

Zur Vegetation von Kleinstrukturen im Mittleren Schwarzwald und deren Eignung als Refugium für Arten der Magerweiden

– Verena Glunk und Michael Rudner –

Zusammenfassung

In der Mittelgebirgslandschaft des Mittleren Schwarzwaldes werden wenig ertragreiche Weideflächen zunehmend aufgelassen oder aufgeforstet. Ertragreichere Flächen werden gedüngt und intensiver genutzt. Der Flächenanteil magerer Weideflächen in mittleren Höhenlagen geht immer weiter zurück. Im Mittleren Schwarzwald sind dies Besenginsterweiden oder Borstgrasrasen, die beide als FFH-Lebensraumtyp naturschutzfachlich von Bedeutung sind. In diesem Kontext wurde untersucht, ob Kleinstrukturen in der Landschaft, wie z. B. Böschungen oder Weidezaunbereiche, für die Artenvielfalt im Raum von Bedeutung sind und ob sich diese Strukturen als Refugien für die Arten der Magerweiden eignen. In zwei Tälern wurden die Kleinstrukturen in Höhenlagen von 400 bis 800 m ü. NN kartiert. An 60 stratifiziert zufällig auf den Kleinstrukturen verteilten Punkten wurden Vegetationsaufnahmen gemacht. Die Vegetationsdaten wurden klassifiziert und einer Korrespondenzanalyse (CA) unterzogen. Auf den untersuchten Kleinstrukturen lassen sich fünf verschiedene Vegetationseinheiten unterscheiden, die nicht an spezielle Typen von Kleinstrukturen gebunden sind. Vier dieser Einheiten können den montanen Borstgrasrasen zugeordnet werden, die fünfte ist eher als Saumgesellschaft anzusprechen. Die Vegetation der Kleinstrukturen wurde mit der Vegetation von Magerweiden in der gleichen Region und der gleichen Höhenlage mit Hilfe einer weiteren Ordination (CA) verglichen. Die beiden Vegetationsdatensätze sind auf der ersten Ordinationsachse weitgehend voneinander getrennt. Die Vegetation der Kleinstrukturen hat einige Gemeinsamkeiten mit der Vegetation magerer Weideflächen, wird darüber hinaus aber von der umgebenden Vegetation stark beeinflusst. So finden sich z. B. *Ajuga reptans*, *Filipendula ulmaria* und *Hieracium lachenalii* eher in den Kleinstrukturen als auf den Magerweiden. Aber auch Kennarten der *Nardetalia* wie *Galium saxatile*, *Luzula multiflora* oder *Meum athamanticum* haben dort ihren Schwerpunkt.

Kleinstrukturen sind artenreicher als Weideflächen. Hier heben sich insbesondere Felsflächen und Böschungen am Wegrand deutlich ab. Dieser Sachverhalt wird zum einen der strukturellen Vielfalt und zum anderen Randeffekten, die bei Kleinstrukturen aufgrund ihrer Geometrie eine große Rolle spielen, zugeschrieben. Kleinstrukturen können so zu einem gewissen Grad eine Rolle als Refugium für Arten der Magerweiden spielen. Die Artenkombination weicht aber in den meisten Fällen deutlich von derjenigen der Magerweiden ab.

Abstract: The vegetation of small landscape structures in the Central Black Forest and their suitability as refugia for characteristic species of extensive pastures

Non-productive pastures in the low mountain landscape of the Central Black Forest are increasingly being abandoned or afforested. More productive areas are fertilized and used more intensively. Thus, the proportion of nutrient-poor pastures at intermediate altitudes is in decline. These are represented by broom pastures and *Nardus* grassland in the Central Black Forest. Both vegetation types are protected as habitat types by the FFH Directive. In this context, we investigated whether small landscape structures, such as scarps or pasture fence lines, are relevant for vascular plant diversity and whether these structures are suitable as refugia for species of non-productive pastures. The small landscape structures were mapped in two valleys with an altitudinal range of 400 to 800 m a.s.l. Sixty vegetation relevés were sampled following a stratified random design. The vegetation data were classified and subjected to a correspondence analysis (CA).

Five vegetation units can be differentiated that have no particular affinity to any type of landscape structure. Four types can be assigned to *Nardus* grassland, the fifth is characterised as forest-edge community. The vegetation of small landscape structures was compared to the vegetation of non-productive pastures of the same region and in the same altitudinal range by means of a CA. The ordination shows that the two vegetation data sets differ strongly in terms of species composition. Although small landscape structures have some species in common with non-productive pastures, they are influenced by the surrounding vegetation. *Hieracium lachenalii*, *Filipendula ulmaria* as well as *Ajuga reptans* are predomi-

nantly found on small landscape structures. Characteristic species of *Nardus* grassland, like *Galium saxatile*, *Meum athamanticum* or *Luzula multiflora*, are also found more frequently on small landscape structures.

Small landscape structures are more species-rich than pastures, with particularly high plant diversity on rocky outcrops and wayside scarps. This is due to structural richness and to the edge effect, which plays an important role because of the geometry of the small structures. To a certain degree, small landscape structures play a role as refugia for species of *Nardus* grassland. Nevertheless, in most cases the species composition differs substantially from that of non-productive pastures.

Keywords: *Nardetalia*, mountain pastures, biodiversity, correspondence analysis.

1. Einleitung

Magerweiden mit Besenginster prägen die Landschaft des Mittleren Schwarzwaldes (SCHWABE-BRAUN 1980). Durch Nutzungsintensivierung in gut zugänglichen und leicht zu bewirtschaftenden Lagen und gleichzeitige Nutzungsaufgabe entlegener und schwer zu bewirtschaftender Flächen gehen extensiv bewirtschaftete Weiden jedoch stark zurück (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Dieser Zusammenhang ist auch für den Mittleren Schwarzwald klar belegt (SCHWABE 1991). Höhere Nährstoffeinträge verbunden mit einer intensiveren Nutzung haben eine Artenverarmung und zugleich eine Verarmung der Pflanzengesellschaften zur Folge (SCHWABE 1991). Bei nachlassender Nutzung setzen Verbrachung und Verbuschung ein mit einem Vordringen nicht weidefester Arten, wodurch es zu einem Schwund von Arten lückiger Standorte kommen kann (WILMANN 2001). Oft wurden abgelegene und schwierig zu bewirtschaftende Weiden auch mit Fichten aufgeforstet (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Je nach Erhaltungszustand sind große Anteile der Magerweiden im Mittleren Schwarzwald mittlerweile oft in FFH-Gebieten geschützt. Da die wirtschaftlichen Probleme der Landwirte weiterhin bestehen, ist der Rückgang der artenreichen Pflanzengesellschaften jedoch keineswegs beendet (vgl. POSCHLOD & SCHUMACHER 1998, WALDHARDT et al. 2003).

Zum typischen Bild der kleingekammerten Schwarzwaldlandschaft gehört auch eine Reihe von Kleinstrukturen wie Waldränder, Wegböschungen, Weidezäune sowie Steil- und Felsbereiche. Kleinstrukturen bleiben laut HUSICKA & VOGEL (1999) auf Grund ihrer geringen flächenmäßigen Ausdehnung bei ökologischen Kartierungen und Bewertungen häufig unberücksichtigt. Ausnahmen sind Untersuchungen von Vegetationskomplexen (SCHWABE 1991). Trotz ihrer Kleinflächigkeit kann Kleinstrukturen jedoch eine enorme floristische Bedeutung zukommen, da sie Biotope verbinden und einen Rückzugsraum für bedrohte Arten und Pflanzengesellschaften der Grünlandgesellschaften darstellen können (KAULE 1991, DIERSCHKE 2000, LINK 2003). Kleinstrukturen können demnach bei einer Extensivierung von Flächen eine bedeutende Rolle als Ausgangspunkt für die Wiederbesiedlung spielen, zumal die Ausbreitungsmöglichkeiten vieler Arten in der heutigen Kulturlandschaft oft stark eingeschränkt sind (HUSICKA & VOGEL 1999, OZOLS & OZOLS 2007).

In dieser Arbeit wird die Vegetation von Kleinstrukturen im Mittleren Schwarzwald in einer Höhenlage zwischen 400 und 800 m ü. NN untersucht. Bearbeitet werden sechs Typen von Kleinstrukturen: Weidezaunbereiche, Wegböschungen, Steilbereiche, Felsbereiche, Waldränder mit und Waldränder ohne Weg. Diese Kleinstrukturtypen werden hinsichtlich ihrer floristischen Ausstattung untersucht. Um der Frage nachzugehen, ob die Kleinstrukturen, ähnlich wie bei HUSICKA & VOGEL (1999) für Nordrhein-Westfalen beschrieben, auch im Mittleren Schwarzwald Refugien für die Arten der Magerweiden darstellen, werden die Vegetationsaufnahmen der Kleinstrukturen mit aktuellen Vegetationsaufnahmen von Weideflächen der selektiven Biotopkartierung (Magerweiden mit Besenginster und montane Borstgrasrasen aus der gleichen Region) verglichen. Zuletzt werden die Vegetationsaufnahmen der Kleinstrukturen hinsichtlich der umgebenden Vegetation analysiert. Damit wird auch die Frage nach dem Beitrag der Kleinstrukturen für die Pflanzenartenvielfalt im Raum aufgeworfen.

Die folgenden Hypothesen sollen überprüft werden:

- Kleinstrukturtypen unterscheiden sich floristisch aufgrund standörtlicher Unterschiede.
- Da die Böden der Kleinstrukturen weniger verdichtet und etwas ausgehagert sind, bieten sie geeignete Standortbedingungen für Arten der Magerweiden (vgl. OZOLS & OZOLS 2007).
- In den Kleinstrukturen sind keine typischen Ausbildungen von Pflanzengesellschaften der Magerweiden zu finden.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1. Definition der Kleinstrukturen

Der Begriff „Kleinstruktur“ bezieht sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf Rand- und Inselflächen, die nicht intensiv genutzt werden. Sie sind überwiegend linear und heben sich strukturell bezüglich Relief oder Vegetation von der Umgebung ab (Abb. 1). Es werden sechs Typen von Kleinstrukturen unterschieden, deren Standortbedingungen sich unterscheiden (Tab. 1). Alle untersuchten Kleinstrukturen liegen im Offenland oder grenzen an Offenland an.

Tabelle 1. Untersuchte Kleinstrukturtypen und mögliche differenzierende Standortfaktoren

Table 1. Small landscape structure types and potentially differentiating habitat factors

Strukturtyp		Kürzel	Beweidung	(Pflege-) Mahd	Boden	Trittbelastung
Weidezaunbereich		WZ	x		nicht verdichtet	gering
Steilbereich	(innerhalb d. Grünlands)	S	x	x	mächtig	unklar
Felsbereich		F	x	(x)	flachgründig	unklar
Wegböschung im Offenland		WO	(x)	x	humusarm	gering
Waldrand mit Weg		WW		x	(verdichtet)	unklar
Waldrand ohne Weg		WR	x		nicht verdichtet	gering

2.2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Mittleren Schwarzwald und umfasst zwei Täler im Einzugsgebiet der Elz, das Griesbachtal und das Yachtal, mit einer Höhenlage von 400 bis 800 m ü. NN (8°05' – 8°08' Ost und 48°05' – 48°09' Nord) (Abb. 2). Das Griesbachtal ist mit dem Offenlandbereich vollständig im FFH-Gebiet 7914-341 enthalten. Im Yachtal zählen die höher gelegenen Offenland- und Waldflächen zum genannten FFH-Gebiet. Die Yacher Flächen zählen zudem überwiegend zum Naturschutzgebiet Yacher Zinken.

Das Gebiet liegt im Grundgebirge des Schwarzwaldes und weist überwiegend Paragneise auf. Abschnittsweise sind Orthogneise eingeschaltet und am östlichen Rand werden die Gneise durch Granit abgelöst.

In den Talzügen treten Jahresmitteltemperaturen von 7–9 °C auf. Die Niederschläge belaufen sich auf über 1200 mm / Jahr. Die Niederschlagsverteilung ist fast ausgeglichen und weist zwei schwache Maxima auf – ein sommerliches von Mai bis August und ein winterliches von November bis Januar. In den steil eingeschnittenen Tälern machen sich vor allem in Hinsicht auf die Temperaturen Expositionsunterschiede bemerkbar.

Im Mittleren Schwarzwald galt früher das Anerbenrecht. Damit ist die Siedlungsstruktur durch Einzelhöfe mit umgebendem Besitz bis über 200 ha einschließlich Wald charakterisiert. Die Bewirtschaftung der Höfe erfolgt derzeit überwiegend im Nebenerwerb oder mit Pensionsvieh. Einige Höfe werden im Vollerwerb bewirtschaftet, wobei die Holzbewirtschaftung eine erhebliche Rolle spielt. Der Tourismus ist für viele Höfe eine wesentliche Einnahmequelle. Die Grenzertragsflächen im Untersuchungsgebiet wurden bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts als Reutweide genutzt (WILMANN 1995). So spielen Besenginsenerweiden für den Charakter der Landschaft eine wesentliche Rolle.

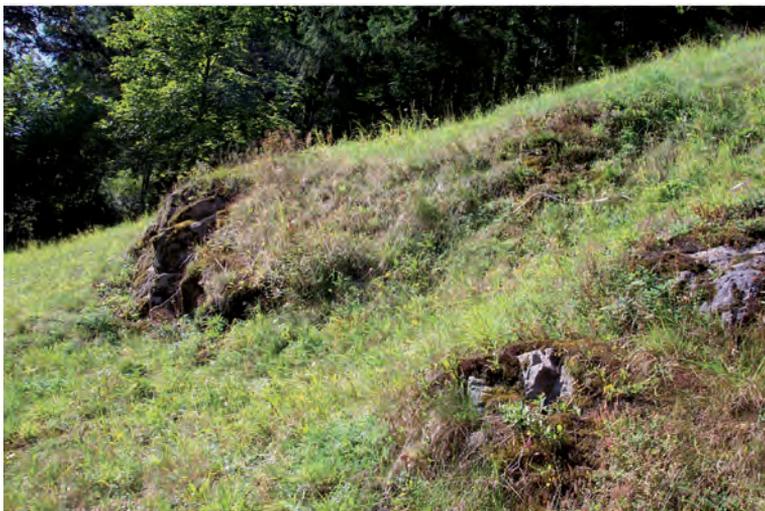


Abb. 1: Zwei Kleinstrukturtypen: oben Weidezaunbereich mit Weidezaunwall, unten Felsbereich in einer Weidefläche.

Fig. 1: Two types of small landscape structures: above, fence with a characteristic ridge beneath; below, rocky outcrops in a mountain pasture.

2.3. Datenerfassung

Im Anschluss an eine Kartierung der Kleinstrukturen im Griesbachtal wurden pro Kleinstrukturtyp zufällig mit einer GIS-Anwendung die Probeflächen verteilt (JENNESS 2005). Die Probeflächen zum gleichen Kleinstrukturtyp mussten wenigstens 50 m, auf der gleichen Struktur wenigstens 100 m auseinander liegen. Bezüglich der Hauptexpositionsrichtung (Süd oder Nord) wurde auf eine ausgewogene Verteilung geachtet (jeweils 5 Flächen). Es wurden alle kartierten Steilbereiche mit je einer Aufnahme-fläche erfasst ($n = 13$). Gleiches gilt für die Waldränder mit ($n = 5$) und ohne Weg ($n = 12$). Da im Griesbachtal nur vier Felsbereiche kartiert werden konnten, wurden weitere sechs Felsbereiche im Offenland des Yachtals erfasst. Insgesamt umfasst der Datensatz 60 Vegetationsaufnahmen.

Im Zeitraum von Juni bis August 2008 wurde die Vegetation auf jeweils 15 m^2 großen Flächen aufgenommen. Die Form der Aufnahme-flächen richtete sich nach der Form der Kleinstrukturen. Die Deckungsschätzung erfolgte nach der modifizierten Braun-Blanquet-Skala (WILMANN 1998). In Tabelle 2 ist diese Skala zusammen mit der Transformation der Werte für die numerische Auswertung dargestellt.

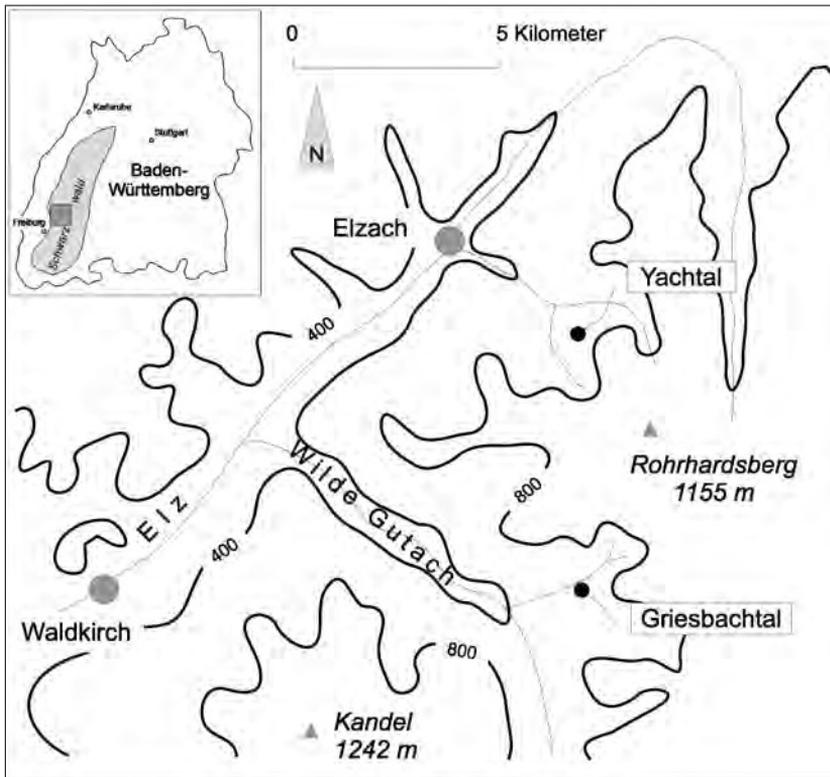


Abb. 2: Skizze zur Lage des Untersuchungsgebiets in Baden-Württemberg. Neben wesentlichen Fließgewässern sind die 400 m- und die 800 m-Höhenlinien dargestellt.

Fig. 2: Sketch of the position of the study area in Baden-Württemberg. Main water courses and the 400 m and 800 m elevation contour lines are shown.

Tabelle 2: Abundanz-Dominanzskala und deren Transformation

Table 2: Cover-abundance scale and its transformation

Code	r	+	1	2m	2a	2b	3	4	5
Individuenzahl	1	2-5	6-50	> 50					
Deckung [%]	< 5	< 5	< 5	< 5	5-15	16-25	26-50	51-75	76-100
Wert in TurboVeg und JUICE	1	2	3	4	8	18	38	68	88
Wurzeltransformierter Wert	1,0	1,4	1,7	2,0	2,8	4,2	6,2	8,3	9,4

Als Umweltvariablen wurden die Höhenlage, die Neigung und die Exposition der Kleinstrukturen erfasst. Die Exposition als zirkuläre Variable wurde mit der Sinusfunktion in den Nord-Süd-Anteil transformiert.

2.4. Auswertungsmethoden

Die numerischen Analysen wurden im Statistikprogramm R 2.7.0 mit dem Paket vegan berechnet (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2008, OKSANEN et al. 2008). Im Einzelnen wurde mit den Vegetationsdaten der Kleinstrukturen eine Korrespondenzanalyse (CA) gerechnet, um die Ähnlichkeit der Klein-

strukturen abzubilden und prüfen zu können, ob sich die Kleinstrukturtypen im floristischen Ähnlichkeitsraum durchpausen. Die Vegetationsdaten wurden einer numerischen Klassifikation mit dem Verfahren nach Ward mit euklidischen Distanzen unterzogen (LEYER & WESCHE 2007). Die aus der Klassifikation resultierenden Vegetationseinheiten wurden bezüglich einiger Umweltvariablen und bezüglich ihres Auftretens in den untersuchten Kleinstrukturtypen verglichen. Die Medianwerte der Umweltvariablen wurden zunächst mit dem Kruskal-Wallis Test mit einer Signifikanzschwelle von 5% auf Unterschiede geprüft. Beim Vorliegen signifikanter Unterschiede wurde ein Boxplot angefertigt. Bei erkennbaren Unterschieden im Boxplot unter Verwendung eines 95%-Konfidenzintervalls (Median \pm 1,58 \times Interquartilabstand / Wurzel (Anzahl Vegetationsaufnahmen)) wurden diese ggf. gruppenweise im a posteriori Vergleich mit dem Wilcoxon-Rangsummentest überprüft. Mit den mittleren Artenzahlen der Vegetationseinheiten wurde ebenso verfahren.

Zum Vergleich mit der Vegetation von Magerweiden im Einzugsgebiet der Elz in der Höhenlage von 400–800 m ü. NN wurde ein Datensatz aus den Jahren 2007 und 2008 mit 80 Aufnahmen herangezogen (Rudner, unveröffentlicht). Der Vergleich wurde mittels einer weiteren Korrespondenzanalyse angestellt, um die floristische Ähnlichkeit von Weideflächen und Kleinstrukturen zu veranschaulichen. Für die Korrespondenzanalyse wurden nur Gefäßpflanzenarten verwendet, die in wenigstens fünf Aufnahmeflächen vorkommen.

Pro Kleinstruktur wurde der Vegetationstyp von zwei Nachbarflächen grob erfasst. Diese Verteilung wurde zur Analyse des Einflusses der Nachbarflächen auf die Artenkombination herangezogen.

Die Artenvielfalt wird nach FREY & LÖSCH (2004) als Artenzahl pro Erfassungsfläche (α -Diversität) definiert. Da die Aufnahmeflächen auf Kleinstrukturen je 15 m² groß sind und die Vergleichsaufnahmen auf je 16 m² erhoben wurden, wird hier die Artenzahl pro Vegetationsaufnahme verwendet. Zur Auswertung der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff wurden ungewichtete arithmetische Mittelwerte für die Vegetationsaufnahmen errechnet (ELLENBERG et al. 1992).

2.5. Nomenklatur

Die Nomenklatur höherer Pflanzen richtet sich nach OBERDORFER (2001), die der Moose nach NEBEL & PHILIPPI (2001) sowie DÜLL & DÜLL-WUNDER (2008). Die pflanzensoziologische Nomenklatur folgt OBERDORFER (2001) und PEPLER-LISBACH & PETERSEN (2001). Die Einteilung der Arten als Kenn- und Trennarten bestimmter Syntaxa erfolgte nach PEPLER-LISBACH & PETERSEN (2001) und BURKART et al. (2004). Die Zuordnung, in welchen Vegetationseinheiten die Arten einen Schwerpunkt besitzen, erfolgte nach OBERDORFER (2001).

3. Ergebnisse

3.1. Vegetation der Kleinstrukturen

Im floristischen Ähnlichkeitsraum zeichnen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Kleinstrukturtypen ab. Entlang der ersten drei Achsen der Korrespondenzanalyse lassen sich die Typen nur wenig differenzieren (Abb. 3).

In der numerischen Klassifikation wurden fünf Vegetationseinheiten unterschieden (Abb. 4, Tab. 3, 4). Allen fünf Einheiten ist ein höchstes Vorkommen von *Agrostis capillaris*, *Veronica chamaedrys* und *Rumex acetosa* gemeinsam. Die Einheiten 1 bis 4 können auf Grund der hohen Stetigkeit von *Luzula campestris*, *L. multiflora* und *Galium saxatile* dem Tieflagenverband *Violion caninae* innerhalb der Borstgrasrasen (*Nardetalia*) zugeordnet werden. In ihnen treten weiterhin *Festuca rubra* agg., *Trifolium repens* und *Anthoxanthum odoratum* mit hoher Stetigkeit auf. Die fünfte Einheit hebt sich durch Wald- und Saumarten ab. Die Einheiten sind auch im floristischen Ähnlichkeitsraum klar getrennt (Abb. 5) und können entsprechend folgendermaßen benannt werden:

- 1–4 Montane Borstgrasrasen
 - 1 Artenarme Ausbildung
 - 2 Artenreiche Ausbildung
 - 3 Moosreiche Ausbildung
 - 4 Ausbildung mit Arten der Fels- und Pioniergesellschaften
- 5 Saumgesellschaft

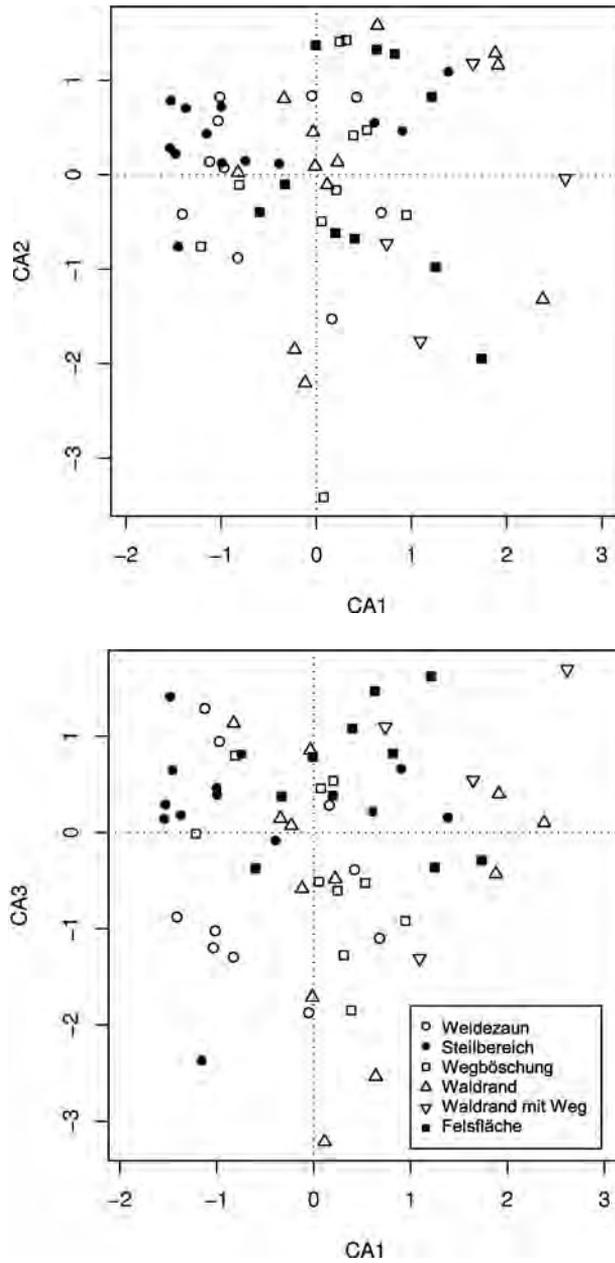


Abb. 3: Lage der Strukturtypen in der Korrespondenzanalyse (CA) der Vegetationsaufnahmen der Kleinstrukturen: oben CA-Achsen 1 und 2, unten CA-Achsen 1 und 3 (kumulative Varianz auf den ersten drei Achsen 8,6 %, 15,6 % und 22,3 %).

Fig. 3: Position of the structural types in the correspondence analysis (CA) based on the vegetation data for the small landscape structures, above CA-axes 1 and 2, below CA-axes 1 and 3 (cumulative variance of the first three axes 8.6 %, 15.6 %, and 22.3 %).

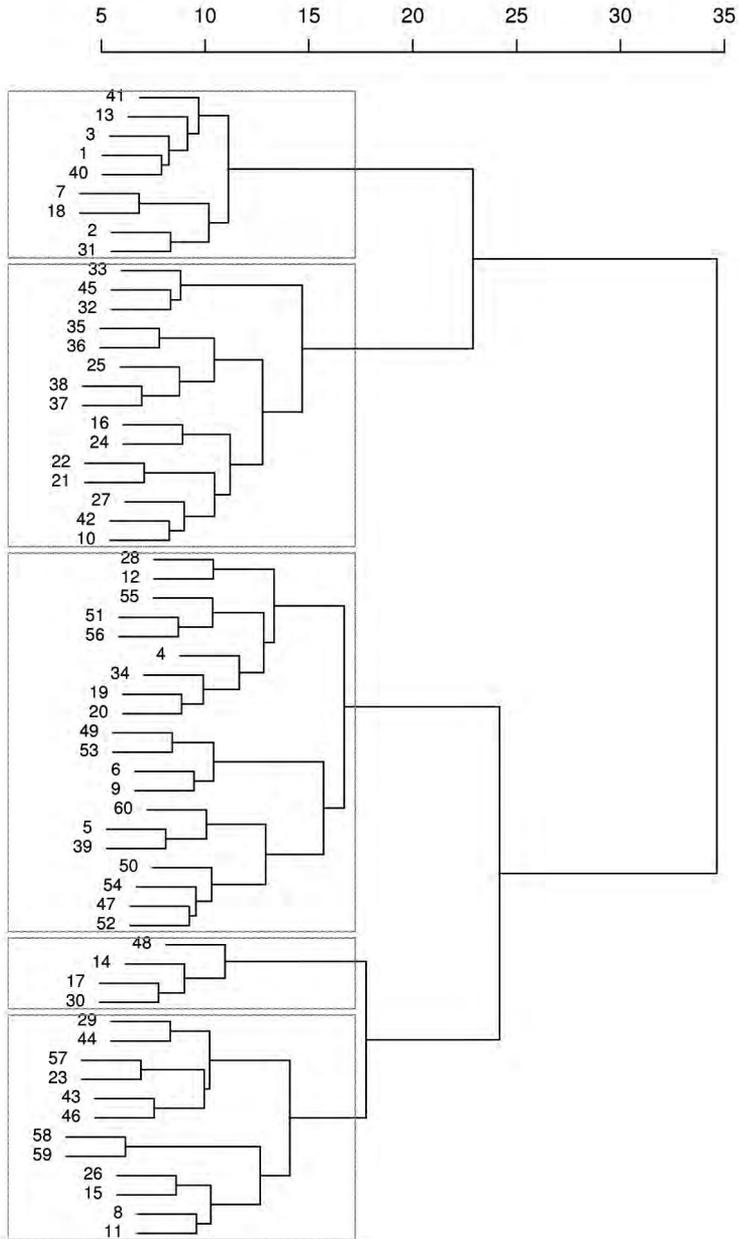


Abb. 4: Dendrogramm zur Clusteranalyse der Vegetationsdaten der Kleinstrukturen.

Fig. 4: Dendrogram of the cluster analysis of the small landscape structure vegetation data.

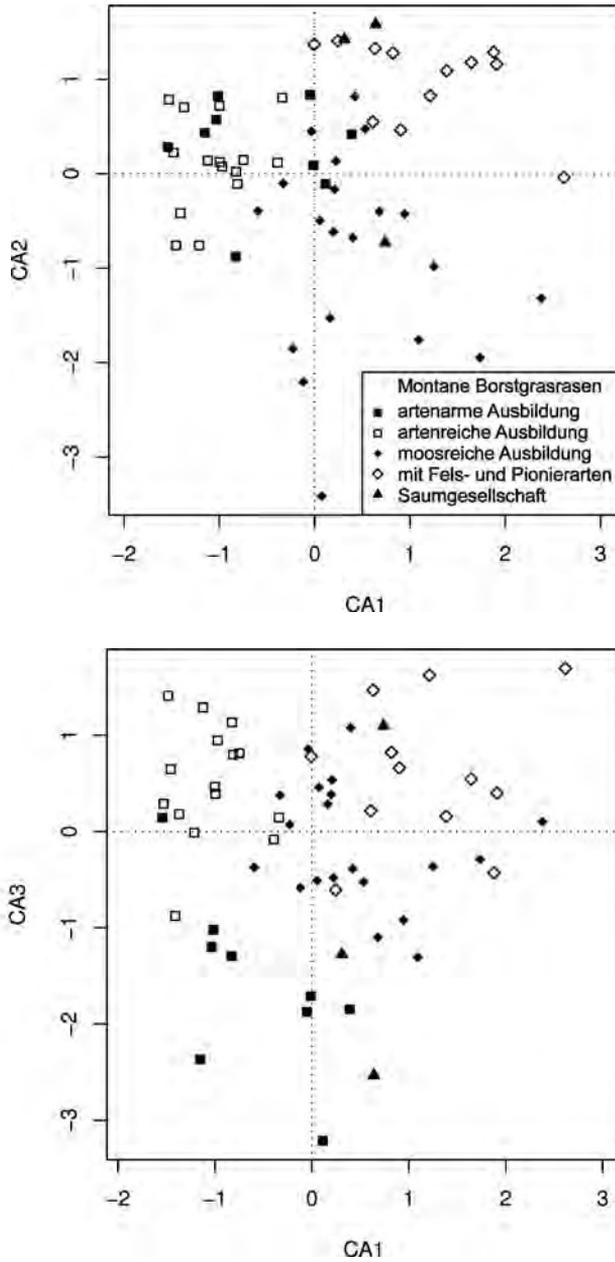


Abb. 5: Lage der Vegetationseinheiten in der Korrespondenzanalyse (CA) der Vegetationsaufnahmen der Kleinstrukturen: oben CA-Achsen 1 und 2, unten CA-Achsen 1 und 3.

Fig. 5: Position of the vegetation units in the correspondence analysis (CA) based on the vegetation data for the small landscape structures, above CA-axes 1 and 2, below CA-axes 1 and 3.

Tabelle 3: Synoptische Tabelle der Vegetationseinheiten auf Kleinstrukturen, auf diagnostische Arten gekürzt

Table 3: Synoptic table of the vegetation types on small landscape structures, restricted to characteristic species

- 1 - 4 Montane Borstgrasrasen
 1 artenarme Ausbildung
 2 artenreiche Ausbildung
 3 moosreiche Ausbildung
 4 Ausbildung mit Arten der Fels- und Pioniergesellschaften
 5 Saumgesellschaft

Vegetationstyp	1	2	3	4	5	Kennart in	Trennart für
Anzahl der Aufnahmen	9	15	20	12	4		
Mittlere Artenzahl	27	36	37	33	29		
<i>Agrostis capillaris</i>	V	V	V	V	IV	Arrhenatheretalia	Nardetalia
<i>Rumex acetosa</i>	V	V	IV	III	IV	Arrhenatheretalia	Violion
<i>Veronica chamaedrys</i>	V	V	V	V	V	Arrhenatheretalia	
<i>Luzula campestris</i>	III	IV	IV	IV	.	Nardetalia	
<i>Luzula multiflora</i>	III	III	IV	III	.	Nardetalia	
<i>Galium saxatile</i>	IV	II	III	III	.	Nardetalia	
<i>Festuca rubra</i> agg.	V	V	V	V	III	Arrhenatheretalia	
<i>Trifolium repens</i>	IV	V	III	II	.	Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	IV	IV	V	II	.		Violion
<i>Rhytiadelphus squarrosus</i>	V	V	IV	I	II		Violion
<i>Scleropodium purum</i>	IV	IV	III	I	.		
<i>Meum athamanticum</i>	II	II	II	.	.	Nardetalia	
<i>Festuca pratensis</i>	II	.	.	.	.	Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Plantago lanceolata</i>	II	V	IV	IV	.	Molinio-Arrhenatheretea	Violion
<i>Hypochaeris radicata</i>	I	III	III	III	.		Arrhenatheretalia
<i>Cerastium holosteoides</i>	II	IV	I	.	II	Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Lotus corniculatus</i>	II	IV	II	.	.	Arrhenatheretalia	
<i>Holcus lanatus</i>	III	V	III	III	III	Molinio-Arrhenatheretea	Violion
<i>Alchemilla monticola</i>	II	V	III	I	II	Arrhenatheretalia	
<i>Cynosurus cristatus</i>	.	III	I	.	.	Arrhenatheretalia	
<i>Prunella vulgaris</i>	.	IV	II	.	.	Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Hieracium lactucella</i>	I	III	I	.	.	Nardetalia	
<i>Potentilla erecta</i>	III	II	V	I	II		Nardetalia
<i>Pleurozium schreberi</i>	I	I	III	I	.	Calluno-Ulicetea	
<i>Hylocomium splendens</i>	I	I	III	.	.		
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	II	.	.		
<i>Thymus pulegioides</i>	.	II	III	V	II		Violion
<i>Sedum acre</i>	.	.	.	II	.	Sedo-Scleranthetea	
<i>Sedum telephium</i>	.	.	.	II	.		
<i>Thuidium abietinum</i>	.	.	.	II	.		
<i>Fragaria vesca</i>	I	I	II	II	V	Epilobietea	
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	IV	Artemisietea	
<i>Epilobium montanum</i>	.	.	.	.	III	Epilob.-Geranietum	
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	.	.	.	III	Fagetalia	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	III	Fagetalia	

Einheit 1, die artenarme Ausbildung montaner Borstgrasrasen mit Arten der Wirtschaftswiesen, ist durch das Vorkommen von *Festuca pratensis* schwach gekennzeichnet. Eine mittlere Stetigkeit haben *Galeopsis tetrahit* und *Lotus uliginosus*, die auf eine gute Nährstoffversorgung hinweisen. Einheit 1 hebt sich durch nur geringe Stetigkeit einiger Arten der Borstgrasrasen und auch der Weidegesellschaften von 2 ab.

Einheit 2, die artenreiche Ausbildung montaner Borstgrasrasen mit Arten der Weidegesellschaften, ist durch das hochstete Vorkommen von Arten des *Cynosurion* wie *Alchemilla monticola*, *Cynosurus cristatus* und *Prunella vulgaris* gekennzeichnet. Die hohe Stetigkeit von *Hieracium lactucella* weist auf frische Bodenverhältnisse hin. Arten der Wirtschaftswiesen wie *Cerastium holosteoides*, *Holcus lanatus* und *Lotus corniculatus* haben ebenfalls hier ihren Schwerpunkt.

Einheit 3, die moosreiche Ausbildung der montanen Borstgrasrasen, ist neben einer hohen Stetigkeit von *Potentilla erecta* durch das hochstete Vorkommen der Moose *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* und *Dicranum scoparium* gekennzeichnet.

Einheit 4, die montanen Borstgrasrasen mit Arten der Fels- und Pioniergesellschaften, sind durch Arten lückiger Standorte gekennzeichnet. Hochstet treten *Thymus pulegioides*, aber auch *Sedum acre* und *S. telephium*, sowie *Thuidium abietinum* auf. Hierbei handelt es sich um Arten, die meist auf feinerdearmen, trockenen Standorten vorkommen.

Einheit 5, wird als „Saumgesellschaft“ bezeichnet, denn hier finden sich vor allem Arten der Wälder und Säume. Hochstet sind neben Jungpflanzen von *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* vor allem *Fragaria vesca*, *Epilobium montanum* und *Lamium galeobdolon*. Dagegen fehlen ein Großteil der Arten der Magerweiden wie *Luzula campestris*, *L. multiflora* oder *Galium saxatile*.

Die Kleinstrukturtypen sind zu unterschiedlichen Anteilen in den Vegetationseinheiten vertreten (Abb. 6). Die artenarmen und die artenreichen Ausbildungen der montanen Borstgrasrasen (1 und 2) zeigen eine ähnliche Verteilung auf die Kleinstrukturen, wobei in 1 Weidezaunaufnahmen und in 2 Steilbereiche den größten Anteil ausmachen. Die moosreiche

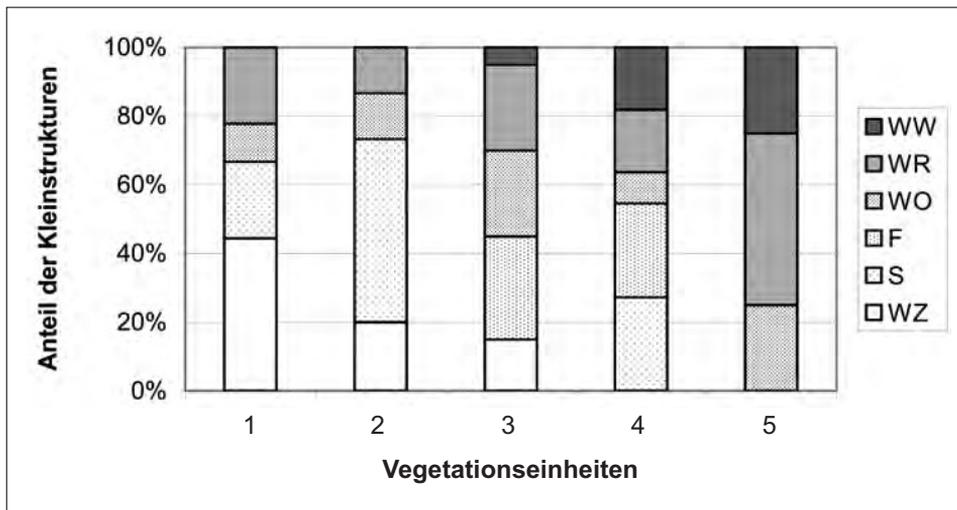


Abb. 6: Verteilung der Vegetationseinheiten auf Kleinstrukturtypen. Die Kürzel der Kleinstrukturen sind in Tabelle 1 erklärt. 1–4: Montane *Nardus*-grasland: 1: artenarme Ausbildung, 2: artenreiche Ausbildung, 3: moosreiche Ausbildung, 4: Ausbildung mit Arten der Fels- und Pioniergesellschaften; 5: Saumgesellschaft.

Fig. 6: Occurrence of the vegetation units in different small landscape structure types. For the abbreviations see Tab. 1. 1–4: montane *Nardus*-grassland: 1: species-poor formation, 2: species-rich formation, 3: formation rich in mosses, 4: formation with chasmophytic and pioneer species; 5: fringe community.

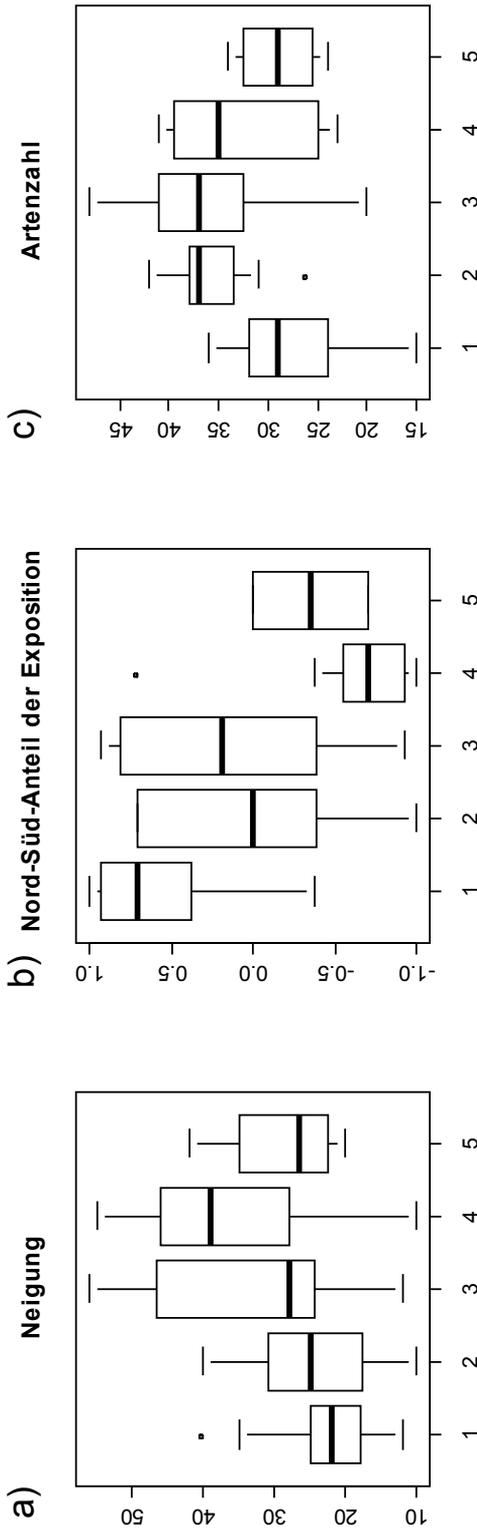


Abb. 7: Verteilung ausgewählter Umweltvariablen und des Artenreichtums nach Vegetationseinheiten auf Kleinstrukturen: a) Hangneigung, b) Nord-Süd-Exposition, c) Artenreichtum. 1–4: Montane Borstgrasrasen: 1: artenarme Ausbildung, 2: artenreiche Ausbildung, 3: moosreiche Ausbildung, 4: Ausbildung mit Arten der Fels- und Pioniergesellschaften; 5: Saumgesellschaft.

Fig. 7: Distribution of selected environmental variables and species richness within vegetation units in small landscape structures, a) slope inclination, b) northern slope aspect, c) species richness. 1–4: montane *Nardus*-grassland: 1: species-poor formation, 2: species-rich formation, 3: formation rich in mosses, 4: formation with chasmo-phytic and pioneer species; 5: fringe community.

Ausbildung der Borstgrasrasen (3) fehlt in Steilbereichen, Einheit 4 mit Arten der Fels- und Pioniergesellschaften ist dagegen unter Weidezäunen nicht vertreten. Alle Aufnahmen aus Felsbereichen werden den Einheiten 3 und 4 zugeordnet. Die Aufnahmen der Saumgesellschaft (5) stammen allesamt von Wegböschungen oder Waldrändern mit oder ohne Weg.

Die oben beschriebenen Vegetationseinheiten verhalten sich bezüglich der Umwelt- und Bestandsvariablen unterschiedlich. So tritt die Ausbildung mit Arten lückiger Fels- und Pioniergesellschaften (4) auf signifikant steileren Hängen auf als die artenarme und die artenreiche Ausbildung (1 und 2) (Abb. 7a)

Bezüglich der Höhenlage ist innerhalb der untersuchten Höhenstufe keine Differenzierung zu erkennen. Die Aufnahmen zu den Borstgrasrasen mit Arten der Weidegesellschaften, moosreichen Rasen und Saumgesellschaften (2, 3 und 5) sind bezüglich der Nord-Süd-Exposition gleichmäßig verteilt. Die Rasen mit Arten der Wirtschaftswiesen (1) werden eher in Nordexposition, die der Rasen mit Fels- und Pioniergesellschaften (4) nur in Südexposition angetroffen (Abb. 7b).

Die moosreiche Ausbildung der Rasen und die Ausbildung mit Arten der Weideflächen (3 und 2) sind mit einem Medianwert von 37 Arten pro Aufnahme signifikant artenreicher als die Ausbildung der Rasen mit Arten der Wirtschaftswiesen (1), die im Mittel 29 Arten aufweist. Die anderen beiden Einheiten liegen dazwischen, wobei die Ausbildung mit Arten der Fels- und Pioniergesellschaften eine hohe Schwankungsbreite aufweist (Abb. 7c).

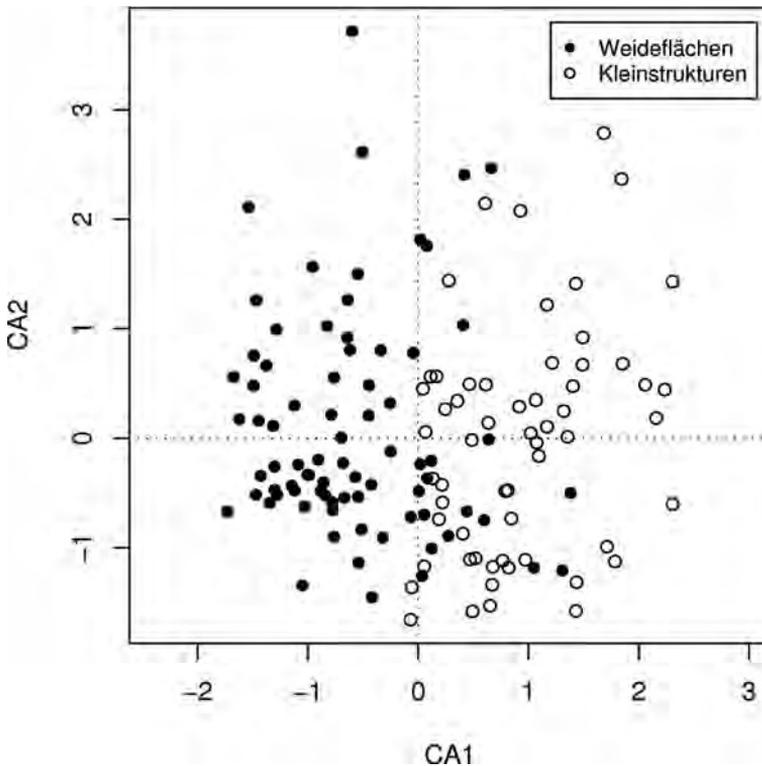


Abb. 8: Ordinationsdiagramm der Korrespondenzanalyse zum Vergleich der Vegetation der Kleinstrukturen mit der Vegetation von Weideflächen (die kumulative Varianz auf den Achsen 1 und 2 liegt bei 11,7 %).

Fig. 8: Ordination diagram of the correspondence analysis comparing the vegetation of small landscape structures and the vegetation of mountain pastures (cumulative variance of the first two axes 11.7 %).

3.2. Vergleich der Kleinstrukturen mit den Magerweiden

Der Vergleich der Aufnahmen auf den Kleinstrukturen mit Vegetationsaufnahmen von mageren Weideflächen, die in der gleichen Region und in der gleichen Höhenstufe erhoben wurden, zeigt deutliche Unterschiede in der Artenkombination. Entlang der ersten Achse der Korrespondenzanalyse (CA) sind beide weitgehend getrennt (Abb. 8). Nur sehr wenige Aufnahmen von Weideflächen liegen in der CA im Bereich der Kleinstrukturen. Insbesondere die Aufnahmen aus Steilbereichen und von Felsbereichen, die jeweils innerhalb größerer Offenlandflächen liegen, zeigen eine größere floristische Ähnlichkeit zu den Aufnahmen der Weideflächen. Entlang der zweiten Achse der CA streuen sowohl die Aufnahmen der Weideflächen als auch die der Kleinstrukturen stark.

Eine Reihe von Arten, deren Zentroide auf dem Ordinationsdiagramm nahe der Mitte liegen, ist den Weideflächen und den Kleinstrukturen gemeinsam, wie z. B. *Hieracium pilosella*, *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Thymus pulegioides*, *Briza media* und *Hieracium lactucella* (Abb. 9) oder *Luzula campestris*, *Veronica officinalis*, *Agrostis capillaris*, *Centaurea nigra* und *Campanula rotundifolia*. Die Schwerpunkte von *Galium saxatile*, *Hieracium lachenalii*, *Meum athamanticum*, *Galeopsis tetrahit*, *Luzula multiflora*, *Arrhenatherum elatius*, *Ajuga reptans* und *Filipendula ulmaria* liegen im Bereich der Kleinstrukturenaufnahmen. Mit *Arrhenatherum elatius* und *Ajuga reptans* sind hierbei zwei Vertreter der Kennarten von Wirtschaftswiesen, mit *Filipendula ulmaria* eine Art der nassen Staudenfluren und mit *Hieracium lachenalii* eine Art der Saumgesellschaften vertreten. Dagegen kommen die fol-

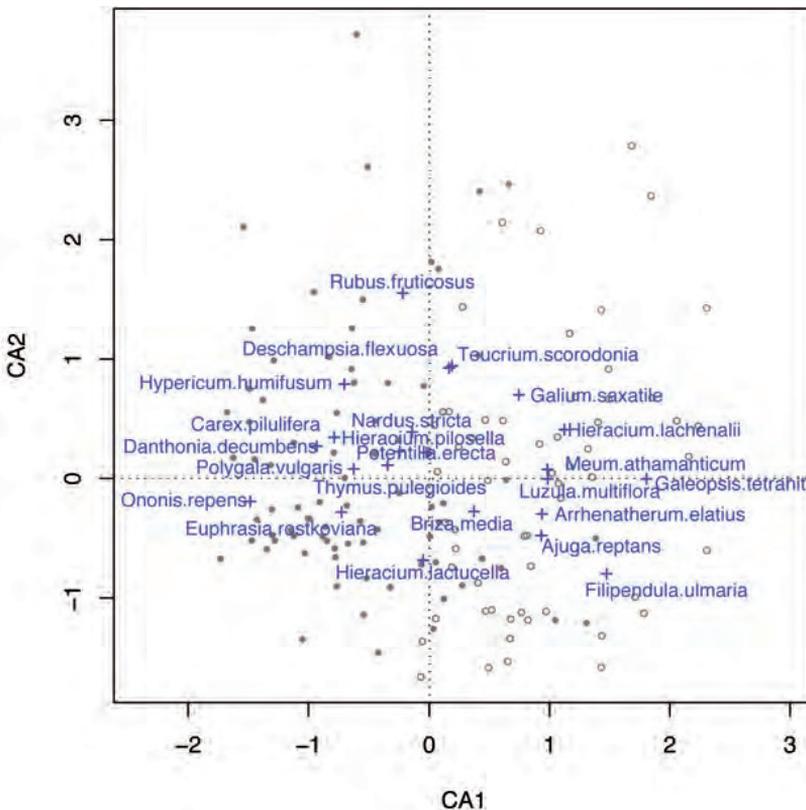


Abb. 9: Zentroide ausgewählter Arten im Ergebnis der Korrespondenzanalyse zum Vergleich der Weideflächen mit den Kleinstrukturen.

Fig. 9: Centroids of selected species in the correspondence analysis comparing mountain pastures and small landscape structures.

genden Arten überwiegend in den Aufnahmen der Magerweiden vor: *Hypericum humifusum*, *Carex pilulifera*, *Danthonia decumbens*, *Polygala vulgaris*, *Euphrasia rostkoviana* agg. und *Ononis repens*.

Die zweite Achse wird einerseits durch Arten, die Versaumung anzeigen (*Tencrium scorodonia*, *Rubus fruticosus* agg.), und andererseits durch Arten frischer bis feuchter Standorte (*Hieracium lactucella*, *Filipendula ulmaria*) aufgespannt.

Die Kleinstrukturen weisen mit einem Medianwert von 34 Arten im Mittel signifikant mehr Arten auf als die Weideflächen (Medianwert 29). Bei einer differenzierteren Betrachtung heben sich Felsbereiche und Böschungen am Wegrand mit besonders hohen Werten ab (Median der Artenzahl bei 38,5 und 36). Die Bereiche unter den Weidezäunen zeigen eine besonders große Streuung (19–48 Arten pro Aufnahme). In den Kleinstrukturen sind Arten mit Schwerpunkt in den *Nardo-Callunetea*, in den *Nardetalia* und im *Violion* ähnlich häufig vertreten wie in den Magerweiden (Abb. 10). Die Kleinstrukturen sind auch deutlich reicher an Arten der Wirtschaftswiesen. Arten des *Cynosurion* und der Feuchtwiesen sind in Kleinstrukturen und Magerweiden bei geringer Stetigkeit ähnlich gut vertreten. In Tabelle 5 wird eine Übersicht über die steten und hochsteten Grünland-Arten in Kleinstrukturen gegeben.

Der Vergleich der Verteilung der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff weist darauf hin, dass die Kleinstrukturen etwas besser nährstoffversorgt sind als die Magerweiden in der Region (Abb. 11). Die Saumgesellschaft (5) weist deutlich höhere Stickstoff-Zeigerwerte auf als die anderen Strukturen.

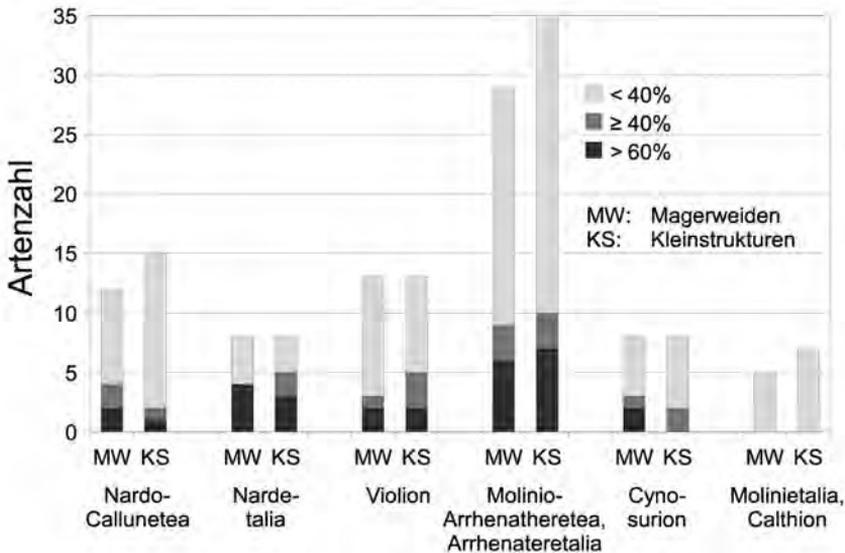


Abb. 10: Anzahl von Arten mit Schwerpunkt in unterschiedlichen Syntaxa auf Weideflächen und Kleinstrukturen in drei Stetigkeitsklassen.

Fig. 10: Numbers of species with main occurrence in different syntaxa on mountain pastures and small landscape structures in three constancy classes.

Tabelle 5: Grünlandarten mit stetem bis höchstem Auftreten in Kleinstrukturen
 Table 5: Grassland species with high constancy in small landscape structures

Stetigkeit > 60 %	Stetigkeit > 40%
Nardo-Callunetea	
<i>Hieracium pilosella</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Veronica officinalis</i>	<i>Holcus mollis</i> , <i>Potentilla erecta</i> ,
Nardetalia	
<i>Luzula campestris</i>	<i>Luzula multiflora</i> , <i>Thymus pulegioides</i> , <i>Viola riviniana</i>
Violion	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Galium saxatile</i>
Molinio-Arrhenatheretea, Arrhenatheretalia	
<i>Achillea millefolium</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Festuca rubra</i> agg., <i>Holcus lanatus</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Rumex acetosa</i> , <i>Stellaria graminea</i> , <i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Alchemilla monticola</i> , <i>A. xanthochlora</i> , <i>Trifolium pratense</i>
Cynosurion	
-	<i>Hypochaeris radicata</i> , <i>Trifolium repens</i>

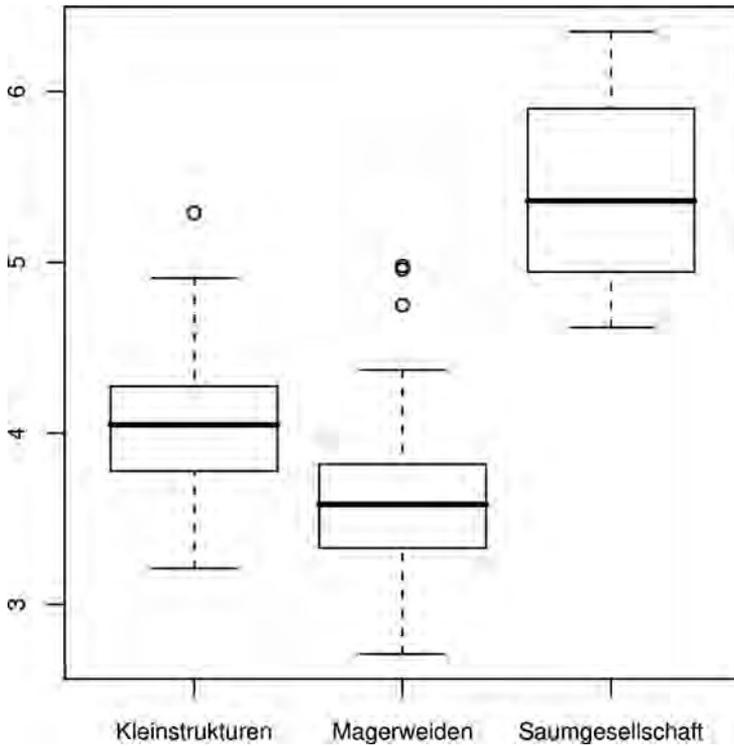


Abb. 11: Verteilung der mittleren Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff von Magerweiden, Saumgesellschaft (5) und zu den anderen Kleinstrukturen (1–4).

Fig. 11: Distribution of Ellenberg indicator values for nitrogen in mountain pastures, in the fringe community (5) and in other small landscape structures (1–4).

3.3. Nutzung in direkter Nachbarschaft der Kleinstrukturen

Die Flächen neben den untersuchten Kleinstrukturen werden in je einem Drittel der Fälle als Weiden mittlerer Standorte oder Wirtschaftswiesen mittlerer Standorte genutzt. Nur je ein Zehntel der Nachbarflächen wird als Magerweide genutzt oder als Weg.

Sowohl bei der artenarmen Ausbildung der Borstgrasrasen mit *Arrhenatheretalia*-Arten als auch bei der artenreichen Ausbildung mit Arten des *Cynosurion* (Einheiten 1 und 2) besteht die Nachbarschaft überwiegend aus Wiesen und Weideflächen mittlerer Standorte (Abb. 12). Die Flächen mit moosreicher Ausbildung der Borstgrasrasen (3) grenzen zu knapp 60 % an Weideflächen mittlerer Standorte oder an Magerweiden. Wiesen mittlerer Standorte, Wälder und Wege sind gleich stark in der Nachbarschaft vertreten. Ausbildungen mit Fels- und Pionierarten (4) befinden sich überwiegend in der Nachbarschaft zu Weiden mittlerer Standorte (knapp 50 %). Die anderen Kategorien sind in der Nachbarschaft etwa gleich häufig. Der Vegetationstyp, der von Saum- und Waldarten charakterisiert wird (5), hat keine Magerweiden in direkter Nachbarschaft.

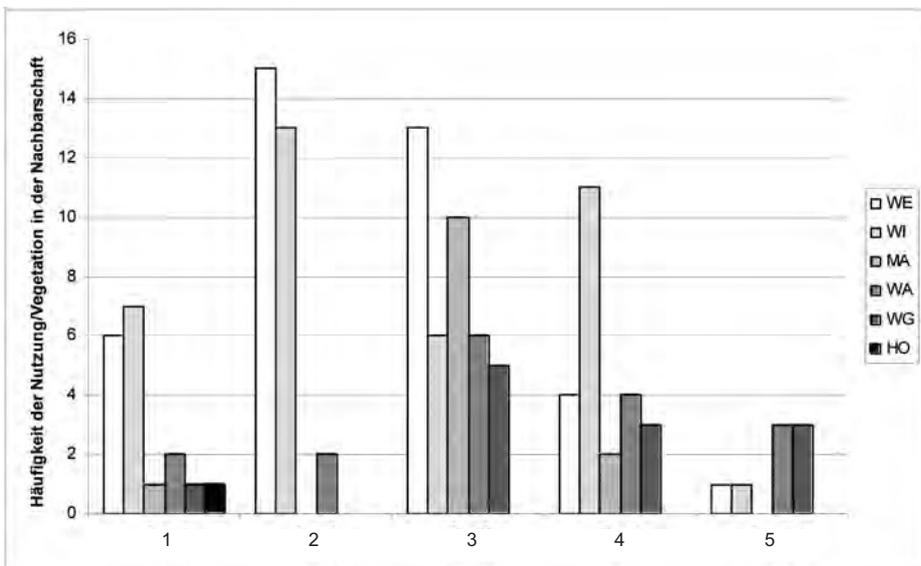


Abb. 12: Nachbarschaft der Kleinstrukturen differenziert nach Vegetationseinheiten. WE: Weiden mittlerer Standorte, WI: Wiesen mittlerer Standorte, MA: Magerweiden, WA: Wald, WG: Weg, HO: Hochstaudenflur.

Fig. 12: Land use types surrounding small landscape structures, differentiated by vegetation units. WE: mesic pastures, WI: mesic meadows, MA: nutrient-poor pastures, WA: forests, WG: tracks, HO: tall forbs.

4. Diskussion

4.1. Floristischer Vergleich der Kleinstrukturtypen

Die Annahme, dass sich die Kleinstrukturtypen auf Grund unterschiedlicher Standortbedingungen floristisch unterscheiden, konnte nicht bestätigt werden. Gründe sind in den oft sehr großen Unterschieden innerhalb der Kleinstrukturtypen zu suchen. So können sich z. B. bei Weidezäunen Unterschiede zwischen Doppel- und Einzelzäunen und durch die Bespannung der Zäune ergeben (HUSICKA & VOGEL 1999). Bei Doppelzäunen kann es durch große Abstände zwischen den Zäunen zur Verbrachung kommen, bei Einzelzäunen besteht die Gefahr, dass die Unterzaunbereiche zu schmal sind und somit stark von der umgebenden Vegetation beeinflusst werden. Dementsprechend streuen die im Griesbachtal vorgefundenen Artenzahlen bei Weidezäunen sehr stark. An Wegböschungen können sich

Unterschiede durch die Neigung ergeben. So sind sowohl sehr flache als auch sehr steile, teilweise lückige Böschungen möglich. Im Griesbachtal wurden hierbei Neigungen von 15° bis 50° gemessen. Bei Waldrändern können unterschiedliche Hauptbaumarten eine Rolle spielen, da sowohl Nadel- als auch Laubbäume an die Weiden angrenzen, die unterschiedliche Standortbedingungen mit sich bringen. Durch ihre Kleinflächigkeit werden Kleinstrukturen stark von der umgebenden Vegetation beeinflusst, so dass auch hieraus Unterschiede entstehen können.

4.2. Vergleich der Artenzahl von Kleinstrukturen und Weideflächen

Die Kleinstrukturen weisen signifikant höhere Artenzahlen als die Weideflächen auf (hohe α -Diversität). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Vegetation von Kleinstrukturen oft stark durch die Vegetation angrenzender Lebensräume beeinflusst wird. Eine Rolle spielt dabei der „Edge-effect“ (FORMAN 1995). Als „Edge-effect“ wird eine gegenseitige Überschneidung von zwei aneinandergrenzenden Biotopen an ihren Rändern bezeichnet. Durch die Überlagerung sind oft die Biotopansprüche von Arten beider Lebensräume erfüllt, so dass sich hohe Artenzahlen einstellen können.

Kleinstrukturen befinden sich häufig an Übergängen zwischen zwei aneinandergrenzenden Biotopen. Bei Vegetationsaufnahmen auf Kleinstrukturen können diese Überlappungsbereiche durch die Kleinflächigkeit der Kleinstrukturen, wie bei Vegetationsaufnahmen sonst in der Regel üblich, kaum ausgeschlossen werden. Durch ihre streifenförmige Ausprägung haben sie eine lange Randbegrenzung mit den sich anschließenden Flächen gemeinsam. Die Vegetation von Kleinstrukturen kann sich deshalb aus Arten sehr unterschiedlicher Pflanzengesellschaften zusammensetzen, was eine Zuordnung zu einzelnen Gesellschaften erschwert. Bei einem Literaturvergleich von Vegetationsuntersuchungen an Weidezäunen kommen OZOLS & OZOLS (2007) zu dem Ergebnis, dass die Artenzahlen von Weidezäunbereichen meist über den Artenzahlen von Intensivweiden, aber noch unter denen von Magerweiden liegen. In unserer Untersuchung liegen die Artenzahlen unter Weidezäunen im Bereich der Artenzahlen der Magerweiden. Die Artenzahlen im Bereich der Weidezäune schwanken sehr stark.

4.3. Refugialfunktion der Kleinstrukturen – Beitrag zur Biodiversität im Raum

Im Untersuchungsgebiet Griesbachtal und Yachtal finden sich viele Arten der Magerrasen bodensaurer Standorte in den Kleinstrukturen. Diese grenzen dabei oft an Wirtschaftswiesen und Weiden mittlerer Standorte an oder liegen an Weg- und Waldrändern. In einigen Kleinstrukturen (vor allem Einheit 1 und 2) finden sich neben den Arten der Borstgrasrasen (*Nardetalia*) auch Arten der *Arrhenatheretalia* und des *Cynosurion*. Dies dürfte auf eine Einstrahlung aus angrenzenden Gebieten zurückzuführen sein. So stellen HUSICKA & VOGEL (1999) in Vegetationsaufnahmen unter Weidezäunen eine geringe Stetigkeit und Artmächtigkeit der *Cynosurion*-Kennarten fest, die sie als Einstrahlung aus der umgebenden Vegetation deuten. Da die Aufnahmen in Kleinstrukturen im Untersuchungsgebiet dennoch durch eine hohe Stetigkeit vieler Arten der *Nardo-Callumetea* und der *Nardetalia* und etwas schwächer auch des *Violion* gekennzeichnet sind, können sie eine Refugialfunktion für die Arten der Borstgrasrasen erfüllen und so zur Biodiversität im Untersuchungsgebiet beitragen. Auch LINK (2003) kommt zu dem Ergebnis, dass Kleinstrukturen Rückzugsräume für bedrohte Arten und Pflanzengesellschaften der Grünlandgesellschaften darstellen können. Nach OZOLS & OZOLS (2007) können Kleinstrukturen ein wichtiges Artenreservoir bei der Wiederbesiedlung von extensivierten Flächen sein. Wie bei diesen Autoren beschrieben, kommen in den Kleinstrukturen auch in dieser Untersuchung nur wenige Arten des *Cynosurion* vor, und dies mit geringer Stetigkeit. Es gibt dabei keinen Unterschied zu den Magerweiden.

Die Annahme, dass Kleinstrukturen im Vergleich zu angrenzenden Flächen ausgehagert sind, konnte nicht geklärt werden, da keine paarweisen Aufnahmen zu Wiesen und Weiden mittlerer Standorte vorliegen. Die Kleinstrukturen sind aufgrund der erhöhten mittleren N-Zahlen möglicherweise etwas besser nährstoffversorgt als die Magerweiden und so für

einen Teil der Arten der Magerweiden als Standort geeignet. Die höheren Stickstoff-Zeigerwerte der Aufnahmen in Saumgesellschaften, die zudem artenärmer sind als die anderen Vegetationstypen in Kleinstrukturen, bestätigen den Zusammenhang zwischen Artenvielfalt und Nährstoffzahlen, den LINK (2003) nachweisen konnte.

Kleinstrukturen können durch ihre Refugialfunktion für Arten der Magerweiden einen Beitrag zur Biodiversität im Raum leisten, einen vollständigen Ersatz für extensiv bewirtschaftete Weiden stellen sie jedoch nicht dar, zumal der Schwerpunkt einiger Arten der Magerweiden im Untersuchungsgebiet im Bereich der Weideflächen liegt. Zudem sind auf Grund der Kleinflächigkeit der Kleinstrukturen oft nur Fragmente von Grünlandgesellschaften ausgebildet (HUSICKA & VOGEL 1999). Neben der Bedeutung der Kleinstrukturen für die Artenvielfalt der Pflanzen im Raum sollte auch die Funktion der Kleinstrukturen für die Fauna berücksichtigt werden. So können Kleinstrukturen nach RÖSER (1989) eine wichtige Rolle bei der Vernetzung von Lebensräumen spielen.

Dank

Wir bedanken uns bei Dr. Cord Pepler-Lisbach und bei Prof. Dr. Hartmut Dierschke für wertvolle Kommentare, die wesentlich zur Verbesserung des Manuskripts beigetragen haben.

Literatur

- BURKART, M., DIERSCHKE, H., HÖLZEL, N., NOWAK, B. & FARTMANN, T. (2004): *Molinio-Arrhenathereta* (E1), Teil 2: *Molinietalia* – Futter- und Streuwiesen feucht-nasser Standorte und Klassenübersicht. – Synopsis Pflanzenges. Deutschlands 9, Göttingen.
- DIERSCHKE, H. (2000): Kleinbiotope in botanischer Sicht – ihre heutige Bedeutung für die Biodiversität von Agrarlandschaften. – Pflanzenbauwissenschaften 4: 52–62.
- & BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. – Ulmer, Stuttgart: 239 S.
- DÜLL, R. & DÜLL-WUNDER, B. (2008): Moose einfach und sicher bestimmen. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim: 471 S.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Scripta Geobot. 18, Göttingen.
- FORMAN, R. T. T. (1995): Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. – Cambridge Univ. Press., Cambridge: 632 S.
- FREY, W. & LÖSCH, R. (2004): Lehrbuch der Geobotanik. Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. 2. Aufl. – Elsevier Spektrum Akad. Verl., München: 528 S.
- HUSICKA, A. & VOGEL, A. (1999): Zur Refugialfunktion von Weideparzellenrändern für Pflanzenarten und Vegetationstypen des Grünlandes. Vergleichende Vegetations- und Standortuntersuchungen. – Tuexenia 19: 405–424.
- JENNESS, J. (2005): Random Point Generator. Version 1.3. Online verfügbar unter http://www.jennessent.com/arcview/random_points.htm, zuletzt geprüft am 30.09.2009.
- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. 2., überarbeitete und erw. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 519 S.
- LEYER, I. & WESCHE, K. (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. – Springer, Berlin: 221 S.
- LINK, M. (2003): Flora und Vegetation linienförmiger Biotope in der Agrarlandschaft. – Giessener Geogr. Schr. 80.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (2001): Die Moose Baden-Württembergs. 2 Bände. – Ulmer, Stuttgart: Bd. 1: 512 S., Bd. 2: 529 S.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 1051 S..
- OKSANEN, J., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, B., SIMPSON, G. L. & SOLYMOS, P. et al. (2008): vegan: Community Ecology Package. Version 1.15-0. Online verfügbar unter <http://cran.r-projet.org/>, zuletzt geprüft am 30.09.2009.
- ÖZOLS, U. & ÖZOLS, R. (2007): Untersuchung zur Vegetationsentwicklung von Weidezaungesellschaften. – Tuexenia 27: 307–326.
- PEPLER-LISBACH, C. & PETERSEN, J. (2001): *Calluno-Uliceteta* (G3), Teil I: *Nardetalia strictae* – Borstgrasrasen. – Synopsis Pflanzenges. Deutschlands 8. Göttingen.
- POSCHLOD, P. & SCHUHMACHER, W. (1998): Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes – Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf. – Schriftenr. Vegetationskd. 29: 83–99.

- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008): R: A language and environment for statistical computing. Version 2.7.0. Wien. Online verfügbar unter <http://www.R-project.org>, zuletzt geprüft am 30.09.2009.
- RÖSER, B. (1989): Saum- und Kleinbiotope. Ökologische Funktion, wirtschaftliche Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. – *ecomed*, Landsberg/Lech: 258 S.
- SCHWABE, A. (1991): A method for the analysis of temporal changes in vegetation pattern at the landscape level. – *Vegetatio* 95: 1–19.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1980): Eine pflanzensoziologische Modelluntersuchung als Grundlage für Naturschutz und Planung. Weidfeld-Vegetation im Schwarzwald ; Geschichte der Nutzung, Gesellschaften und ihre Komplexe, Bewertung für den Naturschutz. – *Urbs et Regio* 18, Kassel.
- WALDHARDT, R., SIMMERING, D. & ALBRECHT, H. (2003): Floristic diversity at the habitat scale in agricultural landscapes of Central Europe – summary, conclusions and perspectives. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 98: 79–85.
- WILMANN, O. (1995): Die Eigenart der Vegetation im Mittleren Schwarzwald als Ausdruck der Bewirtschaftungsgeschichte. – *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F.* 16: 227–249.
- (1998): *Ökologische Pflanzensoziologie*. 6. Aufl. – Quelle & Meyer, Wiesbaden: 405 S.
- (2001): *Exkursionsführer Schwarzwald: eine Einführung in Landschaft und Vegetation mit 45 Wanderwegen*. – Ulmer, Stuttgart: 304 S.

Verena Glunk & Michael Rudner
Abteilung Geobotanik, Fakultät für Biologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Schänzlestraße 1
79104 Freiburg i. Br.
E-Mail: michael.rudner@biologie.uni-freiburg.de

Manuskript eingereicht am 1.10.2009, endgültig angenommen am 27.12.2009.

