

CHANGES IN THE ARABLE WEED FLORA OF GERMANY DURING THE LAST FIVE
DECADES

Harald ALBRECHT
Lehrstuhl für Landschaftsökologie II, TU München-Weihenstephan
D - 85350 Freising, Germany

Summary: A whole string of investigations recently described the changes in the arable weed flora of different German regions during the last five decades. The present paper summarizes and evaluates the results of these reports.

Most of the publications dealing with the change in the average number of weed species found a decline of 10 to 70%. Only on barren soils with a sandy texture, which were formerly characterized by low numbers of weed species, the intensified use of fertilizers occasionally caused a rise in variety. Of 203 species, the development of which was mentioned in at least two publications, 115 decreased in occurrence (= 57%), 67 stayed on a constant level (= 33%) and 21 species (= 10%) were found more often. Most of the taxa showing an increasing tendency are difficult to control and cause extensive weed infestation problems in Germany. There are 35 species registered in the present survey that are mentioned in the Red Data Books of endangered species for the eastern and western part of Germany (RAUSCHERT et al. 1978, KORNECK & SUKOPP 1988). From the afore mentioned, 28 decreased, 5 showed no significant change and 2 species increased in frequency.

The development of the weed flora during the last decades has its roots in far-reaching changes in arable farming practice. Modifications in the choice of crops, in rotations, chemical and mechanical weed control, fertilizing, soil management, sowing time and technique, purification of seed and land consolidation are reasons for this process. Due to strong interactions between all these components, it is impossible to reconstruct the influence of every single factor on the change of the weed communities.

Zusammenfassung: *Veränderung der Ackerwildkrautflora in Deutschland während der letzten fünf Jahrzehnte.*

Mit der Veränderung der Feldbaumethoden hat sich während der letzten Jahrzehnte auch die Ackerwildkrautflora grundlegend gewandelt. Dieser Wandel ist inzwischen durch eine Reihe von Veröffentlichungen dokumentiert, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit zusammengefaßt und ausgewertet werden.

Die Auswertung zeigt, daß die mittlere Artenzahl in den meisten Untersuchungsgebieten zwischen 10 und 70% zurückgegangen ist. Lediglich an einigen besonders bodensauren und nährstoffarmen Sandstandorten, deren Wildkrautgemeinschaften früher sehr artenarm waren, kam es durch vermehrten Einsatz von Kalk-, Stickstoff- und Kalidüngern zu einem Anstieg der Artenzahl. Von insgesamt 203 Arten, die in mindestens zwei Publikationen genannt werden, haben 115 abgenommen (= 57 %), 67 blieben unverändert (= 33%) und 21 zeigen zunehmende Tendenz (= 10%). Die meisten der zunehmenden Arten sind schwer bekämpfbar und bereiten in Deutschland großräumig Verunkrautungsprobleme. 35 der erfaßten Arten sind in der Roten Liste gefährdeter Pflanzenarten von Ost- und/oder Westdeutschland aufgeführt. Davon haben 28 abgenommen, 5 zeigen keine eindeutige Veränderung, und 2 Arten kommen häufiger vor als früher.

Die Ursachen für den Wandel der Ackerwildkrautflora während der letzten Jahrzehnte sind in den weitreichenden Veränderungen der Feldbewirtschaftung zu suchen. Die Wahl der Feldfrüchte, Fruchtfolge, chemische und mechanische Unkrautbekämpfung, Düngung, Bodenbearbeitung, Saatzeitpunkt und -technik, Saatgutreinigung und Flurbereinigung sind alles Einzelmaßnahmen, die zu dem Faktorenkomplex "Feldbewirtschaftung" beigetragen haben. Aufgrund der engen Wechselwirkungen dieser Maßnahmen untereinander ist es heute unmöglich, den Einfluß einzelner Faktoren auf die Entwicklung der Wildkrautflora zu rekonstruieren.

INTRODUCTION

Parallel to the rapid changes in crop production techniques, the arable weed vegetation of central Europe has severely changed since 1950. Thus, TÜXEN (1962) complained as early as 1962, that the weed communities were deprived of their characteristic species by the intensification of farming practice. First, quantitative analyses of this development were presented by MEISEL (1966) from the Stolzenau Weser marshes in Lower Saxony and by BACHTHALER (1968 a, b) from several areas in Southern Germany. Since that time a whole string of investigations has described the changes in the arable weed flora of different German regions. The present paper summarizes and evaluates the results of these reports.

METHODS

In the present analysis only those investigations were taken into account which provide quantitative results from the comparison of repeated vegetation sampling. The method all the authors used to describe the vegetation were relevés according to the Zurich - Montpellier School. The data on the increase or decline of species in table 1 correspond to the significant calculations given in the original publications. Where no statistical analysis was carried out, frequency classes are applied to describe the species development. In this procedure every change of at least one frequency class was determined as an increase (+) or decrease (-). The percentage frequency classes were subdivided as follows: 0; 0,1-10, 10-20; 20-40; 40-60; 60-80; 80-100. The values given in the trend column are the mean values of the results from the different authors.

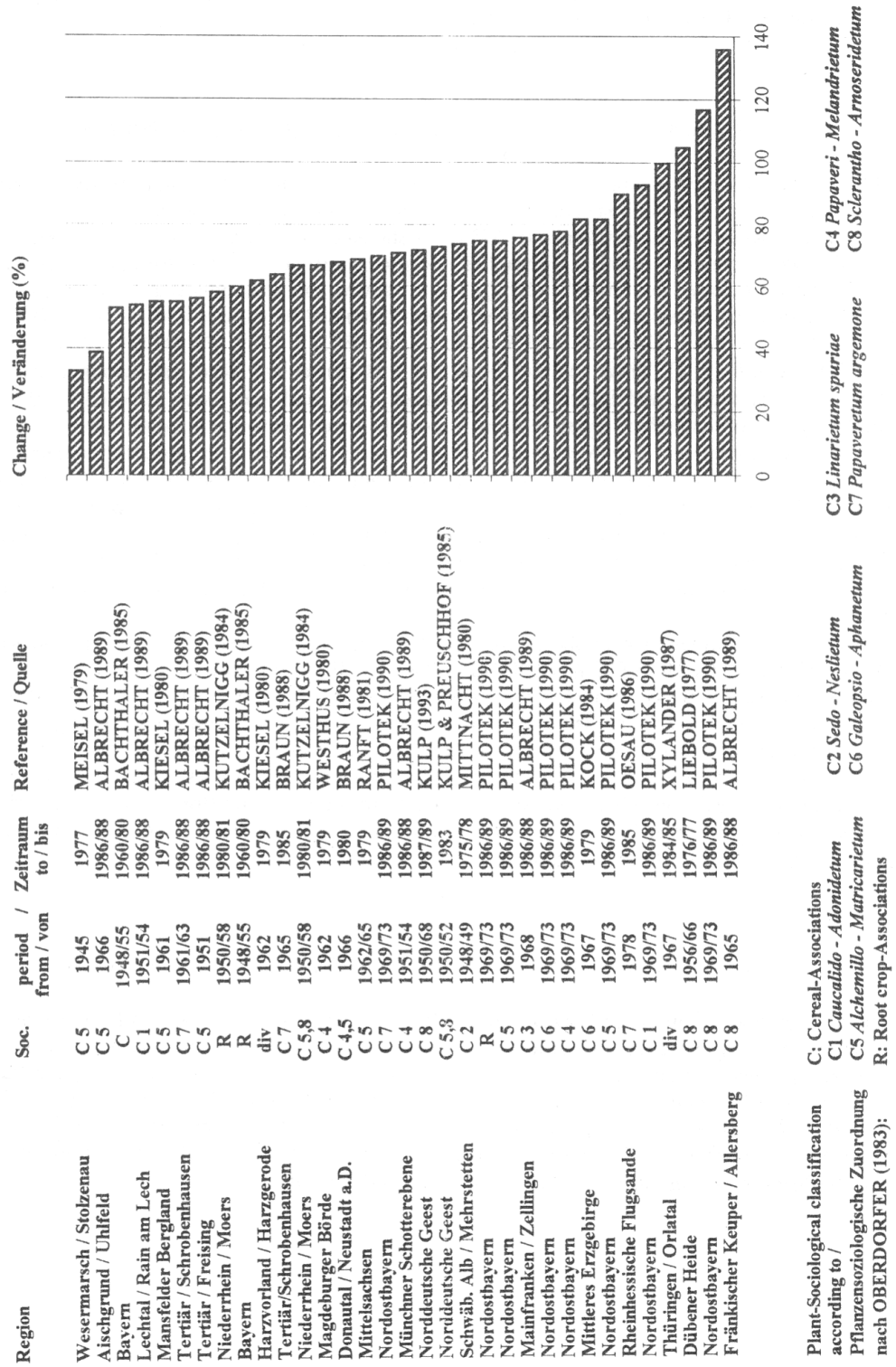
To improve the precision of their analyses most of the authors made their second relevé in the same crop in which the first one was taken. Thus, the species communities of crops which have been extensively cultivated in Germany for about two decades now, like e. g. maize, were rarely included in these comparisons.

The nomenclature of species follows EHRENDORFER (1973).

AVERAGE NUMBER OF SPECIES PER RELEVÉ

The average number of species found in vegetation relevés is an indicator of the floristic diversity of the stand. In most publications dealing with the change of this parameter a drop down to between 30 and 90% of the original value was observed (Figure 1). Only on the "Dübener Heide" (LIEBOLD 1977) and in some parts of northern Bavaria (ALBRECHT 1989, PILOTEK 1990) increasing numbers of species were found. All sites where these rising numbers of species occurred are characterised by barren soils with a sandy texture which formerly were populated by a few acidophilic weed species. Corresponding with the opinion of the authors, this increase can be traced back to an intensified application of lime, nitrogeneous and potash fertilizers. Such a treatment actually resulted in a decline of species indicating acid and barren soils. However, that decrease was

Figure 1: Change of the average number of weed species per relevé in different regions of Germany
 Veränderung der mittleren Ackerwildkraut-Artenzahl pro Aufnahmefläche in verschiedenen Regionen Deutschlands



Plant-Sociological classification according to / Pflanzensoziologische Zuordnung nach OBERDORFER (1983):

C: Cereal-Associations
 C1 *Caucalido - Adonidietum*
 C5 *Alchemillo - Matricarietum*
 R: Root crop-Associations
 C2 *Sedo - Nestletum*
 C6 *Galeopsis - Aphanetum*
 C3 *Linarietum spuriae*
 C7 *Papaveretum argemone*
 C4 *Papaveri - Melandrietum*
 C8 *Sclerantho - Arnoseridetum*

hypercompensated by the spread of nitrophilous and indifferent species. Further intensification of management on such sites causes the disappearance of taxa characteristic of poor soils (HILBIG & JAGE 1984, KUTZELNIGG 1984, KULP 1993).

CHANGES IN THE ABUNDANCE OF SINGLE WEED SPECIES

The changes in the abundance of single weed species between the first and the second relevé are shown in table 1. Of the 203 species, the development of which was mentioned in at least two publications, 115 decreased in occurrence (= 57%), 67 stayed on a constant level (= 33%) and 21 species (= 10%) were found more often. From 138 species occurring in central Europe, predominantly in arable fields, 77 sloped downward (=56%). The life forms, the taxonomical and sociological position and the ecological behaviour of those species were discussed by various authors (e. g. KÖCK 1984, KUTZELNIGG 1984, BACHTHALER 1985, ALBRECHT 1989, PILOTEK 1990, HILBIG & BACHTHALER 1992). Their analyses point out that particularly dicotyledonous species, winter annuals, cereal weeds, and indicators of calcareous and acid soils were affected by the decline. Another group of taxa which today show considerably lower frequency in fields than in the middle of the century, comprises hemicryptophytic plants mainly occurring in grassland communities. In contrast, where monocotyledonous and nitropilous plants, as well as root crop weeds are concerned, a constant to increasing tendency was observed. The group of 21 species showing an increasing tendency includes *Agropyron repens*, *Amaranthus retroflexus*, *Avena fatua*, *Chenopodium ficifolium*, *Echinochloa crus-galli*, *Galinsoga ciliata*, *Galium aparine*, *Rumex obtusifolius* and *Tripleurospermum inodorum*, all taxa difficult to control and causing severe weed infestation problems.

The present investigation also shows that most of the weed species mentioned in the Red Data Books of West - (KORNECK & SUKOPP 1988) and East-Germany (RAUSCHERT et al. 1978) were already rare in the fifties and sixties of our century (HANF 1985, MEISEL 1985, ALBRECHT 1989). Thus, only 35 species listed in at least one of those two books could be registered in the present survey, of which 28 decreased, 5 showed no clear change and only 2 increased in frequency. These results confirm the entry of those species into the Red Data Books. Table 1 shows in addition that numerous species which are not as yet admitted to the Red Data Books fulfil the conditions for the category "endangered": "species which decline on a regional scale or at many sites on a local scale and species which have disappeared on a local scale".

REASONS FOR THE CHANGES OF THE ARABLE WEED FLORA

The development of the weed flora during the last few decades has its roots in far-reaching changes in arable farming practice. Modifications in the choice of crops, in rotations, chemical and mechanical weed control, fertilising, soil management, sowing time and technique, purification of seed and land consolidation are reasons for this process (MITTNACHT 1980, ALBRECHT 1989, KULP 1993). Due to strong interactions between all these components, it is impossible to reconstruct the influence of every single factor on the change of the arable weed flora in Germany that has been occurring during the last few decades (HOLZ 1988).

Table 1a: Changes in the frequency of weed species in different regions of Germany

Veränderung in der Häufigkeit von Ackerwildkrautarten in verschiedenen Regionen Deutschlands

Species / Arten	Main habitat	BRD			TREND	Species / Arten	Main habitat	DDR			TREND				
		Red data	book	Red data				book	Red data	book		Red data	book		
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	6	2	1	-	<i>Digitaria ischaenum</i>	A	.	.	5	1	1	-
<i>Adonis aestivalis</i>	A	3	2	4	1	0	-	<i>Echinochloa crus-galli</i>	A	.	.	0	3	5	+
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	.	1	1	0	-	<i>Equisetum arvense</i>	A	.	.	10	2	0	-
<i>Aethusa cynapium</i>	A	.	.	2	6	1	±	<i>Erodium cicutarium</i>	A	.	.	6	3	0	-
<i>Agropyron repens</i>	.	.	.	1	5	6	+	<i>Erophila verna</i>	A	.	.	2	4	0	±
<i>Agrostemma githago</i>	A	1	1	4	0	0	-	<i>Erysimum cheiranthoides</i>	A	.	.	4	2	1	±
<i>Agrostis gigantea</i>	.	.	.	2	0	0	-	<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	2	1	1	±
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	6	2	1	-	<i>Euphorbia exigua</i>	A	.	3	6	2	0	-
<i>Agrostis tenuis</i>	.	.	.	2	2	0	-	<i>Euphorbia helioscopia</i>	A	.	.	5	2	3	±
<i>Ajuga chamaepytis</i>	A	3	2	2	0	0	-	<i>Euphorbia peplus</i>	A	.	.	2	1	1	±
<i>Alopecurus myosuroides</i>	A	.	.	1	3	0	±	<i>Euphorbia platyphyllos</i>	A	.	3	1	0	1	±
<i>Amaranthus retroflexus</i>	A	.	.	0	0	5	+	<i>Falcaria vulgaris</i>	.	.	.	4	1	0	-
<i>Anagallis arvensis</i>	A	.	.	10	1	0	-	<i>Fallopia convolvulus</i>	A	.	.	4	6	2	±
<i>Anagallis foemina</i>	A	.	3	3	1	0	-	<i>Fumaria officinalis</i>	A	.	.	4	3	2	±
<i>Anchusa arvensis</i>	A	.	.	5	2	1	-	<i>Fumaria vaillantii</i>	A	3	.	0	1	1	+
<i>Anthemis arvensis</i>	A	.	.	5	3	0	-	<i>Galeopsis angustifolia</i>	.	.	.	3	0	0	-
<i>Anthemis cotula</i>	A	.	.	1	1	0	-	<i>Galeopsis segetum</i>	A	.	3	1	1	0	-
<i>Anthoxanthum aristatum</i>	A	.	.	3	1	1	-	<i>Galeopsis speciosa</i>	A	.	.	1	1	0	-
<i>Apera spica-venti</i>	A	.	.	4	8	2	±	<i>Galeopsis tetrahit</i>	A	.	.	2	7	2	±
<i>Aphanes arvensis</i>	A	.	.	9	4	0	-	<i>Galinsoga ciliata</i>	A	.	.	0	0	7	+
<i>Aphanes inexpectata</i>	A	.	2	1	1	1	±	<i>Galinsoga parviflora</i>	A	.	.	1	5	2	±
<i>Arabidopsis thaliana</i>	A	.	.	8	4	0	-	<i>Galium aparine</i>	A	.	.	3	1	10	+
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	.	9	2	1	-	<i>Galium mollugo</i>	.	.	.	1	1	0	-
<i>Arnoseris minima</i>	A	2	3	5	1	0	-	<i>Galium spurium</i>	A	.	.	1	0	3	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	1	1	3	±	<i>Galium tricornutum</i>	A	3	3	3	0	0	-
<i>Atriplex patula</i>	A	.	.	2	6	2	±	<i>Geranium dissectum</i>	A	.	.	2	2	0	-
<i>Avena fatua</i>	A	.	.	0	4	5	+	<i>Geranium molle</i>	.	.	.	1	1	0	-
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	1	2	0	±	<i>Geranium pusillum</i>	A	.	.	2	2	2	±
<i>Bromus hordeaceus</i>	A	.	.	0	1	2	+	<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	0	2	0	±
<i>Buglossoides arvensis</i>	A	.	3	7	0	0	-	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	A	.	.	9	3	0	-
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	A	2	2	2	0	0	-	<i>Gypsophila muralis</i>	A	3	3	1	2	1	±
<i>Camelina microcarpa</i>	A	.	3	2	0	0	-	<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	0	2	0	±
<i>Camelina pilosa</i>	A	.	.	0	2	0	±	<i>Holcus mollis</i>	.	.	.	2	3	1	±
<i>Campanula rapunculoides</i>	.	.	.	5	1	0	-	<i>Holosteum umbellatum</i>	A	.	.	4	1	0	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	A	.	.	4	4	3	±	<i>Hypericum humifusum</i>	.	.	.	2	0	2	±
<i>Caucalis platycarpus</i>	A	3	2	2	0	0	-	<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	0	0	2	+
<i>Centaurea cyanus</i>	A	3	3	12	2	0	-	<i>Hypochoeris glabra</i>	A	2	3	2	1	0	-
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	.	2	0	0	-	<i>Juncus bufonius</i>	A	.	.	7	4	1	-
<i>Cerastium arvense</i>	.	.	.	1	1	0	-	<i>Kickxia elatine</i>	A	.	3	1	2	1	±
<i>Cerastium caespitosum</i>	.	.	.	3	0	0	-	<i>Kickxia spuria</i>	A	.	3	1	2	0	±
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	.	7	3	1	-	<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	5	0	0	-
<i>Chaenarrhinum minus</i>	.	.	.	4	3	0	-	<i>Lamium amplexicaule</i>	A	.	.	3	4	4	±
<i>Chenopodium album</i>	A	.	.	5	4	3	±	<i>Lamium purpureum</i>	A	.	.	1	5	6	±
<i>Chenopodium ficifolium</i>	A	.	.	0	0	2	+	<i>Lapsana communis</i>	A	.	.	2	2	3	±
<i>Chenopodium polyspermum</i>	A	.	.	3	4	1	±	<i>Lathyrus tuberosus</i>	A	.	3	4	0	1	-
<i>Chrysanthemum segetum</i>	A	.	3	0	1	1	+	<i>Legousia speculum-veneris</i>	A	3	1	5	1	0	-
<i>Chrysanthemum vulgare</i>	.	.	.	0	0	2	+	<i>Leontodon autumnalis</i>	.	.	.	2	0	0	-
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	.	2	1	0	-	<i>Linaria vulgaris</i>	.	.	.	5	0	0	-
<i>Cirsium arvense</i>	A	.	.	9	3	2	-	<i>Lolium multiflorum</i>	.	.	.	1	1	2	+
<i>Conringia orientalis</i>	A	2	3	2	0	0	-	<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	1	0	3	+
<i>Consolida regalis</i>	A	.	3	5	2	0	-	<i>Matricaria chamomilla</i>	A	.	.	2	5	4	±
<i>Convolvulus arvensis</i>	A	.	.	8	2	0	-	<i>Matricaria discoidea</i>	.	.	.	1	0	10	±
<i>Conyza canadensis</i>	A	.	.	5	2	1	-	<i>Medicago lupulina</i>	A	.	.	4	1	0	-
<i>Coronilla varia</i>	.	.	.	2	1	0	-	<i>Medicago sativa</i>	A	.	.	2	0	0	-
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	5	2	0	-	<i>Mentha arvensis</i>	A	.	.	9	2	0	-
<i>Descurainia sophia</i>	A	.	.	0	2	3	+	<i>Mercurialis annua</i>	A	.	.	1	1	1	±

Table 1b: Changes in the frequency of weed species in different regions of Germany

Veränderung in der Häufigkeit von Ackerwildkrautarten in verschiedenen Regionen Deutschlands

Species / Arten	Main habitat	Red data book BRD			TREND	Species / Arten	Main habitat	Red data book DDR			TREND				
		-	±	+				-	±	+					
<i>Misopates orontium</i>	A	3	2	2	0	0	-	<i>Sherardia arvensis</i>	A	3	7	0	0	-	
<i>Myosotis arvensis</i>	A	.	.	9	2	1	-	<i>Silene alba</i>	.	.	2	1	0	-	
<i>Myosotis stricta</i>	A	.	.	2	1	0	-	<i>Silene noctiflora</i>	A	.	5	1	1	-	
<i>Myosurus minimus</i>	A	.	.	3	2	0	-	<i>Silene vulgaris</i>	.	.	1	1	0	-	
<i>Neslia paniculata</i>	A	3	.	5	0	0	-	<i>Sinapis arvensis</i>	A	.	8	2	3	±	
<i>Nigella arvensis</i>	A	2	2	2	0	0	-	<i>Sisymbrium officinale</i>	A	.	1	1	3	±	
<i>Odontites verna</i>	A	.	.	6	2	1	-	<i>Solanum nigrum</i>	A	.	0	4	2	±	
<i>Ononis repens</i>	.	.	.	1	1	1	±	<i>Sonchus arvensis</i>	A	.	7	1	0	-	
<i>Oxalis fontana</i>	A	.	.	6	2	0	-	<i>Sonchus asper</i>	A	.	7	2	0	-	
<i>Papaver argemone</i>	A	.	.	8	1	0	-	<i>Sonchus oleraceus</i>	A	.	7	1	1	-	
<i>Papaver dubium</i>	A	.	.	6	2	0	-	<i>Spergula arvensis</i>	A	.	11	1	1	-	
<i>Papaver rhoeas</i>	A	.	.	7	1	1	-	<i>Spergularia rubra</i>	.	.	2	2	0	-	
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	2	1	1	±	<i>Stachys annua</i>	A	3	2	2	1	0	-
<i>Plantago intermedia</i>	A	.	.	6	4	1	±	<i>Stachys arvensis</i>	A	3	2	1	1	0	-
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	6	1	1	-	<i>Stachys palustris</i>	A	.	8	3	0	-	
<i>Plantago major</i>	.	.	.	0	5	0	±	<i>Stellaria graminea</i>	.	.	1	1	0	-	
<i>Poa annua</i>	A	.	.	3	4	5	±	<i>Stellaria media</i>	A	.	3	8	3	±	
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	2	0	2	±	<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	4	4	3	±	
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	1	7	0	±	<i>Teesdalia nudicaulis</i>	A	.	0	2	2	+	
<i>Polygonum amphibium - terr.</i>	.	.	.	2	4	1	±	<i>Thlaspi arvense</i>	A	.	3	6	2	±	
<i>Polygonum aviculare</i>	A	.	.	6	4	1	±	<i>Trifolium arvense</i>	A	.	2	1	0	-	
<i>Polygonum hydropiper</i>	A	.	.	4	6	0	±	<i>Trifolium campestre</i>	.	.	2	1	0	-	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	A	.	.	2	2	3	±	<i>Trifolium dubium</i>	.	.	2	3	0	±	
<i>Polygonum persicaria</i>	A	.	.	4	3	3	±	<i>Trifolium pratense</i>	.	.	2	2	1	±	
<i>Polygonum tomentosum</i>	A	.	.	3	1	0	-	<i>Trifolium repens</i>	.	.	6	2	1	-	
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	2	3	2	±	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	A	.	1	2	8	+	
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	.	1	1	0	-	<i>Tussilago farfara</i>	.	.	3	4	1	±	
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	2	0	0	-	<i>Urtica dioica</i>	.	.	1	2	1	±	
<i>Ranunculus arvensis</i>	A	2	2	8	1	0	-	<i>Urtica urens</i>	A	.	1	1	3	±	
<i>Ranunculus repens</i>	A	.	.	8	3	0	-	<i>Valerianella dentata</i>	A	.	2	0	0	-	
<i>Raphanus raphanistrum</i>	A	.	.	10	2	3	±	<i>Valerianella locusta</i>	A	.	5	1	1	-	
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	.	.	.	3	3	1	0	-	<i>Veronica agrestis</i>	A	.	1	2	1	±
<i>Rorippa palustris</i>	.	.	.	0	1	1	+	<i>Veronica arvensis</i>	A	.	3	5	2	±	
<i>Rubus caesius</i>	.	.	.	1	1	0	-	<i>Veronica hederifolia</i>	A	.	5	2	1	-	
<i>Rumex acetosella</i>	A	.	.	12	0	0	-	<i>Veronica persica</i>	A	.	1	6	4	±	
<i>Rumex crispus</i>	.	.	.	6	2	0	-	<i>Veronica polita</i>	A	.	1	2	2	±	
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	0	2	3	+	<i>Veronica praecox</i>	.	3	.	2	0	0	-
<i>Sagina procumbens</i>	.	.	.	9	1	1	-	<i>Veronica triphyllos</i>	A	.	3	0	0	-	
<i>Scandix pecten-veneris</i>	A	2	2	4	0	0	-	<i>Vicia angustifolia</i>	A	.	5	2	1	-	
<i>Scleranthus annuus</i>	A	.	.	14	0	0	-	<i>Vicia hirsuta</i>	A	.	7	2	1	-	
<i>Sedum acre</i>	.	.	.	1	1	0	-	<i>Vicia sativa</i>	A	.	4	1	1	-	
<i>Sedum telephium</i>	.	.	.	5	5	0	-	<i>Vicia tetrasperma</i>	A	.	3	4	0	-	
<i>Senecio vernalis</i>	A	.	.	1	1	0	-	<i>Vicia villosa</i>	A	.	2	1	0	-	
<i>Senecio vulgaris</i>	A	.	.	3	5	0	±	<i>Viola arvensis</i>	A	.	5	6	2	±	
<i>Setaria glauca</i>	A	.	.	3	1	1	±	<i>Viola tricolor</i>	A	.	1	1	1	±	
<i>Setaria viridis</i>	A	.	.	5	4	0	-								

Main Habitat A Species which mainly occur in arable fields / Arten mit Hauptverbreitung im Acker
 Red Data Book BRD Rote Liste der BRD, alte Bundesländer (KORNECK & SUKOPP 1988)
 Red Data Book DDR Rote Liste der ehem. DDR (RAUSCHERT et al. 1978)
 - / ± / + Number of references which report about decreasing / constant / increasing frequencies;
 Anzahl der Angaben über abnehmende / gleichbleibende / zunehmende Häufigkeit;
 References: / Quellen: ALBRECHT (1989), BACHTHALER (1968,1982,1985), BRAUN (1988),
 HILBIG (1985), HILBIG & JAGE (1984), HÖFGEN et al. (1983), KÖCK (1984), KULP (1993),
 KULP & CORDES (1986), KUTZELNIGG (1984), MEISEL (1979), MITTNACHT (1980),
 OESAU (1986), PILOTEK (1990), RANFT (1981)
 TREND Mean of the -, ±, + - Values / Mittelwert aus -, ±, +

References

- ALBRECHT, H. (1989): Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. *Dissertationes Botanicae* 141. Stuttgart: Cramer/Borntraeger.
- BACHTHALER, G. (1968): Die Entwicklung der Ackerunkrautflora in Abhängigkeit von veränderten Feldbaumethoden.
- Der Einfluß der veränderten Feldbautechnik auf den Ackerunkrautbesatz. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 127, 149-170.
 - Untersuchungen über die Ausbreitung grasartiger Unkräuter und ihre Bekämpfung. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 127, 326-358.
- BACHTHALER, G. (1982): Das Auftreten von Unkrautarten mit geringen Stetigkeits- und Deckungsgradwerten auf Ackerstandorten Bayerns in den Aufnahmezeiträumen 1950-1960 und 1961-1980. *Angewandte Botanik* 56, 219-236.
- BACHTHALER, G. (1985): Veränderungen der Ackerunkrautvegetation in Bayern. *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 62, 60-75.
- BRAUN, W. (1988): Auswirkungen der modernen Landwirtschaft auf die Vegetation von Grün- und Ackerland in Bayern. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe* 37, 82-92.
- EHRENDORFER, F. (1973): *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. - 2. Ed. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- HANF, M. (1985): Unkräuter bekämpfen - Ackerwildkräuter erhalten? *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 62, 777-864.
- HILBIG, W. (1985): Die Ackerunkrautvegetation der Querfurter Platte und ihre Veränderungen in den letzten Jahrzehnten. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe* 34, 94-117.
- HILBIG, W.; BACHTHALER, G. (1992): Wirtschaftsbedingte Veränderung der Segetalvegetation in Deutschland im Zeitraum von 1950 bis 1990. *Angewandte Botanik* 66, 192-209.
- HILBIG, W.; JAGE, H. (1984): Die Veränderung der Ackerunkrautflora der Dübener Heide und des Flämings (Bezirk Halle, DDR) während der letzten Jahrzehnte. *Acta Botanica Slov. Acad. Sci. Slovaca*, Ser. A, Suppl. 1, 61-73.
- HÖFGEN, R.; RÖNTZSCH, H.; ROßMANN, C.; STAHL, A. (1983): Veränderungen im Ackerunkrautbestand des Kreises Bischofswerda. *Sächsisches Heimatblatt (Dresden)* 29, 139-145.
- HOLZ, B. (1988): Die landschaftsökologische Bedeutung der Ackerrandstreifenprogramme. *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz* 84, 245-261.
- KIESEL, G. (1980): Vegetationskundliche Untersuchungen im Raum Harzgerode und der Umgebung von Greifenhagen. *Diplomarbeit Universität Halle*.
- KÖCK, U. (1984): Intensivierungsbedingte Veränderungen der Segetalvegetation des mittleren Erzgebirges. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 24, 105-133.
- KORNECK, D.; SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 19.
- KULP, H.-G. (1993): Vegetationskundliche und experimentell-ökologische Untersuchungen der Lammkraut-Gesellschaft in Nordwestdeutschland. *Dissertationes Botanicae* 198. Stuttgart: Cramer/Borntraeger.
- KULP, H.-G.; CORDES, H. (1986): Veränderung der soziologischen Bindung in Ackerwildkrautgesellschaften auf Sandböden. *Tuexenia N.S.* 6, 25-36.
- KULP, H.-G., PREUSCHHOF, B. (1985): Untersuchungen zum Rückgang von Ackerwildkräutern im Raum Bremen. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 13, 689-692.
- KUTZELNIGG, H. (1984): Veränderungen der Ackerwildkrautflora im Gebiet Moers / Niederrhein und ihre Ursachen. *Tuexenia N.S.* 4, 81-102.

- LIEBOLD, F. (1977): Untersuchungen zur Veränderung der Segetalvegetation im Gebiet der Dübener Heide durch anthropogene Einflüsse, insbesondere der Luftverunreinigung. Diplomarbeit Universität Halle.
- MEISEL, K. (1966): Ergebnisse von Daueruntersuchungen in nordwestdeutschen Ackerunkrautgesellschaften. In : TÜXEN, R.: Anthropogene Vegetation. Bericht über das Internationale Symposium in Stolzenau/Weser 1961. The Hague: W. Junk Publishers, 86-93.
- MEISEL, K. (1979): Veränderungen der Segetalvegetation in der Stolzenauer Wesermarsch seit 1945. *Phytocoenologia* 6, 118-130.
- MEISEL, K. (1985): Gefährdete Ackerwildkräuter -historisch gesehen. *Natur und Landschaft* 60, 62-66.
- MITTNACHT, A. (1980): Segetalflora der Gemarkung Mehrstetten 1975 - 1978 im Vergleich zu 1948/49. Dissertation Universität Hohenheim.
- OESAU, A. (1986): Förderung der Artenvielfalt von Ackerwildkräutern - Ergebnisse des Randstreifenprogrammes 1985. 2. Ed. Mainz: Landespflanzenschutzdienst Rheinland-Pfalz.
- PILOTEK, D. (1990): Veränderung der Ackerwildkrautvegetation in Nordbayern. Dissertation Universität Erlangen.
- RANFT M. (1981): Die Pflanzenwelt des Wilsdruffer Landes - Zur Veränderung der Ackerunkrautflora. *Dresdner floristische Mitteilungen* 3, 11-23.
- RAUSCHERT, S.; BENKERT, D.; HEMPEL, W.; JESCHKE, L. (1978): Liste der in der Deutschen Demokratischen Republik erloschenen und gefährdeten Blütenpflanzen. Ed.: KULTURBUND DER DDR, Zentraler Fachausschuß Botanik. Halberstadt.
- TÜXEN, R. (1962): Gedanken zur Zerstörung mitteleuropäischer Ackerbiozöosen. *Mitteilungen der floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft* 9, 60-61.
- WESTHUS, W. (1980): Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Friedeburg (Kr. Hettstett) und Wanzleben während des Zeitraumes 1978/79 und im Vergleich mit Untersuchungsergebnissen von 1958/59 bzw. 1961/62. Diplomarbeit Universität Halle.
- XYLANDER, W. (1987): Veränderungen der Unkrautflora der Getreidebestände des Orlatales im Zeitraum 1967 - 1984/85. *Hercynia N.F.* 24, 389-394.