

# Sekundär-progressive Sukzession eines aufgelassenen Kalkmagerrasens – Dauerflächenuntersuchungen 1987 – 2002

Hartmut DIERSCHKE

15 Abbildungen

## ABSTRACT

DIERSCHKE, H.: Secondary progressive succession of an abandoned calcareous grassland – research on permanent plots 1987 – 2002 . – *Hercynia N. F.* 39 (2006): 223–245.

Since 1972 experimental studies have been carried out on the regeneration and succession of abandoned calcareous grassland dominated by *Bromus erectus* and partially mixed with shrubs. The study area is situated on the south-western slope of the Feldbornberg near Göttingen (Germany) with a total of 32 quadrats of 2 x 2 m size arranged in a grid. Species-rich grassland assemblages had developed especially in quadrats subjected to mowing two to three times a year. In 1988 the experiment was concluded, the entire area uniformly mowed in summer and the entire above-ground biomass removed. Following this the area was left to secondary progressive succession. The present publication deals mainly with the successional trends on 16 of the plots until 2002 on which succession has progressed through some interim phases into a dense scrub. The species turnover, which was characterized by an initially slight and later rapid decrease of species, is analysed in detail for several species groups. Grid maps show the behavior of selected species in a fine-scale differentiation in space and time. The extensive discussion deals with the broader issues of secondary succession of calcareous grasslands. The spread of graminoids ('Vergrasung'), herbaceous forest edge species ('Versaumung'), and shrubs ('Verbuschung') and reversion to woodland are mentioned as the main processes. Finally, successional series with phases and stages are discussed and the present results placed within this context.

*Key words:* abandonment, fine scale dynamics, Gentiano-Koelerietum, reforestation, semi-dry grassland, species diversity

## 1 EINLEITUNG

Magerrasen sind größtenteils das Ergebnis historischer landwirtschaftlicher Nutzungsweisen. Entsprechend gibt es sie heute nur noch in Resten, häufig als inselartige Flächen in einer durch intensive Agrarnutzung geprägten Kulturlandschaft. Die oft sehr artenreichen Pflanzenbestände mit einer hohen Zahl von Rote-Liste-Arten gehören schon seit längerem zu den wichtigsten Objekten des Naturschutzes (Natura 2000 Code Nr. 6212; SSYMANK et al. 1998).

Der starke Rückgang hat verschiedene Ursachen. Geeignete Standorte wurden verstärkt seit den 1950er Jahren intensiver genutzt, wobei zunehmender Düngereinsatz zu produktiverem Grasland mit ganz anderer Artenzusammensetzung oder zu Ackerland führte. Für Intensivierung ungeeignete Bereiche, sog. Grenzertragsstandorte, wurden seit den 1960er Jahren zunehmend gar nicht mehr genutzt und unterlagen einer natürlichen Sekundärsukzession (s. DIERSCHKE et BRIEMLE 2002). Dies gilt in besonderem Maße für Magerrasen auf flachgründigen, oft sonnenexponierten Kalkböden mit schlechter Wasser- und Nährstoffversorgung. Vor allem Halbtrockenrasen, wo zumindest zeitweise etwas mehr Wasser zur Verfügung steht, können sich relativ rasch, d. h. innerhalb einiger Jahre bis weniger Jahrzehnte, im Zuge der Wiederbewaldung zu dichten Gebüschern entwickeln, wobei viele der lichtbedürftigen Rasenpflanzen rasch zurückgehen und verschwinden. Ähnliche Entwicklungen gibt es auf manchen Weinbergbrachen (z. B. KONOLD 1980, MERZ 1993, POMPE 2004).

Die Grundzüge dieser sekundär progressiven Sukzession, vor allem der ersten Phasen, sind heute hinreichend bekannt (s. DIERSCHKE 1994, DIERSCHKE et BRIEMLE 2002, ELLENBERG 1996, WILMANNS et SENDTKO 1995 u. a.). Sie lassen sich oft unmittelbar im Gelände aus der Nachbarschaft verschiedener Entwicklungsphasen und -stadien erkennen. Hierauf beruhen zahlreiche botanische Untersuchungen, die aus dem räumlichen Nebeneinander Zeitreihen der Entwicklung konstruieren (z. B. BORSTEL 1984, KIENZLE 1979, HAKES 1987a, b, KOLLMANN 1994; Kritik bei SCHREIBER 1997). Etwas genauer können Vergleiche unterschiedlich alter Luftbilder sein (z. B. BÜRGER 1984, HAKES 1987a, KOLLMANN 1992, 1994, REICHHOFF 1977), noch besser solche von Vegetationsaufnahmen aus verschiedenen Zeiten (WILMANNS 1975, 1989, WILLMANNS et KRATOCHWIL 1983). Exakte syndynamische Untersuchungen auf Dauerflächen sind dagegen immer noch wenig vorhanden. Sie gibt es eher in Bereichen, wo die Sekundärsukzession durch Pflegeeingriffe verhindert oder rückgängig gemacht wird und Dauerflächen zur Erfolgskontrolle eingesetzt werden. Als Vergleichsflächen sind dort meist auch Bracheparzellen mit ungestörter Sukzession einbezogen (z. B. BÜRGER 1984, DIERSCHKE 1985, WILLEMS 1985). Echte Langzeituntersuchungen sind aber auch hier selten. Besonders erwähnenswert ist der bis heute gut dokumentierte Bracheversuch in Baden-Württemberg seit 1974 (SCHIEFER 1981, SCHREIBER et SCHIEFER 1985, SCHREIBER 1997 u. a.). Auch im NSG Leutratal gibt es bereits seit 1972 Dauerflächen (HEINRICH et al. 1997, HEINRICH 1998). Eine der ältesten Dauerflächen in Kalkmagerrasen liegt auf dem Feldbornberg (s. u.). Hier wurde bereits seit 1953 ein experimenteller Ansatz zur Konkurrenzskraft einiger Arten verfolgt (BORNKAMM 1961, 1974, 1993, 2006).

Die vorliegende Arbeit hat ebenfalls einen solchen Pflegeversuch zur Grundlage, der dann aber nach 16 Jahren aufgegeben wurde. In der Folge konnte die einsetzende unbeeinflusste Sekundärsukzession über 14 Jahre detailliert verfolgt werden. Die Ergebnisse sind hier zusammenfassend dargestellt. Kleine Teilergebnisse finden sich bereits in DIERSCHKE (2003).

## 2 UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN

Untersuchungsgebiet (UG) ist der **Feldbornberg** nordöstlich von Göttingen, Teil eines großen, durch Täler gegliederten Muschelkalkplateaus östlich des Leinetalgrabens (TK 4425 Göttingen, NO-Quadrant; bis 330m NN). Auf den flachgründigen Schichtstufenhängen des Oberen Muschelkalks gab es seit dem 14./15. Jahrhundert Extensivweiden für Schafe und Ziegen (Dreischen oder Drieschen). Etwa 1920 wurde die regelmäßige Schafbeweidung zu Gunsten gehüteter, später in Koppeln gehaltener Rinder aufgegeben (KÜPPER 1994). Noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts herrschte eine weitläufig offene Kulturlandschaft mit nur kleinen Gehölzen (DIERSCHKE 2003). Jahresringanalysen von Sträuchern zeigen, dass die ältesten zwar bereits im 19. Jahrhundert existierten (z. B. *Crataegus* von 1875), dass eine deutliche Gehölzzunahme aber erst in der 1940/50er Jahren einsetzte (KÜPPER 1994, WORBS 1996). Die Erstansiedlung (zunächst nur von Weißdorn) erfolgte vermutlich endozoochor durch Vögel (vgl. KOLLMANN 1992, 1994). *Cornus sanguinea* und *Prunus spinosa* traten erst in den 1950er bzw. 1970er Jahren auf, um sich danach vegetativ weiter auszubreiten. Damals endete vermutlich auch die extensive Beweidung, was u. a. eine starke Ausbreitung von *Bromus erectus* begünstigte (BORNKAMM 1974, ELLENBERG 1963, 1996). Dies zeigen z. B. einige Vegetationsaufnahmen aus diesem Gebiet von RUTHSATZ (1970). Die zugehörige Vegetationskarte weist für das UG auf ein kleinräumiges Gefüge von Kalkmagerrasen (*Gentiano-Koelerietum pyramidatae*) und Gebüschchen hin. Die Vegetationstabelle von RUTHSATZ ergibt 31–50 Gefäßpflanzenarten pro 15m<sup>2</sup>, was in etwa den Artenzahlen von BORNKAMM (1960) für das weitere Gebiet entspricht. – In der Folgezeit schritt die Verbrachung mit Gehölzausbreitung weiter voran, so dass in den Dreischen Sträucher, von alten Kernen ausgehend, immer stärker in den Vordergrund traten. Die meist sehr artenarmen Gebüsche gehören größtenteils zum *Crataego-Prunetum spinosae*. Vereinzelt wachsen an den Rändern schwer abgrenzbare Säume des *Trifolio-Agrimonetum eupatoriae* (s. Transekt Feldbornberg in DIERSCHKE 1974, 1993).

Im Jahre 1972 wurde ein **Regenerations- und Pflegeversuch** auf einer Magerrasenbrache am oberen SSW-Hang des Feldbornberges (ca. 290 m NN, 3–5° Neigung) begonnen. Hier wurden vier hangparallele,

aneinander grenzende Reihen mit je 8 Quadraten (je 2x2 m) ausgepflockt und in den Folgejahren unterschiedlich behandelt (vor allem ein- bis dreifache Mahd pro Jahr, Mulchen, Brache; s. DIERSCHKE 1985). Die Vegetation war geprägt durch hochwüchsige, dicht stehende Horste von *Bromus erectus*, trotz einer Streulage mit (noch) zahlreichen kleinwüchsigeren Arten. Der wiesenartig aussehende Bestand gehörte nach RUTHSATZ (1970) zum Gentiano-Koelerietum festucetosum pratensis, also einer relativ mesophilen Ausprägung der Kalkmagerrasen. Die starke *Bromus*-Dominanz lässt sich als Degenerationsphase dieser Rasen interpretieren (s. Diskussion). Ober- und unterhalb grenzten Gebüschreihen aus alten Exemplaren von *Crataegus*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina* an. Nur ganz vereinzelt waren deren Jungpflanzen bzw. Ausläufer auch im Rasen zu finden. Am Gebüschrand gab es keinen eigentlichen Saum; im Rasen wuchsen aber verschiedene Saumpflanzen mit sehr geringer Deckung. Das Bodenprofil zeigte eine mittelgründige Rendzina mit Ah<sub>1,2</sub> bis 35 cm Tiefe, gefolgt von lehmig-tonigem Material mit Kalksteinen (Bv/C-Horizont). Die genauere Vorgeschichte der Untersuchungsfläche (UF) ist unbekannt. Ihre fast rechteckige Form zwischen Altgebüsch deutet vielleicht auf ehemalige Mahd- oder sogar Ackernutzung hin.

Die Quadrate wurden jährlich etwa Mitte Juni (vor dem ersten Schnitt) mit genauer Prozentschätzung der Deckungsgrade der Gefäßpflanzen aufgenommen (zu weiteren Untersuchungen s. DIERSCHKE et ENGELS 1991). Zum Abschluss des Regenerationsversuches wurden im Sommer 1988 alle Quadrate einheitlich (einschließlich der Brachen) im Juli dicht über dem Boden abgeschnitten und die oberirdische Biomasse einschließlich der Streu entfernt. Danach blieb die gesamte Fläche der natürlichen Sukzession überlassen; sie wurde in der Folgezeit ab 1990 jährlich bis 1997, danach noch 1999 und 2002 weiter aufgenommen. Da die Randgebüsch durch ausladende Äste die äußeren Quadratreihen zunehmend beschatteten, wurden bald nur noch die beiden unbeeinflussten Mittelreihen weiter untersucht. Alle Summen und Mittelwerte beziehen sich deshalb, soweit nicht anders angegeben, nur auf diese beiden Reihen mit insgesamt 16 Parzellen, im Folgenden als Untersuchungsfläche (UF) bezeichnet. Als im Jahre 2002 die Aufnahmen nur noch mühsam am Boden kriechend unter dem dichten Dornstrauchgeäst erfolgen konnten, wurde die Untersuchung ganz beendet.

Die Vegetationsaufnahmen der Quadrate wurden in Tabellen zusammengestellt, anschließend mittlere Artenzahlen (MAZ) und mittlere Deckungsgrade (MDG) der Arten, bezogen auf 4 m<sup>2</sup>, errechnet. Hieraus ergaben sich Kurvenverläufe einzelner Artengruppen für die Jahre 1987–2002. Außerdem wurden für alle Arten Rasterkärtchen des Vorkommens in den Einzelparzellen für alle Untersuchungsjahre angefertigt, von denen hier eine kleine Auswahl wiedergegeben ist.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach WISSKIRCHEN et HAEUPLER (1998), diejenige der Pflanzengesellschaften nach RENNWALD (2000). Jungpflanzen des Weißdorns wurden als *Crataegus* spec., von Brombeeren als *Rubus* spec. angesprochen. Moose wurden nur randlich mit betrachtet.

### 3 ENTWICKLUNG DER VEGETATIONSSTRUKTUR ÜBER 30 JAHRE (1972 – 2002)

**Ausgangssituation** war 1972 ein hoher, eher blütenarmer *Bromus erectus*-Bestand mit wiesenartiger Struktur. Die Gesamtfläche (128 m<sup>2</sup>) enthielt 45 Gefäßpflanzenarten; fast alle außer *Bromus* erreichten aber nur sehr niedrige Deckungsgrade, da die Lücken zwischen den Grashorsten mit Streu abgedeckt waren. Eine erste Zwischenbilanz nach 12 Jahren (DIERSCHKE 1985) ergab sowohl Verschiebungen der Mengenverhältnisse einzelner Arten als auch der Artenkombination. In den **Bracheparzellen** hatte sich *Bromus erectus* noch weiter ausgedehnt; auch zu Beginn fast fehlende Junggehölze erreichten Deckungsgrade bis 10%. Besonders *Prunus spinosa* bildete seit 1982/83 mit weit seitlich ausladenden Ästen bald 0,5–1 m hohe Kleingestrüppe, in denen sich stark verfilzte Streu sammelte. Viele Arten gingen stark zurück oder verschwanden allmählich ganz. Dagegen ergaben sich auf vielen **Pflegeflächen**, je nach erfolgter Behandlung, positive Artenveränderungen, teilweise in engem Bezug zur reduzierten Vitalität von *Bromus erectus*. – Deutliche Unterschiede zeigte die Vegetationsstruktur, von struppig-üppigem, blütenarmem Bewuchs der Brachen bis zu kurzrasig-bunten Parzellen bei zwei- bis dreimaliger Mahd pro Jahr. Genauere Ergebnisse hierzu finden sich bei DIERSCHKE (1985) und DIERSCHKE et ENGELS (1991).



Abb. 1 Während des Regenerationsversuches war die Fläche von hohen *Bromus erectus*-Halmen und vorwiegend kleinwüchsigen Kräutern bestimmt. Die schwachwüchsige Parzelle (Mitte rechts) wurde jährlich dreimal gemäht (24. 6. 1988)

Bis zum **Abschluss des Regenerationsversuches** nach 16 Jahren (1988) hatten sich diese physiognomischen Unterschiede gefestigt, auch die Artenzahlen blieben recht konstant (MAZ aller Brachen um 25, der Mahdparzellen um 34). Insgesamt zeigte sich auf der Versuchsfläche eine deutlich zweischichtige Struktur aus wenigen höherwüchsigen (*Bromus erectus* mit bis über 1 m hohen Halmen) und zahlreichen niedrigen Pflanzen, also ein recht typischer, wenn auch wiesenartiger Kalkmagerrasen (Abb. 1). Nach Schnitt und Abernten der gesamten Fläche im Juli 1988 war das Quadratraster durch unterschiedliche Dichte und Färbung der Stoppeln, von einem dichtgrünen Rasen der in den Vorjahren zwei- bis dreimal gemähten Parzellen bis zu lückig-gelblichen Resten der abgeschnittenen Grashorste in den Brachen (Abb. 2) erkennbar. – In der direkten Umgebung hatte in den kleinen Rasenflächen zwischen älteren Gebüsch bereits eine zunehmende Verbuschung eingesetzt, wie es ein wiederholt aufgenommenener Transekt in dichter Nachbarschaft dokumentiert (DIERSCHKE 1974, 1993).

In den Folgejahren gab es nur unbedeutende Störungen durch Kaninchenfraß und einige sich entwickelnde Erdhaufen von Ameisen. In den Jahren **1989–1991** blieb insgesamt die Struktur eines wuchsschwachen Magerrasens erhalten. Nur die ehemaligen Bracheparzellen zeigten erneut einen deutlichen Austrieb der Sträucher, die bald wieder 0,5–1 Meter Höhe erreichten. *Bromus erectus* dehnte sich rasch wieder aus, noch mit erkennbaren Vitalitätsunterschieden, bedingt durch den unterschiedlich häufigen Schnitt in der Zeit davor. Nur allmählich begann die Entwicklung einer lockeren Streudecke, vor allem aus Grasresten.

**Ab 1992** wurden die Strukturunterschiede des ehemaligen Quadratrasters immer mehr verwischt. *Bromus erectus* bestimmte überall wieder (wie zu Beginn des Versuches) die noch wiesenartigen Bestände. Jetzt machten sich auch Einzeltriebe junger Sträucher in den ehemaligen Mahdflächen zunehmend bemerkbar. Hinzu kam die teilweise fleckige Ausbreitung von Saumpflanzen; besonders auffällig war *Astragalus glycyphyllos*, der von zunächst wenigen Stellen aus mit weit ausgreifenden Trieben den Boden überwucherte



Abb. 2 Am Ende des Regenerationsversuches wurde die ganze Fläche im Juli 1988 einheitlich geschnitten. Die ehemaligen Brachezellen (unten links und Mitte) fallen durch leicht bultige Strukturen der großen *Bromus erectus*-Horste auf (31.8.1988)



Abb. 3 Nach sechs Jahren Brache hat sich ein Kleinmosaik von krautigen und holzigen Pflanzen entwickelt. Unten links ein Ameisen-Erdhügel (1.6.1994)

oder in den Büschen empor kletterte. Ähnlich verhielt sich vereinzelt *Galium album*. Bunte Blühaspekte kleinwüchsiger Arten gingen zurück, hielten sich am längsten noch in den ehemals dreimal gemähten Parzellen. Ein guter Indikator letzterer Rasen blieb über längere Zeit *Hieracium pilosella*.

Wie Abb. 3 zeigt, begann danach eine rasch zunehmende **Ausbreitung kleiner Sträucher**, vor allem von *Prunus spinosa*, dessen älteste Exemplare (vor allem auf den ehemaligen Bracheparzellen) im Frühjahr bereits einen weißen Blühaspekt ausbildeten. Vermehrt traten auch *Crataegus spec.* und *Cornus sanguinea* in Erscheinung, vereinzelt weiter *Rhamnus cathartica* und *Rosa canina*. In der Mehrzahl der Fälle handelte es sich um Wurzelbrut der in der Fläche oder am Rand bereits vorhandenen Altgebüsche. Dagegen konnte *Ligustrum vulgare*, am Nordrand der Fläche z. T. gut entwickelt, bis 2002 nicht in der Versuchsfläche Fuß fassen. Einige Bereiche waren bereits 1994 nur noch schwer zugänglich. Die Beschattung des Bodens wurde teilweise durch starken Fraß der Raupen von Gespinstmotten (*Yponomeuta spec.*) etwas gemildert. Die noch offenen Stellen (vor allem in Parzellen mit früher dreimaliger Mahd) waren üppig von meist hochwüchsigen Rasen- und Saumpflanzen gefüllt. Insgesamt nahm aber die Artenzahl und Blütenfülle deutlich ab. Einige kleinwüchsige Arten konnten durch verlängerte Triebe (*Thymus pulegioides*) oder verlängerte, aufrecht stehende Blätter (*Cirsium acaule*, *Viola hirta*) der zunehmenden Beschattung etwas länger widerstehen. Auch *Bromus erectus* blieb noch mit langen, schmalen Blättern und einzelnen hohen Blütentrieben erhalten. Pflanzen, die mit Klettertrieben dem Licht entgegen wuchsen (*Astragalus glycyphyllos*, *Galium album*), nahmen zu.

**Ab 1995** vollzog sich dann allmählich der Übergang zu einem dichteren, in Teilen kaum noch zugänglichen **Gebüsch** (Abb. 4, 5). Auch die weitere Umgebung ließ ähnliche Tendenzen erkennen; so musste der Zugang zur Fläche jedes Jahr neu frei geschnitten werden. Rasen- und Saumpflanzen wurden zunehmend auf wenige kleine Offenstellen eingeengt, die sich am längsten auf den ehemals zwei- bis dreimal gemähten Parzellen hielten, wo die Sträucher lange Zeit niedrig und locker blieben. Unter den stark Schatten werfenden Sträuchern von 1,5–2,2 m Höhe gab es meist nur noch kümmernde Formen einiger Lichtpflanzen. Selbst die einst sehr vitale Trespe hielt sich nur noch in kleinen, blütenlosen Exemplaren. Auf dem teilweise völlig offenen Boden entwickelte sich allmählich eine Moosschicht, vor allem aus *Plagiommium undulatum* und *Brachythecium rutabulum*.

**Ab 1999** ließ sich die Fläche nur noch kriechend unter dem dichten, bis 2,5 m hohen Dornestrüpp erfassen. Selbst die unteren Äste der Sträucher litten nun unter Lichtmangel und starben teilweise ab. Größere Moosflecken und kümmernde Einzelpflanzen bildeten dort den Unterwuchs. Die entstandenen Freiräume konnten kaum durch andere Pflanzen genutzt werden; auch für echte Waldpflanzen sind solche sehr schattigen Biotope kein Lebensraum (s. Transekte in DIERSCHKE 1974). Vermutlich konnten sie aber die Fläche gar nicht innerhalb der wenigen Jahre erreichen; auch in den umliegenden Altgebüsch waren sie noch kaum oder gar nicht vorhanden. Selbst von den Sträuchern fanden sich nur einzelne kleine Jungpflanzen, ebenfalls solche von *Acer campestre* und *Fraxinus excelsior*, also von Arten mit gut flugfähigen Diasporen. Bis 2002 hielten sich kleine Offenstellen, welche die Gesamtartenbilanz etwas aufbesserten.

## 4 EINZELERGEBNISSE DER VEGETATIONSAUFNAHME IM SUKZESSIONSVERLAUF

### 4.1 Schichtung und Artenzahl

In Abb. 6 ist die Gesamtentwicklung der Fläche über 16 Jahre dargestellt. 1987 zeigte die dichte Kraut/Grasschicht fast 100% Deckung. Gehölze spielten mit Ausnahme der Bracheparzellen keine Rolle (Mittlerer Deckungsgrad MDG 2,7%; s. auch Abb. 1). Ab 1992 ist eine deutliche Zunahme von kleinen Sträuchern zu erkennen (MDG 6,6%), 1995 überschritt ihre Deckung erstmals 20%, 1997 30%. Danach entwickelte sich rasch ein zunehmend dichtes Gebüsch auf bis zu 80% der Fläche (Maximum einer Parzelle 95%). – Die Krautschicht blieb bis 1995 sehr dicht (über 90%), um danach gegenläufig zur schattenwerfenden Strauchschicht rasch bis auf knapp 30% abzunehmen. 2002 gab es vorwiegend



Abb. 4 Initiales Gebüschstadium nach 8 Jahren. Die bis über 1,5 m hohen, weit ausladenden Sträucher von *Prunus spinosa* sind teilweise von Gespinstmotten befallen. In kleinen Lücken können noch viele Rasenpflanzen überdauern (28.6.1996)



Abb. 5 Beginn des dichten Gebüschstadiums im letzten Aufnahmejahr (2.4.2002)

Parzellen mit nur noch wenigen Pflanzen im Unterwuchs (2–3%), aber auch noch kleine Offenstellen mit bis zu 95% Deckung (MDG 29,4%).

Die Mittlere Artenzahl (MAZ) ergab 1987 30,7 Arten pro 4 m<sup>2</sup>. Nach Beendigung des Pflegeversuchs 1988 stieg sie bis auf knapp 34 an. Dies beruhte einmal auf allgemein etwas höheren Artenzahlen der ehemaligen Bracheparzellen, aber auch auf einigen Störungszeigern wie *Melilotus officinalis*, *Myosotis arvensis*, *Thlaspi perfoliatum* und *Veronica arvensis*, die entstandene Offenstellen nutzten. Erst 1997 sank die MAZ unter 30 und fiel dann von 1999 auf 2002 deutlicher auf 18,3 ab. Unter dichtem Gebüsch waren nur noch 11–13 Arten zu finden, an offenen Stellen noch bis zu 28, was den hohen Mittelwert erklärt.

## 4.2 Zu- und Abnahme einzelner Artengruppen

Nach ihrem Verhalten im Sukzessionsverlauf lassen sich mehrere Artengruppen unterscheiden, für die jeweils einige Vertreter mit Entwicklungskurven des mittleren Deckungsgrades vorgestellt werden.

### a) Gehölze

Abb. 7 zeigt die Gebüschentwicklung über 15 Jahre. Sie wird vor allem von *Prunus spinosa* bestimmt, die schon in den ehemaligen Bracheparzellen recht üppig entwickelt war und sich von diesen Kernen aus rasch durch Wurzeläusläufer ausbreitete. 2002 bedeckte die Schlehe fast 50% der Fläche. Alle anderen Sträucher spielten zunächst keine Rolle. Erst ab 1996 machten sich stellenweise *Crataegus spec.* (auch von den ehemaligen Bracheparzellen aus) und bald auch *Cornus sanguinea* bemerkbar. *Rosa canina* blieb auf wenige Exemplare beschränkt, *Rubus spec.* kam seit 1994 als kriechende Jungpflanze hinzu. Weitere Gehölze waren vereinzelt *Rhamnus cathartica*, *Ribes grossularia* sowie einzelne Jungpflanzen von *Acer campestre*, *Fraxinus excelsior* und *Quercus spec.*

### b) Gräser

*Bromus erectus* und *Brachypodium pinnatum* gelten in Kalkmagerrasen als Gegenspieler, ersterer stärker bei Mahd, letzteres bei Beweidung mehr hervortretend. In der Versuchsfläche war zunächst vorwiegend die Trespe vorhanden, wie Abb. 8 deutlich macht. Nach Aufhören der Mahd 1988 nahm sie zunächst bis 1992 zu (MDG von 56 auf 67%, in Einzelparzellen Deckung bis 80%). Unter fortschreitender Beschattung verlor sie dann rasch an Vitalität und fand sich 2002 nur noch in kleinen sterilen Pflanzen oder fehlte ganz (MDG 5%). – *Brachypodium pinnatum* spielte insgesamt nie eine größere Rolle, war bis 1988 nur in den ehemaligen Bracheparzellen öfters zu finden. Die erkennbare Zunahme ab 1997 beruht auf wenigen Stellen, wo die Fiederzwenke im Halbschatten recht üppig-dichte Bestände bis zu 50% Parzellendeckung ausbildete. Damit verhielt sie sich ähnlich wie einige Saumpflanzen der Gruppe d. – Alle weiteren Gräser spielten ebenfalls nur eine untergeordnete Rolle. Häufiger, aber durchweg mit geringer Deckung waren *Briza media*, *Carex flacca*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Koeleria pyramidata*, *Poa angustifolia* und *Trisetum flavescens* vertreten, alles Arten mit allmählicher Abnahme.

### c) Krautige Arten mit allgemeiner Abnahme

Zu dieser Gruppe gehören die meisten Arten der Untersuchungsfläche, wie es auch die allgemein abnehmende Artenzahl während der Sukzession (Abb. 6) erwarten lässt. Nur wenige Arten waren zeitweise mit höheren Deckungsgraden vertreten, vor allem die Rosettenpflanzen *Cirsium acaule* und *Hieracium pilosella*, besonders auf den Parzellen mit ehemals zwei- bis dreifacher Mahd zunächst sehr auffällig (Abb. 9). Sie sind offenbar wenig schattenverträglich und gingen bereits nach 1994, also zu Beginn zunehmender Gebüschausbreitung, stark zurück. Viele Arten hatten aber immer nur niedrige Deckungsgrade von 1–2 (5)%, so dass ihre Entwicklungskurven oft eher undeutlich sind (Abb. 10). Alle Arten zeigen abnehmende Tendenz, erst zum Schluss eine starke Abnahme. 1999 waren bereits *Hieracium pilosella*, *Medicago lupulina*, *Plantago media* und *Polygala comosa* ganz verschwunden, 2002 auch *Achillea millefolium*, *Carex caryophylla*, *Cerastium holosteoides*, *Cirsium acaule*, *Linum catharticum*, *Luzula campestris* und

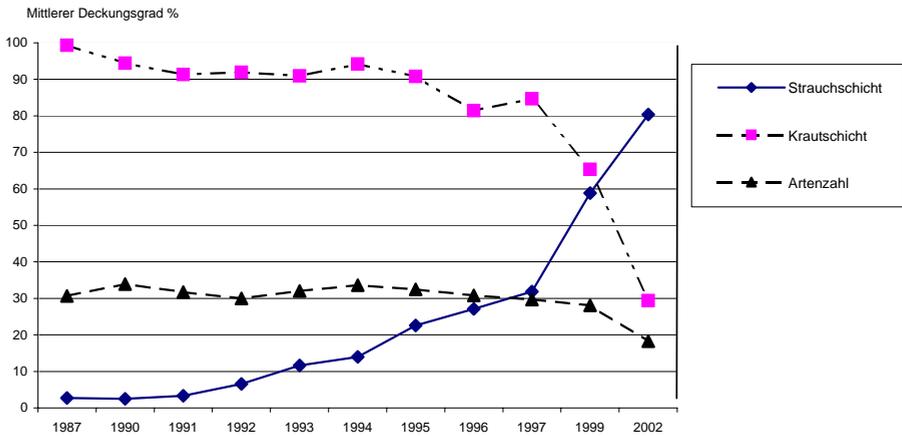


Abb. 6 Mittlere Deckungsgrade der Strauch- und Krautschicht sowie Gesamtartenzahl aller 16 Parzellen (64 m<sup>2</sup>)

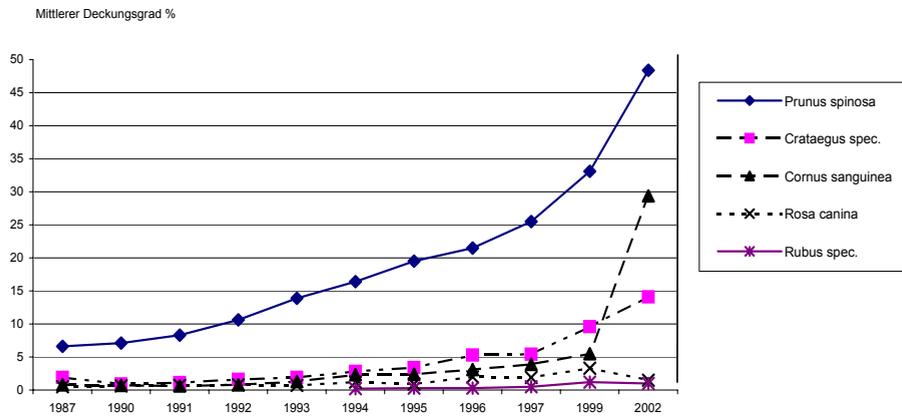


Abb. 7 Deckungsgradentwicklung der Gehölze

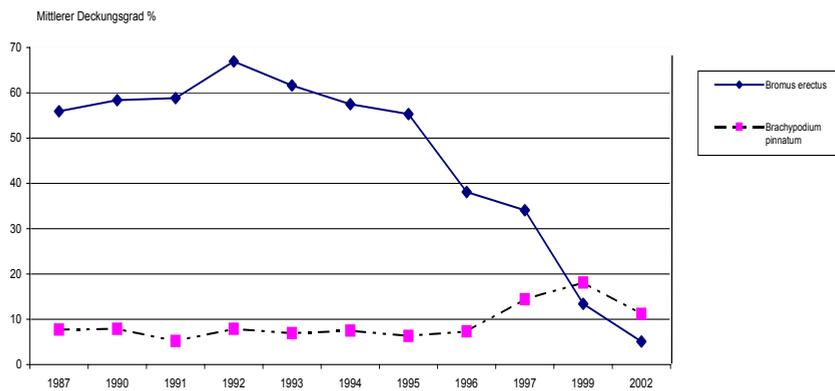


Abb. 8 Deckungsgradentwicklung von *Bromus erectus* und *Brachypodium pinnatum*

*Thymus pulegioides*, also durchweg konkurrenzschwache Lichtpflanzen. Andere hielten sich vor allem in restlichen Gebüschlücken oder als kümmerliche Exemplare im Schatten. Mit einem MDG von mindestens 0,5% blieben bis zum Schluss *Briza media*, *Festuca rubra*, *Knautia arvensis*, *Poa angustifolia*, *Prunella vulgaris* und *Trisetum flavescens* erhalten.

#### d) Krautige Arten mit zeitweiser Zunahme

Mit zunehmender Einengung offener Stellen, gleichzeitig stellenweise mehr halbschattigen und luftfeuchteren Bedingungen, konnten sich einige Arten zunächst stärker als vorher entwickeln (Abb. 11). Besonders auffällig war die fleckige Entwicklung von *Astragalus glycyphyllos* (s. auch Kap. 4.1, 4.3), der 1994 sein Maximum (in 2 Parzellen 60–70% Deckung) erreichte, aber in manchen Parzellen auch nie auftrat. Erst 2002 war er wieder fast ganz verschwunden. Das ebenfalls kletternd-hochwüchsige *Galium album* verhielt sich ähnlich, wenn auch nur auf wenigen Parzellen. Nicht so gut erkennbar ist die Ausbreitung von *Hippocrepis comosa* und *Lotus corniculatus* in den Jahren 1994–1997, die zu dieser Zeit auf offenen Restflächen auffällige gelbe Blühaspekte bildeten. Zu dieser Gruppe gehören weitere Arten, aber mit allgemein niedrigerer Deckung: *Agrimonia eupatoria*, *Fragaria vesca*, *Hypericum perforatum*, *Inula conycae*, *Veronica chamaedrys* und *Viola hirta*. Es sind durchweg Pflanzen halbschattiger bis mäßig schattiger Standorte, die sich zumindest im weiteren Sinne zu den Saumpflanzen zählen lassen. Ähnlich verhielt sich *Brachypodium pinnatum* (s. unter b). Als Saumpflanze wird allgemein auch *Medicago falcata* eingestuft, die aber in der Untersuchungsfläche wie Gruppe c) reagierte.

#### e) Neu auftretende Arten

Fast alle bisher besprochenen Arten wuchsen schon länger oder über die gesamte Versuchszeit auf der Fläche. Die wenigen Neuzugänge sind in Abb. 12 aufgeführt; ihre weitere Entwicklung bleibt ungewiss. Neben *Galium aparine* und *Geum urbanum* wurde 2002 erstmals ein Exemplar von *Viola reichenbachiana* gefunden. Die kleinen Jungpflanzen von *Anthriscus sylvestris* stammen von Samen einiger benachbarter großer Pflanzen am Gebüschrand.

### 4.3 Verteilungsmuster einzelner Arten

Die detaillierte Aufnahme im 2x2 m-Raster ermöglicht es, das Verhalten einzelner Arten in feiner räumlicher und zeitlicher Auflösung zu verfolgen, auch in Bezug zu den ehemals durchgeführten Regenerationsmaßnahmen. In Abb. 13–15 sind einige Beispiele wiedergegeben.

#### 4.3.1 Gehölzentwicklung (Abb. 13)

Durch *Prunus spinosa* wird auch die Gesamtentwicklung der Strauchschicht in vielen Bereichen gut wiedergegeben. Schon zu Beginn der Sukzession war die Schlehe in allen Parzellen vertreten, aber nur in ehemaligen Brachen mit über 10% Deckung. Diese fungieren als Ausbreitungskerne und haben bis 2002 immer mit die höchsten Deckungsgrade. Umgekehrt bleibt die zweite Parzelle von rechts in der unteren Reihe lange Zeit arm an Gesträuch. Sie war ehemals dreimal jährlich gemäht und diente lange Zeit als Refugium für lichtbedürftige Rasenpflanzen. Dies gilt auch für kleinere Lücken, die zunächst insbesondere in der rechten Hälfte übrig blieben.

Andere Sträucher zeigen vor allem in den ersten Jahren eine relativ geringe Dynamik. Die bereits 1987 schwach erkennbare Insel aus *Crataegus spec.* in den zweiten und dritten Parzellen von links setzt sich bis zu einem dichten Gesträuch am Ende (bis 90% Deckung) fort, greift aber kaum auf Nachbarparzellen über. Mit Einzeltrieben erreicht der Weißdorn zwar allmählich immer mehr Parzellen (1990: 8, 1992: 13, 2002: 14), bleibt aber der Konkurrenzkraft der Schlehe mit Ausnahme der zweiten Reihe deutlich unterlegen. – Für *Cornus sanguinea* gab es ab 1997 weiter in der Mitte Initialen, die durchgängig bis 2002 zu einem kleinen Gebüsch geführt haben. Dabei verlor der Hartriegel zunächst an Fläche (1997: 8 Parzellen,

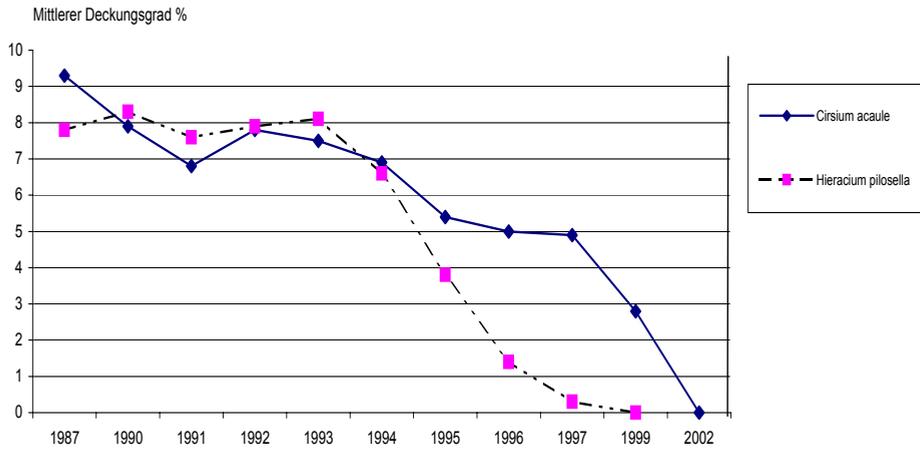


Abb. 9 Deckungsgradentwicklung von *Cirsium acaule* und *Hieracium pilosella*

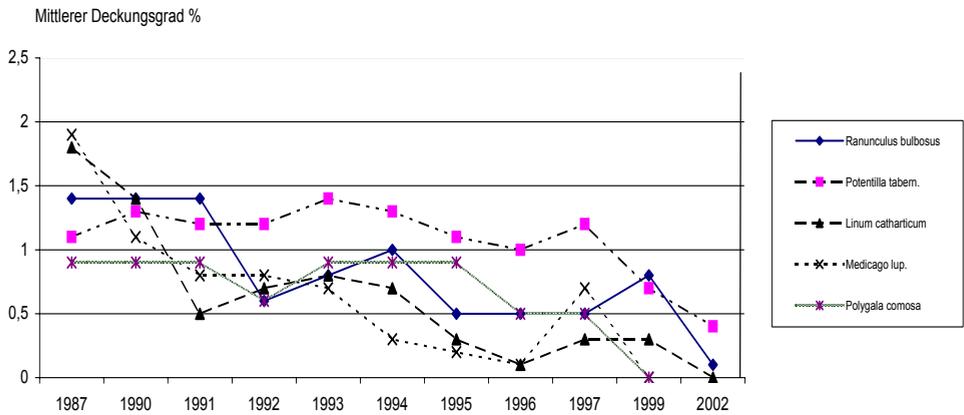


Abb. 10 Beispiele für Arten mit Abnahmetendenz

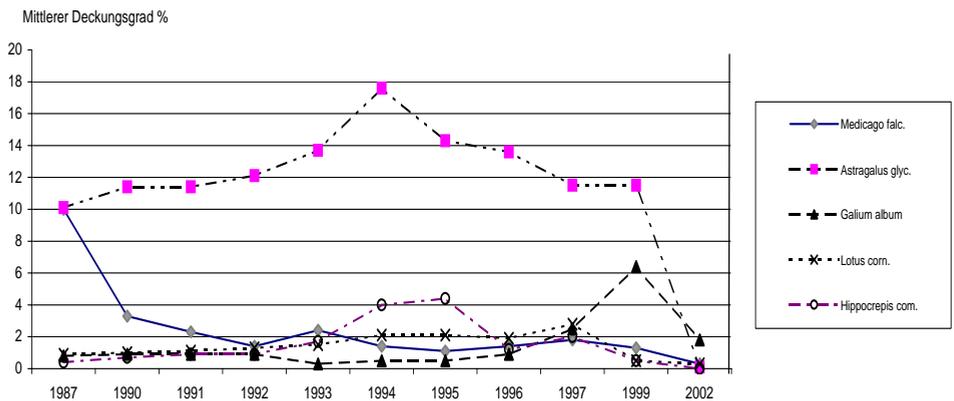


Abb. 11 Beispiele für Arten mit zeitweiser Zunahme

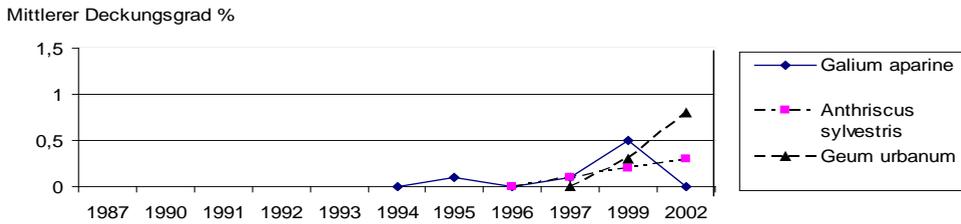


Abb. 12 Neu in der Fläche auftretende Arten

1993: 4) und war erst 2002 in allen Parzellen vertreten. Die plötzlich starke Entwicklung rechts unten ab 1999 beruht vor allem auf überhängenden Zweigen aus den Nachbarbereichen. – Wenig auffällig ist über die ganze Zeit dagegen *Rosa canina*, lässt aber auch eine leichte Musterbildung im rechten Teil erkennen. Eine neu eingewanderte Art (vom unteren Rand her) ist die Brombeere (*Rubus spec.*). Sie tritt erstmals 1994 auf und erreicht bis 2002 schon die Hälfte aller Parzellen. – Möglichkeiten zur Ansiedlung erster Bäume sind gering, wie es das Beispiel der Jungpflanzen von *Acer campestre* zeigt (s. auch Kap. 4.2a).

#### 4.3.2 Gräser (Abb. 14)

Die Entwicklung der Gräser wurde bereits mehrfach angesprochen. *Bromus erectus* zeigt zunächst ein Muster dichter und weniger stark bewachsener Parzellen, eng korreliert mit vorhergehenden Behandlungsweisen. Insbesondere in Parzellen mit 2–3 Schnitten pro Jahr wurde die Trespe stärker geschwächt. Erst ab 1996 macht sich rasch zunehmend die Beschattung durch aufwachsende Sträucher bemerkbar. *Bromus erectus* nimmt deutlich ab, ist aber noch 2002 fast überall mit kümmerlichen Exemplaren vertreten. *Brachypodium pinnatum* bleibt fast durchgehend in zwei Parzellen mit hoher Deckung erhalten, beides alte Brachen (vgl. *Prunus spinosa* in Abb. 13). Ein zweiter Kern ist die vorletzte Parzelle oben, die früher nur alle zwei Jahre gemäht wurde. Lange Zeit bestand dort starke Konkurrenz mit *Bromus erectus* (50–70%), ab 1997 erreichte *Brachypodium* die Vorherrschaft (70 gegenüber 20%). Die Deckung der Gehölze betrug hier lange Zeit nur 20–30%, 2002 40%; es herrschten also halbschattige Bedingungen.

Sehr konstant, wenn auch *Bromus erectus* unterlegen, verhält sich *Festuca rubra*, die erst bei starker Beschattung nach 1999 stark abnimmt. *Trisetum flavescens* ist hingegen nur bis 1992 etwas häufiger, bleibt aber bis 1996 in allen Parzellen erhalten. *Poa angustifolia* zeigt sogar eine leichte Zunahme bis 1997, geht dann rasch zurück. *Briza media* ist insgesamt lückiger verbreitet. Die stärkeren Schwankungen der Frequenz liegen wohl vor allem daran, dass das Gras in Jahren mit schwacher Blüte schwer zu erkennen ist. Solche Effekte können auch bei einigen anderen Arten nicht ausgeschlossen werden.

#### 4.3.3 Kräuter (Abb. 15)

Deutlich gegensätzlich ist das Verhalten mancher Kräuter, vor allem zwischen Rasen- und Saumpflanzen. *Cirsium acaule* und *Hieracium pilosella* stehen stellvertretend für schattenempfindliche Arten mit Rosettenwuchs, die relativ rasch abnehmen (s. auch Abb. 9), wobei sich längere Zeit (bis 1995) vor allem die ehemals mehrfach gemähten Parzellen durch höhere Deckung des Habichtskrautes im rechten Teil durchzeichnen. Die Kratzdistel hat sogar in einigen Parzellen noch bis 1997 höhere Deckungsgrade. – Als Beispiel für viele Arten, die lange Zeit mit niedrigen Deckungsgraden durchhalten, steht *Pimpinella saxifraga*. Sie ist bis 1999 regelmäßig in allen Parzellen nachweisbar und erst 2002 fast verschwunden.

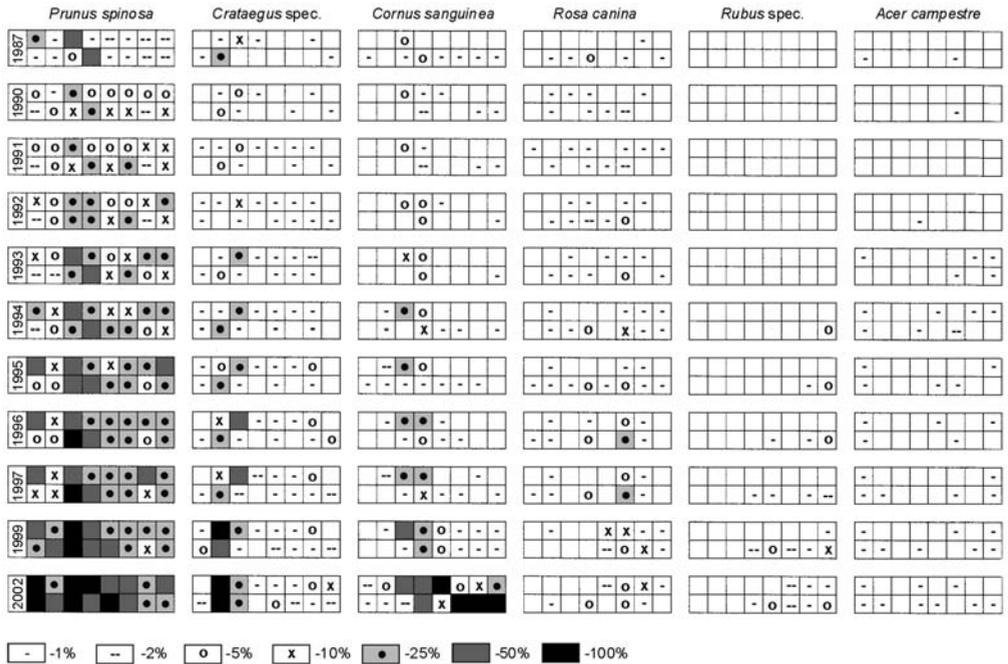


Abb. 13 Kleinräumige Entwicklung von Gehölzarten im 2x2 m-Raster

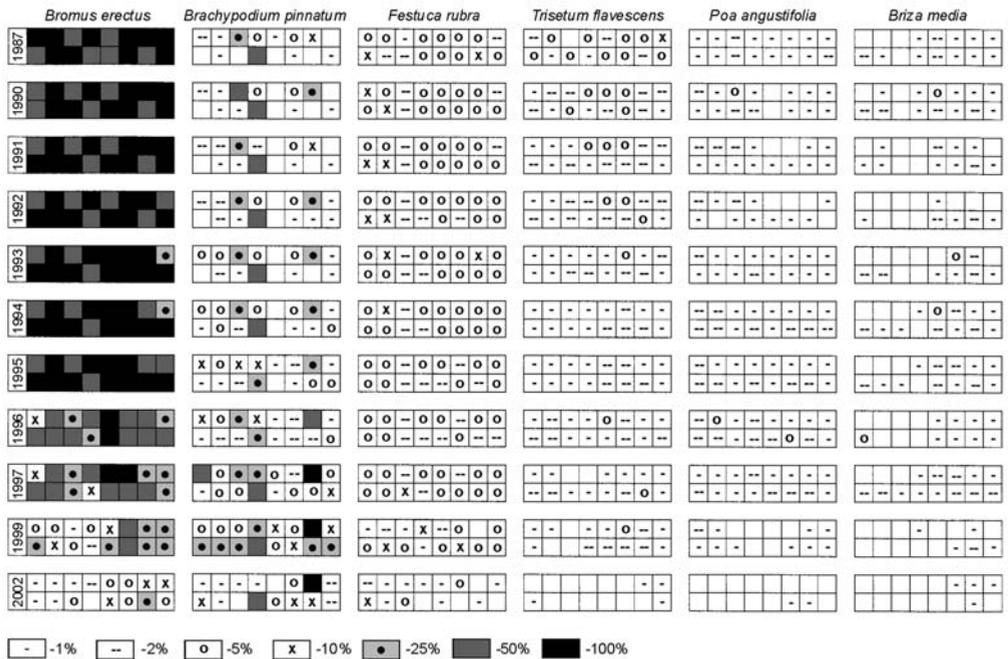


Abb. 14 Kleinräumige Entwicklung von Gräsern im 2x2 m-Raster

Entgegengesetzt verhalten sich einige allgemein als Saumpflanzen angesehene Arten. *Agrimonia eupatoria* zeigt nur sehr fleckig etwas stärkeres Wachstum mit einzelnen großen Pflanzen, meist an halbschattigen Stellen. Sie breitet sich aber von anfangs 10 auf bis zu 14 Parzellen (1999) aus. Noch deutlicher wird dies bei *Astragalus glycyphyllos*, der zu Beginn nur auf 7 Parzellen vorkam, seine größte Frequenz 1994 mit 13 Parzellen erreicht. Erkennbar sind mehrere bereits 1987 vorhandene Entwicklungskerne (teilweise, aber nicht nur auf ehemaligen Brachen), die zu einer ungleichmäßigen Musterbildung führen.

Weniger konstant ist *Galium album*, das (besonders 1997–1999) erst im Zuge stärkerer Verbuschung stellenweise etwas kräftiger wird und mit langen Trieben hoch in das Geäst hineinklettert.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass jede Art zwar ihre individuelle Entwicklung aufweist, aber doch Artengruppen mit ähnlichen Tendenzen erkennbar sind. Auch zunächst rein zufällig erscheinende Musterbildungen zeigen bei genauerem Hinsehen gewisse Regelmäßigkeit. Sie sind nämlich teilweise vorgeprägt durch die unterschiedliche „Nutzungsgeschichte“ der Parzellen von 1972 bis 1988. Manche dieser Eingriffe zeichnen sich noch über viele Jahre durch.

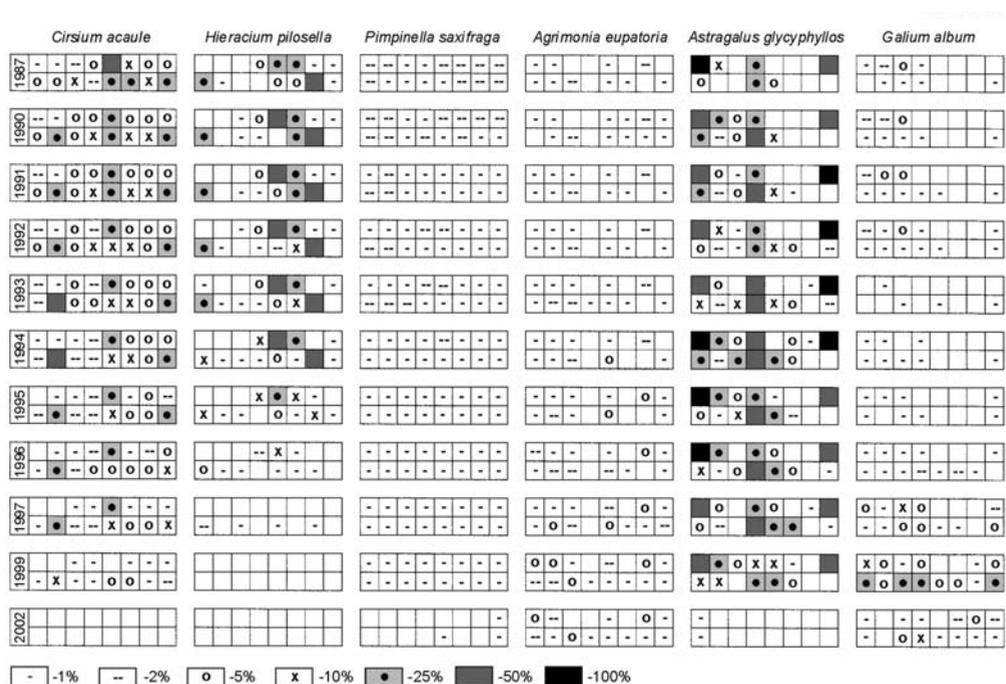


Abb. 15 Kleinräumige Entwicklung von Kräutern im 2x2 m-Raster

## 5 DISKUSSION

Wie die weitere Umgebung des Feldbornberges zeigt, wird die natürliche Vegetation von Buchenwäldern geprägt. Der Untersuchungsfläche (UF) mit ihren Kalkmagerrasen auf mittelgründiger Rendzina kann als **potenziell natürliche Vegetation** ein Kalkbuchenwald (*Hordelymo-Fagetum lathyretosum*; s. DIERSCHKE 1989) zugeordnet werden. Durch Jahrhunderte lange Nutzung haben sich Magerrasen im Zuge einer regressiven Sukzession entwickelt. Nach Ende der Beweidung (s. Kap. 2) konnte eine Rückentwicklung zum Wald einsetzen, von dem aber sowohl die UF als auch die weitere Umgebung noch weit entfernt

sind. Die bisherige Dynamik verläuft von Offenland zu Gebüsch und lässt sich als erster Schritt einer sekundär progressiven Sukzession (s. DIERSCHKE 1994) interpretieren.

Ähnliche Prozesse laufen seit Jahrzehnten in vielen verwandten Kalkmagerrasen ab, vor allem in Gesellschaften des Bromion (=Mesobromion), und werden häufig beschrieben. Die folgenden Erörterungen fassen einiges zusammen, was zu den eigenen Ergebnissen Bezug hat (s. auch Diskussion in DIERSCHKE et ENGELS 1991).

## 5.1 Syntaxonomische Einordnung

Die Ausgangsvegetation wiesenartig strukturierter *Bromus erectus*-Magerrasen wird nach der gesamten Artenverbindung dem **Gentiano-Koelerietum pyramidatae** zugeordnet. Die Dominanz der Trespe reicht nicht aus, sie zum Mesobrometum zu stellen, dessen charakteristische Arten (z. B. verschiedene Orchideen) fehlen. Auch in anderen Gebieten gibt es solche Ausbildungen (OBERDORFER et KORNECK 1978, SCHREIBER 1997 u. a.). Sehr grasreiche Bestände werden oft als erste Degenerationsphase eingestuft (s. u.), was auch für unseren Rasen zutrifft. – In vielen Arbeiten werden die sich entwickelnden Gebüsche dem *Berberidion vulgaris* (*Pruno-Ligustretum* u. a.) zugeordnet. Dieser Verband ist im Göttinger Raum auf Grund subatlantischer Klimateinflüsse relativ selten. So gehören hier die Gebüsche meist zum mesophytischeren *Carpino-Prunion*, auf der UF zum *Crataego-Prunetum spinosae*. Die PNV ist entsprechend kein Carici- sondern ein *Hordelymo-Fagetum*.

## 5.2 Prozesse und Erscheinungen der Sekundärsukzession von Kalkmagerrasen

Auf der UF konnte die Degeneration des Rasens samt der damit im Zusammenhang stehenden Artenverarmung durch die geschilderten Eingriffe rückgängig gemacht werden (DIERSCHKE 1985, DIERSCHKE et ENGELS 1991). Umso rascher setzte nach Aufhören der Eingriffe seit 1988 die Sekundärsukzession ein, noch gefördert durch bereits bestehende kleine Gebüschkerne in den ehemaligen Bracheparzellen. So wurde die in der Umgebung schon früher begonnene Entwicklung zu Gebüsch (DIERSCHKE 1993, KÜPPER 1994) in relativ kurzer Zeit wieder aufgeholt. In dieser überstürzten Sukzession sind manche anderswo deutlicher abgrenzbare Prozesse deshalb enger verknüpft, wegen des kleinräumigen Rasters der UF aber doch erkennbar und teilweise im Detail genauer zu verfolgen.

Die Entwicklung auf der UF folgt bisher dem **Prinzip der anfänglichen Artenkombination** (initial floristic composition; EGLER 1954, s. auch DIERSCHKE 1994). Fast alle Pflanzenarten einschließlich der Gehölze waren bereits zu Beginn der Sekundärsukzession auf der Fläche oder in unmittelbarer Nachbarschaft vorhanden. Neue Arten, die eine Weiterentwicklung zum Wald erkennen lassen, sind noch nicht vorhanden, mit Ausnahme der ersten *Viola reichenbachiana* 2002. Erst stärkere Strukturveränderungen des Gebüsches werden das Einwandern echter Waldpflanzen, einschließlich der Bäume, ermöglichen (s. u.). Auch in der weiteren Umgebung der UF gibt es bisher kaum ausgewachsene Bäume.

Schon jetzt lassen sich aber verschiedene **Prozesse der beginnenden Sukzession** brachliegender Kalkmagerrasen erkennen, wie sie allgemeiner für Grasland von DIERSCHKE et BRIEMLE (2002) zusammengefasst wurden: Artenmischung und –veränderung, Herden- und Musterbildung, Artendominanz, Vergrasung, Verkrautung, Streubildung, Bodenveränderung, Verbuschung, Beschattung. Es sind Denkmodelle für ein eher eng verknüpftes Gefüge sich gegenseitig bedingender und beeinflussender Vorgänge, die zumindest die Diskussion erleichtern.

### 5.2.1 Vergrasung

Das Aufhören stark eingreifender Störungen (Beweidung, Mahd), die meist ein dynamisches Gleichgewicht des Graslandökosystems gewährleisten, führt zunächst zu Umstrukturierungen im Grasland selbst.

Manche Arten gewinnen an Gewicht bis zum (zunächst oft fleckigen) Vorherrschen, andere Arten gehen zurück oder verschwinden nach und nach ganz. Der erste Schritt ist oft die Ausbreitung wuchskräftiger Gräser (Vergrasung), in Kalkmagerrasen vor allem der Schlüsselarten *Brachypodium pinnatum* und/oder *Bromus erectus*. Auf der UF wird die Entwicklung von der Trespe bestimmt, die bei Brachfallen zunächst zunimmt und zumindest in kümmerformen bis ins dichte Gebüsch durchhält. Diese **Dominanzbildung von *Bromus erectus*** ist aus Norddeutschland bisher wenig publiziert (wohl aber in Diplomarbeiten dokumentiert) und wohl auch noch relativ jung. Nach BORNKAMM (1961) wurde die Aufrechte Trespe erstmals 1849 in Südniedersachsen gefunden, hat sich inzwischen weit ausgebreitet, wohl nicht zuletzt im Zuge der nachlassenden bis eingestellten Beweidung (ELLENBERG 1963, 1996). In Nachbarschaft zum Feldbornberg hat NAUENBURG (1985) ihre Zunahme seit den 1950er Jahren nachgewiesen, parallel zur Abnahme kleinwüchsiger Arten wie *Carex caryophylla* und *Hieracium pilosella*. Der **Rückgang von Rosettenpflanzen** im Verlauf der Sekundärsukzession wird in vielen Arbeiten beschrieben (z. B. KIENZLE 1979, SCHIEFER 1981, SCHREIBER et SCHIEFER 1985, WILLEMS 1985). Auf der UF trifft dies besonders für *Cirsium acaule* und *Hieracium pilosella* zu (s. Abb. 9 und 15).

Eine Bestandsaufnahme der Kalkmagerrasenreste im Landkreis Göttingen (LANGENHORST 1990) ergab etwa gleiche Anteile von ***Bromus erectus*- und *Brachypodium pinnatum*-Brachen**. Aus dem Meißner-Gebiet in Nordhessen gibt BRUELHEIDE (1989) ebenfalls beide Dominanztypen von Brachen an, HAKES (1987a, b, 1988) aus der Umgebung von Kassel hingegen nur solche mit *Brachypodium pinnatum*. Letztere scheinen allgemein auch mehr die Regel zu sein (z. B. BOBBINK 1989, BOBBINK et WILLEMS 1987, 1991, BORSTEL 1974, HEINRICH et al. 1997, REICHHOFF 1974, 1977, REICHHOFF et BÖHNERT 1978, SCHIEFER 1981, SCHREIBER et SCHIEFER 1985, WILLEMS 1978, WILMANN 1975). Die Fiederzwenke wird außerdem auch durch Brand gefördert (SCHREIBER et SCHIEFER 1985, ZIMMERMANN 1979). Selbst die für Mittel- und Süddeutschland sowie die Schweiz seit langem typischen Mesobrometen werden bei Brachfallen oft rasch von der Fiederzwenke erobert (KIENZLE 1979, REICHHOFF 1974, SCHREIBER 1997), es gibt aber auch Beispiele für jahrzehntelange Ausdauer von *Bromus erectus*-Brachen (ROTHMEIER 1976).

Ökophysiologische Untersuchungen an *Brachypodium pinnatum* aus Wald-Gebüsch-Steppen-Bereichen in Ungarn von MOZES et al. (2003) zeigen eine sehr große Anpassungsfähigkeit dieses Grases, wobei das Optimum in Nähe von Büschen liegt, wo im Halbschattenklima weder Wasserstress (Rasen) noch Lichtmangel (Wald) die Vitalität einschränken. Dies scheint auch im gemäßigteren Klima des nördlichen Mitteleuropa ähnlich zu sein. Hier erreicht die Fiederzwenke ebenfalls oft optimalen Wuchs entweder saumartig an Gebüschrändern oder in einer Sukzessionsphase mit einem Mosaik aus degenerierenden Rasenresten und kleinen Pionierbüschen, z. B. von *Prunus spinosa*. In der UF ist dies nur vereinzelt erkennbar (s. Abb. 14). Vielleicht ging hier die Entwicklung zu schnell weiter, so dass sich die Fiederzwenke nicht mehr überall hin ausbreiten konnte. In unmittelbarer Nähe ergab nämlich eine weitere Raster-Dauerfläche in einer Trespenbrache zwischen 1971 und 1988 eine starke Zurückdrängung von *Bromus* durch *Brachypodium* im Zuge vordringender Schlehen (DIERSCHKE 1993). Die eingangs erwähnte Dauerfläche von BORNKAMM (1961, 1974, 1993) ganz in der Nähe zeigt dagegen hohe Konstanz von *Bromus erectus* über mehr als 30 Jahre.

Die starke **Zunahme von *Bromus erectus* und/oder *Brachypodium pinnatum*** in verbrachenden Kalkmagerrasen ist vorwiegend ein Effekt des Aufhörens ständiger Wachstumsstörungen durch Mahd oder Beweidung. Dabei wird oft angeführt, dass die wenig weideresistente Trespe in Magerweiden zurücktritt oder fehlt und stattdessen die ungerne gefressene Fiederzwenke dominiert (z. B. ELLENBERG 1963, 1996, OBERDORFER et KORNECK 1978). Demnach dürfte in Norddeutschland, wo es vorwiegend Kalkmagerweiden gab, *Bromus erectus* keine Rolle spielen, was früher meist der Fall war. Zu berücksichtigen ist aber, dass die Trespe sich erst im 20. Jahrhundert im Norden stärker ausgebreitet hat. Die genauen Ursachen hierfür sind nicht bekannt, könnten aber mit nachlassender Beweidung im Zusammenhang stehen. Der Nutzungsgeschichte, vielleicht auch dem Zufall der Ausbreitung kommt also sicher eine wichtige Rolle zu, wenn das heutige Nebeneinander von *Bromus*- und *Brachypodium*-Brachen geklärt werden soll. Da keine Fälle bekannt sind, wo *Bromus* *Brachypodium* verdrängt, muss auf den *Bromus*-Brachen (z. B. auch auf dem Feldbornberg) die Trespe schon vor Brachfallen ausreichend vorhanden ge-

wesen sein. Wie Beispiele vom Feldbornberg und anderswo zeigen, verhält sich *Brachypodium pinnatum* oft wie eine Saumpflanze, die im Zuge anfangender Verbuschung das etwas lichtärmere, aber feuchtere Mikroklima zur Ausbreitung nutzt und dann auch vorhergehende *Bromus*-Dominanzbestände ersetzt. Für das Vorherrschen der Fiederzwenke werden als Gründe in einigen Arbeiten auch Eutrophierungen, vor allen Stickstoffeinträge genannt. So haben experimentelle Untersuchungen in den Niederlanden gezeigt, dass *Brachypodium pinnatum* vermehrten Stickstoff besonders effektiv nutzen kann und gegenüber anderen Arten gefördert wird (BOBBINK 1991). Nach Kulturversuchen unter abgestufter Stickstoffversorgung von VOGEL (1978) profitieren aber beide Gräser zumindest in Reinkultur von verbesserten Bedingungen. Sie haben außerdem einen internen N-Kreislauf, indem der Stickstoff bei *Brachypodium* in Rhizomen und Wurzeln (WERNER 1983), bei *Bromus* in den Stoppeln (WAGNER 1972) während der Ruhephase angereichert ist. Zur weiteren Klärung des Konkurrenzverhaltens der beiden Gräser wären diesbezügliche Versuche unter abgestuften Licht-, Feuchte- und Nährstoffbedingungen eine lohnende Aufgabe!

### 5.2.2 Versaumung

Ein zweiter Prozess in jungen Brachen ist die Ansiedlung und Ausbreitung hochwüchsiger Stauden, teilweise mit effektivem klonalen Wuchs, d. h. mit Polykormonbildung durch unterirdische Ausläufer (Verkrautung). In Kalkmagerrasen handelt es sich vorwiegend um Saumpflanzen der Trifolio-Geranietae sanguinei, wofür der Begriff der Versaumung geprägt wurde (WILMANN 1975, 1989 u. a.). Entweder parallel zur Vergrasung oder dieser folgend kann sich eine recht stabile, teilweise monodominante Staudenphase entwickeln (z. B. BAIER et TISCHEW 2004, BÜRGER 1984, DIERSCHKE 1974, HEINRICH 1998, KIENZLE 1979, KRATOCHWIL 1984, REICHHOFF 1977, REICHHOFF et BÖHNERT 1978, SCHIEFER 1981, SCHREIBER 1997, WILMANN 1975, 1989, WILMANN et KRATOCHWIL 1983). In Norddeutschland, wo viele dieser Saumpflanzen selten sind oder fehlen, fällt diese Phase weniger auf. Auch auf der UF sind nur wenige Saumpflanzen vorhanden, die sich fleckenhaft ausgedehnt haben. Drei **Wuchsformen** lassen sich dort unterscheiden: Mit langen oberirdischen Trieben kriechende und kletternde Arten (*Astragalus glycyphyllos*, *Galium album*), große Halbrosettenpflanzen (*Agrimonia eupatoria*, *Inula conycae*) und Polykormonpflanzen (*Hypericum perforatum*) (vgl. auch SCHIEFER 1981). Das feuchtere bodennahe Mikroklima ermöglicht außerdem mesophilen, kleinwüchsigen Arten die Ausbreitung, hier *Fragaria vesca*, *Veronica chamaedrys* und *Viola hirta* (s. KIENZLE 1979).

### 5.2.3 Bodenveränderungen

In manchen Brachen gibt es Bodenveränderungen, z. B. durch wühlende Tiere, in unserem Fall durch einzelne Ameisen-Erdhügel (s. Abb. 3), die hier aber keinen merklichen Einfluss auf die Sukzession haben. Erwartet werden in manchen Diskussionen verbesserte Nährstoffbedingungen. So treten im Verlaufe der Sukzession oft nährstoffbedürftigere Arten bis zu Stickstoffzeigern auf, ohne dass Bodenanalysen entsprechende Trends erkennen lassen (SCHREIBER 1997). Auch auf der UF haben sich unter dem Gebüsch mit *Anthriscus sylvestris*, *Galium aparine* und *Geum urbanum* Stickstoffzeiger eingefunden, was gut zu anderen Ergebnissen passt. Allerdings lassen die schlechten Lichtbedingungen (noch) keine stärkere Ausbreitung zu.

### 5.2.4 Verbuschung

In der Gräser-/Staudenphase sind meist schon einzelne kleine Sträucher vorhanden, welche die beginnende Verbuschung anzeigen. Diese Mischung kann zunächst zu einer Artenzunahme führen (KIENZLE 1979), die sich aber mit dem Aufwuchs und Zusammenschluss der Sträucher in drastische Artenabnahme umkehrt. Für die **Pioniergehölze** sind Anemochorie, Ornithochorie und Polykormie die

wichtigsten Ausbreitungsstrategien (SCHREIBER 1995). Auf der UF, wo die Sträucher schon zu Beginn der Sekundärsukzession vorhanden waren, spielt letztere die Hauptrolle. Wie hier ist auch anderswo *Prunus spinosa* ein typischer Pionier. Er ist in der Lage, mit unterirdischen Ausläufern pro Jahr 0,3 bis 0,5 (1) Meter auch in stark verfilzte Brachen einzuwandern (REICHHOFF et BÖHNERT 1978, WILMANN 1975). Außerdem ist der Schlehdorn resistent gegen Wildverbiss (HAKES 1987a, REICHHOFF et BÖHNERT 1978 u. a.), was aber für die UF ohne Bedeutung bleibt. Auch andere Sträucher (hier *Cornus sanguinea*, *Crataegus*) können solche Sprosskolonien bilden. Sie kommen oft aber erst etwas später stärker zur Geltung. Insgesamt scheinen Verbuschungsprozesse in vielen Gebieten ähnlich abzulaufen (z. B. BÜRGER 1984, HAKES 1987a, HEINRICH 1998, KIENZLE 1979, REICHHOFF 1974, 1977, REICHHOFF et BÖHNERT 1978, WILMANN 1975, 1989, WILLMANN et SENDTKO 1995). Dabei bilden oft durch Vögel angesamte Sträucher erste Kerne, die sich allmählich nach außen vorwiegend vegetativ erweitern (KNAPP et REICHHOFF 1975, KOLLMANN 1994). Hierfür hat JAKUCS (1969) den Begriff der **Polycormonsukzession** eingeführt.

HAKES (1987a) spricht bei der Verbuschung von einem Prozess positiver Rückkopplungen, indem erste Sträucher den Standort, insbesondere Mikroklima und Wasserhaushalt, für weitere Arten vorbereiten. Seine multivariate Faktorenanalyse gibt dem **Lichtfaktor** in der Sukzession vorrangige Bedeutung. Vor allem die Artenverarmung der Krautschicht ist direkt mit abnehmendem Licht verbunden. Dies zeigen auch die eigenen Ergebnisse. In dichten Gebüschern herrscht am Boden teilweise ein relativer Lichtgenuss von unter 2% (DIERSCHKE 1974). Hier können selbst schattenverträgliche Waldpflanzen nicht existieren. Auch eine Ansiedlung weiterer Gehölze aus Diasporen ist kaum zu erwarten. Die auf der UF im Unterwuchs vorkommenden Pflanzen der anemochoren *Acer campestre* und *Fraxinus excelsior* kommen über ein frühes Jugendstadium nicht hinaus. Auch Jungpflanzen der Gebüsche sind im Tiefschatten kaum lebensfähig (KOLLMANN 1994, KOLLMANN et REINER 1996).

### 5.2.5 Wiederbewaldung

Eine langfristig zu erwartende Weiterentwicklung zum Wald ist auf der UF noch nicht zu erkennen; dies gilt auch für größere Gebüschbereiche ringsum (KÜPPER 1994), ebenfalls für andere Gebiete. Weiträumigere Untersuchungen von Feldgehölzen auf dem Feldbornberg und seiner Umgebung von LUDWIG (1997) zeigen aber eine Phase, in der überalterte Sträucher teilweise absterben und so Raum und Licht für Weiterentwicklungen geben. Manche Sträucher erreichen fast baumförmige Gestalt, hinzu kommt die in jüngeren Phasen fehlende *Corylus avellana*. Auch erste locker stehende Bäume bis 10 m Höhe sind vorhanden, vor allem *Acer campestre*, *Fraxinus excelsior* und *Prunus avium*, also anemochore und endozoochore Arten. Völlig fehlt aber bisher die Schlussbaumart *Fagus sylvatica*. Im Unterwuchs gibt es als neuen Strauch vor allem *Lonicera xylosteum*. Die allmählich neu entwickelte Krautschicht besteht größtenteils aus Waldpflanzen; am häufigsten und vermutlich als erste einwandernd sind *Viola reichenbachiana*, *Galium odoratum* und *Brachypodium sylvaticum*. Ähnliche Altersphasen von Gebüschern bzw. Anfänge eines Pionier-(Vor-)waldes beschreiben z. B. KIENZLE (1979), MILBRADT (1987), POMPE (2004) und REIF (1982). Da solche Feldgehölze aber früher zur Brennholzgewinnung genutzt wurden, muss ihre Rolle in der Sekundärsukzession mit Vorsicht beurteilt werden.

Noch weiter fortgeschrittene Waldphasen gibt es wohl bisher kaum oder gar nicht. HEINRICH (2003) beschreibt im Leutratl das Überwachsen von Gebüschern auf Röt durch *Fraxinus excelsior*. Auf einer Dauerfläche in Baden-Württemberg hat sich von vornherein die Esche durchgesetzt (SCHREIBER 1995, 1997). In beiden Fällen ist ein Eschen-Pionierwald denkbar. Auf Muschelkalk spielt im Leutratl hingegen *Pinus sylvestris* die Rolle der Pionierbaumart (HEINRICH 2003). Lockere Kiefernbestände zeigen im Unterwuchs aber oft eher Ausbildungen von Rasen- bis Gebüschphasen (s. BORSTEL 1974, HAKES 1987a, KIENZLE 1979, POMPE 2004, SCHREIBER 1997). Weder Kiefern noch die ebenfalls erwähnten *Populus tremula* und *Robinia pseudoacacia* kommen im UG vor.

### 5.3 Sukzessionsserien, Stadien und Phasen

Fasst man die verschiedenen Prozesse der Sekundärsukzession und ihrer Resultate zusammen, lassen sich zeitliche Abfolgen (Serien) konstruieren. Recht gut zu den eigenen Ergebnissen passen die Vorschläge von KIENZLE (1979) für Kalkmagerrasen des Schweizer Jura. Ausgehend von gemähten *Bromus erectus*-Magerwiesen (Mesobrometum) sieht er mehrere als **Stadien** benannte Entwicklungsschritte: **Initialbrache** mit Mosaikbildung (Polykormone, z. B. von *Brachypodium pinnatum*) einzelner Arten, lockerer Streubildung und leichter Artenabnahme, vor allem von Rosettenpflanzen (1–25 Jahre andauernd). Nach 3–42 Jahren folgt die **Vollbrache** mit Dominanz von *Brachypodium pinnatum*, einzelnen Saumpflanzen, starker Streubildung (Verfilzung) und ersten Sträuchern. Ein relativ artenreicher **Lockerbusch** mit Gebüsch-, Saum- und Rasenelementen bildet sich nach 5–45 Jahren, gefolgt von einem 2–4 m hohen **dichten Gebüsch** (*Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa* u. a.) mit wenig Unterwuchs (nach 10–48 Jahren) und schließlich einem **Hasel-Vorwald** (bzw. Kiefern-Lockerwald) mit teilweise absterbenden Pioniersträuchern als vorläufigem Schlusspunkt nach 20–50 Jahren. Dort treten sogar schon erste Bäume von *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus* und *Quercus* auf, darunter eine waldartige Krautschicht. Diese verkürzte Darstellung bildet nur ein Grundmuster der von KIENZLE (1979) beschriebenen komplexeren Verhältnissen, passt aber sehr gut zu den eigenen Ergebnissen. – KOLLMANN (1994) gliedert Verbuschungsvorgänge am Kaiserstuhl in Pionier-, Aufbau- und Reifephase. Letztere beinhaltet bereits ersten Baumwuchs und ist eher eine Degenerationsphase, der eine oft stabile Optimalphase vorausgeht. Eine ähnliche Gliederung mit vier Sukzessionsschritten beschreiben REICHHOFF et BÖHNERT (1978).

Wie die Angaben von KIENZLE (1979) zeigen, ist die **Zeitdauer einzelner Sukzessionsschritte** sehr unterschiedlich lang. BORSTEL (1974) geht für lockere Gebüsch von einem Brachealter von 10–20 Jahren aus und schätzt für volle Verbuschung eine Zeitdauer von 20–40 Jahren. Vergleiche von Luftbildern ergaben dagegen im Kaiserstuhl zwischen 1955 und 1989 nur sehr langsames Fortschreiten der Verbuschung (KOLLMANN 1994). Im Leutratatal begann 8 Jahre nach Versuchsbeginn eine stärkere Gebüschausbreitung (HEINRICH 1998). Er rechnet bis zu einem Eschen-Pionierwald etwa 50 Jahre (HEINRICH 2003). Für den Feldbornberg beschreibt KÜPPER (1994) eine größere Gebüschebene, deren Entwicklung vor etwa 40 Jahren begann und bereits seit 15 Jahren relativ stabil ist; Bäume kamen bisher nicht auf. Die *Bromus erectus*-Brachen im UG benötigten bis zum Beginn eines Pioniergebüsches etwa 15 Jahre oder länger (DIERSCHKE 1993, DIERSCHKE et ENGELS 1991), auf der UF mit bereits vorhandenen kleinen Gebüschkernen nur etwa 6 Jahre. Dagegen beschreibt ROTHMEIER (1976) verfilzte *Bromus erectus*-Brachen auf einem Truppenübungsplatz der Oberpfalz, die über mehrere Jahrzehnte ohne Gehölzbewuchs blieben.

Die Zeitdauer einzelner Sukzessionsschritte ist also sehr variabel und schwer vorhersagbar. Die erste Degeneration verläuft meist rasch, bis zur Verbuschung kann es wenige Jahre, aber auch viele Jahrzehnte dauern, noch länger bis zur Ausbildung eines Vorwaldes. Die Art und Abfolge bestimmter Vegetationstypen kann ebenfalls sehr unterschiedlich sein. Darauf weist vielfach vor allem SCHREIBER (z. B. 1995, 1997) hin, der in Baden-Württemberg ganz verschiedene Serien fand, die sich kaum bestimmten Sukzessionsmodellen zuordnen lassen. Eher hat jede Fläche ihre individuelle Note. Gerade die Kalkmagerrasen zeigen dort bei der Besiedlung mit Gehölzen sehr eigenständige Züge. Dies gilt in gewissem Maße auch für die eigene UF. Die relativ rasch ablaufenden Vorgänge der Vergrasung, Versaumung und Verbuschung lassen sich durch eine Vorprägung der Fläche begründen, da schon während des Regenerationsversuches Bracheparzellen die spätere Entwicklung bis zum Lockergebüsch vorwegnahmen und als Ausbreitungskerne dienten. Trotzdem passt sich die UF recht gut in allgemeiner geltende Prozesse ein.

Die Unterschiede zwischen Sukzessionsvorgängen trotz ähnlicher Ausgangsvegetation können standörtlich (**Boden, Klima**) bedingt sein, hängen aber auch von vielen anderen, oft schwer erkennbaren Faktoren ab. Neben dem **Artenpool** des Gebietes und der Entfernung potenzieller Einwanderer von der Fläche spielen sicher auch **Art, Dauer und Intensität vorhergehender Nutzungen** eine wichtige Rolle. So zeigen sich auf der UF selbst auf kleinstem Raum Unterschiede der Dynamik, die durch die Art der vorhergehenden Eingriffe vorgeprägt sind. HAKES (1987a) weist auf großräumigere Unterschiede der

Gehölzansiedlung in Abhängigkeit von früher unterschiedlicher Beweidungsintensität hin. Auch für viele ähnliche Sukzessionsserien dürfte die oft schwer ermittelbare Vorgeschichte der Nutzung von größerer Bedeutung sein.

Die **Benennung einzelner Schritte der Sekundärsukzession** ist sehr unterschiedlich und deshalb manchmal verwirrend. Allgemein sollten Sukzessionsstadien durch markante floristische und strukturelle (physiognomische) Unterschiede geprägt sein (s. auch DIERSCHKE 1994). In unserem Fall wären dies Rasen – Gebüsch – Vorwald – Wald. Kleinere Verschiebungen im Artenbestand innerhalb eines Strukturtyps werden hingegen als Sukzessionsphasen bezeichnet. So gibt es im Graslandstadium eine noch genutzte Optimalphase, der eine bis mehrere Degenerationsphasen folgen, z. B. durch Vergrasung, Versaumung, Einwanderung erster Sträucher. Letzterer Zustand ist dann zugleich die Pionierphase des Gebüschstadiums. Unter dieser Prämisse und im Vergleich zu anderen Gebieten lassen sich die Vorgänge auf der UF wie folgt zusammenfassen:

## 1. Rasenstadium

**1.1 Artenreiche Optimalphase**, hier durch Regenerationsmaßnahmen wieder hergestellt (bis 1988).

**1.2 Degenerationsphase** mit Vergrasung (*Bromus erectus*-Dominanz) und Versaumung sowie vegetativer Ausbreitung junger Gehölztriebe aus bestehenden *Prunus spinosa*-(*Crataegus*)-Kernen. Nach kurzzeitiger Artenzunahme allgemein etwas zurückgehende Artenzahl (1989–1994).

## 2. Gebüschstadium

**2.1 Pionierphase** mit lockerer Ausbreitung und raschem Aufwuchs kleiner Sträucher bis etwa 1,5 m Höhe, besonders von *Prunus spinosa* (ältere Exemplare bereits blühend), in gleitendem Übergang aus 1.2. Entwicklung einzelner schattiger, krautarmer Bereiche, Ausbreitung von Schattenmoosen. In Lücken noch viele, vorwiegend hochwüchsige Gräser und Kräuter; allmähliche Artenverarmung (1994–1997).

**2.2 Aufbauphase** mit Aufwuchs (2–2,5 m Höhe) und Zusammenschluss der Sträucher. Neben *Prunus spinosa* und *Crataegus* zunehmend *Cornus sanguinea*. Bei starker Artenabnahme im Unterwuchs Ausbildung einer schattenverträglichen Moosschicht (1997 bis über 2002).

**2.3 Optimalphase**, vermutlich mit allmählicher Zurückdrängung von *Prunus spinosa* zu Gunsten von *Cornus sanguinea*, *Crataegus* u. a. und weiterhin dürrtigem Unterwuchs (wie in direkter Nachbarschaft der UF); (Beginn und Dauer unklar).

Die unter 5.2.5 beschriebene **Degenerationsphase** des Gebüsches mit Übergang zum Vorwald ist auch in Nachbarschaft noch nicht erkennbar.

## 6 DANKSAGUNG

Für die Mitwirkung am Regenerationsversuch danke ich vor allem Frau U. Wergen. Herrn B. Raufeisen verdanke ich die Fertigstellung der Grafiken, Herrn T. Spribille und Frau B. Siegesmund die Korrektur des Abstracts.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

DIERSCHKE, H.: Sekundär-progressive Sukzession eines aufgelassenen Kalkmagerrasens – Dauerflächenuntersuchungen 1987–2002. – *Hercynia N. F.* **39** (2006): 223–245.

An einem südwestexponierten Muschelkalkhang des Feldbornberges bei Göttingen wurde 1972 in einem verbrachten, teilweise von Gebüsch durchsetzten Kalkmagerrasen mit Dominanz von *Bromus erectus* ein Regenerationsversuch auf einer Fläche mit 32 Quadraten im 2 x 2m-Raster begonnen. Vor allem bei zwei- bis dreifacher Mahd pro Jahr entwickelte sich in wenigen Jahren wieder ein artenreicher

Magerrasen. 1988 wurde der Versuch beendet, die gesamte Fläche im Sommer einheitlich gemäht und die oberirdische Biomasse entfernt. Danach blieb die Fläche der sekundären progressiven Sukzession überlassen. Die Arbeit stellt vorwiegend die Entwicklung danach auf 16 Quadraten bis 2002 dar, die über Zwischenphasen zu einem dichten Gebüsch führte. Der Artenwechsel, vorwiegend eine zunächst langsame, später rasche Artenabnahme, wird für verschiedene Artengruppen dargestellt. Rasterkarten zeigen das Verhalten ausgewählter Arten in feiner raum-zeitlicher Auflösung. Die ausführliche Diskussion geht in breiter Sicht auf die Sekundärsukzession von Kalkmagerrasen ein. Als wichtige Prozesse werden vor allem Vergrasung, Versaumung, Verbuschung und Wiederbewaldung erörtert. Abschließend werden Sukzessionsserien mit ihren Phasen und Stadien diskutiert und die eigenen Ergebnisse eingeordnet.

## 8 LITERATUR

- BAIER, A.; TISCHEW, S. (2004): Naturschutz-Management auf Xerothermstandorten in Sachsen-Anhalt – Gefährdungsanalyse und Entwicklungsstrategien am Beispiel des Naturschutzgebietes „Lämmerberg und Vockenwinkel“. – *Hercynia* 37: 201-230.
- BOBBINK, R. (1989): *Brachypodium pinnatum* and the species diversity in chalk grassland. – Proefschrift Rijksuniv. Utrecht.
- BOBBINK, R. (1991): Effects of nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. – *J. Appl. Ecol.* 28: 28-41.
- BOBBINK, R.; WILLEMS, J. H. (1987): Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands: a threat to a species-rich ecosystem. – *Biol. Conserv.* 40: 301-314.
- BOBBINK, R.; WILLEMS, J. H. (1991): Impact of different cutting regimes on the performance of *Brachypodium pinnatum* in Dutch chalk grassland. – *Biol. Conserv.* 56: 1-21.
- BORNKAMM, R. (1960): Die Trespen-Halbtrockenrasen im oberen Leinegebiet. – *Mitt. Florist.-soz. Arbeitsgem. N. F.* 8: 181-208.
- BORNKAMM, R. (1961): Zur Konkurrenzkraft von *Bromus erectus*. Ein sechsjähriger Dauerversuch. – *Bot. Jahrb.* 80: 466-479.
- BORNKAMM, R. (1974): Zur Konkurrenzkraft von *Bromus erectus* II. – *Bot. Jahrb.* 94: 391-412.
- BORNKAMM, R. (1993): Thirty years of vegetation development in a transplanted meadow sod. – *Fragmenta Florist. Geobot. Suppl.* 2: 597-608.
- BORNKAMM, R. (2006): Fifty years of vegetation development of a xerothermic calcareous grassland in Central Europe after heavy disturbance. – *Flora* 201: 249-267.
- BORSTEL, U. VON (1984): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf ökologisch verschiedenen Grünland- und Ackerbrachen hessischer Mittelgebirge (Westerwald, Rhön, Vogelsberg). – *Diss. Univ. Gießen*.
- BRUELHEIDE, H. (1989): Die Vegetation der Kalkmagerrasen im östlichen und westlichen Meißner-Vorland. – *Diplomarb. Univ. Göttingen*.
- BÜRGER, R. (1984): Successional limestone grassland – communities of the Kaiserstuhl – with regard to their conservation management. – *Colloques phytosoc.* 11: 405-419.
- DIERSCHKE, H. (1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. – *Scripta Geobot.* 6: 1-246.
- DIERSCHKE, H. (1985): Experimentelle Untersuchungen zur Bestandesdynamik von Kalkmagerrasen (Mesobromion) in Südniedersachsen. 1. Vegetationsentwicklung auf Dauerflächen 1972 – 1984. – *Münstersche Geogr. Arb.* 20: 9-24.
- DIERSCHKE, H. (1989): Artenreiche Buchenwald-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. – *Ber. Reinhold-Tüxen-Ges.* 1: 107-147.
- DIERSCHKE, H. (1993): Sukzession in einem brachliegenden Kalkmagerrasen. Vergleich von Rasterkartierungen 1971 – 1988. – *Fragmenta Florist. Geobot. Suppl.* 2: 577-595.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – *Stuttgart*.
- DIERSCHKE, H. (2003): Vegetations- und Landschaftssukzession. Beispiele von Kalkmagerrasen auf verschiedenen Skalenebenen. – *Bochumer Geogr. Arb. Sonderheft* 14: 82-90.
- DIERSCHKE, H.; BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland. Wiesen und verwandte Hochstaudenfluren. – *Stuttgart*.
- DIERSCHKE, H.; ENGELS, M. (1991): Response of a *Bromus erectus* grassland (Mesobromion) to abandonment and different cutting regimes. – In: ESSER, G.; OVERDIECK, D. (Eds.): *Modern ecology: basic and applied aspects*. – Amsterdam.
- EGLER, F. E. (1954): Vegetation science concepts. I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. – *Vegetatio* 4: 412-417.

- ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 1. Aufl. – Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. – Stuttgart.
- HAKES, W. (1987a): Einfluß von Wiederbewaldungsvorgängen in Kalkmagerrasen auf die floristische Artenvielfalt und Möglichkeiten der Steuerung durch Pflegemaßnahmen. – Dissert. Bot. **109**: 1-151.
- HAKES, W. (1987b): Analyse sukzessionsbedingter Vegetationsveränderungen in nordhessischen Kalk-Halbtrockenrasen mit Hilfe multivariater Verfahren. – *Tuexenia* **7**: 295-302.
- HAKES, W. (1988): Vergleich der Pflanzenbestandsstruktur genutzter und brachliegender Kalk-Halbtrockenrasen in Nordhessen. – *Phytocoenologia* **16**: 289-314.
- HEINRICH, W. (1998): Struktur- und Sukzessionsforschung auf Dauerflächen. – In: HEINRICH, W.; MARSTALLER, R.; BÄHRMANN, R.; PERNER, J.; SCHÄLLER, G.: Das Naturschutzgebiet „Leutatal“ bei Jena – Struktur- und Sukzessionsforschung in Grasland-Ökosystemen. – Naturschutzreport **14**: 65-114.
- HEINRICH, W. (2003): Die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) – eine Problemart der Röt- und Muschelkalkhänge in Thüringen? – *Artenschutzreport* **13**: 13-24.
- HEINRICH, W.; MARSTALLER, R.; BÄHRMANN, R.; KRAUTWURST, L. (1997): Das Naturschutzgebiet „Leutatal“ – 60 Jahre Schutz – 25 Jahre Forschung. – *Landschaftspf. Natursch. Thüringen Sonderheft* **34**: 65-92.
- JAKUCS, P. (1969): Die Sporkolonien und ihre Bedeutung in der dynamischen Vegetationsentwicklung (Polycormon-sukzession). – *Acta Bot. Croatica* **28**: 161-170.
- KIENZLE, U. (1979): Sukzession in brachliegenden Magerwiesen des Jura und des Napfgebietes. – Diss. Univ. Basel.
- KNAPP, H. D.; REICHHOFF, L. (1975): Die Vegetation des Naturschutzgebietes „Leutatal“ bei Jena. – *Arch. Natursch. Landschaftsforsch.* **15**: 91-124.
- KOLLMANN, J. (1992): Gebüschentwicklung in Halbtrockenrasen des Kaiserstuhls. – *Natur und Landschaft* **67**: 20-27.
- KOLLMANN, J. (1994): Ausbreitungsökologie endozoochorer Gehölzarten. – *Veröff. Projekt Angew. Ökologie* **9**: 1-212.
- KOLLMANN, J.; REINER, S. A. (1996): Light demands of shrub seedlings and their establishment within scrublands. – *Flora* **191**: 191-200.
- KONOLD, W. (1980): Zum Schutz anthropogener Ökosysteme am Beispiel aufgelassener Weinberge. – *Verhandl. Ges. Ökologie* **8**: 175-184.
- KRATOCHWIL, A. (1984): Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozönologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). – *Phytocoenologia* **11**: 455-669.
- KÜPPER, G. (1994): Ausbreitung von Gebüsch auf einem Halbtrockenrasen. – *Diplomarb. Forstwiss. Univ. Göttingen*.
- LANGENHORST, B. (1990): Kalk-Magerrasen im Landkreis Göttingen und ihre Brache-Stadien. – *Diplomarb. Univ. Göttingen*.
- LUDWIG, H. (1997): Vegetation von Feldgehölzen und ihrer Randbereiche in der Umgebung von Göttingen auf Muschelkalk. – *Diplomarb. Univ. Göttingen*.
- MERZ, T. (1993): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf Weinbergsbrachen am Gangelsberg bei Duchroth/Landkreis Bad Kreuznach. – *Mitt. Pollichia* **80**: 27-245.
- MILBRADT, J. (1987): Beiträge zur Kenntnis nordbayerischer Heckengesellschaften. – *Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth Beiheft* **2**: 1-305.
- MOJZES, A.; KALAPOS, T.; VÍRÁGH, K. (2003): Plasticity of leaf and shoot morphology and leaf photochemistry for *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. growing in contrasting microenvironments in a semiarid loess forest – steppe vegetation mosaic. – *Flora* **198**: 304-320.
- NAUENBURG, J. D. (1985): Vegetation und Flora des Drakenberges bei Göttingen-Roringen. – *Mitt. z. Fauna Flora Süd-Nieders.* **7**: 131-162.
- OBERDORFER, E.; KORNECK, D. (1978): Klasse: Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 43. – In: OBERDORFER, E. (Ed.): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, 2. Aufl., Teil **2**: 86-180.
- POMPE, S. (2004): Sukzession in aufgelassenen Weinbergen des Mittleren Saaletales bei Jena. – *Hercynia N. F.* **37**: 175-199.
- REICHHOFF, L. (1974): Untersuchungen über den Aufbau und die Dynamik des Orchideen-Halbtrockenrasens im Naturschutzgebiet „Leutatal“ bei Jena. – *Mitt. Sektion Geobot. Phytotax. Biol. Ges. DDR*: 115-125.
- REICHHOFF, L. (1977): Beitrag zur Pflegeproblematik anthropogen bedingter Xerothermrasen am Beispiel des NSG „Leutatal“ bei Jena. – *Landespf. Natursch. Thüringen* **14**: 31-40.
- REICHHOFF, L.; BÖHNERT, W. (1978): Zur Pflegeproblematik von Festuco-Brometea-, Sedo-Scleranthetea- und Coryneporetea-Gesellschaften in Naturschutzgebieten im Süden der DDR. – *Archiv Natursch. Landschaftsforsch.* **18**: 81-102.

- REIF, A. (1982): Vegetationskundliche Gliederung und standörtliche Kennzeichnung nordbayerischer Hecken-  
gesellschaften. – Laufener Seminarbeitr. **5/82**: 19-28.
- RENNWALD, E. (2000): Verzeichnis der Pflanzengesellschaften Deutschlands mit Synonymen und Formationseinteilung.  
– Schr.R. Vegetationskd. **35**: 121-391.
- ROTHMEIER, I. (1976): Untersuchungen über die natürliche Vegetationsentwicklung von Brachland bei Dietldorf (MTB  
6737 Schmidmühlen). – Hoppea **35**: 235-277.
- RUTHSATZ, B. (1970): Die Grünlandgesellschaften um Göttingen. – Scripta Geobot. **2**: 1-31.
- SCHIEFER, J. (1981): Bracheversuche in Baden-Württemberg. – Veröff. Natursch. Landschaftspf. Baden-Württemberg  
Beiheft **22**: 1-325.
- SCHREIBER, K.-F. (1995): Muß eine sekundär-progressive Sukzession immer nach bekannten Modellvorstellungen  
ablaufen? – Gegenbeispiele aus den Bracheversuchen Baden-Württembergs. – Ber. ANL Beiheft **12**: 65-77.
- SCHREIBER, K.-F. (1997): Sukzession – Eine Bilanz der Grünlandbracheversuche in Baden-Württemberg. – Ber.  
Umweltforsch. Baden-Württ., Projekt Angew. Ökologie **23**: 1-188.
- SCHREIBER, K.-F.; SCHIEFER, J. (1985): Vegetations- und Stoffdynamik in Grünlandbrachen – 10 Jahre Bracheversuche  
in Baden-Württemberg. – Münstersche Geogr. Arb. **20**: 111-153.
- SSYMAN, A.; HAUKE, U.; RÜCKRIEM, C.; SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000.  
BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie  
(79/409/EWG). – Schr.R. Landschaftspf. Natursch. **53**: 1-560.
- VOGEL, H.-H. (1978): Aufnahme und Speicherung von Stickstoff bei Stickstoffzeigern und Stickstoffmangelzeigern im  
Grünland. – Diss. Univ. Göttingen.
- WAGNER, P. (1972): Untersuchungen über die Biomasse und den Stickstoffhaushalt eines Halbtrockenrasens. –  
Diplomarb. Univ. Göttingen.
- WERNER, W. (1983): Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt einiger Pflanzenbestände. – Scripta Geobot. **16**: 1-95.
- WILLEMS, J. H. (1978): Observations on North-West European limestone grassland communities: phytosociological  
and ecological notes on chalk grasslands of Southern England. – Vegetatio **37**: 141-150.
- WILLEMS, J. H. (1985): Growth form spectra and species diversity in permanent grassland plots with different manage-  
ment. – Münstersche Geogr. Arb. **20**: 35-43.
- WILMANN, O. (1975): Junge Änderungen der Kaiserstühler Halbtrockenrasen. – Daten Dokumente Umweltschutz  
**14**: 15-22.
- WILMANN, O. (1989): Zur Entwicklung von Trespenrasen im letzten halben Jahrhundert: Einblick – Ausblick –  
Rückblick, das Beispiel des Kaiserstuhls. – Düsseldorfer Geobot. Kolloqu. **6**: 3-17.
- WILMANN, O.; KRATOCHWIL, A. (1983): Naturschutz-bezogene Grundlagen-Untersuchungen im Kaiserstuhl. – Veröff.  
Natursch. Landschaftspf. Baden-Württ. Beiheft **34**: 39-56.
- WILMANN, O.; SENDTKO, A. (1995): Sukzessionslinien in Kalkmagerrasen unter besonderer Berücksichtigung der  
Schwäbischen Alb. – Veröff. Natursch. Landschaftspf. Baden-Württ. Beiheft **83**: 257-282.
- WISSKIRCHEN, R.; HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Stuttgart.
- WORRES, M. (1996): Untersuchungen zur Besiedlungsgeschichte und Sukzessionsdynamik von Gebüsch auf ehema-  
ligen Halbtrockenrasen. – Verhandl. Ges. Ökologie **26**: 189-195.
- ZIMMERMANN, R. (1979): Der Einfluß des kontrollierten Brennens auf Esparsetten-Halbtrockenrasen und Folge-  
gesellschaften im Kaiserstuhl. – Phytocoenologia **5**: 447-524.

*Manuskript angenommen: 20. Mai 2006*

Anschrift des Autors:  
Prof. Dr. Hartmut Dierschke  
Abteilung für Vegetationsanalyse und Phytodiversität  
Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften  
Georg-August-Universität Göttingen  
Untere Karspüle 2  
37073 Göttingen  
e-mail: hdiersc@gwdg.de

**FUKAREK, F. & HENKER, H.: Flora von Mecklenburg-Vorpommern. Farn- und Blütenpflanzen.** – Herausgegeben von HENKER, H. & BERG, Ch., Weissdorn-Verlag Jena. 2006, 428 S., 48 Abb., 27 Tab. – ISBN 3-936055-07-6. Preis: 44,90 Euro.

Erfreulicherweise haben sich im letzten Jahrzehnt in den meisten Großlandschaften Deutschlands seit längerem schon bestehende aktive floristisch-geobotanische Arbeitsgruppen mit dem Anliegen zusammengefunden, eine dem heutigen Stande entsprechende umfassende Übersicht über die Flora dieser Räume zu erarbeiten. Diese Bemühungen fanden - territorial gesehen - vor allem auf Landesebene entsprechendes Interesse bzw. eine wünschenswerte Unterstützung.

Die von HENKER & BERG herausgegebene Flora von Mecklenburg-Vorpommern bildet ein durch jahrzehntelange Vorarbeiten besonders unter der Leitung von Franz Fukarek mit großer Ausdauer vorangetriebenes Vorhaben zur Erarbeitung einer Flora des genannten Bundeslandes. Mit derartigen Vorhaben verbindet sich heute meist die Erwartung, neben dem primären Anliegen einer kompletten Übersicht über das Spektrum der aktuell vorhandenen Arten weitere spezifische Informationen zu erhalten. Diesen Erwartungen trägt das vorgelegte Werk in mehrfacher Hinsicht Rechnung. So wird in den einleitenden Kapiteln ein sehr aussagekräftiger Überblick über die unterschiedliche abiotische Ausstattung der einzelnen Naturräume Mecklenburg-Vorpommerns bzw. dessen pflanzengeographische Gliederung gegeben. Dem schließt sich eine durch gut ausgewählte Abbildungen unterstützte Darstellung der Entwicklung wie Gefährdung der Flora des Landes an. Besondere Beachtung dürften in diesem Zusammenhang die Ausführungen zum anthropogen bedingten Florenwandel im Industriezeitalter sowie die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen zum Schutz der Flora finden.

Den Hauptteil des Werkes bildet der spezielle Teil mit der Übersicht über das vorhandene Artenspektrum. Bezüglich der taxonomischen und nomenklatorischen Bewertung der Taxa richtete man sich weitestgehend nach der Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen von WISSKIRCHEN & HAEUPLER und nach ROTHMALER Bd. 4. Auf eine dichotome Verschlüsselung der Arten wurde verzichtet. Für jede Art, z. T. auch Unterart, wurden die in Mecklenburg-Vorpommern kennzeichnenden (bevorzugten) Standorte angegeben und Bindungen an bestimmte Regionen aufgeführt. Sehr zu begrüßen sind die den Text auflockernden, sehr guten farbigen Abbildungen und Verbreitungskarten einer Anzahl von Arten.

Mit quantifizierten Statussymbolen werden Grad der Naturalisation, Einwanderungsform und -zeit angegeben, gestufte Angaben kennzeichnen auch die Häufigkeit und Gefährdung bzw. Schutzbedürftigkeit. Recht hilfreich für Nachforschungen sind Angaben zu Erst- bzw. Letztnachweisen. Unter der Rubrik Bemerkungen finden sich weitere interessante Informationen, so zu früherer Nutzung und zu Veränderungen im Vorkommen (z. B. „durch Intensivierung der Ackernutzung fast ausgerottet“). Es schließen daher manche der umfangreicheren Standortangaben auch ehemalige, d. h., nur noch potentielle Standorte mit ein (vgl. z. B. *Deschampsia setacea*, S. 365).

Die hierarchische Bewertung des systematischen Ranges der einzelnen Sippen wird immer vom aktuellen Bearbeitungsstand wie den angelegten spezifischen Maßstäben der entsprechenden Bearbeiter abhängig sein und daher in vergleichbaren Florenwerken unterschiedlich ausfallen. Dies gilt besonders für die Bewertung niedriger Rangstufen wie Formen, Varietäten oder Subspezies. Fraglich bleibt, ob man Varietäten (besonders von Neophyten) schon mit in eine Flora aufnehmen sollte, wenn diese zwar singulär beobachtet wurden, aber noch keine entsprechende Veröffentlichung hierzu vorliegt (vgl. *Bidens frondosa*, var. *anomala*, S. 264).

Zu den in der Flora mit der Kategorie 4b (ohne Einbürgerungstendenz) bewerteten sehr seltenen Vorkommen (ss) von Adventivarten (vgl. z. B. *Carrichtera annua* oder *Succowia balearica*) ergibt sich die kritische Anmerkung, ob man hier nicht besser dem Vorgehen anderer Floren (z. B. ROTHMALER 4) folgen sollte, in denen von Unbeständigen nur diejenigen aufgenommen werden, die immer wieder neu eingeschleppt werden oder als zumindest lokal fest eingebürgert anzusehen sind (vgl. z. B. *Sesamooides pygmaea*). Es bleibt also zu hinterfragen, inwieweit man die im statistischen Überblick mit 568 Sippen angegebene Gruppe N4b tatsächlich der Gesamtartenzahl (2464) zurechnen sollte.

Das umfassende Literaturverzeichnis ist Ausdruck der umfangreichen Zahl von Veröffentlichungen, die in ihrer Gesamtheit dazu beitragen, das vorgelegte Werk in dieser Form entstehen zu lassen. Man kann der Flora von Mecklenburg-Vorpommern uneingeschränkt wünschen, ein breites Interesse nicht nur bei den botanisch interessierten Anhängern an einer solchen Landesflora sondern vor allem auch bei Vertretern von den Gruppen und Institutionen zu finden, deren Anliegen es ist, aus dieser umfassenden Datenbank die entsprechenden Schlussfolgerungen für die Ableitung von spezifischen Pflege- und Schutzmaßnahmen zu ziehen.

Das Buch kann über den Weissdorn-Verlag, Wöllnitzer Str. 53, 07749 Jena, direkt bezogen werden.

Ernst-Gerhard MAHN, Halle (Saale)