Und wer macht Ihrem Mais zu schaffen?

Dr. sc. agr. Jörg Mehrtens
hat im August 2005 am Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim mit einer Arbeit zum Unkrautauftreten in Mais promoviert. Seit Beginn des Unkrautmonitorings im Jahr 2000 war er für die Zusammenfassung und Auswertung der erhobenen Daten verantwortlich. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind maßgeblicher Bestandteil seiner Doktorarbeit und er erhielt dafür den DMK-Förderpreis für Nachwuchswissenschaftler 2005.

Analyse und Ergebnisse aus fünf Jahren Unkrautmonitoring in Deutschland

Dr. Jörg Mehrtens, Stuttgart

Fast 500.000 Unkräuter erhoben

Unter den insgesamt 493.900 ausgezählten Unkräutern befanden sich 204 verschiedene Arten aus 32 Pflanzenfamilien. Die Bandbreite an Unkrautarten je Standort war mit 3 – 35 relativ groß. Im Durchschnitt waren 11 verschiedene Unkrautarten auf einem Maisschlag vorhanden. Lediglich 10 % der Unkrautgattungen waren jedoch auf etwa einem Drittel der Maisfelder gemeinsam vertreten. Das verdeutlicht, dass die Zusammensetzung der Unkrautflora in Mais sehr unterschiedlich sein kann.

Zu den hochsteten dikotylen Unkrautarten in Mais zählten mit rund 80 % die Gänsefuß-Arten, wobei es sich hauptsächlich um den Weißen Gänsefuß handelte. In den klimatisch wärmeren Regionen trat daneben auch der Vielsamige Gänsefuß auf. Die nächsthäufigeren Arten waren mit 61 % die Vogelmiere sowie mit rund 56 % der Windenknöterich. Darauf folgten die eher für Getreide typischen Unkräuter wie Kamille-Arten und das Acker-Stiefmütterchen. Sie kamen immerhin auf nahezu der Hälfte der untersuchten Maisfelder vor. Unter den zehn häufigsten Arten waren nur zwei Monokotyle: die Hühnerhirse mit 53 % und die Quecke mit 39,4 %. Erst auf den weiteren Rängen befanden sich Arten wie Schwarzer Nachtschatten, Amarant, Melde und Franzosenkraut, die aufgrund ihrer Wärmeansprüche als typisch für Mais gelten und auf einzelnen Standorten in hohen Dichten auftraten.

In den Maisfeldern konnten aber auch vermehrt ausdauernde Unkräuter gefunden werden, von denen außer der Quecke (39,4 %) insbesondere die Acker-Kratzdistel (25,9 %) und die Acker-Winde (18,2 %) von Bedeutung sind, da viele der vorherrschend eingesetzten Herbizide gegen diese Arten nicht ausreichend oder nicht nachhaltig wirksam sind. Der Acker-Schachtelhalm erreichte eine Stetigkeit von 10,4 %. Bei den Ausfallkulturen hatte Raps mit 17,2 % den größten Anteil, gefolgt von

Stetigkeit der erfassten Unkrautarten

	Stetigkeit %		Stetigkeit %
Gänsefuß-Arten	*79,7*	*Schwarzes Bilsenkraut*	*0,4*
Vogelmiere	*61,0*	*Kresse-Arten*	*0,4*
Winden-Knöterich	*55,7*	*Pfeffer-Knöterich*	*0,4*
Hühnerhirse	*53,0*	*Ruhrkraut-Arten*	*0,4*
Kamille-Arten	*50,3*	*Beta-Rübe*	*0,3*
Acker-Stiefmütterchen	*47,8*	*Acker-Steinsame*	*0,3*
Vogel-Knöterich	*45,8*	*Weißer Stechapfel*	*0,3*
Taubnessel-Arten	*41,6*	*Saat-Wucherblume*	*0,3*
Kletten-Labkraut	*39,7*	*Hundszahngras*	*0,3*
Gewöhnliche Quecke	*39,4*	*Acker-Schöterich*	*0,3*
Schwarzer Nachtschatten	*36,3*	*Binse-Arten*	*0,3*
Acker-Hellerkraut	*34,3*	*Knollen-Platterbse*	*0,3*
Hirtentäschelkraut	*33,8*	*Tomate*	*0,3*
Ehrenpreis-Arten	*31,1*	*Gewöhnlicher Beinwell*	*0,3*
Rispengras-Arten	*27,7*	*Huflattich*	*0,3*
Floh-Knöterich	*24,8*	*Weißes Straußgras*	*0,2*
Acker-Kratzdistel	*25,9*	*Sandkraut-Arten*	*0,2*
Spreizende Melde	*21,6*	*Kanadisches Berufkraut*	*0,2*
Ampfer-Knöterich	*20,8*	*Schmalblättriges Weidenröschen*	*0,2*
Gänsedistel-Arten	*19,9*	*Acker-Filzkraut*	*0,2*
Ackerwinde	*18,2*	*Kleiner Orant*	*0,2*
(Ausfall-)Raps	*17,2*	*Phacelie*	*0,2*
Amarant-Arten	*15,6*	*Ölrettich*	*0,2*
Gewöhnlicher Erdrauch	*14,0*	*Ackerröte*	*0,2*
Ampfer-Arten	*12,7*	*Kompaß-Lattich*	*0,2*
Ackerfuchsschwanz	*12,6*	*Weg-Malve*	*0,2*
Storchschnabel-Arten	*11,5*	*Mäuseschwänzchen*	*0,2*
Franzosenkraut-Arten	*11,4*	*Europäischer Sauerklee*	*0,2*
Schachtelhalm-Arten	*10,4*	*Acker-Hundskamille*	*0,1*
Borstenhirse-Arten	*10,2*	*Klette-Arten*	*0,1*
Acker-Vergissmeinnicht	*9,9*	*Glatthafer*	*0,1*
Ausfallgetreide	*7,6*	*Schwarznessel*	*0,1*
Senf-Arten	*7,2*	*Acker-Ringelblume*	*0,1*
Fingerhirse-Arten	*7,0*	*Acker-Hornkraut*	*0,1*
Hohlzahn-Arten	*7,0*	*Gefleckter Schierling*	*0,1*
Wolfsmilch-Arten	*6,8*	*Feld-Rittersporn*	*0,1*
Wicke-Arten	*6,5*	*Gewöhnliches Knaulgras*	*0,1*
Land-Wasser-Knöterich	*5,5*	*Gewöhnlicher Natternkopf*	*0,1*
Acker-Spörgel	*5,1*	*Gewöhnlicher Augentrost*	*0,1*
Rauke-Arten	*4,8*	*Acker-Filzkraut*	*0,1*
Brennnessel-Arten	*4,3*	*Topinambur*	*0,1*
Einjähriges Bingelkraut	*3,9*	*Wolliges Honiggras*	*0,1*
Kornblume	*3,3*	*Unechtes Tännelkraut*	*0,1*
Gewöhnlicher Windhalm	*2,7*	*Gewöhnlicher Hornklee*	*0,1*
Lichtnelke-Arten	*2,7*	*Gewöhnliche Eselsdistel*	*0,1*
Klee-Arten	*2,7*	*Gemüse-Portulak*	*0,1*
Reiherschnabel-Arten	*2,5*	*Einjähriger Knäuel*	*0,1*
Acker-Ochsenzunge	*2,3*	*Gewöhnliche Schafgarbe*	*< 0,1*
Weidelgras-Arten	*2,3*	*Beifußblättrige Ambrosie*	*< 0,1*
Acker-Gauchheil	*2,2*	*Ruchgras-Arten*	*< 0,1*
Gewöhnliches Kreuzkraut	*2,2*	*Pfeilkresse*	*< 0,1*
Mohn-Arten	*2,2*	*Gewöhnliche Wegwarte*	*< 0,1*
Hederich	*2,2*	*Mauer-Pippau*	*< 0,1*
Kartoffel	*2,2*	*Erdmandelgras*	*< 0,1*
Gewöhnlicher Löwenzahn	*2,1*	*Schamahirse*	*< 0,1*
Zaun-Winde	*2,0*	*Hungerblümchen-Arten*	*< 0,1*
Hundspetersilie	*1,7*	*Buchweizen*	*< 0,1*
Acker-Minze	*1,7*	*Gewöhnliches Ferkelkraut*	*< 0,1*
Beifuß-Arten	*1,6*	*Strand-Binse*	*< 0,1*
Flug-Hafer	*1,5*	*Lupine-Arten*	*< 0,1*
Wegerich-Arten	*1,0*	*Saat-Lein*	*< 0,1*
Acker-Schmalwand	*0,9*	*Mauerlattich*	*< 0,1*
Gänse-Fingerkraut	*0,9*	*Luzerne*	*< 0,1*
Hahnenfuß-Arten	*0,9*	*Vogelfuß*	*< 0,1*
Ziest-Arten	*0,9*	*Petersilie*	*< 0,1*
Trespe-Arten	*0,8*	*Erbse*	*< 0,1*
Gewöhnlicher Frauenmantel	*0,7*	*Gewöhnliches Schilf*	*< 0,1*
Gewöhnlicher Rainkohl	*0,6*	*Gewöhnliche Braunelle*	*< 0,1*
Dreiteiliger Zweizahn	*0,5*	*Wilde Sumpfkresse*	*< 0,1*
Wilde Möhre	*0,5*	*Wilde Mohrenhirse*	*< 0,1*
Gabelästige Rispenhirse	*0,5*	*Rainfarn*	*< 0,1*
(Ausfall-)Sonnenblume	*0,4*	*Mäuseschwanz-Federschwingel*	*< 0,1*

Getreide (7,6 %), Senf (7,2 %), Weidelgras (2,3 %) und Kartoffeln (2,2 %).
Die Rangfolge der häufigsten Unkräuter blieb während der fünf Untersuchungsjahre nahezu unverändert. Lediglich die Stetigkeit der Vogelmiere und der Kamille-Arten unterlag in einzelnen Jahren stärkeren Schwankungen, vermutlich deshalb, weil deren Vorkommen sehr an die Witterung gebunden ist. So konnten diese Arten beispielsweise im Frühjahr 2002, das durch einen verhältnismäßig feuchten Witterungsverlauf geprägt war, deutlich häufiger gefunden werden als unter den vergleichsweise trockenen Bedingungen im Jahr 2003.

Fast 200 Unkräuter pro m² die Regel

Durchschnittlich kamen auf den Maisschlägen 192 Unkrautpflanzen pro m² vor. Die höchste ermittelte Unkrautdichte lag bei 1793 Pflanzen pro m². Nahezu drei Viertel aller Maisfelder wiesen Unkrautdichten von mehr als 100 Pflanzen pro m² auf. Lediglich auf 1,6 % der untersuchten Felder war die durchschnittliche Unkrautdichte geringer als 25 Pflanzen pro m².
Mit durchschnittlich 48,5 Individuen pro m² stand die Hühnerhirse an erster Stelle bezüglich der Stärke ihres Auftretens. Etwas geringer (47,3 Pflanzen pro m²) fiel hingegen die durchschnittliche Dichte der Gänsefuß-Arten aus, obwohl diese eine deutlich höhere Stetigkeit besaßen.
Ein deutlicher Trend zum Massenauftreten war gebietsweise beim Schwarzen Nachtschatten (bis 800 Pflanzen pro m²) und beim Einjährigen Rispengras (bis 1100 Pflanzen pro m²) zu beobachten.

Unkrautdichten (Pflanzen pro m²) in Mais an den untersuchten Standorten in Deutschland in den Jahren 2000–2004; N = 2602 Standorte.

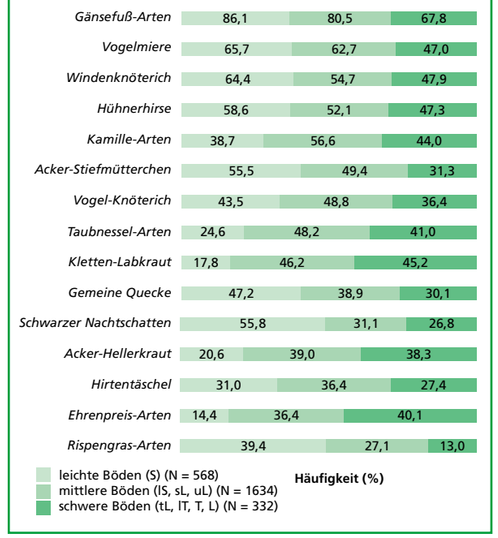
Dichte (Pfl./m²)	2000	2001	2002	2003	2004	2000-2004
Min.–Max.	6–1793	8–1154	14–1749	16–1675	19–1655	6–1793
Mittelwert*	206,3	184,4	205,4	175,0	187,0	191,6
			Häufigkeit (%)			
< 25	1,8	2,0	1,2	2,3	0,7	1,6
25–50	8,1	9,6	4,8	11,4	9,7	8,7
51–100	19,1	21,4	21,5	28,2	26,4	23,3
101–250	43,7	43,6	47,5	36,5	39,8	42,2
> 250	27,2	23,4	25,0	21,5	23,4	24,1

* durchschnittliche Unkrautdichte (Pflanzen pro m²)

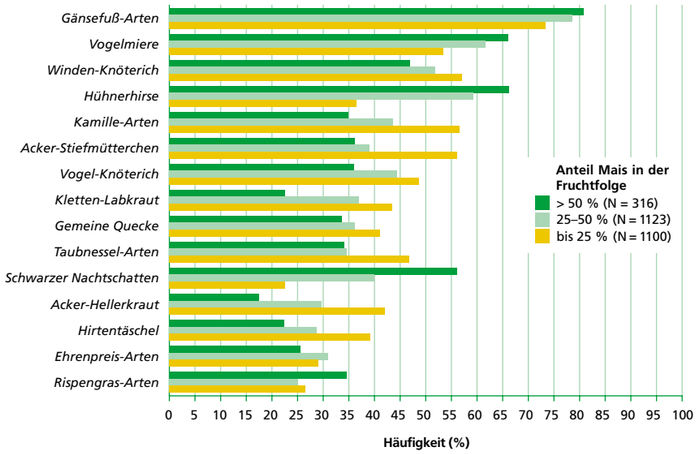
Einfluss des Standortes und der Bewirtschaftungsweise auf die Unkrautflora

Die mehr oder weniger starke Bindung von Unkrautarten an bestimmte Bodenarten ist bekannt und beeinflusst somit auch das Vorkommen von Unkräutern. Dieser Einfluss darf aber nicht überschätzt werden. Fast alle gefundenen Arten traten auf allen Böden auf. Dennoch konnten bei einigen Arten Präferenzen festgestellt werden. So kamen z. B. auf mittleren (lS, sL, uL) bis schweren (tL, lT, T, L) Böden besonders Kamille-Arten, Rote Taubnessel, Kletten-Labkraut, Acker-Hellerkraut und Persischer Ehrenpreis vor. Hingegen wurden auf den leichten, sandigen Böden häufiger Acker-Stiefmütterchen, Schwarzer Nachtschatten sowie das Einjährige Rispengras angetroffen.
Das indifferente Verhalten vieler Unkrautarten bezüglich ihres Vorkommens zeigt sich auch im Hinblick auf den Boden-pH-Wert. Der pH-Bereich der Böden an den 1033 Standorten, von denen Angaben diesbezüglich vorlagen, betrug zwischen 5 und 7,5. Zu den Arten, die über einen weiten pH-Bereich vorkamen, zählte beispielsweise der Weiße Gänsefuß und der Windenknöterich. Das Acker-Stiefmütterchen sowie das Einjährige Rispengras kamen hingegen deutlich häufiger auf Böden mit einem stark sauren pH-Wert (pH 5 bis 5,5) vor, während das Kletten-Labkraut, den schwach sauren bis basisch-

Einfluss des Bodens auf das Vorkommen von Unkrautarten



Einfluss des Maisanteils in der Fruchtfolge auf das Vorkommen von Unkrautarten



neutralen Bereich (pH 6,6 bis 7,5) bevorzugte.

Starken Einfluss auf die Häufigkeit und Stärke des Auftretens einiger Unkrautarten hatte der Maisanteil in der Fruchtfolge. Insbesondere Hühnerhirse und Schwarzer Nachtschatten waren in Betrieben mit einem hohen Maisanteil besonders oft vertreten. Beim Weißen Gänsefuß, der Vogelmiere und dem Winden-Knöterich spielte die Fruchtfolge kaum eine Rolle. Hingegen traten Kamille, Kletten-Labkraut, Acker-Stiefmütterchen und Acker-Hellerkraut umso häufiger auf, je höher der Anteil des Getreides in der Fruchtfolge war.

Trends in der Ausbreitung

Obwohl sich die Unkrautflora in Mais aus einem Artenspektrum zusammensetzt, das eine große Schnittmenge mit anderen Kulturen aufweist, erfüllt Mais als Reihenkultur im Vergleich zu anderen Kulturen Voraussetzungen für Unkrautarten, die höhere Licht- und Wärmeansprüche stellen und daher durch die späte Saat und den weiten Reihenabstand begünstigt werden. So hat die enorme Ausdehnung des Maisanbaues seit Mitte des 20. Jahrhunderts z. B. maßgeblich zur Vergrößerung des Verbreitungsareals der Hühnerhirse beigetragen, die vorher im Ackerbau so gut wie nicht vertreten war. Inzwischen gehört die Hühnerhirse zur typischen Maisunkrautflora und ist in ganz Deutschland zu finden, vor allem aber dort, wo Mais in Folge angebaut wird.

Trends in der Zu- bzw. Abnahme von Arten ließen sich innerhalb des 5-jährigen Monitorings zwar nicht erkennen, dafür war der Untersuchungszeitraum zu kurz. Gleichwohl deutet die ermittelte Häufigkeit bei der Gegenüberstellung mit Erhebungen aus den 1970er und 1980er Jahren auf einen starken Anstieg einzelner Arten hin. Erstaunlich ist, dass es sich dabei nicht nur um Wärme liebende Unkrautarten handelt, sondern um Arten, die eher zur typischen Getreideunkrautflora zählen. Neben Kamille und Taubnessel sind hier vor allem das Acker-Stiefmütterchen und der Persische Ehrenpreis zu erwähnen. Die deutliche Zunahme und die zum Teil sehr hohen Besatzdichten von Acker-Stiefmütterchen als auch von Persischem Ehrenpreis dürften wesentlich auf den in letzter Zeit häufigen Einsatz bestimmter, hauptsächlich auf die Ungrasbekämpfung ausgerichteter Sulfonylharnstoff-Herbizide zurückzuführen sein, die Wirkungsschwächen gegen diese beiden Arten aufweisen. Auch das vermehrte Vorkommen von Vogel-Knöterich könnte damit zusammenhängen, da dieser im Gegensatz zu anderen Knöterich-Arten durch die meisten Vertreter dieser Herbizidklasse (mit Ausnahme von Prosulfuron) ebenfalls nicht ausreichend erfasst wird.

Die Zunahme der Storchschnabel-Arten (insbesondere Schlitzblättriger Storchschnabel) ist wiederum auf Wirkungslücken vieler heute eingesetzter Herbizide zurückzuführen.

Eine andere Ursache liegt der starken Zunahme des Einjährigen Rispengrases zugrunde. Diese ausgesprochen konkurrenzschwache und lichtbedürftige Art profitiert von der Beseitigung konkurrenzkräftigerer Unkrautarten. Durch ihre ganzjährige Keimung findet sie dann optimale Vermehrungs- und Ausbreitungsvoraussetzungen im Maisbestand.

Die Zunahme der Borsten- und Fingerhirsen, besonders in Gebieten mit engen Maisfruchtfolgen, ist wohl hauptsächlich auf die im Vergleich zur Hühnerhirse meist noch spätere Keimzeit zurückzuführen. Dadurch werden diese Arten auch durch Vorauflaufherbizide oft nicht ausreichend erfasst. Hinzu kommt, dass die Wirksamkeit der verfügbaren Nachauflaufherbizide, je nach Hirse-Art, unterschiedlich ausgeprägt ist.

Weiterhin dürfte ein Überangebot an Stickstoff im Boden im Zusammenhang mit der in manchen Regionen beobachteten Häufung nitrophiler Arten stehen. Besonders im Nordwesten können daher Stickstoffzeiger wie die Vogelmiere und der Schwarze Nachtschatten von der dort oft praktizierten intensiven Gülledüngung zusätzlich profitieren. Hinzu kommt, dass einige Arten, darunter auch der Schwarze Nachtschatten, in so genannten Wellen auflaufen. Dadurch können sich die später auflaufenden Individuen der meist einmalig durchgeführten chemischen Unkrautbekämpfung entziehen. Die verbleibenden Pflanzen gelangen dann oft noch vor der Maisernte zur Samenreife und erhöhen dadurch den Samenvorrat im Boden, der dann zu einer anhaltenden Verseuchung der Fläche beiträgt.

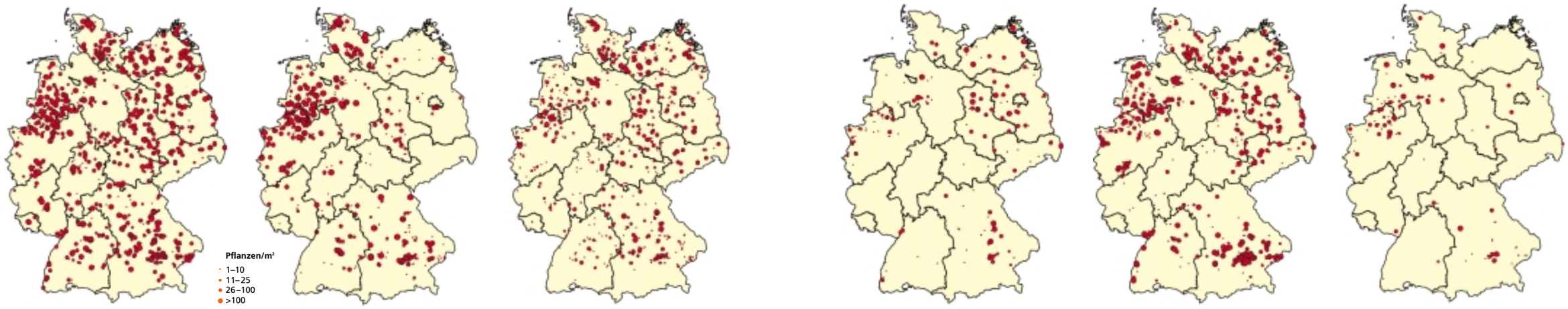
Fazit

Die vorliegende Studie zeigt, dass sich die Unkrautflora in Mais aus einer großen Artenvielfalt zusammensetzt. Dennoch fällt, bezogen auf den einzelnen Maisschlag, das Artenspektrum mit durchschnittlich elf Arten gering aus. Zwar kann eine geringe Anzahl an Unkrautarten für den Landwirt von Vorteil sein. Vorausgesetzt, entsprechende Verfahren für die Bekämpfung stehen zur Verfügung. Dass die Verfahren jedoch in Anbetracht der hohen Unkrautdichten und der geringen Konkurrenzkraft des Maises im Jugendstadium hoch effizient sein müssen, ist Prämisse.

Der Vergleich mit früheren Untersuchungen hat außerdem ergeben, dass einige Arten deutlich zugenommen haben. Das ist im Wesentlichen auf das Wirkungsspektrum der eingesetzten Herbizide zurückzuführen. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, dass es durch den Herbizideinsatz nicht nur zu einem Zurückdrängen oder bei Wirkungslücken bzw. -schwächen zur Förderung von Arten, sondern auch zu Umschichtungen innerhalb einer Population kommen kann. Das ist beispielsweise bei Arten der Fall, die mehrere Auflaufwellen haben. So wird durch Herbizide, die nur die erste Auflaufwelle erfassen, der Teil der Population selektiert, der zu einem späteren Zeitpunkt aufläuft. Deshalb wächst im Laufe der Zeit in dieser Population der Anteil der spät auflaufenden Individuen an. Eine derartige Verlagerung wird seit einiger Zeit bei den Unkrauthirsen ersichtlich. Schließlich können durch Herbizide auch weniger empfindliche oder resistente Individuen, so genannte Biotypen, herausselektiert werden. Hinweise auf eine sich aufbauende oder bereits vorhandene Herbizidresistenz waren beim Monitoring jedoch nicht zu erkennen.

Veränderungen in der Unkrautflora können sich auch durch Einschleppung von Arten ergeben, die bisher nicht Bestandteil unserer heimischen Flora sind. Bei Mais ist in diesem Kontext besonders an die sehr Wärme liebenden Arten wie Schönmalve (Samtpappel), Stechapfel, Wilde Mohrenhirse, Hundszahngras und Strand-Binse zu denken. Es ist daher wichtig, Veränderungen in der Unkrautflora genau zu beobachten, um bei Bedarf rechtzeitig geeignete Bekämpfungsstrategien entwickeln zu können.

Verbreitung und Stärke des Auftretens in den Jahren 2000–2004



Gänsefuß *Schwarzer Nachtschatten* *Winden-Knöterich* *Fingerhirse* *Hühnerhirse* *Borstenhirse*