Gesunde Pflanzen (2005) 57:206–218
DOI 10.1007/s10343-005-0097-4

ORIGINALBEITRAG

J. Mehrtens · M. Schulte · K. Hurle

Unkrautflora in Mais

Ergebnisse eines Monitorings in Deutschland

Eingegangen: 2 November 2005 / Angenommen: 17 November 2005 / Online veröffentlicht: 14 Dezember 2005
© Springer-Verlag 2005

Zusammenfassung In den Jahren 2000 bis 2004 wurde von der Syngenta Agro GmbH in Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim ein Unkrautmonitoring in Mais durchgeführt. Ziel des Monitorings war, das Artenspektrum, die Stärke der Verunkrautung und das Verbreitungsgebiet von Unkrautarten im Maisanbau in Deutschland zu erfassen. Die Unkrauterhebungen wurden jedes Jahr einmal vor der chemischen Unkrautbekämpfung zwischen dem 2. und 6. Blattstadium des Maises vorgenommen. Im Verlauf der fünf Jahre wurden auf 2602 Praxisschlägen Unkräuter erhoben. Insgesamt wurden 204 Unkrautarten (einschließlich Ausfallkulturen) aus 32 Pflanzenfamilien registriert. Darunter waren überwiegend dikotyle Arten (166). Daneben kamen 36 Monokotyle und zwei Vertreter der Schachtelhalmgewächse vor. Zu den Ausfallkulturen gehörten 22 Arten. Die höchste Stetigkeit hatten mit 79,7% *Chenopodium*-Arten, wobei hauptsächlich *Chenopodium album* auftrat. Darauf folgten *Stellaria media* (61,0%), *Fallopia convolvulus* (55,7%), *Echinochloa crus-galli* (53,0%), *Matricaria* spp. (50,3%), *Viola arvensis* (47,8%), *Polygonum aviculare* (45,8%), *Lamium* spp. (41,6%), *Galium aparine* (39,7%) und *Elytrigia repens* (39,4%). Die Ergebnisse verdeutlichen, dass in der überwiegenden Mehrheit der untersuchten Maisfelder nicht nur wärmeliebende Unkrautarten vorkommen. Arten wie *Solanum nigrum*, *Amaranthus* spp., *Galinsoga* spp. und verschiedene Hirse-Arten (mit Ausnahme von *Echinochloa crus-galli*), die als charakteristisch für Mais gelten, kamen seltener vor. Unter den Ausfallkulturen erreichte Raps die höchste Stetigkeit (17,2%). Die durchschnittliche Unkrautdichte auf den Maisschlägen betrug 192 Pflanzen/m^2. Das Monitoring zeigte, dass einige Unkrautarten deutliche Schwerpunkte in der Verbreitung aufweisen. So kommen beispielsweise *Solanum nigrum* und *Stellaria media* bevorzugt im Nordwesten Deutschlands vor, während *Veronica*-Arten häufiger im Süden vertreten sind. Gründe für die Verbreitungsschwerpunkte dieser Arten dürften die regional unterschiedliche Bewirtschaftungsweise und die Dauer, in der Mais bereits in einem Betrieb angebaut wird, spielen. Im Vergleich zu Untersuchungen aus den 1970er und 1980er Jahren haben einige Arten wie *Veronica* spp. und *Viola arvensis* stark zugenommen. Die Zunahme dieser Arten wird auf den in den letzten Jahren verstärkten Einsatz von Sulfonylharnstoff-Herbiziden zurückgeführt. Auch das Vorkommen von *Geranium* spp., die früher in Mais kaum auftraten, dürfte ebenfalls auf Wirkungslücken der heute eingesetzten Herbizide zurückzuführen sein.
Alle während des fünfjährigen Unkrautmonitorings gefundenen Arten sind, geordnet nach ihrer Stetigkeit, aufgeführt.

Schlüsselwörter Unkrautmonitoring · Unkrautarten · Unkrautbekämpfung · Mais

Dr. J. Mehrtens (✉) · K. Hurle
Fachgebiet Herbologie, Institut für Phytomedizin,
Universität Hohenheim,
70599 Stuttgart
E-Mail: mehrtens.j@gmx.de

M. Schulte
Syngenta Agro GmbH, Maintal

Weed flora in maize
Results of a monitoring in Germany

Abstract A weed monitoring conducted by Syngenta Agro GmbH in co-operation with the University of Hohenheim was carried out to evaluate the local and regional weed situation in maize in Germany. The fields were monitored at the two to six leaf stage of maize before weed control. A total of 2602 maize fields across Germany has been investigated from 2000 until 2004. Altogether 204 weed species (including volunteer crops) from 32 plant families have been recorded. The dicots were the predominant group with 166 species. The monocots were represented by 36 species and two species belonged to the family of Equisetaceae; volunteer crops were represented by 22 species. The most frequent species were *Chenopodium* spp. (79.7%) in particular *Chenopodium album*, followed by *Stellaria media* (61.0%), *Fallopia con-*

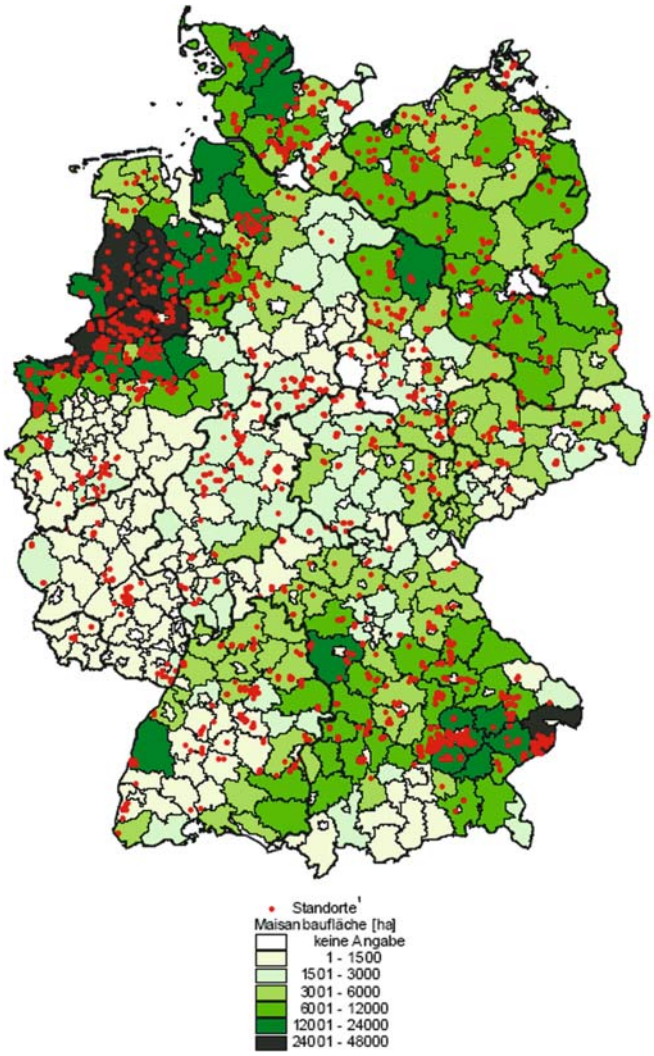

Abb. 1 Maisanbaufläche auf Landkreisebene (nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 1999) und untersuchte Standorte in den Jahren 2000 bis 2004.[1]

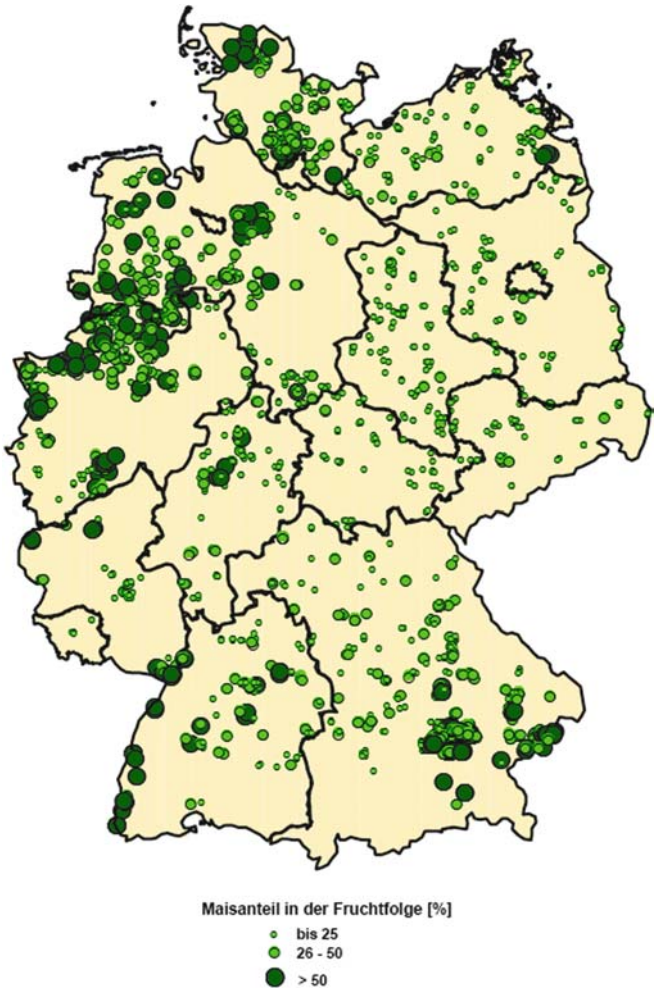

Abb. 2 Maisanteil in der Fruchtfolge an den untersuchten Standorten in den Jahren 2000 bis 2004

volvulus (55.7%), *Echinochloa crus-galli* (53.0%), *Matricaria* spp. (50.3%), *Viola arvensis* (47.8%), *Polygonum aviculare* (45.8%), *Lamium* spp. (41.6%), *Galium aparine* (39.7%) and *Elytrigia repens* (39.4%). The results demonstrate that with the exception of *Echinochloa crus-galli,* species usually considered for being typical for maize as e. g. *Solanum nigrum*, *Amaranthus* spp. and *Galinsoga* spp. are not dominating. Among the volunteer crops, rape was most abundant (17.2%). On average the weed density over all fields was 192 plants m^{-2}. The monitoring clearly shows that some weeds occur predominantly in certain areas as e. g. *Solanum nigrum* and *Stellaria media* in the north-west and *Veronica* spp. in the south of Germany. Beside climatic conditions differences in cropping systems and cultivation practices lead to a specific weed flora in maize. In comparison to similar investigations in the seventies of the last century, some species species as e. g. *Veronica* spp. and *Viola arvensis* have increased dramatically. This increase is mainly due to the use of sulfonylurea herbicides which are weak on these species.
The increase of *Geranium* spp., weeds which are rather new in maize, is also linked to the low efficacy of the herbicides presently used on these species.
All the species found during the five years monitoring are presented by their frequency of occurrence.

Keywords Weed monitoring · Weed species · Weed control · Maize

Einleitung

Seit der Einführung leistungsfähiger Hybridmaissorten in den 1960er Jahren hat sich die Maisanbaufläche in Deutschland mehr als verdreifacht. Im Jahr 2004 betrug die Maisanbaufläche ca. 1,7 Mio. ha, das entspricht rund 15% der gesamten Ackerfläche. Silomais (einschließlich Lieschkolbenschrot) hatte daran einen Anteil von 73%,

Tabelle 1 Während des Unkrautmonitorings in den Jahren 2000 bis 2004 in Mais erfasste Unkrautarten geordnet nach ihrer Stetigkeit[a]

Unkrautart/-gattung		Stetigkeit
Botanischer Name	Deutscher Name	[%]
Chenopodium L.	Gänsefuß-Arten	79,7
C. album L.	Weißer Gänsefuß[b]	
C. ficifolium SM.	Feigenblättriger Gänsefuß	
C. glaucum L.	Graugrüner Gänsefuß	
C. hybridum L.	Unechter Gänsefuß	
C. polyspermum L.	Vielsamiger Gänsefuß	
C. rubrum L.	Roter Gänsefuß	
Stellaria media (L.) VILL.	Vogelmiere	61,0
Fallopia convolvulus (L.) Á. LÖVE	Gewöhnlicher Windenknöterich	55,7
Echinochloa crus-galli (L.) P. B.	Gewöhnliche Hühnerhirse	53,0
Matricaria L.	Kamille-Arten	50,3
M. recutita L.	Echte Kamille[b]	
M. discoidea DC.	Strahlenlose Kamille	
M. inodora L.	Geruchslose Kamille[+]	
Viola arvensis MURRAY	Acker-Stiefmütterchen	47,8
Polygonum aviculare L.	Vogel-Knöterich	45,8
Lamium L.	Taubnessel-Arten	41,6
L. amplexicaule L.	Stängelumfassende Taubnessel	
L. purpureum L.	Purpurrote Taubnessel[b]	
Galium aparine L.	Kletten-Labkraut	39,7
Elytrigia repens (L.) DESV.	Gewöhnliche Quecke	39,4
Solanum nigrum L. em. MILL.	Schwarzer Nachtschatten	36,3
Thlaspi arvense L.	Acker-Hellerkraut	34,3
Capsella bursa-pastoris (L.) MED.	Gewöhnliches Hirtentäschel	33,8
Veronica L.	Ehrenpreis-Arten	31,1
V. agrestis L.	Acker-Ehrenpreis	
V. arvensis L.	Feld-Ehrenpreis	
V. hederifolia L.	Efeu-Ehrenpreis	
V. persica POIRET	Persischer Ehrenpreis[b]	
Poa L.	Rispengras	27,7
P. annua L.	Einjähriges Rispengras[b]	
P. trivialis L.	Gewöhnliches Rispengras	
Cirsium arvense (L.) SCOP.	Acker-Kratzdistel	25,9
Polygonum persicaria L.	Floh-Knöterich	24,8
Atriplex patula L.	Spreizende Melde	21,6
Polygonum lapathifolium[c] L.	Ampfer-Knöterich	20,8
Sonchus L.	Gänsedistel-Arten	19,9
S. arvensis L.	Acker-Gänsedistel	
S. asper (L.) HILL	Raue Gänsedistel[b]	
S. oleraceus L.	Kohl-Gänsedistel	
Convolvulus arvensis L.	Ackerwinde	18,2
Brassica napus L.	Raps	17,2
Amaranthus L.	Amarant-Arten	15,6
A. blitum L.	Aufsteigender Amarant	
A. retroflexus L.	Zurückgebogener Amarant[b]	
Fumaria officinalis L.	Gewöhnlicher Erdrauch	14,0
Rumex L.	Ampfer-Arten	12,7
R. acetosella L.	Kleiner Sauerampfer	
R. crispus L.	Krauser Ampfer[+]	
R. obtusifolius L.	Stumpfblättriger Ampfer[b]	
R. thyrsiflorus FINGERH.	Rispen-Sauerampfer	
Alopecurus myosuroides HUDS.	Ackerfuchsschwanz	12,6
Geranium L.	Storchschnabel-Arten	11,5
G. dissectum L.	Schlitzblättriger Storchschnabel[b]	
G. pusillum BURM. fil.	Zwerg-Storchschnabel	
G. robertianum L.	Stinkender Storchschnabel	
Galinsoga RUIZ et PAVON	Franzosenkraut-Arten	11,4
G. ciliata (RAFIN.) BLAKE	Zottiges Franzosenkraut	
G. parviflora CAV.	Kleinblütiges Franzosenkraut	
Equisetum L.	Schachtelhalm-Arten	10,4
E. arvense L.	Acker-Schachtelhalm[b]	
E. palustre L.	Sumpf-Schachtelhalm	
Setaria P. B.	Borstenhirse-Arten	10,2
S. verticillata (L.) P. B.	Kletten-Borstenhirse	
S. pumila (POIRET) SCHULT.	Fuchsrote Borstenhirse	
S. viridis (L.) P. B.	Grüne Borstenhirse	
Myosotis arvensis (L.) HILL	Acker-Vergissmeinnicht	9,9

Tabelle 1 (continued)

Unkrautart/-gattung		Stetigkeit
Botanischer Name	Deutscher Name	[%]
Ausfallgetreide	Ausfallgetreide	7,6
Hordeum vulgare L.	Saat-Gerste	
Secale cereale L.	Saat-Roggen	
Triticum aestivum L.	Saat-Weizen	
Triticale	Triticale	
Avena sativa L.	Saat-Hafer	
Sinapis L.	Senf-Arten	7,2
S. arvensis L.	Acker-Senf	
S. alba L.	Weißer Senf	
Digitaria HALLER	Fingerhirse-Arten	7,0
D. ischaemum SCHREBER ex MUHL.	Kahle Fingerhirse[b]	
D. sanguinalis (L.) SCOP.	Blutrote Fingerhirse	
Galeopsis L.	Hohlzahn-Arten	7,0
G. bifida BOENN.	Kleinblütiger Hohlzahn	
G. ladanum L.	Acker-Hohlzahn	
G. tetrahit L.	Stechender Hohlzahn	
Euphorbia L.	Wolfsmilch-Arten	6,8
E. cyparissias L.	Zypressen-Wolfsmilch	
E. exigua L.	Kleine Wolfsmilch	
E. helioscopia L.	Sonnenwend-Wolfsmilch	
E. peplus L.	Garten-Wolfsmilch	
Vicia L.	Wicke-Arten	6,5
V. cracca L.	Vogel-Wicke	
V. hirsuta (L.) S. F. GRAY	Rauhhaar-Wicke	
V. sativa L.	Saat-Wicke	
V. sepium L.	Zaun-Wicke	
V. tetrasperma (L.) SCHREBER	Viersamige Wicke	
V. villosa ROTH	Zottel-Wicke	
Polygonum amphibium L.	Wasser-Knöterich	5,5
Spergula arvensis L.	Acker-Spergel	5,1
Sisymbrium L.	Rauke-Arten	4,8
S. loeselii L.	Lösels Rauke	
S. officinale (L.) SCOP.	Wege-Rauke	
S. sophia L.	Sophienrauke	
Urtica L.	Brennessel-Arten	4,3
U. dioica L.	Große Brennessel	
U. urens L.	Kleine Brennessel	
Mercurialis annua L.	Einjähriges Bingelkraut	3,9
Centaurea cyanus L.	Kornblume	3,3
Apera spica-venti (L.) P. B.	Gewöhnlicher Windhalm	2,7
Silene L.	Lichtnelke	2,7
S. alba (MILL.) E. H. L. KRAUSE	Weiße Lichtnelke	
S. noctiflora L.	Acker-Lichtnelke	
S. viscosa (L.) PERS.	Klebrige Lichtnelke	
Trifolium L.	Klee-Arten	2,7
T. arvense L.	Hasen-Klee	
T. pratense L.	Rot-Klee	
T. repens L.	Weiß-Klee	
Erodium L'HER. Ex AIT.	Reiherschnabel-Arten	2,5
E. ciconium[d] (L.) L'HER.	Langschnäbliger Reiherschnabel	
E. cicutarium (L.) L'HER.	Gewöhnlicher Reiherschnabel[b]	
Anchusa arvensis (L.) M. BIEB.	Acker-Ochsenzunge	2,3
Lolium L.	Weidelgras-Arten	2,3
L. multiflorum LAMK.	Welsches Weidelgras	
L. perenne L.	Deutsches Weidelgras	
Anagallis arvensis L.	Acker-Gauchheil	2,2
Senecio vulgaris L.	Gewöhnliches Kreuzkraut	2,2
Papaver L.	Mohn-Arten	2,2
P. argemone L.	Sand-Mohn	
P. dubium L.	Saat-Mohn	
P. rhoeas L.	Klatsch-Mohn[b]	
Raphanus raphanistrum L.	Hederich	2,2
Solanum tuberosum L.	Kartoffel	2,2
Taraxacum officinale WIGGERS	Gewöhnlicher Löwenzahn	2,1
Calystegia sepium (L.) R. BR.	Zaun-Winde	2,0
Aethusa cynapium L.	Hundspetersilie	1,7
Mentha arvensis L.	Acker-Minze	1,7

Tabelle 1 (continued)

Unkrautart/-gattung		Stetigkeit
Botanischer Name	Deutscher Name	[%]
Artemisia L.	Beifuß-Arten	1,6
A. scoparia W. et K.	Besen-Beifuß	
A. vulgaris L.	Gewöhnlicher Beifuß	
Avena fatua L.	Flug-Hafer	1,5
Plantago L.	Wegerich-Arten	1,0
P. intermedia GILIB.	Kleiner Wegerich	
P. lanceolata L.	Spitz-Wegerich	
P. major L.	Großer Wegerich	
P. media L.	Mittel-Wegerich	
Arabidopsis thaliana (L.) HEYNH.	Acker-Schmalwand	0,9
Potentilla anserina L.	Gänse-Fingerkraut	0,9
Ranunculus L.	Hahnenfuß-Arten	0,9
R. arvensis L.	Acker-Hahnenfuß	
R. repens L.	Kriechender Hahnenfuß	
Stachys L.	Ziest-Arten	0,9
S. arvensis (L.) L.	Acker-Ziest	
S. palustris L.	Sumpf-Ziest	
Bromus L.	Trespe-Arten	0,8
B. hordeaceus L.	Weiche Trespe	
B. sterilis L.	Taube Trespe	
Alchemilla vulgaris L.	Gewöhnlicher Frauenmantel	0,7
Lapsana communis L.	Gewöhnlicher Rainkohl	0,6
Bidens tripartita L.	Dreiteiliger Zweizahn	0,5
Daucus carota L.	Wilde Möhre	0,5
Panicum dichotomiflorum MICHX.	Gabelästige Rispenhirse	0,5
Helianthus annuus L.	Sonnenblume	0,4
Hyoscyamus niger L.	Schwarzes Bilsenkraut	0,4
Lepidium L.	Kresse-Arten	0,4
Polygonum hydropiper L.	Pfeffer-Knöterich	0,4
Gnaphalium L.	Ruhrkraut-Arten	0,4
G. luteoalbum L.	Gelbweißes Ruhrkraut	
G. uliginosum L.	Sumpf-Ruhrkraut	
Beta vulgaris L.	Beta-Rübe	0,3
Buglossoides arvensis (L.) I. M. JOHNSTON	Acker-Steinsame	0,3
Datura stramonium L.	Weißer Stechapfel	0,3
Chrysanthemum segetum L.	Saat-Wucherblume	0,3
Cynodon dactylon (L.) PERS.	Hundszahn	0,3
Erysimum cheiranthoides L.	Acker-Schöterich	0,3
Juncus L.	Binse-Arten	0,3
J. bufonius L.	Kröten-Binse	
J. tenuis WILLD.	Zarte Binse	
Lathyrus tuberosus L.	Knollen-Platterbse	0,3
Lycopersicum esculentum MILL.	Tomate	0,3
Symphytum officinale L.	Gewöhnlicher Beinwell	0,3
Tussilago farfara L.	Huflattich	0,3
Agrostis stolonifera L.	Weißes Straußgras	0,2
Arenaria L.	Sandkraut-Arten	0,2
Conyza canadensis (L.) CRONQUIST	Kanadisches Berufkraut	0,2
Epilobium angustifolium L.	Schmalblättriges Weidenröschen	0,2
Filago arvensis L.	Acker-Filzkraut	0,2
Microrrhinum minus (L.) FOURR.	Kleiner Orant	0,2
Phacelia tanacetifolia BENTHAM	Phacelie	0,2
Raphanus sativus L.	Ölrettich	0,2
Sherardia arvensis L.	Ackerröte	0,2
Lactuca serriola L.	Kompaß-Lattich	0,2
Malva neglecta WALLR.	Weg-Malve	0,2
Myosurus minimus L.	Mäuseschwänzchen	0,2
Oxalis fontana BUNGE	Europäischer Sauerklee	0,2
Anthemis arvensis L.	Acker-Hundskamille	0,1
Arctium L.	Klette-Arten	0,1
Arrhenatherum elatius (L.) J. et C. PRESL	Glatthafer	0,1
Ballota nigra L.	Schwarznessel	0,1
Calendula arvensis L.	Acker-Ringelblume	0,1
Cerastium arvense L.	Acker-Hornkraut	0,1
Conium maculatum L.	Gefleckter Schierling	0,1
Consolida regalis S. F. GRAY	Feld-Rittersporn	0,1
Dactylis glomerata L.	Gewöhnliches Knaulgras	0,1

Tabelle 1 (continued)

Unkrautart/-gattung		Stetigkeit
Botanischer Name	Deutscher Name	[%]
Echium vulgare L.	Gewöhnlicher Natternkopf	0,1
Euphrasia officinalis L.	Gewöhnlicher Augentrost	0,1
Filago arvensis L.	Acker-Filzkraut	0,1
Helianthus tuberosus L.	Topinambur	0,1
Holcus lanatus L.	Wolliges Honiggras	0,1
Kickxia spuria (L.) DUM.	Unechtes Tännelkraut	0,1
Lotus corniculatus L.	Gewöhnlicher Hornklee	0,1
Onopordum acanthium L.	Gewöhnliche Eselsdistel	0,1
Portulaca oleracea L.	Gemüse-Portulak	0,1
Scleranthus annuus L.	Einjähriger Knäuel	0,1
Achillea millefolium L.	Gewöhnliche Schafgarbe	<0,1
Ambrosia artemisiifolia L.	Beifußblättrige Ambrosie	<0,1
Anthoxanthum L.	Ruchgras-Arten	<0,1
Cardaria draba (L.) DESV.	Pfeilkresse	<0,1
Cichorium intybus L.	Gewöhnliche Wegwarte	<0,1
Crepis tectorum L.	Mauer-Pippau	<0,1
Cyperus esculentus L.	Erdmandelgras	<0,1
Echinochloa colonum[d] (L.) LINK	Schamahirse	<0,1
Erophila DC.	Hungerblümchen-Arten	<0,1
Fagopyrum MILL.	Buchweizen	<0,1
Hypochaeris radicata L.	Gewöhnliches Ferkelkraut	<0,1
Juncus maritimus LAMK.	Strand-Binse	<0,1
Lupinus L.	Lupine-Arten	<0,1
Linum usitatissimum L.	Saat-Lein	<0,1
Mycelis muralis (L.) DUM.	Mauerlattich	<0,1
Medicago L.	Luzerne	<0,1
Ornithopus perpusillus L.	Vogelfuß	<0,1
Petroselinum crispum (MILL.) A. W. HILL.	Petersilie	<0,1
Pisum sativum L.	Erbse	<0,1
Phragmites australis (CAV.) STEUD.	Gewöhnliches Schilf	<0,1
Prunella vulgaris L.	Gewöhnliche Braunelle	<0,1
Rorippa sylvestris (L.) BESSER	Wilde Sumpfkresse	<0,1
Sorghum halepense[d] (L.) PERS.	Wilde Mohrenhirse	<0,1
Tanacetum vulgare L.	Rainfarn	<0,1
Vulpia myuros (L.) C. C. GMELIN	Mäuseschwanz-Federschwingel	<0,1

[a] Stetigkeit basierend auf 2602 untersuchten Standorten in den Jahren 2000–2004 nach Angaben von Mehrtens (2005), Nomenklatur nach Angaben von Rothmaler (1999, 2002). [b] Überwiegend vorkommend. [c] Einschließlich *Polygonum lapathifolium* ssp. *pallida* (WITH.) Á. LÖVE. [d] Nomenklatur nach Angaben von Zander (2000).

Körnermais (einschließlich Corn-Cob-Mix) von 27% (Statistisches Bundesamt 2004).

Ursprünglich beschränkte sich der Maisanbau in Deutschland weitgehend auf die südlichen Regionen; heute wird Mais nahezu in allen Teilen Deutschlands angebaut. Es gibt jedoch Schwerpunkte des Maisanbaus. So entfallen drei Viertel der Anbaufläche auf Bayern (26%), Niedersachsen (20%), Nordrhein-Westfalen (13%), Baden-Württemberg (9%) und Brandenburg (7%). Aufgrund der späten Saat, der langsamen Jugendentwicklung und der weiten Reihenabstände sowie der sehr guten Nährstoffversorgung bietet Mais im Vergleich zu anderen Kulturen gute Entwicklungsmöglichkeiten für Unkräuter, insbesondere für lichtbedürftige und wärmeliebende Arten. Da die Konkurrenzkraft von Mais vor allem in der Jugendphase sehr gering ist, stellt eine frühe Unkrautbekämpfung eine zentrale Maßnahme zur Ertragssicherung dar.

Auf nahezu 100% der Maisflächen erfolgt die Unkrautbekämpfung chemisch, wobei in der Regel ein einmaliger Einsatz von Herbizidmischungen im Vorauflauf oder im frühen Nachauflauf erfolgt. Die Höhe des Ertragsverlusts bei einer Nichtbekämpfung der Unkräuter kann sich in Abhängigkeit von Standort und Jahr auf 30–70% belaufen (Anonym 2004). Mais zählt deshalb bei uns, zusammen mit der Zuckerrübe, zu den Ackerkulturen, die ohne Unkrautbekämpfung nicht erfolgreich angebaut werden können.

Ziel des Monitorings war, das Unkrautartenspektrum in Mais in allen Anbaugebieten Deutschlands zu erfassen, um daraus mögliche Trends in der Entwicklung der Maisunkrautflora ableiten zu können.

Durchführung und Auswertung

Mit Hilfe standardisierter Fragebögen wurden über einen fünfjährigen Untersuchungszeitraum (2000 bis 2004) die an den jeweiligen Standorten in Mais vorkommenden Unkrautarten sowie betriebliche und pflanzenbauliche

[1] Ein geographischer Punkt in der Übersichtskarte kann unter Umständen mehrere eng beieinander liegende Standorte symbolisieren

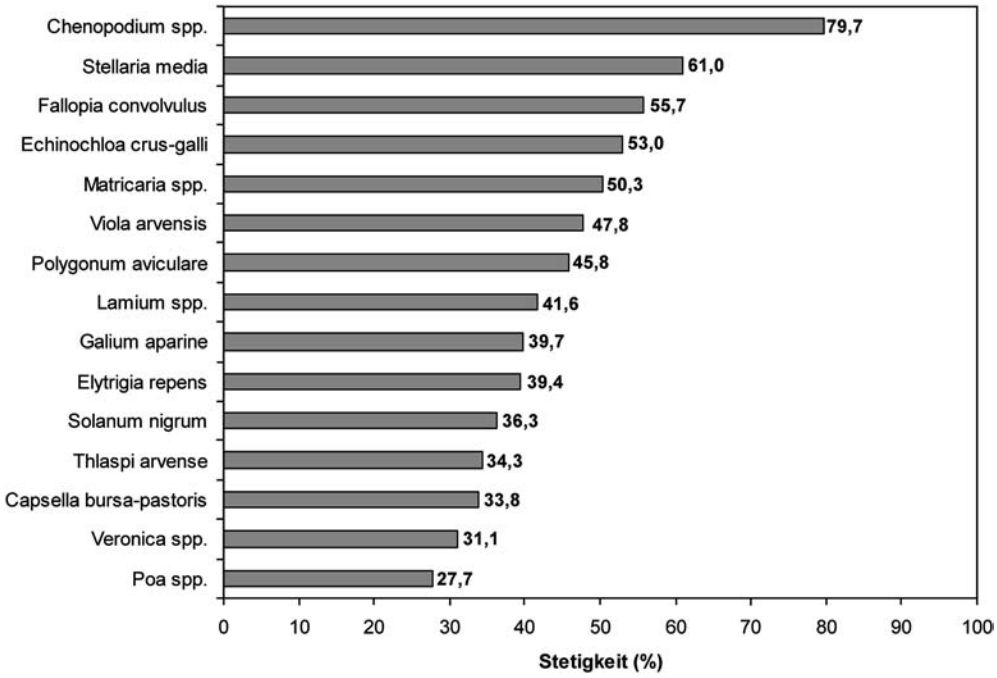

Abb. 3 Stetigkeit der 15 häufigsten Unkräuter in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

Tabelle 2 Unkrautdichten in Mais an den untersuchten Standorten[a] in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

Dichte	Jahr					
[Pflanze/m^2]	2000	2001	2002	2003	2004	2000 bis 2004
Minimum–Maximum	6–1793	8–1154	14–1749	16–1675	19–1655	6–1793
Durchschnitt	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

[a]N=2602 Standorte.

Informationen (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Bodenart etc.) dokumentiert. Das Monitoring erstreckte sich über das gesamte Bundesgebiet (Abb. 1). Insgesamt wurden auf 2602 Standorten Unkräuter erhoben. Die Erhebungen wurden jedes Jahr einmal, zwischen dem 2. und 6. Blattstadium des Maises, vor der Unkrautbekämpfung von Versuchstechnikern der Syngenta und anderen geschulten Personen vorgenommen. Es wurden alle vorkommenden Unkrautarten (einschließlich Ausfallkulturen) bestimmt und ihre Dichte erfasst. Die Erhebungen wurden stichprobenartig auf einer Fläche von 0,1 m^2 in 10facher Wiederholung durchgeführt. Die Bestimmung erfolgte auf Artebene, bzw. auf Gattungsebene, wenn das Entwicklungsstadium eine Bestimmung bis zur Art noch nicht zuließ.

Die erhobenen Informationen wurden in einer Datenbank erfasst; die Standorte georeferenziert und mit dem Geographischen Informationssystem ArcView (ESRI Inc. 2000) ausgewertet.

Ergebnisse

Die Größe der untersuchten Maisfelder variierte zwischen 500 m^2 und 165 ha; etwa die Hälfte hatte eine Größe zwischen 1 ha und 5 ha. Auf 85% der Felder erfolgte die Bodenbearbeitung mit dem Pflug. Auf nahezu 75% der Flächen war die Vorfrucht Wintergetreide, auf 25% der Flächen war die Vorfrucht Mais, wobei in 7% der Fälle Mais bereits seit mehr als fünf Jahren in Folge angebaut wird.

Der Maisanteil in der Fruchtfolge ist regional sehr unterschiedlich (Abb. 2). Stark maisbetonte Fruchtfolgen finden sich im Nordwesten, insbesondere im Ems- und Münsterland sowie im Süden Deutschlands, vor allem im südöstlichen Bayern und im Oberrheinischen Tiefland. Hingegen war der Maisanteil in der Fruchtfolge in den östlichen Bundesländern geringer. Die Unkrautbekämpfung erfolgte in allen Betrieben mit Herbiziden im Nachauflaufverfahren.

Insgesamt wurden 204 verschiedene Unkrautarten (einschließlich 22 Ausfallkulturen) aus 32 Pflanzenfamilien gefunden (Tabelle 1). Dazu gehörten 166 zu den

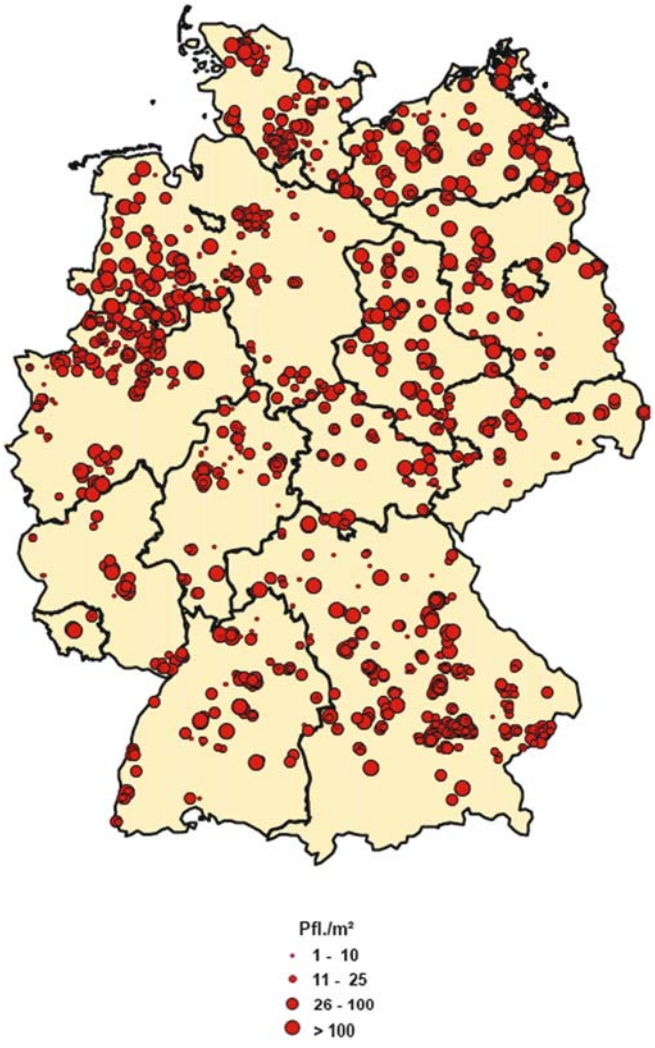

Abb. 4 Verbreitung und Stärke des Auftretens von *Chenopodium* spp. in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

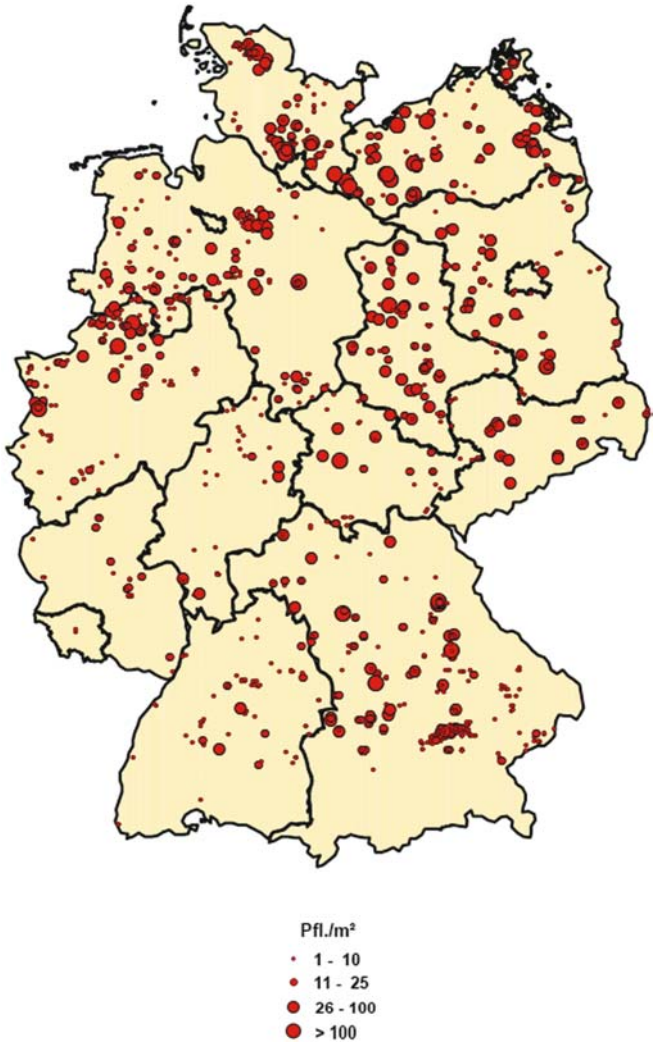

Abb. 5 Verbreitung und Stärke des Auftretens von *Fallopia convolvulus* in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

Dikotylen, 36 zu den Monokotylen und 2 zu den Vertretern der Schachtelhalmgewächse.

Das Artenspektrum in den Maisfeldern war sehr unterschiedlich; es schwankte zwischen 3 und 35 Arten. Im Durchschnitt kamen 11 Unkrautarten vor.

Die häufigste Unkrautart war *Chenopodium album*. Sie kam auf nahezu 80% der Maisfelder vor (Abb. 3). Die nächst häufigen dikotylen Arten waren mit 61% *Stellaria media* und mit rund 56% *Fallopia convolvulus*. Darauf folgten mit rund 50% *Matricaria* spp. und *Viola arvensis*. Unter den 10 häufigsten Arten waren nur 2 Monokotyle: *Echinochloa crus-galli* mit 53% und *Elytrigia repens* mit 39,4%. Unter den ersten 10 Arten sind also mit Ausnahme von *Echinochloa crus-galli* Unkräuter vertreten, die auch in anderen Kulturen weit verbreitet sind. Erst auf den weiteren Rängen befinden sich Arten wie *Solanum nigrum*, *Amaranthus* spp., *Atriplex patula* und *Galinsoga* spp., die aufgrund ihrer Wärmeansprüche als typisch für Mais gelten. Zwar treten diese Arten vergleichsweise auf wenigen Standorten auf. Aber dort wo sie auftreten, kommen sie meist in sehr hohen Dichten vor.

Die große Artenvielfalt sowie die großen Unterschiede in der Stetigkeit der Arten verdeutlichen, dass die Zusammensetzung der Unkrautflora in Mais sehr unterschiedlich ist.

Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Flächen mit perennierenden Arten wie *Elytrigia repens* (39,4%), *Cirsium arvense* (25,9%), *Convolvulus arvensis* (18,2%) und *Equisetum arvense* (10,4%). Auffällig ist auch das häufige Vorkommen von *Veronica* spp. (31,1%) und *Geranium* spp. (11,5%). Dabei handelt es sich hauptsächlich um *Veronica persica* bzw. *Geranium dissectum*.

Bei den 22 Ausfallkulturen hatte Raps mit 17,2% den mit Abstand größten Anteil vor Getreide (7,6%), Senf (7,2%), Weidelgras (2,3%) und Kartoffeln (2,2%).

Die Rangfolge der 15 häufigsten Unkräuter war in dem fünfjährigen Untersuchungszeitraum nahezu konstant.

Im Durchschnitt der fünf Untersuchungsjahre betrug die Unkrautdichte 192 Pflanzen/m^2 (Tabelle 2). Die

Abb. 6 Verbreitung und Stärke des Auftretens von *Viola arvensis* in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

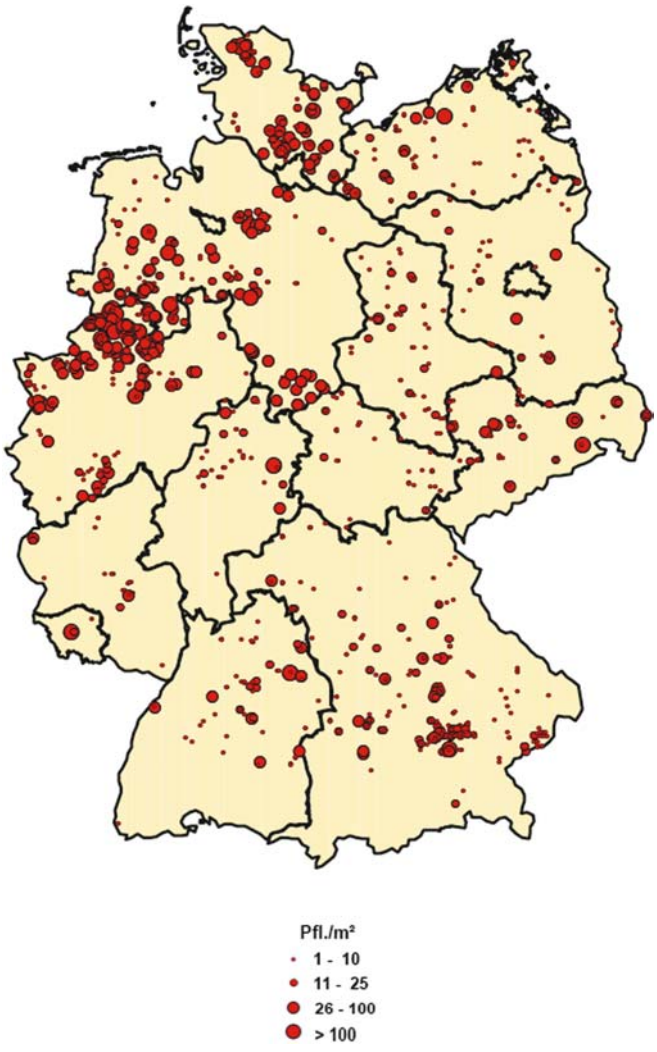

Abb. 7 Verbreitung und Stärke des Auftretens von *Stellaria media* in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

höchste Dichte lag bei 1793 Pflanzen/m^2. Nahezu drei Viertel der Flächen hatten eine Unkrautdichte von mehr als 100 Pflanzen/m^2. Lediglich auf 1,6% der Felder war die Unkrautdichte geringer als 25 Pflanzen/m^2.

Das Monitoring zeigt, dass eine hohe Stetigkeit nicht notwendigerweise mit einer hohen Pflanzendichte einhergeht. Zwar hatten *Chenopodium*-Arten mit einer Stetigkeit von knapp 80% eine Individuendichte von durchschnittlich 47 Pflanzen/m^2, während *Stellaria media*, die zweithäufigste Art (61%), lediglich eine durchschnittliche Dichte von 16 Pflanzen/m^2 erreichte. *Echinochloa crus-galli,* die in 53% der Maisfelder vorkam, hatte jedoch mit durchschnittlich 49 Individuen/m^2 die höchste Dichte aller Arten. Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass die Unkrautflora in Mais standortspezifisch ausgeprägt ist.

Zu den Unkräutern, die in allen Regionen in sehr hohen Dichten vorkommen, zählen *Chenopodium*-Arten, vor allem *Chenopodium album* (Abb. 4). Weitere Arten mit einem hohen Verbreitungsgrad und vergleichsweise hohen Dichten in Mais sind *Fallopia convolvulus* (Abb. 5), *Viola arvensis* (Abb. 6), *Matricaria*-Arten, *Lamium purpureum*, *Elytrigia repens, Galium aparine, Thlaspi arvense* und *Capsella bursa-pastoris*. *Stellaria media* (Abb. 7) und *Solanum nigrum* (Abb. 8) sind zwar in allen Maisanbauregionen vertreten, ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt jedoch im Nordwesten. *Veronica*-Arten (Abb. 9) hingegen treten deutlich häufiger im Süden Deutschlands auf.

Von den Hirse-Arten hat *Echinochloa crus-galli* die weiteste Verbreitung (Abb. 10). S*etaria*- und *Digitaria*-Arten sind weniger verbreitet, haben aber lokale Befallsgebiete. So kommt z. B. *Digitaria ischaemum* verstärkt im Münsterland vor während die *Setaria*-Arten in besonders hohen Dichten in der Magdeburger Börde und im Havelland auftreten. Das gleiche gilt für *Alopecurus myosuroides* – ein Unkraut, das man nicht vorrangig mit Mais assoziiert – und für *Calystegia sepium*. Sie haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Südwesten.

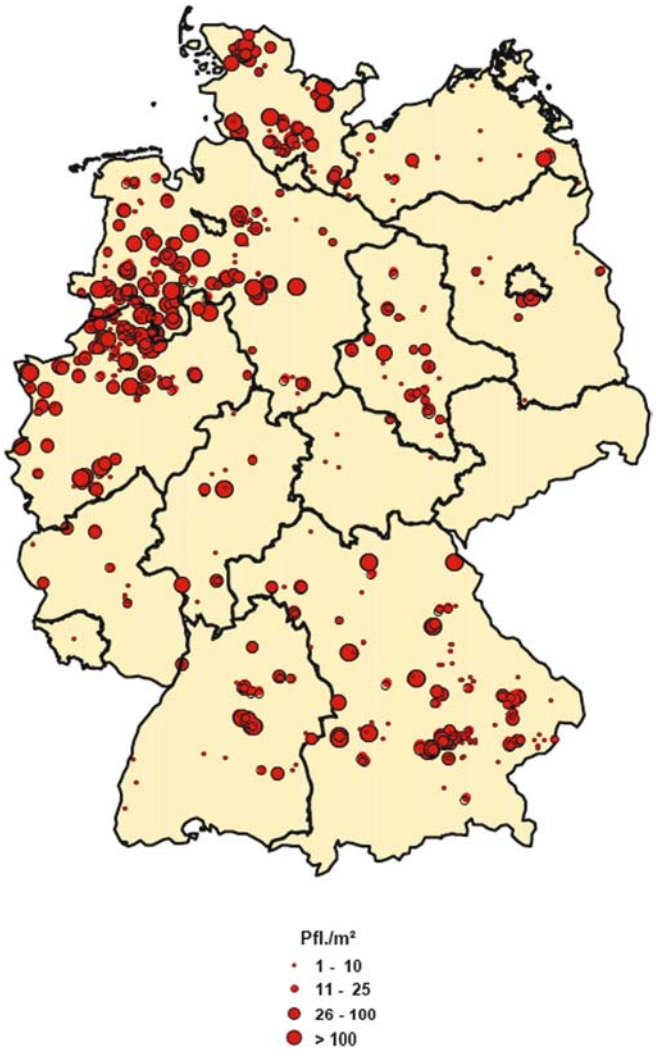

Abb. 8 Verbreitung und Stärke des Auftretens von *Solanum nigrum* in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

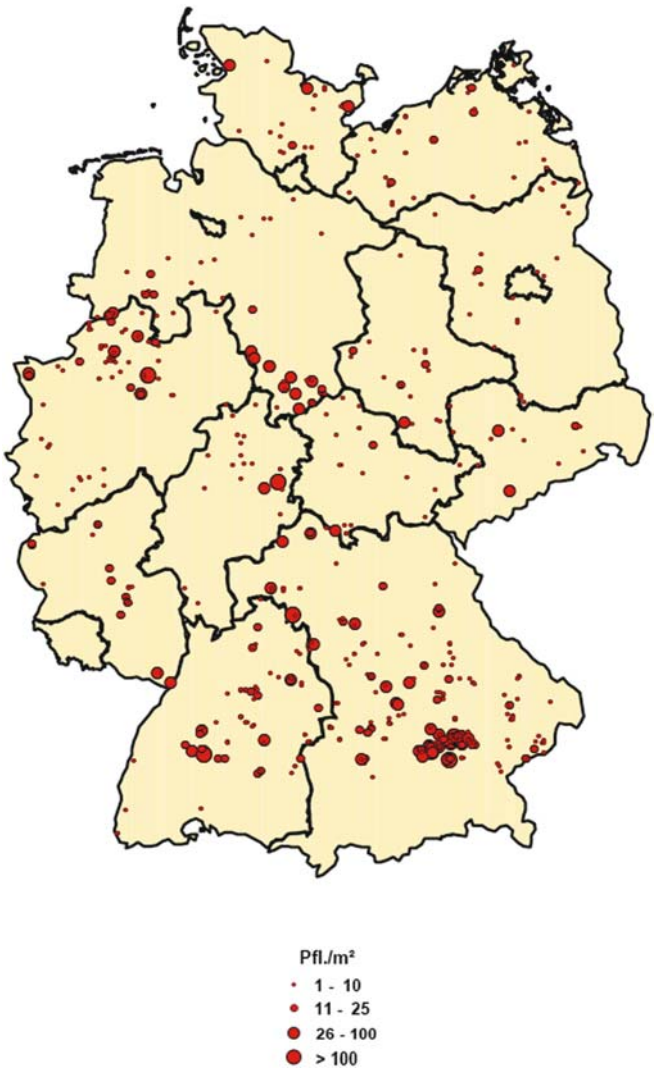

Abb. 9 Verbreitung und Stärke des Auftretens von *Veronica* spp. in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

Die ausgesprochen wärmeliebenden Arten *Cynodon dactylon* und *Sorghum halepense* wurden nur am Kaiserstuhl, der wärmsten Region Deutschlands, gefunden.

Das Monitoring hat gezeigt, dass die meisten Unkrautarten nicht streng an bestimmte Bodenarten gebunden sind und die meisten Arten auf allen Böden vorkommen. Wie aber Abb. 11 verdeutlicht, werden von einigen Unkrautarten bestimmte Böden mehr bevorzugt als andere. So kommen beispielsweise *Matricaria*-Arten, *Lamium*-Arten, *Veronica*-Arten, *Galium aparine* und *Thlaspi arvense* häufiger auf mittleren bis schweren Böden vor, während *Poa*-Arten, *Viola arvensis* und *Solanum nigrum* leichte, sandige Böden bevorzugen (Abb. 11).

Der Einfluss des Anteils von Mais in der Fruchtfolge ist bei einigen Arten sehr ausgeprägt (Abb. 12). Insbesondere *Echinochloa crus-galli* und *Solanum nigrum* waren in Betrieben mit einem hohen Maisanteil besonders oft vertreten. Bei den drei in Mais am häufigsten vorkommenden Arten *Chenopodium album*, *Stellaria media* und *Fallopia convolvulus* spielte der Anteil von Mais in der Fruchtfolge kaum eine Rolle. Bei einem geringen Anteil von Mais in der Fruchtfolge kommen vor allem *Matricaria*-Arten, *Galium aparine*, *Viola arvensis* und *Thlaspi arvense* vor.

Diskussion

Mit dem über fünf Jahre durchgeführten Monitoring an insgesamt 2602 Standorten dürfte die überwiegende Mehrheit der in Deutschland in Mais vorkommenden Unkrautarten erfasst worden sein. Bedingt durch den Zeitpunkt der Erhebungen ist es nicht auszuschließen, dass Arten, die später auflaufen nicht registriert wurden. Die erstellte Artenliste erhebt deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Letzteres war auch nicht das ausgesprochene Ziel der Erhebungen. Vielmehr sollte ein Überblick über die zum Bekämpfungszeitpunkt vorhandenen Unkrautarten in Mais gewonnen werden.

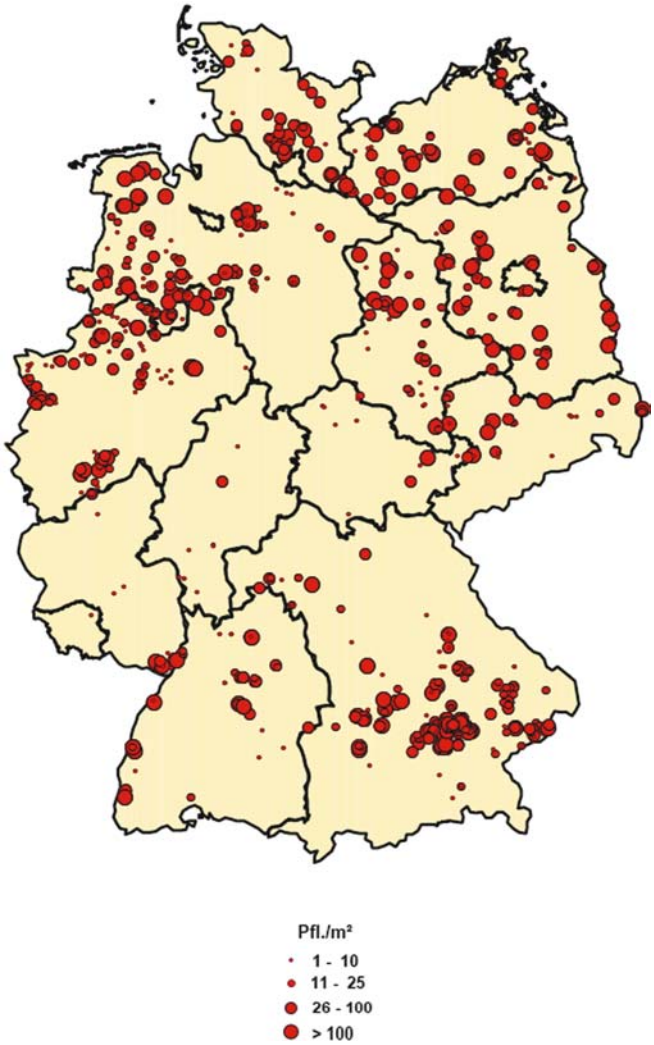

Abb. 10 Verbreitung und Stärke des Auftretens von *Echinochloa crus-galli* in Mais in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2004

Die große Zahl von mehr als 200 Arten verdeutlicht, dass die Unkrautflora in Mais insgesamt eine ausgeprägte Artenvielfalt aufweist. Auf das einzelne Maisfeld bezogen – im Durchschnitt kommen dort 11 Arten vor – ist das Artenspektrum eher gering. Eine geringe Zahl an Arten kann aber für den Landwirt von Vorteil sein, vorausgesetzt es stehen entsprechende Verfahren für die Bekämpfung zur Verfügung. Die Vielfalt an Arten im Maisanbau ist aber eine große Herausforderung für die Entwicklung von Herbiziden, mit denen ein möglichst breites Artenspektrum erfasst werden soll.

Dass Unkrautbekämpfung in Mais Voraussetzung für einen erfolgreichen Anbau dieser Kultur ist, machen die hohen Unkrautdichten, die in jedem der fünf Untersuchungsjahre festgestellt wurden, deutlich.

Die starke Ausdehnung des Maisanbaus in Deutschland seit der Mitte des 20. Jahrhunderts hat maßgeblich zur Vergrößerung des Verbreitungsareals wärmeliebender Unkrautarten beigetragen. Dies lässt sich im Besonderen an der deutlichen Zunahme von *Echinochloa crus-galli*, die vor der Einführung des Maisanbaus im Ackerbau so gut wie nicht vertreten war, erkennen (Bachthaler 1985; Hilbig u. Bachthaler 1992). Inzwischen gehört diese Art zu den typischen Vertretern der Maisunkrautflora und ist in ganz Deutschland verbreitet, vor allem aber dort, wo Mais einen hohen Anteil in der Fruchtfolge hat. Mit einer Stetigkeit von 53% rangiert *Echinochloa crus-galli* auf Platz 4 der häufigsten Unkrautarten in Mais. Es darf aber nicht übersehen werden, dass sich die Unkrautflora in Mais aus einem Artenspektrum zusammensetzt, das eine große Schnittmenge mit anderen Kulturen aufweist. So haben zum Beispiel die drei Arten mit der höchsten Stetigkeit in Mais *Chenopodium album*, *Stellaria media* und *Fallopia convolvulus* auch in anderen Kulturen eine hohe Stetigkeit und sind, wie die Verbreitungskarten zeigen, weitgehend gleichmäßig über das gesamte Bundesgebiet verteilt und weisen hohe Dichten auf. Andere Arten besitzen hingegen deutliche Verbreitungsschwerpunkte. Die Ursachen dafür sind nicht in jedem Fall klar. Außer dem Standort dürften aber besonders der Anteil von Mais in der Fruchtfolge und die Dauer, die Mais in einem Betrieb bereits angebaut wird, eine ausschlaggebende Rolle spielen.

Wie hat sich die Unkrautflora in Mais in den letzten Jahrzehnten entwickelt, und wie wird sie sich weiterentwickeln? Eine Zunahme oder Abnahme von Arten lässt sich aus den Ergebnissen des Monitorings nicht erkennen. Dafür war der Untersuchungszeitraum zu kurz. Ein systematischer Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit denen früherer Erhebungen ist nur bedingt möglich, weil die verwendeten Methoden unterschiedlich waren und vor allem bisher keine Erhebungen über die gesamte Bundesrepublik Deutschland durchgeführt worden sind. Trotz dieser Einschränkungen soll abschließend versucht werden, am Beispiel einiger Unkrautarten, eine Antwort auf die oben gestellte Frage zu geben. Der Bezugszeitraum soll dabei die Zeit von etwa 1950 bis 1970 sein, als Grundlage dienen Untersuchungen von Bachthaler (1968) und Schönhammer (2003) sowie eigene Beobachtungen. Die Einschätzung der Bedeutung der Arten als Unkraut in Mais basiert auf einer Umfrage von Petersen u. Hurle (1998).

Chenopodium spp., insbesondere *Chenopodium album,* war bereits früher die Art mit der höchsten Stetigkeit. Sie ist das wichtigste Unkraut in Mais und wird diesen Stellenwert auch in der näheren Zukunft behalten.

Stellaria media hatte bereits früher eine hohe Stetigkeit, und es ist zu erwarten, dass sie diesen Wert halten wird. Obwohl sie in allen Kulturen gut bekämpfbar ist, ist sie immer noch stark vorhanden und wird, wie bisher eine hohe Stetigkeit beibehalten. Ihre Bedeutung in Mais ist eher als gering einzuschätzen.

Fallopia convolvulus kam früher deutlich weniger in Mais vor als es heute der Fall ist. Die Art hat in anderen Kulturen bessere Entwicklungsmöglichkeiten als in Mais. Es ist aber davon auszugehen, dass sie ihre hohe Stetigkeit auch in den kommenden Jahren behalten wird. Nach ihrer Bedeutung in Mais rangiert sie auf den vorderen Plätzen.

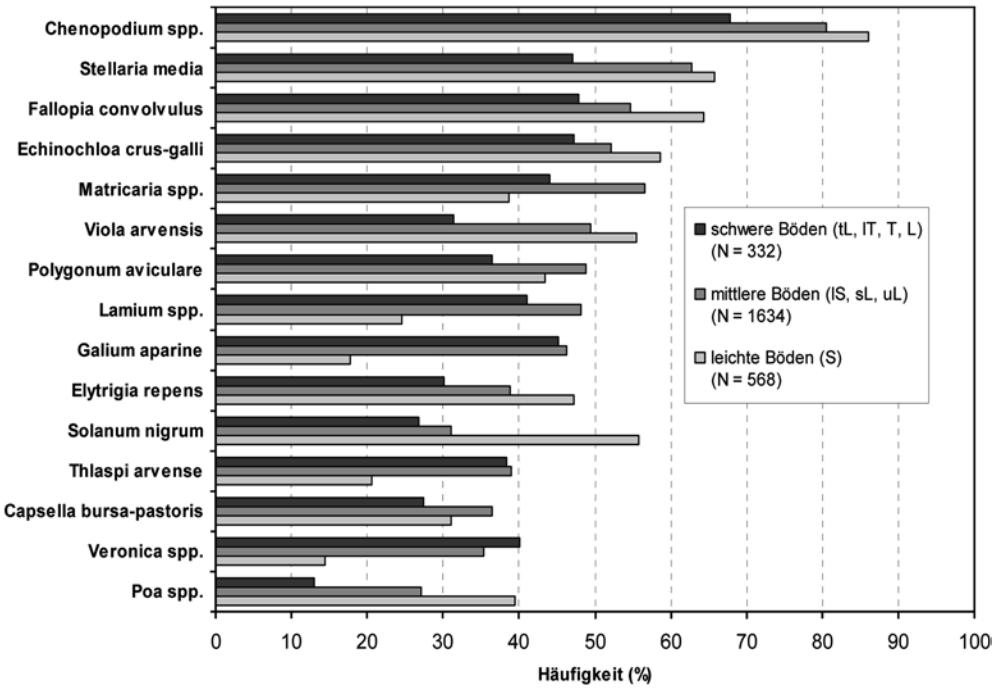

Abb. 11 Einfluss des Bodens auf das Vorkommen von Unkräutern

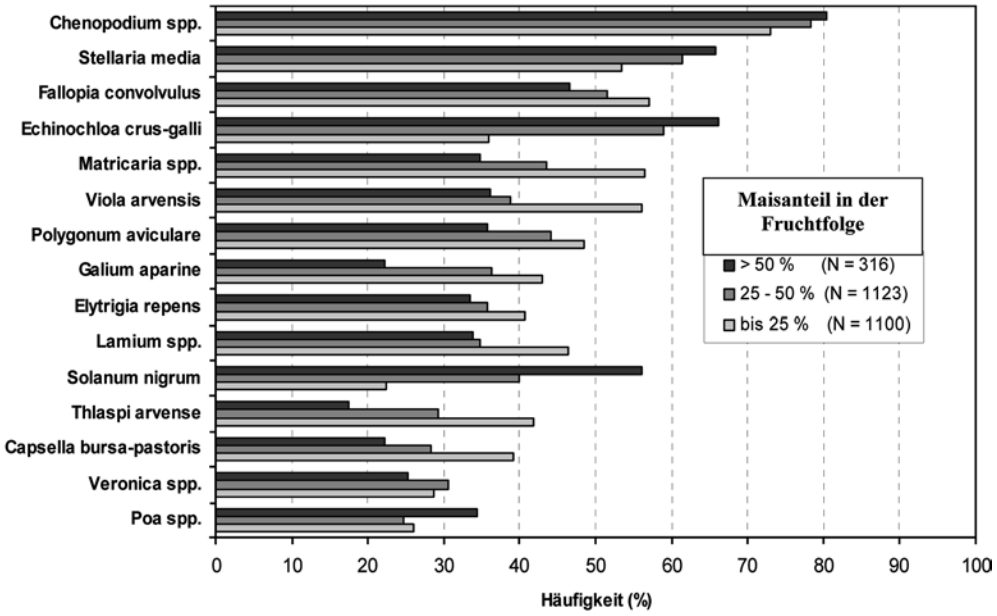

Abb. 12 Einfluss des Maisanteils in der Fruchtfolge auf das Vorkommen von Unkräutern

Echinochloa crus-galli war früher kaum vorhanden, wurde durch den Maisanbau eingeführt und stark gefördert und wird auch künftig ihre Rolle als wichtigste monokotyle Art in Mais beibehalten. Nach unseren Beobachtungen hat *Echinochloa crus-galli* in den letzten Jahren nicht weiter zugenommen, eher hat sie einen Stillstand in ihrer Verbreitung und Stärke ihres Vorkommens erreicht.

Matricaria spp. waren früher in Mais weniger vertreten und könnten zunehmen, da sie heute nicht mehr so gut bekämpft werden wie es früher der Fall war. *Matricaria*-Arten rangieren bezüglich ihrer Bedeutung in Mais auf einem mittleren Platz.

Viola spp. kamen früher deutlich weniger in Mais vor als es heute der Fall ist. Sie haben durch den verstärkten Einsatz von Sulfonylharnstoff-Herbiziden in letzter Zeit, die Wirkungslücken gegen diese Arten aufweisen, stark zugenommen. Sie werden in Mais aber als wenig bedeutend eingeschätzt. Es wird davon ausgegangen, dass *Viola*-Arten eher zunehmen werden.

Polygonum aviculare war früher in Mais ein unbedeutendes Unkraut; es hat stark zugenommen und könnte sich in Mais zu einem wichtigen Problemunkraut entwickeln. Bereits heute wird es als ein bedeutendes Maisunkraut eingeschätzt. *Polygonum aviculare* wird von vielen Herbiziden nicht ausreichend erfasst.

Galium aparine war früher in Mais weniger vertreten. Dadurch, dass auf seine Bekämpfung in allen Kulturen großer Wert gelegt wird, ist davon auszugehen, dass es in Mais nicht weiter zunehmen wird. *Galium aparine* rangiert hinsichtlich seiner Bedeutung in Mais im unteren Mittelfeld.

Elytrigia repens war bereits früher in Mais vertreten und hat trotz seiner guten Bekämpfbarkeit zugenommen. Der Grund ist in der vermehrt durchgeführten reduzierten Bodenbearbeitung zu sehen. Eine Zunahme wird nicht erwartet. Ihre Bedeutung als Unkraut in Mais wird als gering eingeschätzt.

Lamium spp. haben etwas zugenommen, eine weitere Zunahme wird nicht erwartet. Ihre Bedeutung als Unkraut in Mais wird als gering eingeschätzt.

Solanum nigrum hat stark zugenommen, und es ist davon auszugehen, dass sich diese Art weiter ausbreiten wird. Bezüglich ihrer Bedeutung in Mais wurde sie bisher als weniger wichtig eingeschätzt.

Thlaspi arvense und *Capsella bursa-pastoris* haben nicht oder nicht nennenswert zugenommen und eine weitere Zunahme ist nicht zu erwarten. Beide Arten werden für Mais als unbedeutend eingeschätzt.

Veronica spp. haben stark zugenommen, als einer der Gründe sind Wirkungsschwächen der in Mais häufig eingesetzten Sulfonylharnstoff-Herbizide in den vergangenen Jahren denkbar. Es wird davon ausgegangen, dass *Veronica*-Arten weiter zunehmen werden.

Cirsium arvense, *Convolvulus arvensis* und *Calystegia sepium* haben zugenommen, und es ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen. Sie werden durch reduzierte Bodenbearbeitung gefördert und haben in Mais gute Entwicklungsmöglichkeiten. Als Unkraut in Mais werden sie bisher als wenig bedeutend eingestuft. In einzelnen Gebieten ist jedoch besonders *Calystegia sepium* ein zunehmendes Problemunkraut.

Alopecurus myosuroides ist heute mehr in Mais vertreten als es früher der Fall war. Eine weitere Zunahme ist zu erwarten. Es hat den Anschein, als ob diese Art mehr und mehr Populationen entwickelt, die im Frühjahr und im späteren Frühjahr keimen.

Amaranthus spp. waren früher kaum vertreten; sie haben deutlich zugenommen, und es wird davon ausgegangen, dass sie weiter zunehmen. Bisher wird ihre Bedeutung in Mais als eher gering eingeschätzt.

Geranium spp. waren früher eher seltene und unbedeutende Unkräuter; sie haben aufgrund von Wirkungslücken bei Herbiziden stark zugenommen und werden weiter zunehmen.

Galinsoga spp. haben deutlich zugenommen und wurden durch den Maisanbau stark gefördert. Mit einer weiteren Zunahme wird eher nicht gerechnet.

Equisetum arvense war früher kaum vertreten, ist aber durch den Maisanbau stark gefördert worden und wird weiter zunehmen. *Equisetum arvense* läuft spät auf und wird durch die Bekämpfung meist nicht erfasst.

Digitaria spp. und *Setaria* spp. kamen früher, wie *Echinochloa crus-galli*, kaum vor. Sie haben zugenommen, jedoch nicht in dem Maße wie *Echinochloa crus-galli*. *Setaria*-Arten kommen heute häufiger vor als *Digitaria*-Arten. Erstere werden auch weiter zunehmen. Beide Hirse-Gruppen werden aufgrund ihrer späten Keimung von Vorauflaufherbiziden nicht immer ausreichend erfasst.

Arten, die bislang in Deutschland nur sporadisch in Mais beobachtet wurden sind: *Datura stramonium*, *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Cyperus esculentus*, *Sorghum halepense* und *Cynodon dactylon*. Sie sind allesamt ausgesprochen wärmeliebende Arten und dürften, einmal etabliert, sich auch bei uns weiter ausbreiten.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass wir in der nahen Zukunft weitere Veränderungen in der Maisunkrautflora haben werden. Ein wesentlicher Grund für Veränderungen in der Flora wird das Wirkungsspektrum der Herbizide sein und das gilt nicht nur für die in Mais eingesetzten, sondern für alle, die in der Fruchtfolge eines Betriebs zur Anwendung kommen. Zwar hat die Maisanbaufläche in den vergangenen Jahren nicht mehr nennenswert zugenommen. Da Mais in zunehmendem Maße auch als Energiepflanze angebaut wird, ist jedoch mittelfristig mit einer weiteren Ausdehnung des Maisanbaus zu rechnen. Dadurch wird sich der Wandel in der Maisunkrautflora weiter beschleunigen.

Literatur

Anonym (2004) http://www.mlur.brandenburg.de/cms/detail.php?id=177499&_siteid=210

Bachthaler G (1985) Veränderungen der Ackerunkrautvegetation in Bayern. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 62: 60–75

Bachthaler G (1968) Die Entwicklung der Ackerunkrautflora in Abhängigkeit von veränderten Feldbaumethoden. I. Der Einfluss einer veränderten Feldbautechnik auf den Ackerunkrautbesatz. Z Acker Pflbau 127 (4): 149–170

ESRI Inc (2000) ArcView GIS Ver. 3.2a. Environm Syst Res Inst Inc

Hilbig W, Bachthaler G (1992) Wirtschaftsbedingte Veränderungen der Segetalvegetation in Deutschland im Zeitraum von 1950–1990. 2. Zunahme herbizid-verträglicher Arten, nitrophiler Arten – von Ungräsern – vermehrtes Auftreten von Rhizom- und Wurzelunkräutern – Auftreten und Ausbreitung von Neophyten – Förderung gefährdeter Ackerwildkrautarten – Integrierter Pflanzenbau. Angew Bot 66: 201–209

Mehrtens J (2005) Räumliche und zeitliche Verteilung von Unkräutern in Mais. Beuren, Grauer, Stuttgart, S 1–211

Petersen J, Hurle K (1998) Einführung von herbizidresistenten Sorten: Konsequenzen für die Unkrautbekämpfung. Z Pflkrank Pflschutz Sonderh XVI: 365–372

Rothmaler W (1999) Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Grundband, 17. Aufl. Spektrum, Heidelberg Berlin, S 1–640

Rothmaler W (2002) Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Kritischer Band, 9. Aufl. Spektrum, Heidelberg Berlin, S 1–948

Schönhammer A (2003) Pflanzenschutz im Mais. In: BASF AG (Hrsg) Mais – Kultur mit Zukunft. S 88–95

Statistisches Bundesamt (2004) Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Feldfrüchte 2004

Statistisches Bundesamt (1999) Fachserie 3, Reihe 3.1.2

Zander R (2000) Handwörterbuch der Pflanzennamen, 16. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim), S 1–990