©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 6: 53–74. Göttingen 1986

Über die Dynamik der Vegetation auf bodenbearbeiteten Flächen

- Wolfgang Schmidt -

ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1968 wird im Neuen Botanischen Garten der Universität Göttingen auf einem ehemaligen Acker mit einem tiefgründigen, kalkhaltigen Auenlehm ein Dauerversuch durchgeführt, bei dem auf 6 Versuchsstreifen (je 15o m^2) seit 1969 der Oberboden regelmäßig einmal im Jahr umgepflügt wird. Da allgemein angenommen wird, daß der Zeitpunkt der Bodenbearbeitung eine wichtige Rolle für die Artenkombination offener Böden spielt, werden drei Versuchsflächen im Frühjahr (Ende April/Anfang Mai), die anderen drei im Sommer (Juli) gepflügt. Zu Versuchsbeginn 1968 wurden je zwei Versuchsflächen durch Hitzeeinwirkung bzw. Chemikalienbehandlung sterilisiert, während bei zwei Flächen ohne Sterilisation der vollständige Diasporenvorrat des alten Ackerbodens erhalten blieb.

Die floristisch-vegetationskundliche Auswertung der jährlichen Vegetationsaufnahmen von 1969 bis 1983/84 ergab insgesamt gesehen sehr artenreiche Pflanzenbestände (im Mittel 45 Arten pro Jahr und 15O m^2). Unterschiede im Zeitpunkt der Bodenbearbeitung wirkten sich nicht auf die Artenzahlen aus. Bei der physiognomischen und pflanzensoziologischen Auswertung traten dagegen die frühjahrsgepflügten Flächen mit einem signifikant höheren Anteil an Therophyta aestivalia und Geophyten bzw. *Artemisietea*- und *Plantaginetea*-Arten, die sommergepflügten Flächen mit höherem Anteil an Therophyta hivernalia und epeteia bzw. *Chenopodietalia*- und *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten deutlich hervor.

Die statistische Einzelanalyse der Deckungsgrad-Entwicklung ergab für etwa 1/3 der 147 bis 1984 beobachteten Arten einen deutlichen Schwerpunkt auf frühjahrs- oder sommergepflügten Flächen. An Hand der Beispiele *Crepis capillaris*, *C. pulchra*, *Galium aparine*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Tussilago farfara* und *Veronica persica* wird erläutert, wie gut sich auf dem Artniveau die Versuchsvarianten ökologisch und dynamisch unterscheiden lassen und auch der Einfluß der Vorbehandlung sichtbar wird.

Unter den spontan und langfristig angesiedelten Arten befanden sich nur fünf Ackerwildkräuter, die zu den bedrohten Rote-Liste-Arten zählen. Ursache für diese geringe Zahl auf den nicht mit Herbiziden und Düngern behandelten, kulturpflanzenfreien Versuchsflächen ist die starke Verarmung der Segetalflora in der Umgebung der Versuchsfläche. Bereits vor Versuchsbeginn (1968) waren viele der früher in der unmittelbaren Umgebung vorhandenen Arten verschwunden. Die Distanz zum nächsten Fundort war bereits zu groß, um eine erfolgreiche Neubesiedlung zu ermöglichen. Für den Schutz der bedrohten Ackerwildkräuter bedeutet dies, daß man sich vorrangig auf die Flächen konzentrieren muß, auf denen noch heute seltene Arten vorkommen.

ABSTRACT

Starting in 1968, the plant succession under different ploughing regimes was studied in permanent plots of an abandoned field on deep, calcareous fertile level loam in the New Botanical Garten of Göttingen University. On six plots 15O m^2 each, the topsoil was ploughed periodically once a year. Since time of soil cultivation appears to play an important role in the combination of plant communities on disturbed open soils, three plots were ploughed in spring (end of April/beginning of May) and three in summer (July). Two plots from each treatment were sterilized by heating and by the application of herbicides, while the remaining two plots (without any sterilization) contained all diaspores of the former agricultural weed community.

Altogether, the analysis of the annual vegetation relevés between 1969 and 1983/84 showed plant communities of considerable floristic richness (mean of 45

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

species per vegetation period and 150 m^2). The time of cultivation had not influenced the number of species but did influence the physiognomic and phytosociological structure of the communities. On plots ploughed in spring, the proportion of Therophyta aestivalia and geophytes and of members of the *Artemisietea*- and *Plantaginetea*-classes in particular was significantly higher than for those ploughed in summer. On plots ploughed in summer, the proportion of Therophyta hivernalia and Therophyta epeteia, *Chenopodietalia*- and *Molinio-Arrhenatheretea*-species increased.

A separate statistic analysis of the vegetation development supported a division of nearly one third of 147 recorded phanerogam species according to the time of cultivation. By means of examples (*Crepis capillaris*, *C. pulchra*, *Galium aparine*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Tussilago farfara*, and *Veronica persica*) the ecological and dynamic behaviour of the species as well as the influence of sterilization or non-sterilization was demonstrated.

Among the spontaneous and long-established species, only five weeds are among the most endangered species of the "Red Data Books", although the plots were not stressed by herbicides, fertilizers or competition of crop species. The possible cause for this low number is the strong decline of the segetal flora as a result of more intensive cultivation, including chemical weed control. Already in 1968, many of the former common weeds had disappeared in the surrounding area. The next closest locality was too distant for a successful recolonization. Therefore, protection of endangered weeds must concentrate on localities where these species have been recorded recently.

EINLEITUNG

Häufig gestörte und damit neu zu besiedelnde Standorte enthalten überwiegend Pflanzenarten mit kurzer Lebensdauer und hoher Samenproduktion. Obwohl es sich vielfach um fruchtbare Böden handelt, finden sich konkurrenzstarke Arten mit einer maximalen Ausnutzung der Standortsressourcen hier nur selten. Neben einer streßfreien benötigen sie auch eine wenig gestörte Umwelt, um ihre Konkurrenzvorteile wie lange Lebensdauer, große Wuchshöhe usw. voll auszuspielen (GRIME 1979).

In der Naturlandschaft Mitteleuropas sind offene, neu zu besiedelnde Böden selten, durch die Eingriffe des Menschen nehmen sie in der Kulturlandschaft dagegen einen breiten Raum ein (ELLENBERG 1982). Bekanntestes Beispiel sind Äcker, wo die jährliche Arbeit des Pfluges seit Jahrtausenden Pflanzengesellschaften hat entstehen und erhalten lassen, in denen - angepaßt an die Anbaumethoden und den Lebensrhythmus der Kulturpflanzen - kurzlebige Arten mit hoher Samenproduktion besonders typisch sind (EGGERS 1979). Nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Gründen ist man über die Soziologie und Ökologie der Ackergesellschaften recht gut informiert (siehe u.a. zusammenfassende Darstellungen bei ELLENBERG 1950, 1982; HOLZNER 1978, WILMANNS 1984). Direkte Beobachtungen über ihre Entstehung und Dynamik über einen längeren Zeitraum liegen dagegen nicht vor (SCHMIDT 1981). Dies scheint aber vordringlich, da gerade die Agrarökosysteme durch die Intensivierung der Landwirtschaft in allen industrialisierten Ländern in den letzten Jahrzehnten starke Veränderungen erfahren haben (ELLENBERG 1982, MAHN 1984).

Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist es, die Entwicklung von Ackerflächen aufzuzeigen, deren Böden seit 1969 regelmäßig einmal im Jahr umgepflügt wurden. Da nach bisherigem Wissen der Zeitpunkt der Bodenbearbeitung eine wichtige Rolle für die Artenkombination der Äcker spielt (ELLENBERG 1982, WILMANNS 1984), wurden die Versuchsflächen zu zwei Terminen (Frühjahr und Sommer) bearbeitet. Ausgewertet wurden Dauerflächendaten von 1969 bis 1984, ein Zeitraum, der es erlaubt, neben vegetationskundlichen und ökologischen Aspekten auch die Möglichkeiten und Grenzen zur Erhaltung bedrohter Ackerpflanzen auf allein bodenbearbeiteten Flächen aufzuzeigen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

VERSUCHSFLÄCHEN UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die Versuchsflächen sind Teil einer umfangreichen Dauerflächen-Versuchsanlage auf einem ehemaligen Acker mit einem tiefgründigen, kalkhaltigen Auenlehm im Neuen Botanischen Garten der Universität Göttingen (ausführliche Beschreibung bei SCHMIDT 1981). Die hier zu besprechenden sechs Versuchsvarianten umfassen eine Gesamtfläche von 900 m^2, die sich durch ihre Vorbehandlung im Frühsommer 1968 und den Zeitpunkt des Pflügens unterscheiden (Tab. 1). Bei der Hitze-Sterilisation wurde der gesamte Boden bis in 30 cm Tiefe ausgehoben und durch einen Flammenofen gegeben. Bei einstündigen Temperaturen von rund 100°C wurden alle lebenden Pflanzenteile im Boden abgetötet, so daß hier eine Wiederbesiedlung nur durch Diasporen der Umgebung erfolgen konnte. Auf 300 m^2 wurden 1968 die Samen und oberflächlich wurzelnden Kräuter mit dem flüssigen Herbizid Trapex vernichtet, nicht dagegen tiefwurzelnde Arten wie z.B. *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense* und *Tussilago farfara*. 300 m^2 wurden im Frühsommer 1968 lediglich 20 cm tief umgepflügt und enthielten somit den gesamten Diasporenvorrat des alten Ackerbodens.

Tab. 1: Versuchsplan

Vorbehandlung 1968	Bodenbearbeitung	
	Pflügen im Frühjahr	Pflügen im Sommer
Hitze-Sterilisation	150 m^2	150 m^2
Trapex-Sterilisation	150 m^2	150 m^2
Keine Sterilisation	150 m^2	150 m^2

Ab 1969 wurden die Versuchsflächen in 5 m breite Streifen unterteilt und seitdem jährlich zu zwei verschiedenen Terminen etwa 20 cm tief gepflügt: Im Frühjahr wurde die Zeit der Bestellung der Hackfruchtäcker Ende April/Anfang Mai gewählt, im Sommer die Zeit im Anschluß an die Wintergerstenernte im Juli. Beim Pflügen werden alle ober- und unterirdischen Pflanzenteile stark zerkleinert und mit dem Mineralboden vermischt.

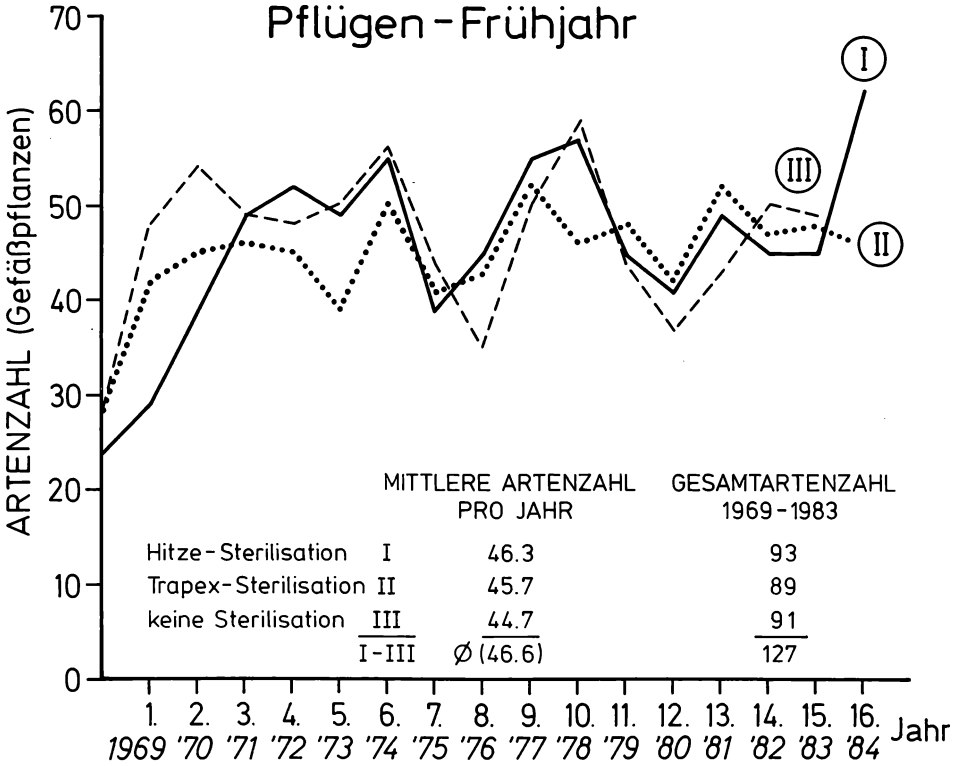
Jeder der sechs Versuchsstreifen mit je 150 m^2 wurde 1969 2-3fach unterteilt und jede dieser Teilflächen meist zwei- bis dreimal pro Jahr vegetationskundlich aufgenommen. Die Feststellung der Artenzahl und des Deckungsgrades der Gefäßpflanzen in einer feinstufigen Skala standen dabei im Vordergrund. Für die nachfolgenden Auswertungen wurden beim Deckungsgrad jeweils nur Jahresmittelwerte der Versuchsstreifen verwendet, die aus 4 bis 9 Einzeldaten gebildet und über den Gesamtdeckungsgrad der Krautschicht korrigiert wurden. Bei den statistischen Berechnungen wurde der Zeitraum 1969 bis 1983 (15 Jahre) berücksichtigt, in den graphischen Darstellungen für die beiden hitzesterilisierten Flächen auch noch das Jahr 1984. Auf den übrigen vier Flächen findet aus versuchstechnischen Gründen seit 1984 keine Bodenbearbeitung mehr statt. Weitere Einzelheiten und kritische Anmerkungen zur Feldaufnahme von Dauerversuchsflächen und ihrer Verarbeitung finden sich bei SCHMIDT (1981).

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. Artenzahlen

Von 1969 bis 1983 wurden auf der 900 m^2 großen Versuchsfläche insgesamt 147 Gefäßpflanzenarten beobachtet. Dies entspricht etwa 40%

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at



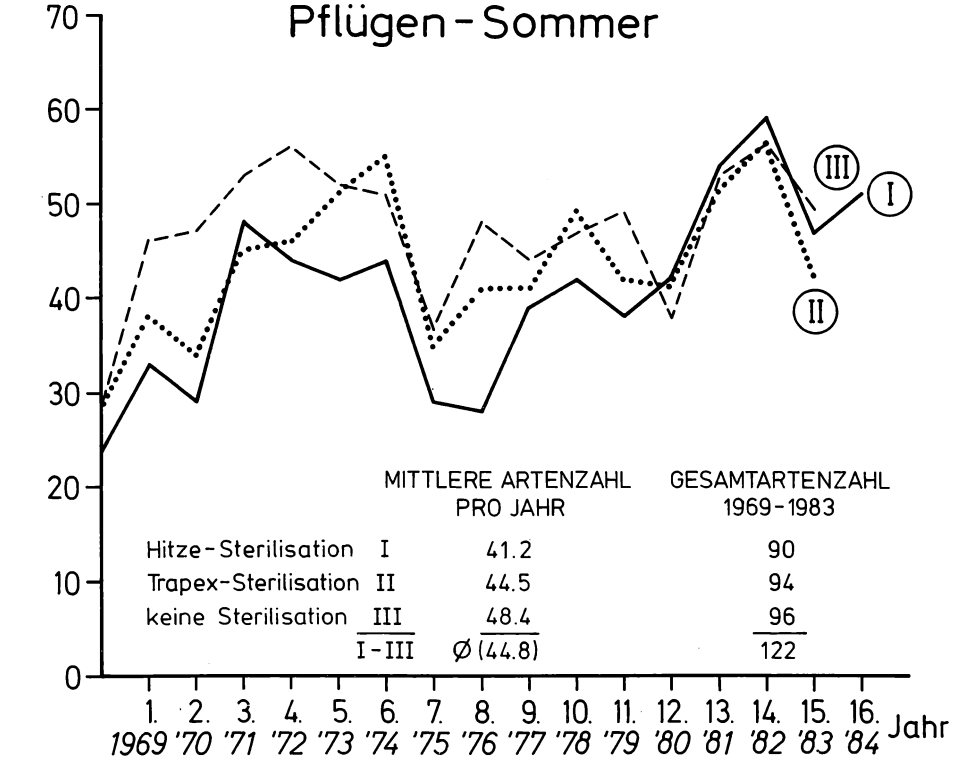


Abb. 1: Veränderungen der Artenzahlen von 1969 bis 1983 (Hitze-Sterilisation bis 1984).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

der Flora im 1-km-Umkreis. Im Vergleich mit ungestörten, gemulchten und gemähten Teilen des Dauerflächenversuchs (SCHMIDT 1984, 1985) sind die gepflügten Flächen deutlich artenärmer. Dies gilt auch für die Gesamtartenzahl pro Versuchsvariante (89 bis 96) und die durchschnittliche Artenzahl pro Vegetationsperiode (41 bis 48, Abb. 1). Andererseits hielt sich der Artenwechsel bei einer Bodenbearbeitung während der 15 Beobachtungsjahre in engeren Grenzen. Seit Versuchsbeginn fand sich eine konstant gebliebene Artengruppe, die jedes Jahr nach dem Pflügen auftrat. Daneben bot die offene Bodenoberfläche auch für zufällige Ansiedlungen kurzfristig gute Möglichkeiten, ohne daß sich viele aus verschiedenen Pflanzenformationen stammenden Arten über mehr als ein Jahr auf den Flächen halten konnten. Ein Gleichgewichtszustand, bei dem nur noch Fluktuation im Artenbestand auftreten, zeichnet sich am ehesten auf den im Frühjahr gepflügten Streifen ab. Auffällig sind die großen Schwankungen in den Artenzahlen von Jahr zu Jahr. Sie reichten von 29 bis 62 Arten pro 150 m^2, ohne daß eine gleichgerichtete Tendenz eine einheitliche Ursache erkennen ließ. So gingen in den Trockenjahren 1975/76 die Artenzahlen allgemein zurück, nicht aber in den vergleichbaren Jahren 1982/83.

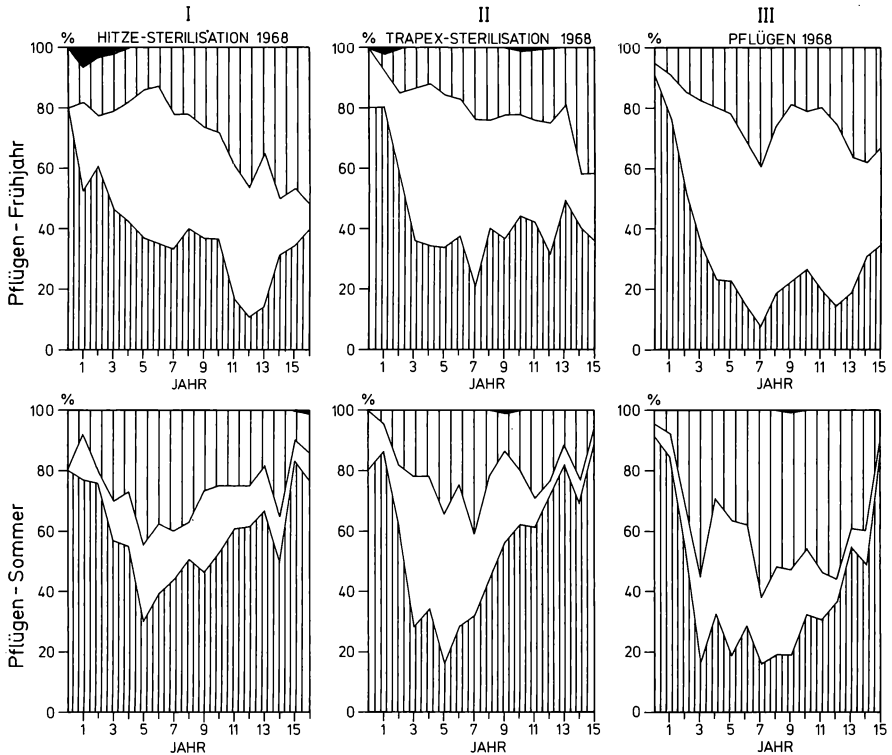
Sowohl in der mittleren Artenzahl pro Vegetationsperiode als auch in der Gesamtartenzahl unterscheiden sich die frühjahrs- und sommergepflügten Flächen heute nicht mehr. Die unterschiedliche Vorbehandlung des Jahres 1968 wirkte sich nicht auf die Gesamtartenzahl, wohl aber auf die mittlere Artenzahl pro Vegetationsperiode aus. Besonders in den ersten Jahren waren die sterilisierten Flächen deutlich artenärmer als die nicht sterilisierten Streifen mit ihrem ungeschmälerten Diasporenvorrat im Boden zu Versuchsbeginn.

Angaben über Artenzahlen auf bodenbearbeiteten Flächen finden sich zahlreich in den pflanzensoziologischen Tabellen von Ackerunkraut-Gesellschaften. Sie lassen sich allerdings kaum vergleichend auswerten, da genaue Angaben über den Zeitpunkt und die Intensität der Bodenbearbeitung fehlen. Entsprechende experimentelle Untersuchungen auf Dauerflächen sind nur spärlich vorhanden. TÖRMÄLÄ (1982) erhielt im Vergleich zu gemähten und unbearbeiteten Grünlandbrachen in Finnland ebenfalls die niedrigsten Artenzahlen bei einmaligem Pflügen im Frühsommer. In Weinbergen des Rheingaus sank mit zunehmender Bodenbearbeitung (2 bis 8 Fräs- und Grubbertermine) die Zahl der Gefäßpflanzenarten gegenüber nicht bodenbearbeiteten Parzellen deutlich ab (FISCHER 1983).

2. Lebensformen

Nur drei Lebensformengruppen spielten auf den gepflügten Flächen eine wesentliche Rolle: Therophyten, Geophyten und Hemikryptophyten in stark wechselnden Anteilen. Chamaephyten und Phanerophyten fehlten dagegen weitgehend. Sie wurden gelegentlich als Keimlinge beobachtet, die die nächste Bodenbearbeitung nicht überlebten.

Während zu Beginn des Beobachtungszeitraums die Therophyten auf allen Versuchsflächen eindeutig vorherrschten, ergab sich später je nach Zeitpunkt des Pflügens eine zunehmende Differenzierung (Abb. 2). Besonders auf Grund der Entwicklung in den letzten fünf Jahren lag der Anteil der Annuellen auf den im Sommer gepflügten Streifen, der der Geophyten dagegen auf den im Frühjahr gepflügten Streifen signifikant höher. Dabei verhielten sich die verschiedenen Teilgruppen der Therophyten gegenüber dem Zeitpunkt des Pflügens unterschiedlich. Auf den im Frühjahr bearbeiteten Streifen traten die Sommerannuellen (Therophyta aestivalia) mit raschwüchsigen Arten signifikant stärker hervor. Nach SALZMANN (1939) und LAUER (1953) besitzen sie ein Keimungsoptimum im höheren Temperaturbereich und keimen erst in der wärmeren Jahreszeit. Sommerannuelle konnten sich daher auf den im Frühjahr gepflügten Streifen - ähnlich wie



LEBENSFORMEN

	PFLÜGEN IM FRÜHJAHR	PFLÜGEN IM SOMMER
Phanerophyten *Chamaephyten*	0.5	0.2
Hemikryptophyten	24.5	29.6
davon		
Hemikryptophyta scaposa	8.4	9.4
Hemikryptophyta reptantia	0.3	4.6
Hemikryptophyta cespitosa	15.8	15.5
Geophyten	40.3	20.4
davon		
Geophyta radicigemma	36.3	19.1
Geophyta rhizomatosa	4.0	1.3
Therophyten	34.7	49.8
davon		
Therophyta aestivalia	18.6	12.6
Therophyta hivernalia	8.8	17.0
Therophyta epeteia	4.3	11.4
Therophyta biannuellia	3.0	8.0

Abb. 2: Veränderungen im Deckungsgradanteil der Lebensformen von 1969 bis 1983 (Hitze-Sterilisation bis 1984). Rechts ist der mittlere Deckungsgradanteil pro Versuchsstreifen und Vegetationsperiode angegeben. Unterstrichen ist der signifikant höhere Deckungsgradanteil (a = 0,05).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

auch in den Hackfruchtäckern (ELLENBERG 1950, 1982) - besser entwickeln, weil durch die späte Bearbeitung andere Arten, die sonst den Acker längst besetzt hätten, als Konkurrenten ausgeschaltet oder doch in ihrem Wachstum stark gestört wurden.

Demgegenüber zeichneten sich die sommergepflügten Streifen durch einen signifikant höheren Anteil an Therophyta hivernalia, Therophyta epeteia und Therophyta biannuellia aus. Besonders unter den T. hivernalia und T. epeteia finden sich meist typische Immerblüher oder auch Kaltkeimer (SALZMANN 1939, LAUER 1953, POPAY & ROBERTS 1970), deren Samen bei günstigen Wasserverhältnissen im Boden auch noch bei tieferen Temperaturen im Herbst auflaufen können und dann in ihrer Sommertracht die kalte Jahreszeit überdauern. Je nach Witterung blühen sie bereits im Herbst oder erst im nächsten Frühjahr und sorgen mit dieser Überlebensstrategie dafür, daß bis zum nächsten Bearbeitungstermin wieder viele Samen im Boden vorhanden sind. Ähnlich verhalten sich auch manche Zweijährigen, die unter günstigen Bedingungen im Herbst auflaufen und bis zur Bodenbearbeitung im nächsten Sommer bereits geblüht und gefruchtet haben.

Die Überlebensstrategie der tiefwurzelnden Wurzelknospen- und Rhizomgeophyten ist an die Frühjahrsbearbeitung besonders gut angepaßt. Sie durchbrechen vielfach erst nach dem Pflügen die Bodenoberfläche und können dann während des gesamten Sommers ungestört assimilieren und Reservestoffe in den tiefliegenden unterirdischen Organen speichern (OTZEN & KORIDON 1970, HAHN et al. 1979). Selbst eine Zerkleinerung der austreibenden Wurzelteile im Frühjahr fördert diese Geophyten relativ, da sie sich zu diesem Zeitpunkt aus den wasser- und nährstoffreichen Rhizom- und Wurzelfragmenten rasch regenerieren. Ein Pflügen im Sommer beeinträchtigt dagegen die wichtige Reservestoffbildung und erfolgt zudem in einer Jahreszeit, in der die Austriebskraft der Geophyten bereits erlahmt ist.

Durch das spätere Pflügen werden die Hemikryptophyten etwas begünstigt, was vor allem auf den höheren Anteil an Horsthemikryptophyten zurückzuführen ist. Quantitativ wichtiger waren jedoch die Kriechhemikryptophyten, deren Ausläuferreste sich nach der Bodenbearbeitung im Frühjahr und Sommer gleichermaßen gut bewurzelten.

In der zeitlichen Entwicklung war für die im Frühjahr gepflügten Flächen zu Beginn der Vegetationsentwicklung (1. bis 5. Jahr) ein hoher Anteil an Therophyten, im mittleren Abschnitt (5. - 10. Jahr) ein hoher Anteil an Geophyten und ein ständig zunehmender Anteil an Hemikryptophyten mit fortschreitender Versuchsdauer typisch. In den letzten drei bis vier Jahren nahm der Anteil der Therophyten auf Kosten der Geophyten wieder etwas zu und lag 1983 zwischen 30 und 40%. Etwas anders stellte sich die Entwicklung auf den im Sommer gepflügten Flächen dar. Hier sank der Anteil der Therophyten bis 1977 auf knapp 20%, stieg danach aber wieder stark an und erreichte 1983 80 bis 90% des Gesamtdeckungsgrades. Auch hier geschah dies in erster Linie auf Kosten der Geophyten, aber auch der Anteil der Hemikryptophyten verringerte sich. Ob die zuletzt gegebenen Mengenverhältnisse der drei Lebensformen zueinander einen endgültigen Charakter besitzen, muß auf Grund der starken Veränderungen im bisherigen Beobachtungszeitraum bezweifelt werden. Unklar sind auch die Ursachen für die Verschiebungen.

Bei Therophyten, Geophyten und Hemikryptophyten besteht außerdem eine deutliche Beziehung zur 1968 erfolgten Vorbehandlung. Je intensiver die Sterilisation ausfiel, desto niedriger war der Anteil der Geophyten, deren Vermehrung und Ausbreitung nahezu ausschließlich vegetativ über Wurzelknospen oder Rhizome erfolgt. Sie wurden durch die Hitze-Sterilisation vernichtet, während Trapex-Sterilisation und Pflügen als Vorbehandlung den ursprünglich vorhandenen Geophytenbestand nur wenig beeinträchtigten. Dementsprechend waren diese Unterschiede im ersten Jahrzehnt der Vegetationsentwicklung

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

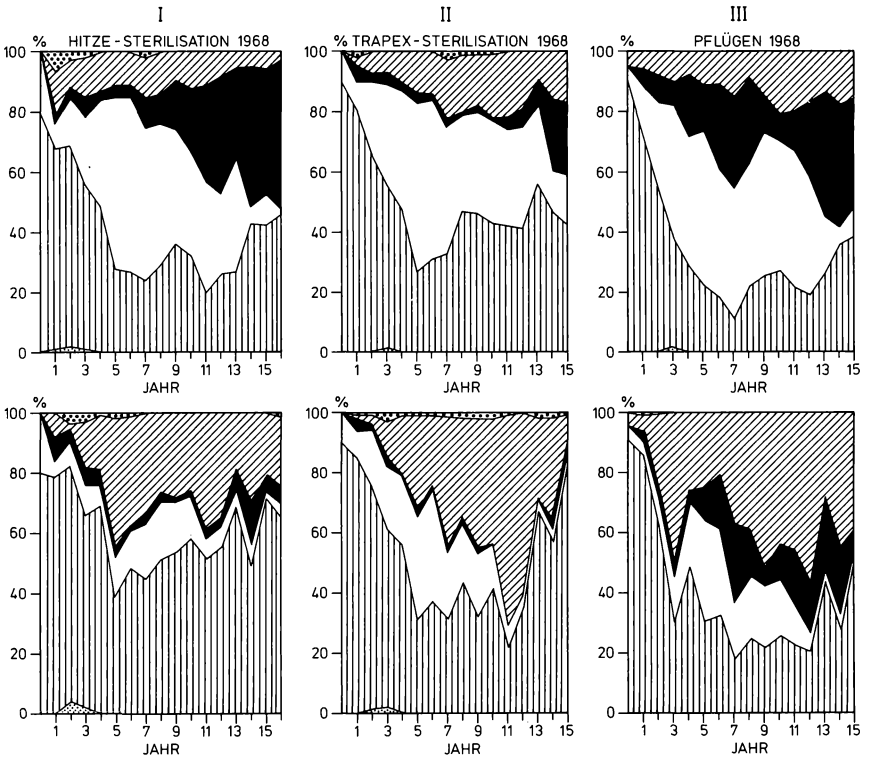
besonders auffällig, während sie heute mehr und mehr verschwinden und der Einfluß des Bearbeitungszeitpunkts stärker prägend wirkt. Der unterdurchschnittliche Geophytenanteil wurde auf den hitzesterilisierten Streifen zunächst durch einen signifikant höheren Anteil an Therophyten, später auch an Hemikryptophyten kompensiert. Auffallend niedrig blieb der Anteil an Hemikryptophyten auf den trapex-vorbehandelten Flächen, auf denen im langjährigen Mittel die Therophyten mit knapp 50% Deckungsgradanteil die wichtigste Lebensformengruppe stellten. Bei fehlender Sterilisation entwickelte sich aus dem Diasporenvorrat des Bodens und durch Zuwanderung ein Pflanzenbestand, in dem im 15jährigen Mittel Therophyten, Geophyten und Hemikryptophyten je ein Drittel ausmachten.

3. Pflanzensoziologische Zuordnung

Die pflanzensoziologischen Spektren (Abb. 3) werden geprägt durch Vertreter der Klassen *Stellarietea mediae*, *Artemisietea*, *Plantaginetea* und *Molinio-Arrhenatheretea*. Die Arten der therophytenreichen Ackerunkraut-Gesellschaften und des Wirtschaftsgrünlandes traten signifikant auf den sommer-, die der Stickstoff-Krautfluren und Trittrasen auf den frühjahrsgepflügten Streifen auf. Eine Aufteilung der Ackerunkräuter in die weit verbreiteten Klassenkennarten sowie die Ordnungs-Kennarten der Getreide- und Hackfruchtgesellschaften erbrachte nur zum Teil die erwartete eindeutige Beziehung zwischen der Artenzusammensetzung und dem Bodenbearbeitungstermin. Während die Klassenkennarten mit Therophyten, die überwiegend Immerkeimer und -blüher sind, auf den im Frühjahr gepflügten Flächen höhere Anteile erreichten, waren *Chenopodietalia*- und *Secalinietalia*-Arten auf den im Sommer gepflügten Streifen stärker vertreten. Vertreter der Getreideunkraut-Gesellschaften waren dabei deutlich weniger häufig als die typischen Hackfruchtunkräuter. Unterschiede zwischen beiden Gesellschaften werden im wesentlichen auf den Zeitpunkt der Bodenbearbeitung und die Nährstoffversorgung zurückgeführt (ELLENBERG 1982). Eine Düngung, die die Hackfruchtunkräuter begünstigt, oder ein Nährstoffentzug durch eine Ernte erfolgte in keiner Versuchsvariante.

Der Abstand zwischen den beiden Bodenbearbeitungsterminen Ende April und Mitte Juli reichte offensichtlich nicht aus, um die angenommenen Unterschiede experimentell nachzuvollziehen. Insbesondere der niedrige Anteil an Wintergetreide-Unkräuter zeigt, daß die Kaltkeimer nach dem Pflügen im Frühjahr und Sommer keine optimalen Startbedingungen hatten. Es muß aber offen bleiben, ob eine einmalige Bodenbearbeitung im Herbst ein wesentlich anderes Ergebnis gebracht hätte. So zeigen auch vergleichbare Untersuchungen von PEROZZI & BAZZAZ (1978) von Flächen, die zu vier verschiedenen Terminen zwischen Mitte April und Anfang August einmal gepflügt wurden, deutliche Verschiebungen in den Mengenanteilen der Arten. Sie betreffen im wesentlichen nur weitverbreitete Hackfruchtarten; Hinweise auf eine andere Artenzusammensetzung fehlen.

In der zeitlichen Entwicklung lassen sich Parallelen zu den Lebensformen erkennen. Ähnlich wie bei den Therophyten lag der Anteil der Kennarten aus den Ackerunkraut-Gesellschaften im mittleren Abschnitt des 15jährigen Beobachtungszeitraumes am niedrigsten. Während diese Arten auf den frühjahrsgepflügten Flächen 1983/84 mit 40 bis 50% am Gesamtdeckungsgrad beteiligt waren, lagen sie auf den sommergepflügten Flächen mit 50 bis 85% fast in der Höhe der ersten Versuchsjahre. Ruderalarten waren im mittleren Abschnitt (3. bis 12. Jahr) besonders reichlich vertreten. In den letzten drei bis vier Beobachtungsjahren schrumpfte ihr Anteil dagegen sehr deutlich und erreichte im Mittel nur noch 10%. Dagegen breiteten sich die Trittpflanzen - besonders auf den im Frühjahr gepflügten Streifen - stark aus. Das Verhalten der Grünlandarten war nicht einheitlich. Allgemein hat ihr Anteil seit Versuchsbeginn



SOZIOLOGIE

	Mittlerer Deckungsgradanteil pro Jahr	
	PFLÜGEN IM FRÜHJAHR	PFLÜGEN IM SOMMER
Querco-Fagetea	0.1	0.1
Epilobietea angustifoliae	0.4	0.7
Molinio-Arrhenatheretea	12.7	30.7
Plantaginetea	15.2	6.2
Artemisietea	33.0	13.8
Stellarietea mediae	23.5	16.9
Chenopodietalia	12.9	26.4
Secalietalia	2.1	4.3
Phragmitetea	0.1	0.2

Abb. 3: Veränderungen im Deckungsgradanteil pflanzensoziologisch gefaßter Artengruppen von 1969 bis 1983 (Hitze-Sterilisation bis 1984). Rechts ist der mittlere Deckungsgradanteil pro Versuchsstreifen und Vegetationsperiode angegeben. Unterstrichen ist der signifikant höhere Deckungsgradanteil (A = 0,05).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft, www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

ständig zugenommen, vereinzelt konnte in den letzten fünf Jahren aber auch ein Rückgang beobachtet werden.

Zwischen den soziologisch gefaßten Artengruppen und der 1968 erfolgten Vorbehandlung besteht vielfach eine statistisch gesicherte Beziehung, ohne daß sich diese auch immer einleuchtend erklären ließe. Der Anteil von Arten aus den Ackerunkraut-Gesellschaften, insbesondere an *Chenopodietalia*-Arten war auf den sterilisierten Flächen deutlich höher als auf der nicht sterilisierten Fläche, wo andererseits *Artemisietea*- und besonders *Arrhenatheretalia*-Arten stärker vertreten waren. Offensichtlich befinden sich immer Diasporen dieser meist ausdauernden Arten im Ackerboden, ihre Einwanderungsgeschwindigkeit ist aber geringer als bei den meist annuellen Ackerunkräutern. So erklärt sich auch der relativ hohe Anteil an Ruderal- und Grünlandarten auf den nicht sterilisierten Flächen gerade zu Beginn der Vegetationsentwicklung. Ähnliche Schlüsse zog auch BORSTEL (1974) aus Untersuchungsergebnissen über den Samenvorrat im Boden und die Erstbesiedlung von Brachflächen.

Tab. 2: Einfluß des Zeitpunkts der Bodenbearbeitung auf den Deckungsgrad einzelner Arten. Ergebnisse der Varianzanalyse und des DUNCAN-Tests (α = 0,05) aller im Frühj. (= Frühjahr) und im Som. (= Sommer) gepflügten Flächen bzw. der Wechselwirkung "Zeitpunkt der Bodenbearbeitung/Vorbehandlung 1968". Angegeben ist der mittlere Deckungsgrad pro Versuchsstreifen und Vegetationsperiode (1969 - 1983). Unterstrichen ist der signifikant höhere Deckungsgrad. In der letzten Spalte ist die kleinste sicherbare Differenz (KSD) zwischen zwei Mittelwerten der Wechselwirkung "Zeitpunkt der Bodenbearbeitung/Vorbehandlung 1968" angegeben. Vorbehandlung 1968: H = Hitze-Sterilisation, T = Trapex-Sterilisation, N = keine Sterilisation.
Die physiognomische und pflanzensoziologische Zuordnung der Arten erfolgte nach SCHMIDT (1981).
Lebensformen: TA = Therophyta aestivalia; TH = Therophyta hivernalia; TB = Therophyta biannuellia; TE = Therophyta epeteia; GK = Geophyta radicigemma; GR = Geophyta rhizomatosa; HS = Hemikryptophyta scaposa; HC = Hemikryptophyta caespitosa; HR = Hemikryptophyta reptantia; NP = Nanophanerophyta; MP = Makrophanerophyta.
Soziologische Zuordnung (K. = Klasse; O. = Ordnung): SM = Stellarietea-mediae (K.); CH = Chenopodietalia (O.); SE = Secalietalia (O.); AT = Artemisietea (K.); PL = Plantaginetea (K.); MA = Molinio-Arrhenatheretea (K.); MO = Molinietalia (O.); AR = Arrhenatheretalia (O.); EA = Epilobietea-angustifolii (K.); FA = Fagetalia (O.).

Lebensform	Soziologie	Zeitpunkt der Bodenbearbeitung Vorbehandlung 1968	Frühj. H,T,N	Som. H,T,N	Wechselwirkung "Zeitpunkt/Vorbehandlung" Frühj. H	Frühj. T	Frühj. N	Som. H	Som. T	Som. N	KSD
		Gesichertes Deckungsgradmaximum auf im Frühj. gepflügten Streifen, gesicherte Wechselwirkung "Zeitpunkt/Vorbehandlung"									
GK	AT	Tussilago farfara	13.74	9.04	12.51	14.41	14.29	5.47	10.63	11.01	2.21
TA	SM	Sinapis arvensis	4.51	0,59	2.41	6.40	4.71	0.15	0.55	1.07	1.52
GK	AT	Sonchus arvensis	4.13	0.06	3.26	2.63	6.51	-	0.15	0.03	1.89
HR	PL	Agrostis stolonifera	2.04	0.16	5.79	0.34	-	0.48	0.01	0.01	2.03
GR	PL	Agropyron repens	1.31	0.16	-	-	3.93	-	-	0.47	0.67
GR	MA	Poa pratensis	0.65	0.04	-	0.05	1.91	0.11	+	0.01	0.67
TA	SM	Tripleurospermum inodorum	0.56	0.20	1.12	0.20	0.36	0.41	+	0.21	0.32
TA	SM	Polygonum persicaria	0.54	0.01	0.28	0.90	0.45	+	+	0.01	0.27
TA	CH	Euphobia helioscopia	0.48	0.06	0.11	0.62	0.72	0.05	0.03	0.11	0.25
TA	CH	Atriplex patula	0.36	0.01	0.91	0.13	0.03	+	0.03	0.01	0.46
GR	MO	Stachys palustris	0.30	0.02	0.28	-	0.61	0.01	+	0.05	0.22
HS	AT	Solidago canadensis	0.28	0.03	0.07	0.59	0.17	0.03	0.03	0.03	0.18
HS	PL	Plantago major	0.24	0.03	0.04	0.41	0.26	+	0.05	0.05	0.16
TA	SE	Anagallis arvensis	0.20	0.02	0.06	0.31	0.25	0.01	0.02	0.02	0.13
HS	AT	Achillea millefolium	0.08	+	0.23	-	+	+	-	-	0.09
		Gesichertes Deckungsgradmaximum auf im Frühj. gepflügten Streifen, keine gesicherte Wechselwirkung "Zeitpunkt/Vorbehandlung"									
HR	PL	Ranunculus repens	5.28	3.69	4.19	2.00	9.67	1.49	0.26	9.31	n.s.
TH	AT	Galium aparine	1.85	0.12	2.58	1.93	1.05	0.23	0.05	0.09	n.s.
TA	CH	Chenopodium album	1.54	0.12	1.45	2.02	1.14	0.07	0.21	0.09	n.s.
TE	PL	Poa annua	0.58	0.26	0.91	0.54	0.29	0.51	0.19	0.06	n.s.
TA	SM	Fallopia convolvulus	0.56	0.04	0.45	0.67	0.56	+	0.03	0.07	n.s.
TA	SE	Silene noctiflora	0.20	0.02	0.12	0.34	0.15	+	0.03	0.02	n.s.
NP	EA	Salix caprea	0.02	+	0.04	0.03	+	+	-	-	n.s.
HR	EA	Fragaria vesca	0.02	-	0.03	0.03	-	-	-	-	n.s.
HS	AT	Urtica dioica	0.02	-	0.03	0.03	-	-	-	-	n.s.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Der Zufall der Erstbesiedlung spiegelt sich in der Verteilung von *Plantaginetea*-Arten wider. Ausdauernde Pflanzen wie *Agropyron repens*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus repens* u.a. besitzen häufig ein ausgeprägtes vegetatives Wachstum, ihre Neuansiedlung aus Samen gelingt dagegen nur selten (FALINSKA 1979, DOUST 1981, BÖTTGER et al. 1982). Der Anteil der Trittpflanzen-Arten war auf dem nicht sterilisierten Streifen am höchsten, was sicher mit auf die in der alten Ackerfläche bereits vegetativ vorhandenen Pflanzen zurückzuführen ist. Auf den hitze-sterilisierten Flächen erfolgte die Neubesiedlung zufällig eher als auf den trapex-sterilisierten Streifen. So ergeben sich auch heute noch deutliche Unterschiede in den Mengenanteilen zwischen diesen beiden Sterilisationsvarianten.

4. Einzelne Arten

Eine statistische Auswertung (Varianzanalyse, DUNCAN-Test) ergab, daß sich nach dem Zeitpunkt der Bodenbearbeitung 51 von 147 Arten in ihrer Deckungsgradentwicklung signifikant unterschieden (Tab. 2). In jeder Gruppe sind die in der physiognomischen und soziologischen Gliederung genannten Schwerpunkte wiederzufinden, nämlich ein hoher Anteil an Therophyta aestivalia und Geophyten bzw. *Arte-*

Lebensform	Soziologie	Zeitpunkt der Bodenbearbeitung Vorbehandlung 1968	Früh. H,T,N	Som. H,T,N	Wechselwirkung "Zeitpunkt/Vorbehandlung" Früh. H	Früh. T	Früh. N	Som. H	Som. T	Som. N	KSD
		Gesichertes Deckungsgradmaximum auf im Som. gepflügten Streifen, gesicherte Wechselwirkung "Zeitpunkt/Vorbehandlung"									
HS	AR	Taraxacum officinale	2.53	3.93	2.07	3.17	2.34	4.94	3.41	3.45	0.85
TA	CH	Sonchus asper	0.67	3.68	0.65	0.86	0.49	5.25	4.12	1.69	1.34
TE	CH	Veronica persica	0.35	3.09	+	0.57	0.47	1.28	4.35	3.63	1.26
HC	AR	Arrhenatherum elatius	0.16	2.89	-	0.01	0.48	-	0.03	8.63	2.90
TA	CH	Crepis pulchra	0.03	2.52	0.07	0.01	-	5.33	1.93	0.29	1.76
TH	CH	Bromus sterilis	0.07	2.49	-	0.20	0.01	0.57	6.03	0.87	3.13
TH	SM	Myosotis arvensis	0.12	1.54	0.08	0.11	0.15	0.91	1.47	2.25	0.54
TH	AR	Bromus hordeaceus	0.01	1.41	-	0.03	-	0.31	3.64	0.29	1.44
TE	CH	Veronica polita	0.12	0.60	0.09	0.17	0.11	0.93	0.52	0.34	0.28
GR	SM	Equisetum arvense	0.15	0.55	0.41	-	0.04	1.01	0.35	0.28	0.18
HC	MA	Festuca pratensis	0.02	0.43	0.03	0.03	-	1.29	+	-	0.53
TH	CH	Senecio vernalis	0.01	0.38	+	0.03	-	+	0.99	0.15	0.37
HS	EA	Epilobium angustifolium	0.06	0.33	0.04	0.13	+	0.34	0.65	-	0.17
TA	SE	Valerianella dentata	+	0.24	-	-	+	+	0.07	0.65	0.19
HS	PL	Rumex crispus	0.07	0.22	0.18	+	0.02	0.03	0.06	0.57	0.19
GR	EA	Calamagrostis epigejos	+	0.11	-	+	-	0.01	0.33	+	0.10
TE	CH	Fumaria officinalis	0.01	0.09	0.01	+	0.01	0.07	0.01	0.19	0.08
HC	AR	Phleum pratense	0.01	0.06	-	0.01	+	-	0.17	0.01	0.07
		Gesichertes Deckungsgradmaximum auf im Som. gepflügten Streifen, keine gesicherte Wechselwirkung "Zeitpunkt/Vorbehandlung"									
HR	MA	Poa trivialis	2.64	7.88	2.06	3.79	2.08	6.43	8.29	8.91	n.s.
TB	AR	Crepis capillaris	0.18	5.23	0.09	0.31	0.13	2.51	6.94	6.23	n.s.
TH	SE	Papaver rhoeas	0.16	2.06	0.19	0.09	0.20	2.29	1.31	2.57	n.s.
TE	CH	Capsella bursa-pastoris	0.17	1.63	0.33	0.12	0.07	1.91	1.03	1.95	n.s.
TH	SM	Arenaria serpyllifolia	0.52	1.54	0.53	0.59	0.43	1.72	1.61	1.27	n.s.
TE	CH	Senecio vulgaris	0.24	1.06	0.13	0.27	0.33	1.07	0.83	1.30	n.s.
TA	AR	Trifolium dubium	0.03	0.39	0.05	0.02	0.03	0.40	0.36	0.42	n.s.
TE	SM	Stellaria media	0.15	0.37	0.17	0.18	0.09	0.31	0.43	0.39	n.s.
TH	SM	Veronica arvensis	+	0.07	+	+	+	0.13	0.04	0.04	n.s.
MP	FA	Fraxinus excelsior	0.01	0.05	0.01	+	+	0.05	0.05	0.05	n.s.
		Wechselwirkung "Zeitpunkt/Vorbehandlung" allein gesichert									
TH	SM	Bromus arvensis	0.58	1.06	1.03	0.67	0.04	3.17	+	+	1.30
HS	AR	Picris hieracioides	0.84	0.76	0.22	1.32	0.98	0.51	0.83	0.93	0.32
TH	SE	Aphanes arvensis	+	0.01	-	-	+	-	+	0.02	0.01

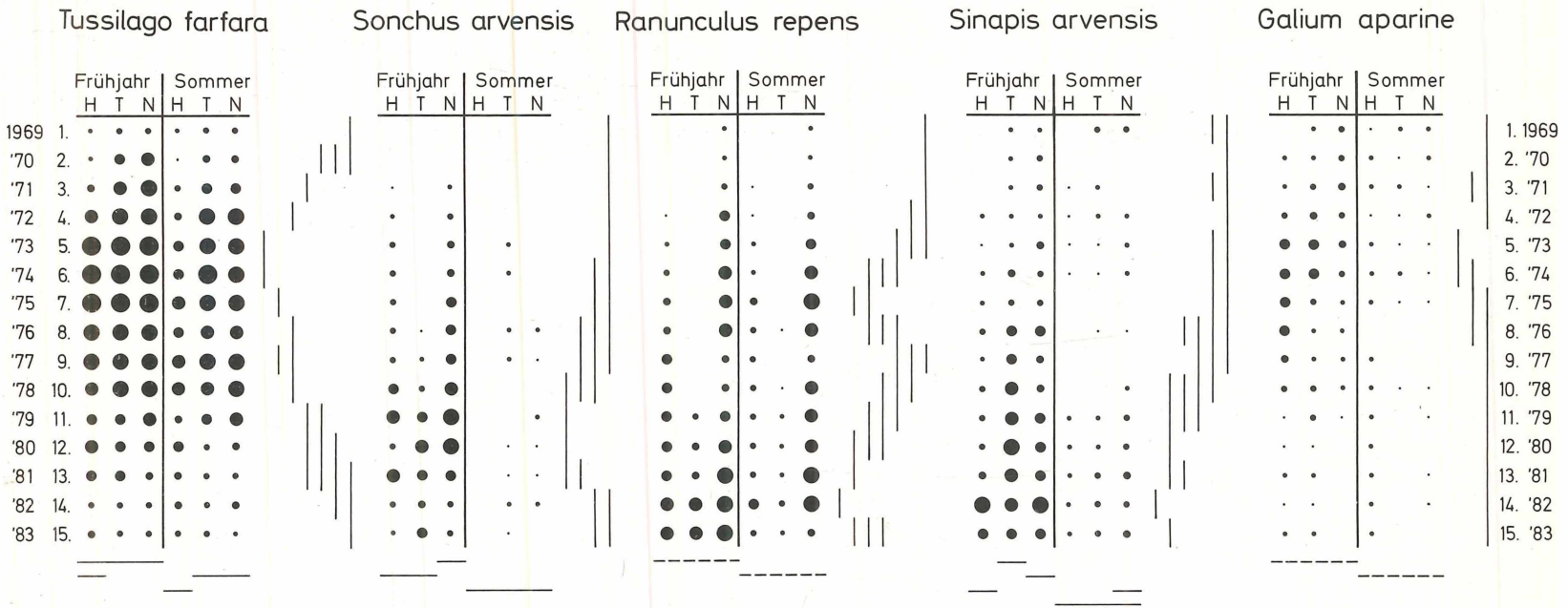


Abb. 4a: Veränderungen im Deckungsgrad ausgewählter Arten, die durch die Bodenbearbeitung im Frühjahr stärker gefördert wurden als durch die Bodenbearbeitung im Sommer. Die Deckungsgrade von 1969 bis 1983 (1. bis 15. Vegetationsperiode) sind in Anlehnung an die Skala von LONDO (1975) durch unterschiedlich große Kreise dargestellt. Die Ergebnisse der Varianzanalyse und des DUNCAN-Tests (a = 0,05) sind als Strichdiagramme wiedergegeben. Waagerecht durch einen durchgehenden Strich verbundene Bodenbearbeitungszeitpunkt-/Vorbehandlungsvarianten unterscheiden sich in ihren Mittelwerten nicht signifikant. *Ranunculus repens* und *Galium aparine* reagierten nur insgesamt gesehen auf eine Bodenbearbeitung im Frühjahr positiv (gestrichelte waagerechte Linie). Senkrecht durch einen Strich verbunden sind nicht signifikant zu unterscheidende Vegetationsperioden.
Vorbehandlung 1968: H = Hitze-Sterilisation, T = Trapex-Sterilisation, N = keine Sterilisation.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft, www.tuexenia.de, download unter www.zobodat.at

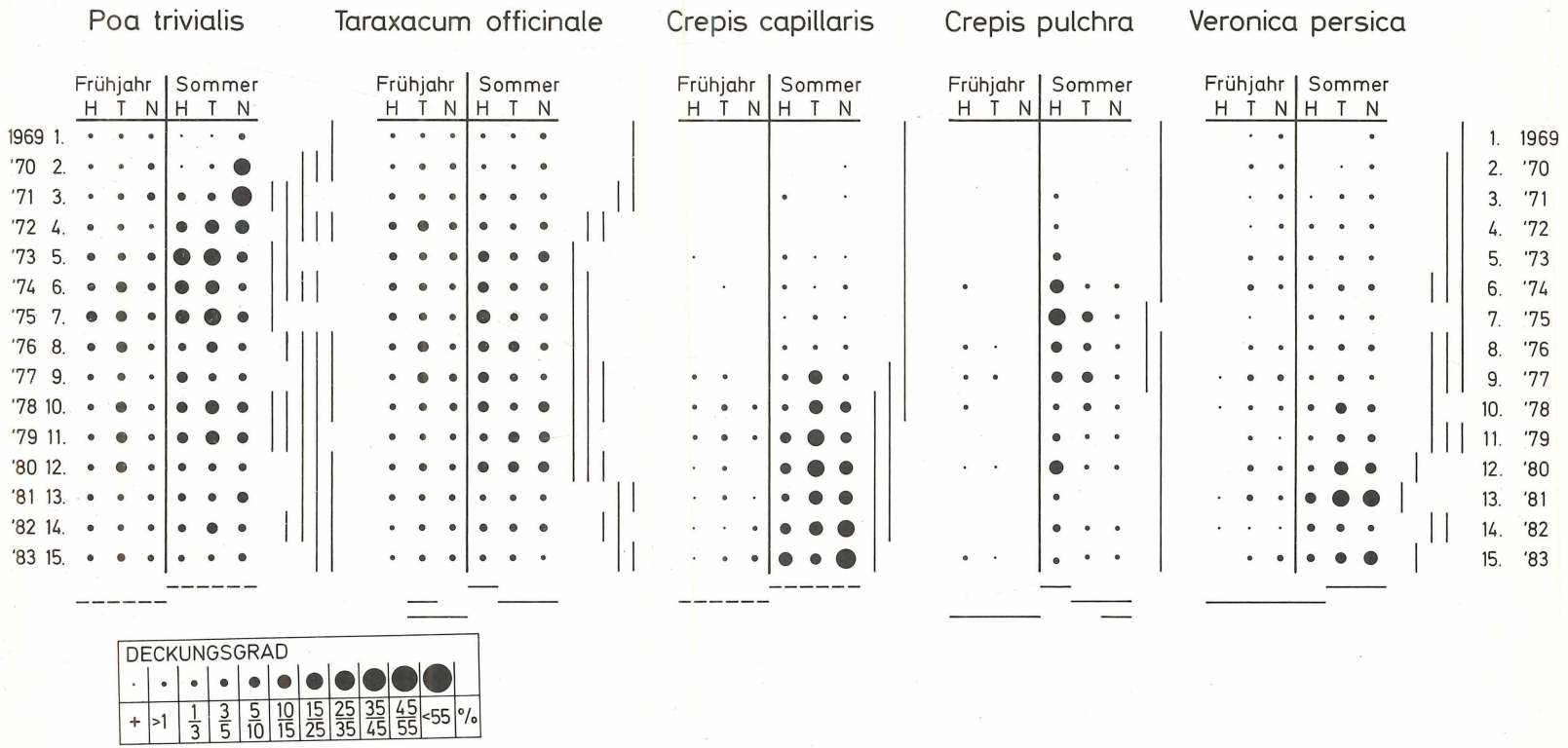


Abb. 4b: Veränderungen im Deckungsgrad ausgewählter Arten, die durch die Bodenbearbeitung im Sommer stärker gefördert wurden als durch die Bodenbearbeitung im Frühjahr. Weitere Erläuterung s. Abb. 4a.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft, www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

misietea- und *Plantaginetea*-Arten auf den frühjahrsgepflügten sowie verstärkt Therophyta hivernalia und Therophyta epeteia bzw. *Chenopodietalia*- und *Molinia-Arrhenatheretea*-Arten auf den sommergepflügten Streifen. Im Hinblick auf die 1968 erfolgte Vorbehandlung läßt sich aus Tabelle 2 auch der hohe Anteil an Wurzelunkräutern auf den im Frühjahr bearbeiteten, nicht sterilisierten Flächen ablesen.

Tabelle 2 vergleicht die beiden Bodenbearbeitungsvarianten nur in ihrer Gesamtheit und gibt nicht die zeitliche Entwicklung auf den unterschiedlich vorbehandelten Flächen wieder. Im Wechselspiel zwischen ökologischem und dynamischem Verhalten (SCHMIDT 1981) zeigt fast jede Art ein anderes Verteilungsmuster, auf das im Einzelnen hier nicht eingegangen werden kann. Stellvertretend soll an 10 Arten (Abb. 4) das Ineinandergreifen von Sterilisation, Bodenbearbeitungstermin und zeitlicher Entwicklung dargestellt werden. Es wurden Arten ausgewählt, die entweder auf den im Frühjahr oder auf den im Sommer gepflügten Flächen einen deutlichen Schwerpunkt hatten und auch quantitativ eine führende Rolle in der bisherigen Vegetationsentwicklung gespielt haben:

Schwerpunkt auf im Frühjahr gepflügten Flächen:

Tussilago farfara	*Sinapis arvensis*
Sonchus arvensis	*Galium aparine*
Ranunculus repens	

Schwerpunkt auf im Sommer gepflügten Flächen:

Poa trivialis	*Crepis pulchra*
Taraxacum officinale	*Veronica persica*
Crepis capillaris	

Besonders in ausdauernden Ruderalgesellschaften (*Artemisietea*) finden sich als Wurzelknospengeophyten der Huflattich (*Tussilago farfara*) und die Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*). Bei beiden Arten erscheinen erst Anfang Mai die Blätter an der Bodenoberfläche. Eine zuvor erfolgte Bodenbearbeitung beeinträchtigt die Assimilationsorgane somit wenig. Durch das Pflügen im Sommer werden aber beide Arten in ihrer Reservestoffbildung und Nährstoffverlagerung stark behindert (BAKKER 1960, OGDEN, 1974, HAHN et al. 1979, BOSTOCK 1980, SCHMIDT 1981), da die Blätter bis in den Herbst hinein grün bleiben.

Für die generative Vermehrung ist der Zeitpunkt einer Bodenbearbeitung im Frühjahr ebenfalls günstiger. *Tussilago* blüht und fruchtet bereits im März/April. Der Huflattich besitzt keine Samenruhe, seine Embryonen sind nur kurze Zeit lebensfähig und entwickeln sich nur in der kurzen Zeit nach dem Ausstreuen der Achänen (BOSTOCK 1978, BOSTOCK & BENTON 1979). Die leichte Windverbreitung der zahlreichen flugfähigen Früchte hat sicher dazu beigetragen, daß *Tussilago farfara* bereits im ersten Jahr auf allen Versuchsflächen zu finden war. Er erreichte in der 5. und 6. Vegetationsperiode (1973/74) seine höchsten Deckungsgrade. Seitdem ist auf allen Versuchsflächen eine deutliche Abnahme dieses lichtbedürftigen Geophyten zu beobachten, was vermutlich auf die Zunahme von hochwüchsigen Therophyten und Hemikryptophyten zurückzuführen ist.

Die Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*) trat erstmals 1971 auf und fehlte in der alten Ackerfläche. Offensichtlich spielt die Samenverbreitung bei *Sonchus arvensis* eine geringere Rolle als bei *Tussilago*. Außerdem sind die Keimlinge in der Ansiedlungsphase sehr empfindlich. PEGTEL (1976) stellte bei der Ackervarietät von *Sonchus arvensis* fest, daß durch Trockenheit alle Keimlinge abstarben, während gleichzeitig ein Teil der Dünenvarietät überlebte. Aus der zufälligen Erstansiedlung haben sich inzwischen durch vegetative Vermehrung, gefördert durch die Zerkleinerung der dicken

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Wurzel- und Rhizomstücke, auf den frühjahrsgepflügten Streifen dichtere Herden gebildet, die in Trockenjahren wie 1982/83 deutlich schwächer wuchsen. Nach PEGTEL (1976) ist diese Regenerationsfähigkeit aus unterirdischen Pflanzenteilen im Herbst niedriger als im Frühjahr und erklärt damit auch die unterschiedliche Verteilung von *Sonchus arvensis* auf frühjahrs- und sommergepflügten Streifen.

Eine deutliche Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Erstansiedlung zeigte der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*). Er war in der alten Ackerfläche vorhanden, wurde aber durch die Sterilisation vernichtet. Dementsprechend entwickelte sich auf den nicht sterilisierten Streifen rasch wieder ein größerer Bestand, gefördert durch die asexuelle Vermehrung mit Stolonen. Obwohl die Zahl der Samen recht hoch und von langer Lebensdauer zu sein scheint (siehe Literaturzusammenstellung bei NILSSON 1981), erfolgt die Eroberung neuer Flächen auf generativem Weg nur gelegentlich. Auf den hitzesterilisierten Streifen wurde *Ranunculus repens* ab 1971/72, auf den trapex-sterilisierten Streifen erst ab 1978/79 regelmäßig beobachtet. Über ähnliche Ergebnisse berichten auch FALINSKA (1979) und DOUST (1981): Im Grasland und in Wäldern vermehrt sich *Ranunculus repens* überwiegend vegetativ. Die Keimungsrate liegt trotz großen Samenvorrats im Boden sehr niedrig, und bei einer hohen Mortalität der Keimlinge besteht nur gelegentlich die Chance einer individuellen Neuansiedlung. Besonders selten ist sie in konkurrenzstarken Pflanzengesellschaften.
Auffällig in der zeitlichen Entwicklung der *Ranunculus repens*-Bestände war, daß die als helo- bis hygromorph geltende Art besonders in den trockenen Jahren (1975/76; 1982/83) insgesamt die höchsten Deckungsgrade aufwies. Vielleicht hängt dies mit den wechselfeuchten Bedingungen (feuchtes Frühjahr, sehr trockener Sommer) zusammen, die *Ranunculus repens* besonders gut ertragen kann (ELLENBERG 1982); vielleicht aber auch mit einem Konkurrenzvorteil dieser niedrigwüchsigen Art gegenüber hochwüchsigen und dicht schließenden Konkurrenten bei trockenen Bedingungen.

Die beiden auf den im Frühjahr gepflügten Flächen besonders hervortretenden Therophyten *Sinapis arvensis* und *Galium aparine* unterscheiden sich besonders durch ihr zeitliches Auftreten. Das Kleblabkraut war nur 1973/74 reichlich vorhanden und nahm danach wieder stark ab. Als Wintereinjährige (Therophyta hivernalia), die bereits Ende April/Anfang Mai die höchste Stoffproduktion erreicht (AL-MUFTI et al. 1977), wird *Galium aparine* durch die Bodenbearbeitung im Frühjahr langfristig doch stark beeinträchtigt. Abweichend von vielen anderen Winterannuellen (s.u.) trat *Galium aparine* jedoch nicht verstärkt in den sommergepflügten Flächen auf.

Sinapis arvensis kann als typischer Vertreter der Sommereinjährigen (Therophyta aestivalia) gelten, die für die im Frühjahr gepflügten Flächen besonders kennzeichnend sind. Bei zum Teil starken Schwankungen von Jahr zu Jahr - ein typisches Merkmal vieler Samenunkräuter - hat der Deckungsgrad des Ackersenfs im Laufe der Jahre allmählich zugenommen. Nach LAUER (1953) gehört *Sinapis arvensis* zu den Kaltkeimern mit optimalen Keimprozenten bei Temperaturen von 2-7°C. EDWARDS (1980) fand im Frühjahr ein reichliches Auflaufen der *Sinapis*-Samen nach Regen, sofern die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe über 4.4°C lag. Entsprechende Bodentemperaturen herrschen bis Mitte Mai auch auf der Versuchsfläche vor, so daß man bereits kurz nach der Bodenbearbeitung viele Keimlinge beobachten kann. Klimatische Faktoren, besonders Trockenheit in Verbindung mit hoher Einstrahlung, verringern die Pflanzenzahl und die Reproduktionskapazität von *Sinapis arvensis* später z.T. drastisch (EDWARDS 1980).

Ähnlich wie *Sinapis arvensis* und in Übereinstimmung mit Untersuchungsergebnissen von PEROZZI & BAZZAZ (1978) verhielt sich übri-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

gens auch *Chenopodium album*. Diese Art wurde aber von LAUER (1953), WATANABE & HIROKAWA (1974) und HAYASHI (1979) als Warmkeimer mit einem Keimungsoptimum von 20-25°C eingestuft. Dies zeigt, daß die in autökologischen Versuchen mit Laborthermostaten ermittelten optimalen Keimungstemperaturen nicht ohne weiteres auf die synökologischen Verhältnisse übertragbar sind und diese eindeutig erklären (WERNER 1984).

Für die im Sommer gepflügten Flächen war der hohe Anteil an Grünlandarten charakteristisch. Zwei typische Vertreter im mittleren Abschnitt des bisherigen Sukzessionsverlaufs sind das Gemeine Rispengras (*Poa trivialis*) und der Löwenzahn (*Taraxacum officinale*). Beide Arten vermögen sich aus Samen rasch anzusiedeln (BOSTOCK 1978, BOSTOCK & BENTON 1979, FROUD-WILLIAMS et al. 1984) und erreichen ihre maximale Biomasse bis Ende Juni, also vor dem Bodenbearbeitungstermin im Sommer. Auch in ungestörten Beständen nimmt die grüne Pflanzenmasse bei beiden Arten bereits im Hochsommer steil ab (AL-MUFTI et al. 1977, SCHMIDT 1981). AL-MUFTI et al. (1977) rechnen *Poa trivialis* zu den "perennial vernal species", für die niedriger Wuchs, begrenztes vegetatives Ausbreitungsvermögen sowie eine gewisse Konkurrenzschwäche typisch sind. Sie sind wie die Ruderalarten und Sommerannuellen häufig auf Brachflächen anzutreffen, wo sie jedoch bei starker Beschattung durch höherwüchsige Arten rasch verdrängt werden. Bei *Poa trivialis* spielt sicherlich auch die gute vegetative Regenerationsfähigkeit aus den oberirdischen Ausläufern eine wichtige Rolle bei der Besiedlung der gepflügten Flächen. *Taraxacum* fehlt diese Regenerationsfähigkeit, erhält dafür über seine gut flugfähigen Früchte eine erhebliche Samenzufuhr aus den umliegenden Grünlandflächen. Die Samen finden dann nach dem Pflügen im Sommer auf den offenen Flächen meist ideale Keimungsbedingungen vor.

Von den beiden in Abb. 4b aufgeführten *Crepis*-Arten verhält sich *Crepis capillaris* je nach Standortsverhältnissen entweder als Therophyt oder als kurzlebiger, meist zweijähriger Hemikryptophyt (ELLENBERG 1979). *Crepis capillaris* war ab 1978 auf allen sommergepflügten Streifen stark vertreten. Die Art keimt bei entsprechender Bodenfeuchtigkeit unmittelbar nach dem Pflügen, überwintert mit einer üppig entwickelten Rosette und schließt die generative Phase mit dem Fruchten unmittelbar vor dem Bodenbearbeitungstermin im Juli ab. Auffällig sind die kräftigen, bis zu 1 m hohen Pflanzen auf den gepflügten Streifen, die sich in ihrer Wuchskraft deutlich von den niedrigen Exemplaren der angrenzenden Grünlandversuchsflächen abheben.

Als Sonderfall unter den aufgeführten Beispielen muß *Crepis pulchra* gelten. Diese Pippau-Art ist in Niedersachsen nicht heimisch und wurde 1970 etwa 50 m von der Versuchsfläche entfernt zu Kurszwecken angesät. 1971 trat *Crepis pulchra* erstmals auf dem nächstliegenden Versuchsstreifen auf, 1974 auch auf den weiter entfernt liegenden Flächen. Obwohl diese Art seit längerem nicht mehr im Neuen Botanischen Garten kultiviert wird, hat sie sich auf den gepflügten Flächen bis heute gehalten - allerdings mit starken jährlichen Schwankungen und deutlichem Schwerpunkt auf den im Sommer bearbeiteten Böden.

Starke Schwankungen von Jahr zu Jahr zeichnen auch die kurzlebigen *Veronica*-Arten aus, von denen stellvertretend in Abb. 4b *Veronica persica* dargestellt ist. Sie keimen am besten im Spätsommer und Herbst (FROUD-WILLIAMS et al. 1984) überwintern als kleine Pflänzchen, um im zeitigen Frühjahr vor dem Beginn der starken Beschattung durch hochwüchsige Konkurrenten zu blühen und zu fruchten. Im Hochsommer sind sie bereits wieder vergilbt. Eine Bodenbearbeitung im Frühjahr trifft diese Therophyten gerade in der wichtigen Phase der Reproduktion und konzentriert sie daher auf die sommer-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

gepflügten Flächen. Durch Trockenperioden im Frühjahr und Spätsommer werden die *Veronica*-Arten sowohl in der Reproduktions- als auch in der Keimlingsphase stark beeinträchtigt (KOCH 1955). Dies ist sicher der Grund für die von Jahr zu Jahr stark schwankenden Deckungsgrade.

MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN ZUR ERHALTUNG BEDROHTER ACKERWILDKRÄUTER AUF ALLEIN BODENBEARBEITETEN FLÄCHEN

Ackerpflanzen-Gesellschaften zeichnen sich u.a. durch einen hohen Anteil an kurzlebigen Arten aus. Als konkurrenzschwache "r-Strategen" besitzen die Therophyten eine hohe Samenproduktion und Entwicklungsgeschwindigkeit mit einer starken Ausbreitungstendenz und besiedeln bevorzugt offene, vegetationsfreie Böden. Auf Ackerflächen mit einer regelmäßigen Bodenbearbeitung müssen sie der Konkurrenz der ebenfalls meist einjährigen Kulturpflanzen gewachsen sein. Auf Ackerbrachen und Ruderalflächen sind die Therophyten nur während der ersten Jahre zu finden, da sich hier unter ungestörten Bedingungen rasch langlebige und höherwüchsige Stauden, Gräser und Holzgewächse durchsetzen (SCHMIDT 1981).

Mit der Intensivierung der Landwirtschaft hat die Segetalflora in Mitteleuropa ganz erhebliche Veränderungen und Verluste erfahren (MEISEL 1972, MEISEL & HÜBSCHMANN 1976, ELLENBERG 1982). 25 bis 30 Prozent der rund 260 Ackerwildkrautarten in der Bundesrepublik Deutschland werden heute als gefährdet oder verschollen eingestuft (TRAUTMANN 1976, HAEUPLER et al. 1983, KORNECK 1984). Für den Schutz dieser Arten wurde bisher entweder die Einrichtung von Ackerreservaten (SCHLENKER 1981, SCHLENKER & SCHILL 1979, RODI 1982) oder der Verzicht von Herbiziden in Ackerrandstreifen (SCHUMACHER 1980) mit Erfolg gewählt. In Ackerreservaten wird man überwiegend auf eine gezielte Ansaat der Ackerwildkräuter, bei den Ackerrandstreifen auf die noch vorhandene Segetalflora angewiesen sein.

Die vorgestellten Dauerflächenversuche auf den bodenbearbeiteten Flächen im Neuen Botanischen Garten boten Antworten auf zwei Fragen, die bei der Neubegründung und Sicherung von Ackerunkraut-Gesellschaften eine wichtige Rolle spielen:

1. Welche - insbesondere von den bedrohten - Arten stellen sich ohne Ansaat ein?
2. Ist eine einmal im Jahr stattfindende Bodenbearbeitung allein ausreichend, um mehr oder weniger typische Ackerpflanzen-Gesellschaften zu begründen und zu erhalten?

Eine Auswertung der jährlichen Vegetationsaufnahmen von 1969 bis 1983 (15 Jahre) ergab zwar insgesamt sehr artenreiche Pflanzenbestände mit einem hohen Anteil an Acker-Therophyten (Abb. 1-3). Es siedelten sich jedoch spontan nur wenige der bedrohten Rote-Liste-Arten an. Von den in Tabelle 3 genannten 14 Arten war ein großer Teil nur vorübergehend zu beobachten. Es handelte sich um eine Zufallsbesiedlung ohne Dauer und galt besonders für alle Nicht-Ackerpflanzen wie *Euphrasia rostkoviana*, *Crepis biennis*, *Luzula luzuloides*, *Agrimonia eupatoria* und *Hieracium aurantiacum*. Eine weitere Gruppe mit *Papaver rhoeas*, *Veronica polita* und *Euphorbia exigua* ist im südniedersächsischen Bergland noch nicht als bedroht anzusehen bzw. konnte von HAEUPLER et al. (1983) noch nicht klar in seiner Gefährdung eingestuft werden. Lediglich fünf Ackerwildkräuter mit eindeutiger Rückgangstendenz siedelten sich spontan und langfristig an: *Crepis pulchra*, *Bromus arvensis*, *Sherardia arvensis*, *Silene noctiflora* und *Valerianella dentata*.

Diese relativ geringe Zahl auf den nicht mit Herbiziden und Düngern behandelten Versuchsflächen steht sicher im Zusammenhang mit der starken Verarmung der Segetalflora in der Umgebung der Versuchsflä-

Tab. 3: Arten der Roten Liste auf den jährlich gepflügten Flächen im Neuen Botanischen Garten der Universität Göttingen

Einstufung in der Roten Liste BRD 1)	Niedersachsen 2)			Sippe (Art)	Pflügen im	Auftreten der Art in den Jahren 1969 bis 1983 (1: auf einer; 2: auf zwei; 3: auf drei Flächen)														
						1969	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
2 -				Crepis pulchra -	Frühjahr	-	-	-	-	-	1	-	2	2	1	-	2	-	-	-
				Schöner Pippau	Sommer	-	-	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3
3	!!	3	A*	Bromus arvensis -	Frühjahr	-	1	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	-	-	-
				Ackertrespe	Sommer	-	-	1	-	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2
3 -	!	2	A*	Misopates orontium -	Frühjahr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				Feld-Katzenmaul	Sommer	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	!!	2F/3	A*	Sherardia arvensis -	Frühjahr	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3
				Ackerröte	Sommer	3	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	3	3
	!!	3	A*	Silene noctiflora -	Frühjahr	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3
				Acker-Leimkraut	Sommer	2	2	1	-	1	2	1	2	2	2	-	-	-	-	3
	!!	3	*	Valerianella dentata -	Frühjahr	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
				Gezähntes Rapünzchen	Sommer	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	-	2	2	2
		3		Euphrasia rostkoviana -	Frühjahr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				Wiesen-Augentrost	Sommer	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	1	-	-
		(3F)	*	Papaver rhoeas -	Frühjahr	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	-	-	1	1	3
				Klatsch-Mohn	Sommer	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		(3F)	*	Veronica polita -	Frühjahr	3	3	3	2	3	3	-	3	3	3	1	3	3	-	3
				Glanz-Ehrenpreis	Sommer	3	3	3	3	3	3	-	3	3	3	3	3	3	3	3
		(3F)	*	Euphorbia exigua -	Frühjahr	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				Kleine Wolfsmilch	Sommer	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		(3F)		Crepis biennis -	Frühjahr	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
				Wiesen-Pippau	Sommer	-	-	2	-	-	2	1	2	1	2	1	1	-	3	-
		(3F)		Luzula luzuloides -	Frühjahr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				Schmalblättrige Simse	Sommer	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		(3F)		Agrimonia eupatoria -	Frühjahr	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
				Kleiner Odermennig	Sommer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		(3)		Hieracium aurantiacum -	Frühjahr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
				Orangerotes Habichtskraut	Sommer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) nach KORNECK (1984): 2: stark gefährdet; 3: gefährdet; -: stark kulturabhängige Art.

2) nach HAEUPLER et al. (1983): !: Änderung der Gefährdungskategorie gegenüber 1976; !!: Neuaufnahme; 2: stark gefährdet; 3: allgemeine Rückgangstendenz; F: Gefährdung begrenzt sich auf das Flachland; ( ): Unklares Bild über Rückgang und Gefährdung; A: Archäophyt; *: stark kulturabhängige Art.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

che. Nach WAGENITZ & MEYER (1981) war die Göttinger Unkrautflora um 1900 mindestens so reich wie die Kalkäcker im vergleichbaren Meißnervorland, ist aber heute viel stärker verarmt. Die Auflassung von Äckern auf flachgründigen Böden bei intensiverer Bewirtschaftung mit stärkerem und durchgehenderem Herbizid-Einsatz der restlichen wird als Grund für den besonders starken Artenrückgang im stadtnahen Bereich von Göttingen angesehen. Mit Beginn des Sukzessionsversuches 1968/69 waren bereits viele der früher in der unmittelbaren Umgebung vorhandenen Arten, und die Distanz zum nächsten Fundort bereits zu groß, um eine erfolgreiche Neubesiedlung zu ermöglichen.

Das Beispiel *Crepis pulchra* (Abb. 4b) macht die Rolle des Distanzeffekts für die Ackerwildkräuter besonders anschaulich: diese Art ist in Südniedersachsen nicht heimisch und stellte sich auf den gepflügten Flächen spontan ein, nachdem sie im Neuen Botanischen Garten angesät wurde und dort auch fruchtete.

Für den Schutz der bedrohten Ackerwildkräuter bedeutet dies, daß man sich vorrangig auf die Flächen konzentrieren muß, wo heute noch seltene Arten vorkommen. In den intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebieten wird sich durch den Verzicht von Herbiziden im Randstreifenbereich sicher auch der Artenbestand steigern lassen, allerdings werden davon vor allem die weit verbreiteten, massen- und konkurrenzstarken Arten profitieren. Die bedrohten, meist besonders konkurrenzschwachen Arten haben hier nur bei einer gezielten Ansaat (mit möglichst autochthonem Saatgut) und gleichzeitigem Verzicht auf Herbizide und starker Düngung im Randstreifenbereich eine Chance.

Die regelmäßige Bodenbearbeitung bietet für viele Ackerwildkräuter immer wieder gute Ansiedlungsmöglichkeiten, besonders wenn das Pflügen im Sommer erfolgt. Der Anteil der Therophyten (Abb. 2) bzw. der Vertreter aus Ackerunkraut-Gesellschaften (Abb. 3) erreichte hier im Mittel rund 50% des Gesamtbestandes. Durch die fehlende Kulturpflanzenkonkurrenz, vielleicht auch durch die nur einmal im Jahr erfolgte Bodenbearbeitung, war aber auch der Anteil an ausdauernden Ruderal-, Trittrasen- und Grünlandarten ausgesprochen hoch. Dies traf besonders auf die im Frühjahr gepflügten Flächen zu. Insgesamt gesehen entwickelten sich zwar sehr artenreiche Pflanzenbestände, ihre starken Veränderungen von Jahr zu Jahr machen aber auch die Instabilität dieser "pflanzensoziologischen Mischungen" deutlich, die sich syntaxonomisch immer nur schwer fassen lassen werden.

Danksagung
Frau Jutta CZERNITZKI und Herr Hartmut WILDBERGER halfen bei der Erhebung und Auswertung der Geländedaten. Herr Bernd RAUFEISEN fertigte die Zeichnungen an. Für Ihre gewissenhafte Arbeit möchte ich Ihnen allen an dieser Stelle recht herzlich danken.

SCHRIFTEN

AL-MUFTI, M.M., SYDES, C.L., FURNESS, S.B., GRIME, J.P., BAND, S.R. (1977): A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. - J. Ecol. 65: 759-791. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.

BAKKER, D. (1960): A comparative life-history of Cirsium arvense (L.) Scop. and Tussilago farfara L., the most troublesome weeds of the newly reclaimed polders of the former Zuiderzee. - In: HARPER, J.L. (Ed.): The biology of weeds. - Proc. of the Symp. of the Brit. Ecol. Soc. 1959: 205-222. Oxford.

BÖTTGER, W., BEHR, W. von, MÖLLER, H., BAEUMER, K. (1982): Überlebenschancen von Queckensamen und samenbürtiger Quecke (Agropyron repens) in Ackerböden. - Z. Pflanzenkrankh., Pflanzenschutz 89: 230-238. Stuttgart.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

BORSTEL, U.O. von (1974): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf ökologisch verschiedenen Grünland- und Ackerbrachen hessischer Mittelgebirge (Westerwald, Rhön, Vogelsberg). - Diss. Univ. Gießen. 159 S.

BOSTOCK, S.J. (1978): Seed germination strategies of five perennial weeds. - Oecologia 36: 113-126. Berlin.

- (1980): Variation in reproductive allocation in Tussilago farfara. - Oikos 34: 359-363. Copenhagen.

- , BENTON, R.A. (1979): The productive strategies of five perennial compositae. - J. Ecol. 67: 91-107. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.

DOUST, L.L. (1981): Population dynamics and local specialization in a clonal perennial (Ranunculus repens). I. The dynamics of ramets in contrasting habitats. - J. Ecol. 69: 743-755. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.

EDWARDS, M. (1980): Aspects of the population ecology of charlock. - J. Appl. Ecol. 17: 151-171. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.

EGGERS, T. (1979): Werden und Wandel der Ackerunkrautvegetation. - In: WILMANNS, O., TÜXEN, R. (Red.): Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1978: 503-527. - J. Kramer, Vaduz.

ELLENBERG, H. (1950): Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. - Landw. Pflanzensoz. I. Ulmer, Stuttgart/Ludwigsburg. 141 S.

- (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. - Scripta Geobot. 9. Göttingen. 122 S.

- (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 3. Aufl. - Ulmer, Stuttgart. 989 S.

FALINSKA, K. (1979): Modifications of plant populations in forest ecosystems and their ecotones. - Polish Ecol. Stud. 5/1: 89-150. Warszawa.

FISCHER, A. (1983): Wildkrautvegetation der Weinberge des Rheingaus (Hessen): Gesellschaften, Abhängigkeit von modernen Bewirtschaftungsmethoden, Aufgaben des Naturschutzes. - Phytocoenologia 11: 331-383. Stuttgart-Braunschweig.

FROUD-WILLIAMS, R.J., CHANCELLOR, R.J., DRENNAN, D.S.H. (1984): The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. - J. Appl. Ecol. 21: 629-641. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne.

GRIME, J.P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. - J. Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto. 222 S.

HAEUPLER, H., MONTAG, A., WÖLDECKE, K., GARVE, E. (1983): Rote Liste Gefäßpflanzen Niedersachsen und Bremen. 3. Fassung vom 1.10.1983. - Nieders. Landesverwaltungsamt - Fachbehörde f. Naturschutz. Hannover. 34 S.

HAHN, W., WOLF, A., SCHMIDT, W. (1979): Untersuchungen zum Stickstoff-Umsatz von Tussilago farfara- und Agropyron repens-Beständen. - Verh. Ges. Ökol. 7: 369-380. Göttingen.

HAYASHI, I. (1979): Secondary succession of herbaceous communities in Japan. - Seed germination and shade tolerance of seedlings of the dominants. - Bull. Yokohama Phytosoc. Soc. Japan 16: 407-414. Yokohama.

HOLZNER, W. (1978): Weed species and weed communities. - Vegetatio 38: 13-20. The Hague.

KOCH, F. (1955): Die Auswirkungen der anormalen Trockenheit des Sommers 1952 auf die Ackerunkrautgemeinschaften deutscher Dauerdüngungsversuche. - Z. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 1955: 32-40.

KORNECK, D. (1984): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyten). 3. Fassung, Stand 31.12.1982. - In: BLAB, J., NOWACK, E., TRAUTMANN, W., SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Aufl.: 128-148. Kilda, Greven.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

LAUER, E. (1953): Über die Keimtemperaturen von Ackerunkräutern und deren Einfluß auf die Zusammensetzung von Unkrautgesellschaften. - Flora 140: 551-595. Jena.

LONDO, G. (1975): Information über Struktur, Dynamik und ihr Zusammenhang durch Dauerquadratuntersuchungen. - In: SCHMIDT, W. (Ed.): Sukzessionsforschung. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1973: 89-106. - J. Kramer, Vaduz.

MAHN, G. (1984): Structural changes of weed communities and populations. - Vegetatio 58: 79-85. Dordrecht.

MEISEL, K. (1972): Probleme des Rückgangs von Ackerunkräutern. - Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch. 7: 103-109. Bonn- Bad Godesberg.

- , HÜBSCHMANN, A. von (1976): Veränderungen der Acker- und Grünlandvegetation im nordwestsdeutschen Flachland in jüngster Zeit. - Schriftenr. Vegetationskd. 10: 109-124. Bonn- Bad Godesberg.

NILSSON, Ch. (1981): Dynamics of the shore vegetation of a North-Swedish hydroelectric reservoir during a 5-years period. - Acta Phytogeogr. Suec. 69: 1-94. Uppsala.

ODGEN, J. (1974): The reproductive strategy of higher plants. II. The reproductive strategy of Tussilago farfara L. - J. Ecol. 62: 291-324. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.

OTZEN, D., KORIDON, A.H. (1970): Seasonal fluctuations of organic food reserves in underground parts of Cirsium arvense (L.) Scop. and Tussilago farfara L. - Acta Bot. Neerl. 19: 495-502. Wageningen.

PEGTEL, D.M. (1976): On the ecology of two varieties of Sonchus arvensis L. - Diss. Univ. Groningen. 148 S.

PEROZZI, R.E., BAZZAZ, F.A. (1978): The response of an early successional community to shortened growing season. - Oikos 31: 89-93. Copenhagen.

POPAY, A.I., ROBERTS, E.H. (1970): Factors involved in the dormancy and germination of Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. and Senecio vulgaris L. - J. Ecol. 58: 103-122. Oxford, Edinburgh.

RODI, D. (1982): 28. Feldflora Reservat Beutenlay. - In: Stadt Münsingen (Hrsg.): Münsingen - Geschichte-Landschaft-Kultur: 659-672. - J. Thorbecke Verlag, Sigmaringen.

SALZMANN, R. (1939): Die Anthropochoren der schweizerischen Kleegraswirtschaft; die Abhängigkeit ihrer Verbreitung von der Wasserstoffionen-Konzentration und der Dispersität des Bodens mit Beiträgen zu ihrer Keimungsbiologie. - Diss. ETH Zürich. 82 S.

SCHLENKER, G. (1979): Erhaltung von Arten in Freilandmuseen - am Beispiel Münsingen. - Bund Naturschutz Alb-Neckar 5: 43-52.

- , SCHILL, G. (1979): Das Feldflora-Reservat auf dem Beutenlay bei Münsingen. - Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung 27: 55-59. Stuttgart.

SCHMIDT, W. (1981): Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. - Scripta Geobot. 15. Göttingen. 199 S.

- (1984): Der Einfluß des Mulchens auf die Entwicklung von Ackerbrachen. - Ergebnisse aus 15jährigen Dauerflächenbeobachtungen. - Natur u. Landschaft 59: 47-55. Stuttgart.

- (1985): Mahd ohne Düngung - Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachfeldern. - In: SCHREIBER, K.-F. (Hrsg.): Sukzession auf Grünlandbrachen. - Münstersche Geogr. Arb. 20: 81-99. Paderborn.

SCHUMACHER, W. (1980): Schutz und Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. - Natur u. Landschaft 55/12: 447-453. Stuttgart.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

TÖRMÄLÄ, T. (1982): Structure and dynamics of reserved field ecosystems in central Finland. - Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 8: 1-58. Jyväskylä.

TRAUTMANN, W. (1976): Veränderungen der Gehölzflora und Waldvegetation in jüngerer Zeit. - Schriftenr. Vegetationskd. 10: 91-108. Bonn-Bad Godesberg.

WAGENITZ, G., MEYER, G. (1981): Die Unkrautflora der Kalkäcker bei Göttingen und im Meißnervorland und ihre Veränderungen. - Tuexenia 1: 7-23. Göttingen.

WATANABE, Y., HIROKAWA, F. (1974): Ecological studies on the germination and emergence of annual weeds. I. Effect of the temperature on the dormancy-breaking in seeds of Chenopodium album, Echinochloa crus-galli var. pruticola and Polygonum lapathifolium. - Weed Research 17: 24-28. Oxford.

WERNER, W. (1984): Veränderungen der Artenzusammensetzung im Grünland unter Einfluß chlorierter Kohlenwasserstoffe. - Sind autökologische Untersuchungsergebnisse auf synökologische Verhältnisse übertragbar? - Angew. Bot. 58: 109-128. Göttingen.

WILMANNS, O. (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. 3. Aufl. - Quelle u. Meyer, Heidelberg. 351 S.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Wolfgang Schmidt
Systematisch-Geobotanisches Institut
der Universität Göttingen
Untere Karspüle 2

D - 3400 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: NS_6

Autor(en)/Author(s): Schmidt Wolfgang

Artikel/Article: Über die Dynamik der Vegetation auf boder^bearbeiteten Flächen 53-74