

# Soziologische Gliederung und Sukzession in Ackerwildkraut-Gesellschaften auf Sandböden

– Hans-Gerhard Kulp –

## Zusammenfassung

In einer pflanzensoziologischen Untersuchung wurde die aktuelle Verbreitung der Lammkraut-Gesellschaft (*Teesdalia-Arnoseridetum minimae* Tx. 1937) im Bereich des Weser-Elbe-Dreiecks, der Lüneburger Heide und des Wendlandes erfaßt. Die soziologischen Einheiten lassen sich entlang eines Bodennährstoffgradienten, der auch einer Sukzessionsrichtung entspricht, anordnen: Die beiden Subassoziationen der Lammkraut-Gesellschaft unterscheiden sich im pH-Wert und Ca-Gehalt der Standorte. Der P- und K-Gehalt trennt die Lammkraut-Gesellschaft von der Kamillen-Gesellschaft. Die kennartenlose Aperion-Gesellschaft ist nicht bodenbürtig, sondern durch die Bewirtschaftungsfaktoren N-Düngung und/oder Herbizideinsatz bedingt.

Die typische Dominanzstruktur der jeweiligen Gesellschaft wird durch beide Faktoren verändert: Bei N-Düngung gewinnen einzelne Arten stark an Biomasse und Deckung und bilden Dominanzbestände, die Evenness des Bestandes verringert sich. Bei wirksamem Herbizideinsatz überleben nur wenige Arten mit geringer Deckung, so daß die Evenness bis auf maximale Werte ansteigt.

## Abstract

### Phytosociological structure and succession in weed communities on sandy soils

The distribution and phytosociological structure of the *Teesdalia-Arnoseridetum minimae* Tx. 1937 in Northwest Germany were investigated. The distribution of the plant communities is correlated with the contents of nutrients in the soil with sites of the subassociations of the *Teesdalia-Arnoseridetum* differing in their Ca contents and pH value. The P and K contents of the soil divide the *Teesdalia-Arnoseridetum minimae* from the *Aphano-Matricarietum chamomillae* Tx. 1937. The succession of the weed communities follows this gradient.

The typical dominance structure of the weed communities is influenced by N fertilisation, which produces stands strongly dominated by a few species (Evenness lowers!) and by herbicide use, which leads to poor stands also of only a few species (Evenness rises!). Both management factors generate vegetation stands without characteristic species (*Aperion communities*).

## Einleitung

Untersuchungen aus vielen Regionen Deutschlands zeigen, daß sich die Ackerwildkrautvegetation der nährstoffarmen Sandböden in den letzten Jahrzehnten stark verändert hat (MEISEL & v. HÜBSCHMANN 1976, KUTZELNIGG 1984, PREUSCHHOF & KULP 1985, ALBRECHT 1989, PILOTEK 1990). Die ehemals weit verbreitete Lammkraut-Gesellschaft (*Teesdalia-Arnoseridetum minimae* Tx. 1937) ist großräumig gefährdet. Als Rückgangursache wird neben dem Herbizideinsatz der intensivierten Düngung und Kalkung besondere Bedeutung zugemessen, da hierdurch die Standortbedingungen auf den von Natur aus nährstoffarmen und sauren Sandäckern erheblich verändert werden.

In einer großräumigen pflanzensoziologischen Kartierung der Ackerwildkrautbestände im Wintergetreide auf Sandböden soll in der vorliegenden Arbeit die Verbreitung und aktuelle soziologische Struktur der Lammkraut-Gesellschaft in ihrem Hauptverbreitungsgebiet beschrieben und im Vergleich mit Vegetationsaufnahmen von 1950–68 die Veränderung in den letzten Jahrzehnten analysiert werden. Mit den Ergebnissen von begleitenden Bodenuntersuchungen soll der ggf. bestehende Zusammenhang zwischen soziologischer Gliederung und Bodenparametern überprüft werden.

Eine ausführliche Darstellung der pflanzensoziologischen und experimentell-ökologischen Untersuchungen ist KULP (1993) zu entnehmen.

## Untersuchungs- und Auswertungsmethoden

Das Untersuchungsgebiet umfaßt im nordwestdeutschen Flachland die Stader Geest, Teile des Weser-Aller Flachlandes, die Lüneburger Heide und das Wendland.

Die Vegetationsaufnahmen wurden in den Jahren 1987 bis 1990 jeweils von Ende Juni bis Anfang August erstellt. Der Untersuchungszeitraum war geprägt von außergewöhnlich warmer Witterung im Winter wie im Sommer, verbunden mit geringen Niederschlägen (außer 1987), so daß häufig Dürre- und Welkephasen die Vegetationsentwicklung beeinträchtigten. Ein Ackerwildkrautbestand wurde dann aufgenommen, wenn die Kenn- oder Differentialarten des *Teesdalio-Arnoseridetum* vertreten waren oder der Bestand physiognomisch und durch Säurezeiger auf Lammkraut-typische Standortverhältnisse hindeutete.

Die Größe der Aufnahmefläche variierte zwischen 3 und 30 m<sup>2</sup> in Abhängigkeit von der Ausbildung des Bestandes. Diese relativ kleine Aufnahmefläche (siehe z.B. HÜPPE 1987: 100–200 m<sup>2</sup>) ist damit zu erklären, daß i.d.R. nur artenreich entwickelte Bestände aufgenommen wurden. Die Aufnahmefläche lag meistens im Randbereich des Ackers (ohne die Ackerfurche), weil hier die Artenzahl am höchsten war. Dadurch sind auch häufig vom Ackerrain eindringende Arten in den Aufnahmen mit erfaßt (*Chrysanthemum vulgare*, *Achillea millefolium* etc.). Nur selten waren gut entwickelte Bestände auch im Feldinneren zu finden. Die Vegetationsbestände wurden mit der Schätzskaala von BARKMAN, DOING & SEGAL (1964) aufgenommen.

Ein Teil der Aufnahmen stellt Wiederholungen alter Vegetationsaufnahmen des *Teesdalio-Arnoseridetum* dar, die von den Autoren KÜSEL (1950–52 n.p.), MEISEL (n.p.) und HOFMEISTER (1970) mit genauen Ortsangaben vorlagen. Diese Aufnahmen wurden an möglichst genau derselben Stelle mit Wintergetreide als Deckfrucht unter Berücksichtigung des Minimumareals wiederholt.

Bei fast allen Vegetationsaufnahmen war es möglich, Bodenproben aus der Aufnahmefläche zu ziehen (Mischprobe aus ca. 10 Einstichen (0–15 cm)).

Mit den Analysewerten der Bodenproben wurde eine Diskriminanzanalyse mit dem Programm SAS durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Gruppenbildung der Vegetationsaufnahmen nach pflanzensoziologischen Kriterien eine Entsprechung in den bodenchemischen Merkmalen der Standorte hat. Zur mathematischen Herleitung der Diskriminanzfunktionen siehe SCHUCHARDT-FICHER et al. (1985).

### Dominanzstruktur als Parameter in der soziologischen Gliederung

Das Verhältnis der Populationsgrößen – ermittelt in Abundanz oder Deckungsgrad der Arten – ergibt die Dominanzstruktur eines Vegetationsbestandes. HAEUPLER (1982) postuliert, daß jede Pflanzengesellschaft eine charakteristische Dominanzstruktur aufweist, die mit einer Standardabweichung von  $s < 10\%$  um den Mittelwert der typischen Aufnahmen schwankt. Dieser Vertrauensbereich wird als „dominanzstruktureller Kern“ der Gesellschaft bezeichnet. Vegetationsbestände, die außerhalb dieses Vertrauensbereiches liegen, sollten als dominanzstrukturelle Extremausbildungen aufgefaßt werden, die gesellschaftsuntypischen Störungsintensitäten ausgesetzt sind. Die Dominanzstruktur wird mit der Evenness berechnet.

Die Evenness drückt in Prozentanteilen aus, bis zu welchem Grad die maximal mögliche Gleichverteilung in den Dominanzanteilen erreicht wird. Sie ist neben der Artenzahl ein Parameter der Diversität eines Vegetationssystems. Anhand der Vegetationsaufnahmen von 1950–68 war es möglich, den dominanzstrukturellen Kern der Lammkraut-Gesellschaft zu ermitteln. Dieser wurde auf das eigene Aufnahmematerial von 1987–90 projiziert und so die störungsbedingten Abweichung vom Normwert ermittelt und interpretiert.

Artenzahl und Dominanzverteilung wurden nach BARKMAN (1979) als „Textur“ des Vegetationsbestandes zusammengefaßt.

### Soziologische Klassifikation der Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen auf Sandböden mit Wintergetreide lassen sich in 5 Einheiten mit unterschiedlichem syntaxonomischen Rang gliedern. Die Einheiten sind entlang eines trophischen Gradienten angeordnet, der in Verbindung mit zunehmender Bewirtschaftungsintensität wirkt (s. Tab. 1).

## 1. Teesdalio-Arnosseridetum, Typische Subassoziation

Auf dem ärmsten Flügel steht das *Teesdalio-Arnosseridetum typicum*. Es ist gekennzeichnet durch das stete Auftreten der Kennarten *Arnosseris minima* und *Anthoxanthum puelii* in sporadischer Verbindung mit den Differentialarten des Unterverbandes *Hypochoeris glabra*, *Teesdalia nudicaulis*, *Galeopsis segetum* und den Säurezeigern *Rumex acetosella* und *Scleranthus annuus*. Diese reine Subassoziation ist erwartungsgemäß artenarm ( $\bar{O}$  11,8 Arten). Selbst sonst verbreitete Verbandskennarten wie *Centaurea cyanus* und *Vicia angustifolia* treten nur mit auffällig reduzierter Stetigkeit auf. Vor allem die Typische Variante auf den trockenen Standorten hat nicht nur eine noch geringere Artenzahl ( $\bar{O}$  10,8), sondern auch auffällig geringe Deckungswerte sowohl beim Getreide als auch im Wildkrautbestand. Dementsprechend ist die Belichtungintensität am Boden besonders hoch. Kleinwüchsige Arten und Rosettenpflanzen haben hier ihren Verbreitungsschwerpunkt: *Anthoxanthum puelii*, *Arnosseris minima*, *Teesdalia nudicaulis*, *Galeopsis segetum* und *Rumex acetosella*. Arten mit hohem Nährstoffeignungsvermögen, wie *Chenopodium album*, treten zwar auch auf, entwickeln sich aber nur zu kleinen Exemplaren mit geringer Vitalität. Die geringe Biomasseentwicklung ermöglicht, daß sich auch im Frühjahr der Boden ausreichend erwärmt, so daß auch sommerannuelle Wärmekeimer noch Etablierungschancen haben. *Anthoxanthum puelii* bildet nicht selten Dominanzbestände.

Neben der Typischen Variante gibt es eine auf höhere Bodenfeuchte hinweisende Variante, die durch *Juncus bufonius* und *Polygonum hydropiper* gekennzeichnet wird. Mit zunehmendem Wasserangebot steigen sowohl die Deckungswerte als auch die mittlere Artenzahl ( $\bar{O}$  14). Das Auftreten der Bodenfeuchte-Zeiger war vor allem 1987 zu beobachten und ist wohl in erster Linie auf die für diese Arten günstige Witterung mit hohen Sommerniederschlägen zurückzuführen. Die typische Ausbildung des *Teesdalio-Arnosseridetum* scheint die bodenfeuchten Standorte generell zu meiden.

## 2. Teesdalio-Arnosseridetum, Subassoziation von *Myosotis arvensis*

Deutlich artenreicher ist die Subassoziation von *Myosotis arvensis* ( $\bar{O}$  16,5), in der neben der namengebenden Art *Capsella bursa-pastoris*, *Veronica arvensis*, *Matricaria inodora*, *Vicia hirsuta*, *Anthemis arvensis*, *Taraxacum officinalis* und *Lycopsis arvensis* auftreten. Sie zeigen eine bessere Nährstoffversorgung des Standorts gegenüber der Typischen Subassoziation an. Auch die Assoziationskennart *Aphanes inexpectata* tritt erst hier in Erscheinung. *Hypochoeris glabra* ist wesentlich häufiger, dagegen fallen die Kennarten und *Rumex acetosella* in der Stetigkeit schon etwas ab. Nitrophile Arten, wie *Stellaria media* und *Chenopodium album*, sind regelmäßig vertreten.

Die Subassoziation von *Myosotis arvensis* ist ebenfalls in eine Typische und eine Bodenfeuchte anzeigende Variante gegliedert. Die Krumenfeuchtezeiger *Juncus bufonius*, *Polygonum hydropiper* und im Unterschied zum *Arnosseridetum typicum* auch *Gnaphalium uliginosum* und *Plantago intermedia* bilden besonders artenreiche Bestände ( $\bar{O}$  19,1) mit einer relativ hohen Gesamtdeckung. *Ranunculus repens* als Staufeuchtezeiger fehlt in dieser Subassoziation. In der Bodenfeuchte anzeigenden Variante bildet *Apera spica-venti* häufig Dominanzbestände.

In drei Aufnahmen treten gemeinsam mit den Kennarten der Lammkraut-Gesellschaft die des *Papaveretum argemones* auf. Es handelt sich hier um Durchdringungsbestände, die aber aufgrund der vorherrschenden Artenverbindung der Lammkraut-Gesellschaft zugeordnet werden können.

Tab. 1: Stetigkeitstabelle der soziologischen Einheiten

(1) Teesdalio-Arnoseridetum typicum (2) Teesdalio-Arnoseridetum myosotetosum  
 (3) Lammkraut/Kamillen-Gesellschaft (4) Aphano-Matricarietum (5) Aperion-Gesellschaft

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Aufnahmezahl	29	51	10	5	17
	<b>Mittelwerte*</b>				
Gesamtdeckung (%)	51,4	64,0	73,0	82,0	68,8
s	31,6	27,0	23,7	14,7	26,6
Wildkrautdeckung (%)	40,5	42,4	47,0	20,0	15,9
s	29,6	26,0	26,5	17,6	16,2
Artenzahl	11,8	16,5	19,4	10,6	10,0
s	3,4	4,8	6,0	2,7	4,4
Evenness	69,8	73,2	72,4	83,0	86,7
s	16,3	14,2	13,9	15,1	15,4

**Stetigkeit (%)**

**Teesdalio-Arnoseridetum, Kennarten**

Arnoseris minima	72	35	10	.	.
Anthoxanthum puelii	66	53	50	.	.
Aphanes inexpectata	.	14	30	.	.

**Teesdalio-Arnoseridetum, Differentialarten**

Hypochoeris glabra	21	41	30	.	.
Teesdalia nudicaulis	17	6	.	.	.
Galeopsis segetum	14	8	.	.	.

**Aphano-Matricarietum, Kennart**

Matricaria chamomilla	3	.	100	100	.
-----------------------	---	---	-----	-----	---

**Teesdalio-Arnoseridetum, Subassoziation v. Myosotis arv.**

Capsella bursa-pastoris	.	53	40	.	29
Veronica arvensis	.	49	70	20	29
Matricaria inodora	.	43	30	.	18
Myosotis arvensis	.	41	60	20	24
Vicia hirsuta	.	33	40	60	53
Anthemis arvensis	.	20	.	.	6
Taraxacum officinale	.	16	40	20	18
Lycopsis arvensis	.	12	.	.	.

**Variante (Bodenfeuchte)**

Ranunculus repens	3	.	10	.	.
Mentha arvensis	.	8	.	.	.
Stachys palustris	.	4	.	.	.
Polygonum hydropiper	21	14	30	.	12
Juncus bufonius	14	22	30	.	12
Gnaphalium uliginosum	.	18	20	.	.
Plantago intermedia	.	6	10	20	.

**Aperion Verbands-Kennarten**

Apera spica-venti	86	94	100	80	88
Vicia angustifolia	31	80	70	80	47
Centaurea cyanus	38	49	90	80	29

**Sperguletalia Ordnungs-Kennarten**

Rumex acetosella	90	55	40	20	.
Spergula arvensis	69	51	70	.	18
Scleranthus annuus	55	57	30	40	.
Raphanus raphanistrum	3	4	.	.	.
Arabidopsis thaliana	.	14	10	.	6

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Violenea Unterklasse-Kennarten</b>					
<i>Viola arvensis</i>	59	94	90	100	88
<i>Polygonum convolvulus</i>	79	76	90	80	59
<i>Polygonum persicaria</i>	3	8	.	.	.
<i>Sonchus arvensis</i>	.	2	.	.	.
<i>Sonchus asper</i>	.	4	.	.	.
<b>Stellarietea Klassen-Kennarten</b>					
<i>Chenopodium album</i>	24	41	50	.	6
<i>Stellaria media</i>	14	43	50	.	29
<i>Erigeron canadensis</i>	.	6	.	.	.
<i>Solanum nigrum</i>	.	4	.	.	.
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	2	20	.	.
<b>Fruchtwechselzeiger</b>					
<i>Erodium cicutarium</i>	17	31	.	10	12
<i>Setaria viridis</i>	17	10	10	.	.
<i>Echinochloa crus galli</i>	14	4	.	.	.
<i>Digitaria ischaemum</i>	3	8	10	.	.
<i>Galinsoga parviflora</i>	3	4	10	.	.
<i>Stachys arvensis</i>	.	2	.	.	.
<b>Begleiter</b>					
<i>Agropyron repens</i>	45	51	70	100	88
<i>Polygonum aviculare</i>	38	75	90	80	59
<i>Holcus mollis</i>	38	24	20	20	24
<i>Agrostis gigantea</i>	38	22	10	.	6
<i>Crepis tectorum</i>	28	33	10	.	29
<i>Chrysanthemum vulgare</i>	28	25	20	20	24
<i>Galeopsis tetrahit</i>	17	6	20	20	18
<i>Matricaria discoidea</i>	14	29	.	.	24
<i>Poa annua</i>	14	12	30	.	.
<i>Chrysanthemum segetum</i>	14	4	30	.	6
<i>Achillea millefolium</i>	10	12	30	20	6
<i>Agrostis tenuis</i>	7	10	.	.	6
<i>Trifolium repens</i>	3	20	20	.	12
<i>Senecio sylvaticus</i>	3	6	.	10	.
<i>Ornithopus perpusillus</i>	3	6	.	.	.
<i>Lapsana communis</i>	3	4	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	3	2	.	.	.
<i>Hypochoeris radicata</i>	3	2	.	.	.
<i>Spergularia rubra</i>	3	2	.	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	3	.	20	.	.
<i>Polygonum tomentosum</i>	3	.	10	.	.
<i>Atriplex hastata</i>	3	.	.	.	.
<i>Sinapis arvensis</i>	3	.	.	.	.
<i>Trifolium incarnatum</i>	3	.	.	.	.
<i>Digitaria sanguinalis</i>	3	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	.	10	20	20	18
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	8	10	.	6
<i>Papaver dubium</i>	.	6	10	.	.
<i>Erophila verna</i>	.	6	10	.	.
<i>Avena fatua</i>	.	4	10	40	18
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	4	10	.	6
<i>Senecio vulgaris</i>	.	4	10	.	.
<i>Odontites rubra</i>	.	4	.	20	.
<i>Phleum pratense</i>	.	4	.	.	.
<i>Papaver argemone</i>	.	4	.	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	.	4	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	2	10	.	.
<i>Polygonum lapathifolium</i>	.	2	10	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	2	10	.	.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Allium vineale</i>	.	2	.	.	.
<i>Galeopsis bifida</i>	.	2	.	.	.
<i>Atriplex patula</i>	.	2	.	.	.
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	2	.	.	.
<i>Poa pratense</i>	.	2	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	10	.	12
<i>Melandrium album</i>	.	.	10	.	6
<i>Daucus carota</i>	.	.	10	.	.
<i>Sisymbrium altissimum</i>	.	.	10	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	.	10	.	.
<i>Ornithopus sativus</i>	.	.	10	.	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	.	10	.	.
<i>Descurainia sophia</i>	.	.	10	.	.
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	24
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	12
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	6
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	.	.	.	6
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	.	.	6

### 3. Lammkraut/Kamillen-Übergangsgesellschaft

Die dritte Gruppe von Aufnahmen ist soziologisch nicht eindeutig zuzuordnen. Es handelt sich um Bestände, die sowohl Kenn- oder Differentialarten des *Teesdalia-Arnoaseridetum* aufweisen, als auch *Matricaria chamomilla* als Kennart des *Aphano-Matricarietums*. Betrachtet man *Matricaria chamomilla* als zufälligen Begleiter, was vor allem bei geringer Deckung berechtigt ist, dann könnte man die Aufnahmen dem *Arnoaseridetum myosotetosum* bzw. dem *Arnoaseridetum typicum* zuordnen. Bewertet man *Matricaria chamomilla* als Kennart, dann zählen die Aufnahmen zur Typischen Subassoziation oder zur acidophilen Subassoziation von *Scleranthus annuus* des *Aphano-Matricarietum*, die dem *Teesdalia-Arnoaseridetum* unmittelbar benachbart ist.

Vegetationsbestände mit Kennarten sowohl des *Arnoaseridetum* als auch des *Matricarietum* sollen in dieser Arbeit wegen ihrer interessanten Zwischenstellung als gesonderte soziologische Einheit behandelt werden. Für die Analyse der soziologischen Gliederung der realen Ackerwildkrautfluren stellen gerade sie wichtige Ordnungskriterien als Sukzessionsstadien und Bindeglieder in der Synsystematik dar. In diesem Sinne hat sie auch ELLENBERG (1950) aufgefaßt.

Die Lammkraut/Kamillen-Übergangsgesellschaft zeichnet sich durch hohe Produktivität aus und bietet relativ vielen Arten Lebensraum ( $\bar{X}$  19,4). Allerdings gehen die charakteristischen Arten des *Arnoaseridetum* stark zurück (*Arnoaseris minima*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus*) oder sind gar nicht mehr vertreten (*Teesdalia nudicaulis*, *Galeopsis segetum*).

### 4. Aphano-Matricarietum chamomillae

Fünf Aufnahmen sind durch *Matricaria chamomilla* eindeutig dem *Aphano-Matricarietum* zuzuordnen. Sie sind nicht repräsentativ für diese Gesellschaft im Untersuchungsgebiet, sondern ergaben sich bei Wiederholungen alter Vegetationsaufnahmen von 1950 bzw. 1962, die damals Lammkrautbestände dokumentierten. Zwei Aufnahmen könnten zur Subassoziation von *Scleranthus annuus* gestellt werden. *Spergula arvensis* als Armutnzeiger fehlt allerdings. Auch viele Arten, die als Zeiger günstigerer Nährstoffversorgung in den Einheiten 2 und 3 häufig waren, sind hier wieder seltener: *Veronica arvensis*, *Myosotis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* und *Matricaria inodora*. Erstaunlicherweise fehlen in dieser Gruppe die Fruchtwechselzeiger völlig (z.B. *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus*) auch Feuchtezeiger sind trotz der Grundwassernähe der Standorte nicht vertreten. *Agropyron repens* ist dagegen hochstet, und *Avena fatua* tritt verstärkt in Erscheinung. Das Getreide deckt dicht (Gesamtdeckung  $\bar{X}$  82%) und läßt wenig Licht bis in die bodennahe Schicht durchdringen.

Die Segetalvegetation ist sehr artenarm ( $\bar{X}$  10,6) und lückig ( $\bar{X}$  20% Deckung). Die Artenarmut der Wildkrautbestände ist Ausdruck der hohen Bewirtschaftungsintensität und der getreidereichen Fruchtfolgen.

## 5. Aperion-Gesellschaft

Als relativ junge pflanzensoziologische Einheit hat zum erstenmal MEISEL (1969) Ausbildungen von Ackerwildkrautbeständen ohne Assoziations- und Verbandskennarten als *Aperetalia*-Gesellschaft („Reine Windhalm-Gesellschaft“) mit in die soziologische Systematik aufgenommen.

Nach der Systematik der Ackerwildkrautgesellschaften von HÜPPE & HOFMEISTER (1990) muß konsequenterweise die *Aperetalia*-Gesellschaft in „*Aperion*-Gesellschaft“ umbenannt werden, da *Apera spica-venti* als Verbandskennart eingestuft wird. Dieser Name wird im folgenden verwendet, um Vegetationsbestände zu klassifizieren, die keine Assoziations- oder Trennarten aufweisen, aber durch *Apera spica-venti*, *Centaurea cyanus* oder *Vicia angustifolia* ihre Zugehörigkeit zum *Aperion*-Verband ausweisen.

Die Verbandskennart *Apera spica-venti* ist noch höchstet, *Vicia angustifolia* und vor allem *Centaurea cyanus* sind im Vergleich zu den vorher besprochenen Gesellschaften nur noch mit verringerter Stetigkeit vertreten. Die Säure- und Feuchtezeiger fehlen fast völlig. In einer Aufnahme fehlen sogar alle Verbands- und Ordnungskennarten. Strenggenommen repräsentiert diese Aufnahme eine *Violenea*-Gesellschaft.

Das Auftreten von *Avena fatua*, *Galium aparine* und *Cirsium arvense* deutet auf eine Veränderung der Standorte durch Düngung in Richtung auf das *Matricarietum* hin, ohne daß die Kennart sich etablieren kann. Die im Vergleich zum *Matricarietum* geringere Gesamtdeckung ( $\emptyset$  68,8%) deutet jedoch auf die ursprünglich etwas geringere Bodengüte in dieser Einheit hin. Die Bestände sind z.T. extrem arten- und individuenarm ( $\emptyset$  10 Arten,  $\emptyset$  15,8% Wildkrautdeckung).

Bei den *Aperion*-Aufnahmen handelt es sich ausschließlich um Äcker, die zum Zwecke des Vergleichs mit alten Lammkraut-Vegetationsaufnahmen erneut kartiert wurden.

### Charakterisierung der soziologischen Einheiten anhand der Bodenkennwerte

Die bodenchemischen Untersuchungen ergaben einen graduellen Zusammenhang zwischen dem Nährstoffversorgungsgrad der Ackerböden und den soziologischen Einheiten (s. Abb. 1).

Die Standorte des *Teesdalisio-Arnosericidetum typicum* weisen die jeweils niedrigsten Bodennährstoffgehalte auf. Gegenüber den Standorten der Subassoziation von *Myosotis arvensis* unterscheiden sie sich vor allem durch den niedrigeren pH-Wert, Calcium- und Humus-Gehalt. In der Diskriminanzanalyse bilden die Bodendaten der Typischen Subassoziation eine homogene Gruppe ohne „Ausreißer“.

Die Lammkraut/Kamillen-Gesellschaft liegt in den pedologischen Werten – mit einer breiten Überlappung – im Mittel höher als das *Teesdalisio-Arnosericidetum myosotetosum*, ist aber nicht deutlich von dem letzteren zu trennen.

Die Standorte, auf denen das *Aphano-Matricarietum* heute auftritt, unterscheiden sich durch den höheren K-, P- und Ca-Gehalt signifikant von der Lammkraut-Gesellschaft. Der pH-Wert trennt Lammkraut- und Kamillen-Gesellschaft dagegen nicht signifikant. Zwar basiert dieses Ergebnis auf den Daten von nur fünf Standorten des *Aphano-Matricarietum*, es ist jedoch besonders aussagekräftig, da sich deren Vegetationsbestände alle aus Lammkrautfluren entwickelt haben. Der aktuell hohe Nährstoffgehalt ist also bewirtschaftungsbedingt.

Die charakteristischen, an die Lammkraut-Gesellschaft gebundenen Arten sind demnach in erster Linie Mager-, bzw. Nährstoffmangelzeiger und nicht Säurezeiger. Offenbar korreliert die Bodenreaktion mit dem Gehalt an leicht pflanzenverfügbaren Nährstoffen, ohne aber selbst der differenzierende Faktor zu sein.

Die Standorte der *Aperion*-Gesellschaft sind pedologisch am schlechtesten von den anderen Einheiten getrennt. Sie stehen mit breiter Streuung zwischen dem *Aphano-Matricarietum* und der Lammkraut/Kamillen-Gesellschaft; d.h. die *Aperion*-Bestände sind nicht als bodenbürtige Gesellschaft anzusehen.

Aus der graphischen Darstellung der Diskriminanzanalyse (s. Abb. 2) geht hervor, daß sich

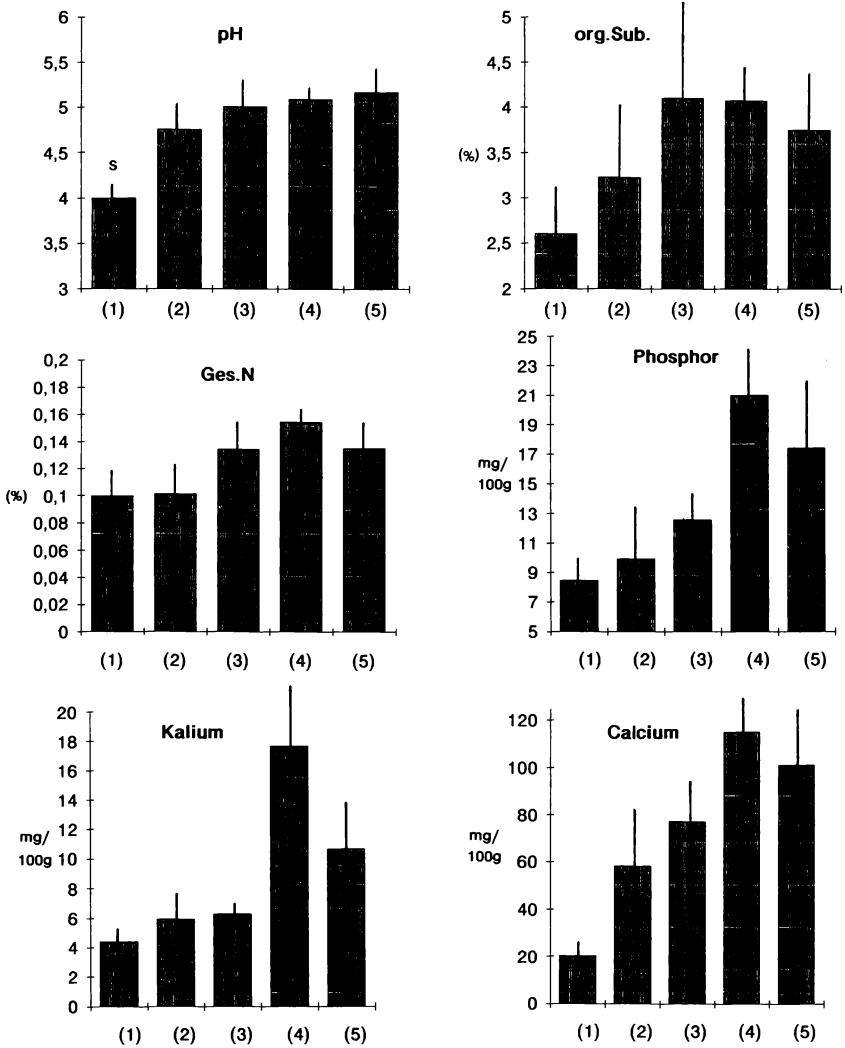


Abb. 1: Pedologische Kennwerte der soziologischen Einheiten

(1) *Teesdalia-Arnoseridetum typicum* (n=26)

(4) *Aphano-Matricarietum* (n=5)

(2) *Teesdalia-Arnoseridetum myosotetosum* (n=47)

(5) *Aperion-Gesellschaft* (n=17)

(3) Lammkraut/Kamillen-Ges. (n=9)

(Der senkrechte Strich in den Balken gibt die Standardabweichung s an)

das *Teesdalia-Arnoseridetum typicum* über das *Teesdalia-Arnoseridetum myosotetosum* zur Lammkraut/Kamillen-Übergangsgesellschaft entlang eines pH-, Ca- und org. Substanz-Gradienten differenziert, der die Gruppentrennung zu 72% erklärt. Von der Lammkraut/Kamillen-Übergangsgesellschaft über die *Aperion-Gesellschaft* zum *Aphano-Matricarietum* wirkt dagegen ein K-, P- und N-Gradient, der weitere 22% der Gesamtvarianz in den Bodenkennwerten erklärt.

Der Gesamt-Stickstoff-Gehalt spielt nach Abb. 1 als differenzierender Parameter eine untergeordnete Rolle. Von großer Bedeutung für die Ausbildung der Vegetationsstruktur ist aber sicher das Angebot an pflanzenverfügbarem  $\text{NH}_4^+$  und  $\text{NO}_3^-$ -Stickstoff. Bei einer einmaligen Boden-Probenahme kann aber über die mineralische N-Versorgung keine Aussage gemacht werden.



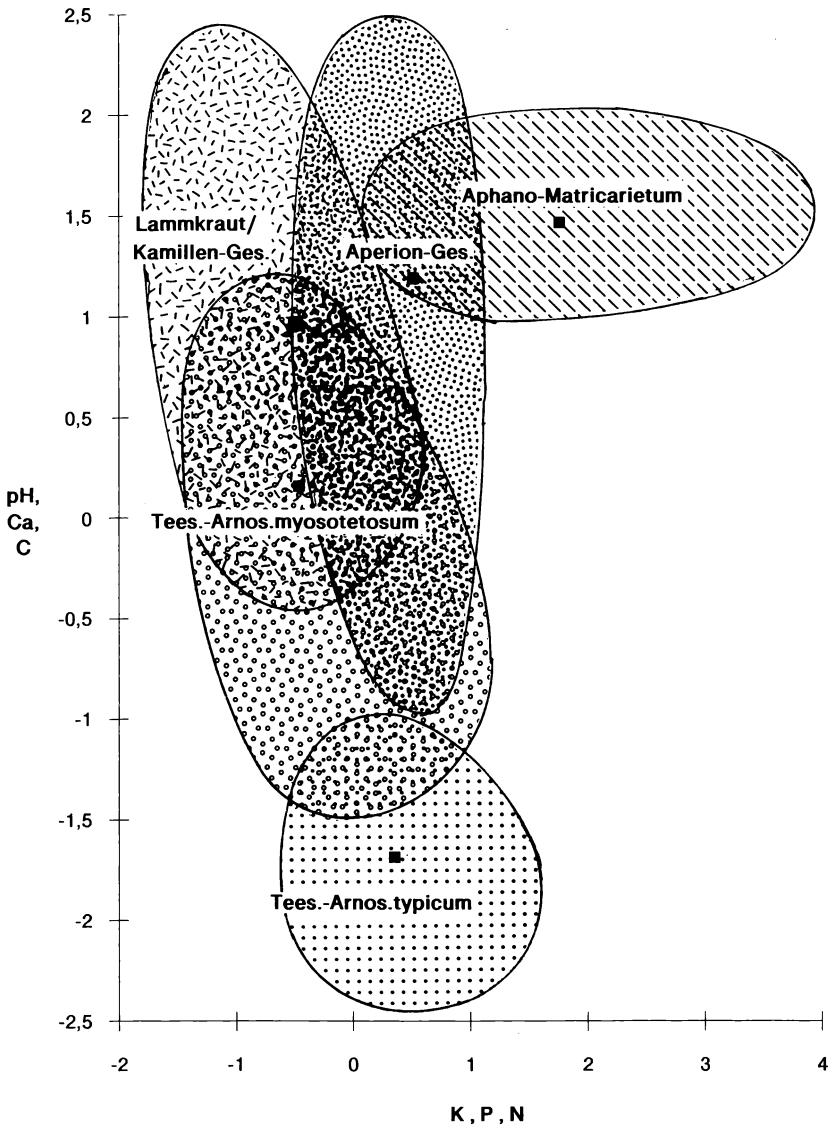


Abb. 2: Diskriminanzanalyse der Bodenkennwerte der soziologischen Einheiten. Dargestellt sind die Punktwolken der soziologischen Einheiten mit ihren Mittelpunkten im Achsenkreuz der Diskriminanzfunktionen, die anhand der jeweils korrelierenden Bodenparameter berechnet wurden. Die y-Achse ist stärker gestreckt, da sie einen höheren Anteil der Gesamtvarianz erklärt. Die Bedeutung der Bodenfaktoren für die Differenzierung nimmt in der genannten Reihenfolge ab.

## Veränderung der Lammkraut-Gesellschaft in den letzten Jahrzehnten

### 1. Veränderung der Artenzusammensetzung

Der zeitliche Vegetationsvergleich zeigt, daß die Gesamtartenzahl zwar konstant blieb, die mittlere Artenzahl je Aufnahme aber von 17 auf 12,6 Arten abgenommen hat. Diesem Rückgang liegt eine erhebliche Verschiebung des Artengefüges zugrunde. Im Mittel waren in den neuen Aufnahmen nur noch 6,6 Arten der alten Vegetationsaufnahme vertreten, d.h. ca. 60%

des Arteninventars veränderte sich. Der Rückgang der mittleren Artenzahl bedeutet auch, daß wesentlich mehr Arten seltener geworden sind, als sich im selben Zeitraum ausbreiten konnten (s. Tab. 2).

Ökologisch kann man die zurückgehenden Arten und die Arten mit Ausbreitungstendenz anhand der Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1991) charakterisieren: Die am stärksten zurückgegangenen Arten sind ausgesprochene Säure- und teilweise Magerzeiger: *Spergula arvensis*, *Arnoseric minima*, *Scleranthus annuus*, *Rumex acetosella* und *Anthoxanthum puelii*. Die Gruppe der zunehmenden Arten dagegen hat eine mittlere Reaktionszahl von 6,8 und eine wesentlich höhere Stickstoffzahl, d.h. diese Arten bevorzugen neutrale und gedüngte Standorte.

Wenn sich die beiden Artengruppen in der Lichtzahl fast nicht unterscheiden, so kann man daraus doch nicht schließen, daß der Lichtfaktor für die Artenverschiebung keine Bedeutung gehabt hätte. 9 der 14 zurückgehenden Arten sind ausgesprochen kleinwüchsig (Wuchshöhe bis 20 cm), bzw. sie haben als Rosettenpflanzen bodennahe Assimilationsorgane. Wenn nun höherwüchsige Arten wie *Matricaria inodora* oder *Galium aparine* mit demselben Lichtanspruch in die Ackerzönosen einwandern, verdrängen sie, wie auch die heute dichter stehende Deckfrucht, die kleinwüchsigen Arten. An der Lichtzahl des Bestandes ändert sich zwar nichts, aber die Ebene, in der die Strahlung absorbiert wird, hat sich in die „Kronenschicht“ des Getreides verlagert. Auch für wärmeliebende, sommerannuelle Arten verschlechtern sich in dichten Getreidebeständen die Keimungs- und Etablierungschancen, da der Boden im Frühjahr schon zu stark beschattet ist und sich nicht mehr ausreichend erwärmt.

Wenn man die ackerfremden Arten aus der Gruppe der expansiven Ackerwildkräuter ausklammert, dann bleiben nur noch bekannte „Problemunkräuter“ (*Agropyron repens*) übrig, von denen einige früher auf Sandäckern unbekannt waren (*Avena fatua*, *Galium aparine*, *Matricaria inodora*). Nach NOWACK (1990) zeigen diese Arten einen besonders hohen Phosphorvorrat im Boden an, der sich evtl. durch die Düngungsintensivierung aufgebaut hat. Für den ausdauernden Rhizom-Geophyten *Agropyron repens* dürfte sich neben dem hohen Nährstoffaufnahmevermögen auch die spezifische Lebens- und Wuchsform als unter den heutigen Bewirtschaftungsbedingungen vorteilhafte Arteeigenschaft ausgewirkt haben.

Mit Hilfe der Zeigerwertanalyse lassen sich gute Hinweise auf die Ursachen des Vegetationswandels finden. Da aber nur vier der auf den Feldern wesentlichen Faktoren mit Zeigerwerten erfaßbar sind, kann deren Erklärungswert nur bedingt ausreichen. Unberücksichtigt bleibt bei der Betrachtung der Zeigerwerte der alles überlagernde Herbizideinsatz.

## 2. Veränderung der soziologischen Einheiten

Die Veränderung der syntaxonomischen Zuordnung der 34 Vergleichsaufnahmen zeigt Abb. 3. Sieben Aufnahmen waren früher der Typischen Subassoziation der Lammkraut-Gesellschaft zugehörig. Nur eine blieb in der soziologischen Einordnung unverändert, eine zählt heute zu der Subassoziation von *Myosotis arvensis*, alle anderen sind an charakteristischen Arten so verarmt, daß sie heute nur noch der *Aperion*-Gesellschaft zugeordnet werden können. Säure- und Feuchtezeiger sind fast völlig verschwunden.

Zu der etwas anspruchsvolleren Subassoziation von *Myosotis arvensis* zählten früher 19 Aufnahmen. Nur sechs Wiederholungsaufnahmen weisen heute noch Assoziationskennarten der Lammkraut-Gesellschaft auf. In vier Bestände wanderte *Matricaria chamomilla* ein, so daß sie zur Lammkraut/Kamillen-Gesellschaft oder sogar zum *Aphano-Matricarietum* gestellt werden müssen. Neun Aufnahmen verarmten zur *Aperion*-Gesellschaft. Auch in dieser Gruppe sind die Säurezeiger fast völlig verschwunden. Von den 14 Aufnahmen, die der bodenfeuchten Variante angehörten, weisen in den Wiederholungsaufnahmen 6 keine Feuchtezeiger mehr auf.

In der Gruppe der Lammkraut/Kamillen-Übergangsgesellschaft blieben von acht Aufnahmen drei soziologisch stabil. Zwei Äcker verarmten bis zur *Aperion*-Gesellschaft, und drei können heute der Kamillen-Gesellschaft zugeordnet werden. In dieser Gruppe verschwanden alle Feuchtezeiger.

Allgemein ist eine soziologische Drift zu den eutropheren Einheiten erkennbar.

Tab. 2: Arten mit deutlichen Stetigkeitsveränderungen (> 10%) von 1950-68 zu 1987-90

Vorkommen				Zeigerwerte				Arteigenschaften		
(auf 34 Äckern)		Veränderung*	Arten	L	F	R	N	Lebens-	Wuchs-	Wuchshöhe d. Blätter(cm)
früher	heute	(%)						form	form	
30	7	-68	Spergula arvensis	6	5	3	6	Ta	rept	15
25	4	-62	Amoseris minima	7	4	3	3	Th	ros	10
28	7	-62	Scleranthus annuus	6	5	2	5	Ta	rept	15
25	7	-53	Rumex acetosella	8	4	2	2	Grad/H	hem	30
30	16	-41	Centaurea cyanus	7	x	x	x	Th	hem	80
18	9	-26	Anthoxanthum puellii	7	x	2	3	Th	caesp	30
13	4	-26	Juncus bufonius	7	7	3	4	Ta	caesp	10
9	0	-26	Raphanus raphanistrum	6	5	4	6	Ta	scap	50
10	1	-26	Agrostis tenuis	7	x	4	4	H	caesp	20
8	0	-24	Mentha arvensis	7	8	x	x	Grhiz	rept	15
13	5	-24	Chenopodium album	x	4	x	7	Ta	caesp	50
29	22	-21	Vicia angustifolia	5	x	x	x	Th	scand	80
7	0	-21	Digitaria ischaemum	7	5	2	3	Ta	caesp	20
8	1	-21	Plantago lanceolata	6	x	x	x	H	ros	20
9	3	-18	Agrostis gigantea	7	8	7	6	Hrhiz	scap	60
5	0	-15	Polygonum tomentosum	7	6	x	8	Ta	rept	30
8	4	-12	Trifolium repens	8	5	6	6	Chv	rept	10
<i>mittlere Zeigerwerte</i>				6,8	5,5	3,5	4,8			
15	27	+35	Agropyron repens	7	x	x	7	Grhiz	scap	60
1	10	+26	Chrysanthemum vulgare	8	5	8	5	H	scap	40
1	7	+18	Taraxacum officinale	7	5	x	7	H	ros	10
0	5	+15	Matricaria inodora	7	x	6	6	Ta	scap	50
1	6	+15	Crepis tectorum	7	4	x	6	Ta	hem	50
0	5	+15	Achillea millefolium	8	4	x	5	H	scap	30
0	5	+15	Lolium perenne	8	5	7	7	H	caesp	20
0	5	+15	Avena fatua	6	5	7	x	Ta	caesp	70
0	4	+12	Galium aparine	7	x	6	8	Th	scand	80
1	5	+12	Matricaria discoidea	8	5	7	8	Ta	scap	20
<i>mittlere Zeigerwerte</i>				7,3	4,7	6,8	6,6			

\* Die prozentuale Veränderung ist auf die Gesamtzahl der 34 Vergleichsaufnahmen bezogen.

**Legende der Lebensformen:**

- Ta: therophyta aestivalia (Sommerannuelle)
- Th: therophyta hivernalia (Winterannuelle)
- Te: therophyta epeteia (in Sommertracht überwinternde Annuelle)
- Grhiz: geophyta rhizomata (Rhizom-Geophyten)
- Grad: geophyta radicigemma (Wurzel-Geophyten)
- H: Hemikryptophyten

**Legende der Wuchsformen:**

- caesp: caespitosa (Horste bildend)
- rept: reptantia (kriechend oder ausläuferbildend)
- ros: rosulata (grundständige Rosette)
- hem: hemirosulata (anfänglich mit Grundrosette, später mit beblättertem Sproß)
- scap: scaposa (Schaftpflanze)

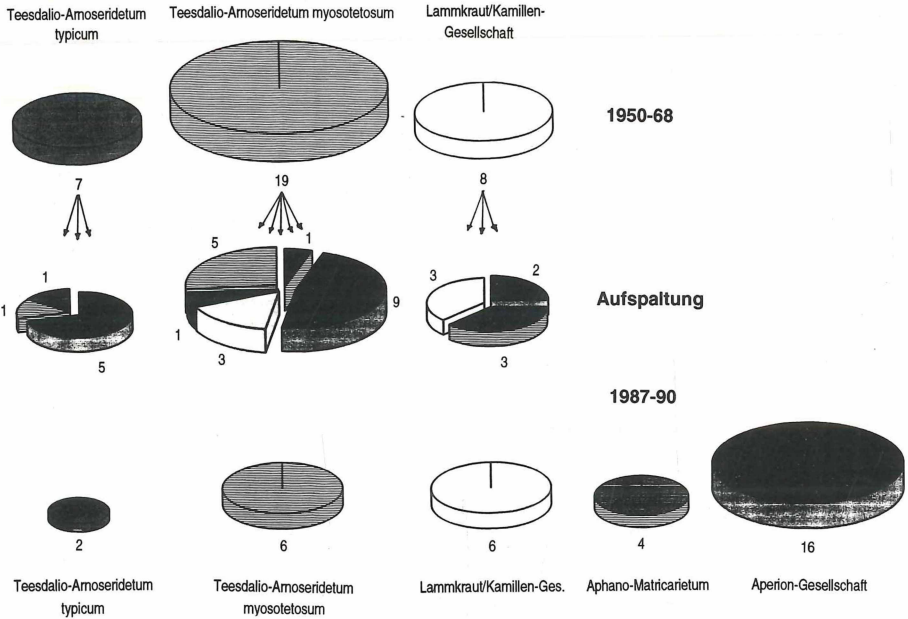


Abb. 3: Soziologischer Wandel der 34 Vergleichsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen von 1950–68 gehören drei soziologischen Einheiten an.

In den Wiederholungsaufnahmen zeigt sich eine Aufspaltung auf fünf soziologische Einheiten.

16 der 34 Aufnahmen sind der neu entstandenen *Aperia*-Gesellschaft zuzuordnen.

### 3. Veränderung der Dominanzstruktur

Die Dominanzstruktur war nach den alten Vegetationsaufnahmen in allen drei soziologischen Einheiten fast identisch und relativ homogen, mit einer geringen Standardabweichung ( $s$ ) (s. Abb. 4). Nach der Evenness-Methode wurde die mittlere Evenness  $E = 78$  ermittelt und kann mit einer Abweichung von  $s < 10\%$  als Kenngröße für die typische Dominanzstruktur im *Teesdalio-Arnoseridetum* angesehen werden. Nur 5 Aufnahmen liegen außerhalb dieses Vertrauensbereiches.

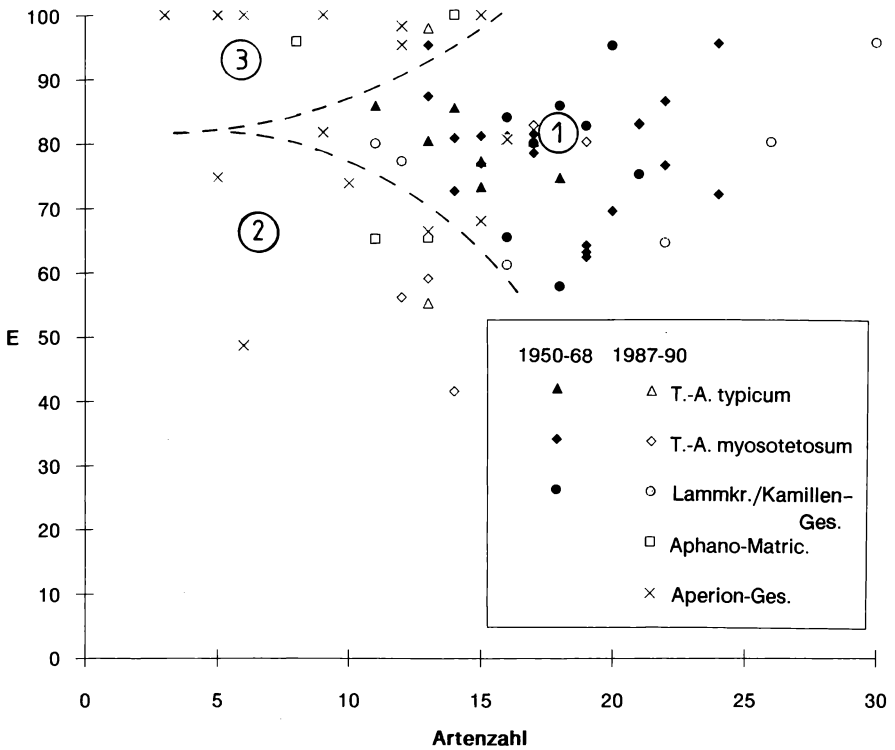
In den Wiederholungsaufnahmen zeigt sich der z.T. vollständige Zerfall dieser gesellschaftstypischen Struktur bis zu devastierten Beständen mit zufallsverteilten Individuen weniger Arten.

Als Ergebnis zeigt sich eine zentrifugale Streuung der Dominanzstruktur des ehemals homogenen Aufnahmematerials. Die soziologischen Einheiten sind viel heterogener aufgebaut als früher. Nicht nur die Dominanzstruktur, auch die Artenzahl streut über eine viel breitere Amplitude. Es ist naheliegend, daß unterschiedliche Bewirtschaftungsformen dieser Aufspaltung zugrunde liegen.

Zwei Degenerationsstadien zeichnen sich als neue Gesellschafts-Texturtypen ab:

#### Düngertexturtyp (2)

In dieser Gruppe ist die Evenness gegenüber der Gesellschaftsnorm stark erniedrigt. Wenige Arten beherrschen den Aspekt, die Artenzahl ist reduziert. Aber im Gegensatz zur typischen Gesellschaftstextur ist die Wildkrautdeckung hier relativ hoch, so daß zumindest aktuell keine Vegetationsschädigung durch Herbizide anzunehmen ist. Die hohe Gesamtdeckung läßt auf intensive Düngung schließen, die zur Dominanz von Arten wie *Apera spica-venti*, aber auch *Anthoxanthum puelii* auf trockenen Standorten führt. Dieser Texturtyp wird heute in beiden Subassoziationen der Lammkraut-Gesellschaft gebildet.



**Texturtypen:**

- ① typische Gesellschaftstextur
- ② Dünger-Texturtyp
- ③ Herbizid-Texturtyp

Abb. 4: Vielfältigkeitsdiagramm; Veränderung der Dominanzstruktur und Artenzahl in 34 Vergleichsaufnahmen von 1950–68 zu 1987–90.

**Herbizidtexturtyp (3)**

In der entgegengesetzten Gruppe erreicht die Evenness maximale Werte, d.h. bei geringer Artenzahl und Wildkrautdeckung haben alle Populationen nur noch eine geringe Größe. Die Strukturmerkmale lassen eindeutig auf Herbizidschädigung schließen. Dieser Texturtyp wird überwiegend von *Aperion*-Beständen gebildet, tritt aber vereinzelt auch in den anderen Einheiten auf. In seltenen Fällen kann auch ein düngungsbelasteter Vegetationsbestand eine hohe Evenness aufweisen, nämlich dann, wenn die Standorts- und Bewirtschaftungsfaktoren die Kulturart so stark begünstigen, daß die Segetalvegetation unterdrückt wird und keine Art die Vorherrschaft erlangen kann. Im Unterschied zum Herbizidtexturtyp ist die Artenzahl und die Deckung in diesen Fällen aber wesentlich höher.

Die Texturtypen sind nicht deutlich getrennt, sondern gehen fließend ineinander über. Das kann auch nicht verwundern, da die Kombination der Produktionsmittel Dünger und Pflanzenschutz in der Praxis unterschiedlich gehandhabt wird.

## Diskussion

Die Gliederung des *Teesdalio-Arnoseridetum* in eine Typische Subassoziation und eine Subassoziation von *Myosotis arvensis* ist allgemein anerkannt und wird als sachgerechte Differenzierung durch diese Untersuchung bestätigt. Sie wird mit dem etwas besseren Nährstoffangebot und einem besseren Wasserhaltevermögen des Bodens in der Subassoziation von *Myosotis arvensis* begründet (TÜXEN 1954, MEISEL 1969, HOFMEISTER 1970, HÜPPE 1987). Als entscheidende Parameter, die die Typische Subassoziation von der Subassoziation von *Myosotis arvensis* trennen, stellen sich neben den Bodennährstoffgehalten der Kalkgehalt und der damit gekoppelte pH-Wert dar. Durch den höheren Kalkgehalt gegenüber der Typischen Subassoziation wird die Einwanderung der kennzeichnenden Arten der Subassoziation von *Myosotis arvensis* ermöglicht.

Die Bedeutung der Bodenreaktion für die Verbreitung der Segetalarten bedarf einer kritischen Überprüfung. Aus den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen geht hervor, daß der signifikante Sprung des pH-Wertes und Ca-Gehaltes im Boden vom *Teesdalio-Arnoseridetum typicum* zur Subassoziation von *Myosotis arvensis* nicht mit einer ökologischen Verbreitungsgrenze der als Säurezeiger klassifizierten Arten zusammenfällt. Schon ELLENBERG (1958) warnte davor, den pH-Wert aufgrund seiner leichten Meßbarkeit überzubewerten und wies auf die starke Fluktuation im Jahresgang hin. Von größerer Bedeutung ist vielmehr der Kalium- und Phosphorversorgungsgrad, der die Verbreitungsgrenze zwischen Lammkraut- und Kamillen-Gesellschaft bestimmt. Im Dauerdüngungsversuch Thyrow wurden in Übereinstimmung mit den hier vorgetragenen Ergebnissen *Rumex acetosella* und *Scleranthus annuus* vorrangig als Kaliummangel- und nicht als Säurezeiger eingestuft (JAHN-DEESBACH & VOGT 1960). REHDER (1963) bezeichnete *Juncus bufonius* als Phosphat- und *Spergula arvensis* als Kaliummangelzeiger, sowie *Scleranthus annuus*, *Rumex acetosella* und *Raphanus raphanistrum* als Phosphat- und Kaliummangelzeiger. NOWACK (1990) kam bei der Untersuchung der Phosphorversorgung zu denselben Ergebnissen. Auch ALBRECHT (1989) bezweifelt die vorrangige Bedeutung des pH-Wertes für die Verbreitung der „Säurezeiger“ und hält ebenfalls den geringen Kaliumgehalt und auch die schlechte N-Verfügbarkeit für die maßgebenden Faktoren der Verbreitung dieser Arten.

Die Wiederholungsaufnahmen zeigen, daß die Hälfte der ehemaligen Arnoserideten zu *Aperion*-Beständen verarmt ist und die Säurezeiger dabei größtenteils verschwunden sind. Alle Arten mit Zeigereigenschaften extremer Standortverhältnisse wie Magerkeit, saure Bodenreaktion und auch Feuchte erweisen sich als empfindlich gegenüber intensiver Bewirtschaftung (vgl. KULP & PREUSCHHOF 1985). Die neu auftretenden Arten sind zwar nitrophiler und deuten bessere Basenversorgung der Böden an, es gibt in dieser Untersuchung aber nur einen Acker, auf dem tatsächlich ein syntaxonomischer Wandel vom *Teesdalio-Arnoseridetum* zum *Aphano-Matricarietum* nachgewiesen werden kann. Dies scheint eher eine Ausnahme zu sein. Damit wird MEISEL (1969) bestätigt, der trotz hoher Nährstoffzufuhr keine Ausbreitung von *Aphanenion*-Arten auf Kosten des *Arnoseridetum*, sondern nur eine Zunahme von *Aperetalia*-Beständen feststellte. Die mehrfach geäußerte Auffassung, durch intensive Düngung könnten Arnoserideten in Matricarieten überführt werden (vgl. OBERDORFER 1983, KUTZELNIGG 1984, KULP & CORDES 1986; KULP 1988, HÜPPE 1987, ALBRECHT 1989), ist zwar zutreffend, muß aber ergänzt werden: Die ackerbaulichen Maßnahmen führen vorrangig zur Verdrängung stenöker Arten und damit zu *Aperion*-Beständen, ermöglichen aber nur selten die Einwanderung von *Aphanenion*-Kennarten.

Konstituierend für die *Aperion*-Gesellschaft ist die Bewirtschaftungsintensität durch Herbizid- und/oder Düngereinsatz. Hierdurch verarmt eine Lammkraut-Gesellschaft, verliert ihre typische Dominanzstruktur und wird teilweise mit eutraphenten Arten angereichert. Die *Aperion*-Gesellschaft ist also bewirtschaftungsbedingt und nicht aufgrund höherer natürlicher Bodengüte als trophisches Bindeglied zwischen Lammkraut- und Kamillen-Gesellschaft einzuordnen, wie HÜPPE (1987) meint. Diese Stellung nimmt vielmehr die Lammkraut/Kamillen-Übergangsgesellschaft ein. Bei diesen Beständen mit charakteristischen Arten beider Gesellschaften kann die Bewirtschaftung durch Verdrängung der Lammkrautarten einem latenten *Aphano-Matricarietum* zur Dominanz verhelfen.

Die hier beschriebene *Aperion*-Gesellschaft ist genetisch aus dem *Teesdalia-Arnoaseridetum* hervorgegangen und könnte auch *Arnoaseris*-Fragmentgesellschaft genannt und dem *Teesdalia-Arnoaseridetum* als kennartenlose Ausbildung zugeordnet werden. In dieser Untersuchung macht der zeitliche Vegetationsvergleich es möglich, die zugehörige Assoziation eindeutig nachzuweisen. I.d.R. werden derartige Zusatzinformationen aber nicht zur Verfügung stehen, und daher wird es aus Mangel an Kennarten definitionsgemäß unklar bleiben, zu welcher Assoziation ein kennartenloser Vegetationsbestand zu rechnen ist. Daher ist es sinnvoller, einer Fragmentgesellschaft den Namen des nächst höheren Syntaxons zu geben, dessen Kennarten noch vertreten sind (vgl. BERGMAYER et al. 1990).

Vermutlich können auch Bestände des *Aphano-Matricarietum* zur *Aperion*-Gesellschaft verarmen. Dies müßten weitere Untersuchungen klären. Denkbar wäre, daß sich die andersartige soziologische und ökologische Herkunft doch in einer abweichenden Artenzusammensetzung ausdrückt.

Mit der Evenness-Methode wird das analytische Instrumentarium für die Bearbeitung des anthropogenen Vegetationswandels in der Pflanzensoziologie wesentlich verbessert. Erst durch die Ergänzung des floristischen Prinzips durch numerische, dominanzstrukturelle Merkmale ist es möglich, Vegetationsbestände innerhalb von soziologischen Einheiten in ihrer Gestalt zu erfassen und zu vergleichen. Damit werden Strukturveränderungen, die sich unterhalb der floristischen Ebene als Reaktion auf Standorts- oder Bewirtschaftungsveränderungen äußern, erkennen- und beschreibbar. Gerade in gestörten und verarmten Vegetationsbeständen ist die Klassifikation allein nach Kennarten unbefriedigend, weil der offensichtliche Zerfall der typischen Gesellschaftsstruktur hiermit nicht beschrieben werden kann. Allerdings hat die Veränderung des E-Wertes als numerischer Größe isoliert betrachtet wenig Aussagekraft. Sie indiziert nur Populationsveränderungen, die anhand der Arteigenschaften in Beziehung zu den veränderten Standortsbedingungen erst noch interpretiert werden müssen.

Die in der Wiederholungskartierung festgestellte dominanzstrukturelle Aufspaltung der ehemals homogenen Bestände des *Teesdalia-Arnoaseridetum* läßt sich durch einen Mechanismus erklären, auf den STÖCKER & BERGMANN (1977) hinweisen. Abgeleitet aus einem gestaffelten Herbizidversuch entwickelten sie ein Reaktionsmodell, nachdem Phytozönosen auf Störungen zunächst mit einer Abnahme der Artenzahl und Zunahme der Dominanzbildung reagieren, bis die Intensität der Einflußnahme einen Umschlagspunkt überschreitet, an dem die Evenness durch Verlust weiterer rezedenter Arten stark ansteigt und sich die Gesellschaftsstruktur auflöst. Es gibt dann nur noch wenige Arten mit wenigen Individuen in einem Verhältnis nahezu maximaler Anordnungsentropie.

Dieses Modell wird von MAHN (1979) bestätigt. Er berichtet von Dominanzstrukturveränderungen in einem Maisfeld, das ebenfalls mit steigenden Herbiziddosen behandelt wurde. Als Ergebnis zeigt er, daß der Herbizideinsatz in Abhängigkeit von der Dosis spezielle Arten, die in Wirkungslücken passen, im Laufe von wenigen Jahren dominant werden läßt. Die bekämpfbaren Arten dagegen werden in der Populationsgröße stark reduziert und fallen bei Steigerung der Dosis ganz aus.

Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse müßte der von mir postulierte Dünger-Texturtyp dahingehend erweitert werden, daß geringwirksame Herbiziddosen den dominanzbildenden Effekt der Düngung unterstützen, bzw. in gleichsinniger Weise Dominanzstrukturen erzeugen. Der Herbizid-Texturtyp entsteht demnach erst bei hochwirksamem Herbizideinsatz bei weitgehender Reduzierung der Wildkrautdeckung.

Aus thermodynamischer Sicht steht dem *Teesdalia-Arnoaseridetum* bei der charakteristischen extensiven Bewirtschaftung auf den nährstoffarmen Sandböden weniger Energie zur Verfügung, um Negentropie aufzubauen, als anderen Gesellschaften auf reicheren Böden. Erst durch den Einsatz von intensiver Düngung verbessert sich die trophische Situation, entsprechend kann mehr Energie auf dem Weg der Photosynthese in das System einfließen. Thermodynamisch gesehen bedeutet die Düngung eine Energiezufuhr, die bis zu einem gewissen Grad „ordnungsstiftende“ Wirkung hat. Ordnung oder Negentropie wird hier am Aufbau hierarchischer Dominanzverhältnisse gemessen. Einzelne Arten gewinnen an Konkurrenzkraft und Biomasse, während andere im System an Bedeutung verlieren oder ganz ausfallen. Die Ela-

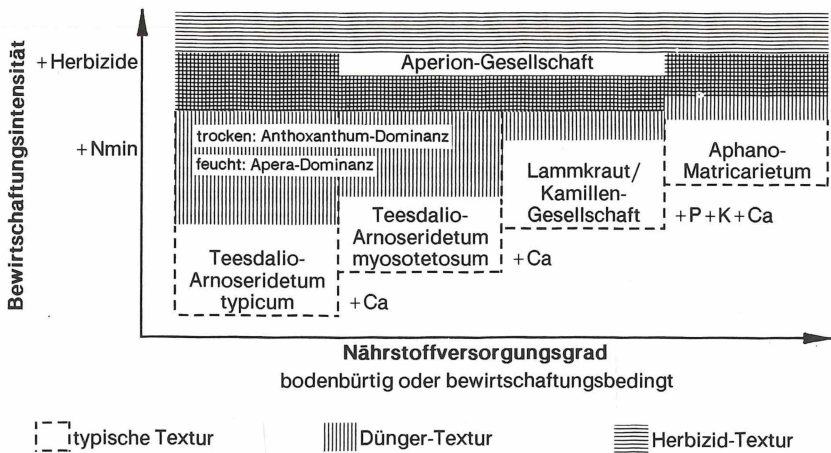


Abb. 5: Soziologisch-ökologische Sukzession der Wintergetreidegesellschaften auf Sandböden unter dem Einfluß von Bodennährstoffgehalt, Düngung und Herbiziden.

stizität und Belastbarkeit der Gesellschaftsstruktur ist allerdings gemäß dem Modell von STÖCKER & BERGMANN (1977) begrenzt.

Wenn man den sehr weit gefaßten Sukzessionsbegriff von ELLENBERG (1979) zugrundelegt, handelt es sich bei dem beobachteten Vegetationswandel in der Lammkraut-Gesellschaft um eine disscensive (d.h. richtungsneutrale) Sukzession innerhalb der gleichen Formation. Der sukzessionskontrollierende Faktor ist der Bewirtschaftungseinfluß, der die Standortbedingungen und die Konkurrenzsituation verändert (s. Abb. 5). Es zeigen sich zwei Sukzessionsrichtungen:

- Durch die Versorgung mit den Nährstoffen Calcium, Phosphor und Kalium wird die Sukzession von der typischen Subassoziation der Lammkraut-Gesellschaft bis zur Kamillengesellschaft bestimmt.

- Durch die Stickstoffdüngung kann die typische Gesellschaftstextur auf jeder Stufe der Sukzession in ein Degenerationsstadium mit wachsender Dominanz einzelner Arten überführt werden. Gleichzeitig werden konkurrenzschwache Arten verdrängt, so daß der Bestand verarmt und synsoziologisch in die *Aperion*-Gesellschaft übergeht. Bei zusätzlichem Herbizideinsatz entsteht der Herbizidtexturtyp, der durch eine arten- und individuenarme Bestandsstruktur gekennzeichnet ist.

### Literatur

- ALBRECHT, H. (1989): Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. – Diss. Bot. 141. Cramer, Stuttgart: 201 S.
- BARKMAN, J.J. (1979): The investigation of vegetation texture and structure. – In WERGER, M.J.A.: The study of vegetation: 125–160. The Hague.
- , DOING, H., SEGAL, S. (1964): Kritische Bemerkungen zur quantitativen Vegetationsanalyse. – Acta Botanica Neerlandica 13: 394–419.
- BERGMEIER, E., HÄRDLE, W., MIERWALD, U., NOWAK, B., PEPLER, C. (1990): Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. – Kieler Notizen 20 (4): 92–103. Kiel.
- ELLENBERG, H. (1950): Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. – Landwirtsch. Pfl.soziol. 1. Ulmer Verl. Stuttgart: 141 S.
- (1958): Sammelreferat Kalkfrage. – Handbuch der Pflanzenphysiologie 4: 638–708. Springer, Berlin.
- (1979): Begriffe der Sukzessionsforschung, Diskussionsgrundlage. In: TÜXEN, R.: Vegetationsentwicklung. Symp. IVV, Rinteln 1967: 5–10. Cramer, Vaduz.



- , WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scripta Geobotanica* 18. Göttingen: 248 S.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. – *Diss. Bot.* 65. Cramer, Vaduz.
- HOFMEISTER, H. (1970): Pflanzengesellschaften der Weserniederung oberhalb Bremens. – *Diss. Bot.* 10. Cramer, Vaduz.
- HÜPPE, J. (1987): Die Ackerunkrautgesellschaften der Westfälischen Bucht. – *Abh. Westfäl. Museum für Naturkunde* 49 (1). Münster.
- , HOFMEISTER, H. (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der BRD. – *Ber. d. R.Tüxen-Ges.* 2: 61–82. Hannover.
- JAHN-DEESBACH, W., VOGT, M. (1960): Untersuchungen über die Unkrautflora im langjährigen Nährstoffmangelversuch Thyrow bei Berlin. – *Z. Acker- und Pfl.bau* 110 (2): 216–229.
- KULP, H.-G. (1988): Verbreitung, Gefährdung und Schutz gefährdeter Ackerwildkräuter auf Sandböden der Stader Geest und des nördlichen Weser-Aller-Flachlandes. – *Abh.Nat.wiss. Ver. Bremen* 41/1: 127–136. Bremen.
- (1993): Vegetationskundliche und experimentell-ökologische Untersuchung der Lammkraut-Gesellschaft in Nordwestdeutschland. – *Diss. Bot.* 198. Cramer, Stuttgart: 183 S.
- , CORDES, H. (1986): Veränderung der soziologischen Bindung in Ackerwildkrautgesellschaften auf Sandböden. – *Tuexenia* 6: 25–36. Göttingen.
- , PREUSCHHOF, B. (1985): Untersuchung zum Rückgang von Ackerwildkräutern im Raum Bremen. – *Verh. GfÖ* 13: 689–692.
- KUTZELNIGG, H. (1984): Veränderung der Ackerwildkrautflora im Gebiet um Moers/Niederrhein seit 1950 und ihre Ursachen. – *Tuexenia* 4: 81–102. Göttingen.
- MAHN, E.G. (1979): Strukturelle Veränderungen in Agro-Ökosystemen nach langjährigem Herbizideinsatz. – *Proc.EWRS Symp.Mainz*: 301–308.
- MEISEL, K. (1969): Verbreitung und Gliederung der Winterfrucht-Unkrautbestände auf Sandböden des nordwestdeutschen Flachlandes. – *Schrift.reihe Veg.kd.* 4: 7–22. Bad Godesberg.
- , VON HÜBSCHMANN, A. (1976): Veränderung der Acker- und Grünlandvegetation im nordwestdeutschen Flachland in jüngerer Zeit. – *Schrift.reihe Veg.kd.* 10: 109–124. Bad Godesberg.
- NOWACK, K.H. (1990): Phosphorsäureversorgung biologisch bewirtschafteter Äcker und Möglichkeiten der Bioindikation. – *Göttinger Diss.* 8: 138 S.
- OBERDORFER, E. (1983): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Teil 3. 2. Aufl. – Gustav Fischer Verlag, Jena.
- PILOTEK, D. (1990): Veränderung der Ackerwildkrautvegetation in Nordbayern. – *Dissertation*, Erlangen: 184 S.
- PREUSCHHOF, B., KULP, H.-G. (1985): Veränderung der Ackerwildkrautvegetation im Raum Bremen. – *Dipl.Arb.*, Universität Bremen, FB 2.
- REHDER, H. (1963): Einfluß des Phosphorsäure- und Kaligehaltes der Böden auf das Auftreten von Unkräutern. – *Zeitschr. Pfl.kranh.*, Sonderheft 2: 29–34.
- SCHUCHARDT-FICHER, C., BROCKHAUS, K., HUMME, U., LOHRBERG, W., KLINK, W., SCHREINER, W. (1985): *Multivariate Analysemethoden*. – Springer, London, N.Y., Berlin.
- STÖCKER, F., BERGMANN, A. (1977): Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung. – *Arch.Naturschutz Landschaftsforschung* 17: 89–118.
- TÜXEN, R. (1954): *Pflanzengesellschaften und Grundwasserganglinien*. – *Pfl.soz.* 8: 64–98, Stolzenau.

Dr. Hans-Gerhard Kulp  
 Universität Bremen, Fachbereich 2  
 Postfach 330 440  
 28334 Bremen