche Blütenkörbchen auf (mehr als 100 bis zu einigen Tausend). Die Samen bilden Schirmchen und werden über den Wind verbreitet[VI] .

Conyza canadensis

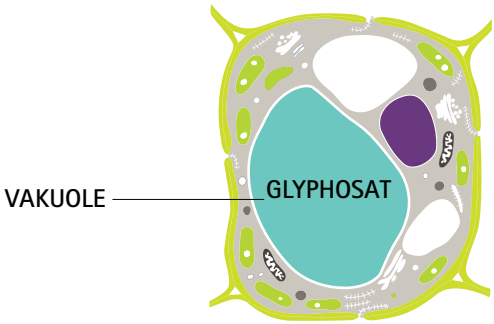
II http://www.ardmediathek.de/tv/Reportage-Dokumentation/Exclusiv-im-Ersten-Die-Propagandaschlac/Das-Erste/Video?documentId=22281680&bcastId=799280
III www.weedscience.org
IV http://en.wikipedia.org/wiki/Amaranthus_palmeri
V http://en.wikipedia.org/wiki/User:Pruddle/Tall_Waterhemp
VI http://en.wikipedia.org/wiki/Conyza_canadensis

4. WIE ENTSTEHEN GLYPHOSATRESISTENTE UNKRÄUTER?

Die gängige Theorie lautet, dass es immer einige resistente Unkräuter gibt, die dann bei massivem Gebrauch von Herbiziden übrig bleiben und so im Hinblick auf ihre Verbreitung einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den anderen Pflanzen haben.

Die Mechanismen, mit denen sich die Unkräuter an Glyphosat angepasst haben, sind allerdings ungewöhnlich: Mutationen im Erbgut spielen hier nur eine untergeordnete Rolle. Einerseits haben die Pflanzen Strategien entwickelt, das Glyphosat in den Zellen abzutransportieren und in bestimmten Abteilen (Vakuolen) in den Zellen zu speichern. Dadurch erreicht das Glyphosat seinen eigentlichen Zielort in den Zellen nicht und wird damit unwirksam[17]. Andererseits stellte man fest, dass die Pflanzen natürlicherweise vorkommende DNA Abschnitte in ihrem Erbgut vervielfältigen. Diese Erbgutabschnitte sind für die Bildung von Enzymen verantwortlich, mit denen das Herbizid in den Pflanzen abgebaut werden kann[18].

Pflanzenzelle mit gespeichertem Glyphosat in der Vakuole



Veränderungen dieser Art können auch an die nächsten Generationen vererbt werden. Diese Resistenzen haben sich in den letzten 20 Jahren mehrfach und voneinander unabhängig bei verschiedenen Arten entwickelt[19].

Diese auf dem Acker beobachteten Phänomene untermauern die These, dass Pflanzen ihre Evolution aktiv gestalten können und nicht nur passiv und zufällig auf Umwelteinwirkungen reagieren.

Sojafeld mit Amaranthus palmeri

5. HERBIZIDRESISTENTE GENTECHNIK-PFLANZEN ALS UNKRÄUTER

Gentechnisch veränderte Pflanzen können sich natürlich auch selbst zu Unkräutern entwickeln oder durch Genaustausch neue Resistenzen verursachen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sie sich mit anderen Arten kreuzen können oder selbst in der Umwelt überdauern und sich eventuell invasiv ausbreiten. Weltweit haben sich bereits mehrere Varianten gentechnisch veränderter Pflanzen über den Acker hinaus in der Umwelt verbreitet oder finden sich dauerhaft als ungewollter Beiwuchs auf Äckern, die eigentlich gentechnikfrei sein sollten. Bekannteste Beispiele sind gentechnisch veränderter Mais und Baumwolle in Mexiko, Gentechnik-Raps in den USA, Kanada, Australien, Japan und Europa sowie Gentechnik-Gräser (wie Straußgras und Reis) in den USA und China[20]. Die Samen dieser der Gentechnik-Pflanzen können unter anderem über Wind, Wasser, Tiere und landwirtschaftliche Bearbeitung über weite Strecken in der Umwelt verbreitet werden.

Der Flug der Pollen und dadurch bedingte mögliche Auskreuzungen außerhalb des Ackers lassen sich bei manchen Pflanzenarten wie Raps kaum vermeiden. Hier fliegt der Pollen weiter als 20 Kilometer und findet Kreuzungspartner sowohl auf anderen Rapsfeldern als auch bei wilden verwandten Pflanzenarten. Auch Samenverluste sind oft unvermeidbar. So fallen bei der Rapsernte und dem Transport von Raps immer auch Körner zu Boden und können im nächsten Jahr dann als Durchwuchs auf dem Acker oder entlang der Transportwege auftauchen. Die EFSA stellt in ihrer Stellungnahme zum Antrag von Monsanto auf Importzulassung des Gentechnik-Raps 88302 fest[21]:

„Das Auftreten verwilderter gentechnisch veränderter herbizidresistenter Pflanzen ist überall da wahrscheinlich, wo gentechnisch veränderter herbizidresistenter Rapssamen transportiert wird.“

Das Problem ist nicht auf den Gentechnik-Anbau beschränkt: Die Firma BASF bietet konventionell gezüchteten Clearfield-Raps an, der gegen den Wirkstoff Imazamox reistent gemacht wurde (siehe Beitrag von Runa Boeddinghaus). Sein kommerzieller Anbau dürfte rasch zu ähnlichen Problemen führen, wie der Anbau von herbizidresistenten gentechnisch veränderten Pflanzen. Negative Erfahrungen mit dem Anbau von Clearfield-Pflanzen hat man in den USA unter anderem bereits beim Weizen und Reis gemacht: Dort kam es zu einer Auskreuzung auf verwandte Unkräuter[22].

Weltweit haben sich bereits mehrere Varianten gentechnisch veränderter Pflanzen über den Acker hinaus in der Umwelt verbreitet oder finden sich dauerhaft als ungewollter Beiwuchs auf Äckern, die eigentlich gentechnik-frei sein sollten.

6. FOLGEN FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT

Der Schaden, der von herbizidresistenten Unkräutern in der Landwirtschaft ausgeht, lässt sich besonders am Beispiel der glyphosatresistenten Unkräuter in den USA beobachten. Dort existieren verschiedene Datenerfassungssysteme, in denen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, die Kosten der Landwirte und die Erträge registriert werden.

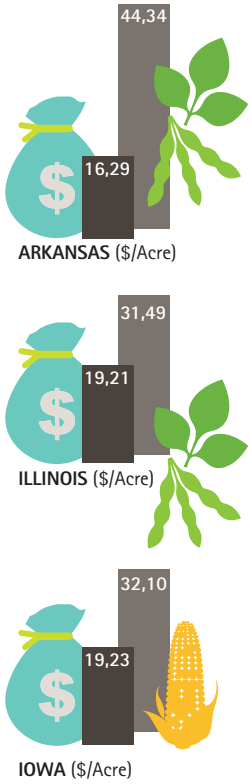
Der letzte offizielle Bericht aus dem Jahr 2014[23] erfasst aber nur die Mengen von 1960 bis 2008 und ist – im Hinblick auf die aktuelle Situation – nur begrenzt aussagekräftig. Demnach wurden die größten Mengen an Herbiziden im Jahr 1981 eingesetzt, es waren 632 Millionen Pounds aktiver Wirkstoff (etwa 280 Millionen Kilogramm), die beim Anbau von insgesamt 21 Nutzpflanzenarten eingesetzt wurden. Laut dem Bericht ging durch die Steigerung der Wirkung von Herbiziden und durch Veränderungen in der landwirtschaftlichen Praxis der Gesamtverbrauch an Herbiziden bis 2008 auf 516 Millionen pounds (etwa 240 Millionen Kilogramm) zurück.

Die Menge der im Anbau von Sojabohnen ausgebrachten Herbizide stieg gegen den Trend bereits in den Jahren 1996-2008 an . Stark angestiegen sind auch die Umsätze mit Glyphosat bei Monsanto, die sich zwischen 2003 und 2008 von etwa 1, 9 Milliarden US-Dollar (etwa 1,4 Milliarden Euro) auf 4,1 Milliarden US-Dollar (etwa 3 Milliarden Euro) mehr als verdoppelten[VII].

Laut dem US Experten Benbrook hat der Anbau von gentechnisch veränderten herbizidresistenten Pflanzen in den USA von 1996 – 2011 zu einem Mehraufwand von insgesamt 239 Millionen Kilogramm Herbiziden geführt.

In jedem Fall ist davon auszugehen, dass die Herbizidanwendungen seit 2008 noch einmal deutlich zugenommen haben. So hat laut dem US-Experten Benbrook[25] in den USA der Anbau von gentechnisch veränderten herbizidresistenten Pflanzen in 2011, im Vergleich zu 1996, zu einem Mehraufwand von insgesamt 239 Millionen Kilogramm Herbiziden geführt. Auch nach der Übersicht des US-National Water-Quality Assessment (NAWQA) Program sind die Mengen an Glyphosat, die in der US-Landwirtschaft ausgebracht werden, zwischen 2008 und 2011 noch einmal deutlich gestiegen[25a].

Anstieg der Kosten durch glyphosatresistente Unkräuter



Dieser höhere Aufwand an Herbiziden führte nicht unbedingt zu wesentlich höheren Gesamtkosten der Landwirte, da die Ausgaben für Unkrautvernichtungsmittel nur einen relativ geringen Anteil an den Ausgaben ausmachen. Der Anteil der Spritzmittelkosten an den Gesamtkosten für US-Landwirte ist in den letzten Jahren allerdings gestiegen. Von 2008 bis 2013 stieg er von 3,1 Prozent auf etwa 4 Prozent der Gesamtausgaben der Landwirte[26].

Der Aufwand an Spritzmitteln ist in diesem Zusammenhang aber längst nicht der einzige Kostenfaktor für die Landwirte. Da die Bekämpfung der herbizidresistenten Unkräuter unter anderem per Hand und Maschine erfolgen muss, steigen vor allem die Kosten für Arbeitszeit und Treibstoff, die zu den größten Ausgabenposten in der US-Landwirtschaft gehören. So steigen nach Angabe von Dow-AgroSciences aufgrund der Bekämpfung der glyphosatresistenten Unkräuter insbesondere die Ausgaben für zusätzliche Herbizide, Treibstoff und Arbeitszeit – bei gleichzeitigem Rückgang der Erträge .

Laut Benbrook[28] kann aus den von Dow AgroSciences vorgelegten Zahlen abgeleitet werden, dass durch die Ausbreitung der glyphosatresistenten Unkräuter die Kosten der Landwirte um 50-100 Prozent steigen. Benbrook zitiert weitere Studien, nach denen die Kosten im Sojaanbau in Arkansas von16,29 US-Dollar (etwa 12 Euro) auf 44,34 US-Dollar (etwa 32,5 Euro) je Acre[VIII] gestiegen sind, in Illinois (Sojaanbau) von 19,21 US-Dollar (etwa 14 Euro) auf 31,49 US-Dollar (etwa 23 Euro) und beim Maisanbau in Iowa von

VII Monsanto, Annual Reports, www.monsanto.com/investors/pages/archived-annual-reports.aspx
VIII Ein Acre entspricht etwa 0,4 Hektar

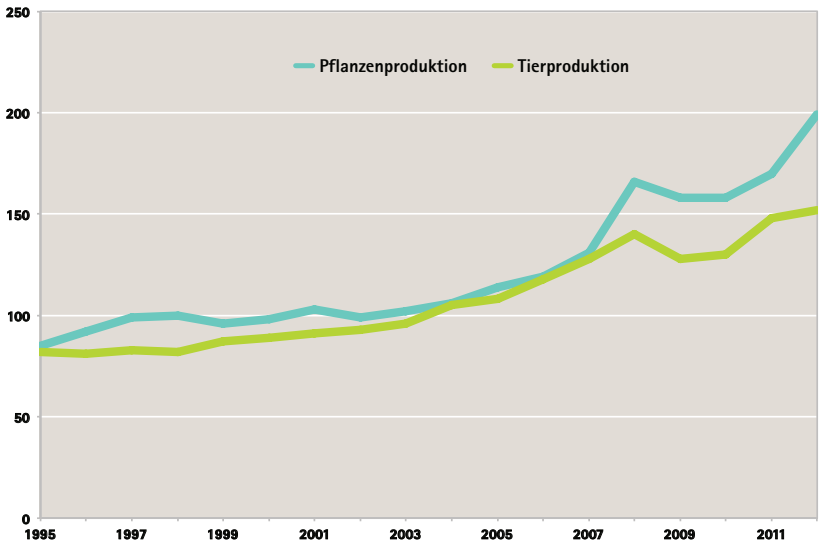
19,23 US-Dollar (etwa 14 Euro) auf 32,10 US-Dollar (etwa 23,50 Euro). Nach aktuellen Publikationen[29] sind in Georgia alle Baumwollanbauflächen von herbizidresistentem Palmer´s Amaranth betroffen. Die Flächen, die mit zusätzlichen Unkrautvernichtungsmitteln wie Paraquat, Glufosinat und anderen Herbiziden behandelt wurden, die gegen Palmer´s amaranth wirksam sind, haben sich von 2000 - 2005 und von 2006 - 2010 jeweils verdoppelt.

Im selben Zeitraum verminderten sich die Anwendungen für Glyphosat, trotzdem wurde auch dieser Wirkstoff immer noch auf der Mehrheit der Anbauflächen für Baumwolle angewendet. Obwohl sich dadurch die Kosten für Herbizide bereits mehr als verdoppelt haben, reichen diese Maßnahmen nicht aus, um die Unkräuter tatsächlich zu bekämpfen. Als Konsequenz ließen die Baumwollfarmer in Georgia auf 52 Prozent der Fläche die Unkräuter per Hand entfernen, was zusätzliche Kosten von 57 US-Dollar (etwa 42 Euro) pro Hektar bedeutet. Damit stiegen die Kosten um etwa 475 Prozent im Vergleich zu den Ausgaben vor dem Auftreten der herbizidresistenten Unkräuter. Zudem wurde auch mechanische Unkrautbekämpfung eingesetzt und vermehrt gepflügt.

Auch nach Angaben der Zeitschrift Science[30] stiegen beim Baumwollanbau im Süden der USA die Ausgaben pro Hektar in den letzten Jahren dramatisch, und zwar innerhalb weniger Jahre von 50 - 75 US-Dollar (etwa 37 - 55 Euro) auf 370 US-Dollar (etwa 272 Euro). Für den Anbau von Sojabohnen stiegen die Kosten demnach in Illinois von 25 US-Dollar (etwa 18 Euro) auf 160 US-Dollar (etwa 177,50 Euro) pro Hektar. Aufgrund der explodierenden Kosten nahm in den letzten Jahren der Anbau von Baumwolle in Arkansas um 70 Prozent ab, in Tennessee um 60 Prozent[31].

Ein Vergleich der Gesamtkosten der Landwirte zeigt, dass die Ausgaben für US-Landwirte in der Pflanzenproduktion (zu denen allerdings auch andere Faktoren wie die Kosten für stark gestiegene Saatgutpreise beitragen) in den letzten Jahren wesentlich stärker angestiegen sind, als in der Tierproduktion. In den USA liegen die Ausgaben in der Pflanzenproduktion grundsätzlich höher als in der Tierproduktion[IX]. Diese Unterschiede hatten sich in den Jahren 2004 - 2007 zunächst weitgehend nivelliert. Seitdem steigen die Kosten für die Pflanzenproduktion im Vergleich aber sehr viel stärker an als in der Tierproduktion, so dass der Unterschied in den Gesamtkosten im Jahr 2012 höher war als je zuvor.

Abbildung: Kostenentwicklung für die Pflanzen- und Tierproduktion in den USA 1995-2012 (US-Dollar / Acre).



Quelle: USDA Farm Expenditures, http://usda.mannlib.cornell.edu

Sollen gegen Palmer´s Amaranth helfen...

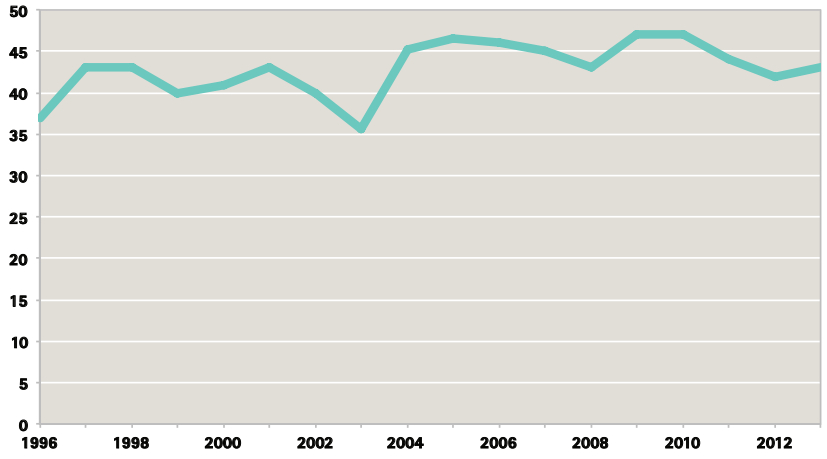
Baumwollfarmer lassen auf 52 Prozent der Anbaufläche das Unkraut per Hand entfernen.

Aufgrund der explodierenden Kosten nahm in den letzten Jahren der Anbau von Baumwolle in Arkansas um 70 Prozent ab, in Tennessee um 60 Prozent.

IX http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1066

Zu den steigenden Kosten kommen die Ausfälle durch verminderte Erträge noch hinzu. Nach den offiziellen Zahlen des USDA[X] sind die Erträge beim Anbau von Sojabohnen seit Einführung der herbizidresistenten Sorten insgesamt kaum gestiegen und in den letzten Jahren eher gesunken.

Abbildung: Entwicklung der Erntemengen im Anbau von Sojabohnen in den USA von 1996–2013 (Bushel/ Acre)



Quelle: USDA, www.ers.usda.gov/data-products/commodity-costs-and-returns.aspx#.U77t0v7pZZ0

Nach Aussage eines Mitarbeiters des USDA kann die Ausbreitung von Palmer´s amaranth die Erträge im Sojaanbau um bis zu 78 Prozent und im Maisanbau um bis zu 91 Prozent verringern.

Die Ernteausfälle sind von Region zu Region unterschiedlich und abhängig von landwirtschaftlichen Maßnahmen sowie von der Art der Unkräuter. Nach Aussage eines Mitarbeiters des USDA kann die Ausbreitung von Palmer´s Amaranth die Erträge im Sojaanbau um bis zu 78 Prozent und im Maisanbau um bis zu 91 Prozent verringern .

Weitere Folgekosten betreffen Umwelt und Verbraucher. So steigt die Belastung mit Rückständen von Spritzmitteln in der Ernte ebenso wie die Belastungen für die biologische Vielfalt, für die Gewässer und die Böden. Offensichtlich ist in manchen Anbauregionen der Gentechnik-Pflanzen der Einsatz von Herbiziden außer Kontrolle geraten. Stichproben auf Feldern argentinischer Bauern, die 2013 genommen wurden, zeigten im Erntegut der Sojabohnen extrem hohe Belastungen mit Glyphosat – bis über 100 Milligramm pro Kilo Pflanzenmaterial[33] (in der EU gilt ein zulässiger Höchstwert von 20 Milligramm pro Kilo Pflanzenmaterial). Durch diese exzessive Anwendung von Unkrautvernichtungsmitteln sind auch die Gesundheit der Menschen in den Anbauregionen und die Erhaltung der Ökosystemfunktionen erheblich gefährdet. Wie sich die Belastung im Tierfutter auf den tierischen Organismus auswirkt, ist unklar.

Xwww.ers.usda.gov/Data/CostsAndReturns/testpick.htm

Ein neuer Giftcocktail soll es richten ...

7. AUS DEN FEHLERN LERNEN ?

Konzerne wie Monsanto und Dow AgroSciences sehen in der aktuellen Entwicklung nach wie vor nichts anderes als eine Möglichkeit, ihre Geschäfte auszuweiten. Ähnlich, wie bei den Problemen mit den herbizidresistenten Unkräutern bis 1995, wollen sie den verstärkten Einsatz von Herbiziden nicht als Ursache der Probleme, sondern als deren Lösung „verkaufen".

Das Geschäft läuft glänzend. So verzeichnet Monsanto weiter steigende Umsätze: Der Jahresbericht 2013 gibt über 14,8 Milliarden US-Dollar US-Umsatz (etwa 10,9 Milliarden Euro) an[XI]. Der Gesamtumsatz mit Agrochemikalien (der von Monsanto „Agricultural productivity" genannt wird) machte 2013 4,5 Milliarden US-Dollar (etwa 3,3 Milliarden Euro) aus, davon entfielen geschätzte 75 Prozent auf den Umsatz mit Glyphosat. Monsantos Umsatz mit Saatgut betrug 2013 etwa 6 Milliarden US-Dollar (etwa 4,4 Milliarden Euro), 1,6 Milliarden US-Dollar (etwa 1,2 Milliarden Euro) davon wurden mit (gentechnisch veränderten) Sojabohnen umgesetzt. Zur Ausweitung der Geschäfte entwickelte Monsanto in Zusammenarbeit mit BASF gentechnisch veränderte Soja, Baunwolle und Mais, die nicht nur gegen Glyphosat und Glufosinat, sondern gleichzeitig gegen Dicamba resistent gemacht wurden („Roundup Ready Plus Xtend System").

Auch andere Konzerne wollen am Geschäft mit den herbiziresistenten Unkräuterrn teil haben. Dow AgroSciences bringt unter der Marke „Enlist" gentechnisch veränderte Sojabohnen, Baumwolle und Mais auf den Markt, die gegen das umstrittene Spritzmittel 2,4 D[34] resistent gemacht wurden. Zudem sollen die Pflanzen dem Einsatz von Glufosinat und Spritzmitteln wie Quizalofop widerstehen.

Diese neuen Gentechnik- Pflanzen von Monsanto und Dow sollen in den USA bis 2015 nach und nach auf den Markt kommen. Dabei arbeiten die beiden Konzerne eng zusammen: In der EU sind bereits mehrere Gentechnik-Maispflanzen zum Import angemeldet, die von beiden Konzernen gemeinsam entwickelt wurden und unter anderem gleichzeitig sechs Insektengifte produzieren und gegen vier Spritzmittel resistent sind[35].

DICAMBA / 2,4 D

Dicamba wird als Herbizid gegen Unkräuter im Getreide, in Obstplantagen, auf Grünland und Rasen eingesetzt. Viele der heute zugelassenen Dicamba-Präparate enthalten neben weiteren herbiziden Wirkstoffen häufig 2,4 D. Während des Vietnamkrieges waren 2,4 D verwandte Stoffe Bestandteil des Entlaubungsmittels Agent Orange. Dicamba und 2,4 D sind verschiedene Wirkstoffe, die unabhängig voneinander eingesetzt werden können. 2,4 D kann Spuren von Dioxinen enthalten.

Quelle: Wikipedia, US-National Pesticide Information Centre

XI Monsanto, Annual Reports, www.monsanto.com/investors/pages/archived-annual-reports.aspx

Überblick über die Eigenschaften des gentechnisch veränderten Mais „Smart-Stax+", der von Dow AgroSciences und Monsanto aus einer Kreuzung von fünf gentechnisch veränderten Pflanzen entwickelt wurde. Er produziert sechs verschiedene Insektengifte und ist resistent gegen vier Herbizide.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz dieser Pflanzen muss befürchtet werden, dass die Rückstände im Erntegut zunehmen und die Belastung für die Umwelt, die Anwender und die ländliche Bevölkerung noch einmal deutlich steigen. Da die Herbizide Dicamba und 2,4 D zudem besonders leicht vom Wind weitergetragen werden, besteht eine hohe Gefahr für Schäden auf benachbarten Flächen (zum Beispiel ökologisch bewirtschafteten Flächen) oder in angrenzenden Ökosystemen[36].

Dieses Wettrüsten auf dem Acker ist zwar ein gutes Geschäft für die beteiligten Konzerne, aus Sicht der Landwirtschaft scheint diese Strategie aber zum Scheitern verurteilt. So haben sich längst auch Unkräuter mit Multi-Resistenzen entwickelt: In Missouri waren 43 Prozent der untersuchten Unkräuter gleich gegen 2 unterschiedliche Wirkstoffe resistent, 6 Prozent sogar gegen 3 und 0.5 Prozent gegenüber 4 verschiedenen Wirkstoffen. In Iowa waren 89 Prozent der untersuchten Waterhemp-Populationen gegenüber 2 unterschiedlichen Wirkstoffen, 25 Prozent gegen 3 und 10 Prozent gegenüber 5 verschiedenen Gruppen von Wirkstoffen resistent[37].

Quelle: www.usnews.com

Das Wettrüsten auf dem Acker ist zwar ein gutes Geschäft für die beteiligten Konzerne, aus Sicht der Landwirtschaft scheint diese Strategie aber zum Scheitern verurteilt.

Längst sind nicht mehr alle Herbizidexperten in den USA auf der Linie von Monsanto und Co. Namhafte Experten kritisieren die Strategie des „Weiter-so", die auf vielen Konferenzen propagiert wird und innerhalb der Konzerne weit verbreitet ist. So schreiben die US - Herbizidexperten Harker, O'Donovan, Blackshaw, Beckie, Mallory-Smith und Maxwell[38]:

"Die Strategie der Industrie im Umgang mit den glyphosatresistenten Unkräutern besteht darin, gentechnisch veränderte 'Stacked Events' mit Mehrfach-Herbizidresistenzen zu entwickeln. Diese Technologie könnte kurzfristig Vorteile bieten, um die Entwicklung und Ausbreitung von Resistenzen zu verzögern. Aber langfristig könnten die Vorteile dieses Ansatzes sehr gering sein. Mehrfach-Resistenzen, die verschiedene Wirkungsmechanismen betreffen, sind in der Vergangenheit aufgetreten und werden in Zukunft weiter zunehmen. Zudem können diese neuen herbizidresistenten Pflanzen negative Auswirkungen auf die Umwelt haben. Diese Lösungen sind lediglich ein 'integriertes Herbizid-Management' [...]; sie sind aber KEIN integriertes Unkraut-Management. [...] Mit Sicherheit bietet ein Unkraut-Management eine

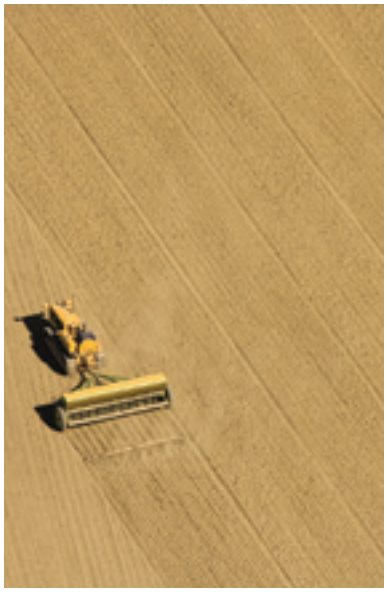
wesentlich größere Vielfalt an Maßnahmen als nur eine Vielfalt an Herbiziden. Das Prinzip 'respektiert die Rotation' , das eigentlich einen gesunden Fruchtwechsel fordert, sollte mehr beinhalten als nur einen Wechsel von Herbiziden. [...]

Wir brauchen mehr Forschung zu Alternativen anstelle von Herbiziden. Forschung zu Allelochemikalien[XII] und Biofumigation[XIII], vielfältigem Fruchtwechsel, höheren Aussaatdichten, dem Anbau verschiedener Pflanzenarten (Intercropping) und konkurrierender Pflanzenarten, verschiedener Aussaat-Varianten, physikalischen Unkrautbekämpfungsmethoden, der Zerstörung von Unkrautsamen, der Verringerung der Samenmenge und zur Reduzierung von vegetativem Vermehrungsmaterial bei Unkräutern, ist entscheidend für eine nachhaltige Zukunft.

Offensichtlich sind Herbizide eine nicht erneuerbare Ressource. In den letzten Jahren wurden keine wichtigen neuen Wirkungsmechanismen für Herbizide mehr entdeckt, nur wenige neue Wirkungsmechanismen zeichnen sich am Horizont ab. Die Resistenz der Unkräuter gegenüber Glyphosat und anderen Unkrautvernichtungsmitteln ist ein 'Tsunami' der noch draußen auf dem Meer ist, aber bald das Land erreichen wird. Es ist höchste Zeit, andere Methoden zur Verminderung von Unkräutern bei unseren wichtigsten Nutzpflanzen zu erproben - nicht nur aus ökologischen, sondern ganz besonders auch aus wirtschaftlichen Gründen."

Bislang gehören diese international anerkannten Herbizid-Experten noch eher zu einer Minderheit in den USA. Pflanzenzucht, Herbizidherstellung und Gentechnik werden in den USA seit Jahren gleichermaßen von Konzernen wie Monsanto, DuPont und Dow kontrolliert, die alle aus dem Bereich der Agrochemie kommen. Das hat erhebliche Auswirkungen auf Methoden und Ziele der Forschung und Entwicklung, auf die Auswahl der Produkte, die den Landwirten angeboten werden und auf die wirtschaftliche Ideologie, in die die landwirtschaftliche Produktion eingebunden ist. Sozialwissenschaftler sprechen in solchen Fällen gerne von einer Pfadabhängigkeit: Hat man an einer Stelle einmal eine falsche Richtung eingeschlagen, wird an dieser bestimmten Richtung unter Umständen selbst dann festgehalten, wenn sich später herausstellt, dass Alternativen besser gewesen wären. Derzeit wird die Entwicklung der US-Landwirtschaft in Richtung auf eine umweltfreundlichere und nachhaltigere Produktion durch die kommerziellen Interessen der Agrochemie, deren wirtschaftliche Macht und politische Einflussnahme und die damit verbundenen Weichenstellungen in Forschung und Praxis systematisch behindert.

Dabei sind herbizidresistente Nutzpflanzen und die Gentechnik als Mittel zur Bekämpfung der Probleme mit herbizidresistenten Unkräutern ganz offensichtlich ungeeignet: Statt eine effektive Bekämpfung der Unkräuter mit weniger Herbiziden zu ermöglichen, hat man durch ihren Einsatz immer neue Herbizidresistenzen bei Unkräutern regelrecht herangezüchtet. Zudem drohen herbizidresistente Nutzpflanzen wie Raps (oder ihre Kreuzungspartner) in manchen Regionen selbst zu einer Art Unkraut zu werden. Insgesamt gleicht der von der Industrie propagierte Weg dem Versuch, Feuer mit Öl zu löschen.



Derzeit wird die Entwicklung der US-Landwirtschaft für eine umweltfreundlichere und nachhaltigere Produktion durch die kommerziellen Interessen der Agrochemie sowie deren wirtschaftliche Macht und politische Einflussnahme in Forschung und Praxis systematisch behindert.

XII Botenstoffe, die unter anderem zwischen Pflanzen und Nützlingen ausgetauscht werden können
XIII Anbau von Zwischenfrüchten, die eingearbeitet werden können, um unter anderem das Auftreten von Schädlingen oder das
Auskeimen von Unkrautsamen zu reduzieren

Amaranth in Mais

Ernteeinbrüche in den USA können weltweit erhebliche Auswirkungen auf die Preise für Lebensmittel und andere agrarische Produkte haben. Deswegen sollte auch die EU daran interessiert sein, dass es in den USA rasch zu einem Systemwechsel kommt.

Dieses Prinzip gilt nicht nur für die Gentechnik, sondern natürlich auch für Nutzpflanzen, die per konventioneller Züchtung gegen Herbizide resistent gemacht werden, wie zum Beispiel die Clearfield-Pflanzen, die unter anderem bei Weizen und Reis bereits zu einer Zunahme von resistenten Unkräutern gesorgt haben (vgl. Beitrag Boeddinghaus).

Hier steht nicht nur die finanzielle Existenz vieler Landwirte in den betroffenen Regionen auf dem Spiel, sondern die globale Ernährungssicherheit. Ernteeinbrüche in den USA können weltweit erhebliche Auswirkungen auf die Preise für Lebensmittel und andere agrarische Produkte haben. Deswegen sollte auch die EU daran interessiert sein, dass es in den USA rasch zu einem Systemwechsel kommt.

Derzeit unterstützt die Politik der EU aber die Fehlentwicklungen der Landwirtschaft in Ländern wie den USA, Brasilien und Argentinien. Sie ist darauf ausgerichtet, den Import der Ernte gentechnisch veränderter Pflanzen zu befördern, die in den Anbauländern erhebliche Probleme für Mensch und Umwelt verursachen. Es sind bereits etwa 50 gentechnisch veränderte „Events" zum Import und Verarbeitung (vor allem in Futtermitteln) zugelassen und etwa genauso viele sind für die Import-Zulassung in der EU angemeldet.

Die meisten dieser Pflanzen sind unter anderem auch gegenüber Herbiziden wie Glyphosat resistent. Bei der Prüfung der Zulassung für den Import herbzidresistenter, gentechnisch veränderter Pflanzen wird derzeit grundsätzlich nicht berücksichtigt, welche Schäden der Anbau dieser Pflanzen in den Ländern wie den USA, Brasilien und Argentinien verursacht hat. Diese Schäden in den Anbauländern werden bei der Prüfung von Import-Anträgen genauso wenig berücksichtigt, wie die besondere Rückstandsproblematik bei diesen Pflanzen. Immerhin wird – Dank des politischen Widerstands in Europa – der Anbau vieler dieser Pflanzen bis auf Weiteres nicht stattfinden: Monsanto hat inzwischen alle EU-Anbauanträge für gentechnisch veränderte herbizidresistente Pflanzen, zurückgezogen.

ENDNOTEN

1 Vencill et al, 2012. // **2** Gianessi & Carpenter, 2000 // **3** Heap, 2014 // **4** Vencill et al, 2012 // **5** Gianessi & Carpenter, 2000 // **6** siehe Then, 2013a // **7** unter anderem Robert & Baumann, 1998 // **8** Heap, 2013 // **9** Waltz, 2010 // **10** Croon, 2000 // **11** Fernandez-Cornejo, 2014a // **12** Benbrook, 2012 // **13** Heap, 2013 // **14** Sammons & Gains, 2014 // **15** Heap, 2013 // **16** Heap, 2013 // **17** Sammons & Gains, 2014 // **18** Gaines et. al. 2009 // **19** Sammons & Gains, 2014 // **20** Sammons & Gains, 2014 // **21** EFSA 2014 // **22** Vencill et al, 2012 // **23** Fernandez-Cornejo et. al., 2014b // **24** Fernandez-Cornejo et. al., 2014b // **25** Benbrook, 2012 // **25a** USDA Farm Expenditures, http://usda.mannlib.cornell.edu // **26** USDA, 2013 // **27** Dow, 2011 // 28 Benbrook, 2012 // **29** Sosnoskie & Culpepper, 2013 // **30** Service, 2013 // **31** Service, 2013 // **32** Yates, 2014 // **33** Then, 2013b // **34** Neumeister, L., 2014 // **35** Then, 2014 // **36** Mortensen, 2012 // **37** Service, 2013 // **38** Harker et al., 2012 // **39** Then, 2014

LITERATURNACHWEIS

Bauer-Panskus, A., Breckling B., Hamberger S., Then, C. (2013) Cultivation-independent establishment of genetically engineered plants in natural populations: current evidence and implications for EU regulation, Environmental Sciences Europe, 25:34

Benbrook, C.M. (2012), Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years Environmental Sciences Europe 2012, 24:24 doi:10.1186/2190-4715-24-24
Croon, K. A. Sidhu, R.S., Deatherage, C. (2000) Request for Extension of Determination of Nonregulated Additional Regulated Article: Roundup Ready Corn Line Status to the NK603, Study # 99-884-U, www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/00_01101p.pdf

Dow AgroSciences (2011) Petition (09-233-01p) for Determination of Nonregulated Status of Herbicide-Tolerant DAS-40278-9 Corn, Zea mays, Event DAS-40278-9, Draft Environmental Assessment, October 2011, www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/09_23301p_dea.pdf

EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (2014) Scientific Opinion on application (EFSAGMO-BE-2011-101) for the placing on the market of herbicide-tolerant genetically modified oilseed rape MON 88302 for food and feed uses, import and processing under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. EFSA Journal 2014;12(6):3701, 37 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3701

Fernandez-Cornejo, J., Wechsler, S., Livingston M., Mitchell L. (2014a) Genetically Engineered Crops in the United States, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, www.ers.usda.gov/publications/err-economic-research-report/err162.aspx

Fernandez-Cornejo, J., Nehring, R., Osteen, C., Wechsler, S., Martin A., Vialou A. (2014b) Pesticide Use in U.S. Agriculture: 21 Selected Crops, 1960-2008, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, www.ers.usda.gov/publications/eib-economic-information-bulletin/eib124.aspx

Gaines, T. A., Zhang, W., Wang, D., Bukun, B., Chisholm, S.T., Shaner, D.L., Nissen, S.J., Patzoldt,W.L., Tranel, P.J., Culpepper, A.S., Grey, T.L., Webster, T.M., Vencill, W.K., Sammons, R.D., Jiang, J., Preston, C., Leach, J.E., Westra. P. (2010) Gene amplification confers glyphosate resistance in Amaranthus palmeri. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 107:1029–1034.

Gianessi, L.P. & Carpenter, J.E. (2000) Agricultural Biotechnology: Benefits of Transgenic Soybeans, National Center for Food and Agricultural Policy www.iatp.org/files/Agricultural_Biotechnology_Benefits_of_Transge.pdf

Harker, K.N., O'Donovan, J.T, Blackshaw, R.E., Beckie, H.J., Mallory-Smith, C., Maxwell, B.D. (2012) Our View, Weed Science, 60(2):143-144

Heap, I. (2014) Global Perspective of Herbicide-Resistant Weeds, Pest Manag Sci, 70 (9): 1306–131.

Mortensen, D.A., Egan J.T., Maxwell, B.D., Ryan, M.R., Smith, R.G. (2012) Navigating a critical juncture for sustainable weed management. BioScience, 62: 75-84.

Neumeister, L., (2014), The risks of the herbicide 2,4-D, Testbiotech (unter anderem) Report, www.testbiotech.org/sites/default/files/RisksProzent20ofProzent20herbicideProzent202_4-D_0.pdf

Robert S. & Baumann U. (1998) Resistance to the herbicide glyphosate, Nature, 395, 25-26

Sammons, R.D., & Gaines T.A. (2014) Glyphosate resistance: State of knowledge, Pest Management Science, 70, (9): 1367–1377

Service, R.F. (2013) What Happens When Weed Killers Stop Killing? Science 20, Vol. 341 no. 6152 p. 1329, www.sciencemag.org/content/341/6152/1329.full

Sosnoskie L.M., & Culpepper A.S. (2013) Glyphosate-Resistant Palmer Amaranth (Amaranthus palmeri) Increases Herbicide Use, Tillage, and Hand-Weeding in Georgia Cotton, Weed Science 62(2):393-402, doi: http://dx.doi.org/10.1614/WS-D-13-00077.1

Then, C. (2013a), Die Rache von Käfer & Co, 20 Jahre kommerzieller Anbau von Gen-Pflanzen in den USA, eine Studie Im Auftrag Von Martin Häusling, MEP, www.greens-efa.eu/fileadmin/dam/Documents/Studies/GMO/Broschuere_Gentechnik_WebProzent20160113.pdf

Then, C. (2013b) Hohe Rückstandsmengen von Glyphosat bei Sojabohnen in Argentinien, TESTBIOTECH Hintergrund 22 - 10 – 2013, www.testbiotech.org/node/925

Then, C. (2014) Cyberkrieg auf dem Acker - Was blüht uns da?Kritische Bestandsaufnahme einer neuen Dimenson der Gentechnik, Im Auftrag Von Martin Häusling, MEP, www.martin-haeusling.eu/presse-medien/publikationen/549-cyberkrieg-auf-dem-acker-was-blueht-uns-da.html

USDA (2013) Farm Production Expenditures 2012, http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1066

Vencill W. K., Nichols R.L., Webster T.M., Soteres J.K., Mallory-Smith C., Burgos, N.R., Johnson W.G., McClelland M.R. (2012) Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops, Weed Science, Special Issue:2–30

Waltz, E., (2010) Glyphosate resistance threatens Roundup hegemony, nature biotechnology, Volume 28, 537-538

Yates, D. (2014) Palmer amaranth threatens Midwest farm economy, researchers report, Eureka Alert, www.eurekalert.org/pub_releases/2014-06/uoia-pat060314.php

BILDQUELLEN

bigstockphoto.de: S.6 Blooming Wildflowers In A Meadow © Ruud Morijn, S.16 braun Boden eines landwirtschaftlichen Feldes © Gudella, S. 9 Ernte duster © actionsports, S. 10 Field of soybean © nadine123, Schließen Sie Ansicht von in einem Maisfeld © Matchstick Advertising, S.17 Metall Eiskübel und Shaker und Cocktail, isolated on white © Yastremska, S.20 Dreifarbige Amaranth © Inzyx

flickr.com: S.6 Unkraut im Feld © UnitedSoybeanBoard, S. 11 Conyza canadensis © --Tico--, Amaranthus tuberculartus © Scott Namestnik, Amaranthus palmeri © Alan Cressler, S. 12 Amaranthus palmeri im Feld © Alan Cressler, S.15 Cotton © Martin LaBar

fotolia.com: S.9 Papaya © Malyshchyts Viktar, Sprossen © photocrew, Rapsblüte © ingwio, Ear of Corn isolated © rimglow, Einzelner Kürbis auf Reinweiß © Smileus, Der Weg des Zuckers © markus_marb, Close up of edamame © Norman Chan, S. 8/11/15/18 Kanister PRILL Mediendesign, S.18 Beetle (Blitopertha Polyanor) © Mau Horng, Beetle (Blitopertha Polyanor) © Mau Horng, viele Marienkäfer © Marianne Mayer, Green June Bug Beetle dead macro on white background © aSculptor

agrarfoto.com: S. 13 Ampferwurzel, S.19 Amerika

depositphotos.com: S.18 Medicine bottle with poisonous liquid © picturepartners

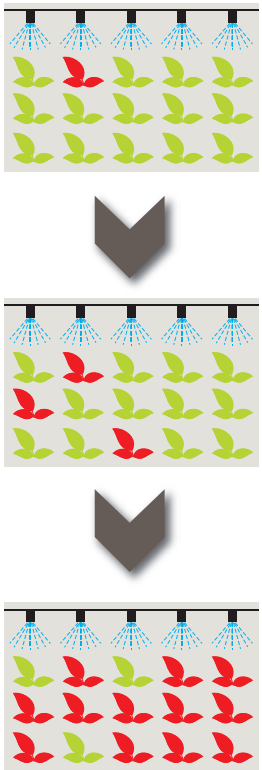
AUCH OHNE GENTECHNIK IN DER SACKGASSE: RESISTENTE UNKRÄUTER IN DEUTSCHLAND UND EUROPA

1. WIRKUNGSWEISE HERBIZIDE UND ENTSTEHUNG VON RESISTENZEN

Die Erforschung und Herstellung von Herbiziden (Unkrautbekämpfungsmitteln) ist schwierig und langwierig, da die Herbizide zwar einerseits bestimmte Unkräuter abtöten sollen, die Nutzpflanzen aber nicht beschädigt werden dürfen. Nicht jedes Herbizid kann in jeder Nutzpflanze angewandt werden, und je ähnlicher sich Nutzpflanze und Unkraut sind, desto schwieriger wird die Bekämpfung. Die Bekämpfung von Ungräsern in Gräsern, zum Beispiel Acker-Fuchsschwanz in Getreide, oder von Kreuzblütlern in Raps, zum Beispiel Hirtentäschelkraut (Capsella bursa-pastoris), ist daher schwierig, weil sich Nutzpflanze und abzutötende Pflanze sehr ähnlich sind. Herbizide haben deshalb ganz spezifische Wirkungsmechanismen, die die Zielpflanzen schwächen oder abtöten. Die Herbizide werden weltweit nach ihren Wirkungsmechanismen in Wirkklassen eingeteilt, die vom Herbicide Resistance Action Committee (HRAC)[2] festgelegt wurden. Das HRAC ist eine internationale Vereinigung, die von der agrochemischen Industrie gegründet wurde, um ein kooperatives Herbizidresistenzmanagement zu ermöglichen. Es gibt etwa 200 verschiedene Wirkmechanismen[1], von denen aber nur etwa 20 in Nutzpflanzenkulturen zum Einsatz kommen können. Hinzu kommt, dass nicht jedes Herbizid in jeder Kulturpflanze eingesetzt werden kann und sie unterschiedlich wirksam gegen die einzelnen Unkräuter sind. In den vergangenen 30 Jahren wurde kein neuer Wirkmechanismus gefunden[3]. Daher ist es trügerisch zu hoffen, dass Resistenzprobleme durch einen revolutionären, neuen Wirkungsmechanismus beseitigt werden könnten.

Da die eingesetzten Herbizide alle Pflanzen einer Art bis auf die gegenüber dem Wirkstoff resistenten Pflanzen abtöten, vermehren sich in erster Linie die resistenten Pflanzen weiter (Abb. 1)[3].

Abb. 1: Selektion von resistenten Unkräutern (rot) durch regelmäßige, gleichartige Herbizidanwendung

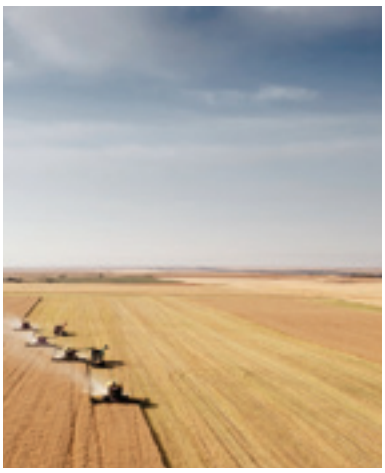


Quelle: JKI, 2009

Das gleiche Prinzip gilt auch für Pilze und Insekten. Dadurch wird der Anteil resistenter Organismen bei Unkräutern, Pilzen und Insekten einer Art im Laufe der Zeit immer höher. Der Entstehungsprozess von Resistenzen ist eine natürliche Anpassung der Organismen an ihre Umgebung, sozusagen Evolution, bei der wir zusehen können. Folgende Bewirtschaftungsmaßnahmen fördern die rasche Verbreitung von Resistenzen[3] bei Pflanzen:

- der ständige Einsatz desselben Pflanzenschutzmittels beziehungsweise verschiedener Mittel mit gleichem biochemischen Wirkmechanismus, also der gleichen Wirkstoffklasse,
- einseitige Fruchtfolgen ohne Wechsel zwischen Halmfrüchten und Blattfrüchten, zum Beispiel getreidelastige Fruchtfolgen mit Winterweizen-Winterweizen-Wintergerste bis hin zu Monokulturen von Mais oder Winterweizen,
- kaum Wechsel zwischen Sommer- und Winterfrüchten, zum Beispiel Winterraps-Winterweizen-Wintergerste,
- pfluglose Bodenbearbeitung, Direktsaat,
- ausschließlich chemische Unkrautbekämpfung.

Während die biochemischen Wirkungsweisen der Herbizide und die molekulargenetischen Ursachen für Herbizidresistenzen in erster Linie in der wissenschaftlichen Fachliteratur diskutiert werden[5-8], werden derzeit die meisten Informationen zur Ausbreitung und den praxisrelevanten Auswirkungen von Herbizidresistenzen durch die Organe der landwirtschaftlichen Offizialberatung und die landwirtschaftliche Fachpresse kommuniziert.

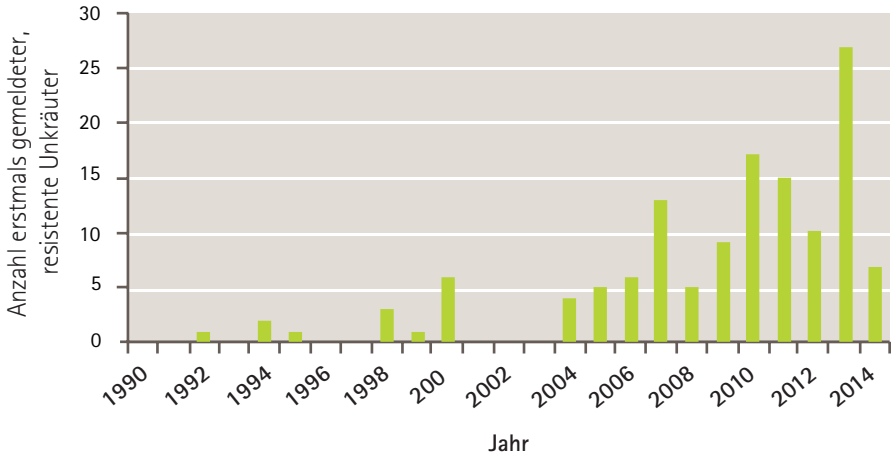


Monokulturen plus Pflanzenschutzmittel fördern Resistenzen

2. VERBREITUNG RESISTENTER UNKRÄUTER

Herbizidresistente Unkräuter werden erst dann zum Problem für die konventionelle Landwirtschaft, wenn sie in einem Bestand überhand nehmen. Die Anzahl an herbizidresistenten Unkräutern hat in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich zugenommen. Sowohl weltweit als auch in Europa und Deutschland. Das zeigen die Zahlen der weltweiten Erstmeldungen (1992 – 2014) von Resistenzen auf weedscience.org[9] (Abb. 2).

Abb. 2: Anzahl von Erstmeldungen einer Herbizidresistenz seit 1992 (Werte für 2014 bis Mai)

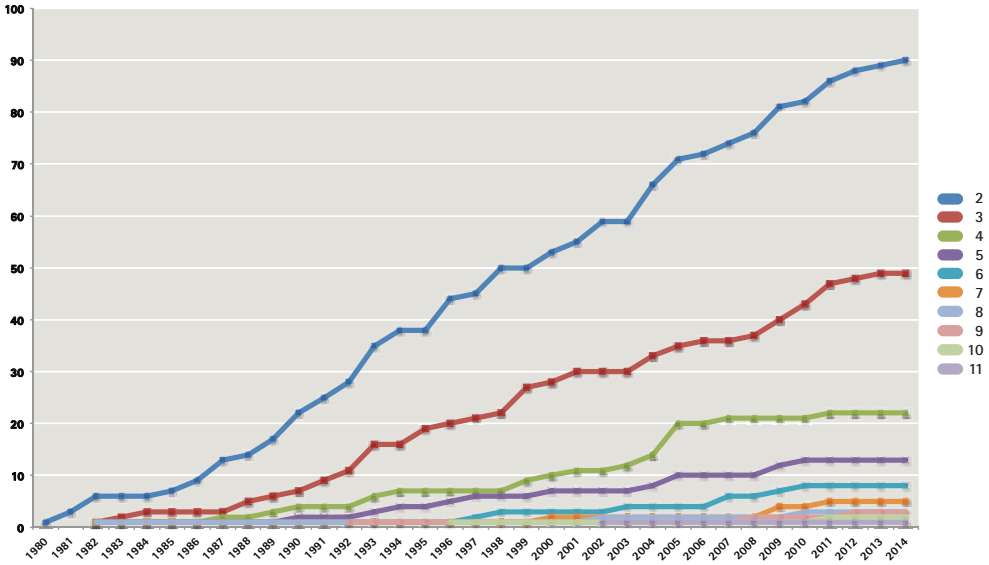


Quelle: Heap, 2014

Die Anzahl an herbizidresistenten Unkräutern hat in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich zugenommen. Sowohl weltweit als auch in Europa und Deutschland.

Dabei nimmt die Anzahl an Pflanzenarten, die gleich gegen mehrere Wirkstoffklassen resistent sind, weltweit zu (Abb. 3)[9].

Abb. 3: Zunahme der Anzahl an multi-resistenten Unkräutern



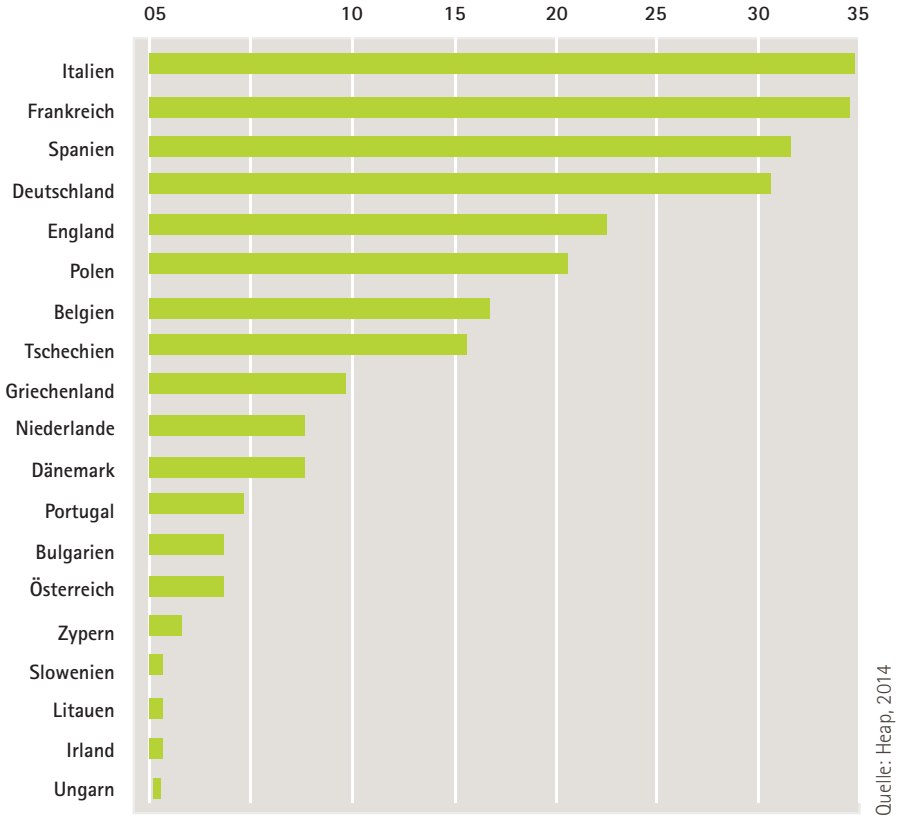
Gleichzeitige Resistenz gegen 2-11 Wirkstoffklassen.

Quelle: Heap, 2014 [9]

Ackerfuchsschwanz

In Europa stehen Frankreich und Italien an der Spitze der Länder mit gemeldeten Herbizidresistenzen, gefolgt von Spanien und Deutschland (1975 – 2014) (Abb. 4)[9]. In England waren 2010 bereits in 31 Counties und in mehr als 2500 Fällen resistente Acker-Fuchsschwanzbiotypen gefunden worden[10]. Dort werden inzwischen sogar Brachejahre zur Unkrautbekämpfung empfohlen.

Abb. 4: Anzahl an gemeldeten herbizidresistenten Unkräutern in EU-Ländern



In Deutschland sind bei den in Tabelle 1 aufgeführten Unkrautarten Resistenzen gemeldet worden. Bei einigen Arten sind im Laufe der Jahre multiple Resistenzen aufgetreten (Tabelle 2). Dies macht die Bekämpfung mit Herbiziden besonders schwierig.

Tabelle 1: Als resistent gemeldete Unkräuter in Deutschland

Art		Jahr d. Erstmeldung	Wirkortresistenz
Alopecurus myosuroides Huds.	Acker-Fuchsschwanz	2001	ALS-Hemmer (B/2)
		2003	ACCase-Hemmer (A/1)
Amaranthus retroflexus L.	Zurückgebogener Amarant	2012	ALS-Hemmer (B/2)
Apera spica-venti (L.) P.Beauv.	Gemeiner Windhalm	1997	PSII-Hemer (Harnstoffe und Amide) (C2/7)
		2005	ALS-Hemmer (B/2)
Atriplex patula L.	Spreizende Melde	1980	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Avena fatua L.	Flughafer	2012	ACCase-Hemmer (A/1)
Bromus sterilis L.	Taube Trespe	2012	ACCase-Hemmer (A/1)
Chenopodium album L.	Weißer Gänsefuß	1980	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Chenopodium ficifolium Sm.	Feigenblättriger Gänsefuß	1980	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Chenopodium polyspermum (=Lipandra polysperma (L.)) S. Fuentes, Uotila & Borsch	Vielsamiger Gänsefuß	1988	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Echinochloa crus-galli var. crus-galli (L.) P.Beauv.	Hühnerhirse	2012	ALS-Hemmer (B/2)
Epilobium tetragonum L.	Vierkantiges Weidenröschen	1988	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Galinsoga ciliata (Raf.) Blake	Behaartes Knopfkraut	1980	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Matricaria recutita (= M. chamomilla)	Echte Kamille	2008	ALS-Hemmer (B/2)
Papaver rhoeas L.	Klatschmohn	2012	ALS-Hemmer (B/2)
Poa annua L.	Einjähriges Rispengras	1980	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Polygonum convolvulus (=Fallopia convolvulus) (L.) Á.Löve	Windenknöterich	1988	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Polygonum lapathifolium (L.) Delarbre	Ampfer-Knöterich	1988	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Senecio vulgaris L.	Gewöhnliches Greiskraut	1980	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Solanum nigrum L.	Schwarzer Nachtschatten	1980	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
Stellaria media (L.) Vill.	Gewöhnliche Vogelmiere	1978	Photosystem II-Hemmer (C1/5)
		2011	ALS-Hemmer (B/2)
Tripleurospermum perforatum (=T. inodorum) (Merat) M.Lainz	Geruchlose Kamille	2009	ALS-Hemmer (B/2)

Quelle: Heap, 2014

Tabelle 2: Multiresistente Unkräuter in Deutschland

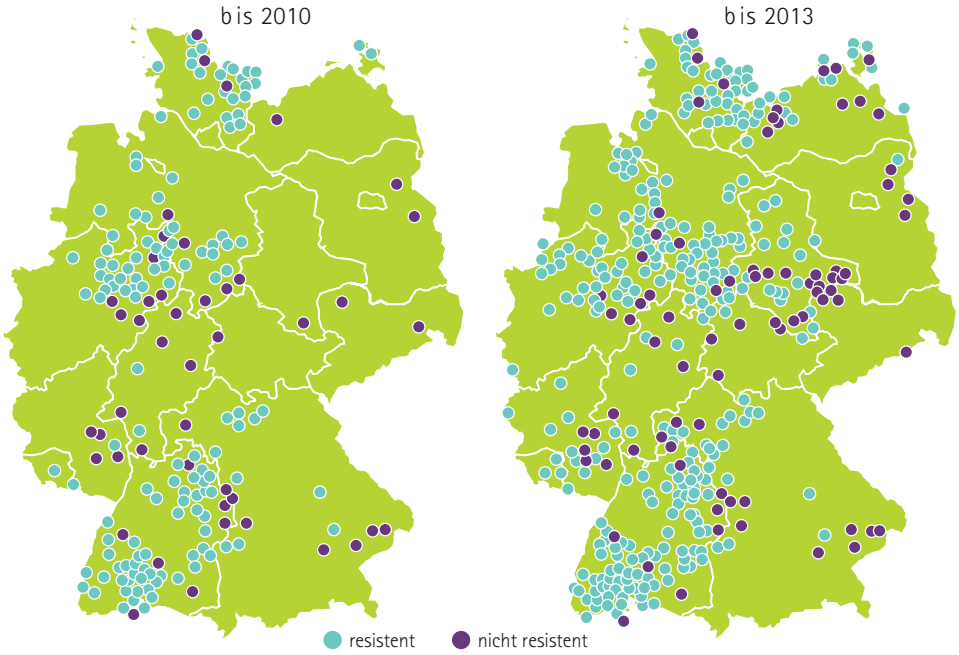
Art		Jahr der Erst-meldung	Wirkortresistenz
Alopecurus myosuroides Huds.	**Acker-Fuchsschwanz**	1983	Resistenz an 2 Wirkorten
			ACCase-Hemmer (A/1)
			PSII-Hemmer (Harnstoffe und Amide) (C2/7)
		2007	Resistenz an 4 Wirkorten
			ACCase-Hemmer (A/1)
			ALS-Hemmer (B/2)
			PSII-Hemmer (Harnstoffe und Amide) (C2/7)
			Langkettige Fettsäuren-Hemmer (K3/15)
		2009	Resistenz an 2 Wirkorten
			ACCase-Hemmer (A/1)
			ALS-Hemmer (B/2)
Amaranthus retroflexus L.	**Zurückgebogener Amarant**	1980	Resistenz an 2 Wirkorten
			Photosystem II-Hemmer (C1/5)
			PSII-Hemmer (Harnstoffe und Amide) (C2/7)
Apera spica-venti (L.) P.Beauv.	**Gemeiner Windhalm**	2009	Resistenz an 3 Wirkorten
			ACCase-Hemmer (A/1)
			ALS-Hemmer (B/2)
			PSII-Hemmer (Harnstoffe und Amide) (C2/7)
Avena fatua L.	**Flughafer**	2009	Resistenz an 2 Wirkorten
			ACCase-Hemmer (A/1)
			ALS-Hemmer (B/2)
Lolium perenne L.	**Deutsches Weidelgras**	2008	Resistenz an 2 Wirkorten
			ACCase-Hemmer (A/1)
			ALS-Hemmer (B/2)

Quelle: Heap, 2014

Die größten Probleme bereiten in Deutschland Ungräser, hervorgerufen durch Fruchtfolgen mit hohen Wintergetreideanteilen. Allen voran der Acker-Fuchsschwanz und der Gemeine Windhalm (Apera spica-venti). Waren zunächst vor allem die Marschgebiete in Norddeutschland betroffen, haben sich die Resistenzen inzwischen über ganz Deutschland ausgebreitet und sorgen teilweise für erhebliche Ertragsausfälle. In Abbildung 5 und 6 ist die zunehmende Ausbreitung von resistenten Acker-Fuchsschwanz- und Wind-

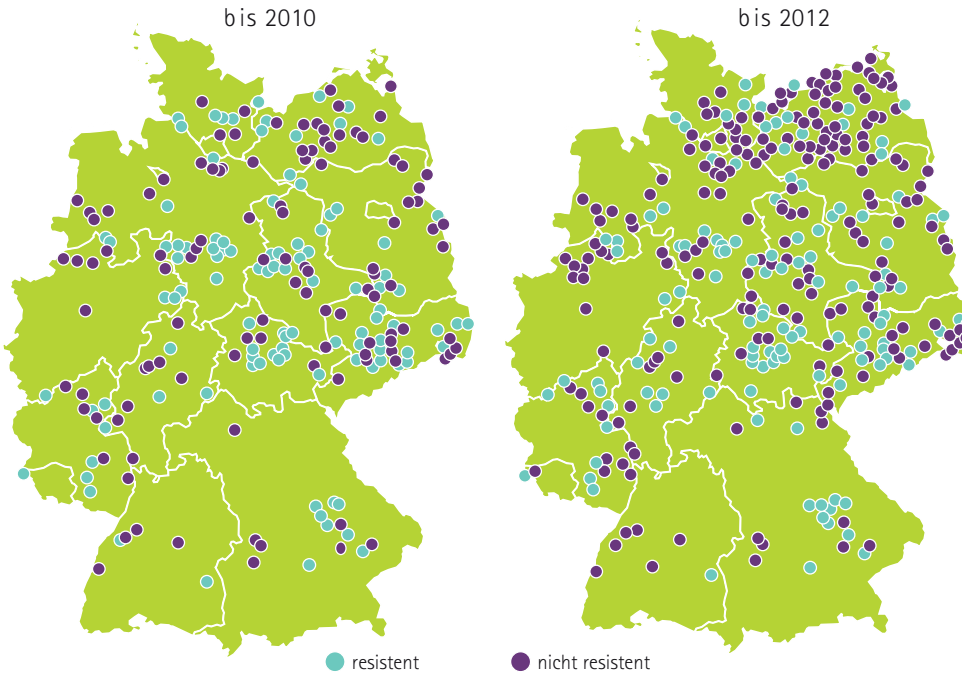
halmbiotypen verfolgbar[11]. Die Resistenz von Windhalm gegen ALS-Hemmer hat sich in Versuchen von einem resistenten auf einen sensitiven Windhalmbiotyp bereits innerhalb von einem Jahr übertragen[12]. Die Verbreitungsgeschwindigkeit von Resistenzen muss daher als sehr hoch eingeschätzt werden.

Abb. 5: Verbreitung der herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanzbiotypen in Deutschland



Quelle: Petersen, 2014

Abb. 6: Verbreitung der herbizidresistenten Windhalmbiotypen in Deutschland



Quelle: Petersen, 2014

Die Resistenzen haben sich inzwischen über ganz Deutschland ausgebreitet und sorgen teilweise für erhebliche Ertragsausfälle.

Windhalm

3. WIE WIRKT SICH DAS AUF DEN ACKERBAU AUS?

Flughafer

In einem zehn Jahre währenden Daueranbau von Winterweizen waren innerhalb kürzester Zeit alle eingesetzten Herbizide wirkungslos geworden. Die Anbaufläche war danach vollständig von resistentem Acker-Fuchsschwanz dominiert.

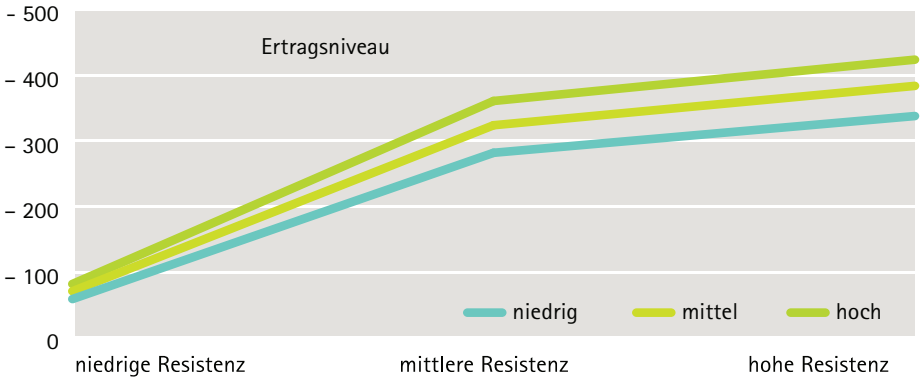
In den angebauten Fruchtfolgen entwickeln sich spezifische Unkrautgesellschaften. Im Wintergetreide zeigen sich in erster Linie herbstkeimende Ungräser, im Sommergetreide sind es Flughafer (Avena fatua), Senf (Brassica spp.) und Hederich (Raphanus raphanistrum)[13]. Dagegen treten im Winterraps (der ein Kreuzblütler ist) besonders andere Kreuzblütler und im Mais Hirsen auf. Für verunreinigtes Erntegut erzielen die Landwirte geringere Verkaufserlöse, unter anderem auch weil durch die oft feuchteren Unkräuter der Wassergehalt des Ernteguts ansteigt und zusätzliche Kosten für die Trocknung entstehen. Bei dem weit verbreiteten, großteils resistenten Acker-Fuchsschwanz können bereits 100 Acker-Fuchsschwanzähren pro Quadratmeter dafür sorgen, dass sich der Ertrag eines Hektars um 400 – 500 Kilogramm verringert, das sind zirka 10 Prozent des durchschnittlichen Gesamtertrags[14]. Dabei kommen auch Befallsdichten von 1500 Acker-Fuchsschwanzähren pro Quadratmeter vor. 50 – 100 Acker-Fuchsschwanzähren pro Quadratmeter sind trotz Herbizidbehandlungen die Regel[15]. Aber auch Besatzdichten von 500 Acker-Fuchsschwanzähren pro Quadratmeter sind keine Seltenheit mehr[16]. Inzwischen gibt es kaum noch zu 100 Prozent empfindliche Acker-Fuchsschwanz Biotypen[11]. Das einzige, momentan noch wirksame Blattherbizid (ein Herbizid, das nach dem Keimen der Pflanze angewandt wird und über die Blätter wirkt) ist Atlantis, wobei es aber auch hier bereits vereinzelte Minderwirkungen gibt. Resistente Acker-Fuchsschwanzbiotypen können dabei zu einem Totalausfall der Ernte führen, wie Versuche der Landwirtschaftskammer Niedersachsen gezeigt haben[17]. In einem zehn Jahre währenden Daueranbau von Winterweizen waren innerhalb kürzester Zeit alle eingesetzten Herbizide wirkungslos geworden. Die Anbaufläche war danach vollständig von resistentem Acker-Fuchsschwanz dominiert, wie Abbildung 7 eindrucksvoll zeigt. Auch Flughafer zeigt inzwischen Resistenzen[18].

Abb. 7: Versuchsfläche mit angebautem Winterweizen zur Entwicklung von herbizidresistentem Acker-Fuchsschwanz nach 10-jähriger Winterweizenmonokultur – Acker-Fuchsschwanz dominiert die Fläche

Quelle: Brandfaß, 2013

Die erfolgreiche Unkrautbekämpfung im Ackerbau ist eine wesentliche Grundlage für den Ertrag der Kulturpflanzen. Dabei unterscheiden sich die Konzepte im ökologischen und konventionellen Ackerbau erheblich. Im konventionellen Landbau herrscht die chemische Unkrautbekämpfung vor. Dadurch kann dort ein Ertragsanteil von zirka 30 Prozent abgesichert werden[19]. Das entspricht im konventionellen Getreideanbau, der rund 50 Prozent der Ackerfläche Deutschlands einnimmt, alleine für Bayern einer Menge von rund 2 Millionen Tonnen Futter- und Brotgetreide, die, je nach Marktlage, einen Warenwert von zirka 400 Millionen Euro besitzt – ein Ertrag, der fast ausschließlich von einer funktionierenden chemischen Unkrautbekämpfung abhängig ist. Die Ernteschäden und Folgekosten der resistenten Unkrautpopulationen abzuschätzen, ist allerdings sehr schwierig und es gibt wenig Informationsmaterial und keine robusten Zahlen hierzu. Klaus Gehring[20] schätzt, dass in einer Fruchtfolge aus Winterraps – Winterweizen – Wintergerste – Winterweizen und starkem Flächenbefall durch herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz, durch den zunehmend höheren Herbizidaufwand bei gleichzeitig nachlassender Bekämpfungsleistung der einzelnen Herbizide, ansteigende Ertragsverluste, Einschränkungen in der Kulturwahl und Anpassungen der Bodenbearbeitung, Verluste von 400 Euro pro Hektar entstehen können. Diese Verluste können bei hoher Resistenz noch steigen (Abb. 8).

Abb. 8: Wirtschaftliche Verluste durch verschieden stark ausgeprägte Herbizidresistenzen bei unterschiedlichem Ertragsniveau (Euro/ha)



** Mittlerer Deckungsbeitrag I (exkl. Prämie, inkl. MwSt.)*
Fruchtfolge: WiRa-WW-WW-WG beziehungsweise WiRa-WW-SW-WW
Kalkulationsbasis: LfL Deckungsbeiträge-Online, Stat. Bundesamt

Quelle: Gehring, 2013

Es können Verluste von bis zu 400 Euro pro Hektar entstehen, und diese Verluste können bei hoher Resistenz noch steigen.

4. SIND HERBIZIDRESISTENTE KULTURPFLANZEN EINE LÖSUNG?

Clearfield®-Raps ist eine auf herkömmlicher Züchtung beruhende Paket-Lösung herbizidresistente Pflanze plus passendes Herbizid.

In Deutschland wurde 2012 ein neues Unkrautbekämpfungssystem namens „Clearfield®" im Pflanzenbau eingeführt[21]. Es beruht, ähnlich wie das System der gentechnisch erzeugten, glyphosatresistenten Sojabohnensorten, auf einer herbizidresistenten Kulturpflanze in Kombination mit dazu passendem Herbizid (Paket-Lösung). Im Fall von Clearfield® wurde die Herbizidresistenz allerdings durch konventionelle Züchtung erzeugt. Das bedeutet, die Sorten bedürfen keiner außerordentlichen Zulassung und unterliegen auch nicht den besonderen Abstands- und Kennzeichnungsregelungen, die im Falle der Gentechnik gelten. Das System wird weltweit in verschiedenen Kulturen angewendet – bei Sojabohnen, Sonnenblumen, Raps, Weizen und Reis. Bei der in Deutschland zugelassenen Variante, handelt es sich um Clearfield®-Winterraps, eine Hybridrapssorte. Durch den Einsatz von „Clearfield®-Vantiga®", dem entsprechenden Herbizid, können insbesondere Kreuzblütler wie Hirtentäschelkraut, Raukearten, Pfeilkresse (Cardaria draba), Orientalisches Zackenschötchen (Bunias orientalis), Acker-Hellerkraut (Thlaspi arvense) und Barbarakraut (Barbarea spp.) im Raps bekämpft werden, die ansonsten für Probleme sorgen können[22]. Das Herbizid Clearfield®-Vantiga® ist eine Kombination aus dem Herbizid Butisan Top (bestehend aus den Wirkstoffen Metazachlor und Quinmerac) und dem Wirkstoff Imazamox.

Der Wirkstoff Imazamox gehört zur Wirkstoffgruppe der Imidazolinone, die zu den ALS-Hemmern gehören. Er ist für normale Rapspflanzen schädlich[23]. Der angebaute, herbizidresistente Raps ist mit einer Wirkortresistenz ausgestattet, die ihn resistent gegen Imidazolinone und tolerant für Sulfonylharnstoffe macht. Bis zur Einführung von Clearfield®-Raps war Raps in vielen Fruchtfolgen die einzige Kultur, in der keine ALS-Hemmer als Herbizide eingesetzt wurden. Der zusätzliche Einsatz von ALS-Hemmern im Raps beschleunigt die Entwicklung herbizidresistenter Unkräuter. Gleichzeitig treten nun große Probleme beim Entfernen des ALS-Hemmer-resistenten Ausfallrapses aus anderen Kulturen auf, weil sich die Liste an wirksamen Herbiziden deutlich einschränkt. In Getreide kommen im Frühjahr nur noch sogenannte Wuchsstoffe zur Bekämpfung des Ausfallrapses in Frage, die jedoch kritisch hinsichtlich des Gewässerschutzes sind. In Zuckerrüben und Sojabohnen kann der Ausfallraps gar nicht mehr wirksam mit Herbiziden bekämpft werden. Die Südzucker AG hat ihren Vertragspartnern inzwischen den Anbau

ALS-HEMMER

ALS-Hemmer sind Herbizide, deren Wirkstoffe in die Aminosäureproduktionder Pflanzenzellen eingreifen und damit den Eiweißaufbau in den Pflanzen unterbinden. Damit wird der Stoffwechsel der Pflanze empfindlich gestört. Die Folge ist letztendlich eine Verhinderung der Zellteilung und die Pflanze stirbt ab.

von Clearfield®-Raps in der Fruchtfolge untersagt[24], denn die Reinigung der Zuckerrüben ist bei starkem Rapsdurchwuchs sehr schwierig und kostenintensiv[21]. Raps bringt durch seine Vermehrungsweise schon ohne Herbizidresistenzen Herausforderungen für den Anbau mit sich. Rapssamen können in eine Keimruhe verfallen und bis zu zehn Jahre im Boden keimfähig bleiben. Dadurch treten auch in den Folgejahren immer wieder Rapspflanzen in anderen Kulturen auf. Ist der Raps herbizidresistent, wird die Bekämpfung auf chemischem Weg in den Folgejahren sehr schwierig. Hier ein kleines Beispiel[21]: Angenommen es verbleibt 1 Prozent Rapssamen während der Ernte auf dem Feld, dann gelangen bei einem Rapsertrag von 4 Tonnen pro Hektar 40 Kilogramm Imazamox-resistente Rapssamen pro Hektar auf das Feld. Etwa 50 Prozent davon können direkt zum Keimen gebracht und mit der folgenden Bodenbearbeitung beseitigt werden. Von den verbleibenden 20 Kilogramm Rapssamen pro Hektar (50 Prozent) keimen in der Folgefrucht noch einmal zirka 50 Prozent. Das heißt es verbleiben 10 Kilogramm Rapssamen pro Hektar im Boden. Keimen davon in den Folgejahren immer nur 10 Prozent pro Jahr aus, entspricht das 1 Kilogramm Rapssaat pro Hektar beziehungsweise 20 – 25 Samen pro Quadratmeter. Zum Vergleich: in NRW und Niedersachsen empfiehlt die Deutsche Saatveredelung (DSV) für einen erfolgreichen Anbau von Winterraps je nach Anbaubedingungen 35 – 50 Rapssamen pro Quadratmeter auszusäen[25]. In den Folgejahren muss also mit einem fast aussaatstarkem Rapsaufwuchs gerechnet werden, der weder erwünscht ist, noch gute Ernteerträge bringen würde, da es sich um eine Hybridsorte handelt.

Gleichzeitig ist Raps teilweise ein Fremdbefruchter, so dass die Resistenzgene leicht über die Feldgrenzen hinweg in andere Rapsfelder übertragen werden können und es auch dort Imazamox-resistentem Ausfallraps geben kann, ohne das dort jemals ein Anbau stattgefunden hätte. Der gleiche Effekt tritt auf, wenn schlecht gereinigte Erntemaschinen Rapssamen von einem Feld ins Nächste transportieren. In Zuckerrüben- oder Sojafeldern ist der Schaden dann umso größer, wenn hier ungewollter, herbizidresistenter Raps steht. Zudem warnen einige Experten, dass es auch Auskreuzungen der Resistenzgene in andere Kreuzblütler geben könnte. Zu den spontanen Kreuzungspartnern von Raps gehört zum Beispiel auch der Hederich (Raphanus raphanistrum)[26]. Damit wären genau die Pflanzenarten resistent gegen das Herbizid, die man ursprünglich mit dem neuen System vereinfacht bekämpfen wollte.

Neben herbizidresistentem Raps gibt es auch herkömmlich gezüchteten Mais, den sogenannten DUO-Mais, der gegen den Wirkstoff Cycloxidim resistent ist[27]. Dabei handelt es sich um ein Gräserherbizid, das unter normalen Umständen im Mais nicht eingesetzt werden kann. In vielen maislastigen Fruchtfolgen stellen Hirsen ein Unkrautproblem dar. In dem herbizidresisten Mais können sie mit dem Gräserherbizid bekämpft werden[28]. Das Prinzip der herbizidresistenten Kulturpflanzen ist stets gleich, ob es sich um konventionell gezüchtete oder gentechnisch veränderte Sorten handelt. Das Problem der Herbizidresistenzen im Unkraut und dessen Ursachen lösen die herbizidresistenten Kulturpflanzen also nicht – im Gegenteil.

Raps bringt durch seine Vermehrungsweise schon ohne Herbizidresistenzen Herausforderungen für den Anbau mit sich. Rapssamen können in eine Keimruhe verfallen und bis zu 10 Jahre im Boden keimfähig bleiben.

Das Prinzip der herbizidresistenten Kulturpflanzen ist stets gleich, ob es sich um konventionell gezüchtete oder gentechnisch veränderte Sorten handelt. Das Problem der resistenten Unkräuter und dessen Ursachen lösen die herbizidresistenten Kulturpflanzen nicht – im Gegenteil!

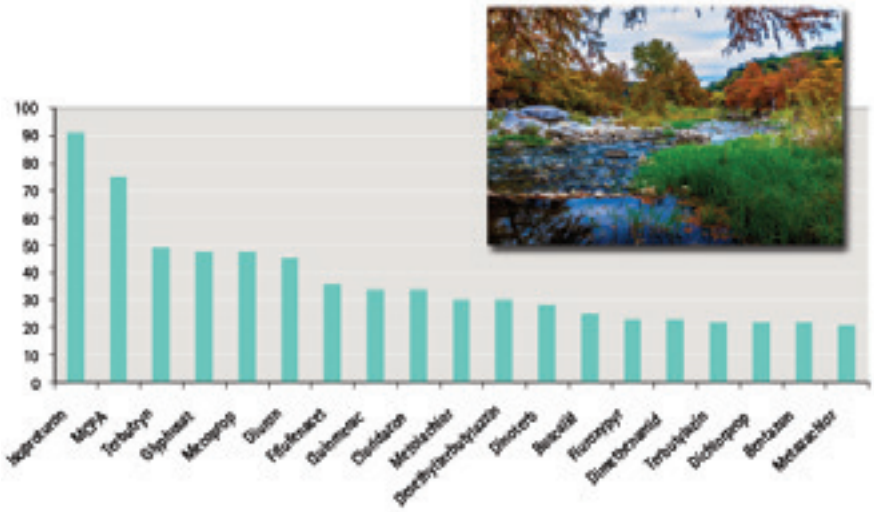
Empfehlung der Beratung: Anwendung eines Cocktails aus Herbiziden mit verschiedenen Wirkmechanismen.

Professor Petersen merkt in den DLG-Mitteilungen an: Es ist es fraglich, ob ein immer größerer Aufwand an Herbiziden und die damit verbundenen Umweltbelastungen und Aufwandshöhen langfristig sinnvoll sind.

5. WIE GEHT ES WEITER?

In den letzten zehn Jahren traf man in der landwirtschaftlichen Fachpresse und den Empfehlungen der Offizialberatung in Deutschland im Bereich des Pflanzenschutzes in erster Linie auf den Ratschlag, auf die entstandenen Resistenzen mit einem größeren Cocktail aus Herbiziden mit verschiedenen Wirkmechanismen zu antworten – sei es innerhalb der Fruchtfolge, im Verlauf des Anbaujahres oder bei Einzelmaßnahmen. Damit sollen die Unkräuter möglichst vielen verschiedenen tödlichen Mechanismen ausgesetzt werden, um so das Überleben, resistenter Unkräuter zu erschweren. Andere Maßnahmen, die theoretisch sogar laut der „guten fachlichen Praxis" und dem gesetzlich vorgeschriebenem integrierten Pflanzenschutz vor dem Herbizideinsatz bevorzugt werden sollen[29], werden vielfach nur am Rande erwähnt. Die propagierte Taktik verzögert die Entstehung von Resistenzen jedoch nur, ohne wirklich Abhilfe zu schaffen und fördert weiterhin die allgemeine Resistenz von Unkräutern gegenüber Herbiziden[13, 30]. Das Abwechseln von Wirkstoffen allein kann die Resistenzentwicklung nicht aufhalten[16]. In England wird inzwischen die Nutzung von ackerbaulichen Maßnahmen, gerade gegen Acker-Fuchsschwanz, hervorgehoben[31, 32]. Dort wird die alleinige Umstellung auf andere Herbizide nicht als langfristig adäquate Resistenzverringerungsmaßnahme gesehen [33]. Es gibt allerdings auch in Deutschland vereinzelt immer wieder und in den letzten Jahren zunehmend Stimmen, die dieses Vorgehen nicht für ausreichend halten. Wie Professor Petersen[11] anmerkt, ist es fraglich, ob ein immer größerer Aufwand an Herbiziden und die damit verbundenen Umweltbelastungen und Aufwandshöhen langfristig sinnvoll sind. Kurzfristig mögen sie das Problem der Herbizidresistenzen kaschieren und in der Lage sein, „reinen Tisch" auf dem Acker zu machen. Allerdings würden damit die schon bestehenden Grenzwertüberschreitungen von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässern (siehe Abb. 9) vermutlich nicht sinken.

Abb. 9: Anzahl an Oberflächengewässermessstellen in NRW, an denen die (jeweils unterschiedlichen) Wirkstoffhöchstmengen von Pestiziden überschritten wurden



Anzahl Messstellen mit Grenzwertüberschreitungen je Wirkstoff in Oberflächengewässern

Quelle: Landwirtschaftskammern, 2012

Der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln hat es der Landwirtschaft über Jahrzehnte ermöglicht, hohe Flächenerträge zu erwirtschaften und sich gleichzeitig von bewährten Regeln des Ackerbaus abzuwenden[1]. Diese Abkehr von bewährten Verfahren, zu denen in erster Linie die vielfältige Fruchtfolgegestaltung gehört, hat die Ausprägung von Resistenzen begünstigt. Unsere Landwirtschaft muss jedoch langfristig in der Lage sein, die Bevölkerung zu ernähren und den Landwirten auch späterer Generationen ein Auskommen zu ermöglichen. Schließlich sichern sie die Grundversorgung der Menschen ab. Daher ist es dringend nötig, die Vielfalt der ackerbaulichen Maßnahmen, die MIT der Natur arbeiten, anstatt gegen sie, wieder zu nutzen, so wie es in der ökologischen Landwirtschaft praktiziert wird.

Schädlinge können sich in artenreichen Ökosystemen weniger ausbreiten als in artenarmen. Allgemein gilt, dass durch die Auflockerung der Fruchtfolgen, durch bessere Wachstumsbedingungen und eine positive gegenseitige Beeinflussung der Nutzpflanzen (Allelopathie) negative Auswirkungen und die Intensität des Schädlingsbefalls vermindert werden.

Es ist dringend nötig, die Vielfalt der ackerbaulichen Maßnahmen, die MIT der Natur arbeiten, anstatt gegen sie, wieder zu nutzen, so wie es in der ökologischen Landwirtschaft praktiziert wird.

KLINISCH REIN ABER INSTABIL?

Bei der Diskussion um die Unkrautbekämpfung ist es wichtig sich in Erinnerung zu rufen, dass Unkräuter in Ökosystemen auch unverzichtbare Funktionen erfüllen und ihre totale Vernichtung langfristig dem erfolgreichen Ackerbau schadet. Es kann also nicht das Ziel einer Unkrautbekämpfung sein, alle Unkräuter auszurotten, sondern nur ihre Populationen so gering zu halten, dass sie den Ertrag der Kulturpflanzen nicht schädigen. Ohne eine große Vielfalt verschiedener Pflanzen in unseren Ökosystemen verarmt die Natur, und positive Wirkungen der Unkrautflora gehen verloren. Zu diesen gehören[1]:

- Habitat für Nützlinge, wie die Schwebfliegen und Bienen
- Genetische Ressource für die Kulturpflanzenzüchtung
- Reservoir für die Gewinnung neuer Medikamente
- Schutz abiotischer Ressourcen, zum Beispiel vor Erosion und Bindung von Stickstoff und Verhinderung seiner Auswaschung ins Grundwasser

Dazu zwei Beispiele: Die Vernichtung von Lebensraum für Nützlinge wie der Schwebfliege und dem Marienkäfer, die sich von Schadinsekten wie Blattläusen ernähren, führt dazu, dass die Populationen der Schädlinge deutlich zunehmen. Als Antwort werden in der konventionellen Landwirtschaft vermehrt Insektizide eingesetzt. Von den Insektiziden werden wiederum auch die Nützlinge geschädigt, so dass das natürliche Gleichgewicht zwischen Schädlingen und Nützlingen aus dem Gleichgewicht gerät. Für Bestäubungsnützlinge wie die Biene, die für die Ertragssicherung in der Landwirtschaft unverzichtbar sind, ist es unmöglich, sich nur von den wenigen angebauten Kulturpflanzen zu ernähren. Diese blühen nur wenige Wochen im Jahr. Für den Rest des Jahres sind die Bienen auf die blühende Unkrautflora der Felder und Feldrandstreifen zum Überleben angewiesen.

Jede ausgewogene Fruchtfolge ergibt lückenlose, gesunde und stark schattende und damit voll konkurrenzfähige Kulturpflanzenbestände. Sie bewirkt so ohne jedes Zutun eine Unterdrückung des Unkrauts.

Es stehen indirekte und direkte Maßnahmen zur Verfügung, um die Unkräuter zu reduzieren (siehe Tabelle 3)[1]. Eine der einfachsten umzusetzenden, indirekten Maßnahmen ist, nur gut gereinigtes Saatgut zu verwenden, das frei von Unkrautsamen ist, um deren Neueintrag in die Flächen zu vermeiden. Dann muss in erster Linie die Fruchtfolge einer Fläche angepasst werden. Je vielfältiger die Fruchtfolge ist und je abwechslungsreicher Sommerungen, Winterungen, Getreide und Blattfrüchte angebaut werden, desto weniger Chancen haben Unkräuter, sich auf einer Fläche in großer Zahl zu etablieren. Monokulturen sind schädlich für einen unkrautfreien Bestand. „Jede ausgewogene Fruchtfolge ergibt dagegen lückenlose, gesunde und stark schattende und damit voll konkurrenzfähige Kulturpflanzenbestände und bewirkt so ohne jedes Zutun eine Unterdrückung des Unkrauts."[1].

In einer Fruchtfolge mit 80 Prozent Getreide kommen doppelt bis dreifach so hohe Besatzdichten an gemeiner Quecke (Agropyron repens) im Gegensatz zu einer Fruchtfolge mit 50 Prozent Getreideanteil vor[1]. Durch den Wechsel von Halmfrüchten (zum Beispiel Getreidearten) und Blattfrüchten (zum Beispiel Kartoffeln, Zuckerrüben, Raps, Ackerbohnen) ändern sich die Zeiten der Ernte, Bodenbearbeitung und Aussaat im Verlauf der Fruchtfolge ständig, so dass sich keine ausgeprägte problematische Unkrautflora ausbilden kann. Viele Landwirte verharren aus ökonomischen Gründen in Fruchtfolgen, bei denen die einzelnen Anbaukulturen kurzfristig die höchsten Gewinne erzielen, zum Beispiel Mais-Winterweizen-Wintergerste. Dabei verkennen sie, dass eine aufgelockerte

Fruchtfolge viele Vorteile bringt, die langfristig die Produktivität und den Gewinn des Betriebes erhöhen[34]. Dies liegt unter anderem daran, dass Anbauentscheidungen zumeist nur aufgrund eines einfachen Deckungsbeitragsvergleichs der angebauten Nutzpflanze und nicht in Bezug auf die Leistungen von Fruchtfolgen gefällt werden. Berechnet man die Fruchtfolgen als ganzes System, sieht die Bilanz anders aus. Dies wird in der Ausbildung und Beratung allerdings leider selten vermittelt. Gerade Körnerleguminosen können große Vorteile für die Folgekulturen bringen und in diesen für Kosteneinsparungen und Mehrerträge im Wert von bis zu 175 Euro pro Hektar führen[35]. Die effektivste Unterdrückung von Unkraut während der Vegetationsperiode leistet die Kulturpflanze selbst, wenn sie dicht steht und den Unkräutern so das Licht zum Wachsen nimmt. Dies geht nur, wenn die Standortbedingungen für die Kulturpflanze optimal sind und sie beste Voraussetzungen für ein kräftiges Wachstum hat. Bei wenig beschattenden Pflanzen sind Untersaaten von Vorteil. Zu dichte Pflanzenbestände müssen allerdings vermieden werden, denn diese trocknen nach Regenfällen langsamer ab und bei warmer Witterung kommt es dann vermehrt zu Pilzbefall. Die Bodenbearbeitung muss immer entsprechend der dominanten Unkrautflora und auch den herrschenden Bodenbeschaffenheiten angepasst werden. Mulch- und Direktsaat funktioniert nur mit Unkrautbekämpfungsmitteln. Dies hat den Glyphosateinsatz in Deutschland deutlich erhöht und damit der Resistenzbildung Vorschub geleistet.

Tab. 3: Bewährte indirekte und direkte Unkrautbekämpfungsmaßnahmen

Indirekte Maßnahmen	
Verhinderung des Eintrages von Unkrautsamen bzw. vegetativer Vermehrungsorgane	Saatgutreinigung
	Vernichtung der beim Erntevorgang aufgenommenen Unkrautsamen
	Säuberung von Maschinen und Geräten bevor sie auf einem neuen Feld eingesetzt werden
	Ausreichend lange Rotte von Mist und Kompost sowie Lagerzeiten von Gülle zum Abtöten von Unkrautsamen
Fruchtfolge und standortgerechte Kulturartenwahl	Jährlicher Wechsel von Halm - und Blattfrüchten
	Kulturpflanzenansprüche entsprechen den vorhandenen Boden- und Klimaverhältnissen
Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung	Frühe Stoppelbearbeitung entsprechend dem vorherrschenden Unkrautspektrum
Saatzeitpunkt	Möglichst späte Aussaat
Bestandesdichte	Möglichst lückenlose, dichte Bestände
Sortenwahl	Anbau konkurrenzstarker Sorten mit hohem Beschattungspotenzial und schneller Jugendentwicklung
Düngung	Optimal an die Kulturpflanze angepasst
Untersaaten und Zwischenfrüchte	Kruzifere Sommerzwischenfrüchte zur Unterdrückung von Quecke (Agropyron repens)
	Untersaaten können Unkräuter teilweise unterdrücken
	Anbau von Zwischenfrüchten (z.B. Phacelia, Ölrettich) zur Unterdrückung von Unkräutern (-60 bis -100 Prozent) und Ausfallgetreide (-50 Prozent)

Direkte Maßnahmen	
Mechanische Verfahren	Herausreißen und verschütten durch Striegeln und Eggen (Kulturen mit geringen Reihenabständen)
	Abschneiden durch Hacken in Kulturen mit weiten Reihenabständen
	Abdeckung zwischen den Reihen (bes. im Obstbau) z.B. durch Stroh, Heu, Gras, Rindenkomposte
Thermische Verfahren	Abflämmen

Quelle: Zwerger 2002

Alleine diese wenigen Beispiele zeigen schon, dass es vielfältige Möglichkeiten gibt, mit der Natur zu arbeiten – anstatt gegen sie. Der Ökolandbau hat viele dieser Techniken optimiert. Da die Landwirtschaft ein sehr komplexes System ist, in dem viel Erfahrung und Wissen um Zusammenhänge für ein erfolgreiches und nachhaltiges Wirtschaften notwendig sind, kommt der Beratung in der Landwirtschaft eine sehr wichtige Stellung zu. Sie muss die Landwirte stets über alle vorhandenen Möglichkeiten und Neuerungen informieren. Leider ist dies teilweise nicht ausreichend der Fall, wenn es an Kenntnissen zu erfolgreichen ökologischen Bewirtschaftungsmaßnahmen mangelt.

Die Beratung muss die Landwirte stets über alle vorhandenen Möglichkeiten und Neuerungen informieren. Leider ist dies teilweise nicht ausreichend der Fall, wenn es an Kenntnissen zu erfolgreichen ökologischen Bewirtschaftungsmaßnahmen mangelt.

Maiszünsler

6. ES SIND NICHT NUR DIE UNKRÄUTER RESISTENT

Inzwischen treten auch immer häufiger Resistenzen bei Schädlingen und Pilzen im Ackerbau auf. Besonders beeinträchtigend ist in Deutschland zum Beispiel der Rapsglanzkäfer (Meligethes aeneus). Der Rapsglanzkäfer befällt die Knospen der Rapspflanzen, wobei er Löcher in die Knospen frisst, um an die Pollen zu gelangen[36]. Kleine Knospen können dabei ganz vernichtet werden, größere zeigen Fraßlöcher. Die Folge sind unregelmäßige Blüten- und Schotenstände, wobei die Schoten oft missgestaltet oder völlig leer sind. Die hierdurch entstehenden Ertragsschäden können je nach Befallsintensität sehr hoch sein. Durch die langjährige, oft einseitige Bekämpfung mit Pyrethroiden, einer Wirkstoffgruppe der Insektenbekämpfungsmittel (Insektizide), haben Rapsglanzkäfer, aber auch Rapserdflöhe (Psylliodes chrysocephala) Resistenzen gegen diese Wirkstoffgruppe ausgebildet[37]. Seit 2003 häufen sich die Praxismeldungen über unzureichende Wirkungsgrade der Insektizide[38]. Das Monitoring, welches das Julius-Kühn Institut (JKI) seit 2006 durchführt, ergab, dass mittlerweile weite Teile der Bundesländer von resistenten Rapsglanzkäferbiotypen dominiert sind[37]. Der Anteil resistenter Populationen liegt heute bei 94 Prozent! Die zentralen Punkte der Anti-Resistenzstrategie des JKI sind dabei das Einhalten der empfohlenen Schwellenwerte des Befalls vor einer Bekämpfung, Vermeiden von unnötigen Anwendungen und der Wechsel zwischen Insektiziden mit unterschiedlichen Wirkmechanismen. Diese Maßnahmen sind aber nicht neu, sie entsprechen im Grunde der „guten fachlichen Praxis".

Insektenbekämpfung kann auch durch künstlich eingesetzte Nützlinge erfolgen. Ein Beispiel hierfür ist der Maiszünsler. Die Bekämpfung des Maiszünslers kann mit klassischen Insektiziden erfolgen, zum Beispiel STEWARD[39]. Der dabei erreichte Wirkungsgrad kann, wenn die Bedingungen optimal sind, bis zu 90 Prozent betragen. Kosten pro Hektar: zirka 40 – 60 Euro. Der Maiszünsler kann aber auch umweltschonend mit seinen natürlichen Feinden, den Schlupfwespen (Trichogramma brassicae) bekämpft werden. Hierbei werden etwa 200.000 Trichogrammapuppen pro Hektar freigesetzt. Die Schlupfwespen parasitieren die Eier des Maiszünslers und erreichen so, je nach Witterung, bis zu 80 Prozent Wirkungsgrad. Die Kosten pro Hektar lagen im Beispiel bei etwa 85 Euro, diese

Rapsglanzkäfer

Mittlerweile sind weite Teile der Bundesländer von resistenten Rapsglanzkäferbiotypen dominiert. Der Anteil resistenter Populationen liegt bei 94 Prozent!

Mehltau ist vor allem im Obst- und Weinbau ein Problem.

Bekämpfungsform wird teilweise bezuschusst und kann durch den Einsatz von Drohnen, die die Schlupfwespen auf den Feldern verteilen, zukünftig deutlich günstiger erreicht werden.

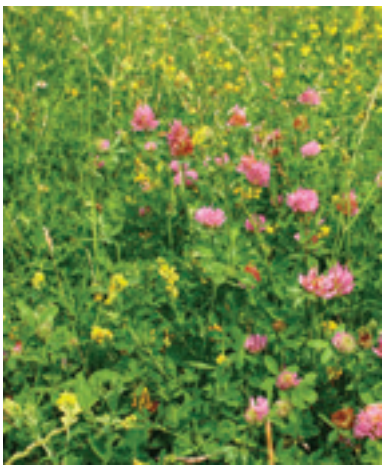
Klassische Beispiele für die Ausbildung von Resistenzen bei Pilzen sind die von Echtem Mehltau (Erysiphales) und Septoria tritici gegen die Wirkstoffgruppe der Strobilurine[40,41]. Mehltau ist vor allem im Obst- und Weinbau ein Problem. Da diese Stoffgruppe sehr gezielt im Pilz wirkt, ist sie stark resistenzgefährdet. Eine einzelne Mutation hat kurze Zeit nach Einführung der Strobilurine bereits zur Resistenz von Echtem Mehltau gegen diese Wirkstoffgruppe geführt. Gleiches gilt für Septoria tritici. Beides sind wichtige Pilzkrankheiten, die starke Ertragseinbußen zur Folge haben können. Aus diesem Grund gibt die Fachpresse und Beratung weiterhin die Empfehlung, Strobilurine zum Zwecke des Resistenzmanagements nur noch in Kombination mit anderen Fungiziden, zum Beispiel Azolen, einzusetzen, um die Resistenzbildung gegen Strobilurine zu verlangsamen. Azole sind in ihrer Wirkungsweise deutlich komplexer und die Pilze müssen in einem mehrstufigen genetischen Prozess mutieren („multiple step resistance"), um eine Azolresistenz zu entwickeln[42].

Äußerst bedenklich am weitverbreiteten Azoleinsatz und an Azolresistenzen im Pflanzenbau ist, dass diese Gruppe der Pilzbekämpfungsmittel auch in der Humanmedizin bei Pilzinfektionen eingesetzt werden.

Dass dies jedoch möglich ist, zeigten starke Resistenzausprägungen in den 1980-ger Jahren, die sich gebietsweise bei Apfelschorf und Weizenmehltau bildeten. Eine völlige Resistenzfreiheit ist nicht zu erwarten, die Situation wird zurzeit allerdings als stabil eingeschätzt. Äußerst bedenklich am weitverbreiteten Azoleinsatz und an Azolresistenzen im Pflanzenbau ist, dass diese Gruppe der Pilzbekämpfungsmittel auch in der Humanmedizin bei Pilzinfektionen eingesetzt werden. Hier gibt es eine sehr geringe Bandbreite an wirksamen Medikamenten, von denen die Azole eine herausragende Stellung einnehmen [42]. Besonders Patienten mit geschwächtem Immunsystem sind auf Azolwirkstoffe angewiesen, da sie gut verträglich sind. Inzwischen bilden auch humanpathogene Pilze, wie Candida albicans, Resistenzen gegen Azole aus, mit dem Effekt, dass sie sehr schwer zu bekämpfen sind und abwehrgeschwächte Menschen in lebensbedrohliche Situationen kommen. Ein Zusammenhang zwischen den Resistenzen in der Landwirtschaft oder zum Einsatz der Azole dort und den Resistenzen in der Humanmedizin kann bislang zwar nicht bewiesen werden. Die Diskussion darüber wird in der Wissenschaft allerdings geführt[43].

7. FAZIT

Das Problem der Herbizidresistenzen ist hausgemacht und die Folge einer langjährigen Bewirtschaftung, die den schnellen Profit und den kurzfristig geringeren Aufwand gesucht hat und dabei die langfristige Erhaltung stabiler Systeme und der Fruchtbarkeit in unserer Landwirtschaft aus den Augen verloren hat. Eine nachhaltige Bewirtschaftung ist unumstritten deutlich komplexer und wissensbasierter als die derzeitig weitläufig praktizierten Verfahren. Sie beruht auf einem systemischen Ansatz, bei dem mit der Natur gearbeitet wird und nicht gegen sie. Wenn wir die Grundlage unserer Nahrungsmittelversorgung auch zukünftig aufrechterhalten wollen, ist dies aber der einzige Weg, damit auch zukünftige Generationen von Landwirten ihre Felder weiterhin bestellen und ihre Ernte für die Grundversorgung der Menschen einfahren können.



Ein systemischer Ansatz, bei dem mit der Natur gearbeitet wird und nicht gegen sie, sorgt für eine Grundversorgung zukünftiger Generationen.

LITERATURNACHWEIS

1. ZWERGER, P. und AMMON, H.U., eds. (2002) Unkraut - Ökologie und Bekämpfung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim).

2. HRAC (2014), abgerufen am 23.06.2014, unter: http://www.hracglobal.com/.

3. JKI (2009) Herbizidresistenz - unvermeidbar? Informationen zur Entstehung und Vermeidung von Herbizidresistenz im Ackerbau. Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen.

4. DÉLYE, C., JASIENIUK, M., und LE CORRE, V. (2013) Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. Trends in Genetics. 29(11): S. 649-658.

5. COCKER, K.M., MOSS, S.R., und COLEMAN, J.O.D. (1999) Multiple mechanisms of resistance to fenoxaprop-Pethyl in United Kingdom and other European populations of herbicide-resistant Alopecurus myosuroides (black-grass). Pesticide Biochemistry and Physiology. 65(3): S. 169-180.

6. MECHANT, E., DE MAREZ, T., HERMANN, O., OLSSON, R., und BULCKE, R. (2008) Target site resistance to metamitron in Chenopodium album L. Journal of Plant Diseases and Proctection, Supplement(21): S. 37-40.

7. MENNE, H.J., WAGNER, J., SCHLEICH-SAIDFAR, C., HOPPE, J.H., ZANGE, B., und BARTELS, M. (2008) Target-site resistance in black-grass (Alopecurus myosuroides Huds.) to ACCase inhibiting herbicides in Northern Germany - Are there correlating factors in the agronomic production systems? Journal of Plant Diseases and Proctection, Supplement(21): S. 31-36.

8. KAUNDUN, S.S., HUTCHINGS, S.J., DALE, R.P., und MCINDOE, E. (2013) Role of a Novel I1781T Mutation and Other Mechanisms in Conferring Resistance to Acetyl-CoA Carboxylase Inhibiting Herbicides in a Black-Grass Population. PLoS ONE. 8(7).

9. HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. abgerufen am 14.06.2014, unter: www.weedscience.com.

10. HGCA (2010) Managing Weeds in arable rotations - a guide. Agriculture and Horticulture Development Board.

11. PETERSEN, J. (2014) Nicht einfach mehr Herbizide! DLG-Mitteilungen(1): S. 46-47.

12. GERHARDS, R. und MASSA, D. (2011) Two-year Investigations on Herbicide-Resistant Silky Bent Grass (Apera spica-venti L. Beauv.) Populations in Winter Wheat-Population Dynamics, Yield Losses, Control Efficacy and Introgression into Sensitive Population. Gesunde Pflanzen. 63(2): S. 75-82.

13. GEROWITT, B. (2012) Herbizidresistenz: Höchste Zeit zum Umdenken! topagrar(1): S. 104-107.

14. JKI (2011) Acker-Fuchsschwanz (Alopecurus myosuroides) - Herbizidresistenzen vermeiden Wirkstoffe erhalten. Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen.

15. LWK NRW (2010) Wintergerste Ungrasversuche 2010, WG Ernte 2010 - Ackerfuchsschwanz, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen.

16. GEHRING, K. (2009) Herbizidwirkung in Gefahr - Resistenzsituation bei Ungräsern. DLZ.

17. BRANDFAß, C. und BREMEYER, H. (2013) Fuchsschwanz: So schnell „verbrennen" Herbizide. topagrar(1): S. 94-97.

18. AUGUSTIN, B. (2013) Flughafer jetzt auch resistent! topagrar(6): S. 46.

19. LFL (2014) Unkrautmanagement im Getreidebau. abgerufen am 25.05.2014.

20. GEHRING, K. (2013) Bevor es ganz zu spät ist. DLG-Mitteilungen(1): S. 42-45.

21. LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN (2012) Informationsblatt der Landwirtschaftskammern Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein, dem Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, dem Regierungspräsidium Gießen - Pflanzenschutzdienst Hessen, dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie sowie der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt zuClearfield®- Raps. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen; Landwirtschaftskammer Niedersachsen; Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein; Landesamt für Landwirtschaft; Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern; Regierungspräsidium Gießen – Pflanzenschutzdienst Hessen; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt.

22. BASF (2014) Clearfield®-System aus Saatgut und Herbizid – die neue Lösung im Rapsanbau. BASF The Chemical Company, online.

23. GEHRING, K. (2012) Das Clearfield®-Produktionssystems im Rapsanbau - Beschreibung und Bewertung der Herbizidresistenz-Technologie, Herbologie, I.F.P.-. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).

24. TOPAGRAR (2012) kurz und bündig - Clearfield-Raps. topagrar(3): S. 64.

25. DSV (2014) Winterraps - Aussaat - Nordrhein-Westfalen/Niedersachsen. abgerufen am 29.06.2014, unter: http://www.dsv-saaten.de/rapswinterraps/aussaat/nordwest.html.

26. THEENHAUS, A., ZEITLER, R., VON BRACKEL, W., BOTSCHL, H.J., BAUMEISTER, W., und PEICHL, L. (2002) Ecological monitoring of genetically engineered plants (GEPs). Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung. 14(4): S. 229-236.

27. ROMUNDT, H. (2006) Herbizidresistenz ohne Gentechnik. DLG-Mitteilungen(1): S. 7.

28. BASF DUO-System. BASF The Chemical Company.

29. BMELV (2010) Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz - Grundsätze für die Durchführung. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Bonn.

30. GEROWITT, B. (2012) Die Vielfalt macht's. topagrar(1): S. 104-107.

31. MOSS, S. und LUTMAN, P. (2013) Black-grass: the potential of non-chemical control, Research, R. Rothamsted Research, online.

32. MOSS, S. (2013) Black-grass (Alopecurus myosuroides) - Everything you really wanted to know about black-grass but didn't know who to ask, Research, R. Rothamsted Research, online.

33. WRAG (2005) Ten Facts Everyone Should Know About Herbicide Resistance. Weed Resistance Action Group, online.

34. LÜTKE ENTRUP, N. (2010) Fruchtfolge – immer locker bleiben. topagrar(4): S. 59-60.

35. LÜTKE ENTRUP, N., PAHL, H., und ALBRECHT, R. (2001) Fruchtfolgewert von Körnerleguminosen. UFOP-Praxisinformation.

36. PAUL, V.H. (2003) Raps: Krankheiten, Schädlinge, Schadpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen.

37. JKI (2014) Insektizidresistenz. abgerufen am 25.05.2014, unter: http://www.jki.bund.de/no_cache/de/startseite/institute/pflanzenschutz-ackerbau-und-gruenland/arbeitsgruppen/entomologie-und-nematologie/insektizidresistenz.html.

38. LFL (2014) Resistenzsituation von Rapsglanzkäfer gegen Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide in Bayern. abgerufen am 25.05.2014.

39. HOMMEL, B. und SCHORLING, M. (2006) Wie den Maiszünsler bekämpfen? Mais - Die Fachzeitschrift für den Maisanbauer. 3/2006 Sonderdruck: S. 1-4.

40. DUPONT (2014) Strobilurine im modernen Ackerbau I. DuPont.

41. WEBER, V. (2006) Fungizidresistenz bei Strobilurinen. abgerufen am 29.06.2014, unter: http://cropscience.ch/?p=37.

42. BGVV (2001) Problematik der Entwicklung von Resistenzen humaner Mykosen gegenüber Azol-Antimykotika und eventueller Wechselwirkungen mit den als Fungizid eingesetztenPflanzenschutzmitteln. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin.

43. ENSERINK, M. (2009) Farm Fungicides Linked to Resistance in a Human Pathogen. SCIENCE. 326 (27).

44. LWK NRW (2012) Wirkklassen um Resistenzen vorzubeugen. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen.

BILDQUELLEN

bigstockphoto.de: S.23 Panorama-Landschaft mit vier kombiniert in einem Feld in der offenen Prärie © leaf, Nature Summer Background With Fresh Foxtail Grass Macro © Eugene Sergeev, S.30 Yellow Rapeseed Field Close-up © tigidal, S.31 Rapeseed, mustard or Canola flower side lighted with dark background. © landio, S.32 Stunning Fall Colors of Texas Cypress Trees Surrounding a Crystal Clear Texas Hill Country Rive © Richard McMillin, S.33 Traktor bei der Unkrautbekämpfung © alverdissen, S.34 Biene © ktsdesign, Closeup Of A Cornflower In Its Natural Habitat © Ruud Morijn,

flickr.com: S.27 Unkraut © Syngenta, S.28 Flughafer © naturgucker.de, S.37 Maiszünsler © naturgucker.de, Rapsglanzkäfer © Antje Schulte

fotolia.com: S. 33 Unkraut © Syngenta, Im Getreidefeld aus der Froschperspektive © André Reichardt, oat © Marcin Karpeta, SONY DSC Axel Gutjahr, Heads of Wheat ready for harvest Robert Asento, S.30 Genzeichen auf Feld © KB3

depositphotos.com: S.39 viele wilde Klee-Blumen © Markit

agrar-press.de: S.22 Herbizidspritzung in Wintergetreide Landwirt befüllt Spritze © Krick, Mehltau © Krick

Andrea Beste: S. 36 Beratung

pixabay.com: S. 38 Landwirtschaft Weinbau, Harald Matern

Anhangtabelle 1: HRAC-Wirkklassen mit Wirkungsort, chemischen Familien und Resistenzgefährdung[2, 44]

HRAC Gruppe	Wirkungsort	Chemische Familie	Resistenzgefährdung
A	Hemmung der Acetyl -CoA -Carboxylase (ACCase)	Aryloxypropionsäuren (FOP)	hoch
		Cyclohexenone (DIM)	
		Phenylpyrazoline (DEN)	
B	Hemmung der Acetolactate -Synthase ALS (Ace tohydroxysäure -Synthase AHAS)	Sulfonylharnstoffe	hoch
		Imidazolinone	
		Triazolopyrimidine	
		Pyrimidinyl(thio)benzoate	
		Sulfonylaminocarbonyl-triazolinone	
C1	Hemmung der Photosynthese im Photosystem II	Triazine	mittel
		Triazinone	
		Triazolinone	
		Uracil	
		Pyridazinone	
		Phenylcarbamate	
C2	Hemmung der Photosynthese im Photosystem II	Harnstoff	
		Amide	
C3	Hemmung der Photosynthse im Photosystem II	Nitrile	
		Benzothiadiazinone	
		Phenyl- pyridazine	
D	Bindung von Radikalen im Photosystem I	Bipyridylium	–

HRAC Gruppe	Wirkungsort	Chemische Familie	Resistenzgefährdung
E	Hemmung der Protoporphyrinogen- Oxidase (PPO)	Diphenylether	gering
		Phenylpyrazole	
		N- phenylphthalimide	
		Thiadiazole	
		Oxadiazole	
		Triazolinone	
		Oxazolidinedione	
		Pyrimidindione	
		Andere	
F1	Bleichung: Hemmung der Carotinoidbiosynthese (PDS)	Pyridazinone	gering
		Pyridinecarboxamide	
		Andere	
F2	Bleichung: Hemmung der 4- Hydroxyphenyl- Pyruvat -Dioxygenase (4 -HPPD)	Triketone	
		Isoxazole	
		Pyrazole	
		Andere	
F3	Bleichung: Hemmung der Carotinoidbiosynthese (unbekanntes Ziel)	Triazole	
		Isoxazolidinone	
		Harnstoff	
		Diphenylether	
G	Hemmung der EPSP -Synthase	Glycine	gering
H	Hemmung der Glutamin -Synthetase	Phosphonsäure	gering
I	Hemmung der DHP -	Carbamate	–

HRAC Gruppe	Wirkungsort	Chemische Familie	Resistenzgefährdung
K1	Hemmung der Mikrotubuli- zusammensetzung	Dinitroaniline	mittel -gering
		Phosphoroamidate	
		Pyridine	
		Benzamide	
		Benzoesäure	
K2	Hemmung der Mitose/ Mikrotubuli-Organisationszentren	Carbamate	
K3	Hemmung der VLCFAs (Hemmung der Zellteilung)	Chloroacetamide	
		Acetamide	
		Oxyacetamide	
		Tetrazolinone	
		Andere	
L	Hemmung der Zellwand- (Cellulose) -Synthese	Nitrile	gering
		Benzamide	
		Triazolocarboxamide	
		Chinolinsäure	
M	Entkopplung (Membranruption)	Dinitrophenol	gering
N	Hemmung des Fettstoffwechsels - keine ACCase -Hemmung -	Thiocarbamate	gering
		Phosphorodithioate	
		Benzofuran	
		Chloressigsäuren	
O	Verhalten wie Indolylessigsäure (Synthetische Auxine)	Phenoxye ssigsäuren	gering
		Benzoesäure	
		Pyridincarbonsäuren	
		Chinolin	
		Andere	
P	Hemmung des Auxintransports	Phthalamate	–
		Semicarbazone	
Z	Unbekannt A	rylaminopropionsäure	–
		Pyrazolium	
		Organoarsen	
		Andere	

SCHÖNE NEUE GENTECHNIK! ES RECHNET SICH NICHT MEHR!

MARTIN HÄUSLING

Aber es hat sich nie gerechnet! Die Versprechen der Gentechnikindustrie - höhere Ernten, weniger Chemie, Ernährung der Menschheit – bisher hat sie diese auf allen Ebenen nicht gehalten. Das Problem ist aber nicht die Gentechnik an sich. Das Problem ist das System in das sie logisch so nahtlos hineinpasst. Eine technikorientierte, statt wissensbasierte Landwirtschaft, die es nicht versteht, sich in ökologische Mechanismen einzupassen und anstatt dessen auf plumpe chemische Lösungen setzt, weil das einfacher ist und sich auch noch gut verkaufen lässt. Mit diesem Prinzip verlässt sich auch unsere Landwirtschaft in Europa mehr und mehr auf den massiven Einsatz von giftigen Chemikalien, die sie beschönigend „Pflanzenschutzmittel" nennt und landet damit, wie Runa Boeddinghaus zeigt, ebenfalls in einer gefährlichen Sackgasse.

Was Wissenschaftler inzwischen nach und nach als Problematisch beschreiben, wird von Branchenvertretern nach wie vor geleugnet. Der Industrieverband Agrar (IVA) geht sogar soweit, nachgewiesenermaßen und zertifiziert ökologische Anbauformen zu diffamieren und sie quasi für eine verweigerte Hilfestellung bei der Nutzpflanze an den Pranger zu stellen (Ausstellung IVA, Grüne Woche 2013, http://gruenlink.de/sve). Der Slogan lautet: Pflanzen brauchen Schutz! Und zwar chemischen. Punkt. Auch wenn das naturwissenschaftlicher Unsinn ist, wie der Ökolandbau weltweit beweißt.

Wie bedrohlich diese Ausrichtung für die Landwirte, die Nahrungsmittelsicherheit und die Umwelt ist, haben Christoph Then und Runa Boeddinghaus in dieser Studie gut beschrieben und belegt. Sie fanden auch vorsichtige Äußerungen von konventionellen Wissenschaftlern, dass es so nicht weitergehen kann: Fruchtfolgen sind wieder gefragt. Diese wurden als „Greening"-Komponente bei der letzten Reform der GAP noch aufs heftigste bekämpft. Am meisten von den Bauernverbänden, obwohl die es doch besser wissen müssten.

Um den Generationen, die nach uns kommen noch (lokal und weltweit) eine auskömmliche Landwirtschaft zu ermöglichen, müssen wir umsteuern. Deutlich.

FORDERUNGEN

1 Europa muss den Ökologischen Landbau zum Leitbild machen. Öffentliche Zahlungen dürfen nur noch ökologisch nachhaltigen Anbauformen zu Gute kommen.

2 Die Forschung im Agrarbereich muss in Zukunft nachhaltige Methoden der Bewirtschaftung unserer natürlichen Ressourcen erforschen, hervorbringen und optimieren. Wir müssen mit der Natur arbeiten, nicht gegen sie.

3 Die Fortbildung von landwirtschaftlichen Beratern in ökologischen Anbaumethoden muss stärker ausgebaut und gefördert werden.

4 Die Auflagen an die Zulassung von „Pflanzenschutzmitteln" in REACH müssen stetig strenger werden.

5 Cross Compliance und die „gute fachliche Praxis" sind zahnlose Tiger und müssen konkretisiert werden. Es muss klar definierte Regeln für die „gute fachliche Praxis" geben.

6 Glyphosat darf keine erneute Zulassung bekommen.

7 Das Clearfield-System muss mit Zulassung, Standortregister und Abstandsregelung analog dem System Gentechnik behandelt werden, da es weitgehend gleiche Auswirkungen hat.

8 Es darf keine neuen Zulassungen zum Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen in Europa geben.

ZU DEN AUTOREN

DR. CHRISTOPH THEN

Dr. Christoph Then ist Geschäftsführer von Testbiotech e.V. (www.testbiotech.org).
Er ist zudem ein Koordinator des internationalen Bündnisses „Keine Patente auf Saatgut" (www.no-patents-on-seeds.org). Christoph Then ist promovierter Tierarzt und beschäftigt sich seit etwa 20 Jahren mit aktuellen Fragen der Gen-und Biotechnologie. Er ist Mitbegründer der Initiative „Kein Patent auf Leben!", war Mitarbeiter der Grünen im Bayerischen Landtag und bis Ende 2007 Leiter des Bereiches Gentechnik und Landwirtschaft bei Greenpeace. Testbiotech befasst sich mit der Folgenabschätzung im Bereich der Biotechnologie, fördert unabhängige Forschung, untersucht ethische und wirtschaftliche Folgen und prüft Risiken für Mensch und Umwelt.

Kontakt: Testbiotech e.V., Frohschammerstr 14, 80807 München, E-Mail: info@testbiotech.org

RUNA S. BOEDDINGHAUS

Runa S. Boeddinghaus, M.Sc. Environmental Protection and Agricultural Food Production, Dipl. Ing. (FH) Agrarwirtschaft, studierte zunächst Agrarwirtschaft an der Fachhochschule Südwestfalen, Abt. Soest. An der Universität Hohenheim folgte das Studium zum Master of Science in Umweltschutz und landwirtschaftlicher Nahrungsmittelproduktion. Während ihrer Studien und im Beruf spezialisierte sie sich auf die Bodenwissenschaften und den Bodenschutz. Sie hat den „Bestimmungsschlüssel zur Erkennung und Bewertung von Bodenschadverdichtung im Feld" mit entwickelt und ist Co-Autorin der Publikationen „Bodenverdichtungen vermeiden Bodenfruchtbarkeit erhalten und wiederherstellen" und „Artenvielfalt statt Sojawahn - der Eiweißmangel in der EU: Wie lässt sich das seit langem bestehende Problem lösen?".

Kontakt: M.Sc. Environmental Protection and Agricultural Food Production
Dipl.-Ing. (FH) Agrarwirtschaft, Grüninger Straße 9, 70599 Stuttgart
E-Mail: R.Boeddinghaus@t-online.de

SUPERWEEDS – RESISTENTE UNKRÄUTER BEDROHEN DIE ERNTE!

DAS PRINZIP INDUSTRIELLE LANDWIRTSCHAFT IN DER SACKGASSE.

Das US-Amerikanische Landwirtschaftsministerium meldet 2013 auf 28 Millionen Hektar Ackerland glyphosatresistente Unkräuter. Sie breiten sich aus und bedrohen die Ernten und Einkommen der Landwirte. Was früher von der sogenannten modernen Landwirtschaft gerne belächelt wurde, Unkraut per Hand auszurupfen, ist heute in den USA und Teilen von Lateinamerika bittere und teure Realität. Aber dort ist dies keine umweltfreundliche Variante des Ackerbaus, denn Glyphosat wird weiterhin gesprüht. Darüber hinaus kommt ein ganzer Cocktail anderer, zum Teil alter und sehr giftiger, Unkrautvernichtungsmittel wieder zum Einsatz, weil man sich nicht mehr anders zu helfen weiß. Christoph Then hat die neuesten Daten aus den USA und weltweit zusammengetragen.

Superweeds überall - das System Gentechnik in der Sackgasse? Ja und Nein.

Denn am System Gentechnik liegt es nicht nur. Dieses hat den Prozess in den USA und anderen Ländern mit hohem Anteil an Gentechnikanbau nur sehr stark beschleunigt.

Superunkräuter, - Unkräuter, die resistent gegen Glyphosat und andere Spritzmittel geworden sind, gibt es bei uns, hier in Europa und Deutschland auch und hier nimmt ihre Zahl ebenfalls rasant zu. Nicht nur das, auch bei Schädlingen ist das gleiche Phänomen zu beobachten. Ernte und Einkommen sind nicht nur in den USA gefährdet, auch hier bei uns. Runa Boeddinghaus stellt zum ersten Mal einen Überblick über Resistenzen in Deutschland und Europa zusammen und analysiert, wie Wissenschaft und Beratung reagieren.

Das System chemiebasierte, industrielle Landwirtschaft steckt in der Sackgasse, weil es ökologische Mechanismen ausblendet. Erschreckend, dass viele Wissenschaftler und Berater nun zu weiteren Giftcocktails raten. Es gibt aber auch andere Stimmen.

Lesen Sie selbst.

FOTO: A.S. KERS, WWW.FLICKR.COM