

ANGELIKA SCHWABE

Syndynamische Prozesse in Borstgrasrasen: Reaktionsmuster von Brachen nach erneuter Rinderbeweidung und Lebensrhythmus von *Arnica montana* L.

Kurzfassung

In den Jahren 1978–1988 wurden syndynamische Prozesse auf einer bis 1982 brachliegenden und dann extensiv wiederbeweideten Flügelginster-Weide im mittleren Schwarzwald studiert. Eingesetzte Methoden waren: Dauerflächen-Untersuchungen, Vergleiche mit pflanzensoziologischen Aufnahmen aus dem Jahre 1978, sigmasoziologischer Vergleich 1979–1988 und Mikrokartierungen.

Es lassen sich als Folge der Beweidung Abnahmen von *Arnica montana*, *Deschampsia flexuosa*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Antennaria dioica*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* u. a. sowie Zunahmen von *Danthonia decumbens*, *Nardus stricta*, *Festuca nigrescens* u. a. nachweisen. Die Zahl der ausgebildeten Blütenstände von *Arnica montana* und *Pseudorchis albida* nahm um bis zu 83 % (*Arnica*) und um fast 100 % (*Pseudorchis*) ab.

Vergleichende Untersuchungen zur Biologie von *Arnica montana* im Schwarzwald ergaben, daß *Arnica* in beweideten Flächen und Brachen unterschiedliche Wuchsformen hat. Es zeigen sich Unterschiede in der Blattgröße, der Rhizommorphologie und im Blütenstandsreichtum. Unter anderem durch häufiges Absterben von Knospen der Mutterachsen an beweideten Stellen kommt es zur Bildung von verzweigten, horizontal verlaufenden Rhizomen und Adventivrosetten mit geringer Blattgröße; in Brachen bildet die Pflanze Vertikalrhizome. Eine generative Verjüngung ist nur an lückigen Stellen beobachtbar. Für die langfristige Erhaltung blütenstandsreicher *Arnica*-Populationen ist in montanen Schwarzwaldlagen eine sehr extensive Staffei-Rinderbeweidung (0,7 GVE/ha) verbunden mit zeitweiliger Auszäunung am günstigsten.

Eine immissionsbedingte Zunahme von Stickstoffgeigern läßt sich zum jetzigen Zeitpunkt im Untersuchungsgebiet nicht nachweisen.

Abstract

Syndynamic processes in Nardo-Callunetea communities: – changes in fallow land after renewed cattle grazing and life history of *Arnica montana* L.

During 1978–1988 different methods were applied to study syndynamic processes on a *Festuco-Genistetum sagittalis* stand within the middle part of the Black Forest on land which was fallow until 1982 and which was thereafter extensively grazed again.

The following methods were applied: investigations of permanent plots, comparisons with phytosociological relevés from 1978, sigmasociological comparisons from 1979–1988 and micro mappings.

It was ascertained that resulting from the same grazing some plants were decreased (e. g. *Arnica montana*, *Deschampsia flexuosa*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Antennaria dioica*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* and others) while others increased (*Danthonia decumbens*, *Nardus stricta*, *Festuca*

nigrescens). The number of existing inflorescences of *Arnica montana* decreased by max. 83 % and those of *Pseudorchis albida* decreased by almost 100 %. Changes also took place in the structure of the vegetation complexes due to the occurrence of vegetation types typical for grazing land.

Comparative investigations of the biology of *Arnica montana* in the southern and the middle parts of the Black Forest showed that *Arnica* is characterized by different growth forms in grazed and non-grazed areas. In fallow land the average of leaf size is 51,1 cm² (43,4–58,2 cm²), within grazed areas 13,5 cm² (9,5–16,5 cm²). Differences were also found regarding the morphology of the rhizome and the richness of inflorescences. Due to frequent dying of the buds at the prime axis of *Arnica* on grazed areas, ramified plagiotrope rhizomes and adventive-rosettes with small leaves were formed. In fallow land *Arnica* forms orthotrope rhizomes. A generative establishing could only be observed where gaps exist.

To maintain rich flourishing *Arnica* populations in the mountainous areas of the Black Forest a very extensive, staggered cattle grazing (0,7 adult animals per ha) with temporal fencing out would be favourable. This also applies to *Pseudorchis albida* and the biocoenosis of *Festuco-Genistetum sagittalis* in general.

The patterns caused by grazing are very distinctly shown by micro successions of dung patches. Such patches have been studied at several stands within the Black Forest. Remains of faeces were examined as to germinating diaspores.

At the present time an increase in nitrogen indicators as a result of immissions cannot be demonstrated for the research area.

Autor

Priv.-Doz. DR. ANGELIKA SCHWABE, Biologisches Institut II/ Geobotanik der Universität, Schänzlestraße 1, D-7800 Freiburg i. Br.

Inhalt		Mosaikeffekte durch die Beweidung: Wiederbesiedlungsstadien von Rinderfaeces	63
1. Einleitung	47	7. Zusammenfassende Beurteilung der Auswirkungen der Rinderbeweidung	66
2. Untersuchungsgebiet und seine Sonderstellung	47	8. Pflege der Rohrhardsberg-Gipfelregion innerhalb des Extensivierungsprogramms der Landesregierung Baden-Württemberg	66
3. Methoden	49	9. Literatur	67
4. Ergebnisse	49		
4.1 Dauerflächen	49		
4.2 „Null-Flächen“	56		
4.3 Aktualistischer Vergleich	56		
4.4 Sigmasoziologischer Vergleich	58		
4.5 Literaturvergleich: Stickstoff-Ansprüche von Arten, die Mengenveränderungen nach Beweidung zeigten	58		
5. Der Lebensrhythmus von <i>Arnica montana</i> in beweideten und brachliegenden Flächen	58		

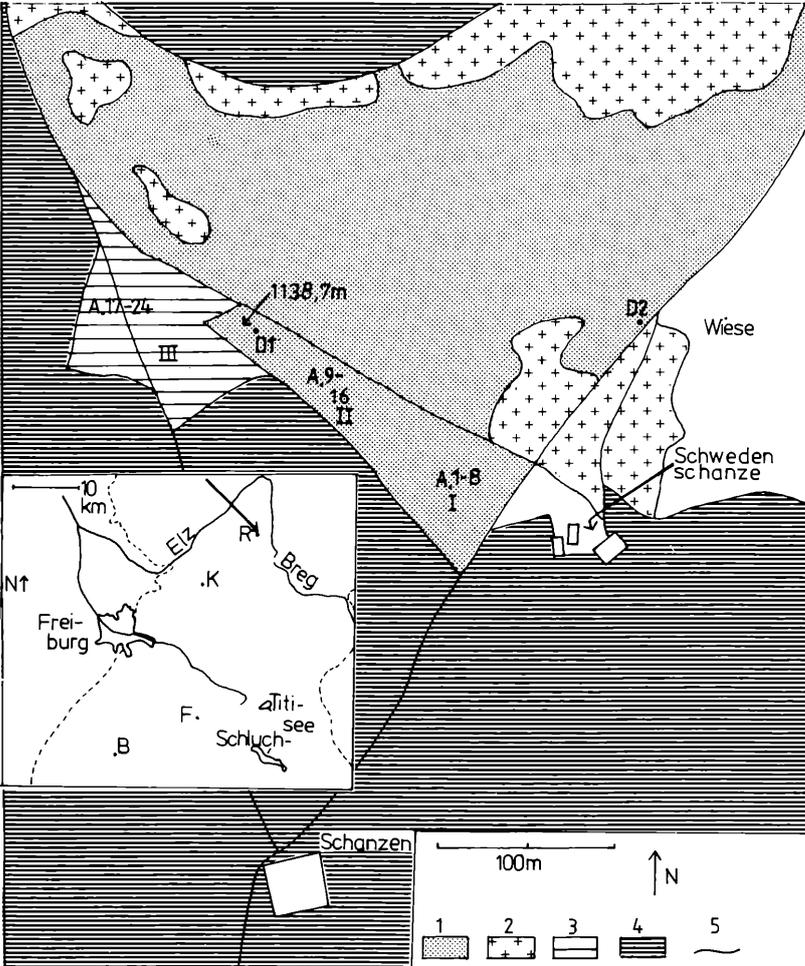


Abbildung 1. Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes Rohrhardsberg im Mittleren Schwarzwald.

1 Festuco-Genistetum sagittalis; 2 Gehölzgruppen (vorwiegend Fichte); 3 jüngere Aufforstungen (1972) mit *Arnica*-reichen Brachestadien; 4 ältere Aufforstungen; 5 Wege.

I stärker beweidete Bereiche (Tab. 2, Aufn. 1–8); II schwächer beweidete Bereiche (Tab. 2, Aufn. 9–16); III Brache (Tab. 2; Aufn. 17–24). D = Dauerfläche. Kleines Kärtchen: R = Rohrhardsberg, K = Kandel, F = Feldberg, B = Belchen. Gestrichelt: Schwarzwaldgrenze.

1. Einleitung

Parallel zu Untersuchungen über Sukzessionsprozesse in brachliegenden Borstgrasrasen (SCHWABE, KRATOCHWIL & BÄMMERT i. Dr.) konnte auch die Frage nach Veränderungen der Vegetation bei extensiver Wiederbeweidung von Borstgrasrasen-Brachen bearbeitet werden. In dem ausgewählten seit 1982 brachliegenden Untersuchungsgebiet am Rohrhardsberg (Abb. 1) wurde (mit finanziellen Zuschüssen des Landes Baden-Württemberg) seit 1983 nur extensiv mit Rindern beweidet, so daß es möglich war, die Umwandlung einer jungen Brache des Festuco-Genistetum sagittalis typicum in eine beweidete Ausbildung dieser Gesellschaft zu verfolgen. Der Umwandlungsprozeß von Borstgrasrasen ohne Düngezeiger („typicum“) über Untergesellschaften mit Düngezeigern („trifolietosum“) zu Fettweiden des Alchemillo-Cynosuretum hat sich in den letzten 40 Jahren im Schwarzwald vielfach vollzogen (z.B. SCHWABE-BRAUN 1979a: Abb. 6, HOBOHM & SCHWABE 1985); über die feineren selektiven Wirkungen der Rinderbeweidung auf Brachen in einem relativ kurzen Zeitraum (5 Jahre) ist für die ungedüngte Ausbildung der Flügelginster-Weide jedoch wenig bekannt.

Auch die Versuchsansätze von SCHIEFER (1981), der u. a. mehrere Untersuchungsflächen im Festuco-Genistetum trifolietosum auf ihre Entwicklung z. B. bei Beweidung und natürlicher Sukzession analysierte (s. auch SCHREIBER & SCHIEFER 1985, SCHREIBER 1986), enthalten die Kombination Brache / nachfolgende Rinderbeweidung nicht.

Gerade für Borstgrasrasen, die in das Extensivierungsprogramm des Landes Baden-Württemberg einbezogen wurden und die für den Biotop- und Artenschutz be-

sonders wertvoll sind, ist die Frage, ob Pflege durch Beweidung notwendig ist, von Wichtigkeit, und es sollten u. a. wissenschaftliche Grundlagen über die Entwicklung von Lebensgemeinschaften und Rote-Liste-Arten in brachliegenden/beweideten Flächen vorliegen. Dieser Anspruch kann durch allgemeine Erörterungen (s. z. B. BRIEMLE 1988) nicht erfüllt werden.

Schließlich stellt sich die Frage, ob in einem Gebiet mit so starken Immissionsschäden, wie sie in den Wäldern der Rohrhardsberg-Region auftreten, z. B. N-Immissionen auch ohne Nährstoffzufuhr die Rasenvegetation durch Rinderbeweidung verändern. Für die Beantwortung war es wichtig, daß aktuell noch Brachen der Flügelginster-Weide im Untersuchungsgebiet vorhanden sind (Abb. 1).

Herr Forstdirektor L. HENEKA, Triberg, stellte mir großmaßstäbliche Karten und Luftbilder zur Verfügung, Herr Dipl.-Biol. M. KLATT fertigte eine Tuschezeichnung des *Arnica*-Rhizoms (Abb. 8a) an. Beiden sei herzlich für ihre Hilfe gedankt.

2. Das Untersuchungsgebiet und seine Sonderstellung

Bei einer Bestandsaufnahme von Nardo-Callunetea-Gesellschaften des Schwarzwaldes und der Weidfeld-/Reutfeld-Vegetationskomplexe in den Jahren 1977–1979 wurden im mittleren Schwarzwald nur noch wenige Beispiele für diese einst weit verbreiteten extensiven Nutzungsformen gefunden (SCHWABE 1980). Es konnte noch die charakteristische Höhenstufung herausgearbeitet werden: Im einstigen Gebiet des Reutfeldbaus (s. WILMANN et al. 1979) mit einer über Jahrhunderte betriebenen Brandfeldbau-Weide (gebietsweise auch Wald) -Wechselwirtschaft kommen *Sarothamnus scoparius*-reiche Vegetationskomplexe vor, die oberhalb der Grenze des ehemaligen Ackerbaus bei ca. 800 m ü. M. von Flügelginster-Weiden (Festuco-

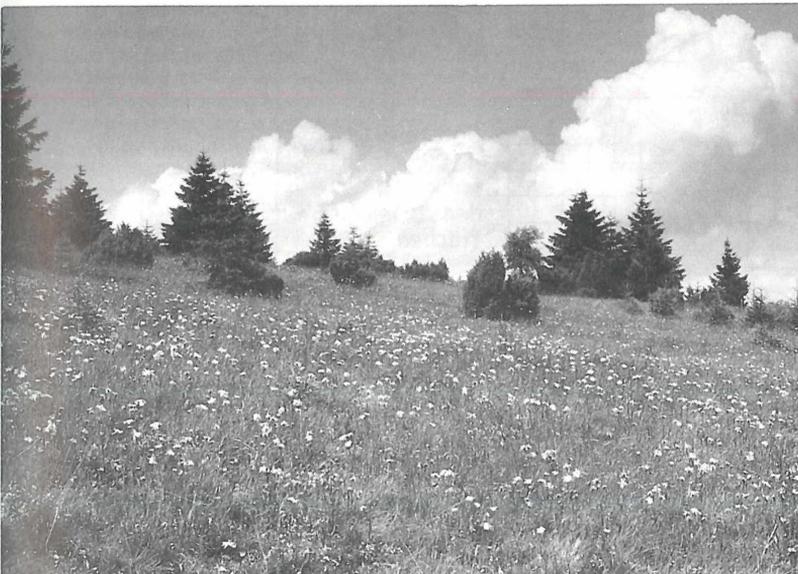


Abbildung 2. *Arnica montana*-Blühaspekt der brachliegenden Flügelginster-Weide am Rohrhardsberg im Jahre 1978 (10. 7. 1978).

Genistetum sagittalis) abgelöst werden. Es wurden in den Jahren 1977–1980 im Rahmen der Biotopkartierung Baden-Württembergs (WILMANNNS et al. 1978, WILMANNNS & KRATOCHWIL 1983) die einzigen noch verbliebenen großflächigeren Flügelginster-Weiden im mittleren Schwarzwald (Kostgefäß und Rohrhardsberg) der Wertklasse A (hervorragendes Gebiet), Häufigkeit 1 (nur 1–2 Gebiete in der naturräumlichen Haupteinheit) zugeordnet.

Das Gebiet Rohrhardsberg, gelegen an der Nahtstelle des durch rhenanische Erosion tief zerfurchten westlichen Schwarzwaldes und dem durch die Donau geprägten östlichen Hochflächen-Schwarzwald, hat neben der Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz auch eine pflanzengeographische Sonderstellung: Die noch verbliebenen Borstgrasrasen der wenig geneigten Hochflächen-Gipfelregion, 1100–1140 m ü. M. gelegen und nach randlichen Fichtenaufforstungen noch 6 ha deckend, werden von *Vaccinium uliginosum*-Fazies durchsetzt. Die Rauschbeeren-Bestände sind im Bereich der Weidfelder charakteristisch für den Ostschwarzwald und besiedeln Standorte mit Kaltluftstau, langer Schneebedeckung und zeitweise schlechtem Bodenwasserabfluß. Neben diesem arktisch-nordisch-alpinen Florenelement kommt am Rohrhardsberg (gerade noch) die subatlantisch-submediterrane verbreitete *Genista pilosa* vor.

Eine weitere Übergangsstellung des Gebietes zeigt sich zwischen den montanen Borstgrasrasen des *Violion caninae* und den hochmontan-subalpinen des *Nardion*. So sind die Bestände zwar (noch) als *Festuco-Genistetum sagittalis* zu klassifizieren, aber *Viola canina* fehlt, und *Pseudorchis albida* (mit Schwerpunkt im *Nardion*) kam 1978 in den damals nicht beweideten

Flächen zu besonders üppiger Entfaltung und zu reichem Blüten- und Fruchtansatz.

Die Flügelginster-Weiden der Rohrhardsberg-Gipfelregion wachsen auf Moder-Braunerde, der A-Horizont ist sehr humos, die Bodenart als sandiger Lehm einzustufen.

Im Mai 1982 wurde im Bereich der Gipfelregion Gülle ausgebracht; damals zeigten sich große Schäden der *Calluna*-Bestände (die z. T. jedoch auf Frostschäden zurückzuführen waren.) Seit 1983 wird die Fläche wieder mit Rindern beweidet, jedoch mit geringer Besatzdichte von knapp 1 Großvieheinheit (GVE)/ha. Die Güllespritzung wiederholte sich nicht.

Seit 1987/88 konnte die Rohrhardsberg-Gipfelregion in das Extensivierungsprogramm des Landes Baden-Württemberg einbezogen und die seit 1983 übliche Bewirtschaftung festgeschrieben werden (keine Düngung, Besatzdichte von höchstens 1 GVE/ha).

Es ergab sich am Rohrhardsberg nun die Möglichkeit, die syn-dynamischen Prozesse in einem montanen Borstgrasrasen zu verfolgen, der mehrere Jahre brachgelegen hatte und dann wieder beweidet wurde. Besonderes Gewicht sollte dabei die Beobachtung der *Arnica*-Bestände haben, da bis zum Jahre 1982 hier die schönste *Arnica*-Blühfazies im montanen Schwarzwald zu beobachten war. (Abb. 2).

Es konnten für die genaue Dokumentation verschiedene Methoden eingesetzt werden, solche, die mit kleinen und mit größeren Probeflächen arbeiten. So stellen auch GIBSON et al. (1987) bei ihren Untersuchungen über schafbeweidete Flächen fest: „no one sampling method detected the full range of effects.“ Auch WILMANNNS (i. Dr.) weist auf die oft nur punktuelle Aussage bei Dauerflächen-Untersuchungen hin.

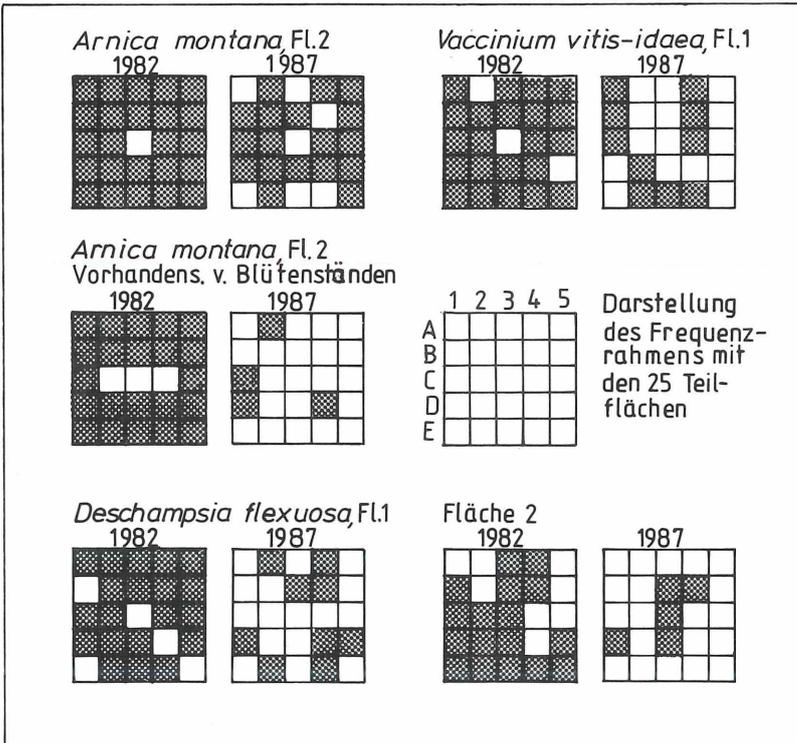


Abbildung 3. Darstellung des Frequenzrahmens und Änderung der Feinverteilung ausgewählter Sippen in Dauerflächen 1 und 2.

3. Methoden

Dauerflächen: Zur möglichst objektiven Dokumentation wurden nach der Güllespritzung (Mai 1982) im Juli 1982 zwei Dauerflächen von 1 m² Größe angelegt, die durch Auflegen eines Rahmens in 25 Teilquadrate von 20 x 20 cm Größe unterteilt werden können (Abb. 3). Es wurde jeweils der Gesamtartenbestand in den Teilquadraten aufgenommen (ohne Mengenschätzung) und das Vorkommen der einzelnen Arten als Frequenz (1–25) angegeben. Auch die Feinverteilung der Arten kann für jede Teilfläche dargestellt werden. Parallel fand eine Schätzung der 1 m²-Fläche mit der BRAUN-BLANQUET-Skala statt (bei *Arnica* genaue Prozentschätzung). Durch das aufgelegte Feinraster der 25 Teilflächen konnten im Falle von *Arnica* die Genauigkeiten einer Prozentschätzung auf einen Schätzfehler von höchstens 5% begrenzt werden.

Das Frequenzverfahren wurde bereits von WILMANNs für die Kontrolle schafbeweideter Flächen im Leontodonto-Nardetum des Feldbergs eingesetzt (WILMANNs & MÜLLER 1976, 1977). Die Anwendung des Frequenzverfahrens, kombiniert mit einem Schätzverfahren für die Einzelquadrate, wie es von FISCHER (1985) auf den Neuböschungen des Kaiserstuhles verwendet wurde, ist in lückigen Vegetationseinheiten und in Grünlandbrachen zu empfehlen, in den stärker befressenen Partien der beweideten Flächen jedoch nicht praktikabel.

Es war im Jahre 1982 nicht möglich, unbeweidete „Null-Flächen“ anzulegen; als solche können jedoch Brachestreifen jenseits des Zaunes (z. B. direkt neben Dauerfläche 2 gelegen) dienen sowie Restbestände von Zwergstrauchfazies, die vom Vieh praktisch nicht begangen werden. Ein Vergleich mit Aufnahmen dieser Fazies aus dem Jahre 1978 soll geführt werden.

Aktualistischer Vergleich: Erst im Laufe der Beweidungsperiode seit 1983 hat sich ein bestimmtes Muster von „Beliebtheitsplätzen“ des Viehs herausgebildet; diese Flächen liegen vor allem im östlichen Teil der Gipfelregion (Abb. 1). Der westliche Teil (mit der Dauerfläche 1) wird schwächer beweidet. Es wurde nach einer relativ schnell durchführbaren Methode gesucht, die es erlaubt, gezielt die stärker beweideten Bereiche zu untersuchen. Ein aktualistischer Vergleich bot sich an; dieser war möglich, weil im Gipfelbereich – unter sich entsprechenden abiotischen Standortbedingungen – ein diverses Nutzungsmuster vorhanden ist, bestehend aus 1. stärker beweideten Zonen im gezäunten Bereich, 2. schwächer beweideten Zonen in abgelegenen Teilen der Gipfelregion innerhalb des Zaunes, 3. einer Brache in einer schlechtwüchsigen Fichtenaufforstung. Diese Aufforstung stammt aus dem Jahre 1972, z. T. wurde in den folgenden Jahren nachgepflanzt. Dennoch sind noch viele offene Bereiche vorhanden, die sich für einen Vergleich eignen. Ein geringer Störeffekt (Lagern und Betreten durch Wanderer) ist vorhanden.

Das diverse Nutzungsmuster im Gipfelbereich bot auch die Möglichkeit, kleinräumig *Arnica*-Populationen bei unterschiedlichem Beweidungseinfluß zu studieren.

Sigmasoziologischer Vergleich: Eine bisher noch nicht angewendete Methode ist der Vergleich mit alten Vegetationskomplex-Aufnahmen (in diesem Falle aus dem Jahre 1978). Hier ergibt sich die Möglichkeit, für eine größere Fläche von ca. 5 ha Größe zu prüfen, ob sich die Zusammensetzung des Vegetationskomplexes geändert hat. Dies ist ein schnell durchzuführendes Verfahren; entsprechende Vergleiche lassen sich mit sehr viel Arbeitsaufwand bei Vegetationskartierungen mehrerer Jahre führen. Bei Kartierungen können zwar einerseits sehr viel genauere Angaben über Flächenveränderungen gemacht werden als bei sigmasoziologischen Vergleichen, andererseits erfaßt man jedoch aus Maßstabsgründen nicht immer diagno-

stisch wichtige und nur kleinflächig auftretende Gesellschaften. **Studium von *Arnica*-Populationen:** Im Laufe der Untersuchungen fielen morphologische Unterschiede zwischen den *Arnica*-Populationen, abhängig von der Beweidungsintensität, auf. Diese wurden daraufhin vergleichend genauer untersucht; ergänzend fanden auch Analysen z. B. der Blattgrößen und unterirdischen Organe in *Arnica*-reichen Weiden des Südschwarzwaldes statt.

Studium von Vegetationslücken: Vor allem nach Auswertung der Ergebnisse des aktualistischen Vergleiches zeigte sich, daß temporäre Vegetationslücken in den beweideten Flächen eine große Rolle spielen. Für die Entstehung von Vegetationslücken sind im Gebiet Rinderfaeces von entscheidender Bedeutung. Es wurden daher Wiederbesiedlungsstadien an Stellen mit zersetzten Faeces in Mikrokartierungen festgehalten und auch Faeces entfernt und die Wiederbesiedlung verfolgt. Außerdem konnte die Entwicklung von 7 abgedeckten Keimschalen mit je 150 g Faeces, vermischt mit Diasporen-freiem Mineralboden, 6 Monate auf sich entwickelnde Keimlinge kontrolliert werden.

4. Ergebnisse

4.1 Dauerflächen

Dauerfläche 1 (1140 m ü. M., 2°N); Abbildung 3, 4.

a) *Arnica*-Blühorizont, Aspekt- und Strukturveränderungen: In der Fläche konnten 1982 zur Hauptblütezeit 48 *Arnica*-Blütenstände gezählt werden (1 Körbchen = 1 Blütenstand); 1987 waren es 8; der Rückgang beträgt 83%. Die Förderung eines reichen *Arnica*-Blühaspektes durch zeitweiliges Aussetzen der Beweidung konnte vielfach durch Vergleich sich standörtlich entsprechender, verschieden bewirtschafteter Flächen belegt werden (SCHWABE-BRAUN 1979a, 1980). Die Wirkung der Beweidung auf die *Arnica*-Population soll in einem gesonderten Kapitel (s. u.) behandelt werden.

Auch *Pseudorchis albida* bildete in der Gipfelregion 1982 viele Blütenstände aus; 1988 konnte noch (außerhalb des Quadrates) ein Blütenstand gefunden werden. Der typische Gräseraspekt brachliegender oder nur sporadisch beweideter Flügelnster-Weiden mit dem bis zu 70 cm hohen, sich braun-rötlich verfärbenden *Deschampsia flexuosa*-*Agrostis capillaris*-Fruchtaspekt hat sich seit 1982 vollständig geändert. Kennzeichnend ist ein Strukturmosaik aus a) lückigen Stellen, die u. a. reich sind an *Galium hircynium* und die als „Wiederbesiedlungsstadien von Rinderfaeces“ gesondert behandelt werden (s. u.), b) aus stärker befressenen Partien, mit dichtschließendem Rasen und c) aus einzelnen Zwergstrauch-Fazies (*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*), in denen noch reich fruchtende Kleinbestände von *Deschampsia* vorkommen. Auch einzelne für das Weidewieh schlecht zugängliche Bereiche zeigen noch die ehemalige Struktur und floristische Zusammensetzung. Die Vegetationsbedeckung im Quadrat 1 stieg von 95% (1982) auf 100% (1987); der Rasen war 1987 und 1988 sichtbar stärker verdichtet.

b) Infraphytozoenotische Umschichtung: Dem physiognomisch so auffälligen weitgehenden Verlust des *Arnica*-Blühaspektes stehen nur mit feinen Methoden regi-

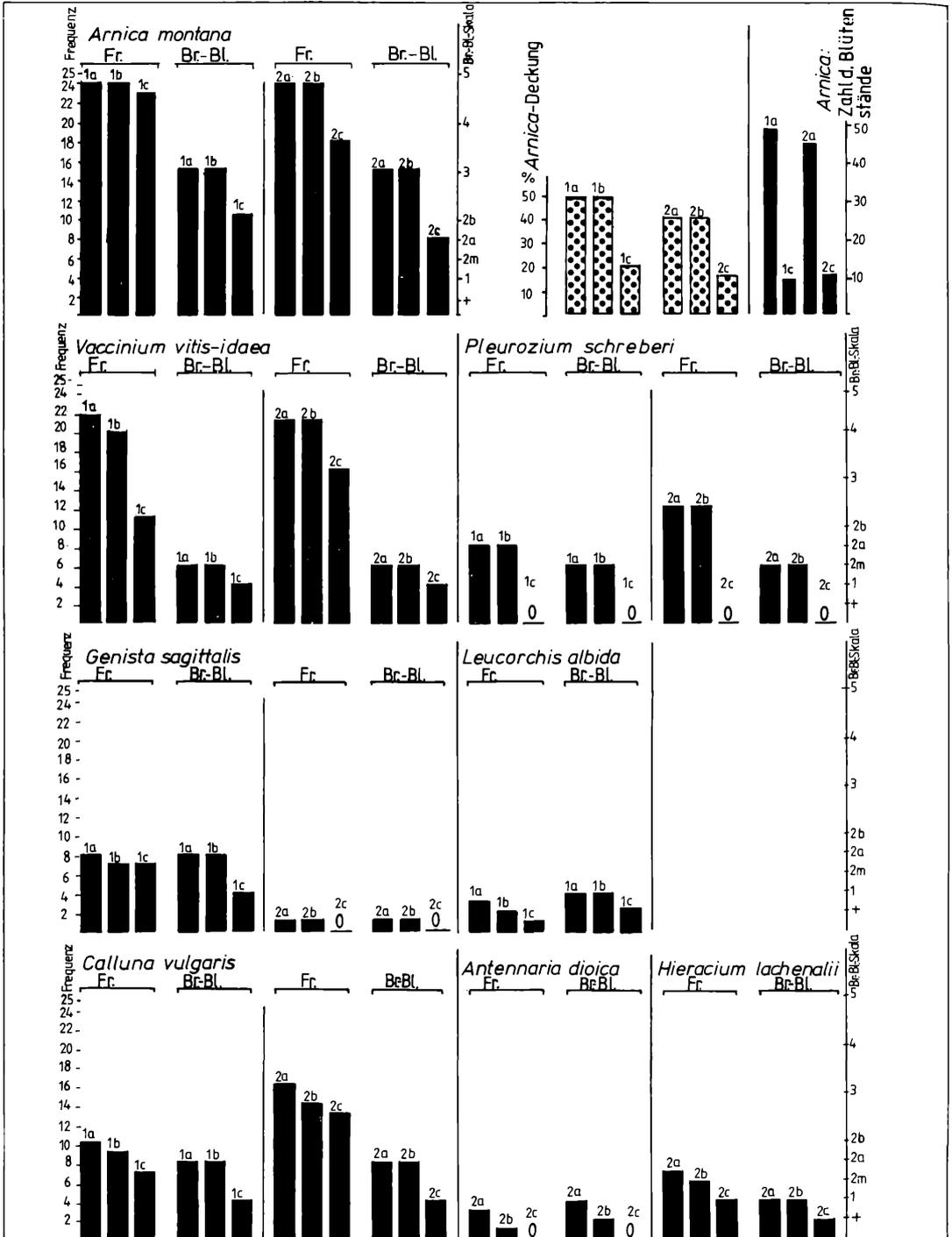
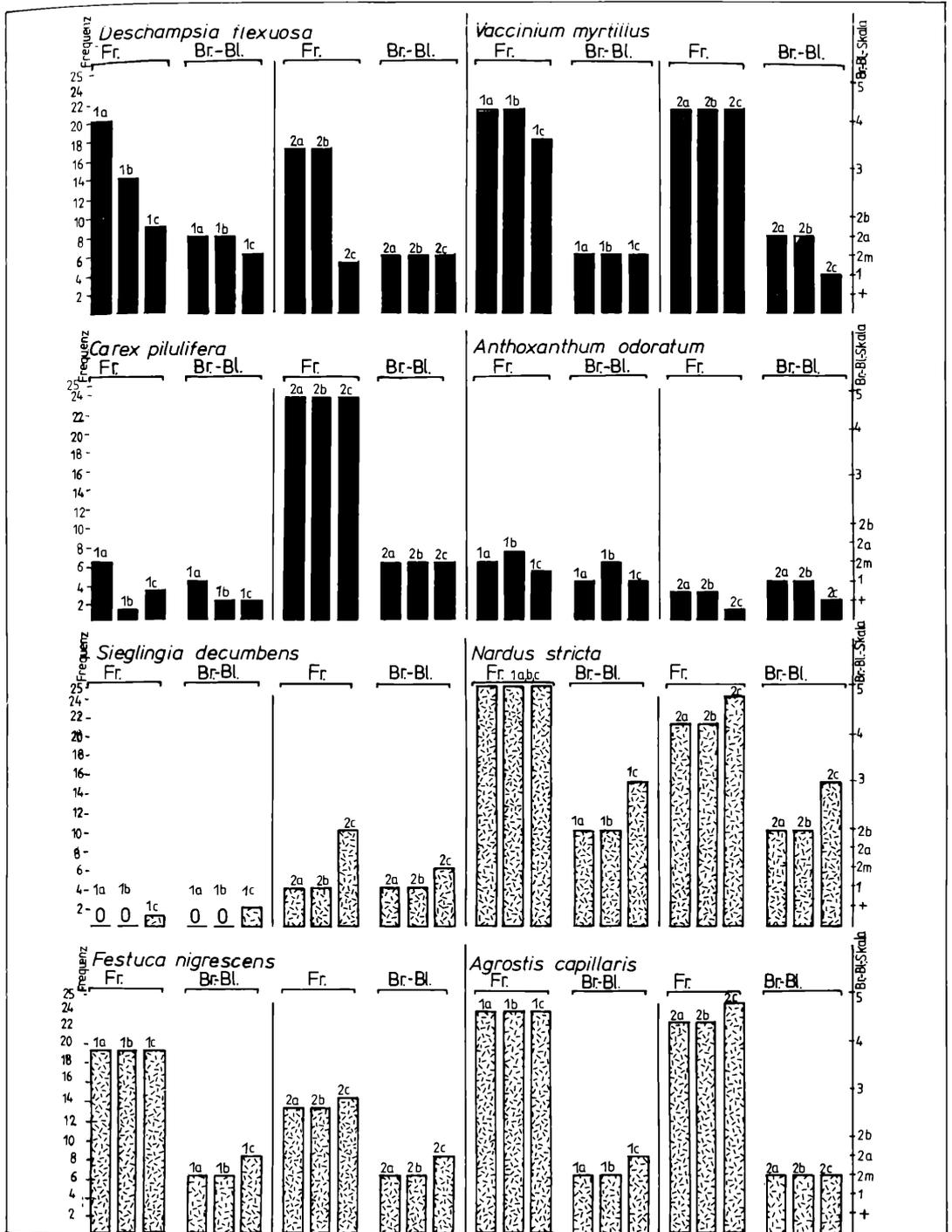


Abbildung 4. Frequenz- und Änderungen der BR.-BL.-Deckung in Dauerfläche 1 (1a-c) und 2 (2a-c); a = 1982, b = 1983, c = 1987. Dunkel: Arten mit Abnahme, Strichsignatur: Arten mit Zunahme. Nicht dargestellt: *Veronica officinalis* Frequenz 2a, b: 0, 2c: 4; BR.-BL. 2a, b: 0, 2c: +; *Luzula campestris* 1a: 24, 1b: 23, 1c: 24; 1a-c: 2m; 2a-c: 6; 2a, b: 9, 2c: 10; 2a-c: 1; *Galium saxatile* 1a: 23, 1b: 22,



1c: 23; 1a-c: 2m; 2a, b: 24, 2c: 23; 2a-c: 2m; *Potentilla erecta*: 1a: 14, 1b: 13, 1c: 10, 1a-c: 1; 2a, b: 17, 2c: 18; 2a-c: 2m; *Polytrichum formosum* 1a-c: 6; 1a-c: 2m; 2a, b: 3, 2c: 2; 2a, b: 2m, 2c: 1; *Camp. rot.* 2a, b: 1, 2c: 0; 2a, b: +, 2c: 0; *Meum athamant.* 2a, b: 1, 2c: 0; 2a, b: +, 2c: 0; *Acer pseudopl.* K = 2a, b: 1, 2c: 0; 2a, b: +, 2c: 0; *Polygala serpyllifolia* 2a: 0, 2b: 3, 2c: 1; 2a: 0, 2b, c: +.

Tabelle 1. Vergleich einer 1988 stärker beweideten mit einer 1978 nicht beweideten Aufnahmeffläche (A. 1a, b), „Null-Flächen“, die nur sehr geringen Weideeinfluß haben (Zwergstrauchfazies: A. 2–4) im Vergleich 1988–1978 sowie „Null-Fläche“ außerhalb des Zaunes (1988, Abb. 5); Flügelginster-Weide am Rohrhardsberg.

Nr.	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5
„Null-Flächen“		0	0	0	0	0	0	0	0
Beweidete Vergl.fl.	●								
Aufnahmehjahr	88	78	88	78	88	78	88	78	88
Deckg. Krautsch. (%)	100	95	95	90	100	100	100	100	95
Deckg. Moosch. (%)	2	3	15	15	10	10	6	10	–
Flächengröße m ²	20	20	15	15	12	12	10	10	16
Exposition	N0	N0	N0	N0	N0	N0	N0	N0	0
Neigung	5	5	5	5	5	5	3	3	5
Höhe ü. M.	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1100
Artenzahl	21	24	17	21	16	19	14	16	21
Nardo-Callunetea:									
<i>Arnica montana</i> (s = steril)	▼ +s	2a.2	1.1s	2m.2	1.1	1.1	+	+	2b.2
<i>Nardus stricta</i>		2b.2	2a.2	2a.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	1.2
<i>Galium harcyenicum</i>	●2b.2	2m.2	2m.2	1.2	●2a.2	1.2	1.2	1.2	2m.2
<i>Potentilla erecta</i>		2m.1	2m.2	2m.1	1.2	1.1			2m.2
<i>Meum athamanticum</i>	+	1.2			1.2	1.2	+	1.2	+
<i>Genista sagittalis</i>		+		1.2		+		1.2	1.2
<i>Pseudorchis albida</i> (s = steril)	+s	1.1		+					
<i>Polygala serpyllifolia</i>	+	1.1		1.1					
<i>Lycopodium clavatum</i>								+	
<i>Genista pilosa</i>									1.2
<i>Antennaria dioica</i>									+2
Zwergsträucher:									
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+2	1.2	1.2	1.2	+	1.2	+	1.2	2a.2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	+		2a.2
<i>Calluna vulgaris</i> (N.-C.ea)	▼ 1.2	2a.2	2b.2	3.3	▼	1.2			2b.2
<i>Vaccinium uliginosum</i>					4.4	4.4	5.5	5.5	
Sonstige:									
<i>Deschampsia flexuosa</i>	▼ 1.2	2a.2	2a.2	2a.2	2m.2	2m.2	2a.2	2a.2	2b.2
<i>Luzula campestris</i>	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1
<i>Agrostis capillaris</i>	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2a.2
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2	1.1	1.2
<i>Hieracium lachenalii</i>	+	+	+	1.1	+	+	+	1.1	1.1
<i>Festuca nigrescens</i>	●2b.2	2m.2	1.2	1.2	1.2	1.2			1.2
<i>Campanula rotundifolia</i>	+	+	+	1.1					+
<i>Veronica officinalis</i>	1.1	1.1	●2a.2	1.2					
<i>Carex pilulifera</i>	1.1	1.1							
<i>Viola palustris</i>							+		
<i>Luzula albida</i>									1.2
<i>Solidago virgaurea</i>									+2
Gehölze:									
<i>Sorbus aucuparia</i> juv.		+				+			+

	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5
<i>Juniperus communis</i>	+	+							
<i>Picea abies</i>		+							+
Moose:									
<i>Pleurozium schreberi</i>			2a	2a	2a	2a	2a	2a	
<i>Hylocomium splendens</i>	▼	2m	▼	2m	▼	2m	▼	2m	
<i>Polytrichum formosum</i>			2m	2m	1				
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	●2m								

Änderungen um mindestens 2 Skalenteile der Artmächtigkeitsskala nach BRAUN-BLANQUET, Stand 1988: ● Zunahme, ▼ Abnahme; angegeben f. d. Aufnahmepeare 1–4.

strierbare infraphytocoenotische Umschichtungsprozesse der Gesamtartenkombination und der Artendeckung gegenüber (Abb. 3, 4).

Arnica hatte 1982 und 1983 in der Dauerfläche 1 eine Deckung von fast 50 %, diese ist auf 20 % zurückgegangen (nach der BRAUN-BLANQUET-Skala: Rückgang von 3 auf 2b). In einem solchen Fall mit im Ausgangsbestand starker Deckung einer Pflanzenart lassen sich mit der Frequenzmethode kaum Änderungen nachweisen (Rückgang um Frequenz 1, s. aber Quadrat 2). Daher ist es günstig, daß eine Prozentschätzung auf gerastertem Feld ergänzend durchgeführt wurde. Es wäre hier allenfalls eine Aussage bei Zugrundelegung von 100 Teilflächen von 10 x 10 cm möglich gewesen.

Sehr klar kann ein Rückgang für *Vaccinium vitis-idaea* mit Hilfe der Frequenzmethode aufgezeigt werden, der in der Fläche 1 bei 50 % liegt. Für *Vaccinium vitis-idaea* und *Pleurozium schreberi* ist eine negative Auswirkung der einmaligen Gülldüngung und der Rinderfaeces anzunehmen (s. u.).

Pseudorchis albida ist mit steriler Rosette noch anzutreffen, kam jedoch nur in einer Teilfläche vor (ursprünglich 3). Die Verdichtung im Bereich der Dauerfläche durch üppiges *Festuca nigrescens*- und *Nardus*-Wachstum kann für den Rückgang verantwortlich sein, vielleicht auch für den von *Carex pilulifera*.

Die leichten Rückgänge von *Calluna*, *Genista sagittalis* und *Vaccinium myrtillus* können mit Frosteinwirkungen zusammenhängen; sie sollen nicht näher interpretiert werden. Insgesamt nahmen *Calluna*-Fazies beträchtlich ab, wie die vergleichende Vegetationskomplex-Aufnahme zeigte.

Bemerkenswert ist, daß eine Abnahme des „Brachegrases“ *Deschampsia flexuosa* bereits in den 5 Untersuchungsjahren mit der Frequenzmethode aufgezeigt werden kann (Abnahme bezogen auf die Quadrat-Teilflächen: 50 %). Wegen der Häufigkeit von *Nardus* im Ausgangsbestand ist der Nachweis einer Zunahme mit der Frequenzmethode nicht möglich, sie kann aber mit dieser Methode für das Quadrat 2 und für die Dauerfläche 1 mit der Schätzung nach BRAUN-BLANQUET belegt werden. Die Zunahme von *Festuca nigrescens* ist ebenfalls mit der BRAUN-BLANQUET-Schätzung nachweisbar.

Die Umschichtung bei Beweidung: Zunahme von *Festuca*, bei fehlender Beweidung: Zunahme von *Deschampsia* ist nach aktualistischen Vergleichen verschieden bewirtschafteter Flächen für das montane Gebiet des Schwarzwaldes 600–1100/1200 m charakteristisch (SCHWABE 1980). Auch die Dauerflächen-Untersuchungen von SCHIEFER (1981) konnten dies nachweisen. In der hochmontanen Stufe oberhalb 1200 m kommt *Deschampsia* auch in extensiv beweideten Flächen zu großer Massenentfaltung, und allgemein laufen syndynamische Prozesse, z. B. bei aufgelassenen Flächen, sehr langsam ab (dies zeigen z. B. die jetzt seit 1970 durchgeführten Frequenzuntersuchungen am Feldberg von WILMANN'S u. Mitarbeitern: WILMANN'S & MÜLLER 1976, 1977; WILMANN'S n. p.).

Das erstmalige Auftreten von *Danthonia decumbens*, einer sehr trittunempfindlichen und somit weidefesten Art, ist besonders zu erwähnen.

Die Gesamtartenzahl sank von 17 auf 16, und die mittlere Artenzahl der Teilquadrate von 1982: 10,5 (7–13) auf 1987: 7,8 (6–12).

Dauerfläche 2 (1110 m ü. M., 5° Ost) Abbildung 4.

a) *Arnica*-Blühhorizont, Aspekt- und Strukturveränderungen: Auch in dieser Dauerfläche schmolz der *Arnica*-Blütenhorizont von 44 Blütenständen im Jahre 1982 auf 10 im Jahre 1987 (Rückgang um 77 %).

Die übrigen Aspekt- und Strukturveränderungen entsprechen denen der Fläche 1. Bemerkenswert ist, daß jenseits des Zaunes, 1,50 m von dem Quadrat entfernt, auf einem ca. 50 cm breiten Streifen der ehemalige *Arnica*- und *Deschampsia*-Blühaspekt noch vorkommt (Tab. 1, A. 5).

Die ursprünglich lückige Vegetationsbedeckung (90 %) hat sich – vor allem bedingt durch eine Zunahme von *Nardus* und *Festuca* (s. u.) – verdichtet (1987: 100 %).

b) Infraphytocoenotische Umschichtung: Die Abnahme von *Arnica*, die hier 1982 nicht ganz so reichlich vorkam wie in Fläche 1 und ca. 30 % deckte, kann in diesem Quadrat auch mit der Frequenzmethode aufgezeigt werden (1982: 24 besiedelte Teilflächen; 1987: 18). Nach der Prozentschätzung ging der Anteil von 30 % auf 15 % zurück. *Pleurozium schreberi* – 1982 noch in 12 Teilflächen vertreten – verschwand völlig.

Bemerkenswert ist auch das völlige Erlöschen von *An-*

Ausbildung	1: stärker beweidete Flächen							2: sehr schwach beweidete Flächen							3: Brache seit mindestens 1970/72												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Nummer	100	96	95	100	100	100	98	95	98	100	98	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Vegetationsbed. (%)	95	90	95	98	95	95	98	92	95	95	98	95	98	98	95	95	95	95	98	98	100	98	100	100			
-Feldschicht (%)	10	10	10	2	10	10	5	10	10	10	10	5	5	6	3	7	2	2	2	2	6	2	6	6			
-Moosschicht (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1			
Neigung (°)	12	14	15	10	12	12	15	15	15	12	12	12	15	12	15	15	12	12	12	15	12	12	16	16			
Flächengröße (m ²)	18	20	11	16	17	14	15	15	15	16	16	15	16	17	16	18	14	14	12	20	16	16	15	14			
Artenzahl	3	3	3	1	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Moose																											
Phanerogamen																											
Moose																											
Mittlere Artenzahl, Stetigkeitsvergleich u. mittlere Deckung (%)																											
Ausb. 1																											
Ausb. 2																											
Ausb. 3																											
mittl. Deckg.																											
Deckg.																											
15,1 (%)																											
16,1 (%)																											
15,6 (%)																											
16,1 (%)																											
15,1 (%)																											
Gräser/Grasartige																											
<i>Nardus stricta</i>	2a	2b	2a	2a	2b	2a	2b	2a	2b	2b	2b	2a	2a	2a	2a	2a	2b	2a	2a	2m	1	2a	2b	2a	V 15	V 14	V 11
<i>Agrostis capillaris</i>	2a	2b	2b	2a	2a	2b	2b	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2b	2a	2a	2a	V 16	V 10	V 11
<i>Festuca nigrescens</i>	2a	2a	2a	2m	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	1	2a	2a	2m	2a	2a	1	2m	2a	2a	1	2m	2m	V 9	V 8	V 6
<i>Deschampsia flexuosa</i>	+																								II 1	V 15	V 20
<i>Danthonia decumbens</i>	2m	2m	1	2m	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	V	IV	II	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2m						IV	III	II	
<i>Luzula campestris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+							II	II	I	
<i>Luzula sylvatica</i>																									II	II	I
<i>Luzula albida</i>																									1	1	I
Nährstoffzeiger																											
<i>Rhynchospora squarrosa</i>	2a	2a	2m					2a	2m																IV	II	II
<i>Trifolium repens</i>	1	2m																							II	II	II
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	1																							II	II	II	
<i>Plantago lanceolata</i>	+																							I	I	I	
Arten lückiger Rasen																											
<i>Carex pilulifera</i>	2m	2m	1	1	1	1	2m	2m	+	+	+	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	V	III	II	
<i>Veronica officinalis</i>	1	1	2m	2m	2m	2m	2a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	II	II	
<i>Polytrichum formosum</i>	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	V	I	I
<i>Rumex acetosella</i>	1	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	1	2m	2m	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	II	III	I	
<i>Hieracium pilosella</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	II	II	II	

tennaria dioica, die als Art lückiger Borstgrasrasen einzustufen ist und auf grusigen, nicht bodenverdichteten Kleinstandorten vorkommt; sie war 1982 in 3 Teilflächen zu finden. Auch die Saumpflanze *Hieracium lachenalii* ging zurück.

Demgegenüber stehen eine starke Zunahme von *Danthonia decumbens* (von 4 besiedelten Teilflächen auf 10) und Zunahmen von *Nardus*, *Festuca nigrescens* und *Veronica officinalis* (letztere: von 0 auf 4 Teilflächen); Abb. 4. Die Gesamtartenzahl ging von 22 (1982) auf 17 (1987) zurück, die mittlere Artenzahl pro Teilfläche von 1982: 10,6 (7–14) auf 1987: 9,3 (6–12).

4.2 „Null-Flächen“, Tabelle 1

Im Jahre 1978 wurde leider nur eine Aufnahme im heute stärker beweideten Bereich angefertigt (SCHWABE 1980), deren genaue Lokalität auf ca. 1–2 m rekonstruiert werden konnte (Tab. 1, A. 1 b). Es zeigen sich insbesondere Zunahmen von *Festuca*, *Nardus*, *Galium harcynicum* und Abnahmen von *Arnica*, *Deschampsia* und *Calluna*. Neu stellte sich *Rhytidadelphus squarrosus*, ein Moos mit Schwerpunkt im gedüngten Wirtschaftsgrünland, ein. Die Zunahme von *Galium harcynicum* konnte mit den Dauerflächen nicht belegt werden; sie läßt sich insbesondere dort beobachten, wo Rinderfaeces (s. u.) oder Aushurstungen kleinräumig Pionierbedingungen geschaffen haben. Eine Brache-Aufnahme neben der Dauerfläche 2 im Zaunbereich zeigt 1988 im Prinzip dieselbe Arten- und Mengenkombination wie die Aufnahme 1b aus dem Jahre 1978 (Tab. 1, A. 5 und die Dauerfläche 2).

Die 1978 aufgenommenen Zwergstrauchfazies (SCHWABE 1980) haben insgesamt abgenommen; ihre vergleichende Aufnahme im Jahre 1988 dokumentiert ihren Charakter als vom Vieh wenig beeinflusste „Null-Flächen“ (Tab. 1, A. 2–4). Insbesondere die Mengenteile von *Deschampsia flexuosa* sind unverändert. Ein Rückgang von *Genista sagittalis* ist auch hier zu beobachten; das spricht dafür, daß kaum Zusammenhänge mit der Beweidung zu sehen sind (s. o.). Auch die vergleichende Aufnahme von *Antennaria dioica*-reichen Ameisenerdhügeln 1978–1988 zeigten im Arteninventar keine Änderungen.

Sehr bemerkenswert ist der völlige Ausfall von *Hylocomium splendens* in den 4 Flächen; die Art ist jedoch noch sporadisch vorhanden (Tab. 1, 2). Ein Rückgang wurde auch im Vaccinio-Abietetum des Ostschwarzwaldes und in Buchenwäldern der Schwäbischen Alb beobachtet (SCHMIDT 1988, WILMANN 1989 a) und hängt dort wahrscheinlich mit Immissionen zusammen.

Im Falle von *Hylocomium splendens* kann nicht ausgeschlossen werden, daß der Rückgang auf Immissionen zurückzuführen ist, zumal die umgebenden Waldgesellschaften stark geschädigt sind und eine „auskämmernde“ Wirkung durch die Gehölzgruppen auf dem Gipfelplateau anzunehmen ist. Möglicherweise ist der Rückgang aber auch auf die flächige Gülle-Spritzung im Jahre 1982 (s. o.) oder späteren Einfluß von Rinderfaeces

zurückzuführen. Eine Zunahme von „Stickstoffzeigern“ durch Immission läßt sich jedoch nach der Artenzusammensetzung der „Null-Flächen“ und dem aktualistischen Vergleich (s. o.) zum jetzigen Zeitpunkt für das Untersuchungsgebiet ausschließen; dies entspricht den Ergebnissen von WILMANN (1988) für die Kaiserstühler Xerobrometen.

4.3 Aktualistischer Vergleich, Tabelle 2

Um allgemeingültigere Aussagen machen zu können, wurde im August 1988 im Bereich der Rohrhardsberg-Gipfelregion ein aktualistischer Vergleich stärker beweideter Bereiche, sehr schwach beweideter Flächen und einer etwa 20 Jahre alten Brache durchgeführt (Kap. 3). Es konnten gezielt die niedrigwüchsigen, stärker befressenen Bereiche („Beliebtheitsplätze“ der Rinder) (Tab. 2, Ausb. 1, A. 1–8), die etwas abgelegeneren Plätze mit bestehender Gräser-Mittel- und Oberschicht (Ausb. 2, A. 9–16) und schließlich die Brache (Ausb. 3, A. 17–24) aufgenommen werden. Dieses Verfahren, das allerdings nur bei entsprechender Diversität der Flächentypen einsetzbar ist, bestätigte mit seinen Ergebnissen eine Reihe der in den Dauerquadraten beobachteten Prozesse. Die Ergebnisse sollen im folgenden für verschiedene Arten-Gruppen dargestellt werden.

- 1) Verhalten der Gräser und Grasartigen: Abnahmen der mittleren Deckung von Ausb. 1 zu 3 können für *Nardus stricta*, *Agrostis capillaris* und *Festuca nigrescens* aufgezeigt werden. Gravierend sind die Stetigkeitszunahmen Ausb. 1: II; 2, 3: V und Zunahmen der mittleren Menge (1% → 20%) bei *Deschampsia flexuosa*. *Danthonia decumbens* hat Schwerpunkte in den stärker und schwächer beweideten Flächen (Stetigkeit V, IV) und tritt in der Brache zurück (II). *Luzula campestris* wird in der Brache durch *Luzula sylvatica* und *L. albida* ersetzt.
- 2) Verhalten der Nährstoffzeiger: Diese haben sich recht kleinflächig in Ausb. 1 eingestellt (sie fehlten 1982 vollkommen); *Rhytidadelphus squarrosus*, das sich z. B. auf sich zersetzenden Rinderfaeces ansiedelt, erreicht die größte Stetigkeit. Die oft vermutete Zunahme von Nährstoffzeigern durch N-Immissionen (s. auch die Kritik von WILMANN 1988) kann nicht belegt werden; die Arten fehlen in Ausb. 2 und 3.
- 3) Verhalten von Arten lückiger Rasen: Vor allem *Veronica officinalis* zeigt einen Schwerpunkt in den stärker beweideten Flächen; Lückenzeiger fehlen aber auch der Ausb. 2 nicht, der Brache jedoch fast vollständig. Lediglich *Carex pilulifera* kann mit geringer Stetigkeit und sehr hochwüchsigen Stengeln ausharren, *Rumex acetosella* fand sich vereinzelt auf Maulwurfshäufen in der Brache. *Polytrichum formosum* hat als rasch besiedelndes akrokarpes Moos einen Schwerpunkt in Ausb. 1.
- 4) Verhalten der Zwergsträucher: Eine gravierende Abnahme in den stärker beweideten Flächen kann für *Vaccinium vitis-idaea* verzeichnet werden (Stetigkeit I gegenüber V in Ausb. 2, 3); *Calluna* und *Vaccinium myrtillus* zeigen einen Rückgang der mittleren Deckung in Ausbildung 1. Die Deckungsprozente der Zwergsträucher insgesamt liegen im Mittel bei: 2,8% (Ausb. 1), 15,3% (Ausb. 2) und 16,1% (Ausb. 3).
- 5) Verhalten von *Arnica montana*: Hier wurde eine differenzierte Schätzung durchgeführt: Vorjahresblätter (mit z. T. neu ausgelebten Blättern direkt an der Basis der Altblätter) sowie Vorkommen von Adventiv-Rosetten ohne erkennbare Altblätter (Kap. 5). Außerdem wurde die Zahl der Stengel vermerkt. Deutlich nimmt die Zahl der vorjährigen Rosetten in den schwächer

Tabelle 3. Vergleichende Vegetationskomplex-Aufnahme Rohrhardsberg-Gipfelregion 1978–1988. 5 ha: 1050–1140 m ü.M., N/NO-exponiert (Aufnahmeschlüssel nach WILMANN & TÜXEN 1978 und SCHWABE 1979b).

Art der Bewirtschaftung Jahr	Brache 1978	Beweidung 1988
Festuco-Genistetum sagittalis typ., <i>Deschampsia flexuosa</i> -Fazies	4.F	
Festuco-Genistetum sagittalis typ., beweidet		4.F
<i>Calluna vulgaris</i> -Fazies	2.f	+f
<i>Vaccinium myrtillus</i> -Fazies	1.f	1.f
<i>Vaccinium uliginosum</i> -Fazies	1.f	+f
Diff. ges. d. beweideten Ausb.:		
<i>Galium hircynicum</i> - <i>Rumex acetosella</i> -Fazies		1.f
<i>Rumex obtusifolius</i> -Fazi		+f
<i>Epilobio</i> - <i>Juncetum effusi</i>		+f
Festuco-Genistetum sagittalis, trifolietosum		
<i>Nardus stricta</i> -Trittges.	1.l	1.l
<i>Juncetum squarrosi</i> , <i>Juncus squarrosi</i> -Fazies	+f,F,f	1,F,f
Ameisen-Erdhügel mit <i>Polytrichum formosum</i>	1	1
<i>Scirpetum sylvatici</i>	+f	
<i>Holcus mollis</i> -Fazies	+f	
<i>Rubus idaeus</i> -Vormantel	1.f	1.f
<i>Epilobium angustifolium</i> -/ <i>Senecio fuchsii</i> -Fazies	+f	+f
<i>Salix caprea</i> -Vorwaldfrgmt.	1.f	+f
<i>Salix aurita</i> -Gebüsch	+f	+f
<i>Picea abies</i> -Forst		
Einzelne Gehölze:		
<i>Betula pendula</i> Str/B	1	1
<i>Picea abies</i> B/Str	2/2	2/2
<i>Juniperus communis</i>	2	2
<i>Pinus sylvestris</i> Str/B	1	+
<i>Alnus viridis</i> Str		1 Ex.

beweideten Bereichen zu, die der Adventivrossetten ab. In der Brache erreicht *Arnica* hohe Deckung (im Mittel 12% gegenüber 5% in Ausb. 1); Adventivrossetten treten nicht auf. Die mittlere Zahl der Stengel pro Fläche steigt von 1 (Ausb. 1) über 10 (2) bis zu 26 (3).

6) Übrige Nardetalia-Arten: *Galium hircynicum* erreicht besonders hohe Deckung in den stärker beweideten Flächen (Pionierart in Rinderfaeces-Wiederbesiedlungsstadien, Kap. 6), kann sich aber auch in der Brache noch gut halten. Auch *Potentilla erecta* hat in allen Ausbildungen hohe Stetigkeit, Keimlinge konnten jedoch nur in den beweideten Flächen gefunden werden.

Genista sagittalis hat einen deutlichen Schwerpunkt in den sehr extensiv bewirtschafteten und den brachliegenden Flächen, wohingegen *Polygala serpyllifolia* stärker im Bereich offener Stellen zu finden ist. Bei Düngereinfluß kann sich *Polygala ser-*

pyllifolia jedoch nicht halten und ist in unmittelbarer Nähe z. B. von *Trifolium repens* nicht zu finden. *Pseudorchis albida* ist inzwischen recht selten auf der Fläche (s.o.) und kommt steril noch in Ausb. 2 vor, blühend in Ausb. 3. *Lycopodium clavatum* fand sich noch im Bereich des vom Vieh nicht erreichbaren Zaunstreifens.

7) Sonstige Arten: Hier fällt die üppige Entfaltung von *Meum athamanticum* in der Brache auf, wo die Bärwurz reich blüht und – *Arnica* blühphänologisch vorausgehend – einen bestimmenden Blühaspekt prägt; in der Ausb. 1 kommt die Pflanze vorwiegend steril vor. *Hieracium lachenalii* hat einen Schwerpunkt in den schwach beweideten und brachliegenden Flächen. *Viola palustris* (die 1982 fehlte) hat sich im Bereich 1 neu angesiedelt (ob durch das Vieh, von quelligen Hangstandorten unterhalb der Gipfelregion stammend, endozoisch oder durch Myrmekochorie ausgebreitet?).

Sehr bemerkenswert ist, daß Gehölzjungwuchs (*Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*; in nicht aufgenommenen Flächen auch *Juniperus* und *Picea*) vorwiegend in der extensiv beweideten Fläche gefunden wurde; in der Brache wuchs in dem dichten Rasenfilz nur 1 Exemplar von *Salix caprea*. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von PIGOTT (1983), der auf schafbeweideten Flächen in den „Pennines“ Nordenglands in einem *Deschampsia flexuosa*-*Vaccinium myrtillus*-Rasen feststellte, daß Birken direkt nach Aufgabe der Beweidung in einer „Übergangsperiode“ auswachsen können, in einem späteren Stadium wird die Vegetationsnarbe für *Betula* zu dicht.

8) Sonstige Moose: Die noch geringe Nährstoffzufuhr wird durch das auch in Ausb. 1 stete Auftreten von *Pleurozium schreberi* angezeigt. Die Brache ist in Bodennähe stark von einem Gramineen-Filz durchwoben und besitzt eine Streuauflage. Die Dekung von *Pleurozium* ging zurück; die Vorkommen sind zumeist auf *Calluna*-Flecken beschränkt.

9) „Borstgrasleichen“: Diese vom Vieh ausgerissenen und dann liegengelassenen vertrockneten *Nardus*-Büschel fanden sich nur in Ausb. 1 (Tab. 2); in den sehr extensiv beweideten Bereichen mit reicher Auswahl an schmackhaften Arten unterliegt das Vieh diesem „Irrtum“ möglicherweise weniger.

4.4 Sigmasoziologischer Vergleich, Tabelle 3

Ein Vergleich einer 5 ha großen Probefläche 1978–1988 zeigt innerhalb von 10 Jahren neben den weidebedingten Umschichtungen in der herrschenden Flügelginster-Weide einen Rückgang der *Calluna*- und *Vaccinium uliginosum*-Fazies sowie eine Zunahme der weidegeförderten *Juncus squarrosus*-Fazies an Sickerstellen des NO-Hanges. Neu aufgetreten sind eine *Rumex obtusifolius*-Fazies und das *Epilobio-Juncetum effusi*, typische Elemente stärker mit Nährstoffen angereicherter, verdichteter Bereiche. Diese nährstoffzeigenden Gesellschaften haben sich jedoch nur im Sickerbereich am Hang eingestellt.

Sehr kleinflächig bildeten sich auf den „Beliebtheitsplätzen“ der Rinder Bestände, die bereits dem Festuco-Genistetum trifolietosum zugeordnet werden können, an diesen Stellen ist das Naturschutz-Ziel der Extensivierung nicht erreicht (s. u.).

4.5 Literaturvergleich: Stickstoff-Ansprüche von Arten, die Mengenänderungen nach Beweidung zeigten

Mit einigen Arten, die hier interessieren, weil sie nach Beweidung Häufigkeitsänderungen zeigen und empfindlich sind gegen direkte Faeces-Einwirkung (Kap. 6), führte BÜCKING (1981, 1985) unter standortkundlichen Fragestellungen Kulturversuche mit variiertem Stickstoff-Menge und -Form durch (*Deschampsia flexuosa*, *Danthonia decumbens*, *Nardus stricta*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*). Sehr bemerkenswert ist sein Ergebnis, daß die Wuchsleistung von *Vaccinium vitis-idaea* als einziger der untersuchten Arten mit steigenden N-Gaben (unabhängig ob Ammonium/Nitrat oder eine Kombination gegeben wird) abnimmt; z.T. kommt es zum vollständigen Absterben der Pflanzen. BÜCKING (1985) nimmt an, daß die Preiselbeere durch hohe Mineralsalzkonzentrationen geschädigt wird (die-

ses kann auch auf hohen N-Konzentrationen beruhen). *Vaccinium myrtillus* hingegen steigert die Wuchsleistung, wenn eine Ammonium-reiche Lösung gegeben wird. Die täglichen Wuchsleistungen von *Vaccinium vitis-idaea* sind allgemein sehr gering und mit denen von *Danthonia decumbens* vergleichbar, die täglichen Wuchsleistungen von *Deschampsia flexuosa* und *Vaccinium myrtillus* sind deutlich höher; die Wuchsleistung von *Nardus* liegt etwas niedriger als die von *Deschampsia* (berechnet als maximale Trockengewichtszunahme in Sandbodenkultur mit Nährlösung).

Die Ergebnisse von BÜCKING (1981, 1985) stehen in gutem Einklang mit den Untersuchungen am Rohrhardsberg und in Brachen der Flügelginster-Weiden. Sie legen nahe, daß die Abnahme von *Vaccinium vitis-idaea* direkt auf die Gülle-Düngung bzw. die Wirkungen der Rinderfaeces zurückzuführen ist. Das unterschiedliche Verhalten der Vaccinien bei Einwirkung von Rinderfaeces wird erklärt (*V. vitis-idaea* stirbt ab, *V. myrtillus* vermag neu auszutreiben; Kap. 6). Die besseren Wuchsleistungen von *Deschampsia* und *Vaccinium myrtillus* im Vergleich zu *Nardus* und *Danthonia* können die Bedeutung ersterer Arten in Brachen erklären; das verstärkte Auftreten von *Danthonia* in Weiden wird sicherlich durch die selektive Förderung durch das Weidevieh bewirkt. Die Art wurde sehr selten in Brachen der Flügelginster-Weide beobachtet und dann an durch menschlichen Tritt beeinflussten Standorten.

5. Der Lebensrhythmus von *Arnica montana* in beweideten und brachliegenden Flächen, Abbildung 5–8

Arnica montana ist nach den Angaben von TROLL (1937) ein mehrjähriger Halbrosetten-Hemikryptophyt mit einem kurzen Vertikal-Rhizom. Die Pflanze wird von Rindern verschmäht; die Tiere fressen sorgfältig um die Pflanzen herum, so daß sich – wenn Blütenstände vorhanden sind – eine physiognomisch auffällige starke Selektivität beobachten läßt, ähnlich wie auch bei *Senecio*-Arten (*Senecio fuchsii*, in alpinen Extensivweiden z. B. *Senecio doronicum*). In den stärker beweideten Bereichen des Untersuchungsgebietes fiel die geringe Zahl von Blütenständen auf und der Reichtum frischgrüner Rosetten im Herbstaspekt (Kap. 4.3). Mehrfach konnte beobachtet werden, daß sich entwickelnde Blütenstände von den Tieren niedergetreten werden.

Gezielt wurden die üppig blühenden Bestände der benachbarten Brache mit solchen in der beweideten Fläche verglichen. Besonders große Unterschiede ergab die vergleichende Betrachtung des Herbstzustandes (September). Dieser sei unter den Stichworten Rosettenbildung und Blattgröße betrachtet:

Rosettenbildung, Keimlingsstadien, Abbildung 5.

Bereits SCHÖNICHEN (1940) stellte eine *Arnica*-Pflanze mit ihrer im Vorjahr angelegten Rosette und den im

Herbst neu gebildeten Rosetten dar; diese Rosetten können zum einen durch Erneuerungsknospen, die an der Hauptachse angelegt werden, entstehen, zum anderen bilden sich Rhizomverzweigungen, die einige cm von der Mutterpflanze entfernt Rosetten bilden. „Die Pflanze hat also schon im Herbst nicht bloß für eine sichere Erneuerung, sondern auch für eine beträchtliche Vermehrung Vorkehrungen getroffen“ (SCHOENICHEN l.c.: 83). Diejenigen Rosetten, die entfernt von der Mutterpflanze auftreten, sollen hier als „Adventivrosetten“ bezeichnet werden. An den „Beliebtheitsplätzen“ der Rinder (Tab. 2, A. 1–8) trat eine Viehzahl solcher Adventivrosetten auf (Abb. 5), die Mutterachsen bildeten allenfalls eine neue Rosette, vielfach war Mitte September keine neue Knospe erkennbar und die alte Rosette abgestorben. Es ist hier demnach ein „Eroberungsmodus“ festzustellen, z. T. mit dem Absterben der Mutterachsen verbunden.

In der extensiv beweideten Ausb. 2 wurden ebenfalls Adventiv-Rosetten gefunden, jedoch in weitaus geringerer Zahl. Die Mutterpflanzen bilden hier oftmals 3 oder 4 neue Rosetten direkt an der Hauptachse. Es resultiert daraus eine Verdichtung der bestehenden *Arnica*-Vorkommen und kombiniert damit eine Fähigkeit zur Eroberung neuer Wuchsorte. In der Brache schließlich

konnten keine Adventivrosetten gefunden werden, hier bilden sich ebenfalls 3 oder 4 großblättrige Rosetten an der Hauptachse, die zu lokalen Fazies-Bildungen führen (Abb. 5). Eine Ausnahme bildet ein *Nardus*-bewachsener Trampelpfad mit Vegetationslücken durch die Brache – auch hier gab es wenige Adventiv-Rosetten.

Es liegt scheinbar nahe, den Tritt als Faktor für die Rosettenbildung anzunehmen. Eine Förderung von Rosettenbildung durch Tritt wiesen WELLS & BARLING (1958) für *Pulsatilla vulgaris* nach: Tritt stimuliert hier die Entwicklung tiefliegender Knospen an Adventivwurzeln, die nahe der Elternpflanze kleine Rosetten bilden.

Ergänzende Studien an *Arnica* im Südschwarzwald zeigten jedoch, daß offenbar die Lückigkeit ausschlaggebend für eine Adventivrosetten-Bildung ist. Im Gebiet von Präg und Schönenberg sowie am Feldberg-Südhang konnten an lückigen Böschungen Hunderte von *Arnica*-Rosetten gefunden werden und auch in lückigen *Calluna*-Fazies von Brachen der Flügelginster-Weiden. Der Schlüssel für das Verständnis liegt in der Analyse des Rhizom-Wachstums (s. u.).

Adventivrosetten bilden sich auch auf ganz anderem Wege: Wird eine *Arnica*-Pflanze von Rinderfaeces bedeckt, stirbt der Haupttrieb ab, und etiolierende Adven-



Abbildung 5a, b. Adventivrosetten von *Arnica montana* in der beweideten Flügelginster-Weide am Rohrharsberg (a) und Blätter der daneben liegenden Brache (b), 10. 9. 1988.

tiv-Rosetten vermögen selbst mehrere cm starke Faeces-Pakete zu durchwachsen. Es kann bei der Adventivrosetten-Bildung offenbar ein Zusammenhang mit dem Absterben der Erneuerungsknospe bestehen, sei es durch Viehtritt, Frosteinwirkung bei ungeschützter Lage in lückigen Beständen oder Einwirkung von Faeces. Eine experimentelle Überprüfung dieser Beobachtungen steht noch aus.

Die Adventivrosetten bleiben im ersten Jahr steril, wann sie das erste Mal zur Blüte kommen, wird weiter beobachtet. Die Bildung sehr weniger blühender *Arnica*-Triebe und vieler steriler Rosetten konnte auch von STEBLER auf mageren, trockenen Wiesen in den Schanfigger Heubergen bei Chur festgestellt werden. Er fand dort auf „1 Quadratfuß 2 blühende und 677 unfruchtbare Triebe“ (HEGI 1905: 707 ff.).

An offenen Stellen, so z. B. im Bereich zersetzter Rinderfaeces, findet man auch Keimpflanzen von *Arnica*. Im Juli 1988 und im August 1988 geerntete und in Keimschalen eingesäte *Arnica*-Diasporen keimten sofort mit einer Keimrate von unter 10%; es gibt offenbar keine Samenruhe. Auch GRAEBNER (1895, zit. bei HEGI 1905 ff.) berichtet über zahlreiche Ansiedlungen von *Arnica* an durch Plaggenhieb bloßgelegten Stellen in der NW-deutschen Heide. HEGG (1984 c) gibt ebenfalls die generative Ansiedlung von *Arnica* in Lücken an. Zweifellos

gelten diese Angaben nur für N- und P-arme Substrate (s. u.).

Blattgröße, Zahl der Blütenstände; Abbildung 6

Die vorjährigen Blätter von Individuen mit vielen Adventivrosetten sind klein; die mittleren Blattgrößen von 10 am Rohrhardsberg in der beweideten Fläche vermessenen Blättern liegen bei 16, solche aus der Brache jedoch bei 58,2 cm² (Abb. 6). Weitere mit dem Planimeter ermittelte Blattgrößen-Werte an 7 verschiedenen Lokalitäten (n = 128) zeigen, daß sich die Blattgrößen der beweideten Stellen an den „Beliebtheitsplätzen“ und der Brachen signifikant unterscheiden (Abb. 6). Die Blätter sind in Brachen nicht wie bei den jungen Rosetten eng an den Boden gepreßt, sondern umschließen den vorhandenen Blütenstängel.

Somit hat *Arnica* in Brachen eine hochstauden-artige Wuchsform, die von der der Weiden deutlich abweicht. Auch die jungen Rosettenblätter sind in Brachen bereits deutlich größer als solche in beweideten Flächen.

Eine Änderung der Wuchsform von Pflanzenarten in Brachen konnte DIERSCHKE (1985) auch für *Cirsium acaule* nachweisen, die in Mesobromion-Brachen oftmals Stengel und lange, hochgestellte Blätter ausbildet. Die Zahl der Blütenstände pro Stengel kann in Brachen außerordentlich groß sein. Sie schwankte in Tunau

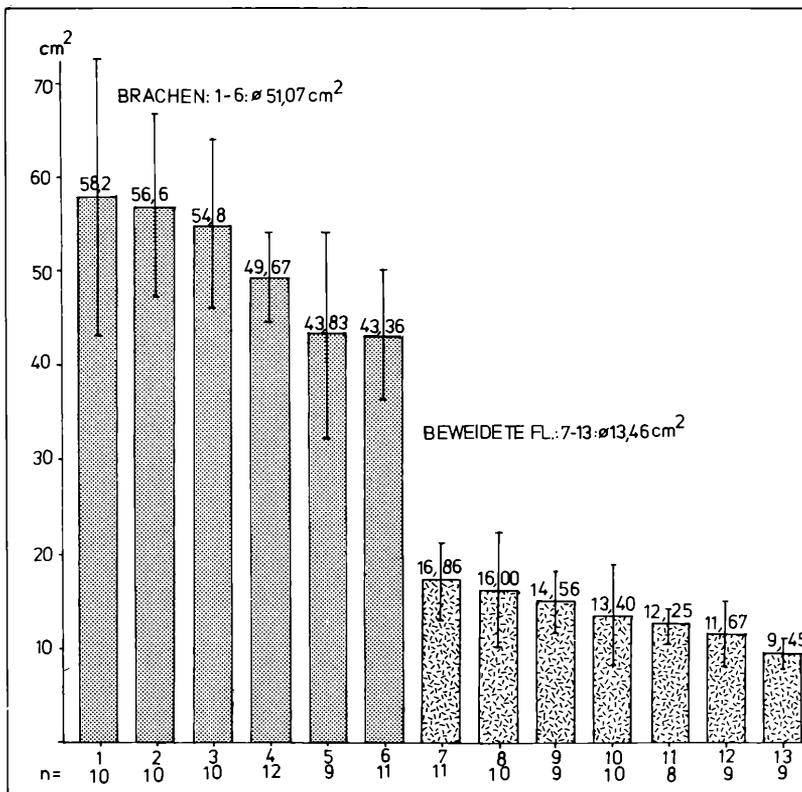


Abbildung 6. Blattgrößen von *Arnica montana* von verschiedenen wirtschaffeten Borstgrasrasen im Schwarzwald, gesammelt und planimetriert: 1.–10. 9. 1988. Punktraster: Brache, Strichraster: beweidete Flächen. Lokalitäten 1: Rohrhardsberg, 2: Feldberg, 3: Prag, 4: Schönenberg, 5: Tunau, 6, 7: Wieden, 8: Rohrhardsberg, 9: Muggenbrunn, 10: Schönenberg, 11: Wieden, 12: Feldberg, 13: Wieden.

(Brache im montanen Schwarzwald, 900 m ü. M.) zwischen 3 und 9! ($n = 10$, $\bar{X} 6$), am Rohrhardsberg lag sie in den beweideten Flächen im Mittel bei 2 ($n = 13$). HEGI 1905: 706 ff.) gibt an: „Der Typus ist 1- oder armköpfig... Als Mastform (?) ist davon abweichend f. *corymbosa* FLORI. Pflanze sehr kräftig, 4- bis 7- oder mehrköpfig.“ Die vielköpfigen Formen kommen in montanen Lagen des Schwarzwaldes vor allem in Brachen der Flügelginster-Weiden vor, in den hochmontanen Gebieten, z. B. im Leontodonto-Nardetum des Feldberges, herrschen auch in länger nicht beweideten Flächen (1) 2- bis 4-köpfige Individuen. In der Flora der Schweiz (HESS et al. 1972: 485) findet sich die Angabe: „Stengel aufrecht meist unverzweigt... Blütenköpfe 1, seltener bis zu 5.“ Die im Schwarzwald untersuchten *Arnica*-Populationen wuchsen an voll besonnten Standorten, so daß Beschattungseffekte durch Gehölze ausgeschlossen werden können. Auch die in Brachen sich anreichernden Gräser, wie z. B. *Deschampsia flexuosa* oder *Agrostis capillaris*, vermögen *Arnica* kaum zu beschatten (Abb. 7b). YOUNG & SMITH (1980) wiesen Einflüsse der Sonneneinstrahlung auf die Blattgröße und Blattdicke von *Arnica cordifolia*, die in der Krautschicht von *Pinus contorta*-Wäldern in der subalpinen Stufe der Rocky Mountains lebt, nach. Schattenblätter haben hier im Mittel Blattgrößen von 76,5 cm², Sonnenblätter von 25,6 cm². Es muß auch bei den Schwarzwald-Populationen mit einer modifizierenden Wirkung des Lichtfaktors gerechnet werden, der sich z. B. schon durch die Blattstellung der dem Boden anliegende Rosette in beweideten Flächen und die hochgestellten Blätter der Brachen ergibt. Diese Frage soll weiter untersucht werden.

Rhizommorphologie, Abbildung 7 und 8

Rhizomanalysen zeigten, daß sich das „typische“ Vertikalrhizom von *Arnica* vorwiegend in Brachen findet (Abb. 7); an lückigen Stellen haben die Rhizome vor allem ein horizontales Wachstum (Abb. 8). In beiden Fällen ist eine ausgeprägte Anisorrhizie mit einseitig ausgebildeten seilartigen und kontraktile Wurzeln und nur wenigen Feinwurzeln auf der gegenüberliegenden Seite festzustellen. Anisorrhizie wird auch von TROLL (1973) z. B. für das *Iris pseudacorus*-Rhizom dargestellt. Ob es sich bei dem orthotrop wachsenden „Bracherhizom“ von *Arnica* um „verhinderte“ plagiotrope Bildungen handelt, bei denen durch interspezifische Konkurrenz unterirdischer Organe in Brachen die Wurzelkontraktion geringere Bedeutung hat, soll weiter geprüft werden. Die einseitige Ausbildung der starken Wurzeln auch bei den „Bracherhizomen“ legt diese Hypothese nahe. Ferner lassen sich vor allem an den plagiotrop wachsenden Rhizomen, seltener aber auch an orthotrop wachsenden Rhizomen, Stolonenbildungen beobachten, die erst nach dem Wachstum von mehreren Zentimetern Speicherfunktionen übernehmen (Abb. 8b).

Solche Übergänge von Stolonen zu Speicherorganen (z. B. Sproßknollen) sind auch von *Trientalis*-Arten bekannt (TROLL 1937). Hier sterben die Stolonen-Bereiche im Winter ab, und die Pflanzen verlieren die Verbindung zur Mutterpflanze. Experimentell konnte bei *Trientalis* gezeigt werden, daß bei Langtagbedingungen vorwiegend Stolonen entstehen, bei Kurztagbedingungen –

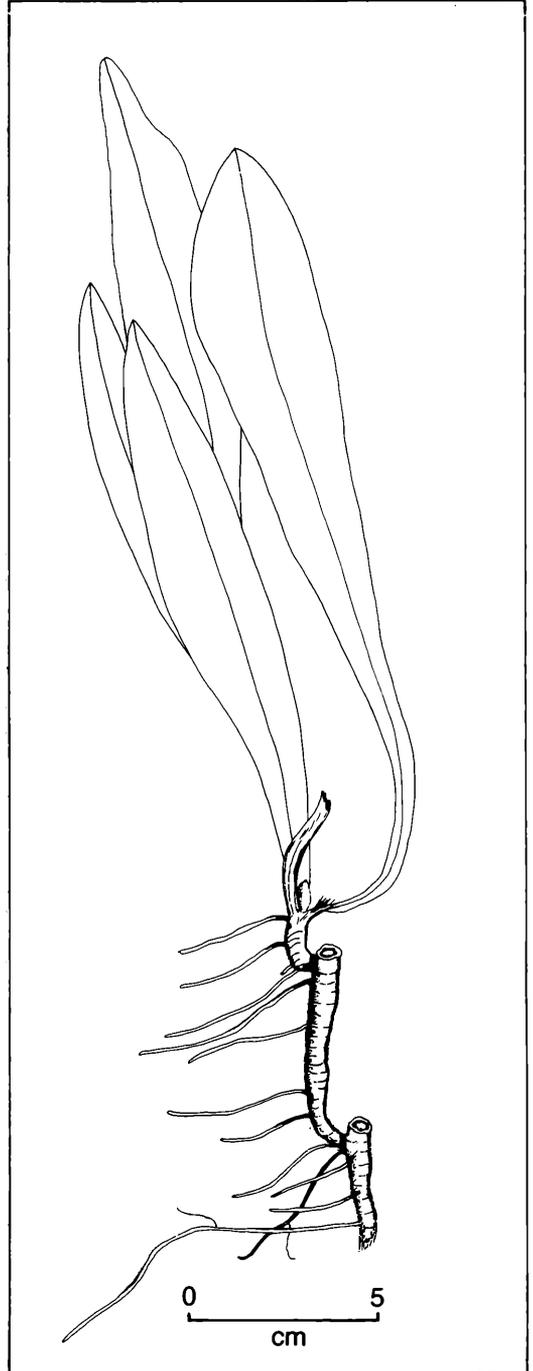


Abbildung 7. Vertikalrhizom von *Arnica montana* mit Anisorrhizie in Brachen der Flügelginster-Weide (Präg).

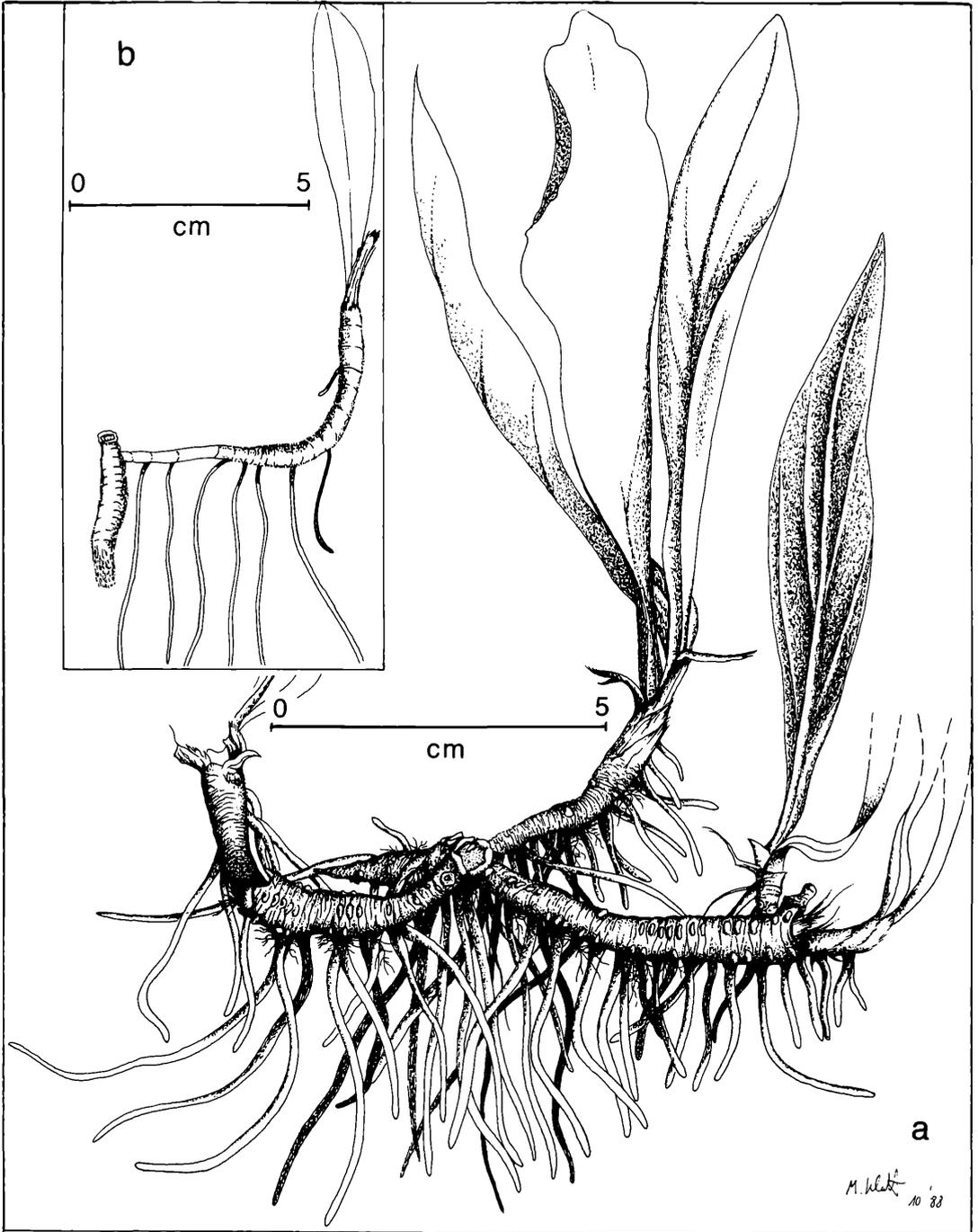


Abbildung 8. a) Horizontalrhizom von *Arnica montana* mit Anisorrhizie an stärker beweideten oder lückigen Stellen der Flügelginster-Weiden (Präg), b) Stolonenbildung nach Absterben der Knospe der Mutterachse, alte Blattscheiden entfernt. Zeichnung: M. KLATT.

vor allem verbunden mit Kälte – vorwiegend Knollen (ANDERSON & LOUCKS 1973).

Das Lebensmuster von *Arnica montana* unter verschiedenen Bewirtschaftungsmaßnahmen

Im folgenden wird der Begriff „Lebensmuster“ für den der Militärsprache entlehnten und schon von BARKMAN mehrfach auf Symposien kritisierten Strategiebegriff, einem Vorschlag von HEINRICH ZOLLER und ESTHER BÄUMLER folgend (BÄUMLER 1988), verwendet. Die Charakteristika des Lebenszyklus von *Arnica*, differenziert für a) stärker beweidete, b) schwächer beweidete Flächen und Brachen zeigen 2 Haupttypen, die als „Eroberungsmuster“ und „Persistenzmuster“ voneinander abzugrenzen sind. Die Persistenz in Brachen („Beharren“, s. KRAUSE 1974, WILMANN 1989 b) ist dabei verbunden mit einer kleinräumigen vegetativen Vermehrung sowie einer Änderung des Verteilerschlüssels der Assimilate (Vergrößerung der Blatt- und Blüten-Biomasse). An den stärker beweideten Plätzen herrscht ein „Eroberungsmuster“ mit vielen Adventivrossetten, einigen Keimlingen und Tod von Mutterachsen. Die Vielfalt der Muster „Eroberung“ und „Persistenz“ ist in den schwach beweideten Bereichen am größten.

Arnica-Populationen können sich in Brachen über 10 Jahre stabil halten, wie z. B. im Weidfeld Flüh/Schönau festgestellt werden konnte (SCHWABE, KRATOCHWIL & BÄMMERT i. Dr.) und z. T. die Populationen vergrößern.

Nährstoffverhältnisse

Arnica-Keimversuche von KNAPP (1953) mit verschiedenen Substraten zeigten, daß auch bei besserer N- und P-Versorgung die *Arnica*-Pflanzen unter Laborbedingungen nicht absterben; lediglich bei höherem Calciumcarbonat-Gehalt zeigten sich Chlorosen, und die Pflanzen starben nach und nach ab. Auch in den Extensivweiden können *Arnica*-Jungpflanzen sogar auf Dungstellen keimen (s. o.). Dennoch setzt relativ rasch bei NP-, N-, oder P-Düngung ein konkurrenzbedingter Rückgang der Pflanze ein. Dies belegten eindrucksvoll die verschieden behandelten Dauerquadrate, angelegt durch LÜDI und nach 50 Jahren ausgewertet durch HEGG 1984 a, b), auf der Schynigen Platte ob Interlaken (1900 m ü. M.). Es zeigte sich bei ungedüngten Null-Flächen eine große Konstanz der Rasenzusammensetzung, eine NPK-Ca-Düngung, die *Arnica* zum Verschwinden brachte, wirkte sich hingegen noch 25 Jahre nach der letzten Düngung aus. Mehrmalige NPK-Düngungen in den Versuchsflächen führten überall zum fast vollständigen Rückgang von *Arnica*, z. T. zur Eliminierung. Nach DIETL (1977) übersteht *Arnica* nur eine einmalige Kali-Phosphat-Düngung.

So ist bei einer Beweidung von *Arnica*-Flächen immer Vorsicht geboten; die Besatzdichte muß unter 1 GVE/ha liegen, und es sollten z. B. durch die weidenden Rinder keine zusätzlichen Nährstoffe z. B. durch Zufütterung von Kraftfutter oder rotierende Beweidung im Wechsel mit intensiv gedüngten Flächen eingetragen werden. Bedingt durch den raschen Rückgang bei N-/P-Dün-

gung kann *Arnica montana* als „Leitart“ extensiver Bewirtschaftung dienen, als typische Pflanze der traditionellen Agrarlandschaft der Silikatgebiete. Die Bewirtschaftungsmethoden verdrängten sie in starkem Maße, dies zeigen z. B. die Ergebnisse der floristischen Kartierung (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988), der Zusammenhang wurde auch von SVENSSON (1988) für Schweden herausgearbeitet.

6. Mosaikeffekte durch die Beweidung: Wiederbesiedlungsstadien von Rinderfaeces

Bereits der vegetationskundliche Vergleich der „Beliebtheitsplätze“ mit den nur schwach beweideten Zonen (Tab. 1, Ausb. 1, 2) zeigte, daß die Wirkungen des „patchy grazing“ (HARPER 1977) unmittelbar an der Vegetation abzulesen sind. Nicht nur das direkte Abfressen der Vegetation, sondern auch sekundäre Wirkungen haben eine Schlüsselrolle für das Verständnis der bei Beweidung veränderten Mosaikstrukturen. Dabei konnten die oftmals in der Literatur angeführten Auswirkungen des Viehtritts im Untersuchungsgebiet nicht in größerem Umfang beobachtet werden, dies dürfte mit der geringen Besatzdichte, der Plateaulage und dem leichtgewichtigen Vorderwälder Jungvieh zusammenhängen. Neben dem „patchy grazing“ waren die stärksten Mosaikeffekte durch die Deposition von Faeces zu beobachten.

Nach den Angaben von HARPER (1977) produziert eine Kuh von 350 kg Gewicht täglich 34 kg Faeces; im Durchschnitt werden 0,75 m² Boden bedeckt. Diese Werte dürften etwa für das im Gebiet der Rohrhardsberg-Gipfelregion weidende Vorderwälder Jungvieh gelten (Gewicht ausgewachsener Vorderwälder 550–650 kg, ausgewachsener Hinterwälder 380–420 kg). Es zeigte sich, daß die Dunghaufen zur Entstehung populationsbiologisch interessanter Synusien führen, dies wurde unseres Wissens nach im Bereich der Extensivweiden noch nicht näher untersucht. HARPER (1977) schildert Effekte der Faeces-Deposition auf die Pflanzendecke unter den Stichworten a) Bedeckung und Entzug von Licht, b) Änderung der Nährstoffverhältnisse, c) Entstehung einer Insel für die Kolonisation und d) Änderung im Beweidungsmuster um die Dungstelle, die von den Tieren gemieden wird. Die Beispiele von HARPER (1977) für einige dieser Prozesse betreffen jedoch Pflanzen stärker gedüngter Weiden.

Rinderdung-Stellen wurden am Rohrhardsberg und ergänzend auch in Flügelginster-Weiden und hochmontanen Borstgrasrasen des Südschwarzwaldes (Wiesetal-Gebiet, Feldberg) näher untersucht. Die von HARPER (1977) aufgestellten Punkte a–d sollen im folgenden für die Untersuchungsgebiete näher betrachtet werden.

zu a) „Bedeckungseffekt“, Lichtentzug: Der Abbau der Rinderfaeces kann im Untersuchungsgebiet mit Sicherheit 1 Jahr dauern, der Besatz mit Scarabaeidae-Larven ist jedoch reichlich. Auch Ameisen besiedeln sonnengedörrte Faeces. Es wurden

Tabelle 4. Rückgang/Zunahme von „Rote Liste-Arten“ und sonstigen Arten, die in Intensiv- und Viehzuchtgebieten fehlen, durch Beweidung im Gebiet Rohrhardsberg/mittlerer Schwarzwald (Gefährdungskategorien Baden-Württemberg, BRD, in Klammern: 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet); s. HARMS et al. (1983), BLAB et al. (1984) || Arten mit besonders starkem Rückgang in Bundesländern mit hohem Anteil intensiver Viehwirtschaft (z. B. Schleswig-Holstein, s. RAABE 1987).

a) Rückgang durch Nährstoffeinträge (Faeces), Fraßaktivitäten und/oder lokales Dichtenwerden der Vegetation (hinzu können andere Faktoren kommen)

Antennaria dioica (2, 3*) !!
Lycopodium clavatum (3, 3) !!
Hylacomium splendens !!
Vaccinium vitis-idaea !!
Vaccinium uliginosum !!
Calluna vulgaris !!

b) Gravierender Rückgang der Blühhorizonte, z. T. auch Rückgang der vegetativen Pflanzen

Arnica montana (2, 3) !! (für die langfristige Erhaltung jedoch Beweidung oder – auf Wiesen – extensive Mahd notwendig)
Pseudorchis albida (2, 2) !! (Rückgang im außeralpischen Bereich der BRD nach HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988: vor 1945 und floschen → 111 Meßtischbl., 1980: auf 32 MTB nachgewiesen: – 71 %)

c) Förderung durch extensive Beweidung ohne Zufütterung von Kraftfutter (offene Stellen)

Polygala serpyllifolia (3, 3) !!

mit Sicherheit für die BRD revisionsbedürftig → 2

am 17. 8. 1988 40 oberflächlich getrocknete Dunghaufen im Gebiet Rohrhardsberg verlagert und 6 Wochen später kontrolliert u. a. auf einen evtl. Wiederaustrieb von Pflanzen. Es zeigte sich, daß in vielen Fällen Gräser, Kräuter und auch Moose unter der Dungstelle vollständig abgestorben waren, dies gilt vor allem für *Nardus* (das nur kleinflächig wiederaustreiben konnte), *Deschampsia flexuosa*, *Vaccinium vitis-idaea* und *Pleurozium schreberi* (Abb. 9 a, b).

Einige wenige Arten sind fähig, einen soliden Dungfladen zu durchstoßen. Zu diesen gehört am Rohrhardsberg *Arnica montana*, deren Rosettenblätter, tütenförmig gerollt und zunächst weißlich verfärbt, bis zu 7 cm durchzuwachsen können; auch *Festuca nigrescens* vermag durchzustoßen. In der rinderbeweideten Zone des Feldberg-Gipfels findet man besonders häufig „durchstoßende“ *Meum athamanticum*-Pflanzen, in den montanen Flügelginster-Weiden des Wiesetales durchwächst *Hieracium pilosella* häufig Rinderfaeces. Bemerkenswert ist, daß auch unter einem noch nicht zersetzten Fladen *Rhytidadelphus squarrosus* frischgrün bleibt, wohingegen *Pleurozium* und *Hylacomium splendens* sich bräunlich verfärben und absterben. Zusätzliche Beobachtungen in einem beweideten Festuco-Genistetum sagittalis trifolietosum bei Präg zeigten, daß hier ausschließlich einige der Differentialarten des „trifolietosum“ die Dungfladen durchwuchsen: *Trifolium repens*, *Leontodon autumnalis*, *Plantago lanceolata* und am häufigsten: *Achillea millefolium*.

zu b) Änderung der Nährstoffverhältnisse: auf den Faeces-Stellen am Rohrhardsberg konnten außer dem Moos *Rhytidadelphus squarrosus* keine Düngezeiger gefunden werden. Auch eine besondere Üppigkeit der Vegetation oder gar des Auftreten von nitrophytischen Stauden fehlt; s. Punkt d).

zu c) Entstehung einer Insel für die Kolonisation: Standorte ehemaliger Dungstellen fallen im Gebiet Rohrhardsberg nicht durch ihre besondere Wüchsigkeit auf (wie auf Intensivweiden), sondern durch abgestorbene Pflanzen und Lücken und zumeist noch gering deckende Neubesiedlung. Reste zermahlener Gräser finden sich z. T. als dünne Schicht über diesem Kleinstandort und verraten die Herkunft. Es wurden mit Hilfe von Folien Kleinarterkartierungen durchgeführt; sie können aus Platzgründen hier nicht wiedergegeben werden (vgl. Abb. 9 a, b). Bemerkenswert

und vielfach beobachtbar ist das Absterben von *Vaccinium vitis-idaea*; die zunächst scheinbar auch geschädigte entblätterte Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) treibt sogar noch im September frischgrün aus (s. u.). Sehr häufig finden sich als Kolonisatoren *Rumex acetosella* und *Veronica officinalis*. Als Invasionspioniere aus der Nachbarschaft treten vor allem *Agrostis capillaris* und *Galium harcynicum* auf.

Um die Wiederbesiedlungsmuster in einem abgegrenzten Zeitraum untersuchen zu können, wurden die Stellen der 40 am 10. 8. 1988 verlagerten Dunghaufen auf kolonisierende Arten geprüft. Als Wiederbesiedlungsmuster kämen in Frage (z. T. nach GRIME 1979): 1) Vegetative Expansion von der Seite, 2) Wiederbesiedlung durch in der Samenbank ruhende Keimlinge, 3a) Wiederbesiedlung durch Anemo- oder Autochore, 3b) – durch Ameisen, 3c) – durch Darmwanderer (Endochore) oder sonstige Zoochore.

Um den Gehalt keimfähiger Diasporen prüfen zu können, wurden 7 x 150 g oberflächlich abgetrockneter Faeces, nach 3tägiger Trocknung mit diasporenfreiem Mineralboden vermischt in abgedeckten Keimchalen ab 15. 8. 1988 beobachtet. Der Mineralboden stammte aus 1 1/4 Jahre abgedeckt gehaltenen Bodenproben von Silikat-Flußuffern (Sand – sandiger Lehm).

Auf den meisten der 40 Flecken war 6 Wochen nach der Faeces-Verlagerung noch kaum eine Wiederbesiedlung erfolgt. Auffällig ist das Vorkommen von *Rumex acetosella*-, *Luzula campestris*- und *Potentilla erecta*-Keimlingen, der Wiederaustrieb von *Arnica*, *Luzula campestris* und *Vaccinium myrtillus* und die seitliche Invasion von *Galium harcynicum* und *Agrostis capillaris*. Auf einem Faeces-Fleck konnten 12 *Rumex acetosella*-Keimlinge gezählt werden. Eine erneute Kontrolle Anfang November zeigte jedoch, daß die meisten der abgeräumten Flecken nicht mehr physiognomisch auffielen; die noch frei verbliebenen Stellen waren vor allem durch seitliche Invasion von *Agrostis capillaris* und *Galium harcynicum* „zugedeckt“ worden, so daß die „vegetative Expansion von der Seite“ (1) mit Sicherheit die größte Bedeutung hat.

Die bis zum 1. März 1989 festgestellte Keimungsrate von Diasporen in den 7 Keimchalen war relativ gering. Es konnten festgestellt werden (Zahl der Individuen): *Luzula campestris* s.l. (29), *Nardus stricta* (11), *Galium harcynicum* (4), *Epilobium* cf.

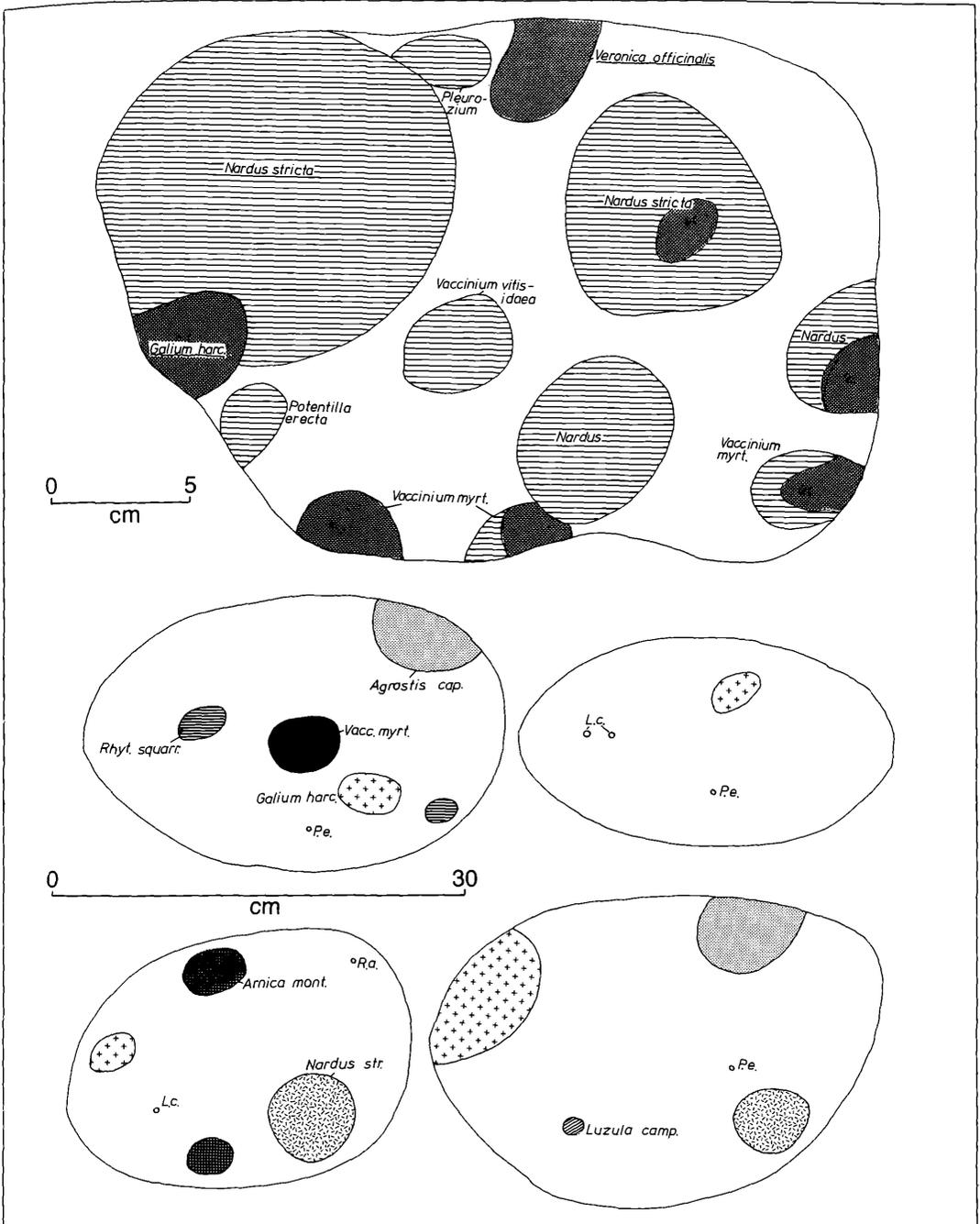


Abbildung 9a, b. Wiederbesiedlungsstadien am 20. 9. 1988 von Rinderfaeces-Stellen. Faeces am 14. 8. 1988 experimentell entfernt
a) Streifensignatur: abgestorbene Pflanzenteile. Punktsignatur: wiederaustreibende, noch lebende oder von der Seite eindringende Pflanzen (letztere mit Schlangenkurve)
b) P.e. = *Potentilla erecta*-Keimling, L.c. = *Luzula campestris*-Keimling. *Nardus stricta*: Teilaustrieb; *Arnica*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula campestris*: Wiederaustrieb.

palustre (3), *Poa trivialis* (2), *Trifolium repens* (1), *Stellaria media* (1), *Montia rivularis* (1).

Es handelt sich mit Sicherheit nicht ausschließlich um Darmwanderer; die vom Vieh verschmähten *Nardus*-Karyopsen können offenbar, auto- oder anemochor ausgebreitet, in den Rinderfaeces ein Keimbett finden. Auch eine Beteiligung von Dungbewohnenden Ameisen (*Luzula*?) am Diasporen-Transport kann nicht ausgeschlossen werden. Die drei zuletzt erwähnten Arten sind mit großer Wahrscheinlichkeit stomatochor ausgebreitet worden. Sie fehlen mit Ausnahme von wenigen *Trifolium*-Pflanzen im Gipfelbereich, kommen aber in der Umgebung der Viehtränke vor.

Von den gefundenen Keimlingen und Pionierarten ist für *Rumex acetosella*, *Potentilla erecta*, *Luzula campestris*, *Trifolium repens* und *Veronica officinalis* bekannt, daß sie nach Darmpassage eine (z. T. reduzierte) Keimfähigkeit behalten (MÜLLER-SCHNEIDER 1977).

zu d) Änderung im Beweidungsmuster um die Dungstelle: Bemerkenswert ist, daß durch den Kuhdung im Gebiet Rohrhardsberg keine Geilstellen entstehen (wie sie z. B. vielfach auf den Jungviehweiden vom Typ des Alchemillo-Cynosuretum in gleicher Höhenlage zu beobachten sind). Auch stärkere Auswirkungen auf das Beweidungsmuster konnten nicht beobachtet werden.

Es läßt sich insgesamt feststellen, daß durch die Rinderfaeces neue Kleinlebensräume entstanden sind, deren Wiederbesiedlungsstadien populationsbiologisch außerordentlich interessant sind. Sie tragen wesentlich (neben z. B. Ameisen-Erdhügeln und Maulwurfshäufen) dazu bei, daß initiale Standorte vorhanden sind. Möglicherweise können von Ameisen besiedelte Faeces sich auch zu Ameisen-Erdhügeln entwickeln. Für die Förderung von gefährdeten Pflanzenarten haben Rinderfaeces-Stellen im Gebiet keine Bedeutung. Die gefährdete Art, die streng an lückige Standorte gebunden ist, *Antennaria dioica*, fehlt diesen relativ kurzlebigen und besser mit Nährstoffen versorgten initialen Standorten der Dungstellen, konnte jedoch auf einem Ameisen-Erdhügel am NO-Hang noch gefunden werden.

7. Zusammenfassende Beurteilung der Auswirkungen der Rinderbeweidung auf eine ehemals brachliegende Flügelnster-Weide

Es lassen sich die folgenden Prozesse für das Gebiet Rohrhardsberg belegen:

- Rückgang des *Arnica*-Blütenhorizontes um 75–80 %; Rückgang von *Pseudorchis albida*-Blütenständen.
- Lokal dichter werdende Vegetation durch Förderung von Süßgräsern beweideter Borstgrasrasen (v. a. *Nardus stricta*, *Festuca nigrescens*) bei gleichzeitigem Rückgang von Zwergsträuchern; kleinflächiges Entstehen kurzfristig offener Stellen durch sich zersetzende Rinderfaeces.
- Umschichtung der Deckungsgrade verschiedener Pflanzenarten (Rückgang von *Deschampsia*, *Arnica*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*; Zunahme von *Nardus*, *Danthonia de-*

cumbens, *Festuca nigrescens*, *Galium hircynicum*, *Veronica officinalis*. An stärker durch das Vieh begangenen Stellen Vermehrung steriler *Arnica*-Populationen durch Bildung von Adventivrossetten; Verschwinden von *Antennaria dioica* in den stärker beweideten Flächen. Das Verschwinden von *Antennaria dioica* durch Düngereinfluß ist für den Zeitraum 1978–1988 für viele Flügelnster-Weiden auch des Wiesetalgebietes (Süd-schwarzwald) nachzuweisen. SCHRÖTER (1926) bezeichnet die Pflanze als „Magerkeitszeiger par excellence“; sie kann als „Indikatorart“ betrachtet werden, die bei geringem Düngereinfluß und damit verbundener Dichterwerden der Vegetation sofort schwindet. Das Verhalten der Rote-Listen-Arten wird in der Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt.

d) Charakteristische Düngenzeiger des Festuco-Genistetum sagittalis trifolietosum haben sich trotz der einmaligen Güllespritzung kaum eingestellt. Lediglich das Moos *Rhytidiadelphus squarrosus*, das neu vor allem in Wiederbesiedlungsstadien ehemaliger Rinderfaeces-Stellen gefunden werden konnte und wenige Funde von *Trifolium repens*, *Euphrasia rostkoviana* (Tab. 2, Ausb. 1) weisen in diese Richtung.

e) Die seltener gewordenen Zwergstrauch-Fazies und „Null-Flächen“ am Zaun zeigen eine fast unveränderte Artenkombination und Artmächtigkeit der Sippen im Vergleich der Jahre 1978–1988, so daß es keine Hinweise für Auswirkungen von Immissionen gibt.

f) Der Vegetationskomplex hat sich geändert, einige weidebedingte Vegetationseinheiten treten auf. Die verwendete Methode der Frequenzanalyse ist besonders aussagekräftig bei im Ausgangsbestand selteneren Arten (z. B. *Danthonia*). Bei Arten, die in fast jedem Teilquadrat anzutreffen sind (z. B. *Arnica*, *Nardus*) ist die zusätzliche BRAUN-BLANQUET-Schätzung, in besonderen Fällen auch eine Prozentschätzung, durchgeführt mit einer Raster-Grundfläche, sehr hilfreich. Für häufigere Arten müßte bei der Frequenzanalyse evtl. bei einer entsprechenden Fragestellung die Zahl der Teilflächen auf 100 erhöht werden; dies bedeutet aber einen kaum vertretbaren Zeitaufwand.

8. Pflege der Rohrhardsberg-Gipfelregion innerhalb des Extensivierungsprogramms der Landesregierung Baden-Württemberg

Das Gebiet ist seit 1987 in das Extensivierungsprogramm eingebunden mit den Auflagen einer Besatzdichte von höchstens 1 GVE/ha und Verbot der Düngung.

Aus den hier vorgelegten Untersuchungsergebnissen können für die Praxis eine Reihe differenzierender und präzisierender Pflegeanweisungen abgeleitet werden. Der starke Rückgang des *Arnica*-Blütenhorizontes, der schwache Rückgang der vegetativen Pflanzen und die in Plateaulage langfristig notwendige Beweidung für die Verjüngung von *Arnica* lassen im Falle der Extensivwei-

den eine „Staffelbeweidung“ ratsam erscheinen. Größere Bereiche der Gipfelregion (1–2 ha) sollten jeweils gestaffelt für mehrere Jahre ausgezäunt werden (3–5 Jahre). Für im Schwarzwald inzwischen selten gewordene, gemähte *Arnica*-Bestände (mageres Geranio-Trisetetum) sollte weiterhin eine einmalige Mahd durchgeführt werden. Jegliche Düngung muß hier unterbleiben.

Dies ermöglicht kurzfristig eine Regeneration des *Arnica*-Blütenhorizontes und eine Blüte von *Pseudorchis albida*. Es ist so ein Mosaik struktur- und blütenreicher Flügelginster-Weiden vorhanden mit günstigen Wirkungen auch auf die Tierwelt (Heuschrecken, Zitronengirlitz?) und kürzergrasiger, kleinräumig offener Bestände. Dringend müssen zoologische Untersuchungen in diesen Beständen durchgeführt werden, da wir über die Tierwelt verschieden bewirtschafteter Flügelginster-Weiden nichts wissen.

Für die langfristige Erhaltung von *Calluna*-/*Antennaria dioica*-reichen Beständen wäre eine 5- bis 10jährige Auszäunung geeigneter Bestände am Osthang anzuraten, wo durch Kammeisbildung auf natürlichem Wege offene Stellen entstehen. Ein geringfügiges Aushursten von Gehölzen sollte diese Maßnahme begleiten.

Die Besatzdichte in der Gipfelregion könnte noch auf 0,7 GVE/ha reduziert werden.

Diese Maßnahmen sind um so dringlicher, als die heute vorhandene Extensivweide-Fläche von 6 ha nach Aufforstungen und Intensivierungen in den letzten 30 Jahren einen Restbestand des im Jahre 1954 noch 20 ha großen Weidfeldes darstellt (berechnet nach Luftbildern) und somit eines besonderen, wissenschaftlich fundierten Schutzes bedarf.

9. Literatur

- ANDERSON, R. C. & LOUCKS, O. L. (1973): Aspects of the biology of *Trisetis borealis* RAF. – Ecology, **54** (4): 798–808; Durham N.C.
- BAUMLER, E. (1988): Untersuchungen zur Besiedlungsdynamik und Populationsbiologie einiger Pionierpflanzen im Morteratsch-Gletschervorfeld. – 283 S., Diss.; Basel.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der BRD. – 270 S., 4. Aufl.; Greven.
- BRIEMLE, G. (1988): Ist eine Schafbeweidung von Magerrasen der Schwäbischen Alb notwendig? – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **63**: 51–67; Karlsruhe.
- BÜCKING, W. (1981): Kulturversuche an azidophytischen Waldbodenpflanzen mit variiertem Stickstoff-Menge und Stickstoff-Form. – Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtung, **29**: 42–57; Stuttgart.
- BÜCKING, W. (1985): Kulturversuche an azidophytischen Waldbodenpflanzen mit variiertem Stickstoff-Menge und Stickstoff-Form III. Versuche mit *Vaccinium myrtillus*. – Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtung, **31**: 60–77; Stuttgart.
- DIERSCHKE, H. (1985): Experimentelle Untersuchungen zur Bestandesdynamik von Kalkmagerrasen (Mesobromion) in Südniedersachsen. I. Vegetationsentwicklung auf Dauerflächen 1972–1984. – Münstersche Geogr. Arb., **20**: 9–24; Paderborn.
- DIETL, W. (1977): Vegetationskunde als Grundlage der Verbesserung des Graslandes in den Alpen. – In: KRAUSE, W. (Edit.) Handbook of Vegetation Science, **13**: 407–458; The Hague.
- FISCHER, A. (1985): Feinanalytische Methoden in Grünlandbrachen – Methode und Methodenvergleich. – Münstersche Geogr. Arb., **20**: 213–224; Paderborn.
- GIBSON, C. W. D., DAWKINS, H. C., BROWN, V. K. & JEPSEN, M. (1987): Spring grazing by sheep: effects on seasonal changes during early old field succession. – Vegetatio, **70**: 33–43; The Hague.
- GRIME, J. P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. – 222 S.; Chichester a.o.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – 768 S.; Stuttgart.
- HARMS, K. H., PHILIPPI, G. & SEYBOLD, S. (1983): Verschollene und gefährdete Pflanzen in Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **32**: 157 S.; Karlsruhe.
- HARPER, J. (1977): Population biology of plants. – 892 S.; London.
- HEGG, O. (1984 a): 50jährige Dauerbeobachtungen im Nardetum auf der Schynigen Platte ob Interlaken. – Verh. Ges. Ökol., **12**: 159–166; Göttingen.
- HEGG, O. (1984 b): Langfristige Auswirkungen von Düngung auf einige Arten des Nardetums auf der Schynigen Platte ob Interlaken. – Angew. Botanik, **58**: 141–146; Göttingen.
- HEGG, O. (1984 c): 50jähriger Wiederbesiedlungsversuch in gestörten Nardetum-Flächen auf der Schynigen Platte ob Interlaken. – Diss. Bot., **72**: 459–479; Vaduz.
- HEGI, G. (1905 ff.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. VI, 2. – Berlin, Hamburg.
- HESS, H. E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1972): Flora der Schweiz. Bd. 3. – Basel.
- HOBOM, C. & SCHWABE, A. (1985): Bestandsaufnahme von Feuchtvegetation und Borstgrasrasen bei Freiburg im Breisgau – ein Vergleich mit dem Zustand von 1954/55. – Ber. naturforsch. Ges. Freiburg, **75**: 5–51; Freiburg i. Br.
- KNAPP, R. (1953): Über die natürliche Verbreitung von *Arnica montana* L. und ihre Entwicklungsmöglichkeit auf verschiedenen Böden. – Ber. dt. Bot. Ges., **66** (4): 168–179; Stuttgart.
- KRAUSE, W. (1974): Bestandsveränderungen in brachliegenden Wiesen. – Das wirtschaftseigene Futter, **20** (1): 51–65; Frankfurt/M.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1977): Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen. – Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich, **61**, 2. Aufl.: 226 S.; Zürich.
- PIGOTT, G. D. (1983): Regeneration of Oak–Birch Woodland following exclusion of sheep. – J. Ecol., **71**: 629–646; Oxford.
- RAABE, E. W. (Edit. DIERSSEN, K. & MIERWALD, U. (1987): Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs. – 654 S.; Neumünster.
- SCHIEFER, J. (1981): Bracheversuche in Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **22**: 1–325; Karlsruhe.
- SCHMIDT, CHR. (1988): Pflanzensoziologische und immissionsökologische Untersuchungen im Vaccinio-Abietetum typicum des Südotschwarzwaldes. – 196 S., Diplomarbeit; Freiburg.
- SCHOENICHEN, W. (1940): Biologie der geschützten Pflanzen Deutschlands. – 248 S.; Jena.
- SCHREIBER, K.-F. (1986): Sukzessionsstudien an Grünlandbrachen im Hochschwarzwald. – Abhandl. Westf. Mus. Naturk., **48** (2/3): 81–92; Münster/Westf.
- SCHREIBER, K.-F. & SCHIEFER, J. (1985): Vegetations- und Stoffdynamik in Grünlandbrachen – 10 Jahre Bracheversu-

- che in Baden-Württemberg. – Münstersche Geogr. Arb., **20**: 111–154; Paderborn.
- SCHROETER, C. (1926): Das Pflanzenleben der Alpen. – 2. Aufl.: 1288 S.; Zürich.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1979a): Werden und Vergehen von Borstgrasrasen im Schwarzwald. – In: WILMANN, O. & TÜXEN, R. (Edit.): Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. – Ber. int. Sympos. Int. Ver. Vegetationsk. Rinteln 1978: 387–405; Vaduz.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1979b): Sigma-Soziologie von Weidfeldern im Schwarzwald: Methodik, Interpretation und Bedeutung für den Naturschutz. – Phytocoenologia, **6**: 21–31; Stuttgart.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1980): Eine pflanzensoziologische Modelluntersuchung als Grundlage für Naturschutz und Planung: Weidfeldvegetation im Schwarzwald. – Urbs et Regio, **18**: 212 S.; Kassel.
- SCHWABE, A., KRATOCHWIL, A. & BAMMBERT, J. (i. Dr.): Sukzessionsprozesse im aufgelassenen Weidfeld-Gebiet des „Bannwald Flüh“ (Südschwarzwald) 1976–1988 – mit einer vergleichenden Betrachtung statistischer Auswertungsmethoden. – Tuexenia; Göttingen.
- SVENSSON, R. (1988): Floravård i jordbrukslandskapet. (Flora conservation in the Swedish agricultural landscape.) – Svensk Bot. Tidskr., **82**: 458–465; Lund.
- TROLL, W. (1937): Vergleichende Morphologie der Höheren Pflanzen. – Bd. 1: 955 S.; Berlin.
- TROLL, W. (1973): Allgemeine Botanik. – 4. Aufl.: 994 S.; Stuttgart.
- WELLS, T. C. E. & BARLING, D. M. (1971): Biological Flora of the British Isles. *Pulsatilla vulgaris* MILL. (*Anemone pulsatilla* L.). – J. Ecol., **59** (1): 275–292; Oxford.
- WILMANN, O. (1988): Können Trockenrasen derzeit trotz Immissionen überleben? – Eine kritische Analyse des Xerobrometum im Kaiserstuhl. – Carolinea, **46**: 5–16; Karlsruhe.
- WILMANN, O. (1989a): Zur Frage der Reaktion der Waldboden-Vegetation auf Stoffeintrag durch Regen – eine Studie auf der Schwäbischen Alb. – Allg. Forst- u. Jagdz.; Frankfurt/M. (i. Dr.).
- WILMANN, O. (1989b): Beharren und Wandel in der Vegetation des Breisgaus. – Freiburger Universitätsblätter; Freiburg i. Br.
- WILMANN, O. (i. Dr.): Zur Entwicklung von Trespenrasen im letzten halben Jahrhundert – Einblick, Rückblick, Ausblick – Das Beispiel des Kaiserstuhls. – Düss. Geobot. Koll.
- WILMANN, O. & KRATOCHWIL, A. (1983): Gedanken zur Biotop-Kartierung in Baden-Württemberg. Verfahren – Erreichtes – Geplantes. – Schr. R. Dt. Rat Landespf., **41**: 55–68; Bonn.
- WILMANN, O., KRATOCHWIL, A. & KÄMMER, F. (1978): Biotopkartierung in Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **11**: 191–205; Karlsruhe.
- WILMANN, O. & MÜLLER, K. (1976): Beweidung mit Schafen und Ziegen als Landschaftspflegemaßnahme im Schwarzwald. – Natur und Landschaft, **51** (10): 271–274; Stuttgart.
- WILMANN, O. & MÜLLER, K. (1977): Zum Einfluß der Schaf- und Ziegenbeweidung auf die Vegetation im Schwarzwald. – In: TÜXEN, R. (Edit.): Vegetation und Fauna. – Ber. int. Sympos. Int. Ver. Vegetationskde. Rinteln 1976: 465–475; Vaduz.
- WILMANN, O., SCHWABE-BRAUN, A. & EMTER, M. (1979): Struktur und Dynamik der Pflanzengesellschaften im Reutwaldgebiet des Mittleren Schwarzwaldes. – Doc. phytosoc. N. S., **IV**: 983–1024; Vaduz.
- WILMANN, O. & TÜXEN, R. (1978): Sigma-Assoziationen des Kaiserstühler Rebgeleändes vor und nach Großflurbereinigungen. – In: TÜXEN, R. (Edit.): Assoziationskomplexe (Sigme-
- ten). – Ber. Int. Sympos. Intern. Ver. Vegetationskde. Rinteln 1977: 287–302; Vaduz.
- YOUNG, D. R. & SMITH, W. K. (1980): Influence of sunlight on photosynthesis, water relations, and leaf structure in the understory species *Arnica cordifolia*. – Ecology, **61** (6): 1380–1390; Durham N. C.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Schwabe-Kratochwil Angelika (Schwabe)

Artikel/Article: [Syndynamische Prozesse in Borstgrasrasen: Reaktionsmuster von Brachen nach erneuter Rinderbeweidung und Lebensrhythmus von *Arnica montana* L. 45-68](#)