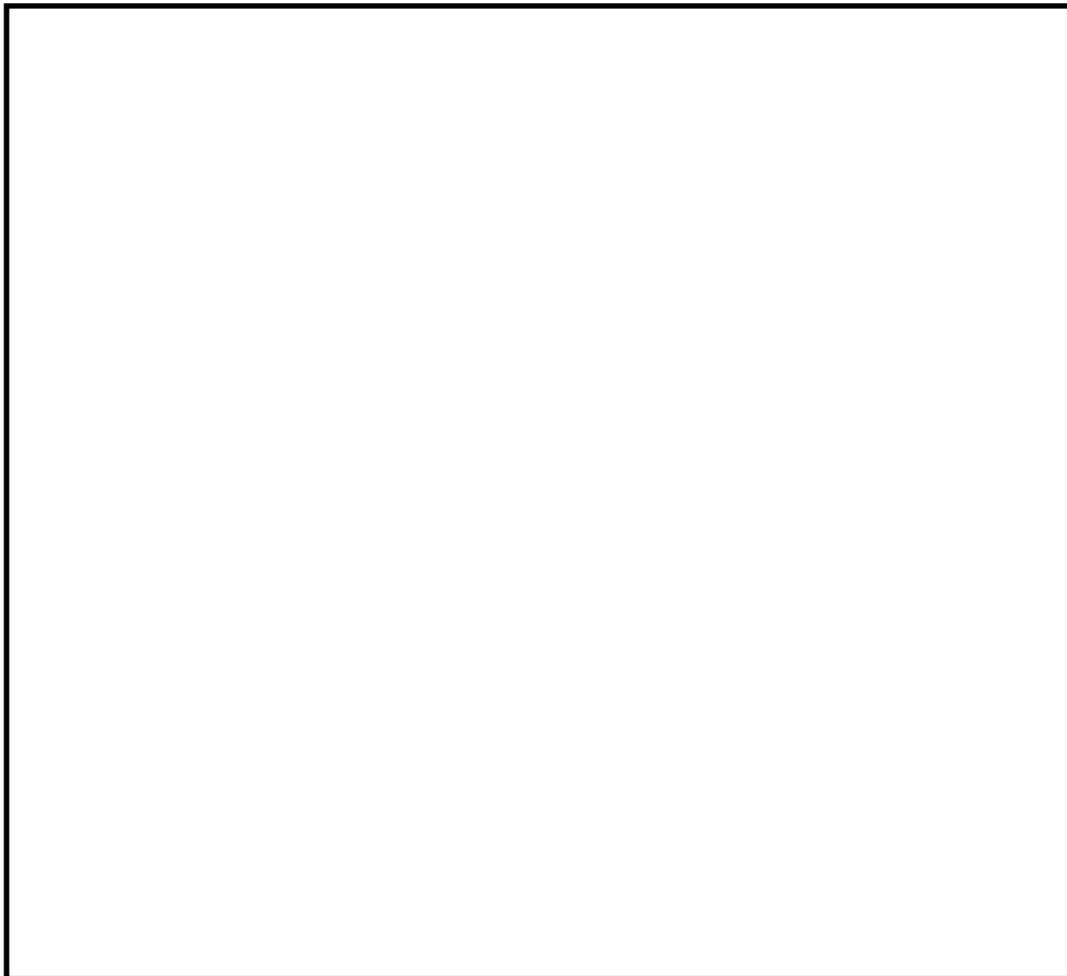


Trockenrasen auf Öland

Syntaxonomie – Ökologie – Biodiversität

Diplomarbeit vorgelegt von Swantje Löbel

Lüneburg im Juni 2002



Institut für Ökologie und Umweltchemie
Fachbereich Umweltwissenschaften – Universität Lüneburg

Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei all denjenigen bedanken, die – in welcher Form auch immer – dazu beigetragen haben, dass meine Diplomarbeit zu dem geworden ist, was nun vorliegt.

Hierunter sind insbesondere die Herren J. Dengler, Prof. Dr. W. Härdtle und PD Dr. C. Hobohm zu nennen, denen es gelang mein Interesse für die Botanik zu wecken und die mir das notwendige Handwerkszeug für das vegetationskundliche Arbeiten gaben. Insbesondere danke ich ihnen aber für die Unterstützung, die ich während der Zeit meiner Diplomarbeit erfahren habe.

Hilfreiche Hinweise vor Ort erhielt ich von Dr. E. Rosén und L. Ågren. Letzterer war stets bemüht, mir meine Zeit auf Öland so angenehm wie möglich zu gestalten.

Des Weiteren bin ich der Universitätsgesellschaft Lüneburg e.V. für die finanzielle Unterstützung meines Öland-Aufenthaltes zu Dank verpflichtet.

Kerstin Arfmann und Maike Eisenberg möchte ich dafür danken, dass sie geholfen haben, Tippfehler und stilistische Mängel auf ein hoffentlich erträgliches Maß zu reduzieren.

Meinem Freund Jan Bollmann danke ich für das Verständnis für meine Abwesenheit und die freundliche Leihgabe seines Fotoapparates, ohne den die Arbeit um einige Illustrationen ärmer gewesen wäre.

Zuletzt und ganz besonders danke ich meinen Eltern Renate Sieburg-Löbel und Peter Löbel, die mir das Studium der Umweltwissenschaften ermöglicht haben und sicher auch nicht ganz unschuldig daran sind, dass meine Wahl gerade auf ein schwedisches Thema gefallen ist!

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Das Untersuchungsgebiet	4
2.1 Topographie und Lage	4
2.2 Geologie, Geomorphologie	5
2.3 Böden	7
2.4 Klima	9
2.5 Naturräumliche Gliederung, Naturregionen der Insel	13
2.6 Nutzungs- und Kulturgeschichte, Naturschutz	14
2.7 Pflanzengeographie, Florengeschichte, Areale	17
2.8 Vegetationsgeschichte Südschwedens unter besonderer Berücksichtigung Ölands	21
3 Methodik	23
3.1 Vegetationskundliche Forschung in Skandinavien	23
3.1.1 Der Einfluss der Uppsala-Schule auf die skandinavische Vegetationsforschung	23
3.1.2 Bedeutende pflanzensoziologische Studien zu den Trockenrasen Ölands und ähnlichen Gesellschaften des schwedischen Festlandes	25
3.1.3 Weitere vegetationskundliche Forschungsschwerpunkte	26
3.2 Eigene Methoden	27
3.2.1 Untersuchungsflächen	27
3.2.2 Vegetationsaufnahmen	27
3.2.3 Syntaxonomie	29
3.2.3.1 Charakter- und Differenzialarten	29
3.2.3.2 Grenzziehung zwischen Gefäßpflanzen- und reinen Kryptogamengesellschaften	30
3.2.3.3 Zentralsyntaxon-Konzept	31
3.2.3.4 Syntaxa	32
3.2.3.5 Diagnostische Artenkombination	33
3.2.3.6 Nomenklatur der Pflanzengesellschaften, Bezugswerke, lokale Eigenheiten	33
3.2.3.7 Vegetationstabellen	34
3.2.4 Bestimmungsliteratur, Sippenomenklatur	36
3.2.5 Bodenkundliche Parameter und Untersuchungen	38
3.2.6 Zeigerwertauswertungen, Lebensformspektren	39
3.2.7 Arealtypenspektren	40
3.2.8 Messgrößen der Artenvielfalt	42
3.2.9 Untersuchung der Verteilungsmuster der Artenvielfalt	43
3.2.10 Artenzahl-Areal-Untersuchungen	44
4 Ergebnisse	46
4.1 Syntaxonomie und Ökologie der Trockenrasengesellschaften des Untersuchungsgebietes	46
4.1.1 Übersicht der vorkommenden Trockenrasengesellschaften	46

4.1.2	Gesellschaften der Koelerio-Corynepherea Klika in Klika & Novák 1941	48
4.1.2.1	UK Sedo-Scleranthenea (Br.-Bl. 1955) Dengler in prep.....	49
4.1.2.1.1	Crepido-Allietum alvarense Krahulec et al. 1986 nom. inval.	53
4.1.2.1.2	<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Gesellschaft.....	57
4.1.2.1.3	Helianthemo-Galietum oelandici Krahulec et al. 1986	62
4.1.2.1.4	Gypsophilo-Globularietum Krahulec et al. 1986	67
4.1.2.1.5	<i>Androsace septentrionalis-Sedum album</i> -Gesellschaft	70
4.1.2.2	UK Koelerio-Corynepherea (Klika in Klika & Novák 1941) Dengler in prep.....	72
4.1.2.2.1	Corniculario aculeatae-Corynephereum canescentis Steffen 1931 nom. inv. propos.	75
4.1.2.2.2	Airetum praecocis Krausch 1967	77
4.1.2.2.3	Festucetum polesicae Regel 1928	79
4.1.2.2.4	Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis Libbert 1940	83
4.1.2.2.5	Sileno otitae-Festucetum brevipilae Libbert 1933 corr. Kratzert & Dengler 1999 nom. inv. propos.....	85
4.1.2.2.6	Diantho deltoidis-Armerietum elongatae Krausch ex Pötsch 1962	91
4.1.3	Gesellschaften der Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. in Br.-Bl. 1949	95
4.1.3.1	<i>Phleum bertolonii-Saxifraga granulata</i> -Gesellschaft	98
4.1.3.2	Veronico spicatae-Avenetum Krahulec et al. 1986.....	102
4.1.3.3	<i>Trifolium montanum-Medicago falcata</i> -Gesellschaft	107
4.1.3.4	<i>Adonis vernalis-Ononis arvensis</i> -Gesellschaft.....	112
4.1.4	Standortsökologische Differenzierungen der untersuchten Trockenrasenvegetationstypen.....	115
4.1.4.1	Auswertung der für alle Aufnahmen erfassten Bodenparameter.....	115
4.1.4.2	Ergebnisse der weitergehenden Bodenuntersuchungen ausgewählter Proben...	121
4.1.5	Arealtypenspektren	128
4.1.5.1	Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea.....	128
4.1.5.2	Gesellschaften der Koelerio-Corynepherea.....	132
4.1.5.3	Gesellschaften der Festuco-Brometea	135
4.2	Biodiversität der untersuchten Trockenrasengesellschaften	139
4.2.1	Artenvielfalt der untersuchten Trockenrasengesellschaften	139
4.2.2	Verteilungsmuster der Artenvielfalt in den Trockenrasen des Untersuchungsgebietes.....	144
4.2.2.1	Zusammenhänge zwischen Kryptogamen- und Gefäßpflanzenartenvielfalt.....	144
4.2.2.2	Zusammenhänge zwischen Artenvielfalt und ökologischen Kenndaten	147
4.2.3	Artenzahl-Areal-Untersuchungen	150
5	Diskussion	158
5.1	Syntaxonomie und Ökologie.....	158
5.1.1	Syntaxonomie.....	158
5.1.2	Standortsökologische Differenzierung.....	158
5.1.3	Arealtypenspektren	159

5.2 Biodiversität	159
5.2.1 Vergleich der Artenvielfalt	159
5.2.2 Bedeutung der interspezifischen Konkurrenz	160
5.2.3 Zusammenhänge zwischen Artenvielfalt und Umweltfaktoren	164
5.2.4 Artenzahl-Areal-Beziehung	169
6 Zusammenfassung	172
7 Quellenverzeichnis	174
7.1 Literatur	174
7.2 Karten, sonstige Quellen	178

Anhänge

Anhang 1: Gesamtartenliste

Anhang 2: GPS-Daten

Anhang 3: Lebensformspektren

Beilagen

Tabelle A: Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea

Tabelle B: Gesellschaften der Koelerio-Corynepherea

Tabelle C: Gesellschaften der Festuco-Brometea

Tabelle D: Gesamtstetigkeitstabelle der vorkommenden Trockenrasengesellschaften

1 Einleitung

Die Alvare¹ Ölands und Gotlands stellen die vegetationsgeographisch und floristisch herausragenden Trockengebiete Skandinaviens dar (DIERBEN 1996, 618). Seit den ersten Reisen Linnés zum Ende des 18. Jahrhunderts wurde die Insel Öland von zahlreichen Forschern besucht und gehört wohl zu den botanisch am besten untersuchten Gebieten Nordeuropas.

Trotz intensiver Vegetationsforschung ist die synsystematische Stellung vieler der öländischen bzw. südschandinavischen Trockenrasen bis heute nicht abschließend geklärt. Die "klassische" Pflanzensoziologie kann als Stiefkind skandinavischer Vegetationskundler gelten. Dennoch ist die Typisierung der Vegetation eine wichtige Basis aller angewandten Forschung und Naturschutzbemühungen. Ohne eine klare Abgrenzung des jeweils untersuchten Vegetationstyps laufen alle weitergehenden Forschungsaktivitäten Gefahr, dass wertvolle Erkenntnisse, die beispielsweise Managementmethoden betreffen, lediglich von lokalem Wert bleiben und nur schwer auf andere Gebiete übertragen werden können. Auch Bestrebungen nach einer einheitlichen Naturschutzpolitik mit länderübergreifenden Planungen innerhalb der Europäischen Union erfordern klar definierte Vegetationseinheiten. DIEKMANN (1997) weist in diesem Zusammenhang auf ein weiteres mit der unzulänglichen Klassifikation der schwedischen Vegetation verknüpftes Problem hin. So bestehen erhebliche Schwierigkeiten bei der Klärung der Frage, welche der im Anhang 1 der FFH-Richtlinie (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie) genannten, überwiegend pflanzensoziologisch definierten, Habitattypen in Schweden vorkommen.

Während in Skandinavien in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Methoden der Uppsala-Schule noch weit verbreitet waren, wurden in den letzten 50 Jahren die Methoden und Konzepte der Zürich-Montpellier-Schule ganz oder teilweise übernommen. Insgesamt liegen bislang jedoch vergleichsweise wenig pflanzensoziologische Studien zur Trockenrasenvegetation Südschandinaviens vor; insbesondere fehlt es an solchen, die im regionalen oder überregionalen Kontext vorgenommen wurden. Die Klassifikation südschandinavischer Trockenrasen – aber auch anderer Vegetationstypen – bereitet zum einen aufgrund des Fehlens von überregional gültigen Charakterarten, zum anderen aufgrund der Mischung von Elementen unterschiedlicher syntaxonomischer Einheiten Probleme. Kontroverse Diskussionen gibt es insbesondere in der Frage der Stellung der basiphilen Halbtrockenrasen Ölands aber auch Südschandinaviens generell.

Die erste und lange Zeit einzige Bearbeitung der öländischen Kalktrockenrasen unter Anwendung der Braun-Blanquet-Methode erfolgte 1963 durch den "Meister höchstpersönlich". BRAUN-BLANQUET (1963) ordnete die öländischen Kalktrockenrasen insgesamt der Ordnung *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. & Tx. ex Br.-Bl. 1949 zu, innerhalb der er einen neuen endemischen Verband unter dem Namen *Helianthemo-Globularion* aufstellte. Dieser sollte die Gesellschaften der "baltischen Steppenregion" beinhalten. Die Arbeit ist jedoch insofern problematisch, als das mit sehr großen Aufnahmeflächen von meist 50 m² gearbeitet wurde, die dem Homogenitätskriterium nicht gerecht werden und Mosaik verschiedener Assoziationen umfassen, von denen ein Teil zu den Felsgrusfluren, der andere zu den basiphilen Halbtrockenrasen zu stellen ist.

KRAHULEC et al. (1986) nehmen die bis dahin unzulängliche soziologische Charakterisierung zum Ausgangspunkt ihrer soziologischen Studie der Trockenrasengesellschaften des Groß-

¹ Der geographische Begriff "Alvar" bezeichnet ein waldloses Kalkheidegebiet, wo der von Kalkgestein aufgebaute Felsuntergrund zu Tage tritt oder lediglich von einer dünnen Schicht Verwitterungsgrus bedeckt wird (vgl. ALBERTSON 1950, 270).

Alvars. Hierzu ziehen sie auch numerische Verfahren heran. Mit dem Hinweis auf weiteren Forschungsbedarf wird eine vorläufige Klassifikation vorgelegt.

An diese Arbeit knüpfen die Untersuchungen an, die im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit durchgeführt wurden. Weitere Forschungsaktivitäten in dieser Frage hat es laut VAN DER MAAREL (briefl.) bislang nicht gegeben. Neben den Trockenrasen des Großen Alvars, die in den bisherigen Studien Mittelpunkt des Forschungsinteresses gewesen sind, werden auch die übrigen südöländischen Trockenrasengebiete berücksichtigt. Ziel der Arbeit ist es, möglichst alle im Untersuchungsgebiet vorkommenden Trockenrasenvegetationstypen soziologisch und ökologisch zu charakterisieren. Die Diskussion um die synsystematische Stellung der vorgefundenen Trockenrasengesellschaften wird im überregionalen Kontext geführt. Insbesondere werden die floristischen Beziehungen zu den Trockenrasengesellschaften des schwedischen Festlandes herausgearbeitet.

Das gewonnene pflanzensoziologische Datenmaterial stellt außerdem die Basis für die Biodiversitätsuntersuchungen dar, die den zweiten Teil der Arbeit bilden.

Der vielschichtige Terminus der Biodiversität bezeichnet ganz allgemein die Vielfalt des Lebens (HOBOHM 2000, 3). In der aktuellen Diskussion werden zumeist drei Ebenen unterschieden. So führt VAN DER MAAREL (1997) drei Hauptaspekte der Biodiversität an – “taxon diversity” (häufig auch als “species diversity” bezeichnet), “genetic diversity” und “community diversity”. Dieses Konzept geht auf NORSE et al. (1986, zitiert nach VAN DER MAAREL 1997, 7) zurück und wurde auch in der “Convention on Biological Diversity” (1992) aufgegriffen: “Biologische Vielfalt bedeutet die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft [...] und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören; dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme” (Art. 2, in DER BUNDESUMWELTMINISTER o. J., 24).

In den sechziger und siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts wurde der Begriff enger gefasst und oft synonym mit dem der “Artenvielfalt” verwendet (HOBOHM 2000, 3). Bis heute dominiert dieser Aspekt der Biodiversität in der ökologischen und pflanzensoziologischen Literatur (VAN DER MAAREL 1997, 8); auch die durchgeführten Untersuchungen beziehen sich hierauf.

Die zentrale Frage nach den Ursachen für die ungleiche Verteilung von Tier- und Pflanzenarten in Raum und Zeit ist bis heute – trotz intensiver Forschungen – noch weitgehend ungeklärt (vgl. u.a. HOBOHM 2000, 4f.). Es liegt eine nahezu unüberschaubare Zahl an teils widersprüchlichen Theorien und Modellen vor, die versuchen, diesem Phänomen auf die Spur zu kommen. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit werden im Kontext einiger weit verbreiteter Thesen und Theorien diskutiert. Einen recht umfassenden chronologischen Überblick verschiedener Konzepte und Hypothesen bezüglich der Faktoren, die die Artendichte in krautigen Pflanzengesellschaften kontrollieren, gibt u.a. GRACE (1999). Demgegenüber existieren nur relativ wenige Studien, die sich mit den ursächlichen Zusammenhängen der Artendiversität von Kryptogamen² beschäftigen: Welche Einflussfaktoren sind von Bedeutung? Wie verhalten sich Gefäßpflanzen- und Kryptogamenartenvielfalt zueinander? Welche Unterschiede gibt es hinsichtlich der Verteilungsmuster? Der Kryptogamenreichtum der öländischen Felsgrusfluren lädt dazu ein, diesen Fragen nachzugehen.

Das Verständnis des komplexen Ursachengefüges der Artenvielfalt lässt Einblicke in elementare Funktionen von Ökosystemen erhoffen. Mit dem beklagten Artenschwund verbindet sich u.a. die Angst, dass mit diesem eine Minderung der Stabilität und Funktionsfähigkeit von Ökosystemen einhergeht. Welche Effekte die Artenvielfalt in Ökosystemen besitzt, ist bislang jedoch unklar.

² Unter den Begriff “Kryptogamen” werden im Rahmen dieser Arbeit allein Moose, Flechten und Makroalgen subsummiert. Nicht dazu gezählt werden Gefäßkryptogamen.

Untersuchungen hinsichtlich der Verteilungsmuster der Artendiversität in Abhängigkeit verschiedener Umweltparameter können in dieser Frage wichtige Erkenntnisse liefern (vgl. PAUSAS & AUSTIN 2001, 153).

Die Erforschung der Verteilungsmuster der Artenvielfalt ist außerdem für den praktischen Naturschutz von erheblicher Bedeutung, da das Vorkommen seltener Arten vielfach mit einer hohen Artendiversität assoziiert ist (vgl. GRACE 1999, 2).

Prinzipiell besitzen die im Rahmen pflanzensoziologischer Studien erhobenen Daten ein hohes Potenzial, um sich dem Rätsel des Artenvielfalt-Umwelt-Beziehungsgefüges zu nähern (vgl. HOBOM 1998, 33). Ihre Nutzbarkeit ist jedoch u.a. durch das Problem uneinheitlicher Flächengrößen in den meisten pflanzensoziologischen Bearbeitungen stark eingeschränkt. Forschungsansätze in dieser Frage stammen insbesondere von HOBOM (1998). Unter der Annahme einer linearen Artenzahl-Areal-Beziehung im doppeltlogarithmischen Raum schlägt der Autor den α -Index als Maß für die relative Artenvielfalt einer Gesellschaft vor. Insgesamt liegen bislang aber recht wenig empirische Daten über die Artenzahl-Areal-Beziehung für Flächengrößen vor, wie sie in der Pflanzensoziologie relevant sind (HOBOM 1998, 129). Weitestgehend unklar sind die ursächlichen Zusammenhänge der Steigung der doppeltlogarithmischen Regressionsfunktion. In der vorliegenden Arbeit wird insbesondere dem Einfluss des jeweiligen Anteils der Gruppen der Gefäßpflanzen und Kryptogamen auf den Verlauf der Artenzahl-Areal-Kurve nachgegangen. Dies kann wichtige Erkenntnisse liefern, inwieweit der α -Index universell zum Vergleich der Artenvielfalt verschiedener Gesellschaften und Flächengrößen herangezogen werden kann oder aber z.B. eine strukturtypenbezogene Eingrenzung erforderlich ist.

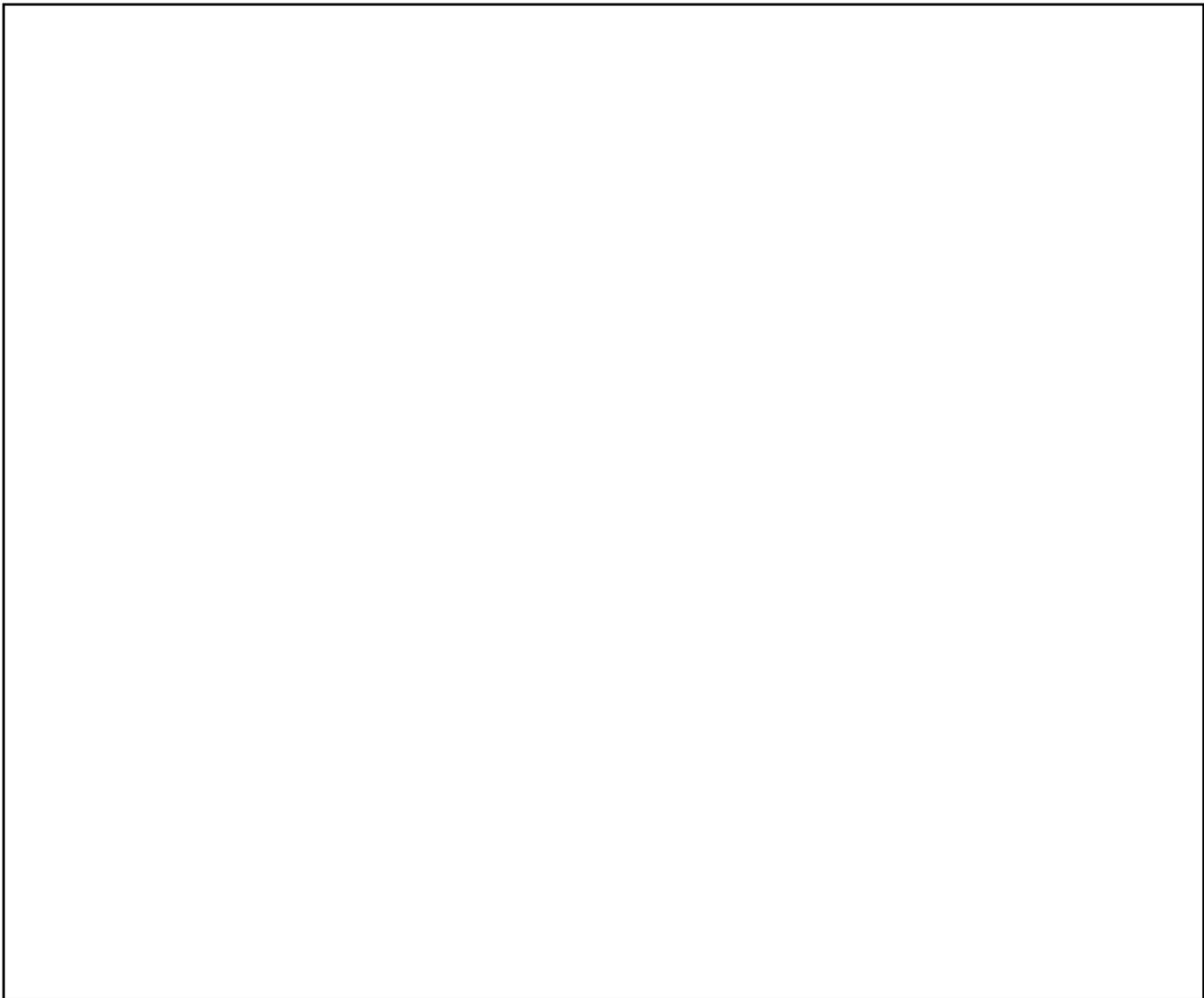
Soweit möglich folgt die Gliederung der vorliegenden Arbeit dem klassischen Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit. Eine strikte Trennung von Ergebnispräsentation und Diskussion lässt sich jedoch für den syntaxonomisch-ökologischen Teil – wie bei pflanzensoziologischen Arbeiten üblich – nicht einhalten. Die Gesamtdiskussion fällt hier dementsprechend kurz aus. Im Gegensatz dazu bietet sich die getrennte Darstellung für die Biodiversitätsuntersuchung an.

2 Das Untersuchungsgebiet

2.1 Topographie und Lage

Die Ostseeinsel Öland liegt parallel zur Südostküste des schwedischen Festlandes und wird von diesem durch den Kalmarsund getrennt. Die mittlere Entfernung beträgt 10 km, in den zentralen Bereichen der Insel nur 4 - 5 km. Sie ist von Kalmar aus über eine 6 km lange Brücke zu erreichen. Mit einer Fläche von insgesamt 1346,3 km² (STERNER 1986, 107) ist Öland nach Gotland die zweitgrößte Insel Schwedens und zugleich die kleinste Provinz des Landes. Insgesamt ist die Insel 137 km lang bei einer Breite von 4 - 16 km. Der höchste Punkt erreicht nördlich von Rösslösa 57,4 m ü. NN.

Das Untersuchungsgebiet liegt im südlichen Teil. Die nördliche Grenze wird von der Straße gebildet, die Färjestaden mit N Möckleby verbindet, die südliche von derjenigen, die von S. Bårby über den Groß-Alvar nach Alby führt (s. Karte 1).



Karte 1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet; nach LANDMÄRTERIVERKET (1996, 1997): Gröna kartan 1: 50.000, verändert.

2.2 Geologie, Geomorphologie

Öland liegt am Westrand des sogenannten baltischen Beckens, das während des Paläozoikums von einem Binnensee bedeckt wurde, der vermutlich weiter ostwärts Kontakt zum Moskauer Becken hatte. Während dieser Zeit wurden verschiedene Sedimentschichten über dem präkambrischen kristallinen Urgestein abgelagert. Aufgrund des Gewichtes der Sedimentschichten geriet dieses unter hohen Druck und wurde zusammengepresst. Es bildete sich die bogenförmige Morphologie des Beckens mit der Konsequenz, dass die Schichten leicht nach SSO zur Mitte hin abtauchen. Anschließende Prozesse führten zu einer Einebnung. Es bildete sich eine heute zum großen Teil unter Wasser liegende Schichtstufenlandschaft. So treten von den Randbereichen zur Mitte des Beckens hin erst kambrische, dann ordovizische, silurische und schließlich devonische Gesteine an die Erdoberfläche (vgl. ALM KÜBLER 2001, 15ff. und dort zitierte Literatur).

Abbildung 1: Schematischer Querschnitt (vereinfacht) durch das baltische Becken, nach SCHMIDT (1882 in ALM KÜBLER 1999, 17), verändert.

Der anstehende Fels wird auf Öland von kambrischen und ordovizischen Sedimentgesteinen gebildet. Diese sind vor etwa 570 bis 440 Millionen Jahren entstanden und tauchen erst in Estland wieder auf. Die Grenze zwischen den Schichten verläuft entlang der Westküste der Insel. Diese Schichtstufe fällt mit dem sogenannten westlichen Landborg zusammen, der ein 15 - 20 m hohes Kliff darstellt, das sich über die gesamte Insel erstreckt. Die westlich gelegenen Landstriche zeigen den Rand eines präkambrischen Flusstales an, das sich durch den Kalmarsund erstreckt. Hier stehen kalkfreie Tonschiefer und Sandsteine an. Entlang der heutigen Küstenlinie sowie im Kalmarsund bilden zwei weitere Stufen den Übergang zu tieferen kambrischen und präkambrischen Schichten (vgl. KÖNIGSSON 1968, 12). Östlich des westlichen Landborgs schließt sich ein flaches Plateau aus ordovizischem Kalkgestein an, das leicht nach OSO abfällt und schließlich in die Ostsee eintaucht. Der Orthozerenkalk ist sehr hart und enthält nur wenig Mergel. Er verwittert daher nur sehr langsam. Die Erosionsfläche geht dabei schräg durch die verschiedenen Schichten. In der Folge liegen in den östlichen Bereichen jüngere ordovizische Schichten an der Erdoberfläche als in den westlichen. Dementsprechend treten Unterschiede in der Zusammensetzung des oberflächlich anstehenden Kalkgesteins auf (STERNER 1986, 107).

Karte 2: Anstehende Gesteine im südlichen Teil der Insel, nach STERNER (1986, 19), verändert.

Während der wiederholten Vereisungen im Quartär wurde die Morphologie der Insel überprägt. Glaziale Riefen im Kalkuntergrund weisen im südlichen Teil der Insel auf eine Eisbewegung Richtung SSW hin, nördlich des Groß-Alvars von Nord nach Süd. Eine vermutlich ältere Eisbewegung war mehr südwestlich gerichtet und hat in Südöland kaum Spuren hinterlassen (ALM KÜBLER 2001, 20f.). Das während der früheren Eiszeiten abgelagerte Material wurde vermutlich in den folgenden von den Eismassen wieder abtransportiert. So sind keine älteren Ablagerungen als von der letzten Vereisung und des heutigen Interglazials auf der Insel vorhanden (ROSÉN 1982, 9).

Nach der Freigabe vom Inlandeis waren Teile der Insel von glazialen und fluvioglazialen Ablagerungen bedeckt. Die Insel wurde jedoch schnell komplett von dem baltischen Eissees überflutet (STERNER 1986, 117). Während der folgenden Entwicklungsstadien der Ostsee, dem Yoldia Meer, dem Ancylus-See und dem Litorina-Meer wurde die Insel mehrmals erneut zumindest partiell überflutet. Die eiszeitlichen Ablagerungen wurden dabei von den Wellen überformt, ausgewaschen und umgelagert. Feineres Material wurde abtransportiert, gröberes zu Strandwällen aufgeworfen.

Im Süden der Insel im Bereich des Groß-Alvars waren die quartären Ablagerungen vermutlich nur sehr dünn und wurden in weiten Teilen nahezu vollständig aufgearbeitet. Nach KÖNIGSSON (1968) lassen sich auf dem Alvar drei verschieden gerichtete Typen von Kiesablagerungen unterscheiden. Die grob in Nord-Süd-Richtung verlaufenden stellen wahrscheinlich Küstenablagerungen dar, bei solchen, die senkrecht zu diesen liegen, handelt es sich vermutlich um Moränen.

Zum einen wurden Moränen möglicherweise in felsblockreichen Bereichen des Alvars zurückgehalten (ROSÉN 1982, 11). Zwei zusätzliche Systeme scheinen tektonischen Zonen im Kalkuntergrund zu folgen. So wird vermutet, dass sich im geschichteten Kalkuntergrund Dolinen und domartige Strukturen befinden, die oberflächlich durch seichte sattelförmige Wälle erkennbar sind oder aber heute offen liegen und Mulden im Gelände bilden. Solche Strukturen des Kalkuntergrundes könnten eine zweite Ursache für den Erhalt von Moränen an manchen Stellen des Alvars sein (vgl. KÖNIGSSON 1968, 28ff.). Inwieweit diese heute an ihrer ursprünglichen Position liegen, ist unbekannt (ROSÉN 1982, 10).

Im Norden der Insel sind die eiszeitlichen Ablagerungen deutlich mächtiger. Es dominiert Moränen- und an wenigen Orten glaziofluviales Material. Einige Bereiche sind außerdem mit Flugsanden und Dünen bedeckt (vgl. ALM KÜBLER 2001, 21).

Strandwallsysteme stellen die auffälligsten quartären Ablagerungen dar. Zwei Hauptstrandwallsysteme prägen das Landschaftsbild in den südöstlichen Teilen der Insel, an der Westküste sind diese weniger deutlich ausgebildet. Der höher gelegene Strandwall geht vermutlich auf den Ancyclus-See, der andere auf das Litorina-Meer zurück. KÖNIGSSON (1968b, zitiert nach AMMAR 1978, 8) schätzt das Alter des Ancyclus-Walls auf 8000 - 9000, das des Litorina-Walls auf 6000 - 6500 Jahre. Der Ancyclus-Strandwall bildet einen deutlichen Gürtel von Kies und Sand großer Ausdehnung. Er wird als östlicher Landborg bezeichnet. Der Anstieg des Ancyclus-Sees endete weit oberhalb der heutigen Küstenlinie; Nordöland wurde überflutet. Gleiches gilt für das Litorina-Stadium. Zwischen dem Litorina-Strandwall und der heutigen Küstenlinie finden sich weitere Strandwälle, über deren Entstehung bislang wenig bekannt ist. Ein weiteres Strandwallsystem bildet in Kombination mit der Grenze der ordovizischen und kambrischen Schichten den westlichen Landborg. Seine Entstehung lässt sich bislang nicht genau datieren, vermutlich ist der größte Teil jedoch bereits vor der Ancyclus-Periode entstanden (vgl. KÖNIGSSON 1968, 14f., AMMAR 1978, 8, ALM KÜBLER 2001, 21f.).

Während der postglazialen Rückzüge des Meeres bzw. Sees fielen vermutlich Teile des Kalmar-sundes, die heute von der Ostsee bedeckt sind, trocken, so dass es Landverbindungen zum schwedischen Festland gegeben hat (STERNER 1986, 107f.).

2.3 Böden

Insbesondere in Mittel- und Nordöland sind weite Flächen mit Moränen bedeckt, die sich aus einer Mischung aus Steinen, Kies und feineren Fraktionen zusammensetzen. Bei entsprechendem Tonanteil zeigen diese ein gutes Wasserhaltevermögen. Vielerorts enthalten die Moränen einen deutlichen Kalkanteil und werden daher auch als Moränenmergel bezeichnet. Kalkarme Moränen kommen vereinzelt in den westlichen Teilen Zentralölands vor. Ihr Ausgangsmaterial stammt ausschließlich vom Festland. Ebenfalls kalkarm die Ablagerungen glazialer Flüsse. Diese bilden in einem großen Teil des extremen Nordens Böden mit sandig-kiesiger Erde– aber beispielsweise auch im Untersuchungsgebiet an der Westküste zwischen Vickleby und Resmo. Derartige Böden trocknen sehr stark aus und stellen für die Vegetation ein extrem armes Substrat dar. Daneben gibt es im Norden weite Bereiche, in denen Sand durch das Meer verteilt wurde. Kleinflächig sind solche marinen Sande aber auch im Süden anzutreffen (STERNER 1986, 108f.).

Durch die Wellenaktivität im Postglazial wurden die glazialen Ablagerungen überformt. Häufig wird der Moränenmergel heute von einer sandig-kiesigen Schicht überdeckt und bildet mit ihr grobe Kiesbänke, während der feine Kies und Sand ausgewaschen und anderer Orts in Senken akkumuliert wurde. Vorausgesetzt, dass der Mergelgehalt ausreichend ist, bildet diese Kieserde sehr fruchtbare, leicht kultivierbare Böden (STERNER 1986, 108f.). Solche sind insbesondere entlang der Westküste in den südlichen und zentralen Bereichen der Insel vorzufinden. So tritt

z.B. zwischen Mörbylånga und Kastlösa über dem Moränenmergel eine Tonschicht auf, die mit wenig Sand gemischt und einer Lage Mull bedeckt ist, die unter Laubwald gebildet wurde (STERNER 1986, 108f.).

Vor allem in der Gegend östlich von Stenåsa treten auf kleineren Alvarflächen Böden mit einer deutlichen Bultenstruktur auf. Die Höhenunterschiede können bis zu 30 cm betragen. Die Entstehung solcher Böden ist unklar. Ein kleiner Teil der Hügel wird durch darin lebende Ameisen verursacht, die übrigen vermutlich durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren. Allein der Viehtritt vermag die Entstehung nicht zu erklären. Ein weiterer wichtiger Faktor könnten Frosthebungserscheinungen sein. Die Boden- und teils auch die Feldschicht in den Senken deutet auf zumindest im Frühjahr und Winter herrschende Staunässe hin. Möglich wäre es auch, dass es sich um ehemalige Sumpfgebiete handelt, die bereits sehr früh entwässert wurden. STERNER (1986, 109f.) weist darauf hin, dass Sümpfe die Bodenformationen Ölands stärker beeinflusst haben dürften als heute sichtbar. Bei einer Inventarisierung wurden 1913 zwar nur 3000 ha Sumpfland kartiert, zu diesem Zeitpunkt war die Dränierung Ölands aber bereits weitgehend abgeschlossen. Heute sind im Gebiet teilweise Entwässerungsgräben zu beobachten.

Auch die Bodendecke des Großen Alvars ist heterogen. Zu einem großen Teil ist der Kalkuntergrund mit Kiesablagerungen bedeckt. Durch den Einfluss des Meeres wurde das Feinmaterial häufig ausgewaschen, so dass heute über Moränengrund grobkiesige, schlecht wasserhaltefähige Böden stocken. Im Laufe des Verwitterungsprozesses, der bei entsprechender Mächtigkeit bis in Tiefen von 1,5 Metern reichen kann, sinkt der Kalkgehalt der Moränen bzw. Küstenablagerungen. Generell steigt der Moränenkalkgehalt von Westen nach Osten, da unter das Moränenmaterial mit Passieren des Kalkuntergrundes zunehmend mehr Kalkpartikel gemischt wurden (vgl. ROSÉN 1982, 10). Weniger wellenbearbeitete Moränen finden sich in niedrig gelegeneren Gebieten, die häufig überschwemmt werden. Hier wachsen *Sesleria caerulea*-dominierte Vegetationsbestände. In Folge von Frosthebungen zeigt der Untergrund eine deutliche Huckelstruktur (STERNER 1986, 108f.).

Zwischen den Kiesablagerungen wird der Kalkuntergrund von gering mächtigen Verwitterungsböden bedeckt, deren Mächtigkeit von 1 - 3 bis max. 15 cm variiert (KRAHULEC et al. 1986, 798). Diese zeigen die verschiedenen Stadien der Verwitterung des Kalkgesteins an, die einen Komplex aus Frostaktion, chemischer Verwitterung und biologischer Aktivität darstellt.

Frostverwitterungsphänomene treten bei schlechter Dränierung und geringer Mächtigkeit der Bodendecke auf. Auf den höhergelegenen, periodisch nur schwach überschwemmten Flächen können sich Polygonböden bilden, die auf Öland aufgrund der einem Permafrostboden ähnlichen Reaktion des Felsuntergrundes extrazonal vorkommen. In den stärker überschwemmten Senken erzeugt die Frosthebung einen typischen Erdhügelboden (ALBERTSON 1950, 272). Neben Böden die aus grobem Alvarkies aufgebaut sind, existiert der sogenannte Alvarmo. Bei diesem handelt es sich um eine Kalktonerde, die zu einem Teil aus Kalk besteht, der aus dem groben Verwitterungskies ausgewaschen wurde und aus kalkgesättigtem Wasser in überschwemmten Senken abgeschieden wurde, zum anderen aus Kalk und Pflanzenresten von Organismen, die Kalk aufnehmen. Während die Verwitterungsböden im Frühjahr und Herbst oft überschwemmt und im Winter durch Frostverschiebung gekennzeichnet sind, trocknen sie im Sommerhalbjahr rasch aus. (KÖNIGSSON 1968, 36ff.).

Die Verwitterungsböden sind sehr humusarm. Der wenige Mull, der unter der geringen Pflanzendecke gebildet wird, wird regelmäßig weggewaschen und -geblasen. Dieser ist tief schwarz, sehr feinkörnig, reich an Nährstoffen und absorbiert die Wärme sehr gut. Wo er sich ansammelt, siedeln bevorzugt die südlichen, thermophilen Alvararten (STERNER 1986, 109).

Windtransportiertes Material ist häufig auch oben auf den Kiesablagerungen zu finden, wo es von der Vegetation aufgefangen und festgehalten wird. Es kann Schichten von bis zu 20 cm Mächtigkeit bilden, die sowohl organische Substanzen als auch mineralische Bestandteile, insbesondere Quarz und Felsspat enthalten. Im trockenen Zustand werden die Böden solcher Standorte leicht erodiert und überweidet (KÖNIGSSON 1968, 49).

In den Spalten des Kalkgesteins des Karst-Alvars haben sich Verwitterungserde und Mull angereichert. In Folge chemischer Verwitterung können diese beträchtliche Tiefen und Weiten erreichen. In den Spalten bleibt der Humus feucht, gleichzeitig ist der Boden gut drainiert und vor Erosion geschützt. Unter diesen günstigen Bedingungen gedeiht eine üppige Felsspaltenvegetation, die sich von der übrigen des Alvars markant unterscheidet (STERNER 1986, 108).

Nach ENCKELL et al. (1978 zitiert nach KRAHULEC et al. 1986, 798) bedecken Verwitterungsböden 54%, Kiesablagerungen 26%, Moore und Sümpfe 18% sowie extreme Karstgebiete 1% des Großen Alvars. Die Standortverhältnisse der übrigen Alvargebiete in den nördlichen Teilen der Insel unterscheiden sich zumeist deutlich von denen des Großen Alvars. Viele Gebiete sind deutlich stärker mit Moränen bedeckt (STERNER 1986, 109).

Böden mit saurer Reaktion sind auf Öland – auch über Kalkuntergrund – relativ weit verbreitet. Selbst dünne quartäre Kiesablagerungen auf dem Groß-Alvar reagieren sauer, bilden aber dennoch eine nährstoffreiche Braunerde, da aufgrund der geringen Niederschlagsmengen keine Podsolierung stattfindet. Dieses hat zur Folge, dass manche Pflanzenarten, die in den übrigen Teilen Schwedens gewöhnlich auf kalkhaltige Substrate beschränkt sind, auf saure Substrate übergreifen können. Auch eine Rohhumusbildung wie es für die südschwedischen Nadelwälder typisch ist, stellt eine Ausnahme dar. Die vorherrschende Humusform ist der Mull (STERNER 1986, 110f.).

Im Untersuchungsgebiet sind vermutlich alle der beschriebenen Böden vorhanden – wenn auch zum Teil nur sehr kleinflächig. Auf einem Großteil stocken heute – zumindest unter Kultureinfluss – Trockenrasengesellschaften. Die große Zahl verschiedener Böden bedingt nicht zuletzt auch die enorme Vielfalt der Trockenrasenvegetation Ölands.

2.4 Klima

Ölands Klima weist sowohl ozeanische als auch kontinentale Züge auf. Während es von dem Temperaturregime her als schwach ozeanisch einzustufen ist, legen die Niederschlagsverhältnisse eine Zuordnung zu einem kontinentalen Klimatyp nahe.

Aufgrund ihrer Lage im Regenschatten des schwedischen Festlandes erhält die Insel zusammen mit einigen Teilen Gotlands (mit Ausnahme eines Gebietes in Nord-Lapland) die geringsten Niederschlagsmengen Schwedens (STERNER 1986, 111, ROSÉN 1982, 11). West- und Südwestwinde, die vom Atlantik her Regen nach Südschweden transportieren, erreichen Öland und die Südostküste erst nach Passieren des schwedischen Hügellandes, wo der Großteil der Niederschläge bereits gefallen ist. Öland und die Südostküste erhalten daher das meiste ihrer Niederschläge von Süden oder Osten, derartige Winde sind jedoch seltener. Viele der Regenwolken passieren Öland aber in Folge der geringen Höhe der Insel und entleeren sich erst, wenn sie das Festland erreichen (ROSÉN 1982, 11). Die jährlichen Niederschlagsmengen liegen zwischen 415 mm an der Nord- und Südspitze der Insel und 510 mm in den zentralen Bereichen (STERNER 1986, 111). 10 - 15% der Niederschläge fallen als Schnee (ERIKSSON 1983, zitiert nach KRAHULEC et al. 1986, 798).

Es gibt drei offizielle meteorologische Stationen in Südöland (Mörbylånga, Segerstad, Ölands S udde). Da diese südlich bzw. am Südrand des Untersuchungsgebietes liegen, charakterisieren die an der Ekologisk Station der Universität Uppsala gemessenen Werte das untersuchte Gebiet vermutlich besser. Die Station liegt am Nordwestrand des großen Alvars nahe Skogsby, zentral im Untersuchungsgebiet. Der mittlere Jahresniederschlag betrug dort für die Periode 1968 bis 1984 437 mm (Tabelle 1, nach KRAHULEC et al. 1986, 798). Für die Jahre 1989 bis 2000 liegt der Wert mit 507 mm deutlich höher (Tabelle 2). Dies könnte u.a. darauf zurückzuführen sein, dass die Messungen erst seit 1988 automatisch, zuvor hingegen manuell durchgeführt worden sind und Evaporationsverluste aus den Sammelgefäßen vor dem Ablesen zu vermuten sind (vgl. ROSÉN 1982, 12).

Tabelle 1: Jahresniederschläge für die Periode 1968 - 1984 sowie während der Hauptvegetationsperiode (April - September) und der kritischen Sommermonate (Mai - Juli); Daten von der Ekologisk Station, Skogsby, nach KRAHULEC et al. (1986, 798).

Jahr	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Mittel
M - J	154	91	162	113	109	93	130	76	139	163	91	143	102	165	139	68	255	128
A - S	229	309	329	195	274	213	204	191	255	228	280	272	256	279	209	195	418	254
gesamt	429	449	533	326	375	414	539	328	404	454	472	429	500	496	363	367	575	437

Tabelle 2: Jahresniederschläge für die Periode 1988 - 2001 (mit Unterbrechungen) sowie während der Hauptvegetationsperiode (April - September) und der kritischen Sommermonate (Mai - Juli); Daten von der Ekologisk Station, Skogsby.

Jahr	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Mittel
M - J	27	109	129	159	8	121	81	182	259	154	k.A.	74	152	105	120
A - S	80	215	263	225	155	295	382	360	425	262	k.A.	235	239	k.A.	261
gesamt	k.A.	424	515	392	k.A.	529	589	541	591	422	k.A.	516	552	k.A.	507

Von Jahr zu Jahr treten erhebliche Schwankungen der Niederschlagsmengen auf. Die geringste Niederschlagsmenge wurde 1971 mit 326 mm gemessen, die höchste 1996 mit 591 mm. Die größten Regenmengen fallen dabei im Spätsommer, wohingegen Frühling und Frühsommer relativ trocken sind (STERNER 1986, 111). Insbesondere der Zeitraum von Mai bis Juli ist oftmals sehr kritisch für die Vegetation (KRAHULEC et al. 1986, 798). Nicht selten fallen über die Hälfte der Gesamtniederschläge dieser Periode innerhalb von 24 Stunden (STERNER 1986, 111). Oft treten die Sommerniederschläge in Zusammenhang mit Gewittern auf und sind lokal sehr begrenzt (ROSÉN 1982, 11).

Auch wenn die Gesamtniederschläge in den letzten Jahren gestiegen sind, gilt dies nicht für die Niederschlagsmenge in den Monaten Mai bis Juli. Diese lag in der Periode 1988 - 2001 mit im Mittel 120 mm sogar leicht niedriger. Ein extrem trockenes Jahr war 1992 zu verzeichnen. Hier fielen in der Zeit von Mai bis Juli lediglich 8 mm Niederschlag. Mit 105 mm lag die Niederschlagsmenge im Sommer 2001 leicht unter dem Durchschnitt der letzten Jahre. Insbesondere der Monat Mai war mit insgesamt 23,7 mm sehr trocken; dabei fielen allein 13,9 mm am 29.5.

Bedeutender für die Vegetation ist jedoch der effektive Niederschlag. Nach dem Humiditätsindex nach Martonne (Jahresniederschlag [mm] / Temperatur [°C] + 10) ist Öland mit einem Wert < 30 als subarid einzustufen (ALM KÜBLER 2001, 14). Insbesondere in den Sommermonaten auf dem Groß-Alvar ist die relative Luftfeuchtigkeit extrem niedrig und das Wasserdampfsättigungsdefizit entsprechend hoch (vgl. STERNER 1986, 111). Die Anzahl der Sonnenstunden liegt auf Öland mit im Mittel 1850 Stunden jährlich deutlich über dem Durchschnitt der übrigen Landesteile (ALM KÜBLER 2001, 14, STERNER 1986, 111).

Das Temperaturregime der Insel gleicht dem des maritimen Lokalklimas des schwedischen Festlandes (ALM KÜBLER 2001, 14). Dieses ist in Folge des Einflusses der Ostsee durch einen kalten, späten Frühling und einen langen, warmen Herbst gekennzeichnet. Der Winter ist vergleichsweise mild. Für die Ekologisk Station beträgt die mittlere Jahresmitteltemperatur für den Zeitraum 1989 - 2000 7°C. Der Februar ist mit im Mittel -0,4°C der kälteste, der Juli mit 16,6°C der wärmste Monat (Tab. 3).

Tabelle 3: Monatsmitteltemperaturen für die Periode 1988 - 2001 (mit Unterbrechungen); Daten von der Ekologisk Station, Skogsby

Monat	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Mittel
1	k.A.	3,0	2,3	0,1	0,7	0,4	0,0	-1,4	-2,6	-3,2	0,7	-1,0	-0,4	-0,4	-0,1
2	k.A.	2,9	3,8	-2,6	-0,2	-0,4	-3,6	1,5	-5,1	0,2	2,5	-2,5	0,7	-2,2	-0,4
3	k.A.	3,4	4,5	2,3	k.A.	1,5	1,1	1,5	-1,7	2,0	0,2	1,3	1,4	-1,1	1,4
4	2,8	4,7	6,4	4,7	4,9	4,9	5,8	3,9	5,2	3,3	k.A.	5,7	6,4	4,1	4,8
5	10,6	11,3	11,0	7,9	12,1	12,0	7,9	8,5	7,0	8,5	k.A.	8,0	10,6	9,8	9,6
6	14,7	14,2	14,7	11,0	16,7	13,4	13,1	13,9	13,7	14,4	k.A.	13,9	13,5	12,8	13,8
7	16,6	17,0	15,5	17,4	17,9	14,8	19,5	16,4	14,0	17,5	k.A.	17,6	14,6	17,1	16,6
8	15,0	15,2	16,8	16,6	16,1	13,9	16,9	17,4	16,8	19,7	k.A.	15,6	14,7	k.A.	16,2
9	12,3	12,9	10,9	12,3	11,5	9,7	12,2	12,1	9,9	13,0	12,1	14,4	11,8	k.A.	11,9
10	6,3	8,8	7,8	7,6	5,1	6,3	6,5	10,2	8,5	5,5	7,1	7,4	10,1	k.A.	7,5
11	0,1	3,0	3,1	3,6	3,1	1,3	4,0	0,9	4,1	2,6	-0,3	3,3	5,8	k.A.	2,7
12	-0,2	0,1	0,8	1,4	0,8	0,8	1,9	-3,8	-2,7	0,8	-1,2	-0,2	2,3	k.A.	0,1
Jahr	k.A.	8,0	8,1	6,9	k.A.	6,5	7,1	6,7	5,6	7,0	k.A.	7,0	7,6	5,7	7,0

In Folge der kalten Ostwinde fängt der Frühling im Westen Mittelölands rund eine Woche früher als in den nördlichen und südlichen Teilen der Insel an (STERNER 1968, 112). In Südöland beginnt die Vegetationsperiode um den 10. - 15. April und endet um den 20. - 25. November (KRAHULEC et al. 1986, 798); sie beträgt damit 210 - 220 Tage³.

Der Norden der Insel ist 60 - 80 Tage im Jahr mit Schnee bedeckt, der Süden weniger als 40. Dabei erreicht die Schneedecke im südlichen Teil der Insel maximal 20 cm (ROSÉN 1982, 14). Aufgrund der fehlenden Schneedecke und Temperaturen um den Gefrierpunkt treten auf den zeitweise überschwemmten Flächen des Groß-Alvars im Winterhalbjahr Frostwechselphänomene auf. Es kommt zum periodischen Gefrieren und Tauen des wassergesättigten Bodens. Folge hiervon sind typische Frosthebungs- und Polygonböden.

³ Die Definition der Vegetationsperiode ist nicht einheitlich. In Schweden wird sie oft als der Zeitraum definiert, in dem die mittlere Tagestemperatur über 3°C liegt; hierauf bezieht sich der genannte Wert. SJÖRS (1965, zitiert nach ROSÉN 1982, 14) weist allerdings darauf hin, dass diese Definition nur unter stark ozeanischen Bedingungen geeignet ist und man für Schweden stattdessen mit einer mittleren Tagestemperatur von 6°C rechnen müsse. Unter dieser Annahme ergibt sich für Öland eine Länge der Vegetationsperiode von 180 - 200 Tagen (vgl. ROSÉN 1982, 14).

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Auswertung der in der Ekologisk Station stündlich aufgenommenen Temperaturdaten. Der Erfassungszeitraum reicht von Oktober 1988 bis April 2001. Die Temperatur wurde jeweils in einer Höhe von 50 cm über dem Erdboden gemessen. Mit Hilfe von MS-Excel wurde die tägliche Anzahl der Stunden, in denen die Temperatur über dem Gefrierpunkt lag, ermittelt. Anschließend fand eine Zuordnung der Tage zu einer der in Tabelle 4 aufgeführten Klassen statt, so dass sich für die einzelnen Monate ein Bild der Frostereignisse ergab. Schließlich wurden die für die verschiedenen Monate in den einzelnen Jahren errechneten Werte gemittelt.

Tabelle 4: Frostwechselereignisse in den Wintermonaten, Auswertung von stündlichen Temperaturmessungen (50 cm über dem Erdboden) an der Ekologisk Station, Skogsby im Zeitraum 1988 - 2001.

	frostfreie Tage	1-6 Stunden Frost	7-12 Stunden	13-23 Stunden	Dauerfrosttage
Januar [1989 - 2001]	13,6	3,4	2,6	4,8	6,6
Februar [1989 - 2001]	10,6	3,6	3	3,3	7,7
März[1989 - 2001]	13,6	4,5	4,7	6,5	1,8
April[1989 - 2001]	21,8	4,3	3,2	0,8	0,0
Mai [1989 - 2001]	29,3	1,3	0,3	0,1	0
Oktober [1988 - 2000]	27,4	2	1	0,6	0
November [1988 - 2000]	18,9	3,7	2,9	2,8	1,8
Dezember [1988 - 2000]	13,6	3,8	2,8	4,3	6,4

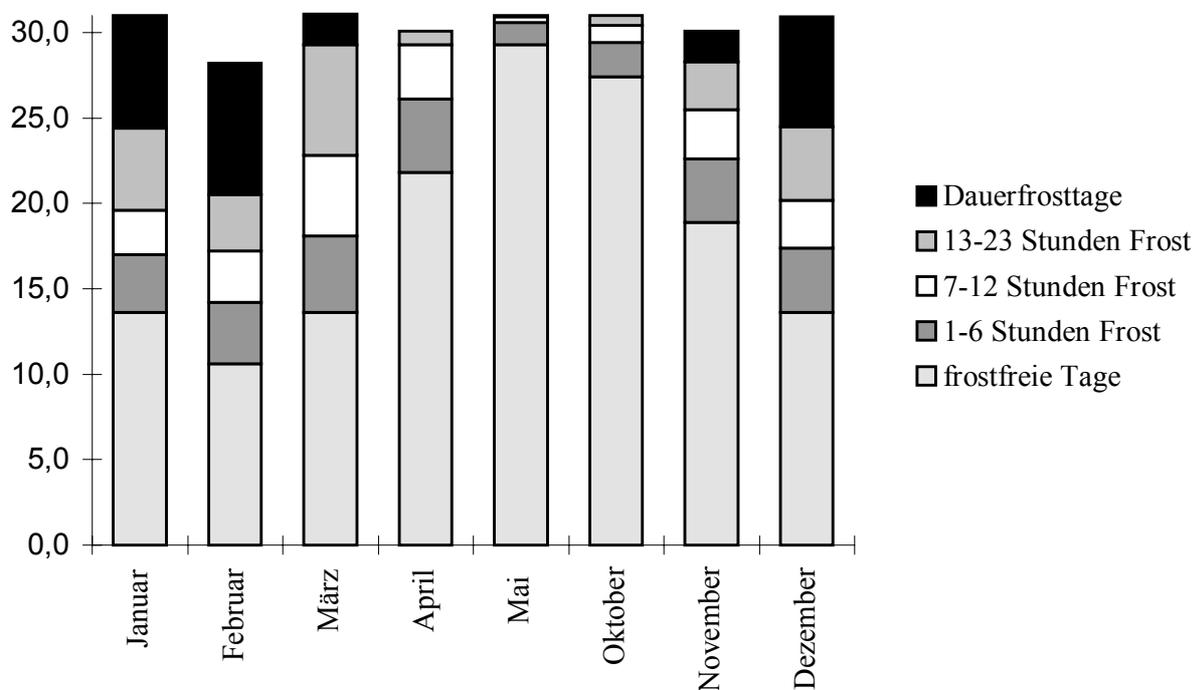


Abbildung 2: Frostwechselereignisse während der Wintermonate, Auswertung von stündlichen Temperaturmessungen (50 cm über dem Erdboden) an der Ekologisk Station im Zeitraum 1988 - 2001.

Selbst im Februar als kältestem Monat herrscht im Schnitt lediglich 7 - 8 Tage lang Dauerfrost. 10 - 11 Tage sind frostfrei. An den übrigen liegt die Temperatur zumindest in den Mittagsstunden oberhalb des Gefrierpunktes. Frost- und Tauperioden lösen einander ständig ab. Auffällig hoch ist die Anzahl der Tage mit stundenweisem Frost im März. In Folge der bereits intensiveren Sonneneinstrahlung wechseln oftmals Tauen und Gefrieren im Tagesverlauf.

Da die Messungen nicht direkt über dem Grund durchgeführt wurden, kann allerdings nicht zwangsläufig davon ausgegangen werden, dass bei Lufttemperaturen kurz über dem Gefrierpunkt ein Auftauen des Bodens stattfindet. Dies gilt insbesondere, wenn die Temperaturen nur wenige Stunden über dem Nullpunkt liegen (Klasse 13 - 23 Stunden). Zudem ist zu beachten, dass das jeweilige Lokalklima eine wesentliche Rolle spielt und die für die Station ermittelten Werte keinesfalls signifikant für sämtliche Bereiche des Groß Alvars sind. Aufgrund der geringen Vegetationsdecke dürften die Temperaturschwankungen und damit der Wechsel von Gefrieren und Tauen zumindest auf den Verwitterungsböden des Alvars noch stärker ausgeprägt sein. Zum einen ist der Boden weniger vor Frost geschützt, zum anderen kann von Sonnenstrahlen ausgehende Wärme rasch absorbiert werden.

Die oft kräftigen Winde spielen auf den ausgedehnten, exponierten Trockenrasenflächen eine wesentliche Rolle. Zum einen werden die Evapotranspiration und die Austrocknung des Bodens gefördert, zum anderen wird die dünne Humusschicht weggeblasen und das Entstehen einer schützenden Schneedecke verhindert. In der Gesamtsicht des Jahres sind süd- bis südwestliche Winde am häufigsten (ROSÉN 1982, 15). Im Frühjahr herrschen kalte Nordost- und Ostwinde vor, während der Sommermonate hingegen sind südwestliche bis nordwestliche Windrichtungen dominierend. Im Herbst halten sich Südwest- und Nordostwinde die Waage, im Winter treten vorwiegend südwestliche bis westliche auf (KÖNIGSSON 1968, 17).

2.5 Naturräumliche Gliederung, Naturregionen der Insel

In der Literatur werden auf Öland sechs Naturregionen unterschieden, die sich geomorphologisch deutlich unterscheiden, sich aber auch floristisch recht gut voneinander abgrenzen lassen (z.B. STERNER 1986, 126ff., KÖNIGSSON 1968, 16f.).

Der *nördlichste Bereich* Ölands ist durch marine Sandablagerungen charakterisiert, vielerorts finden sich Sanddünen. Zudem gibt es Küstenwälle und exponierte Felsen. Kiefernforste erreichen hier ihre größte Ausdehnung (KÖNIGSSON 1968, 17). Interessanterweise treten hier einige Arten auf, die in Nordöland ausfallen, während sie für die südlichen Alvarbereiche typisch sind. Hierzu gehören u.a. *Fumana procumbens* sowie *Artemisia oelandica*. 13 Gefäßpflanzensippen kommen auf Öland allein hier vor (vgl. STERNER 1986, 56).

Nord-Öland wird durch NW - SO gerichtete Wallsysteme geprägt, bei denen es sich vermutlich um Strandwälle handelt. Küstenablagerungen herrschen vor. Über die gesamte Region zerstreut kommen exponierte Felsen vor, die ihre höchste Deckung an der Westküste erlangen (KÖNIGSSON 1968, 17). *Sedum sexangulare* ist die einzige Gefäßpflanzenart, die allein in Nord-Öland anzutreffen ist (STERNER 1986, 127).

In *Mittelöland* herrschen demgegenüber Moränen vor. Abgesehen von dem Gebiet des Groß-Alvars erreichen Sümpfe und Moore hier ihre größte Ausdehnung. In Zentralöland liegt das größte ununterbrochene Laubwaldgebiet Schwedens mit Ausnahme der alpinen Birkenwälder. Es umfasst 20.000 ha (ALM KÜBLER 2001, 23).

Mit der Grenze zwischen Nord- und Mittelöland fällt die des Verbreitungsareals vieler Pflanzen Süd- und Zentralölands zusammen (STERNER 1986, 127); STERNER (1986, 57) listet allein 32 solcher Arten auf, wobei er die Alvararten dabei nicht berücksichtigt.

Der Untergrund des *westlich* des Landborgs gelegenen *Flachlandes* besteht aus Tonschiefer und Sandsteinen. Dennoch sind die Böden durch das Abflusswasser vom Landborg häufig kalkangereichert. Weite Teile werde ackerbaulich genutzt. An Stellen, wo von der See aufgeworfener Sand nur geringe Anteile besitzt, stellt sich dieselbe Spontanvegetation ein wie in Zentralöland (STERNER 1986, 126). Auch dieser Landstrich besitzt einige exklusive Spezies. Hierzu gehört unter anderem *Pulsatilla vulgaris* ssp. *vulgaris* (vgl. STERNER 1986, 59).

Das Gebiet südlich des Laubwaldgürtels Zentralölands wird als Südöland bezeichnet. Es wird von der Fläche des Groß-Alvars dominiert. Das Gebiet ist durch das Fehlen mächtigerer Bodenschichten gekennzeichnet. Aufgrund der teilweise schlechten Abflussverhältnisse über dem oberflächennah anstehenden Kalkgestein, gibt es zahlreiche Moore. Die Flora des Alvars weist eine hohe Eigenständigkeit auf. Viele in den übrigen Teilen der Insel weit verbreitete Arten, hierunter unter anderem *Jasione montana* ssp. *montana* und *Armeria maritima* ssp. *elongata*, fehlen (STERNER 1986, 58, 128).

Der östliche Landborg markiert sowohl in Zentral- als auch in Südöland die Grenze des *östlichen Küstenstreifens*. Dieser ist mit Ausnahme der beiden Hauptstrandwallsysteme des Ancyclus- und Littorina-Stadiums der Ostsee sehr flach. Insbesondere im südlichen Teil treten zahlreiche Felsen auf (KÖNIGSSON 1968, 17). Die Flora unterscheidet sich nur wenig vom angrenzenden Inland der Insel; einige Kräuter treten jedoch deutlich häufiger auf (STERNER 1986, 128).

Das von mir untersuchte Gebiet umfasst den nördlichen Bereich Südölands mit dem Groß-Alvar, einige wenige Trockenrasen, die im Übergangsbereich zu Zentralöland in Waldbereiche eingesprenzt liegen, Teile des östlichen Küstenstreifens sowie des westlichen Flachlandes und Landborgs. Damit werden vom Untersuchungsgebiet vier der sechs beschriebenen Naturregionen abgedeckt; aufgrund lokaler Unterschiede sind die Aufnahmen vermutlich jeweils nicht für das gesamte Gebiet der entsprechenden Region repräsentativ. Dennoch vermitteln sie ein recht gutes Bild der Vielfalt und Verschiedenheit der Trockenrasen in den verschiedenen Teilen der Insel. Die nördlichen Bereiche der Insel sollten einer weiteren Untersuchung unterzogen werden, da hier ein Auftreten weiterer Trockenrasentypen, die im Untersuchungsgebiet nicht vorkommen, anzunehmen ist.

2.6 Nutzungs- und Kulturgeschichte, Naturschutz

Neben der besonderen naturräumlichen Ausstattung ist auch die Nutzungs- und Kulturgeschichte der Insel einzigartig. Wie die Fülle an Siedlungsresten und Grabfeldern belegt, fand eine frühe, verhältnismäßig intensive Besiedlung statt. Die aktuellen flachgründigen Böden des Alvars werden als Folge einer beträchtlichen Winderosion nach intensiver Beweidung der Flächen während der Bronze- und Eisenzeit bzw. der frühmittelalterlichen Siedlungsphasen betrachtet. Vor ihrer intensiven Beweidung waren weite Bereiche des Alvars von einem niedrigen, lichten Trockenwald mit *Corylus avellana* sowie einigen weiteren Baumarten bedeckt, insbesondere *Ulmus minor* und *Fraxinus excelsior*. Dennoch bestanden auf flachgründigeren Böden kleinflächig immer auch Existenzmöglichkeiten für Trockenrasenarten (vgl. DIERSEN 1996, 618f.).

Die Erstbesiedlung Ölands fand vermutlich in der frühen Steinzeit zwischen 8000 - 6000 v. Chr. statt. Diese ersten Siedler waren Jäger, Fischer und Sammler. Während der jüngeren Steinzeit um etwa 3000 - 2500 v. Chr. entwickelten sich Viehhaltung und Ackerbau. Roggen und Gerste wurden im "slash-and-burn"-Feldbau angebaut, Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine gehalten. Die Hauptsiedlungszentren lagen vermutlich in der Gegend um Vickleby und Resmo. Insgesamt war die Insel während der Steinzeit jedoch nur dünn besiedelt (vgl. ROSÉN 1982, 7, ALM KÜBLER 2001, 36).

In der Bronzezeit (1800 - 500 v. Chr.) führten technische Innovationen wie der Pflug zu einer Verfeinerung der landwirtschaftlichen Nutzungsformen. Die Größe der bestellten Felder und Herden nahm zu. Die günstigen klimatischen Bedingungen erlaubten es, das Vieh das ganze Jahr über draußen weiden zu lassen. Funde weisen auf eine hohe soziale Organisation mit zahlreichen Kontakten ins Ausland hin. Insgesamt ist jedoch nur wenig über diese Epoche bekannt (vgl. ROSÉN 1982, 7).

Um 500 v. Chr., mit Beginn der Eisenzeit, erfolgte eine Klimawandlung, die die Siedler zwang, permanente Siedlungen zu errichten. Wanderungen der Kelten erschwerten zudem den Handel mit den metallproduzierenden Ländern Mitteleuropas. Insgesamt war die Periode von 400 - 150 v. Chr. in der Geschichte Ölands (und Skandinaviens generell) durch Armut gekennzeichnet. Nachdem es gelungen war, Handelsvereinbarungen mit den Kelten zu schließen, erfuhr die Insel in der folgenden Epoche einen Aufschwung (vgl. ROSÉN 1982, 7).

Die Periode von 150 v. Chr. bis 500 n. Chr. ist als Blütezeit der Insel zu charakterisieren. Die Zahl der permanenten Siedlungen stieg, wie große Grabfelder zeigen. Monumente mit keltischen und römischen Zeichen sowie Münzen aus Südosteuropa wurden gefunden. Vermutlich basierte der damalige Reichtum auf der Rinderhaltung (vgl. ROSÉN 1982, 7).

Eine schwierige Phase erlebte Öland in den ersten Jahrhunderten nach Christi Geburt, als der menschliche Einfluss in Folge von Bevölkerungswachstum auf die Landschaft merklich zunahm. Die Siedler waren gezwungen auch auf weniger fruchtbare Landstriche auszuweichen. Mehr als 40 Hausfundamente aus dieser Zeit wurden auf dem Groß-Alvar entdeckt. Dieser erlangte vermutlich in Folge von Überweidung und Erosion des Bodens erstmals seinen weiten, offenen Charakter. Übernutzung des Landes, Schwierigkeiten bei den Handelsbeziehungen in Folge von Wanderungen in Europa sowie eine Verschlechterung des Klimas führten im 4. und 5. Jahrhundert n. Chr. zu einer Depression. Die Insel wurde außerdem von Plünderungen durch Seeräuber heimgesucht. Dies veranlasste die Einwohner, Ring-Forts zu errichten (vgl. ROSÉN 1982, 8).

Um 500 n. Chr. verließen die Siedler den Groß-Alvar, der wieder stärker von Vegetation überwuchs. Diese Entwicklung wurde kurzfristig zum Ende der Wikingerzeit gestoppt, als sich die Situation der Insel durch den Handel und die Reisen der Wikinger verbesserte. Der überwiegende Teil der großen Grabfelder auf den Strandwällen und dem Landborg stammt aus dieser Epoche; dennoch ist unklar, wo die Inselbewohner damals wohnten (vgl. ROSÉN 1982, 8).

Im Mittelalter unterhielt die Insel zahlreiche Handelsbeziehungen. Große Mengen an Rindern, Pferden, Fisch, Käse, Lammfellen wurden – vor allem nach Nordostdeutschland – exportiert. Auch die Errichtung der bemerkenswerten Steinkirchen zeugen von Reichtum.

Einen Rückschlag erlitt die Landwirtschaft vermutlich als der schwedische König Johann III. Öland 1569 zum königlichen Jagdgebiet erklärte. Die Einwohner durften nur eigenes Land kultivieren, wohingegen das außen liegende Land dem königlichen Jagdbetrieb vorbehalten war. Das Jagen und Brennholzschlagen war den Bürgern untersagt, die massive Wildschäden auf ihren Feldern hinnehmen mussten. Trotzdem fielen in dieser Zeit viele Bäume dem Hausbau sowie Brennholznutzung zum Opfer (STERNER 1986, 133). Die Beweidung der Flächen war demgegenüber zulässig.

Karten aus dem späten 17. Jahrhundert zeigen, dass nur sehr kleine Bereiche bestellt waren, während sich große Gebiete in Folge der Beweidung immer mehr öffneten. Der Alvar erstreckte sich als eine große Allmende-Weide von Ottenby bis Borgholm, die durch keine Zäune zwischen den Dörfern und Parzellen getrennt wurde. Während KÖNIGSSON (1968) den zunehmenden Weidedruck auf eine wachsende Bevölkerung zurückführt, vermutet ROSÉN (1982), dass dieser vielmehr darin begründet lag, dass durch Wild verursachte Schäden am Kulturland die Farmer dazu veranlassten, ihre Existenzgrundlage zunehmend auf die Weidewirtschaft zu verlagern.

Die Jagdgrunddeklaration mit ihrem massiven Einfluss auf die Landwirtschaft blieb bis 1801 in Kraft (vgl. ROSÉN 1982, 8).

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts fand die erste große Landreform “storskifte” statt. Das Land wurde erneut zugeteilt, mit dem Ziel, die vielen einzelnen Feldstreifen der Bauern zu wenigen großen Äckern zusammenzulegen. Damit sollten diese eine bessere Kontrolle über ihr Land erhalten und eine effektivere Nutzung möglich werden (WORLD HERITAGE GUTACHTEN, 20). Die Landwirtschaft entwickelte sich insgesamt hin zu einer stärkeren Getreideproduktion, Windmühlen wurden errichtet (vgl. ROSÉN 1982, 8).

Im frühen 19. Jahrhundert veränderten sich die Bedingungen für die Landwirtschaft massiv. Nach dem Auslaufen der Jagdgrunddeklaration wurde das außen liegende Land zunächst zwischen den Gemeinden, dann den Dörfern aufgeteilt. Die Dorfältesten entschieden über das weitere Verfahren. Vielfach wurde das Land von den Gehöften gemeinsam genutzt und eine weitere Untergliederung unterblieb. Die Intensität der Nutzung der Allmendeweide legte jährlich ein Dorfrat fest. Heute noch zeigen die damals errichteten Mauern die Grenzen der einzelnen Dorfanteile am Groß-Alvar an. Im Zuge zweier massiver Landreformen “enskifte” und “lagaskifte” wurde das Land den Höfen neu zugeteilt. Anders als in anderen Landesteilen, veränderte sich die mittelalterliche Reihendorfform auf Öland jedoch nur wenig. Dennoch etablierten sich neue Siedlungen außerhalb der Dörfer. Die Landkultivierung nahm insgesamt deutlich zu und um die Mitte des Jahrhunderts wurden bedeutende Getreidemengen exportiert. Es wurde zunehmend schwierig Feuerholz zu finden; folglich wurden Büsche auf dem Alvar geschlagen und Dung gesammelt. Dieses schuf ein nahezu buschloses Alvargebiet (vgl. ROSÉN 1982, 7).

Nach Missernten in den Jahren 1867 und 1868 wurde deutlich, dass die Insel mit damals 38.000 Einwohnern überbevölkert war. Eine Emigrationswelle setzte ein, bei der bis 1930 rund 18.000 Menschen – vor allem nach Nordamerika – auswanderten (vgl. ROSÉN 1982, 7).

Im 20. Jahrhundert wurde die Milchproduktion – ursprünglich Teil einer Subsistenzwirtschaft – von zunehmender Bedeutung. Gartenbau, Zuckerrüben und Raps wurden eingeführt und spielten vor allem während des zweiten Weltkrieges eine bedeutende Rolle. Nach dem Krieg fand auch auf Öland eine Intensivierung und Rationalisierung der Landwirtschaft statt. Anstelle von Roggen und Gerste wird in erster Linie Weizen angepflanzt. Die Zahl der Bauern reduzierte sich deutlich. Sinkende Bevölkerungszahlen führten zu einer Reduzierung von Schulen, Läden und anderen wirtschaftlich bedeutsamen Einrichtungen. Die wirtschaftliche Misere war nicht zuletzt der Grund für den Bau der Brücke über den Kalamarsund. Heute geht der Trend dahin, dass die Leute zurück nach Öland ziehen (WORLD HERITAGE-GUTACHTEN, 21).

Da die ursprünglichen Dränierungsverhältnisse auf der Insel sehr schlecht waren, erfolgte bis zum zweiten Weltkrieg die Entwässerung zahlreicher Flächen. Dadurch wurden jedoch nur wenige fruchtbare, ackerbaulich nutzbare Böden gewonnen (STERNER 1986, 133). Die Gebiete dienen heute überwiegend als Weideland. Aufgegebene Weiden und Äcker wurden zunehmend vom Wald zurückerobert. Seit Ende des 19. Jahrhunderts wurde zudem das Anpflanzen von Bäumen – in erster Linie *Pinus sylvestris* – forciert. Gleichzeitig fand eine Kultivierung fruchtbarer Waldböden statt (vgl. STERNER 1986, 133).

Nachdem die Beweidungsintensität auch auf dem Groß-Alvar stark zurückgegangen war, kam es hier ebenfalls zu einem verstärkten Aufwuchs von Büschen und Bäumen. Daraufhin wurde in den späten 1950-ern mit Schafbeweidung in großem Maßstab – vor allem auf dem Groß-Alvar – begonnen. Im Gegensatz dazu wurden in früheren Zeiten die Alvarflächen in erster Linie mit Rindern und Pferden beweidet, während Schafe in Südöland eine untergeordnete Rolle spielten. In Folge der hohen Besatzdichte wurden weite Teile des Großen Alvars überweidet und Bodenerosionen traten an vielen Orten auf. Insbesondere die Moos- und Flechtenflora wurde in Folge des Tritteinflusses stark gestört.

Es entfachte sich eine öffentliche Debatte um die Nutzung des Groß-Alvars. Verschiedene Naturschutzgebiete wurden vorgeschlagen, die jedoch erst deutlich später legalisiert wurden. 1967 wurde von der Naturschutzbehörde in Kalmar eine zunächst auf drei Jahre befristete Schutzverordnung verhängt, die später nochmals um drei Jahre verlängert wurde. Hiermit sollte die Ausbeutung bislang ungeschädigter Gebiete verhindert werden. Seit 1969 wird der Einfluss der Schafbeweidung auf die Alvarvegetation wissenschaftlich in Kooperation der Ekologisk Station der Universität Uppsala und der "Swedish National Protection Board" begleitet (ROSÉN 1982, 5, 76ff.).

Der Tourismus ist auf der Insel stark auf den Norden fokussiert und im Süden aus Naturschutzsicht vergleichsweise unproblematisch. Hier konzentriert sich dieser im Wesentlichen auf wenige Attraktionen wie die Wikingerburanlage Eketorp und das Naturmuseum von Ottenby. Von Bedeutung ist außerdem der Individualtourismus wie Rad fahren und Wandern. Des Weiteren werden zahlreiche botanische Führungen – insbesondere zur Zeit der Orchideenblüte – angeboten. Ornithologische Aktivitäten sind in erster Linie im Frühling und Herbst bedeutsam. Bei Veranstaltungen wie Besuchern herrscht jedoch ein recht hohes Bewusstsein für die kulturellen wie natürlichen Werte des Gebietes (WORLD HERITAGE GUTACHTEN 1999, 44f.).

Heute sind im südlichen Teil der Insel insgesamt 17 Naturschutzgebiete mit zusammen ca. 9100 ha ausgewiesen. Der überwiegende Teil der Flächen wird heute wieder beweidet. Über Monitoringprogramme werden Flora und Fauna innerhalb dieser Gebiete regelmäßig erfasst. Es gibt einige hundert Dauerbeobachtungsflächen, wo die Vegetationsentwicklung bei unterschiedlichen Managementmethoden (brennen, manuelle, mechanische Entbuschung usw.) untersucht wird. Des Weiteren existieren 9 Naturreservate mit insgesamt 1384 ha, die von jeglicher menschlichen Nutzung ausgenommen sind. 36% des Groß-Alvars stehen damit derzeitig unter dem Schutz einer der beiden genannten Schutzgebietskategorien. Vornehmlich der Avi-Fauna sind die vier Vogelschutzgebiete (518 ha) gewidmet. Die Vogelwelt der Küstenwiesen sowie des Alvars wird in regelmäßigen Abständen erfasst. Grabfelder und andere archäologisch bedeutsame Stätten unterliegen dem Kulturdenkmalschutz; von diesen gibt es insgesamt 18 (WORLD HERITAGE GUTACHTEN 1999, 46f.).

An internationalen Schutzgebieten sind vier Vogelschutzgebiete internationaler Bedeutung mit zusammen 1806 ha zu nennen. Insgesamt 25 Gebiete mit insgesamt 12477 ha wurden als FFH-Gebiete vorgeschlagen (WORLD HERITAGE GUTACHTEN 1999, 47). Seit 2001 ist Südöland – "Södra Ölands odlingskap" – als Teil des Weltkulturerbes der UNESCO anerkannt.

2.7 Pflanzengeographie, Florengeschichte, Areale

Trotz ihrer geringen geographischen Distanz zum schwedischen Festland unterscheidet sich die Flora der Insel von der des angrenzenden Festlandes in markanter Weise. Dabei bestehen deutliche floristische Beziehungen zu Gotland, das durch silurische Kalkgesteine geprägt ist. Zahlreiche auf Öland häufige Arten kommen in Schweden einzig hier oder nur noch auf Gotland vor, andere sind in den übrigen Teilen Schwedens zumindest sehr selten.

Seit der ersten Reise Linnés nach Öland im Jahre 1741 wurde die Insel von zahlreichen Botanikern besucht. Dies hat zu einer extrem guten Erfassung der Flora geführt. Als wichtigstes Bezugswerk ist in diesem Zusammenhang STERNERS "Kärlväxt Flora" von 1938, 1948 zu nennen, die 1986 in einer von Lundqvist überarbeiteten Neuauflage erschienen ist.

Sterner zählte 1938 1050 Gefäßpflanzensippen, von denen 200 als synanthrop betrachtet werden. Von weiteren 10 Arten, die heute fehlen, ist bekannt, dass sie während der letzten 100 Jahre auf Öland vorkamen (KÖNIGSSON 1968, 21).

Die folgenden 11 Arten bzw. infraspezifische Sippen werden für Öland (Ö) bzw. Öland und Gotland (G) als endemisch betrachtet (ROSÉN & BORGEGÅRD 1999, 126).

Allium schoenoprasum ssp. *schoenoprasum* var. *alvarensense* Ö, G
Artemisia oelandica Ö
Crepis tectorum ssp. *pumila* Ö, G
Eleocharis uniglumis ssp. *sterneri* Ö, G
Festuca oelandica Ö, G
Galium oelandicum Ö
Helianthemum oelandicum ssp. *oelandicum* var. *oelandicum* Ö
Helianthemum oelandicum ssp. *oelandicum* var. *canescens* Ö
Senecio jacobaea ssp. *gotlandicus* Ö, G
Silene uniflora ssp. *petraea* Ö, G
Viscaria alpina var. *oelandica* Ö

Allium schoenoprasum ssp. *schoenoprasum* var. *alvarensense* und *Silene uniflora* ssp. *petraea* werden von einigen Bearbeitern lediglich als schlecht differenzierte lokale Rassen bezeichnet und von TUTIN et al. (1968ff.) nicht als Subspezies anerkannt. Letztere wird aber bei JONSELL (2001) als Unterart geführt. Einige Autoren sind der Auffassung, dass es sich bei *Artemisia oelandica* um ein isoliertes Vorkommen der sibirischen Steppenart *Artemisia laciniata* handelt. Die Art reproduziert sich auf Öland nur sehr selten über Samen sondern in erster Linie über Klone (BENGTSSON et al. 1986, 38). TUTIN et al. (1968ff.) betrachten sie als eigenständiges Taxon.



Abbildung 3: *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum* – das Öland-Sonnenröschen – ist ein Inselendemit.

Nach heutigem Erkenntnisstand (vgl. Rosén 1982, 17, Sterner 1986) sind die folgenden weiteren Taxa in ihrem Vorkommen innerhalb Schwedens auf Öland bzw. Öland und Gotland beschränkt:

Vorkommen allein auf Öland:

<i>Allium vineale</i>	<i>Ranunculus illyricus</i>
<i>Artemisia oelandica</i>	<i>Viola alba</i>
<i>Helianthemum canum</i>	<i>Viola elatior</i>
<i>Orobanche purpurea</i>	<i>Ulmus laevis</i> (weiteres Vorkommen in Südostfinland)
<i>Plantago tenuiflora</i>	

Vorkommen auf Öland und Gotland:

<i>Adonis vernalis</i>	<i>Galium rotundifolium</i>
<i>Anemone sylvestris</i>	<i>Globularia vulgaris</i>
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	<i>Viola pumila</i>
<i>Apera interrupta</i>	<i>Orobanche alba</i>
<i>Artemisia rupestris</i>	<i>Potentilla fruticosa</i>
<i>Aster linosyris</i>	<i>Sisymbrium supinum</i>
<i>Coronilla emerus</i>	<i>Ulmus carpinifolia</i>
<i>Fumana procumbens</i>	

Noch weitaus mehr Arten, die auf Öland und Gotland häufig sind, sind auf dem Festland sehr selten und kommen nur vereinzelt über kalkhaltigem Untergrund vor. Beispiele sind u.a. *Cirsium acaule* ssp. *acaule*, *Oxytropis campestris* ssp. *campestris*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* sowie *Orchis* spp. (STERNER 1986, 64). In Südschweden gibt es drei weitere Gebiete, in denen Kalkfels an der Erdoberfläche ansteht. Hierzu gehören Teile von Skåne, Zentral-Östergötland sowie Zentral - Västergötland, hier vor allem das Gebiet von Kinnekulle. Auf diese Bereiche ist beispielsweise das Vorkommen von *Scabiosa columbaria* in Schweden beschränkt (STERNER 1986, 130).

Ölands Flora grenzt sich von der des Festlandes aber auch durch das Fehlen von für dieses typischen Arten ab. HULTÉN 1971 (zitiert nach STERNER 1986, 129) nennt rund 300 Arten des Festlandes, die von Öland nicht bekannt sind.

Ursache für die hohe Eigenständigkeit der öländischen (und gotländischen) Flora ist u.a., dass viele der floristischen Raritäten an ihre Arealgrenzen stoßen oder disjunkte Vorkommen besitzen. Aus diesem Grunde treffen auf Öland Vertreter fünf verschiedener Florenelemente zusammen. Weitere Arten sind circumpolar disjunkt verbreitet. Beispiele hierfür werden im Folgenden gegeben (vgl. ROSÉN & BORGEGÅRD 1999, 126, ROSÉN 1982, 17)⁴.

Arktisch-alpine Gruppe:

Asplenium viride
Draba incana
Poa alpina ssp. *alpina*
Potentilla crantzii
Rhytidium rugosum
Thamnotia vermicularis
Viscaria alpina
Woodsia alpina

Sibirische Gruppe:

Artemisia rupestris
Oxytropis campestris ssp. *campestris*

Arten mit circumpolar disjunktem Vorkommen:

Carex obtusa
Potentilla fruticosa
Sanguisorba officinalis

⁴ Da einige der Spezies auf Öland an zwei ihrer Verbreitungsgrenzen stoßen, differiert die Zuordnung dieser zu den Florenelementen in der Literatur teilweise; sofern sich eine abweichende Einstufung in den beiden Werken ergibt, wird ROSÉN & BORGEGÅRD 1999 gefolgt.

Südeuropäische Gruppe

Anthericum liliago
Anthericum ramosum
Apera interrupta
Cerastium pumilum
Fumana procumbens
Hippocrepis emerus
Hornungia petraea
Holosteum umbellatum
Orobanche alba
Petrorhagia prolifera
Poa bulbosa ssp. *bulbosa*
Sisymbrium supinum
Tragopogon crocifolius
Veronica praecox

Südosteuropäische Gruppe:

Allium lineare
Asperula tinctoria
Aster linosyris
Gypsophila fastigiata
Plantago tenuiflora
Polygala comosa
Potentilla cinerea
Potentilla tabernaemontani
Prunella grandiflora ssp. *grandiflora*
Pulsatilla pratensis ssp. *pratensis*
Ranunculus illyricus
Vincetoxicum hirundinaria ssp. *hirundinaria*
Viola pumila

Südwesteuropäische Gruppe:

Baldellia ranunculoides
Globularia vulgaris
Hedera helix
Plantago uniflora
Teesdalia nudicaulis



Abbildung 4: *Thamnolia vermicularis* gehört dem arktisch-alpinen Florenelement an.

Laut STERNER (1986, 129) erreichen 25 Arten auf der Insel die Westgrenze ihres Verbreitungsareals. Folglich finden sich nur sehr wenige Ausläufer der öländischen Flora auf dem schwedischen Festland. Umgekehrt kommen viele für das Festland typische Arten auf der Insel nicht vor (s. o.). Diese erreichen auf dem Festland die Ostgrenze ihres Areals und fehlen auch in den anderen baltischen Staaten gleicher geographischer Breite. Erstaunlicherweise gibt es aber 50 Arten, die dem Festland und Gotland gemeinsam sind, auf Öland hingegen komplett fehlen. Dies deutet

daraufhin, dass die Inseln auch voneinander unabhängige Verbindungen zur Flora des Festlandes aufweisen. Solche bestehen sowohl zu Skåne als auch zu Öster- und Västergötland, wobei letztere im Falle von Gotland stärker ausgeprägt sind.

Mehrere Arten des schwedischen Festlandes konnten nach Öland einwandern und ihre östliche Vorkommensgrenze ausweiten. Hierzu gehört u.a. *Koeleria glauca*, die in Schweden allein in Skåne, auf Öland sowie vereinzelt Gotland anzutreffen ist. Insgesamt zählt Sterner 35 Taxa, die auf Öland die Ostgrenze ihres schwedischen Verbreitungsareals erreichen. Fünf davon gelangen zugleich an ihre nördlichen Arealgrenzen. Ebenfalls am Nordrand ihres Verbreitungsgebietes liegen 11 weitere Arten. Daneben gibt es in Ölands und Gotlands Flora auch nordische Ausläufer. 39 schwedische Gefäßpflanzensippen besitzen auf Öland ihre südlichste Verbreitungsgrenze (STERNER 1986, 6, 129). Gleiches gilt für viele der arktisch-alpin verbreiteten Moos- und insbesondere Flechtenarten.

Aus pflanzengeographischer Sicht besitzt die Flora Ölands weniger Gemeinsamkeiten mit der des europäischen Kontinents als das schwedische Festland. Die Verbindungen sind entfernt und getrennt; es existieren sowohl südöstliche als auch südwestliche. Der Anteil südeuropäischer Arten ist dabei in Ölands Flora wesentlich stärker vertreten als in der Gotlands, in der vor allem das südeuropäische Element von Bedeutung ist (STERNER 1986, 6, 129).

2.8 Vegetationsgeschichte Südschwedens unter besonderer Berücksichtigung Ölands

Der überwiegende Teil der einzigartigen Pflanzensippen ist an die Alvarflächen gebunden. Auch wenn sie ganz unterschiedlichen pflanzengeographischen Gruppen angehören, so ist ihnen gemein, dass sie auf offene Habitate angewiesen sind. Dieses hat vermutlich in der von Wäldern und Kulturland geprägten Landschaft Südschwedens zu ihrer inselartigen Isolation geführt (vgl. BENGSSON et al. 1988, 38f.). STERNER (1986, 131ff.) betrachtet sie als Relikte der späten Phasen des Pleistozäns und der Vegetations- und Klimaentwicklung im Holozän.

Die frühen Phasen des Eisrückgangs zum Ende des Pleistozäns waren durch abwechselnde kalte Phasen, in denen das Eis nur langsam zurückging oder sich gar wieder leicht ausbreitete und wärmere Perioden, in denen der Eisschild rasch nordwärts wanderte, gekennzeichnet. Der erste Teil von Skåne tauchte vor ca. 16.000 Jahren unter dem Eis auf. Das freigegebene Land wurde von einer Tundravegetation bedeckt, in der *Dryas octopetala*, Zwerg-*Salix*-Arten, *Betula nana* und andere arktisch-alpine Arten dominierten. Unter diese waren Steppenarten gemischt wie *Helianthemum nummularium*, *Artemisia* ssp., *Centaurea cyanus* und verschiedene Chenopodiaceae, die z.T. auf den Alvaren Ölands und Gotlands überlebten. Als Relikte aus dieser Periode ("older dryas") werden u.a. *Helianthemum oelandicum*, *Gypsophila fastigiata* und *Ranunculus illyricus* betrachtet (BACKÉUS 1999, 17).

Während des "Allerød" stieg die Temperatur und es kam zu einem raschen Eisrückgang. *Betula* cf. *pubescens* und *Pinus sylvestris* wanderten gemeinsam mit *Populus tremula* und *Sorbus aucuparia* ein. Sie bildeten vermutlich einzelne Baumgruppen in der Tundralandschaft. Arten wie *Plantago media*, *Jasione montana* ssp. *montana* und *Seseli libanotis* weisen auf relativ warme Sommer hin (BACKÉUS 1999, 17).

Der Allerød-Periode folgte das jüngere Dryas vor 12500 - 11500 Jahren. Das Klima wurde wieder rauher und der Eisrückzug kam zum Stoppen. Die Tundra breitete sich erneut aus und die Waldgrenze wurde zurück auf den europäischen Kontinent gedrängt.

In der folgenden, deutlich wärmeren Periode erreichte der Eisrückzug das zentralschwedische Flachland; ein Sund bildete sich zwischen dem Baltischen Eisstausee und dem Atlantik, das Yoldia-Meer entstand. Dies markiert den Beginn des Holozäns.

In den ersten postglazialen Phasen, dem Präboreal und Boreal, vor 11500 bis 9000 Jahren führte die schnelle Temperaturzunahme zu einer raschen Invasion vieler Arten; initiale Birkenwälder wurden schrittweise durch von *Pinus sylvestris* dominierte ersetzt (BACKÉUS 1999, 18). Auch Pollenuntersuchungen in Mooren auf dem Großen Alvar von KÖNIGSSON (1968) deuten darauf hin, dass sich die Vegetation im Präboreal von einer Tundra- über eine Buschlandschaft mit deutlichem *Juniperus*- und *Betula*-Anteil hin zu einem *Pinus sylvestris*-beherrschten Vegetationstyp gewandelt hat.

Das Boreal und das folgende Atlantikum waren die wärmsten Phasen des Postglazials. Während des Boreals bildete die Hasel (*Corylus avellana*) die südschwedischen Wälder. In den späteren Phasen traten *Ulmus glabra* und *Quercus robur*, etwas später auch *Alnus glutinosa* auf. Dann folgten *Fraxinus excelsior* und *Tilia cordata*. Zuletzt wanderten wärmebedürftige Arten, hierunter *Hedera helix* und *Viscum album*, ein. Ähnlich gestaltete sich die Vegetationsentwicklung auch auf dem Alvar Ölands. Neben *Ulmus*- und *Corylus*-Pollen konnte KÖNIGSSON (1968) allerdings auch einen deutlichen Anteil an Pollen von *Artemisia* spp. sowie weiteren Arten, die auf eine offene Landschaft hindeuten, nachweisen.

Im Atlantikum (vor 9000 - 5500 Jahren) waren weite Teile Schwedens bis zur Grenze von Norrland mit nemoralen Laubwäldern bedeckt. In den zentralen Bereichen Nordschwedens wuchsen Fichten- und Birkenwälder; die Baumgrenze lag 150 - 200 Meter höher als heute (BACKÉUS 1999, 19). KÖNIGSSON (1968) konnte nur in zwei untersuchten Mooren Pollen aus dem Atlantikum nachweisen, was darauf hinweisen könnte, dass in den angrenzenden Bereichen nur sehr wenig Busch- und Baumwuchs existierte (vgl. STERNER 1986, 131).

Während des Subboreals vor 5500 bis 2500 Jahren, in das auch die Bronzezeit fällt, wurden Landwirtschaft und Viehhaltung in Südschweden eingeführt. Wälder wurden vermutlich durch Feuer aufgelichtet. Typische Wiesenarten wie *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *P. major* und *Rumex* spp. siedelten sich ebenso wie *Artemisia* spp., *Juniperus communis* ssp. *communis* und andere spätglaziale Arten wieder an (BACKÉUS 1999, 19). Auch für den Alvar auf Öland lässt sich in dieser Zeit ein sprunghafter Anstieg von *Artemisia* spp. und weiteren Arten feststellen, die auf eine deutliche Auflichtung der Landschaft hinweisen. Pollen von Getreidearten sind vielerorts nachzuweisen (STERNER 1986, 131). Zum Ende des Subboreals sank die Temperatur erneut.

Im bis heute andauernden Subatlantikum fiel die mittlere Temperatur weiter; die sich ausbreitende Fichte *Picea abies* verdrängte die Laubbäume zunehmend. Diese sind heute nördlich des "limes norrlandicus" verschwunden (BACKÉUS 1999, 19f.). Der Anbau von Winterfutter wurde erforderlich. KÖNIGSSON (1968) zu Folge war auch auf dem Alvar in den ersten 1000 Jahren des Subatlantikums ein zunehmender menschlicher Einfluss zu verzeichnen. Die Anzahl von *Juniperus*-Pollen steigt, während die der Baumarten sinkt. Während des Mittelalters hat der menschliche Kultureinfluss den Groß-Alvar entscheidend geprägt. Eine zunehmende Öffnung der Landschaft ist anzunehmen. Archäologische Funde weisen auf eine erstaunliche Anzahl menschlicher Siedlungen auf dem Gebiet des Alvars hin, was als ein Indiz dafür gewertet werden kann, dass sich die weite, offene, karge Landschaft erst unter dem Einfluss des Menschen entwickelt hat (STERNER 1968, 132). Dennoch steht zu vermuten, dass auf dem Groß-Alvar immer offene Bereiche existiert haben und als Refugialstandorte der Glazialrelikte dienten, während das südschwedische Festland nahezu vollständig von Wäldern bedeckt wurde. Darüber hinaus dürfte der kalkreiche Untergrund für das isolierte Überleben der Steppenarten auf Öland von Bedeutung gewesen sein, da unter diesen auch einige kalkliebende Arten gewesen sind, die damals auf den noch jungen, gerade erst vom Eis freigegebenen Böden, deutlich basenreichere Verhältnisse vorgefunden haben als dies heute in weiten Teilen Südschwedens der Fall ist (vgl. BACKÉUS 1999, 17). Die Einzigartigkeit der öländischen Flora ist somit auf einen Komplex klimatischer, edaphischer, kultureller sowie florensgeschichtlicher Faktoren zurückzuführen.

3 Methodik

3.1 Vegetationskundliche Forschung in Skandinavien

3.1.1 Der Einfluss der Uppsala-Schule auf die skandinavische Vegetationsforschung

Etwa zeitgleich mit der mitteleuropäischen Braun-Blanquet-Schule entwickelte sich in Schweden und Norwegen die Uppsala-Schule der Vegetationsanalyse, die zum Teil mit anderen Begriffen und Definitionen sowie Methoden arbeitete. Dies ist in der Auseinandersetzung mit der verfügbaren Literatur zu bedenken.

Ihre Ursprünge findet die Uppsala-Schule in der Beschreibung von Formationen auf der Grundlage von Lebens- und Wuchsformen. Nach DU RIETZ (1921, zitiert nach TRASS & MALMER 1973, 532) unterschied VON POST (1822 - 1911) als erster Gesellschaften unterschiedlichen Ranges auf der Basis von Lebensformen. Er war der Auffassung, dass die Vegetationskunde von der Zusammensetzung des konkreten Pflanzenbestandes ausgehen sollte und stellte sein Vorgehen damit der deduktiven Methode gegenüber. Für die Vegetationsuntersuchungen sollten Probeflächen definierter Flächengröße genutzt werden. Die Erfassung der Bedeutung der einzelnen Arten erfolgte nach einer fünfstufigen Abundanzskala. Das Hauptkriterium für die Vegetationseinheiten ("vegetationslokaler") war die Homogenität. Diese wurden sowohl weiter in Untereinheiten gegliedert, als auch zu sogenannten Gruppen zusammengefasst. Für Zentralschweden unterschied VON POST sechs solcher Vegetationsgruppen (TRASS & MALMER 1973, 533).

Auch HULT (1857 - 1899) war ein Verfechter der induktiven Herangehensweise. Er lehrte an der Universität Helsinki, war jedoch schwedischer Nationalität. HULT (zitiert nach TRASS & MALMER 1973, 534) nahm bei seinen pflanzensoziologischen Untersuchungen detaillierte strukturelle Unterteilungen vor (z.B. nach Schichten). Seine Hauptvegetationseinheiten (Formationen) gründet er auf einer strikten Untersuchung der Lebensformstruktur. Er teilte diese grob in einschichtige und vielschichtige Formationen ein.

Die Methoden und Ansätze HULTS wurden Ende des 19. Jahrhunderts von seinem Schüler SERNANDER (1866 - 1944) in Schweden verbreitet. SERNANDER (zitiert nach TRASS & MALMER 1973, 534) stellte vor allem die Bedeutung kleiner Probeflächen definierter Größe heraus und führte eine prozentuale Abundanzskala ein. Seine Forschungsaktivitäten weckten das Interesse schwedischer Botaniker an der Pflanzensoziologie. Diese wurde vor allem an der Universität Uppsala vorangetrieben, wo sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts unter dem Einfluss SERNANDERS die "Uppsala-Schule" entwickelte (TRASS & MALMER 1973, 534).

FRIES (1892 - 1936) führte in seiner Monographie über die alpine und subalpine Vegetation Lapplands 1913 den Begriff der Assoziation ein. Diese wird als "ein Vegetationstyp von weitgehend gleichförmiger Physiognomie und floristischer Zusammensetzung" definiert (FRIES 1913, zitiert nach DIERBEN 1996, 14). Im Gegensatz dazu kennzeichnete sich die Formation im Sinne von HULT allein durch die physiognomische Struktur. Die Assoziationen wurden nach dem Vorschlag von NILSSON (1902) zu höheren Einheiten, sogenannten "series" zusammengefasst (TRASS & MALMER 1973, 534).

DU RIETZ (1885 - 1965) (zitiert nach TRASS & MALMER 1973, 534ff.) beeinflusste die Theorie-diskussion der Uppsala-Schule in der Folgezeit maßgeblich. In verschiedenen Publikationen wurde das Profil dieser herausgearbeitet. Kern sind folgende drei Konzepte, die u.a in der Auseinandersetzung mit der mitteleuropäischen Schule kontrovers diskutiert wurden:

- Jede Assoziation besitzt eine Anzahl Arten, die auf allen Aufnahme­flächen vorkommen. Diese konstanten Arten, die mit einer Stetigkeit von mindestens 90% auftreten, kennzeichnen die jeweilige Assoziation. Voraussetzung ist, dass die Größe der Aufnahme­fläche das Minimumareal der Assoziation überschreitet. Von der Gruppe der konstanten Arten, die den Kern der Assoziation bilden, wird die der zufälligen Begleiter abgegrenzt. Letztere sind in der Vegetationsstruktur lediglich von untergeordneter Bedeutung.
- Jede Assoziation besitzt ein für sie typisches Minimumareal, das von der Artenvielfalt und der Größe der Pflanzenindividuen abhängt. Das Minimumareal wird als die Fläche definiert, ab der bei weiterer Vergrößerung die Anzahl der konstanten Arten nicht weiter zunimmt.
- Jede Assoziation grenzt sich deutlich durch ihre jeweilige Gruppe konstanter Arten von der nächsten ab. Der Übergangsbereich zwischen zwei Assoziationen ist im Verhältnis zum Areal der jeweiligen Assoziation in der Regel nur sehr klein.

Praktisch war das auf diesen drei Säulen basierende Assoziationskonzept kaum anwendbar, so dass Assoziationen in der Regel an Hand der dominanten Arten der jeweiligen Schichten beschrieben wurden. Auch erwies sich die Kluft zwischen konstanten Arten und Begleitern als un­deutlich bzw. nicht existent. Der Assoziationsbegriff wurde daraufhin modifiziert und die Dominanz als Kriterium für die Assoziation eingeführt. Zur Abgrenzung gegenüber der Assoziation im Sinne der Braun-Blanquet-Schule wurde die Grundeinheit der Uppsala-Schule ab 1930 als Soziation bezeichnet (TRASS & MALMER 1973, 540). Die Soziation ist nach DU RIETZ (1930, zitiert nach DIERSCHKE 1994, 254) ein Bestandstyp, der in jeder Schicht eine oder mehrere charakteristische Dominanten aufweist und damit die homogenste, scharf begrenzte Grundeinheit darstellt. Die Vielzahl möglicher Schichtenkombinationen führte zu einer enormen Zahl differenzierter Soziationen. Als Kompromiss wurde die Konsoziation eingeführt, bei der nur in einer Schicht eine Dominante vorhanden sein muss. Die Subsoziation umfasst Bestände, die in zwei Schichten eine Dominante aufweisen (TRASS & MALMER 1973, 543, DIERSCHKE 1994, 255).

Eine Annäherung der Uppsala- und Braun-Blanquet-Schule erfolgte 1935 auf dem fünften Botaniker-Kongress in Amsterdam. Es wurde sich darauf verständigt, den Begriff der Soziation für solche Vegetationseinheiten zu verwenden, die sich durch dominante Arten in den verschiedenen Schichten auszeichnen, den der Assoziation für solche, die vor allem durch Charakter- und Differenzialarten im Sinne der Braun-Blanquet-Schule charakterisiert sind. Einigung erzielte man auch darüber, dass der Soziationsbegriff in Skandinavien aufgrund der verarmten Flora der geeigneteren zur Beschreibung der Pflanzenbestände sei, der der Assoziation hingegen in Mittel- und Südeuropa (TRASS & MALMER 1973, 543). Seit Ende der fünfziger Jahre verschwammen die Gegensätze beider Schulen jedoch zunehmend (DIERBEN 1996, 14).

In den frühen Phasen der Uppsala-Schule wurden nur wenige hierarchische Einheiten unterschieden (Assoziationen, Formationen, Serien). Zum Ende der zwanziger Jahre erarbeitete DU RIETZ (zitiert nach TRASS & MALMER 1973, 543f.) ein kompliziertes hierarchisches System mit der Rangfolge Soziation, Konsoziation, Assoziation, Federation, Subformation, Formation und Gesamtformation ("panformation"). Die Annahme der mitteleuropäischen Einheiten wurde mit dem Hinweis auf ihre Unvereinbarkeit mit den Soziationen der nordischen Schule abgelehnt. In der Folge musste DU RIETZ dennoch Kompromisse mit der mitteleuropäischen Schule eingehen; so wurde zunächst der Verband als nächsthöhere Rangstufe angenommen, zu der Assoziationen und Soziationen nebeneinander zusammengefasst werden sollten (zitiert nach TRASS & MALMER 1973, 543f.). Andere schwedische Autoren hielten es durchaus für möglich, die Anwendung der Soziation als niedrigere Einheit mit denen der Braun-Blanquet-Schule zu kombinieren (z.B. ALBERTSON 1950). So werden im mitteleuropäischen Assoziationssystem Dominanztypen insbesondere auf der Ebene von Untereinheiten genutzt (DIERSCHKE 1994, 256).

In neueren Arbeiten werden die Methoden der Braun-Blanquet-Schule teilweise ganz auf Skandinavien angewandt (z.B. HALLBERG 1971).

Auch wenn seit den 1950-ern die Uppsala-Schule im Prinzip als solche nicht mehr existiert und sich auch in Schweden die mitteleuropäische Schule mehr oder weniger durchgesetzt hat, weist die skandinavische Vegetationsforschung weiterhin Eigenheiten auf, die zum einen in der Uppsala-Tradition, zum anderen aber in der relativ artenarmen Flora mit zahlreichen Vegetationstypen, die eine geringe Zahl wenig spezialisierter Arten aufweisen, begründet liegen. Charakteristika nordischer Forschung sind (TRASS & MALMER 1973, 545ff.):

- das Arbeiten mit relativ kleinen Aufnahmeflächen definierter Größe (oft 1 m²)
- häufige Anwendung der Frequenzmethode, dabei wurden z.T. nur Artenlisten erstellt
- Anwendung der fünfstufigen Hult-Sernander-du Rietz-Abundanzskala
- möglichst vollständige Erfassung aller Arten einer Phytocoenose (incl. Moose, Flechten sowie einiger Makroalgen)
- detaillierte, strukturelle Beschreibung der Vegetationseinheiten
- Konzentration auf die Beschreibung von Grundeinheiten, bei der Differenzialarten sowie Dominanten eine bedeutende Rolle spielen, da Charakterarten oftmals fehlen
- räumlich sehr begrenzte Untersuchungen; beschriebene Vegetationstypen werden nur im lokalen, nicht aber regionalen bzw. überregionalen Kontext betrachtet und zu ähnlichen aus anderen Gebieten beschriebenen in Beziehung gesetzt
- Vernachlässigung der syntaxonomische Gliederung in höhere Einheiten

Verschiedene dieser Eigenheiten weisen auch die pflanzensoziologischen Arbeiten auf, die zu den Trockenrasen Ölands sowie dem schwedischen Festland vorliegen. Nicht zuletzt hieraus resultiert die Tatsache, dass ihre synsystematische Gliederung trotz intensiver Vegetationsforschung bis heute nicht geklärt ist. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über bisherige pflanzensoziologische Arbeiten zu den Trockenrasen Ölands sowie zu ähnlichen Formationen des schwedischen Festlandes gegeben werden.

3.1.2 Bedeutende pflanzensoziologische Studien zu den Trockenrasen Ölands und ähnlichen Gesellschaften des schwedischen Festlandes

Erste pflanzensoziologische Studien über die öländische Vegetation stammen von DU RIETZ (1921, 1923, zitiert nach KRAHULEC et al. 1986). Diese weisen deutliche Charakterzüge der Uppsala-Schule auf.

Eine ausführliche Beschreibung der Alvarvegetation nahm ALBERTSON (1950) vor. Dieser geht nach eigenen Angaben nach methodologischen Prinzipien der mitteleuropäischen Schule vor, verwendet jedoch u.a. einen weiter gefassten Leitarten- bzw. Charakterartenbegriff. Nach (ALBERTSON 1950, 279) "enthält der Assoziationsname am besten sowohl Leitarten als auch Dominanten, was jedoch nicht immer durchführbar ist." Unterhalb der Assoziationsebene differenziert ALBERTSON (1950) Soziationen. Außerdem unterbleibt eine hierarchische Gesellschaftsgliederung, mit der Begründung dass "eine weitgetriebene soziologische Hierarchie leicht zu Kunstprodukten führe" und sich "viele Vegetationstypen endlich nicht gut in Kategorien von höherem und niederem Rang einordnen lassen" (ALBERTSON 1950, 279).

BRAUN-BLANQUET (1963) unternahm als erster Verfechter der mitteleuropäischen Schule den Versuch, die Trockenrasenvegetation der Insel zu klassifizieren. Dabei beschrieb er einen neuen eigenständigen baltischen Verband *Helianthemo-Globularion* innerhalb der Ordnung *Festucetalia valesiaca*, denen er die öländischen Trockenrasen des Groß-Alvars zuordnete. Die Arbeit ist jedoch problematisch, da mit sehr großen Aufnahmeflächen von meist 50 m² gearbeitet wurde, die dem Homogenitätskriterium nicht gerecht werden. So umfassen diese Mosaik von verschiedener Assoziationen der Klassen *Koelerio-Corynephoretea* und *Festuco-Brometea*.

WESTHOFF et al. (1983) untersuchten vergleichend verschiedene Gesellschaften der Inseln Öland, Gotland und Stora Karlsö. Syntaxonomische Aspekte werden von den Autoren zwar angedeutet, eine Gliederung erfolgt jedoch aufgrund des geringen Aufnahmемaterials nicht.

KRAHULEC et al. (1986) heben die Bedeutung der Synsystematik für die verschiedenen Forschungsprojekte, die sich mit dem Erhalt und dem Naturschutzmanagement der Trockenrasengesellschaften Ölands befassen, hervor. Sie nehmen dies zum Ausgangspunkt ihrer soziologischen Studie der Trockenrasengesellschaften des Groß Alvars. Unter Heranziehung numerischer Verfahren wird eine vorläufige Klassifikation für die Trockenrasengesellschaften des Großen Alvars entwickelt. Insgesamt werden vier Assoziationen unterschieden.

Syntaxonomische Arbeiten zu Trockenrasengesellschaften gibt es auch aus anderen Teilen Schwedens. Bedeutende Werke stammen von ALBERTSON (1946) "Österplana hed, ett alvarområde på Kinnekulle.", ANDERSSON (1950) "The Scanian sand vegetation. A survey.", HALLBERG (1971) "Vegetation auf den Schalenablagerungen in Bohuslän, Schweden." sowie OLSSON (1974) "Studies on South Swedish Sand Vegetation.". Während ANDERSSON (1950) auf eine Zuordnung zu höheren syntaxonomischen Einheiten (Verband, Ordnung, Klasse) verzichtet, wird eine solche von den übrigen Autoren vorgenommen. Publierte soziologische Arbeiten von Gotland existieren nicht (VAN DER MAAREL, briefl.). PÄRTEL et al. (1999) beschreiben Alvarvegetation aus Estland. Bedauerlicherweise verzichten die Autoren jedoch auf eine Bearbeitung der Kryptogamen.

3.1.3 Weitere vegetationskundliche Forschungsschwerpunkte

Die öländischen Trockenrasen – insbesondere des Großen Alvars – wurden in zahlreichen Arbeiten unter weiteren Aspekten betrachtet. Bedeutende Themen im Kontext der Naturschutzdiskussion sind dabei der Einfluss der Beweidung auf die Vegetation sowie Fragen der Biodiversität. Ersterer Fragestellung geht insbesondere ROSÉN (1982) in seiner umfassenden Arbeit von "Vegetation development and sheep grazing in limestone grasslands of south Öland, Sweden" nach.

Eine Zusammenfassung verschiedener vegetationskundlicher Arbeiten, die auf dem Großen öländischen Alvar durchgeführt wurden, liefert das Heft 76 (1988) der *Acta Phytogeographica Suecica*. Hierin werden ökologische, soziologische, taxonomische, reproduktionsbiologische Aspekte sowie solche, die die Artenvielfalt betreffen, von verschiedenen Autoren aufgegriffen.

Neuere Arbeiten widmen sich Zusammenhängen und Mustern der Biodiversität der Trockenrasen des Großen Alvars – z.B. HUBER (1994, 1999), VAN DER MAAREL (1993), VAN DER MAAREL & SYKES (1993). Diskutierte Konzepte sind u.a. das des Karussellmodells sowie das des Artenpools.

AMMAR (1978) untersucht die Zusammenhänge zwischen Vegetationszusammensetzung sowie lokalen Umweltbedingungen auf öländischen Strandwällen. Vegetationsgeschichtliche Arbeiten stammen von KÖNIGSSON (1968) und ALM KÜBLER (2001).

3.2 Eigene Methoden

3.2.1 Untersuchungsflächen

Entsprechend der Zielstellung der Arbeit, alle im Untersuchungsgebiet (zur Abgrenzung des Untersuchungsgebietes siehe Kap. 2.1) vorkommenden Trockenrasentypen zu erfassen, zu charakterisieren und hinsichtlich ihrer Artenvielfalt zu vergleichen, wurden die Probeflächen unter folgenden Gesichtspunkten ausgewählt:

- Erfassung aller im Gelände zu unterscheidenden Trockenrasentypen
- Verteilung der Aufnahmeflächen über das gesamte Untersuchungsgebiet; dabei sollten insbesondere alle dort vorkommenden geologischen Formationen und die verschiedenen Naturregionen der Insel repräsentiert sein (vgl. Kap. 2.5)
- Aufnahme unterschiedlich (intensiv) genutzter Flächen
- Untersuchung von Beständen verschieden großer Trockenrasengebiete
- Erfassung von Flächen sowohl im Zentrum als auch am Rande des Großen Alvars

Als Hilfsmittel wurden die topographische Karte 1:50.000, eine geologische Karte des Gebietes sowie eine Vegetationskarte des südlichen Teils der Insel herangezogen. Zusätzlich wurden die Verbreitungsangaben der Pflanzensippen in "Ölands kärlväxtflora" von STERNER (1986) genutzt.

Aufnahmen, die vom Großen Alvar stammen, wurden mit A bezeichnet, diejenigen, die im Bereich des östlichen Küstenstreifen liegen, mit B (Sandgebiete um Bläsinge und Gårdby,) und E (küstennahe Wiesen bei Stenåsa, kleinere Alvargebiete), Aufnahmen im Übergangsbereich zu Zentralöland mit D, solche vom westlichen Landborg mit C und von der Westküste mit F. Mit AB (Biodiversitätsuntersuchungen) sowie T (Transekt)⁵ gekennzeichnete Aufnahmen wurden ebenfalls auf dem Großen Alvar durchgeführt.

Die Koordinaten aller Aufnahmeflächen wurden mit Hilfe eines GPS erfasst (Global Positioning System; Modell eTrex summit der Firma Garmin; 5 m Genauigkeit). Sie sind im Anhang 2 der Arbeit tabellarisch aufgeführt.

3.2.2 Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten mit der kombinierten Abundanz-Dominanz-Schätzskala von Braun-Blanquet in der modifizierten Fassung von WILMANN (1993). Bei der numerischen Interpretation wurde bei den Symbolen 2m - 5 jeweils mit den Mittelwerten der Abundanzspannen gerechnet. Für r und + wurde eine Deckung von 0,5%, für 1 von 1% festgesetzt. Bei der Erstellung der Lebensformspektren erfolgte eine nach Lebensformtypen differenzierte Umrechnung.

Symbol	Individuenzahl	Deckung [%]	numerische Interpretation
r	1	< 5	0,5
+	1-5	< 5	0,5
1	6-50	< 5	1
2m	>50	<5	2,5
2a	beliebig	5-15	10
2b	beliebig	15-25	20
3	beliebig	25-50	37,5
4	beliebig	50-75	67,5
5	beliebig	75-100	87,5

⁵ Auf die Auswertung und Darstellung des Transektes wird im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

Die Aufnahmen wurden im Zeitraum vom 20.05. - 31.07.2001 angefertigt. Gewisse saisonale Verschiebungen der erkennbaren Arten und Dominanzstrukturen im Laufe des Sommers sind daher anzunehmen. Während die abgestorbenen Reste einjähriger Therophyten auch im Juli noch zu finden waren, dürften in den frühen Aufnahmen einige Sommerannuelle fehlen, so z.B. *Euphrasia stricta*. Die Durchführung zweier Aufnahmedurchgänge, wie DIERSCHKE (1994, 149) für lückige Trockenrasen empfiehlt, war jedoch praktisch nicht möglich. Geringfügige Schwankungen der (ohnehin subjektiv geschätzten) Abundanzverhältnisse sollten zudem wenig problematisch sein, da diese bei den Stetigkeitsberechnungen nicht berücksichtigt wurden. Der Literaturvergleich deutet darauf hin, dass Therophyten im Sommer 2001 insgesamt unterrepräsentiert gewesen sind.

Die Aufnahmeflächen wurden einheitlich 4 m² groß gewählt. Dies erlaubt den Vergleich der Artenzahlen aller vorgefundenen Trockenrasentypen untereinander. DIERBEN (1990, 22) empfiehlt für Trockenrasen eine Aufnahmefläche von 10 - 50m², für Sandtrockenrasen und Therophytenfluren hingegen von nur 1 - 5 m². Für reine Kryptogamengesellschaften werden Flächen von 0,1 - 1 m² Größe vorgeschlagen. Da sich die untersuchten Vegetationstypen strukturell deutlich unterscheiden – dichte, hochwüchsige Halbtrockenrasen bis hin zu lückigen, kryptogamendominierten Felsgrusfluren – erschien eine mittlere Aufnahmeflächengröße sinnvoll. Eine vollständige Erfassung der Arten der Felsgrusgesellschaften wäre auf größeren Flächen mit vertretbarem Zeitaufwand kaum möglich gewesen. Neuere Untersuchungen (z.B. KAMMER 1997, zitiert nach DENGLER & BERG 2002, 27) zeigen zudem, dass das Minimumareal einer Gesellschaft nicht existent ist. Es wird daher für unproblematisch gehalten, wenn bei den Halbtrockenrasen die am postulierten Minimumareal der Pflanzengesellschaft orientierte Aufnahmeflächengröße unterschritten wird. Interessanterweise lässt sich aus den Ergebnissen der Artenzahl-Areal-Untersuchungen nicht erkennen, dass sich die Artenzahl der lückigen Felsgrusfluren früher einem "Sättigungswert" nähert als dies bei den Halbtrockenrasen der Fall ist (s. Kap. 4.2.3).

Bei der Aufnahme der extrem kryptogamenreichen Gesellschaften der Felsgrusfluren stellte sich die Frage, wie eine möglichst vollständige Erfassung der Moose und Flechten möglich ist, die zugleich einen Vergleich der Artenzahlen zulässt. Da eine sichere Ansprache eines Großteils der winzigen akrokarpn Moose sowie der Erdkrustenflechten im Gelände nicht möglich war, wurde auf den betreffenden Aufnahmeflächen jeweils eine reichliche Mischprobe an verschiedenen Stellen gesammelt. Dabei wurden alle Arten – einschließlich der Gesteinsmoose, -strauchflechten und -blattflechten – mit Ausnahme der epilithischen Krustenflechten berücksichtigt.

Zusätzlich wurden – sofern möglich – folgende Geländeparameter erfasst:

- Gesamtdeckung, Deckung der Feld-, Moos- sowie Flechtenschicht [%]
- durchschnittliche sowie maximale Wuchshöhe [cm]
- Geländeform, Exposition, Hangneigung [%] (geschätzt)
- Geomorphologie (sofern im Gelände ersichtlich, sonst Ermittlung unter zu Hilfenahme der geologischen Karte des Gebietes)
- Bodentiefgründigkeit [cm] (Ermittlung mittels spitzem Eisenstab von 60 cm Länge; dabei ist anzumerken, dass es auf den Moränenflächen teilweise Probleme bereitere, die Tiefgründigkeit zu ermitteln, da es in Folge von Bodenverdichtung, Steinen im Untergrund usw. nicht möglich war, den Stab weiter in den Boden zu rammen)
- Skelett (Schätzung in Vol.% nach SCHLICHTING et al. 1995, 42)
- Gesteinsanteil [%], Gesteinsform (bei der Schätzung des Gesteinsanteils werden neben Gesteinsplatten alle Steine mit einem Durchmesser von mindestens 63 mm berücksichtigt (vgl. Definition "Stein" der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994))

- Mikrorelief [cm] (Unebenheiten der Bodenoberfläche wie z.B. Huckel, Rillen, Geländestufen bei Hanglage wurden mit Hilfe eines Zollstockes ausgemessen; zur statistischen Auswertung wurde mit den mittleren Höhenunterschieden gerechnet)
- Nutzung

Die im Tabellenkopf für die Geländeparameter verwendeten Abkürzungen sind unter 3.2.3.7 aufgelistet.

3.2.3 Syntaxonomie

Die Klassifizierung der dokumentierten Pflanzenbestände basiert auf der Braun-Blanquet-Methode (Zürich-Montpellier-Schule). Wie z.B. DENGLER (1997, 253) sowie DENGLER & BERG (2002, 19f.) ausführen, enthält das zentrale Bezugswerk von Braun-Blanquet (1964) jedoch keine in sich geschlossene Methodik, was zu einer Vielfalt methodischer Herangehensweisen geführt hat, die in der Literatur zumeist nur unzureichend bzw. gar nicht dokumentiert sind. Einen Überblick aktueller Weiterentwicklungen, die oft einzelne Aspekte des Basiskonzeptes betreffen, gibt DIERSCHKE (1994, 272ff.). Eine Integration verschiedener konzeptioneller Überlegungen – insbesondere derjenigen von BERGMEIER et al. (1990), die von DENGLER (1994, 1997) verfeinert wurden – nehmen DENGLER & BERG (2002) mit dem Ziel vor, zu einer handhabbaren widerspruchsfreien Gesamtmethodik zu gelangen. Diese wurde im Rahmen des Projektes “Rote Liste der Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns” (vgl. BERG et al. 2001) entwickelt und erprobt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird dem Konzept im Kern gefolgt. Seine Grundzüge werden – mit einigen Modifikationen – im Folgenden vorgestellt.

3.2.3.1 Charakter- und Differenzialarten

Grundbaustein der Zürich-Montpellier-Schule bilden Charakter- sowie Differenzialarten. Alle Haupttrangstufen (mit Ausnahme von Zentralsyntaxa, s. 3.2.3.3) des hierarchischen Klassifikationssystems sind durch Charakterarten festgelegt (DIERSCHKE 1994, 294). An klaren, operationalen Kriterien der Charakter- und Differenzialeigenschaft fehlt es in der Literatur hingegen oft. Vielfach wird das komplexe, wenig operationale Schema zur Bestimmung der Gesellschaftstreu nach SZAFFER & PAWLOWSKI 1927 mit den Modifikationen von BRAUN-BLANQUET (1964) angeführt (s. hierzu DIERSCHKE 1994, 276f.). Ebenfalls schwer handhabbar ist der auf einem komplizierten Rechenverfahren basierende “modified total cover value ratio (TC’R)” von BARKMAN (1989b), zu dessen Ermittlung die Größen Stetigkeit, Abundanz, Dominanz und Vitalität notwendig sind. Letzterer Parameter ist im verfügbaren Aufnahmematerial nur selten angegeben (DIERSCHKE 1994, 277). DENGLER & BERG (2002) ziehen es vor – wie erstmals von BERGMEIER et al. (1990) vorgeschlagen – allein die Stetigkeit als objektiv ermittelbares Kriterium zu nutzen. Während nach BERGMEIER et al. (1990) eine Sippe als Differenzialart eines Syntaxons gegenüber einem anderen bzw. mehreren gleichen Ranges gilt, wenn diese im abzugrenzenden Syntaxon mindestens zwei Stetigkeitsklassen häufiger und mindestens doppelt so häufig auftritt wie in den Vergleichstaxa, reduzieren DENGLER & BERG (2002) das Differenzialartenkriterium – DENGLER (1994, 1997) folgend – auf letztere Forderung. Damit wird dieses noch weiter vereinfacht, zumal die Bezugnahme auf Stetigkeitsklassen insofern problematisch ist, als dass sich die Stetigkeitsanforderungen an den Klassengrenzen sprunghaft ändern (DENGLER & BERG 2002, 24). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird das Differenzialartenkriterium etwas strenger gefasst, damit zufällige Artvorkommen innerhalb des vergleichsweise kleinen Datensatzes nicht zu stark ins Gewicht fallen. Zusätzlich zu einer doppelten Stetigkeit wird eine absolute Stetigkeit von mindestens 20% sowie mindestens zwei Artvorkommen in den Aufnahmen des Syntaxons gefordert.

Differenzialarten werden auf allen Hauptrangstufen (Assoziation, Verband, Ordnung, Klasse) ebenso wie auf den Nebenrangstufen zur Abgrenzung von Syntaxa gleicher Hierarchiestufe eingesetzt. Die Stetigkeitsberechnungen für höhere Syntaxa (oberhalb der Assoziation) erfolgen als arithmetisches Mittel der Stetigkeiten in den zugehörigen Assoziationen. Eine Berechnung auf Basis der Einzelaufnahmen wird aufgrund der unterschiedlich guten Dokumentation der Assoziationen – die deren Häufigkeit i.A. in der Natur in keiner Weise widerspiegelt – abgelehnt (DENGLER & BERG 2002, 24f.). In der vorliegenden Arbeit werden für die Stetigkeitsberechnungen auf Assoziationsebene die Einzelaufnahmen verwendet, nicht jedoch die Stetigkeiten der Untereinheiten. Hierfür spricht zum einen, dass sich die Untereinheiten in der Regel erst induktiv ausscheiden lassen und ihre Dokumentation im Aufnahmematerial in etwa der tatsächlichen Häufigkeit entsprechen sollte. Zum anderen gilt die Assoziation als Grundeinheit des klassifikatorischen Systems, wohingegen Untereinheiten oft weniger eindeutig und allgemein gültig festlegbar sind (vgl. DIERSCHKE 1994, 303). Außerdem fehlt es an einer konsistenten Methodik, wie diese auszuschneiden oder gar nomenklatorisch zu behandeln sind (s. Kap. 3.2.3.4).

Charakterarten stellen einen Sonderfall der Differenzialarten dar (DIERSCHKE 1994, 275). Eine Charakterart eines Syntaxons ist eine Sippe, die gegenüber allen anderen Syntaxa gleichen Ranges das Differenzialartenkriterium erfüllt (vgl. BERGMIEIER et al. 1990, 96). Als transgressive Charakterarten werden solche bezeichnet, die zugleich in einem übergeordneten Syntaxon Charakterarten sind. Dabei müssen diese auch dann in dem Syntaxon mit einer Stetigkeit vorkommen, die höher ist als in allen anderen Syntaxa gleicher Stufe, wenn die Assoziation, in der die Art Charakterart ist, bei der Berechnung der Stetigkeit nicht berücksichtigt wird. Damit sollen "rechnerische Artefakte" vermieden werden (DENGLER 1997, 254).

Aufgrund der Schwierigkeit Charakterarten zu finden, greifen DENGLER & BERG (2002) die Vorschläge von BERGMIEIER et al. (1990) und DIERSCHKE (1994) auf, die Gültigkeit von Charakterarten sowohl geographisch-taxonomisch, als auch nach Strukturtypen zu begrenzen. Ersteres erweist sich bei der Ausscheidung von Assoziationen auf Öland in Folge der isolierten Vorkommen süd- und südöstlicher Arten als sinnvoll. Die strukturtypenbezogene Klassifikation, bei der Gehölzvegetation, Krautvegetation (incl. Zwergsträuchern) und Kryptogamenvegetation in eigenständigen Gesellschaftssystemen erfasst werden, ermöglicht es z.B. Sippen parallel als Charakterarten im Offenland sowie im Wald zu nutzen. Auch findet damit die seit langem von Bryologen und Lichenologen durchgeführte, eigenständige Erfassung von Kryptogamengesellschaften ihre Berechtigung (DIERSCHKE 1994, 345).

3.2.3.2 Grenzziehung zwischen Gefäßpflanzen- und reinen Kryptogamengesellschaften

Methodisch nicht geklärt ist jedoch, wie eine operationale Grenzziehung zwischen Kraut- und Kryptogamenklassen vorgenommen werden kann (DENGLER & BERG 2002, 43). DIERSCHKE (1994, 345) definiert beide nur recht vage. Danach sind Gefäßpflanzengesellschaften "Bestände/Gesellschaften, die durch Schichten vorwiegend niedrigwüchsiger Lebensformen von Gefäßpflanzen (Chamaephyten, Hemikryptophyten, Geophyten, Therophyten) bestimmt werden", Kryptogamengesellschaften "Bestände und Gesellschaften, die durch sehr niedrigwüchsige Kryptogamen bestimmt werden (fast oder ganz ohne Gefäßpflanzen)".

Bei der Sichtung der Literatur fällt auf, dass es zahlreiche Vegetationstypen gibt, die in das System der Gefäßpflanzengesellschaften eingereiht werden, in denen die Kryptogamenschicht reichlich ausgebildet und wesentlich am Bestandsaufbau beteiligt ist. Andersherum scheinen in den Kryptogamengesellschaften keine Gefäßpflanzen aufzutreten. DIERSCHKE (1994, 337) weist jedoch zu Recht darauf hin, dass diese vermutlich gelegentlich oder gar stetig auftreten, jedoch von den Bearbeitern nicht erfasst wurden.

DENGLER & BERG (2002, 28) merken an, dass es u.a. eine Frage des Maßstabes ist, ob eine Gesellschaft als Gefäßpflanzen- oder aber reine Kryptogamengesellschaft betrachtet wird. So ist die Klasse "Ceratodonto-Polytrichetea piliferi Mohan 1978 weitgehend mit der der Koelerio-Corynephoretea identisch – bloß dass die Aufnahmeflächen so klein gewählt wurden, dass in ihnen keine Gefäßpflanzen mehr auftreten" (DENGLER & BERG 2002, 20).

Bei der Klassifikation von Kryptogamengesellschaften besteht zudem ein schwerwiegendes methodisches Problem. So wird zwischen abhängigen Kryptogamenbeständen (hier differenziert DIERSCHKE (1994, 132ff.) noch unabhängige Mikrogesellschaften und "echte" Synusien) und ganz selbständigen Kryptogamengesellschaften unterschieden. Nur letztere sollten nach Auffassung verschiedener Autoren (z.B. DENGLER & BERG 2002, 28, HOBOMH 1998, 57f.) nach dem Braun-Blanquet-System gegliedert werden. Während Synusien und unabhängige Kryptogamengesellschaften anfangs in getrennten Systemen behandelt wurden, wurde dies aufgrund der schwierigen Grenzziehung zwischen beiden Kategorien wieder aufgegeben (FRAHM 2001, 178). Bestehende Gliederungsansätze von Kryptogamengesellschaften sind somit problematisch, da sie unabhängige Kryptogamengesellschaften und Synusien ohne Unterscheidung integrieren. Demgegenüber ist das System bei den Gefäßpflanzengesellschaften relativ gut ausgereift, so dass hier die Auffassung vertreten wird, dass die Grenzziehung zwischen Gefäßpflanzen- und Kryptogamengesellschaften recht stringent erfolgen sollte. Dann können Vegetationstypen, die mit guter Begründung ihren Platz innerhalb des "klassischen" soziologischen Systems gefunden haben, auch dort belassen werden und müssen nicht in ein System, das "auf wackeligen Füßen steht", umgruppiert werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde daher folgende Grenzziehung vorgenommen: Besitzen die Gefäßpflanzensippen in den 4 m² großen Aufnahmeflächen zusammen eine Deckung von mindestens 5% oder aber zählen sie insgesamt 50 Individuen (2m), werden die Bestände als "Gefäßpflanzengesellschaften" aufgefasst und die Kryptogamen als einen Teil dieser betrachtet.

3.2.3.3 Zentralsyntaxon-Konzept

Ein häufig angeführter Kritikpunkt am Braun-Blanquet-System ist, dass sich dieses nur auf Vegetationstypen mit Charakterarten anwenden lasse (DIERSCHKE 1994, 322). Hiermit wurde letztlich auch das Nebeneinander der Zürich-Montpellier- sowie der Uppsala-Schule auf dem fünften Botaniker-Kongress in Amsterdam 1935 (vgl. Kap. 3.1.1) gerechtfertigt. Angesichts der verschiedenen Versuche renommierter Pflanzensoziologen (z.B. BRAUN-BLANQUET 1963), die südschwedischen – insbesondere die öländischen – Trockenrasengesellschaften (aber auch andere Vegetationstypen) nach der Braun-Blanquet-Methode zu klassifizieren, die jedoch bis heute noch nicht zu einer abschließenden, überzeugenden Lösung geführt haben, stellt sich die Frage, ob dieses überhaupt möglich und sinnvoll ist. Die Problematik der Zuordnung südschandinavischer Vegetationstypen zu Verbänden des mitteleuropäischen Gesellschaftssystems wird von DIEKMANN (1997) erörtert. Auch zahlreichen mitteleuropäischen Vegetationstypen fehlen eigene Assoziationscharakterarten. Dennoch sollte das Kennartenprinzip in seinem Kern nicht aufgegeben werden, da dies zu einer erheblichen Vermehrung der Syntaxa auf unterer Ebene führen würde. Einen Ausweg stellen die deduktive Methode nach KOPECKÝ & HEJNÝ (1971, 1978, 1992) sowie das Zentralsyntaxon-Konzept von DIERSCHKE (1981, 1994) dar, die das Charakterartenkonzept ergänzen bzw. in Teilen modifizieren, um die Fassung kennartenloser Gesellschaften zu ermöglichen. Wie DENGLER & BERG (2002, 33f.) ausführen, besitzt die deduktive Methode gewichtige Nachteile (s. auch DIERSCHKE 1994, 325), die insbesondere in Südschandinavien zum Tragen kommen, und verfolgen daher das Zentralsyntaxonkonzept. Mitunter ist die deduktive Methode in Südschandinavien allein deshalb schon nicht anwendbar, da eine wesentliche Grundvoraussetzung nicht erfüllt ist. So lässt sich diese nur in Gebieten, deren Vegetation schon

hinreichend induktiv nach der Braun-Blanquet-Methode bearbeitet wurde, anwenden (KOPEKÝ 1992, 14). Während dies für Mitteleuropa zutreffen mag, kann in Südkandinavien nicht hiervon ausgegangen werden. Dass eine 1:1-Übertragung der mitteleuropäischen Ergebnisse aufgrund der abweichenden klimatischen Verhältnisse nicht ohne weiteres möglich ist, zeigt u.a. DIEKMANN (1997).

DIERSCHKE (1994, 324) unterscheidet zwischen Zentral- und Marginalassoziationen. Während erstere in weiten Bereichen des Verbandes vorkommen – quasi im Zentrum des Verbandes liegen – handelt es sich bei letzteren um Vegetationstypen in Randbereichen des Verbandsareals. DENGLER & BERG (2002, 34) verzichten auf eine solche Trennung und sprechen allgemein von Zentralsyntaxa – und weiten diesen Begriff – wie von MÜLLER (in OBERDORFER 1983, zitiert nach DENGLER & BERG 2002, 34) vorgeschlagen – auf alle syntaxonomischen Ebenen aus. Sie definieren den Begriff des Zentralsyntaxons wie folgt: “Je übergeordnetem Syntaxon kann es ein Zentralsyntaxon der nächstunteren Hierarchieebene geben, das klassifikatorisch klar zu ersterem gehört, nicht aber oder nur ungenügend durch Charakterarten seiner eigenen Rangstufe gekennzeichnet ist.” (DENGLER & BERG 2002, 34).

Das Zentralsyntaxonkonzept bietet die Möglichkeit, die Klassifikationsproblematik – insbesondere die Zuordnung auf Verbandsebene (vgl. DIEKMANN 1997) – südkandinavischer Vegetationstypen zumindest in Teilen zu lösen. So stellt die Aufstellung eines Zentralverbandes *Gentianello amarellae-Avenulion pratensis* Royer 1991 nom. inval. (s. Kap. 4.1.3) innerhalb der *Brometalia erecti* Koch 1926 eine adäquate Lösung der kontroversen Diskussion um die Stellung der südschwedischen Kalkhalbtrockenrasen dar, die der Eigenart und Bedeutung dieser gerecht wird. Nach der deduktiven Methode müssten diese hingegen als Fragmente mitteleuropäischer Assoziationen betrachtet werden, was indirekt eine z.B. aus Naturschutzsicht geringere Wertigkeit dieser implizieren würde.

3.2.3.4 Syntaxa

Gemäß dem Internationalen Code der Pflanzensoziologischen Nomenklatur (WEBER et al. 2000, im Folgenden als ICPN abgekürzt) sind Syntaxa “abstrakte, nach floristisch-soziologischen Kriterien definierte Vegetationseinheiten irgendeiner Rangstufe, die in ein hierarchisches System einfügbar sind” (eigene Übersetzung nach WEBER et al. 2000, 743). Die Kriterien legen DENGLER & BERG (2002) folgendermaßen fest: “Jedes Syntaxon der Haupt- und Nebenrangstufen von der Assoziation an aufwärts wird entweder durch eigene Charakterarten gegenüber allen gleichrangigen desselben Strukturtyps charakterisiert oder ist das Zentralsyntaxon im nächstübergeordneten System.” (DENGLER & BERG 2002, 37). Anders als BERGMEIER et al. (1990), die lediglich für die Hauptrangstufen Assoziation, Verband, Ordnung und Klasse fordern, dass diese sich durch eigene Charakterarten kennzeichnen, muss dies bei Verfolgung des Zentralsyntaxonkonzeptes auch für die Nebenrangstufen oberhalb der Assoziation (Unterverband, -ordnung, -klasse) gelten, “da sonst die zahlenmäßige Begrenzung der ausschließlich negativ gekennzeichneten Zentralsyntaxa ausgehebelt werden könnte” (DENGLER & BERG 2002, 37).

Die Assoziation stellt die Grundeinheit des Klassifikationssystems dar. Sofern es sich nicht um die Zentralassoziation eines Verbandes handelt, muss diese mindestens eine Charakterart besitzen. Wie DENGLER & BERG (2002) anmerken, sollte die Assoziation zusätzlich gut durch eine Differenzialartengruppe abgegrenzt sein. Da die Assoziationskennarten in der Regel keine 100%-tige Stetigkeit erreichen, nennen die Autoren als Minimumkriterium für die Aufstellung einer Assoziation, die nicht Zentralassoziation ist, dass sich die Stetigkeiten der Assoziationscharakterarten und die halbierten Stetigkeiten der Assoziationsdifferenzialarten auf mindestens 100% aufsummieren müssen. Dem wird auch im Rahmen dieser Arbeit gefolgt.

Die Assoziation lässt sich nicht weiter in Einheiten mit eigenen Charakterarten unterteilen. Daraus folgt, dass für die Nebenrangstufen unterhalb des Assoziationsniveaus lediglich das Vorhandensein von Differenzialarten notwendig ist. Da es für die syntaxonomische Gliederung unterhalb des Assoziationsniveaus bislang keine konsistente Methodik gibt, wird im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung der weniger formelle Ausdruck “Ausbildung” benutzt, nicht jedoch der der “Subassoziation”, da dieser Begriff eine hierarchische, lineare Gliederung (s. DIERSCHKE 1994, 303) suggeriert und den Regeln des ICPN unterliegt. Eine solche kann es aber angesichts der Vieldimensionalität möglicher Gliederungsansätze (z.B. arealgeographische, syndynamische, standörtliche) unterhalb des Assoziationsniveaus nicht geben bzw. es ist immer eine sehr stark subjektive Entscheidung, welchem Faktor die höchste, welchem eine nachgeordnete Rolle zugesprochen wird. Bei weiterer Unterteilung wird von “Varianten” gesprochen.

3.2.3.5 Diagnostische Artenkombination

Der Beschreibung der Assoziationen bzw. informellen Gesellschaften ist jeweils die diagnostische Artenkombination vorangestellt, wie sie von MUCINA et al. (1993, 26) für die Abgrenzung und Identifikation von Syntaxa im Gelände befürwortet wird. Hierunter werden neben Charakter- und Differenzialarten auch alle konstanten Begleiter mit einer Stetigkeit der Klassen IV-V verstanden, in seltenen Fällen auch von III. DENGLER & BERG (2002, 41) folgend werden hierzu einheitlich alle Sippen gezählt, die mit einer Stetigkeit von mindestens 40% (Klassen III-V) auftreten, zuzüglich der Assoziationscharakterarten mit geringerer Stetigkeit. Die Auflistung erfolgt in alphabetischer Reihenfolge getrennt nach Gefäßpflanzen- und Kryptogamensippen.

3.2.3.6 Nomenklatur der Pflanzengesellschaften, Bezugswerke, lokale Eigenheiten

An pflanzensoziologischen Übersichtswerken wie sie z.B. für Deutschland insgesamt mit POTT (1995) zur Verfügung stehen, mangelt es für Südschweden (bzw. Skandinavien generell) bislang. Einen umfassenden Überblick der Vegetation Nordeuropas bietet DIERBEN (1996). Die syntaxonomische Gliederung der Klassen Festuco-Brometea und Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & Novák 1941 fußt jedoch in Folge des geringen, verfügbaren Datenmaterials auf relativ wenigen, lokalen bzw. regionalen Einzelarbeiten und muss daher als vorläufig bzw. unvollständig betrachtet werden.

Als zentrales Bezugswerk wurde daher der jüngst erschienene Tabellenband der “Roten Liste der Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns” (BERG et al. 2001) gewählt. Dieses basiert auf über 50.000 Einzelaufnahmen, die einheitlich nach der gleichen Methodik, wie sie dieser Diplomarbeit zu Grunde liegt, ausgewertet wurden. Auch ist Nordostdeutschland das Gebiet Deutschlands, das den klimatischen Gegebenheiten Ölands mit seinem kontinentalen Einschlag am nächsten kommt. Insbesondere die Tabellen der höheren Syntaxa erwiesen sich bei der Zuordnung der Vegetationstypen auf höherer Ebene (insbesondere bei der fraglichen Verbandszuordnung) als hilfreich. Die Gliederung der beiden Trockenrasenklassen beruht auf dem von DENGLER (2001a, b) vorgelegten Konzept. Soweit diese die Verhältnisse auf Öland adäquat abbildet, wird dieser gefolgt und die dortige Nomenklatur – auch wenn es sich um z.T. noch nicht gültige Namen handelt – verwendet.⁶ In Einzelfällen wird hiervon abgewichen, sofern es einen anderen, derzeit gültigen Namen gibt (z.B. *Brometalia erecti* Koch 1926, *Festuco-Sedetalia acris* Tx. 1951).

⁶ DENGLER (mündl.) plant eine Validierung im Rahmen seiner kurz vor dem Abschluss stehenden Dissertation. Abweichend von der dort vorgeschlagenen Benennung muss der Verband *Plantagini lanceolatae-Festucion brevipilae* Passarge 1964 – wie neuere Recherchen von DENGLER (mündl.) ergaben – als *Armerion elongatae* Pötsch 1962 bezeichnet werden.

Für Benennung der Assoziationen wurden von DENGLER Vorabzüge des nomenklatorischen Teils seiner Dissertation zur Verfügung gestellt, da in dem Tabellenband keine Autorzitate vorhanden sind.

Bei den Gesellschaften der Kalkhalbtrockenrasen sowie insbesondere der Felsgrusfluren sind auf Öland viele anzutreffen, die in Nordostdeutschland nicht vorkommen. Hier wird vor allem auf die regionalen Arbeiten von ALBERTSON (1946, 1950), HALLBERG (1971) sowie KRAHULEC et al. (1986) Bezug genommen. Sofern die dort beschriebenen Vegetationstypen den im Rahmen der durchgeführten Untersuchung erfassten entsprechen, werden die darin vorgeschlagenen Bezeichnungen verwendet. Diese stimmen in der Regel mit denen bei DIERBEN (1996) überein, sind jedoch ebenfalls nicht offiziell gültig. Vegetationstypen für die in der Literatur kein Pendant gefunden wurde, werden formlos als Gesellschaften bezeichnet. Ob diese Assoziationsrang besitzen, wird diskutiert, lässt sich aber im Rahmen dieser lokal beschränkten Arbeit nicht endgültig entscheiden. Bei der erstmaligen Nennung von Syntaxa im Text, wird das Autorzitat angefügt. Im Folgenden wird darauf – mit Ausnahme der Gesamtübersicht – verzichtet.

Bei Vegetationstypen, die deduktiv in das bestehende Gliederungssystem eingereiht werden, werden auf höherer syntaxonomischer Ebene auch solche Differenzialarten geführt, die innerhalb des vorliegenden Datensatzes das Differenzialartenkriterium (s. Kap. 3.2.3.1) nicht erfüllen, sofern sie diesem im Bezugswerk gerecht werden. Dies trifft jedoch nicht für Sippen zu, die – auch wenn sie im Bezugswerk als solche gelten – auf Öland ganz offensichtlich nicht als Differenzialarten bzw. Charakterarten genutzt werden können, wie beispielsweise *Festuca ovina*. Arten, die innerhalb des vorliegenden Datensatzes als Differenzialarten gelten, in der Literatur jedoch nicht genannt werden, erhalten die Bezeichnung “lokale Differenzialarten”. Inwieweit diese möglicherweise regional oder auch überregional in Südkandinavien Gültigkeit besitzen, lässt sich derzeit nicht sagen.

3.2.3.7 Vegetationstabellen

Die Bearbeitung der Vegetationstabellen erfolgte mit dem Programm SORT 4.0 (ACKERMANN & DURKA 1998). Die Einzelaufnahmen sind getrennt nach den Gesellschaften der Festuco-Brometea (Tabelle C), Koelerio-Corynepherea (Tabelle B) sowie Sedo-Scleranthenea (Tabelle A) in drei Einzeltabellen (s. Beilage) aufgelistet. Rechts neben dem wissenschaftlichen Artnamen ist die Gesamtstetigkeit der betreffenden Art innerhalb des dargestellten Aufnahmesets dargestellt. Am rechten Rand der Tabellen sind die Assoziationsstetigkeiten der Sippen, daneben ggf. auch die der jeweiligen Untereinheiten aufgeführt. Aus Platzgründen wurden die Symbole “2m, 2a, 2b” durch “m, A, B” ersetzt. Des Weiteren wurde eine Gesamtstetigkeitstabelle aller Gesellschaften erstellt (Tabelle D). In ihr sind jeweils auch die Stetigkeiten der Sippen in den drei Klassen bzw. Unterklassen angeben (berechnet auf der Basis der Assoziationsstetigkeiten). Arten, die innerhalb des Untersuchungsgebietes als Differenzialarten dieser gelten können, sind jeweils mit Kästen gekennzeichnet. Die Tabelle wurde um Arten mit einer Gesamtstetigkeit < 5% gekürzt, sofern sie keinen diagnostischen Wert besitzen. Die Stetigkeiten sind direkt angegeben; auf eine Darstellung in Form von Stetigkeitsklassen wird verzichtet, da dies zwar für mehr Übersichtlichkeit sorgt, jedoch mit einem erheblichen Informationsverlust verbunden ist.

Aus Platzgründen werden in den Tabellen- sowie Diagrammdarstellungen Kürzel für die einzelnen Trockenrasenvegetationstypen sowie ihre Untereinheiten verwendet. Diese sind der Gesamtübersicht der Vegetationstypen in Kapitel 4.1.1 zu entnehmen. Der erste Großbuchstabe steht für die jeweilige Klasse bzw. Unterklasse und entspricht der Tabellenbezeichnung. Die folgende Ziffer gibt die laufende Nummer der Gesellschaft innerhalb der (Unter-)Klasse an. Der nächste Kleinbuchstabe steht für die jeweilige Ausbildung. Varianten werden durch einen Punkt getrennt durch wiederum eine Zahl gekennzeichnet.

Differenzialarten höheren syntaxonomischen Ranges sind mit gestrichelten Kästen umrandet, solche auf Assoziations- bzw. Gesellschaftsebene mit gepunkteten, Sippen, die Untereinheiten dieser abgrenzen, mit schmalen Linien. Charakterarten aller Hierarchiestufen erhalten einen Rahmen mit durchgezogener schwarzer Linie (zu den Kriterien s. Kap 3.2.3.1). Folgende Abkürzungen finden innerhalb der Tabellen, aber auch der Gesamtübersicht der Vegetationstypen, Verwendung:

a) vegetationskundliche Abkürzungen:

A, ZA	Assoziation, Zentralassoziation
V, ZV	Verband, Zentralverband
O, ZO	Ordnung, Zentralordnung
K, UK	Klasse, Unterklasse
AC, VC, OC, KC	Assoziations-, Verbands-, Ordnungs- bzw. Klassencharakterart
AD, VD, OD, KD	Assoziations-, Verbands-, Ordnungs-, bzw. Klassendifferenzialart
d	Differenzialart einer Ausbildung bzw. Variante
D lok.	lokale Differenzialart (innerhalb des vorliegenden Datensatzes)

b) Abkürzungen, Symbole für die Geländeparameter im Tabellenkopf

• Nutzung:

P	Beweidung durch Pferde
R	Beweidung durch Rinder
S	Beweidung durch Schafe
M	(Pflege-)Mahd
AB	Ackerbrache
T	Tritt durch Touristen
St	Straßenrand
O	ohne ersichtliche Nutzung

• Geländeform:

E	Ebene
H	Hang
K	Kulminationsbereich
T	Tiefenbereich, Senke

• Geomorphologie:

OC	Orthocerenkalk
M	Moräne
LB	westlicher Landborg
SW	Strandwall
SK	Steilküste
D	Düne
Gr	Grus
S	Sand

• Gesteinsform:

P	kompakte Gesteinsplatte
EZ	Einzelsteine

- Skelettanteil in Vol.% (Symbole, Klasseneinteilung nach SCHLICHTING et al. (1995, 42):

Vol.%	Bezeichnung	Symbol
< 1%	sehr schwach steinig, kiesig, grusig	x1, g1, gr1
1-10%	schwach steinig, kiesig, grusig	x2, g2, gr2
10-30%	mittel steinig, kiesig, grusig	x3, g3, gr3
30-50%	stark steinig, kiesig, grusig	x4, g4, gr4
50-75%	sehr stark steinig, kiesig, grusig	x5, g5, gr 5
> 75%	Skelettboden	X, G, Gr

dabei bedeutet

X: Steine (Ø > 63mm)
 G: Kies (Ø 2-63 mm, gerundet)
 Gr: Grus (Ø 2-63 mm, kantig)

- Carbonatgehalt [%] (geschätzt nach SCHLICHTING et al. 1995, 45):

c0	carbonatfrei	0%
c1	sehr carbonatarm	< 0,5%
c2	carbonatarm	0,5-2%
c3	mäßig carbonathaltig	2-10%
c4	carbonatreich	10-25%
c5	sehr carbonatreich	25-50%
c6	extrem carbonatreich	50-75%

3.2.4 Bestimmungsliteratur, Sippennomenklatur

Die Bestimmung der Gefäßpflanzen erfolgte primär mit MOSSBERG et al. (1992), ROTHMALER (1994b) und OBERDORFER (1998). Die akrokarpn Laubmoose wurden vor allem mit NYHOLM (1986ff.) identifiziert, die pleurokarpn mit FREY et al. (1995). Zusätzlich wurde SMITH (1978) genutzt. Für Lebermoose wurde ebenfalls FREY et al. (1995) herangezogen, außerdem SMITH (1990), in Zweifelsfällen auch PATON (1999). Flechten wurden mit Hilfe von WIRTH (1995) bestimmt. Darüber hinaus wurden POELT (1969), POELT & VEZDA (1977), PURVIS et al. (1994) sowie MOBERG & HOLMÄSEN (1992) zu Rate gezogen.

Die Sippennomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach der "Flora Nordica" von JONSELL (2000, 2001) – soweit die bereits erschienen – (Caryophyllaceae, Cupressaceae, Equisetaceae, Fagaceae, Papaveraceae, Polygonaceae, Ophioglossaceae, Ranunculaceae), sonst nach der "Flora Europea" von TUTIN et al. (1968ff.) (übrige Familien). Für die der Laubmoose dienen CORLEY et al. (1981), die der Lebermoose GROLLE (1983) und GROLLE & LONG (2000) sowie die der Flechten SANTESSON (1993) als Referenzwerke. Artengruppen sind durch den Zusatz "agg." gekennzeichnet, "cf." steht zwischen dem Art- und Gattungsnamen, wenn die Artdetermination unsicher ist.

In Einzelfällen wurde von den oben genannten Referenzwerken abgewichen:

- *Arabis hirsuta*: STERNER (1986) und MOSSBERG et al. (1992) folgend werden die Varietäten *Arabis hirsuta* var. *hirsuta* und *Arabis hirsuta* var. *glaberrima* Wg. [glabrata] unterschieden.
- *Potentilla argentea* agg.: Die Kleinarten *Potentilla argentea* s. str. und *Potentilla neglecta* (= *P. impolita*) wurden nicht getrennt.

- *Rumex acetosella*: Es wurde keine Unterscheidung von *Rumex acetosella* ssp. *acetosella* sowie ssp. *tenuifolius* vorgenommen. Bei der überwiegenden Zahl der Proben dürfte es sich jedoch um letztere Unterart handeln.
- *Drepanocladus revolvens* (Sw.) Warnst.: FREY et al. (1995) folgend wird eine Differenzierung zwischen *Drepanocladus revolvens* var. *revolvens* und var. *intermedius* (Lindb.) R. Wils. als eine schwächere, zweihäusige Form in Kalksümpfen vorgenommen.
- *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P. Beauv.: In Übereinstimmung mit NYHOLM (1998) werden abweichend von CORLEY et al. (1981) *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P. Beauv. und *H. stellata* Hedenäs getrennt.
- *Hypnum cupressiforme* Hedw.: Es wird der Referenzliste der Moose Deutschlands von KOPERSKI et al. (2000) folgend eine Unterscheidung der Varietäten *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* und *H. c.* var. *lacunosum* Brid. vorgenommen. FREY et al. (1995) führen diese sogar als getrennte Arten.
- *Pottia conica* (Schwaegr.) Fuernr. ex Hampe: Es erfolgt gemäß NYHOLM (1989) eine Unterscheidung dieser Art von *Pottia davalliana* (Sm.) C. Jens.
- *Tortula ruralis* (Hedw.) Gaertn., *Tortula calcicolens* W. Kramer werden NYHOLM (1989) und FREY et al. (1995) folgend getrennt.
- *Schistidium apocarpum* (Hedw.) B.S.G., *Schistidium robustum* (Nees & Hornsch.) Blom, *Schistidium atrofusum* (Schimp.) Limpr., *Schistidium brunnescens* ssp. *griseum* (Nees & Hornsch.) Blom und *Schistidium crassipulum* Blom werden aufgrund der inzwischen erfolgten Neubearbeitung der Gattung durch Blom unterschieden. Die Nomenklatur folgt NYHOLM (1998).
- *Mycobilimbia sabuletorum* (Schreber) Haf. und *M. accedens* (Arnold) V.Wirth & Haf. ex Haf. werden WIRTH (1995) folgend unterschieden.
- *Cetraria islandica* (L.) Ach.: Eine Differenzierung zwischen *Cetraria islandica* ssp. *islandica* sowie ssp. *crispiformis* (Räsänen) Kärnefelt wie sie bei SANTESSON (1993) erfolgt, wird nicht vorgenommen.
- *Collema cristatum* L. Weber ex F.H. Wigg.: Ebenfalls nicht unterschieden wird zwischen *Collema cristatum* var. *cristatum* und var. *marginale* (Huds.) Degel.

Sonstige Anmerkungen:

- *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flotow: Im Gebiet kommen sowohl *Cladonia arbuscula* ssp. *mitis* (Sandst.) Ruoss als auch *Cladonia arbuscula* ssp. *arbuscula* vor. Da diese nicht immer mit Sicherheit unterschieden werden konnten, wird in den Tabellen keine Differenzierung vorgenommen. Bei der überwiegenden Zahl handelt es sich aber vermutlich um *Cladonia arbuscula* ssp. *mitis*.
- *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm./*Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng.: Bei allen näher untersuchten Proben handelte es sich vermutlich um *Cladonia chlorophaea*; dennoch ist nicht auszuschließen, dass im Gebiet auch *Cladonia pyxidata* s. str. vorkommt. Beide Arten werden daher unter *Cladonia pyxidata* agg. zusammen gefasst, *Cladonia pocillum* (Ach.) Grognot jedoch abgetrennt.
- *Catapyrenium cinereum* (Pers.) Körb., *Catapyrenium pilosellum* Breuss: Laut SANTESSON (1993) kommen beide Arten auf Öland nicht vor (wohl aber auf Gotland), wurden aber mit dem Schlüssel von WIRTH (1995) als solche bestimmt. Da eine Revision bislang nicht erfolgt ist, sind diese Angaben mit Vorsicht zu genießen, da es sich möglicherweise um Fehlbestimmungen handelt.

- *Bryum* Hedw.: Da viele Arten der artenreichen Gattung *Bryum* vom "Laien" im sterilen Zustand kaum unterschieden werden können, wurde im Rahmen dieser Arbeit von der Bestimmung mit Ausnahme des *Bryum capillare*- und *B. bicolor*-Komplexes abgesehen.
- *Nostoc commune*: Die Gattung *Nostoc* umfasst eine Vielzahl an Arten, von denen *Nostoc commune* laut ROTHMALER (1994a) die häufigste Art ist.
- unbestimmte Kryptogamen: Einige Erdkrustenflechten konnten im sterilen Zustand nicht identifiziert werden. Auch bei einigen Moosarten ist im nicht fruchtenden Zustand eine sichere Determination lediglich auf Gattungs- nicht aber auf Artniveau möglich gewesen. Bei den Biodiversitätsauswertungen wurden unbestimmte Arten berücksichtigt, sofern mit Sicherheit entschieden werden konnte, dass es sich um eine zusätzliche Art handelt.

In Anhang 1 befindet sich die Gesamtartenliste aller identifizierten Taxa. Zusätzlich zum Gattungs- und Artnamen sind die Lebensformtypen nach Raunkiaer (s. Kap. 3.2.6), die der Literatur entnommenen Arealdiagnosen (Kennzeichnung durch *) sowie die vorgenommenen Interpretationen dieser (s. Kap. 3.2.7) angegeben.

3.2.5 Bodenkundliche Parameter und Untersuchungen

Neben den oben beschriebenen Geländeparametern wurde auf allen Aufnahmeflächen eine Bodenmischprobe der obersten Zentimeter (max. 10 cm) entnommen und bei 105°C getrocknet.

Je 10 g der lufttrockenen, homogenisierten Proben wurden jeweils mit 25 ml destilliertem Wasser und 0,1 M KCl versetzt, 15 Minuten geschüttelt und 45 Minuten zur Sedimentation stehen gelassen. Der pH-Wert des Überstandes wurde mittels pH-Meter (WTW) elektrometrisch bestimmt. Des Weiteren wurde bei allen Proben der Carbonatgehalt nach Behandlung mit 10%iger HCl nach der Methode von SCHLICHTING et al. (1995, 45) geschätzt.

Auf dieser Basis sowie der Abgrenzung der Vegetationstypen wurde eine Auswahl von 130 Proben (hierunter befinden sich alle Proben der Artenzahl-Areal-Aufnahmen sowie des Transektes) getroffen, die weiteren Analysen unterzogen wurden. Außerdem wurde bei diesen die Bodenart mittels Fingerprobe nach SCHLICHTING et al. (1995, 40f.) ermittelt.

Es fand eine Kalkgehaltsbestimmung nach Scheibler statt (vgl. FRIEDEL et al. 1999). Je nach zu erwartendem Kalkgehalt wurden zwischen 0,2 und 5 g des lufttrockenen Bodens in einen Weithalerlernermeyerkolben eingewogen, an die Scheiblerapparatur angeschlossen und mit 18,5% HCl im Überschuss versetzt. Das entstandene CO₂ wurde gasvolumetrisch gemessen. Hieraus wurde der Carbonatgehalt unter Berücksichtigung des Luftdruckes, der Raumtemperatur sowie der Bodeneinwaage errechnet.

Die Kationenaustauschkapazität und Basensättigung wurde mit der Methode von BROWN (1943, zitiert nach FRIEDEL et al. 1999) ermittelt. Dazu wurden je 2,5 g Boden mit 25 ml 1 M Essigsäure- (S-Wert) sowie 25 ml 1 M Ammoniumacetatlösung (H-Wert) versetzt und unter gelegentlichem Umschütteln 120 Minuten zur Extraktion stehen gelassen. Der pH-Wert der Lösung wurde elektrometrisch gemessen. Parallel dazu wurden Eichreihen erstellt, aus denen sich mittels der gemessenen pH-Werte die Konzentration der basisch wirkenden Metallionen (S-Wert) sowie der austauschbaren H- und Al-Ionen in mval ablesen lassen. Hierzu wurden zu jeweils 100 ml Ammoniumacetat- sowie Essigsäurelösung mittels Bürette definierte Volumina 0,1 M HCl bzw. NaOH unter laufendem Magnetprüher zugegeben und der pH-Wert ermittelt. Aufgrund der z.T. stark basischen Reaktion der Böden lagen die pH-Werte weit jenseits der Eichkurve. In solchen Fällen ist der S-Wert mit > 150 mval/100g angegeben. Die Kationenaustauschkapazität (KAK) [mval/100g] entspricht der Summe des S- und H-Wertes. Die Basensättigung [%] ergibt sich aus dem Verhältnis vom S-Wert zur Gesamtkationenaustauschkapazität.

Der Glühverlust wurde zur Ermittlung des Anteils der organischen Substanz mittels Muffelofen bestimmt. Bei kalkhaltigen Böden ergibt sich dabei das Problem, dass ein Teil der Carbonate bei hohen Temperaturen dissoziiert und CO₂ freigesetzt wird. Der Gewichtsverlust geht damit nicht allein auf die organische Substanz des Bodens zurück. SCHACHTSCHABEL et al. (1998, 64) empfehlen, daher die Bodenprobe bei Temperaturen oberhalb von 900°C zu verbrennen, damit das Carbonat vollständig dissoziiert. Anschließend ist eine Korrektur bei Kenntnis des Kalkgehaltes möglich. SCHLICHTING et al. (1995, 159) schlagen eine Verbrennung bei 430°C vor, damit die Fehlerquelle infolge sich zersetzender Tonfraktionen nicht zu groß wird. FRIEDEL et al. (1999) bevorzugen eine Verbrennung bei Temperaturen zwischen 550°C und 600°C.

Es wurden daher 30 Proben, die vorher über Nacht bei 105°C im Trockenschrank getrocknet wurden, zunächst bei 430°C, dann bei 590°C und schließlich bei 905°C verbrannt und jeweils gewogen, um zu prüfen inwieweit bei den hohen Temperaturen möglicherweise mineralische Bestandteile mit freigesetzt werden. Da bei den kalkfreien Böden kein weiterer Gewichtsverlust oberhalb von 430°C feststellbar war, wurden die übrigen Proben bei 905°C geglüht. Der Glühverlust carbonathaltiger Böden wurde mittels des nach Scheibler ermittelten Kalkgehaltes korrigiert (Glühverlust [%] - 0,44 * Carbonatgehalt [%]). Bei zwei Proben mit hohem Kalkgehalt (>40%), jedoch geringem Humusanteil (meist hellgraue oder hell-roströte Färbung) trat dabei das Problem auf, dass der Glühverlust nach der Korrektur um den Kalkgehalt "negativ" ausfiel. Dies ist vermutlich auf Bodeninhomogenitäten zurückzuführen; dass die Proben während des Trocknungsprozesses im Exsikator "Wasser gezogen" haben könnten, ist eher unwahrscheinlich. Es wird jedoch deutlich, dass die über den Glühverlust ermittelten Werte bei den carbonathaltigen Böden mit einem gewissen Fehler behaftet sind und lediglich eine grobe Abschätzung des Humusanteils zulassen.

3.2.6 Zeigerwertauswertungen, Lebensformspektren

Für sämtliche Vegetationsaufnahmen wurde die mittlere Reaktionszahl sowie Feuchtzahl nach ELLENBERG et al. (1991) mit Hilfe von SORT 4.0 (ACKERMANN & DURKA 1998) berechnet. Dabei fand eine Abundanzgewichtung statt. Die numerische Interpretation erfolgte wie unter Punkt 3.2.2 angegeben. Bei der Ermittlung der Reaktionszahl ergibt sich das Problem, dass einige Sippen, die in Mitteleuropa auf Böden mit niedrigem pH-Wert beschränkt sind, auf Öland auch auf solche mit basischer Reaktion übergreifen und umgekehrt. Aus diesem Grunde wurde *Festuca ovina* bei den Berechnungen der Reaktionszahl nicht berücksichtigt. Für die Art wird eine Reaktionszahl von 3 angegeben; auf der Insel zeigt diese aber eine erheblich weitere pH-Amplitude.

Bei der Erstellung der Lebensformspektren wurden die bei ELLENBERG (in ELLENBERG et al. 1991, 9-166) angegebenen Hauptgruppen der Lebensformtypen im Sinne von Raunkiaer (Lage der Überdauerungsorgane während der ungünstigen Jahreszeit) verwendet. Diese lassen sich auch auf Moose anwenden (DÜLL in ELLENBERG et al. 1991, 175-214). Bei Flechten wurde zwischen Blatt-, Laub- und Krustenflechten unterschieden. Die jeweilige Einstufung der einzelnen Sippen ist ebenfalls der Gesamtartenliste in Anhang 1 zu entnehmen.

Gruppenartenzahlen und Gruppendeckungen werden in Form von Balkendiagrammen dargestellt. In diesen sind jeweils die absoluten Artenzahlen bzw. Gruppenabundanzsummen angegeben. Für die Diagrammdarstellung wurde bei Arten, die ihre Lebensform unter bestimmten Standortsbedingungen wechseln, das zuerst genannten Symbol als ausschlaggebend gewertet.

Eine differenzierte, tabellarische Darstellung der Lebensformspektren findet sich im Anhang 3. Dort sind neben den absoluten Werten auch die prozentualen Anteile einer Gruppe an der Gefäßpflanzen-, Moos-, bzw. Flechtenartenzahl bzw. -deckungssumme angegeben. Die Diagramme sind den jeweiligen Vegetationstypenbeschreibungen beigelegt.

Folgende Abkürzungen werden in den Diagrammen verwendet:

FB	Blattflechten
FS	Strauchflechten
FK	Krustenflechten
M-C	Moose – Chamaephyten
M-H	Moose – Hemikryptophyten
M-T	Moose – Therophyten
G-C	Gefäßpflanzen – krautige Chamaephyten
G-G	Gefäßpflanzen – Geophyten
G-H	Gefäßpflanzen – Hemikryptophyten
G-T	Gefäßpflanzen – Therophyten
G-Z	Gefäßpflanzen – holzige Chamaephyten (Zwergsträucher)
G-N	Gefäßpflanzen – Nanophanerophyten
G-P	Gefäßpflanzen – Phanerophyten

Bei der Berechnung der Gruppenabundanzsummen wurde folgende, nach Lebensformtypen differenzierte numerische Interpretation des unteren Bereichs (Deckung < 5%) der verwendeten Abundanz-Dominanzschätzskala (s. Kap. 3.2.2) vorgenommen.

Symbol	M, F	G-T	G-G	G-H	G-C	G-Z	G-N	G-P
r	0,0	0,1	0,5	0,5	0,5	1,0	2,5	2,5
+	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5
1	0,5	1,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
2m	1,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

3.2.7 Arealtypenspektren

Auf den Reichtum der öländischen Flora an pflanzengeographisch bemerkenswerten Sippen wurde bereits hingewiesen. Insbesondere das Vorkommen des südöstlichen Florenelementes hat die Diskussion um die syntaxonomische Stellung der Trockenrasenvegetation des Großen Alvars beeinflusst. Im Rahmen dieser Arbeit wird die chorologische Zusammensetzung der verschiedenen Trockenrasentypen an Hand von Arealtypenspektren untersucht und verglichen. Als Grundlage dienen die Arealangaben bei ROTHMALER (2002) (Gefäßpflanzen), DIERBEN (2001) (Moose) sowie LITTERSKI (1999). Diese basieren auf den Arealdiagnosen von MEUSEL et al. (1965ff.). Für Sippen, die in den genannten Werken nicht enthalten sind, wurden für Gefäßpflanzen die Verbreitungsangaben in JONSELL (2000, 2001) sowie MEUSEL et al. (1965ff.) für Gefäßpflanzen, für Flechten die bei WIRTH (1995) zu Rate gezogen.

Die Darstellung findet getrennt nach der Zonalität und Ozeanität in Form von Kreisdiagrammen statt. Aufgrund der unterschiedlich validen Datengrundlagen werden Gefäßpflanzensippen, Moose und Flechten isoliert voneinander betrachtet. Viele Autoren verzichten auf eine Darstellung der chorologischen Gruppen der Kryptogamen (z.B. JANDT 1999). Während für Gefäßpflanzen sowie neuerdings auch für Moose sehr gute Verbreitungsangaben vorliegen, steht eine derartige Übersicht für die Flechten Europas noch aus. LITTERSKI (1999) hat eine pflanzengeographische Bewertung der Flechtenflora Mecklenburg-Vorpommerns vorgenommen. Für Arten, die in diesem Bundesland nicht vorkommen, wurde versucht, eine Arealtypenzuordnung mittels der Verbreitungsangaben bei WIRTH (1995) sowie der Kontinentalitätszahl von ELLENBERG (in ELLENBERG et al. 1991) vorzunehmen. Da sich bei den genannten Autoren nur sehr selten Angaben bezüglich der Ozeanität finden, wurde für Flechten lediglich ein Zonalitätsspektrum erstellt.

Die Diagramme geben den prozentualen Anteil der Arten des jeweiligen Zonalitäts- bzw. Ozeanitätstyps wieder. Es wird dabei eine Gewichtung nach der Sippenstetigkeit vorgenommen. Dies spiegelt die tatsächlich im Gelände anzutreffende Artenzusammensetzung des jeweiligen Vegetationstyps besser wieder als dies bei rein qualitativen Spektren der Fall ist.

Die Zonalitätsangaben wurden zu folgenden Gruppen zusammengefasst:

tropisch bzw. subtropisch bis arktisch	trop/strop-arct
tropisch bzw. subtropisch bis boreal	trop/strop-b
tropisch bzw. subtropisch bis temperat	trop/strop-temp
meridional bzw. submeridional bis arktisch	m/sm-arct
meridional bzw. submeridional bis boreal	m/sm-b
meridional bzw. submeridional bis temperat	m/sm-temp
meridional bzw. submeridional bis südtemperat	m/sm-stemp
vorwiegend submeridional	sm
temperat	temp
temperat bis boreal	temp-b
temperat bis arktisch	temp-arct
arktisch-alpin	arct-alp
endemisch (für Öland bzw. Öland und Gotland)	end
ohne Angabe	übr

Eine Abstraktion der Angaben bezüglich der Ozeanitätsamplitude der Sippen ist bedeutend schwieriger. ROTHMALER (2002) unterscheidet 10 Kontinentalitätsstufen (c1-c10) der Nordhemisphäre. Auf eine Zuordnung zu einer kontinentalen oder ozeanischen Artengruppe wird aufgrund der Tatsache, dass die Einstufung mit vom Ort des Bearbeiters abhängt, verzichtet. DIERBEN (2001) und LITTERSKI (1999) benutzen den Ozeanitäts-Kontinentalitätsgradienten von MEUSEL et al. (1965ff.). Mit Hilfe der Karte in ROTHMALER (2002) sowie der in MEUSEL et al. (1965) wurden für die Angaben bei ROTHMALER (2002), die entsprechende Einstufung nach MEUSEL et al. (1965ff.) herausgearbeitet. In Anlehnung an ROTHMALER (1994b) wurden die Kontinentalitätsgradienten Ozeanitätsgruppen zugeordnet. Die diesen jeweils entsprechenden, aus der Literatur entnommenen Einstufungen, sind im Folgenden hinter den in den Diagrammen verwendeten Abkürzungen angegeben.

		Gefäßpflanzen (ROTHMALER (2002), MEUSEL et al. (1965 ff.))	Moose (DIERBEN 2001)
ozeanisch	oz	c1-2, c1-3	o1-2
schwach ozeanisch	(oz)	c1-4, c1-5, c1-6, c1-7, oz1-3	o1-c2, o1-3
subozeanisch	suboz	oz2-3, oz2-c2, c2-3, c2-4	o(1)-c2, o(1)-2-c2
schwach subozeanisch -schwach subkontinental	(suboz-subk)	c2-5, c2-6, c2-7, c2-8	o2-c2
subkontinental	subk	c3-4, c3-5, c3-6, c3-7, c3-8, c4-c5, c4-c7, c4-c8, c5-8	c2
schwach kontinental	(k)	c1-10, c2-9, c3-9, c4-c9, k1-3	o2-c1, o(1)2-c1
kontinental	k	k(2)-1	
indifferent	ind	c1-8, c1-9	o1-c1
endemisch für Öland (und Gotland)	end		
ohne Angabe	übr		

Die für die einzelnen Arten der Literatur entnommenen Arealdiagnosen sind ebenso wie die im Rahmen dieser Arbeit vorgenommene Gruppenzuordnung der Gesamtartenliste in Anhang 1 zu entnehmen.

3.2.8 Messgrößen der Artenvielfalt

Die einfachste Messgröße für die Artenvielfalt einer Gesellschaft ist die absolute Artenzahl S ; dabei ist immer ein Flächenbezug herzustellen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde mit einheitlichen Flächengrößen von 4 m^2 gearbeitet, so dass eine Vergleich der Artenzahlen direkt möglich ist.

Weitere für die Diversität eines Bestandes häufig verwendete Messgrößen sind der Shannon-Index sowie die sich aus diesem ableitende Evenness (DIERSCHKE 1994, 145). Der Shannon-Index stellt die Komplexität eines Systems dar (DIERSCHKE 1994, 145). Bei der Berechnung werden neben den Artenzahlen auch die Individuenzahlen bzw. Deckungsgrade berücksichtigt. Es handelt sich somit um eine synthetische Messgröße, die sowohl zur Einschätzung der Ungleichverteilung als auch der Artenvielfalt herangezogen wird. Dementsprechend schwierig ist die Interpretation. Da die jeweilige Flächengröße nicht mit in den Index einfließt, setzt der Vergleich ebenfalls das Arbeiten mit Einheitsprobeflächen voraus (vgl. HOBÖHM 2000, 15). Die Interpretation des Shannon-Index hinsichtlich der Ungleichverteilung ist auch deshalb problematisch, da die Gesamtartenzahl keine konstante Größe darstellt. Demgegenüber ergibt die Evenness einen von der Gesamtartenzahl unabhängigen Vergleichswert für die Verteilung der Elemente eines Bestandes.

Shannon-Index:

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i * \log(p_i))$$

Evenness:

$$E = (H / \log(S)) * 100$$

mit: H = Shannon-Index
 E = Evenness
 i = Laufvariable für die Arten von 1 bis S
 N_{ges} = Abundanzsumme bzw. Summe aller Individuen einer Untersuchungsfläche
 N_i = Abundanz bzw. Individuenzahl der Art i
 p_i = N_i/N_{ges}
 S = Gesamtartenzahl innerhalb einer Untersuchungsfläche

Die Berechnung des Shannon-Index sowie der Evenness wurde mit Hilfe des Programms SORT 4.0 (ACKERMANN & DURKA 1998) vorgenommen. Die numerische Interpretation der Abundanz-Dominanz-Symbole erfolgte in der unter Punkt 3.2.2 dargestellten Art und Weise.

Die bisher genannten Parameter weisen das Problem auf, dass sie sich nur bei Verwendung von Einheitsprobeflächen vergleichen lassen. Die für die vorkommenden Trockenrasentypen des Untersuchungsgebietes errechneten Werte lassen sich somit untereinander vergleichen, jedoch kaum zu denen aus anderen Arbeiten in Bezug setzen.

Der α -Index nach HOBOM (1998, 2000), der sich aus der Arrhenius-Gleichung ableitet, ermöglicht einen direkten Vergleich der Artendichte von unterschiedlich großen Flächen. Die Berechnung erfordert die Artenzahl sowie die Fläche eines Gebietes und eine geeignete Regressionsgerade, die aus der doppeltlogarithmischen Darstellung der Artenzahl-Areal-Beziehung erhalten wird. Der α -Index (dimensionslos) beschreibt den Abstand des jeweiligen Datenpunktes zur Regressionsgeraden. Bei positiven Werten ist die relative Artenvielfalt höher als der Durchschnitt, bei negativen niedriger.

α -Index nach HOBOM (1998, 2000):

$$\alpha = \log(S_i) - (z * \log(A) + \log(c))$$

mit: α = Abstand des jeweiligen Bestandes zur Regressionsgeraden als Maß für die relative Artenvielfalt
 A = Größe der Untersuchungsfläche
 $\log(c)$ = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse
 z = Anstieg der Regressionsgeraden im doppeltlogarithmischen Raum
 S = Gesamtartenzahl innerhalb einer Untersuchungsfläche

HOBOM & HÄRDTLE (1997) errechneten für die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas einen mittleren z-Wert von 0,20 sowie einen mittleren $\log(c)$ -Wert von 1,0.⁷ Für die Trockenrasengesellschaften des Alvars (s. Kap. 4.2.3) wurde demgegenüber eine mittlere Steigung der Regressionsgeraden von 0,22 sowie ein Achsenabschnitt von 1,58 ermittelt. Da für die Berechnung der Regression aber Artenzahlen und Flächen von einer möglichst großen Zahl von Lokalitäten und Regionen sowie Vegetationstypen zu Grunde gelegt werden sollten (HOBOM 2000, 18), scheint die Anwendung der Regression der genannten Autoren sinnvoller. Deutliche Abweichungen von dieser sind in Südkandinavien nicht zu erwarten, da die mittlere Steigung der Regressionsgeraden der Alvargesellschaften in ähnlichen Größenordnungen liegt wie die, die HOBOM (1998) für Sandtrockenrasen des Elbtales errechnete (s. Kap. 5.2.4). Um die relative Artenvielfalt der untersuchten Trockenrasengesellschaften einschätzen zu können, wurden der α -Index auch für die floristisch nahe stehenden Gesellschaften aus den Arbeiten von HALLBERG (1971) (Bohuslän, südwestschwedische Küste) sowie DENGLER (2001c) (Nordostdeutschland) errechnet. Bei diesen ist von einer ebenfalls sorgfältigen Erfassung der Arten – auch der Kryptogamen – auszugehen.

3.2.9 Untersuchung der Verteilungsmuster der Artenvielfalt

Zur Untersuchung der Verteilungsmuster der Artenvielfalt öländischer Trockenrasen wurden die für die einzelnen Aufnahmen ermittelten Artenzahlen – insgesamt sowie getrennt nach den Gruppen der Gefäßpflanzen und Kryptogamen – in Bezug zu den erhobenen standortsökologischen Parametern gesetzt. Zusätzlich wurden Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -abundanzsummen miteinander korreliert. Letztere geben u.a. Auskunft über das Ausmaß der herrschenden interspezifischen Konkurrenzbeziehungen. Die Berechnung der Abundanzsummen erfolgte nach Lebensformtypen differenziert wie unter Punkt 3.2.6 dargestellt.

Eine statistische Auswertung der Regressionsanalysen ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur für die lineare Regression möglich gewesen. Die Korrelationsanalysen wurden zunächst mit MS-Excel durchgeführt, die Werte des jeweiligen Korrelationskoeffizienten anschließend mit dem Computerprogramm Statistika überprüft.

⁷ Bei der Auswertung der pflanzensoziologischen Literatur tritt allerdings das Problem auf, dass die für einen Vegetationstyp ermittelte Artenzahl nicht nur von der gewählten Flächengröße abhängt, sondern auch ganz massiv von der jeweiligen Sorgfalt des Bearbeiters beeinflusst wird (CHYTRÝ 2001).

Die Ergebnisse werden jeweils in Form einer Korrelationsmatrix dargestellt. Die Beurteilung erfolgte an Hand der Signifikanzschranken für den Korrelationskoeffizienten nach LOZÁN & KAUSCH (1998, Tab. 28, 185). Die jeweiligen Signifikanzniveaus für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%, 1% sowie 0,1% werden mit einem hochgestellten Sternchen gekennzeichnet.

Bei der graphischen Darstellung wird sich auf einige hoch signifikante Zusammenhänge sowie solche Fälle beschränkt, in denen die offensichtliche "Nichtabhängigkeit" hervorgehoben werden soll. Die Möglichkeit der graphischen Darstellung wird insbesondere dann genutzt, wenn diese eher eine quadratische Regression erwarten lässt als eine lineare. Aus computerprogrammtechnischen Gründen werden in den Graphen mehrere übereinanderliegende Punkte lediglich als ein einziger abgebildet. Während in der Korrelationsmatrix jeweils der Korrelationskoeffizient (r) dargestellt ist, ist in den Graphiken das Bestimmtheitsmaß (R^2) angegeben.

3.2.10 Artenzahl-Areal-Untersuchungen

Auf dem Gebiet des Großen Alvars wurden an 31 Stellen die Artenzahl-Areal-Beziehungen der verschiedenen dort vorkommenden Trockenrasengesellschaften untersucht. Hierbei wurde die sogenannte Einflächenmethode angewandt (vgl. DIERSCHKE 1994, 139).

Diese weist jedoch einige gewichtige Nachteile auf. Kritik wird insbesondere von BARKMANN (1989a) geübt. Da jede neue, vergrößerte Fläche, die vorige einschließt, hängen die Daten statistisch voneinander ab. Das Ergebnis wird somit stark von dem Artenreichtum des kleinsten Plots beeinflusst. Ein weiteres Problem ist, dass bei größeren Flächen – insbesondere wenn unter Zeitdruck gearbeitet wird – die Gefahr besteht, dass Arten übersehen werden. Darüber hinaus kritisiert der Autor, dass die oftmals gewählte Spannweite der Flächengrößen zu gering ist. Typischer Weise werden bei Grasländern Probeflächengrößen von 1 dm^2 - 20 m^2 verwendet. Auch seien höhere Stichprobenzahlen erforderlich (vgl. BARKMANN 1989a, 94).

BARKMANN (1989a) schlägt daher vor, nach der sogenannten Vielflächenmethode vorzugehen. Dabei werden die einzelnen Teilflächen zufällig ausgewählt und getrennt erfasst. Die Stichproben sind somit unabhängig voneinander. Für grasreiche Vegetationsbestände empfiehlt der Autor Flächengrößen von 1 cm^2 bis 1000 m^2 . Die Zahl der erforderlichen Stichproben ist von der jeweiligen Flächengröße abhängig. Da die Variation bei kleinen Flächen größer ist, sind deutlich mehr Probeflächen notwendig als bei großen. So rät BARKMANN (1989a) für Flächen von $1 - 5 \text{ cm}^2$ je 100 Untersuchungen durchzuführen, wohingegen bei 100 m^2 großen und größeren eine einzige Stichprobe ausreicht.

Aufgrund des deutlich geringeren Zeitaufwandes gelangte dennoch die Einflächenmethode zur Anwendung. Die durchgeführten Untersuchungen sollten u.a. den Literaturvergleich erleichtern sowie der Absicherung der gewählten Methodik dienen, nicht jedoch den Kern der Arbeit bilden. In den aus dem Gebiet (Öland, Südkandinavien) vorliegenden Arbeiten wird mit sehr unterschiedlichen Flächengrößen gearbeitet, so dass ein Vergleich der Artenzahlen problematisch ist.

Daneben ergibt sich das Problem, dass Vegetationstypen sehr unterschiedlicher Struktur untersucht wurden und die gewählte Aufnahme-flächengröße von 4 m^2 somit einen Kompromiss darstellt. Demgegenüber werden in der Literatur für (Halb-)Trockenrasen meist erheblich größere, für extrem kryptogamenreiche Vegetationstypen oft deutlich kleinere Aufnahme-flächen vorgeschlagen (vgl. Kap. 3.2.2). Die durchgeführten Untersuchungen beschränken sich auf den kleinskaligen Bereich.

Die Artenzahl wurde auf folgenden Flächengrößen ermittelt: 1 cm², 4 cm², 9 cm², 25 cm², 100 cm², 400 cm², 900 cm², 0,25 m², 1 m², 4 m², 9 m². Dabei wurden für die ersten fünf Flächengrößen Plexiglasrähmchen verwendet, die übrigen Kantenlängen wurden mittels Zollstöcken abgemessen. Das erste Aufnahmerähmchen wurde zufällig in einen homogenen Vegetationsbestand geworfen. Die Flächenvergrößerung erfolgte in spiralförmiger Anordnung wie in Abbildung 5 dargestellt.

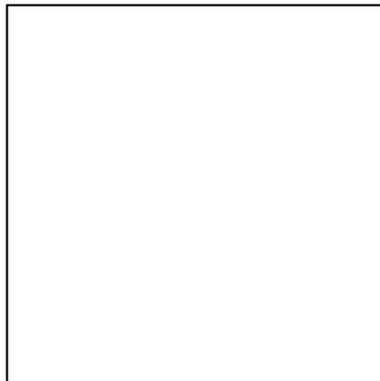


Abbildung 5: Prinzip der Anordnung der Probestellen bei den durchgeführten Artenzahl-Areal-Untersuchungen

Die für die Alvar trockenrasen erhaltenen Artenzahl-Areal-Kurven wurden mit Hilfe von MS-Excel graphisch dargestellt und die Regressionsfunktion im doppeltlogarithmischen Raum errechnet. Diese zeigt keinen über den gesamten untersuchten Größenbereich linearen Verlauf. Abweichungen von der Linearität gibt es insbesondere für Flächen $< 0,01 \text{ m}^2$. Zur Ermittlung der z - und $\log(c)$ -Werte werden daher lediglich die Datenpunkte von $0,01 \text{ m}^2 - 9 \text{ m}^2$ herangezogen. Damit lassen sich diese relativ gut mit denen von HOBÖHM (1998) auf $0,01 \text{ m}^2 - 1 \text{ m}^2$ großen Flächen ermittelten vergleichen.

4 Ergebnisse

4.1 Syntaxonomie und Ökologie der Trockenrasengesellschaften im Untersuchungsgebiet

4.1.1 Übersicht der Trockenrasengesellschaften

K Koelerio-Coryneporetea Klika in Klika & Novák 1941 (= *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955)

UK Sedo-Scleranthetea (Br.-Bl. 1955) Dengler in prep. (Tabelle A) K1a

O Alysso alyssoidis-Sedetalia Moravec 1967 (= *Sedo-Scleranthetalia* Br.-Bl. 1955 p. p.)

V Tortello-Sedion Hallberg 1971 nom. inval. (= *Helianthemo-Globularion* Br.-Bl. 1963 nom. dub. p. p., *Helianthemo-Cetrarion* Krahulec et al. 1986 nom. inval., *Alysso alyssoidis-Sedion* Oberd. & T. Müller in T. Müller 1961 sensu Dierßen 1996)

Crepido-Allietum alvarense Krahulec et al. 1986 nom. inval. (= *Festucetum tortellosum* Albertson 1946 nom. illegit., *Festucetum alvarense tortellosum* Albertson 1950 nom. illegit.) A1

mesophile *Plantago lanceolata*-*Calliergonella cuspidata*-Ausbildung A1a
Festuca oelandica-Ausbildung A1b
 typische Variante A1b.1
Tortella inclinata-*Tortella rigens*-reiche Variante A1b.2

Fulgensia bracteata-Poa alpina-Gesellschaft (= *Sedetum tortellosum* Albertson 1946, 1950 nom. illegit.) A2

Helianthemo-Galietum oelandici Krahulec et al. 1986 nom. inval. (= *Festucetum alvarense cetrarietosum* Albertson 1950 nom. illegit.) A3

erdflechtenreiche *Athalamia hyalina*-Ausbildung A3a
 strauchflechtenreiche *Cladonia* spp.-*Cetraria* spp.-Ausbildung A3b
 typische Variante A3b.1
 therophytenarme *Carex flacca*-Variante A3b.2

Gypsophilo-Globularietum Krahulec et al. 1986 nom. inval. (= *Phleo phleoides-Veronicetum spicatae* Br.-Bl. 1963 nom. dub.) A4

typische Ausbildung A4a
 mesophile *Avenula pratensis*-Ausbildung A4b
 strauchflechtenarme *Centaurea scabiosa*-*Poa compressa*-Ausbildung A4c

Androsace septentrionalis-Sedum album-Gesellschaft (= ? *Sedo-Tortelletum* Hallberg 1971, ? *Sedo-Tortelletum* Albertson 1946 sensu Dierßen 1996) A5

UK Koelerio-Coryneporetea (Klika in Klika & Novák 1941) Dengler in prep. (Tabelle B) K1b

ZO Coryneporetalia canescentis Klika 1934

V Corynephorion canescentis Klika 1931

Corniculario aculeatae-Corynephorium canescentis Steffen 1931 nom. inv. prop. (= *Violo-Corynephorium* Böcher 1941 sensu Dierßen 1996, *Spergulo morisonii-Corynephorium* Libbert 1934 sensu Dierßen 1996, *Cladonio dstrictae-Corynephorium* Krieger 1937 sensu Olsson 1974, *Violo-Corynephorium* Westhoff (1943) 1947 sensu Olsson 1974, *Corynephorium* sensu Andersson 1950) B1

O Thero-Airetalia Rivas Goday 1964

V Thero-Airion Tx. ex Oberd. 1957

Airetum praecocis Krausch 1967 (= *Carici arenariae-Airetum praecocis* Westhoff et al. 1962 sensu Dierßen 1996, *Airo praecocis-Sedetum rupestris* Tx. 1951 nom. inval.) B2

O Festuco-Sedetalia acris Tx. 1951 (= *Festucetalia vaginatae* Soó 1957)**V Koelerion glaucae Volk 1931**

Festucetum polesicae Regel 1928 (= *Koelerietum glaucae* Andersson 1950, *Diantho arenarii-Festucetum polesicae* (Andersson 1950) Tx. 1951 nom. illegit., *Antherico-Koelerietum glaucae* (Andersson 1950) Olsson 1974 nom. illegit., *Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae* Kobendza 1930 sensu Dierßen 1996) **B3**

Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis Libbert 1940 (= *Teesdalia-Corynephorum artemisietosum campestris* Olsson 1974) **B4**

O Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae Moravec 1967 (= *Festuco-Sedetalia acris* Tx. 1951 p. p., *Koelerio-Phleetalia phleoidis* Korneck 1974)

V Armerion elongatae Pötsch 1962 nom. conserv. propos. (= *Armerion elongatae* Krausch 1962 nom. nud., *Plantagini lanceolatae-Festucion ovinae* Passarge 1964 sensu Dierßen 1996, *Plantagini lanceolatae-Festucion brevipilae* Passarge 1964 corr. Kratzert & Dengler 1999)

Sileno otitae-Festucetum brevipilae Libbert 1933 corr. Kratzert & Dengler 1999 nom. inv. propos. (= *Helichryso-Phleetum phleoidis* (Böcher 1945) Dierßen 1996, *Phleum phleoides-Sand- und Geröllalvar* sensu Böcher 1945, *Pulsatilla pratensis-Veronica spicata-Type* sensu Böcher et al. 1946) **B5**

therophytenreiche *Arenaria serpyllifolia-Anchusa officinalis*-Ausbildung **B5a**
Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris-Ausbildung **B5b**
Pleurozium schreberi-Pulsatilla vulgaris-Ausbildung **B5c**
Pimpinella saxifraga-Dianthus deltooides-Ausbildung **B5d**

Diantho deltooidis-Armerietum elongatae Krausch ex Pötsch 1962⁸ (= *Armerio elongatae-Rumicetum tenuifolii* Tx. 1951) **B6**

typische Ausbildung **B6a**
Cladonia spp.-reiche Ausbildung **B6b**
 Ackerbrachestadium-Ausbildung **B6c**

K Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. in Br.-Bl. 1949 **K2****O Brometalia erecti Koch 1926** (= *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974)

ZV Gentianello amarellae-Avenulion pratensis Royer 1991 nom. inval. (= *Bromion erecti* Koch 1926 sensu auct. p. min. p., *Helianthemo-Globularion Br.-Bl.* 1963 nom. dub.)

Phleum bertolonii-Saxifraga granulata-Gesellschaft **C1**

Veronico spicatae-Avenetum Krahulec et al. 1986 nom. inval. (= *Avenetum alvarense* Albertson 1950 nom. illegit., *Festucetum alvarense rhacomitriosum* Albertson 1950 nom. illegit., *Phleo phleoides-Veronicetum spicatae Br.-Bl.* 1963 nom. dub.) **C2**

Sedum reflexum-Cladonia spp.-Ausbildung **C2a**
Cetraria islandica-Variante **C2a.1**
Hylocomium splendens-Danthonia decumbens-Variante **C2a.2**

Sesleria caerulea-Carex flacca-Ausbildung **C2b**
 typische Variante **C2b.1**
Hylocomium splendens-Danthonia decumbens-Variante **C2b.2**

Trifolium montanum-Medicago falcata-Gesellschaft **C3**

Trifolium montanum-Ausbildung **C3a**
Carex caryophyllaea-Potentilla cinerea-Ausbildung **C3b**

Adonis vernalis-Ononis arvensis-Gesellschaft **C4**

⁸ DENGLER (in RENNWALD 2002, 330) schlägt vor, den in der Literatur gebräuchlichen Namen im Sinne der Namenstabilität gegen den eigentlich prioritätsberechtigten *Armerio elongatae-Rumicetum tenuifoliae* Tx. 1951 zu schützen.

4.1.2 Gesellschaften der Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & Novák 1941

Die Gliederung der Klasse der Koelerio-Corynephoretea gestaltet sich in der Literatur sehr heterogen. DIERBEN (1996) unterscheidet für Skandinavien die Ordnungen Corynephoretalia canescentis, in die er alle Gesellschaften der Sandrasen stellt und Sedo-Scleranthetalia, die die Felsgrusfluren und Felsbandgesellschaften zusammenfasst⁹. SCHAMINÉE et al. (1996) sowie PASSARGE (1996) trennen diese auf Klassenniveau und unterscheiden die Klassen Sedo-Scleranthetea und Koelerio-Corynephoretea. DENGLER (2001a) wählt einen Mittelweg und bildet innerhalb der Koelerio-Corynephoretea die Unterklassen Sedo-Scleranthenea sowie Koelerio-Corynephorenea. Bei anderen Autoren (z.B. POTT 1995, HALLBERG 1971) findet sich demgegenüber eine Dreiteilung der Klasse in die Ordnungen Corynephoretalia canescentis, Festuco-Sedetalia acris sensu KRAUSCH (1962) und Sedo-Scleranthetalia, die auf den Vorschlag von KRAUSCH (1962) zurückgeht.

MUCINA & KOLBEK (in MUCINA et al. 1993, 493-519) vereinen – wie DIERBEN – erstere beiden, spalten jedoch von den Sedo-Scleranthetalia eine Ordnung Alysso alyssoidis-Sedetalia ab. Die Trennung einer Ordnung der azidophilen sowie basiphilen Felsgrusgesellschaften basiert auf dem Vorschlag von MORAVEK (1967). Der Autor unterscheidet zwei Klassen Sedo-Scleranthetea und Koelerio-Corynephoretea. Ungewöhnlich an seinem Vorschlag ist, dass er neben den Ordnungen Sedo-Scleranthetalia und Alysso-Sedetalia die Silikatmagerrasen der Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae mit zu ersterer Klasse stellt, wohingegen die Ordnung Corynephoretalia canescentis mit den Verbänden Corynephorion canescentis und Koelerion glaucae zweiterer zugeordnet wird. Zusätzlich reiht er die Festucetalia vaginatae Soó 1957 mit in die Koelerio-Corynephoretea ein, merkt jedoch an, dass diese Einordnung eher unter ökologischen, nicht aber floristischen Gesichtspunkten berechtigt erscheint. KORNECK in OBERDORFER (1993, 13-85) fasst die Felsgrusfluren in der Ordnung Sedo-Scleranthetalia, die Sandrasen – mit Ausnahme der Kleinschmielenrasen, die er in eine eigene Ordnung Thero-Airetalia Rivas Goday 1964 stellt – in der Corynephoretalia canescentis zusammen.

Die Zweiteilung der Klasse der Koelerio-Corynephoretea auf Unterklassenebene scheint die Zwischenstellung der öländischen Felsgrusfluren zwischen den Sandtrockenrasen der Koelerio-Corynephorenea und den basiphilen (Halb-)Trockenrasen am adäquatesten abzubilden. Zu beiden Gesellschaftskreisen gibt es floristische Beziehungen, gleichzeitig grenzen sich die Felsgrusfluren durch zahlreiche Charakterarten ab. Wie DENGLER (2001a) ausführt, bietet es sich jedoch aufgrund der großen Zahl gemeinsamer Arten an, die Sandtrockenrasen und Felsgrusfluren in einer Klasse zusammenzufassen anstatt diese in Klassen aufzutrennen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird daher im Wesentlichen dem Gliederungskonzept von DENGLER (2001a) gefolgt und die Unterklassen mit den Bezeichnungen „Koelerio-Corynephorenea“ und „Sedo-Scleranthenea“ versehen – auch wenn diese nach dem ICPN (WEBER et al. 2000) derzeit noch nicht gültig veröffentlicht sind.¹⁰

⁹ So zumindest den Beschreibungen im Text und der Übersicht der Vegetationstypen im Anhang des Werkes zu Folge. In der publizierten Stetigkeitstabelle ordnet der Autor die Felsgrusfluren stattdessen der Ordnung Alysso-Sedetalia unter.

¹⁰ DENGLER (mündl.) plant die Validierung der Unterklassen im Rahmen der Publikation seiner kurz vor dem Abschluss stehenden Dissertation.

4.1.2.1 UK Sedo-Scleranthenea (Br.-Bl. 1955) Dengler in prep.

Die Unterklasse der Sedo-Scleranthenea umfasst zumeist therophytenreiche Mauerpfeffer-Gesellschaften auf Felsbändern und grobem, feinerdearmen Gesteinsgrus. Natürliche Standorte in Skandinavien sind flachgründige Rendzinen über Kalkuntergrund, wie er auf Öland, Gotland, einigen kleineren Gebieten in Südschweden sowie dem inneren Oslo-Fjord auftritt. Des Weiteren wurden Felsgrusgesellschaften auf küstennahen Schalenkiesablagerungen am Oslo-Fjord (HALVORSEN 1980) sowie in Bohuslän (HALLBERG 1971) beobachtet. TÜXEN (1951) beschreibt eine *Sedum album-Cladonia symphycarpa*-Assoziation von einer Schäre nahe Stockholm. In Mitteleuropa besiedeln die Gesellschaften vorwiegend felsige Standorte in den Mittelgebirgen sowie den Alpen. Sekundärstandorte können Gleisschotter, Mauerkronen u.ä. darstellen.

KORNECK (1975) führt für Mitteleuropa drei Verbände von Felsgrusgesellschaften an, von denen die ersten beiden azidophil sind, der letzte basiphil: Sedo-Scleranthion Br.-Bl. 1955, Sedo albi-Veronicion dillenii Korneck 1974, Alysso alyssoidis-Sedion Oberd. & T. Müller in T. Müller 1961. MUCINA & KOLBEK (in MUCINA et al. 1993, 493-519) fassen erstere in der Ordnung Sedo-Scleranthetalia zusammen, letzterer bildet die monotypische Ordnung Alysso alyssoidis-Sedetalia. Nach DIERBEN (1996) ist in Nordeuropa allein der Verband Alysso-Sedion vertreten. Als weiteren Verband der Ordnung nennt er den alpinen Verband Veronico-Poion glaucae Nordh. 1943, dessen Zuordnung jedoch aufgrund des Fehlens der Kennarten von Ordnung und Klasse fraglich ist.

Bei der Aufstellung einer Unterklasse Sedo-Scleranthenea ist sinnvoll, die basiphilen und azidophilen Verbände in getrennten Ordnungen zusammenzufassen, da dies möglich ist, ohne dass dabei die floristischen Beziehungen der Felsgrusgesellschaften untereinander verwischt würden. Es wird daher dem Vorschlag von DENGLER (2001a) gefolgt, die Unterklasse der Felsgrusfluren in die Ordnungen Sedo-Scleranthetalia sensu DENGLER (2001a), MUCINA & KOLBEK (in MUCINA et al. 1993, 493-519), MORAVEK (1967) (azidophile Felsgrusfluren) und Alysso alyssoidis-Sedetalia (basiphile Felsgrusfluren) zu untergliedern.

Tabelle 5 gibt einen Überblick syntaxonomischer Gliederungsvorschläge öländischer und floristisch nahe stehender Felsgrusgesellschaften des schwedischen Festlandes. Während es sich bei den ersten fünf Titeln um Originalarbeiten von in erster Linie lokalem bzw. regionalem Umfang handelt, stellt der letzte eine Synthese der in der Literatur beschriebenen Gesellschaften dar.

Die Gesellschaften, die die flachgründigen Böden des Groß-Alvars besiedeln, werden in den neueren vegetationskundlichen Arbeiten mehrheitlich zu den Felsgrusfluren – Sedo-Scleranthenea bzw. Sedo-Scleranthetalia im weiteren Sinne – gestellt. Demgegenüber schlug BRAUN-BLANQUET (1963) vor, die *Globularia vulgaris*-reichen Trockenrasen unter dem Namen Phleeto-Veronicetum einem neuen endemischen Verband der baltischen Steppenvegetation Helianthemo-Globularion innerhalb der Ordnung Festucetalia valesiacae zuzuordnen. Die offenen *Sedum*-Gesellschaften platziert er innerhalb des in der heutigen Fassung azidophilen Sedo-Scleranthion.

WESTHOFF et al. (1983) halten für letztere einen Platz innerhalb des basiphilen Alysso-Sedions für sinnvoller. Des Weiteren kritisieren sie, dass BRAUN-BLANQUET (1963) unter dem Begriff „Phleeto-Veronicetum“ das Festucetum alvarense und Avenetum alvarense sensu ALBERTSON (1950) zusammenfasst. KRAHULEC et al. (1986) folgen dem Vorschlag von WESTHOFF et al. (1983) und stellen das Crepido-Allietum alvarense zum Alysso alyssoidis-Sedion. Für das Helianthemo-Galietum oelandici und das Gypsophilo-Globularietum wird die Aufstellung eines endemischen Verbandes Helianthemo-Cetrarion innerhalb der Alysso alyssoidis-Sedetalia in Betracht gezogen. DIERBEN (1996) stellt die von KRAHULEC et al. (1986) beschriebenen Assoziationen ausnahmslos zum Alysso alyssoidis-Sedion.

Tabelle 5: Gliederungsvorschläge verschiedener Autoren für die Felsgrusfluren Ölands und floristisch nahe stehender Gesellschaften des südschwedischen Festlandes.

Öland (Originalarbeiten)			schwedisches Festland (Originalarbeiten)		Literatur- synthese
ALBERTSON (1950)	BRAUN- BLANQUET (1963)	KRAHULEC et al. (1986)	ALBERTSON (1946)	HALLBERG (1971)	DIERBEN (1996)
	K Koelerio-Corynephoretea		K Festuco- Brometea	K Koelerio-Corynephoretea	
	O Sedo-Scleranthetalia		O Brometalia erecti	O Sedo-Scleranthetalia	
	V Sedo- Scleranthion	V Alysso alys- soidis-Sedion	V Bromion erecti	V Tortello- Sedion	V Alysso alys- soidis-Sedion
			Sedetum tortello- sum	Sedo-Tortelletum	Sedo-Tortelletum Albertson 1946
<i>Sedum album- Tortella tortuosa- Ass. (Sedetum tortellosum)</i>	<i>Schistidium apo- carpum-reiche Sedo- Scleranthion- Initialgesellschaf t</i>				
<i>Festuca ovina- Festuca rubra v. oelandica- Tortella tortuosa- Ass. (Festucetum alvarense tortel- losum)</i>		<i>Crepis pumila- Allium alvaren- se-Ass. (Crepido- Allietum alva- rense nom prov.)</i>	Festucetum tor- tellosum		Crepido- Allietum alva- rense Krahulec et al. 1986 nom inval.
	K Festuco- Brometea				
	O Festucetalia valesiacae				
	V Helianthemo- Globularion	V Helianthemo- Cetrarion			
<i>Helianthemum oelandicum- Festuca ovina- Cetraria islandi- ca-Ass. (Festucetum alvarense cetra- riosum)</i>		<i>Helianthemum oelandicum- Galium oelandi- cum-Ass. (Helianthemo Galietum oelan- dici nom. prov.)</i>			Helianthemo Galietum oelan- dici Krahulec et al. 1986 nom inval.
	Phleeto- Veronicetum	<i>Gypsophila fastigiata- Globularia vul- garis-Ass. (Gypsophilo- Globularietum nom. prov.)</i>			Gypsophilo- Globularietum Krahulec et al. 1986 nom inval.

Syntaxonomische Arbeiten ähnlicher Gesellschaften stammen von ALBERTSON (1946) aus Västergötland, der die *Sedum*-dominierten Bestände flachgründiger Böden (Sedetum tortellosum nom illegit.) ebenso wie das Festucetum tortellosum – allerdings mit Bedenken – dem Bromion erecti Koch 1926 anschloss. In seiner Veröffentlichung über die öländischen Trockenrasen verzichtet er auf eine syntaxonomische Zuordnung.

HALLBERG (1971) beschreibt Felsgrusgesellschaften aus Bohuslän. Er weist darauf hin, dass die nordischen Felsgrusgesellschaften zwar viele Gefäßpflanzenfamilien mit dem mitteleuropäischen Alysso-Sedion gemein haben, sich die Bodenschicht aber markant unterscheidet. Er hält es daher für sinnvoll, die nordischen Felsgrusgesellschaften in einem gesonderten Verband zusammenzufassen, den er vorläufig als Tortello-Sedion bezeichnet. Bezeichnende Arten sind u.a. die bunten Erdflechten sowie verschiedene *Tortella*-Arten. DENGLER (2001a) greift diesen Vorschlag auf. In seiner gesamteuropäischen Betrachtung fügt er der Ordnung Alysso alyssoidis-Sedetalia den Verband Tortello-Sedion Hallberg 1971 nom. inval.¹¹ an. Die vorliegenden Daten stützen diesen Vorschlag.

Mit im Mittel 27 Kryptogamen pro 4 m² sind die Felsgrusgesellschaften Ölands um ein Vielfaches kryptogamenreicher als die in der Literatur beschriebenen mitteleuropäischen Alysso alyssoidis-Sedion-Assoziationen. Hoch stete Arten wie *Athalamia hyalina*, *Barbula convoluta*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Campylium chrysophyllum*, *Didymodon fallax*, *Didymodon ferrugineus*, *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta vulgaris*, *Fissidens cristatus*, *Tortella rigens*, *T. tortuosa*, *Trichostomum crispulum*, *Weissia brachycarpa*, *Cetraria islandica*, *Cladonia pocillum*, *C. rangiformis*, *C. subrangiformis*, *C. symphylicarpa*, *Collema* spp. und *Fulgensia bracteata* fehlen im Aufnahmematerial KORNECKS (1975) gänzlich oder besitzen nur geringe Stetigkeiten. Eine weitere Besonderheit der Bodenschicht der öländischen Felsgrusfluren sind arktisch-alpine Elemente wie *Myurella julacea*, *Scorpidium turgescens*, *Cetraria cucullata*, *C. nivalis* und *Thamnolia vermicularis*. Viele der genannten Arten sind jedoch nicht nur für die öländischen Felsgrusgesellschaften bezeichnend, sondern treten auch in vergleichbaren Vegetationstypen des Festlandes auf. Dabei ist anzumerken, dass die wesentlich niedrigeren Kryptogamenzahlen mitteleuropäischer Felsgrusfluren möglicherweise auf eine unzulängliche Kryptogamenbearbeitung zurückzuführen sein könnten. In den sorgfältig angefertigten Aufnahmen von JANDT (1999) aus dem Südharz treten allerdings ebenfalls kaum Moose und Flechten auf.

Die Feldschicht der skandinavischen Gesellschaften weist ebenfalls deutliche Unterschiede auf. So fehlen den mitteleuropäischen Gesellschaften Lehmzeiger, die auf schlechte Dränierungsverhältnisse hinweisen wie *Agrostis stolonifera*, *Prunella vulgaris* und *Sagina nodosa* ssp. *nodosa*. Ebenfalls als Differenzialarten des nordischen Verbandes können u.a. *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Festuca ovina*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Linum catharticum* und *Taraxacum erythrospermum* agg. gelten.

Die von HALLBERG (1971) aus Bohuslän beschriebenen Felsgrusgesellschaften zeigen zahlreiche Gemeinsamkeiten mit den öländischen. Interessanterweise fehlen mit Ausnahme von *Tortella tortuosa*, die mit fast 100% Stetigkeit vorkommt, die übrigen *Tortella*-Arten des öländischen Alvars. Stattdessen kommt *Tortella fragilis* regelmäßig vor. Gleiches gilt für die von HALVORSEN (1980) östlich des Oslo-Fjordes untersuchten Bestände, die ebenfalls auf Schalenablagerungen stocken. *Tortella fragilis* tritt dort ebenfalls auf, ist jedoch deutlich seltener und eher in den dichter geschlossenen, gräserdominierten Vegetationstypen verbreitet.

Etwas ärmer ist die Moos- und Flechtenflora des von MARKER (1969) aus Südnorwegen beschriebenen Poo alpinae-Anthyllidetum vulnerariae, das DIERBEN (1996) zu Recht entgegen des Vorschlags des Autors zu den Felsgrusfluren stellt. Dennoch treten auch hier charakteristische Arten wie *Barbula convoluta*, *Ditrichum flexicaule*, *Fissidens cristatus*, *Tortella tortuosa* und *Cladonia symphylicarpa* mit Stetigkeiten von IV-V (60-100%) auf.

¹¹ Gem Art. 3b des ICPN ist die Bezeichnung Tortello-Sedion ungültig, da HALLBERG (1971, 68) nur eine vorläufige Beschreibung des Verbandes vornimmt. Gleiches gilt für die von Krahulec et al. (1986) beschriebenen Assoziationen.

Die gegenüber den mitteleuropäischen Gesellschaften differenzierenden Gefäßpflanzensippen *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Festuca ovina*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Linum catharticum* und *Poa alpina* ssp. *alpina* sind ebenfalls reich vertreten.

ALBERTSON (1946) stellt für die Vegetation des kleineren Alargebietes nahe Kinnekulle in Västergötland fest, „die Moos- und Flechtenflora ist reich und interessant und lässt nur relativ wenige der bemerkenswerteren, für Öland und Gotland charakteristischen Arten vermissen. Bemerkenswert ist vor allem die reiche Repräsentation der Gattung *Tortella*...“ (ALBERTSON 1946, 249f.).

Auch die von PÄRTEL et al. (1999) aus Estland beschriebenen Felsgrusgesellschaften dürften zu dem Tortello-Sedion zu stellen sein. Leider unterblieb eine Bearbeitung der Kryptogamen. In der Feldschicht treten jedoch Arten wie *Agrostis stolonifera*, *Festuca ovina*, *Linum catharticum* und *Sagina nodosa* ssp. *nodosa* hochstet auf.

Auf der anderen Seite kommt die in den bei KORNECK (1975) beschriebenen Gesellschaften des Alysso-Sedions hochstete Verbandskennart *Alyssum alyssoides* in den skandinavischen Felsgrusgesellschaften nur sehr spärlich vor. Aus chorologischen Gründen fallen in den Aufnahmen von Korneck relativ häufig vertretende Arten wie *Minuartia hybrida*, *Teucrium chamaedrys*, *Teucrium botrys* aus (letztere Art mit Ausnahme eines isolierten Vorkommens auf Nord-Gotland).

Die Abspaltung eines nordischen Verbandes Tortello-Sedion innerhalb der Alysso-Sedetalia erscheint daher gerechtfertigt. Aufgrund der engen floristischen Beziehungen der Felsgrusfluren des Festlandes zu denen Ölands und Gotlands wird es indes nicht für sinnvoll gehalten – wie von KRAHULEC et al. (1986) vorgeschlagen – einen endemischen Verband Helianthemo-Cetrarion aufzustellen, dem das Helianthemo-Galietum oelandici sowie das Gypsophilo-Globularietum untergeordnet werden, während die Gesellschaften des Festlandes – ebenso wie das Crepido-Allietum alvarensis – weiterhin zum Alysso alyssoidis-Sedion gestellt werden.

Charakterarten der Unterklasse im Gebiet sind *Sedum album*, *Erophila verna* ssp. *verna*, *Potentilla tabernaemontani*, *Cladonia foliacea* und *Peltigera rufescens*. An hochsteten Ordnungskennarten kommen *Acinos arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium pumilum* agg., *Hornungia petraea* sowie *Saxifraga tridactylites* vor.

Als (teilweise auch transgressive) Verbandskennarten sind *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum*, *Artemisia rupestris*, *Crepis tectorum* ssp. *pumila*, *Festuca oelandica*, *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum* und *Galium oelandicum* zu betrachten. Des Weiteren wird der Verband durch eine Vielzahl an Moos- und Flechtenarten charakterisiert, u.a. von der Gruppe der bunten Erdflechten. Es seien im Folgenden lediglich Arten angeführt, die in den vorliegenden skandinavischen Arbeiten insgesamt vorkommen. Hierzu gehören *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta rhabtocarpa*, *Cladonia pocillum*, *C. symphylicarpa*, *Collema* spp. und *Leptogium lichenoides*. In nahezu allen genannten Arbeiten vorkommende Verbandsdifferenzialarten sind *Barbula convoluta*, *Campyllum chrysophyllum*, *Cephaloziella divaricata*, *Fissidens cristatus*, *Myurella julacea*, *Scorpidium turgescens*, *Tortella tortuosa*, *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiformis*, *C. subrangiformis* und *Psora decipiens*. Unter den Gefäßpflanzen sind *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Agrostis stolonifera*, *Festuca ovina*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Linum catharticum*, *Medicago lupulina*, *Poa alpina* ssp. *alpina*, *Sagina nodosa* ssp. *nodosa* und *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* zu nennen.

Möglicherweise müssen einige der genannten Kenn- und Differenzialarten bei Vorliegen einer sorgfältigen Kryptogamenbearbeitung mitteleuropäischer Gesellschaften revidiert werden.

4.1.2.1.1 Crepido-Allietum alvarense Krahulec et al. 1986 nom. inval. (A1)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Acinos arvensis*, *Agrostis stolonifera*, *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum*, *Artemisia rupestris*, *Crepis tectorum* ssp. *pumila*, *Erophila verna* ssp. *verna*, *Festuca oelandica*, *Festuca ovina*, *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis*, *Linum catharticum*, *Prunella vulgaris*, *Sagina nodosa* ssp. *nodosa*, *Sedum album*

Kryptogamen: *Barbula convoluta*, *Bryum elegans*, *Campylium chrysophyllum*, *Didymodon fallax*, *Ditrichum flexicaule*, *Drepanocladus revolvens* var. *intermedius*, *Eucladium verticillatum*, *Fissidens cristatus*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Nostoc commune*, *Scorpidium turgescens*, *Tortella rigens*, *Tortella tortuosa*, *Weissia* cf. *brachycarpa*

Tabelle 6: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des Crepido-Allietum alvarense und seinen Untereinheiten. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	A1a n = 28	A1b.1 n = 10	A1b.2 n = 32	A1 gesamt n = 70
Artzahl gesamt	50,9 (10,2)	24,4 (11,0)	40,8 (12,7)	42,5 (14,4)
Artzahl Gefäßpflanzen	26,7 (6,4)	12,0 (4,4)	15,1 (4,9)	19,3 (8,2)
Artzahl Moose	19,1 (6,6)	9,1 (7,9)	19,2 (7,4)	17,7 (7,9)
Artzahl Flechten	4,9 (3,3)	2,6 (2,2)	5,7 (4,3)	5,0 (3,8)
Deckung gesamt	85 (12)	53 (15)	58 (18)	68 (21)
Deckung Feldschicht	71 (15)	48 (11)	48 (19)	57 (20)
Deckung Bodenschicht	52 (15)	15 (17)	20 (16)	32 (23)
Deckung Gestein	3 (7)	1 (3)	6 (15)	4 (11)

Floristische Charakterisierung

Das Crepido-Allietum alvarense zeigt eine eigentümliche Mischung xerophiler und hygrophiler Elemente. Floristisch wie ökologisch vermittelt die Assoziation zu den „*Agrostis stolonifera*-Vätar“ (vgl. ALBERTSON 1950, 316). In der Feldschicht herrschen Hemikryptophyten vor. Die wichtigsten Feldschichtdominanten sind *Agrostis stolonifera* und *Festuca ovina*, mancherorts auch die endemische *Festuca oelandica*, die zwar im Crepido-Allietum ihren Verbreitungsschwerpunkt aufweist, jedoch auch in die übrigen Gesellschaften übergreift. Regelmäßig vorkommende Lehmzeiger sind *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis*, *Prunella vulgaris*, und *Sagina nodosa* ssp. *nodosa*, die gegenüber den folgenden Assoziationen differenzieren. Kennart ist das unscheinbare, für Öland endemische *Crepis tectorum* ssp. *pumila*. Als weitere Charakterart kommt vermutlich die kontinentale Steppenart *Artemisia rupestris* in Frage. Diese tritt im Aufnahmемaterial der Assoziation mit einer Stetigkeit von 17% auf.

In der Bodenschicht sind neben den für die Felsgrusfluren kennzeichnenden Arten wie *Ditrichum flexicaule* und *Tortella tortuosa* Niedermoorarten wie *Drepanocladus revolvens* var. *intermedius* und *Scorpidium scorpioides* anzutreffen. Auf wechselfeuchte Verhältnisse weisen auch *Eucladium verticillatum* und die arktisch-alpine Art *Scorpidium turgescens* hin, die jedoch auch in den folgenden beiden Gesellschaften regelmäßig auftritt.

Lebensformen

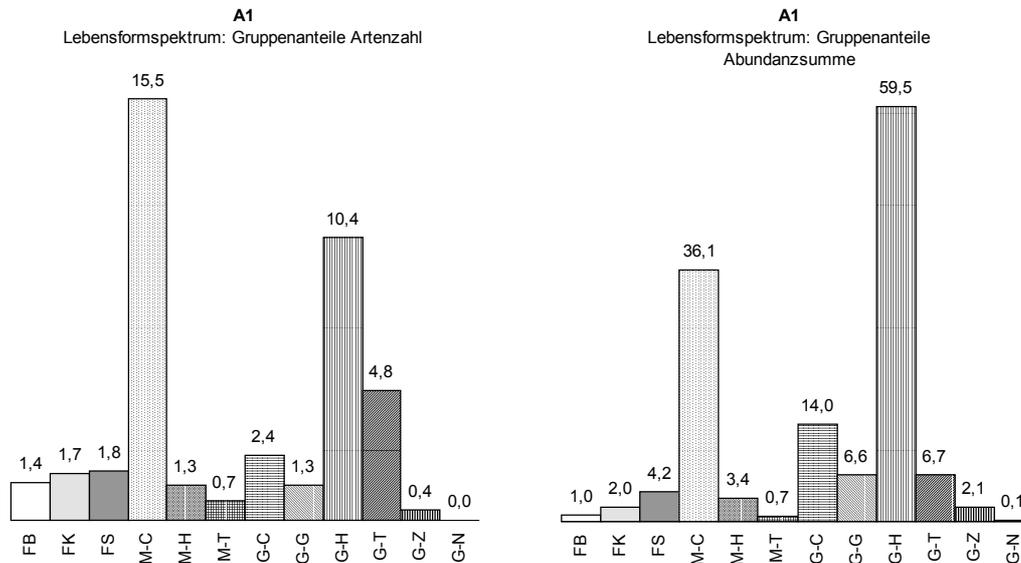


Abbildung 6: Lebensformspektrum des Crepido-Allietum alvarense

Abbildung 6 vermittelt einen Eindruck von dem Gesellschaftsaufbau der Assoziation. Im Gegensatz zu den übrigen Assoziationen der Sedo-Scleranthenea erscheint das Crepido-Allietum weniger vielfältig gegliedert. Das Gesellschaftsbild wird klar von Gefäßpflanzen-Hemikryptophyten bestimmt. Die zweitwichtigste Artengruppe sind Moose, unter denen herrschen, wie auch bei den übrigen Vegetationstypen, Chamaephyten vor. Diese tragen wesentlich zur Artenvielfalt der Assoziation bei und sind mit durchschnittlich 15,5 Sippen die artenreichste Gruppe. Demgegenüber zeigt sich die Flechtenflora bei einer mittleren Artenzahl von 4,3 verglichen mit den übrigen Felsgrusgesellschaften artenarm.

Untereinheiten

Die typische ***Festuca oelandica*-Ausbildung (A1b)** kommt ausschließlich auf dem Großen Alvar vor. Trennarten sind *Euphrasia stricta*, *Festuca oelandica* sowie zahlreiche Moose, hierunter *Tortella inclinata*, *T. rigens*, *Eucladium verticillatum*, *Gymnostomum aeruginosum*, *Schistidium* spp. sowie die arktisch-alpine *Hypnum bambergeri*. Des Weiteren differenzieren die Vertreter des Vereins der bunten Erdflechten wie *Fulgensia bracteata*, *Lecidea lurida*, *Psora decipiens* und *Toninia sedifolia*, die jedoch ihren eindeutigen Schwerpunkt in der *Fulgensia bracteata*-*Poa alpina*-Gesellschaft besitzen. Typisch ist außerdem die Makroalge *Nostoc commune*.

Die Vegetation wirkt zu Beginn des Sommers grau und eintönig, es treten nur wenige der einjährigen, früh blühenden Therophyten auf. Insgesamt liegt die Gefäßpflanzenzahl mit im Mittel 14 Arten deutlich unter dem Durchschnitt der Felsgrusgesellschaften des Alvars. Im Hochsommer fällt die Gesellschaft durch kräftige Violetttöne des Alvar-Schnittlauches *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum* und *Prunella vulgaris* auf. Dazwischen lassen sich die kleinen weißen Blüten von *Linum catharticum* und *Sagina nodosa* ssp. *nodosa* entdecken, später auch von *Sedum album*. Im Spätsommer gelangt *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis* zur Blüte. Es tritt eine artenarme Variante (A1b.2) auf, die sich vor allem durch die Dominanz von *Festuca oelandica* und *F. ovina* auszeichnet. Die Bodenschicht ist bei dieser nur sehr schwach ausgebildet.

Wesentlich mesophiler sind die Bestände der *Plantago lanceolata-Calliergonella cuspidata*-Ausbildung (A1a). Diese bilden offensichtlich einen Übergang zur *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (s. Kap. 4.1.3.1). Mit im Mittel 26 Arten ist die Feldschicht wesentlich artenreicher als bei der typischen Ausbildung. Neben zahlreichen Festuco-Brometea-Arten sind Feuchtezeiger wie *Alopecurus geniculatus*, *Inula britannica* und *Calliergonella cuspidata* zu finden. An offenen Erdanrissstellen können konkurrenzschwache Therophyten wie *Arenaria serpyllifolia*, *Erophila verna* ssp. *verna* und *Saxifraga tridactylites* Fuß fassen. Des Weiteren treten Sippen auf, die auf geringere Kalkgehalte der Standorte hinweisen, so z.B. *Myosotis stricta*, *Ceratodon purpureus* und *Dicranum scoparium*.

Standortsverhältnisse

Die typische Ausbildung (A1b) stockt auf relativ flachgründigen (mittlere Tiefgründigkeit 8,3 cm), meist lehmig-tonigen Böden über kompaktem Kalkgestein. Diese sind jedoch tiefgründiger als die übrigen der Unterklasse. Der Gesteinsdeckung liegt lediglich bei 3%. Die Bodenreaktion ist schwach basisch, der Kalkgehalt mit im Mittel 38% bzw. 58% (kennartenarme *Festuca*-Variante) erheblich. Der Boden weist oft eine hellgraue Färbung auf. An anderen Stellen, insbesondere östlich des Möckelmossen, tritt eine rote, an Terra rossa erinnernde Erde auf. Nach SCHACHTSCHABEL et al. (1998) sind die Böden als Rendzinen zu klassifizieren.

In Folge der schlechten Dränierung werden die Flächen im Winterhalbjahr regelmäßig überschwemmt. Im Sommer trocknen die flachgründigen Böden rasch aus, der lehmige Boden wird oft steinhart und bricht auf. Vielerorts treten Frosthebungserscheinungen auf, in seltenen Fällen sind bei höheren Skelettanteilen auch Polygonböden zu beobachten. In Folge der sommerlichen Austrocknung und der Frostwechselereignisse ist die Vegetation sehr starken mechanischen Belastungen ausgesetzt. Hiermit erklärt sich vermutlich das Vorkommen von Grünlandarten wie *Prunella vulgaris* und *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis*, die sonst für recht intensiv beweidete Flächen typisch sind. Von Interesse ist außerdem das Vorkommen von „Unkräutern“ wie *Anagallis arvensis*, *Chaenorhinum minus*, *Cirsium vulgare* ssp. *vulgare*, *Convolvulus arvensis*, *Linaria vulgaris* und *Lappula squarrosa* ssp. *squarrosa*, die auf dem Alvar relativ weit verbreitet sind. STERNER (1986, 80) geht davon aus, dass diese indigen sind. Vermutlich ermöglichte es ihnen ihre Anpassung an mechanische Belastung, in die Kulturvegetation einzudringen.

Wesentlich kalkärmer (6%), dafür aber humoser, sind die Böden der mesophilen Ausbildung (A1a) an der Ostküste. Die Basensättigung liegt dennoch bei nahezu 100%. Die gemessenen pH-Werte liegen um den Neutralpunkt. Die Tongehalte sind wesentlich geringer als auf den Alvarflächen. Die häufigste Bodenart ist sandiger Schluff. Auffällig ist die teilweise extreme Huckelstruktur der Böden. Die Bulten können bis zu 30 cm Höhenunterschied aufweisen (zu möglichen Ursachen s. Kap. 2.3). Dies erklärt die eigentümliche Zusammensetzung der Vegetation. Während Staufeuchtezeiger vornehmlich in den Senken anzutreffen sind, besiedeln xerophile Sippen in erster Linie die Huckel.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die *Festuca oelandica*-Ausbildung ist auf dem Groß-Alvar weit verbreitet. In Bereichen des Karstalvars fehlt die Assoziation weitgehend. Die mesophile *Plantago lanceolata-Calliergonella cuspidata*-Ausbildung kommt auf den ostküstennahen kleineren Alvarflächen zwischen Sandby und Stenåsa vor. Des Weiteren wurde diese in einigen Randbereichen des Groß-Alvars vorgefunden.

Die Bestände der Assoziation des Groß-Alvars werden extensiv durch Rinder und/oder Schafe beweidet, teilweise auch gemischt mit Pferden. Die Flächen der mesophilen Ausbildung werden verglichen mit denen des Alvars recht intensiv genutzt. Es findet eine Rinderbeweidung statt.

Arten, die auf einen stärkeren Beweidungsdruck hinweisen sind u.a. *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata* und *Trifolium repens* ssp. *repens*.



Abbildung 7: Ausgeprägte Huckelstruktur der mesophilen Ausbildung des Crepido-Allietum alvarense nahe Stenåsa.

Soziologischer Vergleich

Die beschriebene Gesellschaft steht in engem Zusammenhang zu dem Crepido-Allietum alvarense KRAHULEC et al. 1986 nom. prov. Die Autoren fassen diesen Begriff jedoch weiter als dies im Rahmen dieser Arbeit der Fall ist. Während das Datenmaterial von KRAHULEC et al. (1986) eine syntaxonomische Trennung der von ihnen zum Crepido-Allietum alvarense gestellten Vegetationstypen nicht zulässt, auch wenn sich bei der von ihnen durchgeführten Hauptkomponentenanalyse zwei Cluster abzeichnen, legen die vorliegenden Aufnahmen eine solche nahe. Von dem Crepido-Allietum alvarense i.e.S. wird die folgende Gesellschaft unterschieden, die zunächst formlos als *Fulgensia bracteata-Poa alpina* Gesellschaft bezeichnet wird. Zur floristischen und ökologischen Unterscheidung siehe die Diskussion unter Punkt 4.1.2.1.2. Damit kommt allein *Crepis tectorum* ssp. *pumila* als Charakterart der Assoziation in Frage. *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum* greift in die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft über, ist aber auch sonst auf dem Alvar recht weit verbreitet.

Ähnliche Beobachtungen macht ALBERTSON (1950). Das von ihm beschriebene Sedetum tortellosum dürfte im Wesentlichen der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft entsprechen, das Crepido-Allietum alvarense seinem Festucetum alvarense tortellosum – hier insbesondere der *Festuca ovina-Schistidium apocarpum*-Soziation, die er auch als „Vätheide“ bezeichnet. Aus Västergötland berichtet ALBERTSON (1946) von einer saisonhygrophilen *Tortella-Schistidium*-Subassoziation des Festucetum tortellosum „*Festuca*-vähällheder“. In der Feldschicht herrschen *Agrostis stolonifera* (75%) und/oder *Festuca ovina* (73%) vor, *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis* (73%), *Prunella vulgaris* (36%), *Sagina nodosa* ssp. *nodosa* (53%) und *Nostoc commune* (95%) treten regelmäßig auf. Interessanterweise kommt *Arenaria gothica* mit 75% Stetigkeit vor, in den Aufnahmen der xerophilen Subassoziation der „*Festuca*-torrhällheder“

hingegen nur mit 13%. Die für Schweden endemische Art ist in ihrem Vorkommen auf Kinnekulle und Gotland beschränkt.

Bei HALLBERG (1971) findet sich keine dem *Crepido-Allietum alvarensense* standörtlich entsprechende Gesellschaft. Vergleichbare Standorte des zweifelsohne floristisch wie ökologisch zur Vegetation der Vätar überleitenden *Crepido-Allietum alvarensense* dürften sich nur in extremen Alvargebieten finden, sind also in Schweden einzig noch auf Gotland zu erwarten.

PÄRTEL et al. (1999) beschreiben aus Estland eine floristisch ebenfalls nahe stehende Gesellschaft flachgründiger, vermutlich temporär überfluteter Böden über Alvargrund, die einem merklichen Frosteinfluss unterliegen. *Agrostis stolonifera* und *Sagina nodosa* ssp. *nodosa* kommen mit hoher Deckung und 100% bzw. 86% Stetigkeit vor. Auch *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis* (71%) und *Prunella vulgaris* (43%) sind vorhanden. *Artemisia rupestris* tritt mit 100% Stetigkeit auf. Ein weiterer kontinentaler Einschlag ist *Plantago maritima* ssp. *maritima*, der in den vorliegenden Aufnahmen lediglich zweimal auftritt, jedoch in den öländischen Vätar häufiger ist.

Leider existieren keine publizierten Aufnahmen vergleichbarer Standorte aus Gotland. Auf der Insel kommen *Crepis tectorum* ssp. *pumila*, *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum* und *Artemisia rupestris* ebenfalls vor. Außerdem besitzt *Arenaria gothica* dort ihren Verbreitungsschwerpunkt. Laut JONSELL (2001) siedelt die Art über Kalkuntergrund „mainly in gravelly, temporarily inundated depressions“. Bei einer überregionalen Betrachtung kommt möglicherweise neben *Crepis tectorum* ssp. *pumila* und *Artemisia rupestris* auch *Arenaria gothica* als Charakterarten der Assoziation in Frage. Bei einem gemeinsamen Vorkommen dieser Arten auf Gotland könnte es sinnvoll sein, die oben genannten Vegetationstypen als Ausläufer ein und derselben Assoziation zu betrachten, mit jeweils unterschiedlichen geographischen Ausprägungen. Anderenfalls wäre es denkbar, die Gesellschaften der Vät-Felsgrusheiden in einem Unterverband zusammenzufassen. Als Charakterart käme möglicherweise *Artemisia rupestris* in Frage. Trennarten des Unterverbandes könnten *Agrostis stolonifera*, *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis*, *Prunella vulgaris* und *Sagina nodosa* ssp. *nodosa* sein. Unter den Kryptogamen scheinen *Drepanocladus revolvens* var. *intermedius*, *Eucladium verticillatum* und *Nostoc commune* zu differenzieren. Innerhalb des Unterverbandes könnte die aus Estland beschriebene Gesellschaft als Zentralassoziation gelten, während *Arenaria gothica* und *Crepis tectorum* ssp. *pumila* jeweils endemische Gebietsassoziationen charakterisieren.

4.1.2.1.2 *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Acinos arvensis*, *Agrostis stolonifera*, *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Cerastium pumilum* agg., *Erophila verna* ssp. *verna*, *Festuca ovina*, *Hornungia petraea*, *Medicago lupulina*, *Poa alpina* ssp. *alpina*, *Saxifraga tridactylites*, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*

Kryptogamen: *Barbula convoluta*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*, *Bryum argenteum*, *Bryum capillare*, *Cladonia subrangiformis*, *Cladonia symphylicarpa*, *Collema crispum*, *Collema cristatum*, *Didymodon fallax*, *Didymodon ferrugineus*, *Didymodon rigidulus*, *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta vulgaris*, *Fulgensia bracteata*, *Fulgensia fulgens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Lecidea lurida*, *Leptogium gelatinosum*, *Leptogium lichenoides*, *Nostoc commune*, *Peltigera rufescens*, *Psora decipiens*, *Schistidium atrofussum*, *Scorpidium turgescens*, *Squamarina cartilaginea*, *Squamarina lentigera*, *Toninia sedifolia*, *Tortella densa*, *Tortella inclinata*, *Tortella rigens*, *Tortella tortuosa*, *Tortula calcicolens*, *Tortula ruraliformis*, *Trichostomum crispulum*, *Weissia* cf. *brachycarpa*

Tabelle 7: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	A2 n = 25		A2 n = 25
Artzahl gesamt	48,6 (12,1)	Deckung gesamt	43 (18)
Artzahl Gefäßpflanzen	12,1 (6,1)	Deckung Feldschicht	18 (13)
Artzahl Moose	22,9 (7,0)	Deckung Bodenschicht	35 (17)
Artzahl Flechten	13,0 (4,6)	Deckung Gestein	28 (27)

Die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft besiedelt die flachgründigsten Böden des Alvars. Auch wenn *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum* mit dem Crepido-Allietum alvarense geteilt wird, so unterscheidet sich die Gesellschaft floristisch wie strukturell deutlich von diesem.

Floristische Charakterisierung

Mit im Mittel 48,6 Arten sind die Bestände deutlich artenreicher als die der typischen Ausbildung des Crepido-Allietum. Von herausragender Bedeutung ist die Bodenschicht, deren Deckung oft der Gesamtdeckung entspricht. Die Feldschicht spielt bei einer mittleren Deckung von 18% eine untergeordnete Rolle.

Die wichtigsten Bodenschichtdominanten sind *Cladonia symphylicarpa*, *Ditrichum flexicaule*, *Tortella tortuosa*, *T. inclinata*, *T. rigens* sowie *Schistidium* spp., wobei insbesondere *Schistidium atrofusum* charakteristisch zu sein scheint. Des Weiteren differenzieren *Tortula calcicolens*, *T. intermedia*, *T. ruraliformis*, *Bryum argenteum*, *Entodon concinnus* und *Didymodon rigidulus* gegenüber den übrigen Gesellschaften des Alvars. Die auf den ersten Blick recht einheitlich wirkenden Moospolster weisen bei genauem Hinschauen zahlreiche weitere Moosarten auf.

Vertreter des Vereins der bunten Erdflechten bilden Farbtupfer über den schwärzlichen Moosen. Diese kommen zwar auch in den übrigen Trockenrasenvegetationstypen des Alvars vor, besitzen jedoch in der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft einen klaren Verbreitungsschwerpunkt. Die allgemeinste Art ist *Fulgensia bracteata*; *Fulgensia fulgens*, *Lecidea lurida*, *Psora decipiens* und *Toninia sedifolia* sind ebenfalls häufig anzutreffen. Seltener kommen *Squamarina cartilaginea* und *S. lentigera* sowie *Endocarpon pusillum* und *Dermatocarpon* spp. vor. Bezeichnend ist auch das Auftreten verschiedener Blaualgenflechten, insbesondere *Collema* spp. und *Leptogium* spp., die teilweise auf den Moospolstern wachsen, teilweise auch direkt auf dem Fels. Strauchflechten spielen verglichen mit dem Helianthemo-Galietum oelandici und Gypsophilo-Globularietum eine geringe Rolle, wobei *Cladonia subrangiformis* am häufigsten auftritt.

Die unter den Moospolstern akkumulierte Feinerde bietet konkurrenzschwachen Therophyten wie *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium pumilum* agg., *Erophila verna* ssp. *verna* und *Saxifraga tridactylites* Lebensraum, die gegenüber dem Crepido-Allietum differenzieren. Bemerkenswert ist das Vorkommen der südeuropäischen *Hornungia petraea*, die im Helianthemo-Galietum wie dem Gypsophilo-Globularietum ebenfalls auftritt, dem Crepido-Allietum hingegen fremd ist. Unter den Graminiden kommen *Agrostis stolonifera* und *Festuca ovina* zwar gelegentlich vor, jedoch nur in Einzelexemplaren. Typischer hingegen sind *Poa alpina* ssp. *alpina* und *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, der in einer niedrigwüchsigen Form auftritt. Deckung besitzt meist allein *Sedum album*, teilweise auch *S. acre*. *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum* kommt regelmäßig vor, in der Regel aber ohne Deckung. *Crepis tectorum* ssp. *pumila* ist hin und wieder anzutreffen, aber deutlich seltener als im Crepido-Allietum alvarense.

Lebensformen

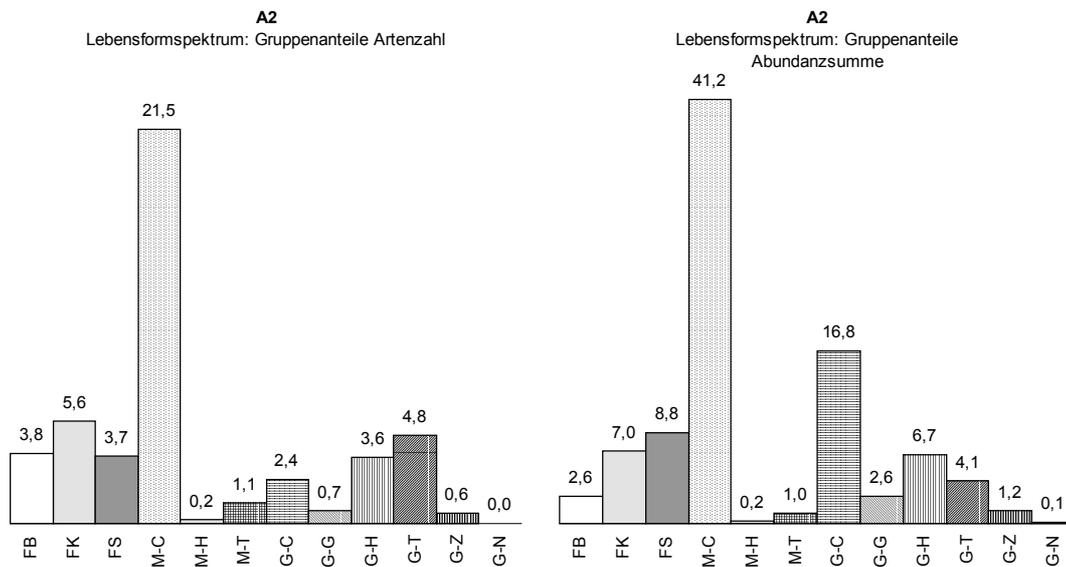


Abbildung 8: Lebensformenspektrum der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft

Im Gegensatz zum *Crepido-Allietum* sind krautige Hemikryptophyten von geringer Bedeutung. In der Feldschicht sind die Chamaephyten *Sedum album* und *S. acre* tonangebend. Die höchsten Artenzahlen zeigen demgegenüber Therophyten. Insgesamt herrschen – sowohl hinsichtlich der Artenzahl als auch hinsichtlich der Abundanzsummen – Kryptogamen vor. Unter diesen sind Moose, vorrangig Chamaephyten, mit Abstand am stärksten vertreten. Sie weisen mit 41,2% eine vergleichsweise hohe Abundanzsumme auf. Noch höhere Abundanzen erlangen diese allein in der *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft, die jedoch eine insgesamt deutlich dichter geschlossene Vegetationsdecke aufweist, so dass der prozentuale Anteil der Moos-Chamaephyten an der Gesamtdeckung geringer ausfällt. Der Anteil der für die Gesellschaft bezeichnenden Erdflechten ist mit durchschnittlich 5,6 Arten und einer Abundanzsumme von 7,0% deutlich höher als beim *Crepido-Allietum* und den folgenden Gesellschaften. Strauchflechten sind weitaus weniger präsent als beim *Helianthemo-Galietum* sowie *Gypsophilo-Globularietum*.

Standortsverhältnisse

Die Gesellschaft kann nach reinen Kryptogamenvereinen als erste über nacktem Kalkfels oder Verwitterungsgrus Fuß fassen. Im Initialstadium bilden sich vereinzelte Moospolster, unter denen sich zunehmend Feinerde anreichert. Die mittlere Gesteinsdeckung liegt bei 28%. Die Schwankungen sind jedoch hoch. Je nach Entwicklungsstadium kann sie bis zu 80% betragen. Mit fortschreitender Entwicklung wachsen die Polster zusammen; es ist eine Weiterentwicklung zum *Helianthemo-Galietum oelandici* denkbar. Durch Wind- und Wassererosion – aber auch Viehtritt – werden die Polster jedoch immer wieder losgerissen, so dass sich die Gesellschaft auch über längere Zeiträume hinweg halten kann.

Die Feinerdeanreicherung unter den Moospolstern kann bis zu 5 cm betragen, der Schnitt liegt bei 2,1 cm. Der Boden besitzt eine dunkelbraune Färbung und ist humoser als der des *Allietum*. Vorherrschende Bodenart ist reiner bis sandiger Schluff, der Anteil der Tonfraktion ist gering. Die pH-Werte liegen mit im Mittel 7,2 (aqua dest.) etwas niedriger als beim *Crepido-Allietum*, gleiches gilt für den Kalkgehalt, der durchschnittlich 20% beträgt.



Abbildung 9: Die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft siedelt oft über nacktem Kalkfels. Der Bestand wurde auf dem Groß-Alvar bei Karlevi aufgenommen.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Da die Gesellschaft an nackte oder zumindest nur von einer äußerst geringen Bodenschicht bedeckte Kalkfelsplatten gebunden ist, ist sie in ihrer Verbreitung im Wesentlichen auf den Groß-Alvar beschränkt. Außerdem kommt sie vereinzelt in den ostküstennahen, kleineren Alvargebieten vor. Diese sind jedoch insgesamt sehr viel stärker überwachsen, so dass nur kleinflächig geeignete Standorte vorzufinden sind. Es wird mit Schafen und/oder Rindern, teils gemischt mit Pferden beweidet.

Soziologischer Vergleich

Die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft entspricht nahezu exakt dem öländischen Sedetum *tortellosum* von ALBERTSON (1950). Dies gilt insbesondere für die *Sedum album-Tortella inclinata*-Soziation, während die *Agrostis stolonifera-Schistidium apocarpum*-Soziation zum *Crepido-Allietum* überleitet. Der in dieser vorkommende *Apera interrupta* wurde nicht gefunden. Laut ROSÉN (mündl.) tritt die Art nur selten auf und fehlt in den meisten Jahren ganz.

Das von ALBERTSON (1946) vom Kinnekulle beschriebene Sedetum *tortellosum* weist deutliche Verbindungen zur *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft des öländischen Alvars auf – insbesondere die *Cladonia symphylicarpa*-Consoziation. Wie ALBERTSON (1946, 45) ausführt, sind die Therophyten qualitativ und quantitativ von weitaus geringerer Bedeutung als auf dem öländischen Alvar, auch *Poa alpina* ssp. *alpina* ist nur spärlich vertreten. Dennoch fehlt keine der auf dem Alvar vorkommenden Arten, auch die südliche *Hornungia petraea* tritt auf. Dabei ist zu Bedenken, dass die Zahl kurzlebiger Arten von Jahr zu Jahr stark schwanken kann. Die Bodenschicht zeigt eine sehr ähnliche Zusammensetzung; kaum eine der in der Gesellschaft auf Öland beobachteten Arten fehlt (s.o.).

Deutlich unterscheidet sich hingegen das von HALLBERG (1971) in Bohuslän untersuchte Sedo-Tortelletum. Das Ditricho-Sedetum Hallberg 1971 wird als eine mesophilere Variante von diesem betrachtet. Die Bodenschicht zeigt sich wesentlich artenärmer – verglichen mit den Gesellschaften des mitteleuropäischen *Alyso alyssoidis*-Sedion aber immer noch artenreich. Stete Verbandskennarten sind *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta streptocarpa*, *Tortella tortuosa*, *Cladonia symphycarpa*, *C. pocillum* und *Collema* spp. *Tortella rigens* und *T. inclinata* scheinen zu fehlen, stattdessen kommt *Tortella fragilis* vor. *Schistidium apocarpum* ist spärlich vertreten. *Encalypta vulgaris*, *Gymnostomum aeruginosum*, *Trichostomum crispulum* und *Weissia brachycarpa* sind ebenfalls nicht anzutreffen. Die Arten des Vereins der bunten Erdflechten sind deutlich seltener vertreten. Stete Arten, die auf Kinnekulle und Öland im Sedo-Tortelletum nicht bzw. sehr selten auftreten, sind *Encalypta streptocarpa*, *Homalothecium sericeum*, *Racomitrium canescens* und *Thuidium abietinum*. Auch die Feldschicht unterscheidet sich markant. Es treten zahlreiche – darunter viele azidophile – Sippen auf, die der öländischen *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft ebenso wie dem Sedetum Västergötlands fehlen oder aber selten sind, so z.B. *Agrostis vinealis*, *Allium vineale*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Cerastium semidecandrum*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Potentilla argentea* agg. und *Viola tricolor* ssp. *tricolor*. Häufiger sind auch *Leontodon autumnalis* ssp. *autumnalis*, *Linum catharticum* und *Sagina nodosa* ssp. *nodosa*, die auf Öland und Kinnekulle ihren Verbreitungsschwerpunkt eher im Crepidio-Allietum besitzen.

Sehr artenarm ist die von TÜXEN (1951) aus dem Stockholmer Schärenhof beschriebene *Sedum album-Cladonia symphycarpa*-Assoziation. Dieser fehlen die *Tortella*-Arten gänzlich. An Moosen treten lediglich *Ditrichum flexicaule*, *Homalothecium lutescens*, *Thuidium abietinum* und *Tortula ruralis* agg. auf. Die wichtigsten Feldschichtdominanten sind *Sedum album* und *S. acre*. *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Draba verna* und *Sedum telephium* ssp. *maximum* charakterisieren die Subassoziation mit *Allium schoenoprasum*. Deutlich schwächer ausgebildet ist die Krautschicht der *Cetraria islandica*-Subassoziation.

Floristisch nahe stehend ist das von MARKER (1969) von der südnorwegischen Insel Langöya beschriebene *Poa alpinae-Anthyllidetum vulnerariae*, von dem zumindest die Aufnahmen, in denen *Sedum album* auftritt, zum Tortello-Sedion gestellt werden sollten. Bezeichnende Sippen sind *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Artemisia campestris* spp. *campestris*, *Poa alpina* ssp. *alpina* und *Ditrichum flexicaule*. *Agrostis vinealis*, *Potentilla argentea* agg., *Prunella vulgaris*, *Sagina nodosa* ssp. *nodosa* und *Thuidium abietinum* sind hochstet. Gleiches gilt für *Barbula convoluta* und *Cladonia symphycarpa*. Im Gegensatz zum Sedo-Tortelletum Bohuslän ist neben *Tortella tortuosa* auch *T. inclinata* anzutreffen, wobei fraglich ist, ob die etwas kritischen Sippen immer richtig bestimmt wurden.

HALVORSEN (1980) stellt auf Schalenablagerungen am Ausgang des Oslo-Fjordes ähnliche Vegetationstypen wie HALLBERG (1971) fest. Wie in Bohuslän ist *Tortella inclinata* nicht vertreten, *Tortella tortuosa* hingegen häufig vorhanden. *Tortella fragilis* kommt vor, jedoch deutlich seltener als in Bohuslän. Insgesamt scheinen die Standorte etwas reicher zu sein. Das für die beiden vorhergenannten Vegetationstypen typische *Agrostis vinealis* fehlt ebenso wie *Racomitrium canescens*. Im Übrigen ist die floristische Zusammensetzung jedoch ähnlich.

Das Sedetum tortellosum Västergötlands und die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft des öländischen Alvars sollten daher ebenso wie vergleichbare Gesellschaften Gotlands – also aller extremen Alvargebiete Schwedens – als Ausprägungen ein und derselben Assoziation betrachtet werden. Die von PÄRTEL et al. (1999) in Estland untersuchten Alvarflächen scheinen stärker überwachsen zu sein, so dass entsprechende Gesellschaften fehlen. Eine weitere Untergliederung auf Assoziationsniveau wird nicht für sinnvoll erachtet.

Mit Ausnahme von *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum* und *Crepis tectorum* ssp. *pumila*, die jedoch nicht bezeichnend sind, sind keine Arten, die dem Sedetum Kinnekulles fehlen, am Bestandsaufbau der öländischen Gesellschaft beteiligt. ALBERTSON (1946) unterscheidet eine Vielzahl an Soziationen, bei denen mal die eine, mal die andere Art überwiegt. Insbesondere die Unterscheidung der *Tortella tortuosa*-, *Tortella inclinata*- und *Tortella rigens*-Consoziationen ist – bei sonst nahezu identischer Artenzusammensetzung – wenig überzeugend. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen konnte auf dem öländischen Alvar keine klare Differenzierung der drei *Tortella*-Arten festgestellt werden. Oftmals traten sie nebeneinander auf.

Für nicht dazugehörig gehalten wird indes das Sedo-Tortelletum Bohusläns (HALLBERG 1971), das südnorwegische *Poo alpinae*-Anthyllidetum (MARKER 1969) sowie die von HALVORSEN (1980) beschriebenen *Sedum album*-Gesellschaften. Vermutlich müssen diese Vegetationstypen zur Zentralassoziaton des Verbandes Tortello-Sedion zusammengefasst werden, eine Trennung auf Assoziationsniveau dürfte schwierig sein. Hierzu müsste wahrscheinlich auch die *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft (s. 4.1.2.1.5) gestellt werden.

Die Stellung der von TÜXEN (1951) beschriebenen Gesellschaft ist schwer zu beurteilen. Die Interpretation der Daten ist problematisch, da lediglich fünf Aufnahmen angefertigt wurden und die Stetigkeitstabelle offensichtlich keine vollständige Artenliste darstellt. Die Zusammensetzung der Bodenschicht spricht für eine Zuordnung zu der Zentralassoziaton des Verbandes; überraschend ist aber das Auftreten von *Allium schoenoprasum* ssp. *schoenoprasum*, auch wenn es sich bei diesem vermutlich nicht um die Form var. *alvarense* handelt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird auf eine formelle Bezeichnung der *Fulgensia bracteata*-*Poa alpina*-Gesellschaft verzichtet. Insbesondere auf Gotland sollten zunächst weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um zu prüfen, ob sich die syntaxonomische Trennung des Crepido-Allietum von der *Fulgensia bracteata*-*Poa alpina*-Gesellschaft tatsächlich durchführen lässt. Der Begriff Sedetum tortellosum bzw. Sedo-Tortelletum wird bewusst gemieden – auch wenn es sich um die von ALBERTSON (1946, 1950) beschriebene Gesellschaft handelt. Die Bezeichnung stiftet Verwechslungsgefahr, da in der Literatur (z.B. HALLBERG 1971, DIERßEN 1996) die *Sedum album*-Gesellschaften Bohusläns mit dem Namen Sedo-Tortelletum versehen werden.

4.1.2.1.3 Helianthemo-Galietum oelandici Krahulec et al. 1986 (A3)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Acinos arvensis*, *Agrostis stolonifera*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Arenaria serpyllifolia*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Campanula rotundifolia*, *Cerastium pumilum* agg., *Festuca ovina*, *Galium oelandicum*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Hornungia petraea*, *Linum catharticum*, *Medicago lupulina*, *Potentilla tabernaemontani*, *Sedum album*, *Sedum reflexum*, *Sisymbrium supinum*, *Taraxacum erythrospermum* agg., *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*

Kryptogamen: *Barbula convoluta*, *Campylium chrysophyllum*, *Cephaloziella divaricata*, *Cetraria aculeata*, *Cetraria cucullata*, *Cetraria ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Cetraria islandica*, *Cetraria nivalis*, *Cladonia foliacea*, *Cladonia gracilis* ssp. *gracilis*, *Cladonia pocillum*, *Cladonia rangiformis*, *Cladonia subrangiformis*, *Cladonia symphy-carpa*, *Didymodon fallax*, *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta vulgaris*, *Fissidens cristatus*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Hypogymnia physodes*, *Scapania calcicola*, *Scorpidium turgescens*, *Tham-nolia vermicularis*, *Tortella inclinata*, *Tortella tortuosa*, *Trichostomum crispulum*, *Weissia* cf. *brachycarpa*

Tabelle 8: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des Helianthemo-Galietum oelandici und seinen Untereinheiten. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	A3a n = 11	A3b.1 n = 29	A3b.2 n = 8	A3 gesamt n = 48
Artzahl gesamt	43,5 (13,4)	54,0 (10,2)	53,9 (11,4)	51,6 (11,8)
Artzahl Gefäßpflanzen	15,0 (5,7)	21,3 (5,8)	20,5 (4,3)	19,8 (6,0)
Artzahl Moose	19,2 (9,3)	18,4 (7,9)	20,1 (5,5)	18,9 (7,8)
Artzahl Flechten	8,7 (4,6)	14,2 (3,5)	13,1 (4,8)	12,8 (4,5)
Deckung gesamt	62 (23)	68 (15)	78 (16)	68 (18)
Deckung Feldschicht	51 (18)	49 (16)	62 (16)	52 (17)
Deckung Bodenschicht	33 (22)	39 (22)	41 (20)	38 (21)
Deckung Gestein	1 (2)	4 (6)	9 (9)	5 (6)

Bei etwas weiterer Bodenentwicklung tritt das Helianthemo-Galietum oelandici auf häufig skelettreichen Verwitterungsböden auf. Diese unterliegen einem merklichen Frostwechseleinfluss, sind jedoch bereits erheblich besser drainiert als die des Crepido-Allietum alvarense. Die Vegetationsdecke ist mit im Schnitt 68% deutlich dichter geschlossen als die der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft und die Feldschicht mit 51% Deckung wesentlich am Bestandsaufbau beteiligt. Mit einer durchschnittlichen Artenzahl von 51,6 ist die Assoziation sehr artenreich.

Floristische Charakterisierung

Aspektbildend ist das endemische *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum*, das weite Flächen des Alvars im Frühsommer in ein gelbes Blütenmeer verwandelt. Hohe Deckung erreicht auch der zweite für die Gesellschaft typische Zwergstrauch *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*. Dazwischen bildet *Festuca ovina* kräftige Horste, seltener auch *Festuca oelandica*. Auf stärker im Winter überfluteten Flächen erlangt *Agrostis stolonifera* Deckung. Dazwischen finden sich auf offenen Erdstellen die für die Felsgrusfluren bezeichnenden Therophyten sowie die Chamaephyten *Sedum album* und *S. acre*. Nicht weniger interessant ist die Bodenschicht, die sich mit im Mittel 31 Arten bunt und vielschichtig präsentiert. Dabei fällt insbesondere die große Zahl an Strauchflechten ins Auge. Unter diesen sind die arktisch-alpinen Arten *Thamnolia vermicularis*, *Cetraria nivalis* und *C. cucullata* besonders bemerkenswert. Kurios ist *Hypogymnia physodes*, die epiphytisch auf den oberirdisch in Folge von Frostverschiebungen freiliegenden Wurzeln von *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum* wächst.

Auch wenn sich die Gesellschaft im Gelände gut abgrenzen lässt, ist diese floristisch nur schwach charakterisiert. Als Charakterart kommt allein das unscheinbare *Galium oelandicum* – ein Vertreter aus dem *Galium pumilum* agg. – in Frage. In ihrem Vorkommen auf die Assoziation beschränkt zu sein scheint auch die südliche *Sisymbrium supinum*. Gegenüber den vorangegangenen Gesellschaften differenzieren eine große Zahl an Arten, die in das Gypsophilo-Globularietum übergreifen. Zu nennen sind u.a. *Campanula rotundifolia*, *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Potentilla tabernaemontani*, *Taraxacum erythrospermum* agg. sowie verschiedene Festuco-Brometea-Arten, darunter *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria* und *Asperula tinctoria*. Zahlenmäßig nehmen letztere im Gypsophilo-Globularietum noch weiter zu. Zu den gemeinsamen Differenzialarten gehört auch die Gruppe der Strauchflechten. Unter den Moosen sind *Dicranum scoparium*, *Rhytidium rugosum* sowie die foliosen Lebermoose *Cephaloziella dicaricata* und *Scapania calcicola* zu nennen.

Das Helianthemo-Galietum grenzt sich vom Gypsophilo-Globularietum durch das Vorkommen von Staunässe- und Wechselfeuchtezeigern ab, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Crepido-Allietum besitzen. Hierzu gehören auch die arktisch-alpinen Elemente *Myurella julacea* und *Scorpidium turgescens*.

Lebensformen

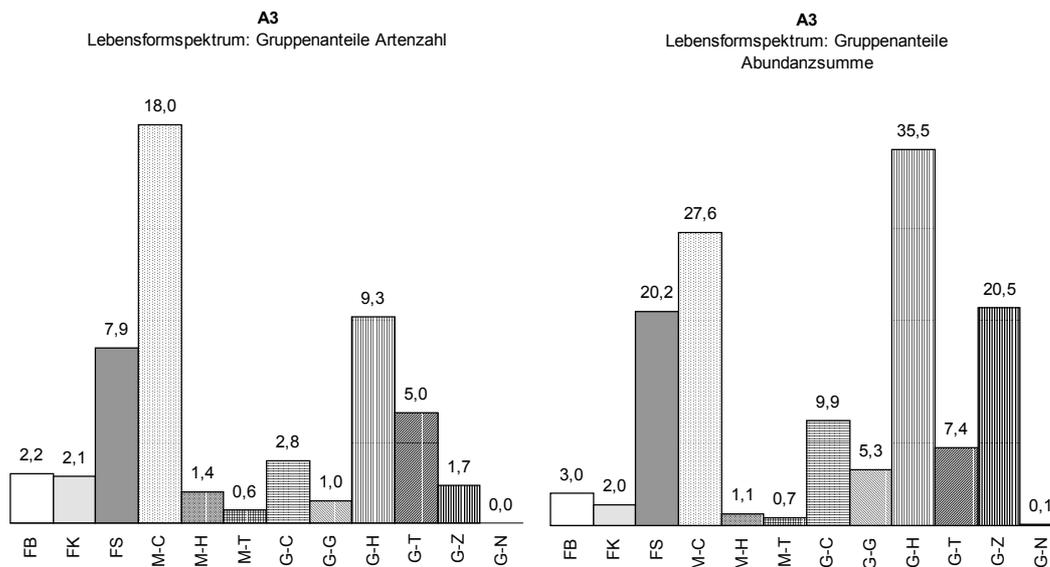


Abbildung 10: Lebensformspektrum des Helianthemo-Galietum oelandici

Im Gegensatz zu den vorangegangenen Assoziationen wird die Gesellschaftstruktur nicht von einem Lebensformtyp dominiert, sondern es ist ein bemerkenswert breites Lebensformspektrum festzustellen. Bezeichnend für die Assoziation ist die Gruppe der Zwergsträucher (holzige Chamaephyten). Diese erlangen eine Abundanzsumme von 20,5%. Die Gruppe wird aber von nur wenigen Arten (1,7) gebildet. Die artenreichste Gruppe unter den Gefäßpflanzen sind die Hemikryptophyten. Aber auch deren Zahl ist mit durchschnittlich 9,3 verglichen mit der der Kryptogamen niedrig. Moos-Chamaephyten spielen in der Bodenschicht sowohl hinsichtlich der Artenzahl als auch der Abundanz die größte Rolle. Die Abundanzsumme der Strauchflechten liegt mit 20,2% jedoch nur geringfügig niedriger. Ihre mittlere Artenzahl ist mit 7,9 Arten deutlich kleiner als die der Moose, verglichen mit den übrigen Alvar-Gesellschaften aber bemerkenswert hoch. Erdkrustenflechten sind von weitaus geringerer Bedeutung als in der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft.

Untereinheiten

Es werden zwei Ausbildungen unterschieden. Auf Flächen, die einer starken temporären Überflutung unterliegen, kommt eine **erdflechtenreiche Ausbildung (A3a)** vor, die wesentlich artenärmer ist als die typische. Diese leitet zum Crepido-Allietum alvarense über. Auf wechselfeuchte Verhältnisse weist die Marchantiaceae *Athalamia hyalina* hin, die gegenüber der typischen Ausbildung differenziert. Ansonsten ist die Ausbildung im Wesentlichen negativ gekennzeichnet.

In der **typischen Ausbildung (A3b)** ist die Strauchflechtenflora reich entwickelt. Diese differenziert ebenso wie die überwiegende Zahl der mit dem Gypsophilo-Globularietum gemeinsamen Festuco-Brometea-Arten. Die Böden sind besser dräniert und zumeist skelettreicher als die der erdflechtenreichen Ausbildung. Innerhalb der typischen Ausbildung (A3b) tritt eine therophytenarme, *Carex flacca*-reiche Variante (A3b.2) auf. Diese stockt über steinigem, feinerdearmen Böden. Vermutlich unterliegen die Flächen ebenfalls einem stärkeren Stauwassereinfluss, worauf neben dem Vorkommen von *Carex flacca* ssp. *flacca* auch das von *Euphrasia stricta* hinweist.

Standortsverhältnisse

Die Bodenentwicklung ist bei dem Helianthemo-Galietum bereits deutlich weiter fortgeschritten als bei der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft. Die Gesteinsdeckung liegt bei lediglich 5%. Dabei handelt es sich vorwiegend um Einzelsteine, nicht aber kompakten Kalkuntergrund. Die mittlere Bodenmächtigkeit beträgt 5,9 cm. Während die erdflechtenreiche Ausbildung über tonigen Böden wächst, ist bei der typischen Variante sandiger bis toniger Schluff die vorherrschende Bodenart. Der Skelettanteil ist insbesondere bei der *Carex flacca*-Variante erheblich. Der mittlere pH-Wert beträgt 7,2. Der Kalkgehalt liegt mit im Mittel 42% bei der erdflechtenreichen Variante deutlich höher als bei der typischen mit 23%. Der Bodentyp ist wie bei den übrigen Gesellschaften des Alvars als Rendzina zu bezeichnen.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Wie die zuvor genannten Vegetationstypen ist das Helianthemo-Galietum vorrangig auf dem Groß-Alvar vorzufinden. Insbesondere im Ostteil kann dieses beträchtliche Flächen einnehmen. Eine weitere Aufnahme stammt vom westlichen Landborg. Zusätzlich wurde die Gesellschaft auf einer kleineren Alvarfläche südlich von Sandby erfasst. In diesen Gebieten ist die Assoziation aber nur fragmentarisch entwickelt.

Die Flächen werden extensiv mit Rindern und/oder Schafen, teils gemischt mit Pferden, beweidet. Bei intensiverer Beweidung treten trittunempfindliche Arten wie *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus* und *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata* stärker hervor.

Soziologischer Vergleich

Das Helianthemo-Galietum oelandici wurde erstmals von KRAHULEC et al. (1986) als solches beschrieben. Wie diese feststellen, bestehen Verbindungen zum Festucetum alvarense cetrarietosum ALBERTSON (1950) sowie der von DU RIETZ (1921, zitiert nach KRAHULEC et al. 1986, 805) beschriebenen *Festuca ovina-Cetraria islandica*-Soziation. ALBERTSON (1950) fasst offensichtlich das Helianthemo-Galietum und das Gypsophilo-Globularietum zu einer Assoziation zusammen. Ihm zu Folge sind *Anthericum ramosum*, *Globularia vulgaris*, *Gypsophila fastigiata* und *Vincetoxicum hirundinaria* ssp. *hirundinaria* im Festucetum alvarense cetrarietosum „nicht selten“. Er verweist dazu auf die Veröffentlichung von DU RIETZ (1923), in seinen eigenen Aufnahmen kommen die Arten aber nicht vor (ALBERTSON 1950, 296).

Die vorliegenden Ergebnisse stimmen im Wesentlichen mit denen von KRAHULEC et al. (1986) überein. Allerdings kommt das für Öland endemische *Hieracium x dichotomum* im Aufnahme-material nur sehr selten vor, während es bei den genannten Autoren eine Stetigkeit von 100% besitzt. Es ist möglich, dass die Art oft fälschlicherweise für *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella* gehalten wurde. Da KRAHULEC et al. (1986) die Art in den Tabellen – anders als im Text – mit „*Hieracium* cf. *dichotomum*“ bezeichnen, scheint die Determination auch bei ihnen unsicher zu sein.

Galium oelandicum ist in den Aufnahmen ebenfalls weniger präsent als bei KRAHULEC et al. (1986). Auch *Artemisia rupestris* und *Vincetoxicum hirundinaria* ssp. *hirundinaria* treten seltener auf. Erstere Art besitzt einen klaren Verbreitungsschwerpunkt im Crepido-Allietum alvarense, zweitere im Gypsophilo-Globularietum.

Beim Helianthemo-Galietum handelt es sich um eine endemische Assoziation, die in ihrem Vorkommen auf Öland beschränkt ist. Sowohl *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum* als auch *Galium oelandicum* sind Inselendemiten. Insbesondere in der Bodenschicht hat die Assoziation jedoch viele Arten mit dem Crepido-Allietum, aber auch den Gesellschaften des Festlandes gemein. Daher erscheint es sinnvoller, einen nordischen Verband Tortello-Sedion aufzustellen, anstelle eines endemischen unter dem Namen Helianthemo-Cetrarion, wie KRAHULEC et al. (1986) vorschlagen (s.o.). Denkbar wäre es, das Helianthemo-Galietum und Gypsophilo-Globularietum zu einem Unterverband zusammenzufassen. Da beide Gesellschaften ebenso wie die übrigen des Alvars hinreichend charakterisiert sind, ist dies aber nicht notwendig.

Eine floristisch nahe stehende Gesellschaft in Västergötland findet sich bei ALBERTSON (1946) nicht. Die von ihm als „*Festuca*-torrhällheder“ bzw. „*Festuca-Tortella-Cetraria*-Subassoziation“ bezeichneten Vegetationstypen weisen zum einen einen beträchtlich höheren Anteil azidophiler Sippen auf, zum anderen sind diese wesentlich mesophiler als das Helianthemo-Galietum oelandici. Sie stellen vielmehr eine Parallele zur xerophilen *Sedum reflexum-Cladonia* spp.-Ausbildung des Veronico spicatae-Avenetum dar (s. Kap. 4.1.3.2).



Abbildung 11: Das Helianthemo-Galietum oelandici nimmt östlich des Möckelmossen beträchtliche Flächen ein.

4.1.2.1.4 Gypsophilo-Globularietum Krahulec et al. 1986 (A4)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Acinos arvensis*, *Agrostis gigantea* ssp. *gigantea*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Arabis hirsuta* var. *glaberrima*, *Arenaria serpyllifolia*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Asperula tinctoria*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Campanula rotundifolia*, *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Erophila verna* ssp. *verna*, *Festuca ovina*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Globularia vulgaris*, *Gypsophila fastigiata*, *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Hornungia petraea*, *Medicago lupulina*, *Melica ciliata* ssp. *ciliata*, *Oxytropis campestris* ssp. *campestris*, *Polygala comosa*, *Potentilla tabernaemontani*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis*, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum reflexum*, *Taraxacum officinale* agg., *Taraxacum erythrospermum* agg., *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*, *Vincetoxicum hirundinaria* ssp. *hirundinaria*

Kryptogamen: *Barbula convoluta*, *Bryum capillare*, *Cephaloziella divaricata*, *Cetraria aculeata*, *Cetraria cucullata*, *Cetraria ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Cetraria islandica*, *Cetraria nivalis*, *Cladonia convoluta*, *Cladonia foliacea*, *Cladonia gracilis* ssp. *gracilis*, *Cladonia pocillum*, *Cladonia pyxidata* agg., *Cladonia rangiformis*, *Cladonia subrangiformis*, *Cladonia symphylicarpa*, *Dicranum scoparium*, *Didymodon fallax*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta vulgaris*, *Fissidens cristatus*, *Grimmia pulvinata*, *Homalothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Hypogymnia physodes*, *Rhytidium rugosum*, *Scapania calcicola*, *Thamnolia vermicularis*, *Tortella inclinata*, *Tortella tortuosa*

Tabelle 9: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des Gypsophilo-Globularietum und seinen Untereinheiten. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	A4a n = 21	A4b n = 7	A4c n = 7	A4 gesamt n = 35
Artzahl gesamt	58,7 (10,6)	50,0 (14,1)	45,9 (12,4)	54,4 (12,5)
Artzahl Gefäßpflanzen	24,0 (4,1)	24,4 (4,1)	22,4 (4,2)	23,7 (4,1)
Artzahl Moose	21,8 (8,1)	14,3 (8,6)	17,4 (8,6)	19,4 (8,6)
Artzahl Flechten	13,0 (5,4)	11,1 (4,1)	6,0 (3,0)	11,2 (5,4)
Deckung gesamt	76 (11)	89 (10)	71 (15)	78 (13)
Deckung Feldschicht	57 (11)	74 (10)	54 (11)	60 (13)
Deckung Bodenschicht	54 (14)	64 (9)	36 (22)	52 (17)
Deckung Gestein	9 (12)	13 (13)	3 (4)	9 (11)

Ebenfalls flachgründige, jedoch gut dränierte Böden werden vom Gypsophilo-Globularietum eingenommen. Dieses ist die artenreichste Assoziation Ölands. Hier wurde mit 80 Arten pro 4 m² die höchste Artenzahl ermittelt, der Durchschnitt liegt bei 53,7. Die Gesellschaft beinhaltet zahlreiche pflanzengeographisch bemerkenswerte Raritäten (vgl. Kap. 4.1.5). Durch diese ist die Gesellschaft, auch wenn an deren Aufbau mit Ausnahme von *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum* keine endemischen Arten beteiligt sind, floristisch gut charakterisiert.

Floristische Charakterisierung

Die Feldschicht weist bei einer mittleren Deckung von 60% ein vielfältiges Mosaik an Zwergsträuchern, Chamaephyten, Hemikryptophyten und Therophyten auf. Diese sorgen dafür, dass sich die Gesellschaft den ganzen Sommer über äußerst blumenbunt präsentiert. Kennzeichnende Art ist die südwestliche *Globularia vulgaris*. Die zweite Kennart, *Gypsophila fastigiata*, gehört dem südöstlichen Florenelement an. Hierzu zählen auch die gegenüber dem Helianthemogalietum differenzierenden Sippen *Asperula tinctoria*, *Polygala comosa*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* und *Vincetoxicum hirundinaria* ssp. *hirundinaria*.

Weitere Trennarten sind *Anthericum ramosum*, *Arabis hirsuta* var. *glaberrima*, *Melica ciliata* ssp. *ciliata* sowie *Oxytropis campestris* ssp. *campestris*, der seinen Verbreitungsschwerpunkt im kontinentalen Eurasien besitzt. Das Gypsophilo-Globularietum beinhaltet ausschließlich xerophile Elemente, Feuchtezeiger fehlen. Wärmeliebende Arten der Festuco-Brometea treten vermehrt auf. *Agrostis gigantea* ssp. *gigantea* ersetzt das in den anderen Gesellschaften verbreitete *Agrostis stolonifera*. Der Untergrund ist zumeist sehr heterogen. Während die genannten Arten in der Regel an Stellen wachsen, wo sich Spalten im Untergrund befinden, fassen dazwischen über flachgründigem Boden Therophyten, *Sedum*-Arten sowie zahlreiche Flechten und Moose Fuß. Dies führt zu einer „gefelderten“ Struktur der Gesellschaft.

Die Bodenschicht zeigt eine sehr ähnliche Zusammensetzung wie die der strauchflechtenreichen Ausbildung des Helianthemo-Galietum. *Cetraria cucullata*, *C. nivalis* und *Thamnolia vermicularis* sind jedoch noch häufiger vertreten. *Cladonia convoluta* besitzt offensichtlich einen Schwerpunkt im Gypsophilo-Globularietum. Unter den Moosen fallen verschiedene Arten, die an wechselfeuchte Bedingungen angepasst sind, aus. Pleurokarpe Moose besitzen meist Deckung. Bemerkenswert ist das rotgoldene *Rhytidium rugosum*, das in die Saumgesellschaften übergreift.

Lebensformen

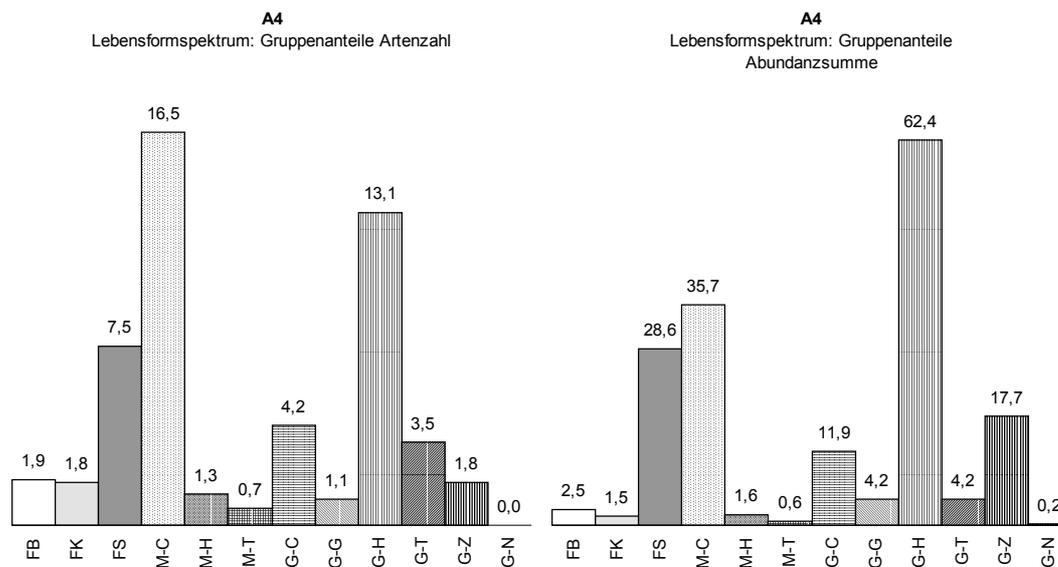


Abbildung 12: Lebensformspektrum des Gypsophilo-Globularietum

Das Lebensformspektrum des Gypsophilo-Globularietum ist ähnlich vielfältig wie das des Helianthemo-Galietum. Im Vergleich zu diesem sind Gefäßpflanzen-Hemikryptophyten stärker tonangebend. Dafür liegt die Abundanzsumme der Zwergsträucher mit 17,7% etwas niedriger. Sowohl hinsichtlich ihrer Artenzahlen (3,5) als auch ihrer Abundanzen (4,2) sind Therophyten von geringerer Bedeutung. Die Artenzahl der Moos-Chamaephyten (16,5) sowie der Strauchflechten (7,5) ist leicht niedriger als beim Helianthemo-Galietum, die Abundanzsummen jedoch höher. Insgesamt ist die Vegetationsdecke dichter. So liegt die Gesamtabundanzsumme der Gefäßpflanzen bei 100,6%, beim Helianthemo-Galietum bei lediglich 78,7%, die der Kryptogamen beträgt 70,6% gegenüber 54,9%.

Untereinheiten

Es können drei Ausbildungen unterschieden werden. Die **typische Ausbildung (A4a)** besiedelt die flachgründigsten Böden; die Vegetationsdecke ist vergleichsweise lückig, die Bodenschicht artenreicher als bei den übrigen Ausbildungen. Die **mesophile *Avenula pratensis*-Ausbildung (A4b)** tritt auf tiefgründigeren, homogeneren Böden auf. Sie leitet zum *Veronico spicatae*-Avenetum über. Die ***Centaurea scabiosa*-*Poa compressa*-Ausbildung (A4c)** kennzeichnet gestörte Standorte. Die für das Gypsophilo-Globularietum typischen Strauchflechten fehlen weitestgehend. Die Flächen werden nicht genutzt und liegen straßennah in den Randbereichen des Alvars.

Standortsverhältnisse

Die Bodentiefgründigkeit variiert innerhalb der Probeflächen relativ stark. Im Mittel betragen die Schwankungen 5,3 cm. Dies ist auf Spalten und Fugen im Untergrund zurückzuführen, durch die eine gute Dränierung stattfindet. Der Skelettanteil des Bodens ist oft erheblich. Die pH-Werte liegen – insbesondere bei der *Avenula pratensis*-Ausbildung – niedriger als beim *Helianthemo-Galietum*, was auf einen höheren Mullanteil zurückzuführen ist. Die vorherrschende Bodenart ist Schluff. Die Erde ist dunkelbraun-schwarz gefärbt, was eine gute Wärmeabsorption zur Folge hat. Der Kalkgehalt liegt bei der typischen Ausbildung im Durchschnitt bei 15%, der Glühverlust bei 23%. Für die mesophile *Avenula pratensis*-Ausbildung dürfte der Kalkgehalt laut Schnelltest deutlich niedriger liegen.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die Assoziation ist auf dem Alvar deutlich seltener als die vorher genannten. Im Untersuchungsgebiet tritt sie vor allem im Gebiet um Resmo und dem Möckelmossen auf. Weitere Aufnahmen wurden westlich von Skarpa Alby am Nordostrand des Groß-Alvars gemacht. Dort wurde in einer Aufnahme fläche *Fumana procumbens* gefunden. Die Gesellschaft kommt offensichtlich vor allem in Bereichen des Karst-Alvars vor. Die Flächen sind relativ stark mit *Juniperus communis* ssp. *communis* verbuscht. Es findet in den meisten Fällen eine Rinderbeweidung statt, einige Aufnahmen wurden am Straßenrand angefertigt, die keiner Nutzung unterlagen. Laut ROSÉN (mündl.) wurde mit der Beweidung vielfach erst vor wenigen Jahren begonnen. In Bereichen, die seit langem von Schafen beweidet werden – insbesondere in der Gegend um Karlevi – fehlt die Assoziation hingegen. Es steht daher zu vermuten, dass die Gesellschaft empfindlicher auf mechanische Belastungen wie Tritt reagiert als die übrigen Trockenrasenvegetationstypen des Alvars. Bezeichnenderweise kommen im Gypsophilo-Globularietum eine Reihe trittempfindlicher Saumarten vor. Außerdem dürfte der Schutz der Gebüsche vor Winderosion eine entscheidende Rolle spielen. Die lockere, dünne Feinerdeschicht wird leicht verblasen, insbesondere bei Verwundung des Bodens durch Viehtritt.

Soziologischer Vergleich

BRAUN-BLANQUET (1963) widmete sich der syntaxonomischen Einordnung der *Globularia vulgaris*-reichen Trockenrasen Ölands. Die große Zahl südöstlicher Sippen veranlasst ihn, sie zu der Ordnung *Festucetalia valesiacae* zu stellen. Innerhalb dieser gründet er einen neuen endemischen Verband „*Helianthemo-Globularion*“ der baltischen Steppenvegetation. Er fasst unter dem Begriff *Veronico-Phleetum* jedoch überwiegend wesentlich mesophilere Vegetationstypen zusammen, die zum großen Teil zum *Veronico spicatae*-Avenetum zu stellen sind. Er weist aber auch auf das Vorkommen einer ausgeprägt xerophilen Assoziation hin, auf deren Benennung er aufgrund des geringen Aufnahmematerials verzichtet (BRAUN-BLANQUET 1963, 30ff.). Diese dürfte dem Gypsophilo-Globularietum entsprechen.

Die *Globularia vulgaris*-Soziationen ALBERTSONS (1950) stehen dem Gypsophilo-Globularietum nahe. Er zählt diese zum Avenetum alvarense (= Veronico-Avenetum). Vorkommen der Art auf flachgründigeren Böden sind seiner Ansicht nach, zum Festucetum alvarense cetrarietosum zu stellen (s.o.). Wie KRAHULEC et al. (1986) ausführen, zeichnet sich das Gypsophilo-Globularietum zwar im Vergleich zu den anderen Felsgrusgesellschaften des Alvars durch ein verstärktes Vorkommen von Festuco-Brometea-Arten aus, für die Sedo-Scleranthenea bezeichnende Arten überwiegen jedoch. Insbesondere *Cetraria cucullata*, *C. nivalis* und *Thamnolia vermicularis* differenzieren gegenüber dem Veronico-Avenetum.

KRAHULEC et al. (1986) beschreiben das Gypsophilo-Globularietum als erste. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung – die nahezu identisch sind – stützen dies. Die Autoren schlagen neben *Globularia vulgaris* und *Gypsophila fastigiata* auch *Melica ciliata* ssp. *ciliata* als Charakterart vor. Letztere ist in den vorliegenden Aufnahmen lediglich mit einer Stetigkeit von 37% präsent. Da *Melica ciliata* ssp. *ciliata* Ordnungscharakterart der Stipo pulcherrimae-Festucetalia pallentis Pop 1968 ist, sollte die Art eher als Differenzialart der Assoziation geführt werden.

Globularia vulgaris besitzt auf Öland und Gotland ein disjunktes Vorkommen. *Gypsophila fastigiata* kommt laut JONSELL (2001) auf Gotland vereinzelt in küstennahen Alvarflächen vor. In Skåne ist die Art offenbar ausgestorben. Des Weiteren tritt sie erstaunlicherweise in einem kleinen Gebiet der in Mittelschweden gelegenen Provinz Dalarna auf. Die Assoziation dürfte somit außer auf Öland allenfalls auf Gotland anzutreffen sein. Entsprechendes Aufnahmematerial liegt jedoch nicht vor.

4.1.2.1.5 *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft (A5)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Acinos arvensis*, *Allium vineale*, *Androsace septentrionalis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Cerastium pumilum* agg., *Cirsium vulgare* ssp. *vulgare*, *Erodium cicutarium* ssp. *cicutarium*, *Erophila verna* ssp. *verna*, *Festuca ovina*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Hornungia petraea*, *Medicago lupulina*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Poa alpina* ssp. *alpina*, *Poa compressa*, *Potentilla argentea* agg., *Saxifraga tridactylites*, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Taraxacum officinale* agg.

Kryptogamen: *Ceratodon purpureus*, *Cetraria aculeata*, *Cladonia pyxidata* agg., *Cladonia rangiformis*, *Didymodon fallax*, *Ditrichum flexicaule*, *Homalothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Peltigera didactyla*, *Racomitrium canescens*, *Thuidium abietinum*, *Tortula ruraliformis*

Tabelle 10: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) der *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	A5 n = 4		A5 n = 4
Artzahl gesamt	42,0 (16,6)	Deckung gesamt	80 (30)
Artzahl Gefäßpflanzen	25,3 (7,0)	Deckung Feldschicht	55 (15)
Artzahl Moose	11,8 (6,9)	Deckung Bodenschicht	55 (37)
Artzahl Flechten	4,8 (3,6)	Deckung Gestein	7 (8)

Von der *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft liegen lediglich vier Aufnahmen vor. Die Bestände erscheinen im Vergleich mit den übrigen Vegetationstypen der Felsgrusfluren floristisch verarmt. Im Gegensatz zu diesen ist die Gesellschaft vornehmlich außerhalb des Alvars bzw. an Sonderstandorten auf diesem anzutreffen.

Floristische Charakterisierung

Insgesamt ist die Gesellschaft nur schwach charakterisiert und zeichnet sich im Wesentlichen durch das Vorkommen von *Sedum album* und *S. acre* aus. *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Poa alpina* ssp. *alpina* und *Saxifraga tridactylites* differenzieren gemeinsam mit der *Fulgensia bracteata*-*Poa alpina*-Gesellschaft gegenüber den übrigen Assoziationen der Sedo-Scleranthenea. Weitere Trennarten sind *Androsace septentrionalis* und *Potentilla argentea* agg. sowie verschiedene in Trockenrasen weit verbreitete Sippen, darunter *Agrostis capillaris*, *Allium vineale*, *Erodium cicutarium* ssp. *cicutarium*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata* und *Poa compressa*.

Verglichen mit den Alvargesellschaften zeigt sich die Bodenschicht artenarm. Der überwiegende Teil der basiphilen Moosarten fehlt, stattdessen treten mit *Ceratodon purpureus* und *Racomitrium canescens* stärker azidophile Sippen auf. Hohe Deckungen erlangt *Tortula ruraliformis*, weitere stete Arten sind *Homalothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* und *Thuidium abietinum*. Während Krustenflechten selten sind, können unter den Strauchflechten *Cladonia furcata*, *C. pyxidata* agg., *C. rangiformis* und *Cetraria aculeata* angetroffen werden. *Peltigera didactyla* weist auf gestörte Standorte hin.

Lebensformen

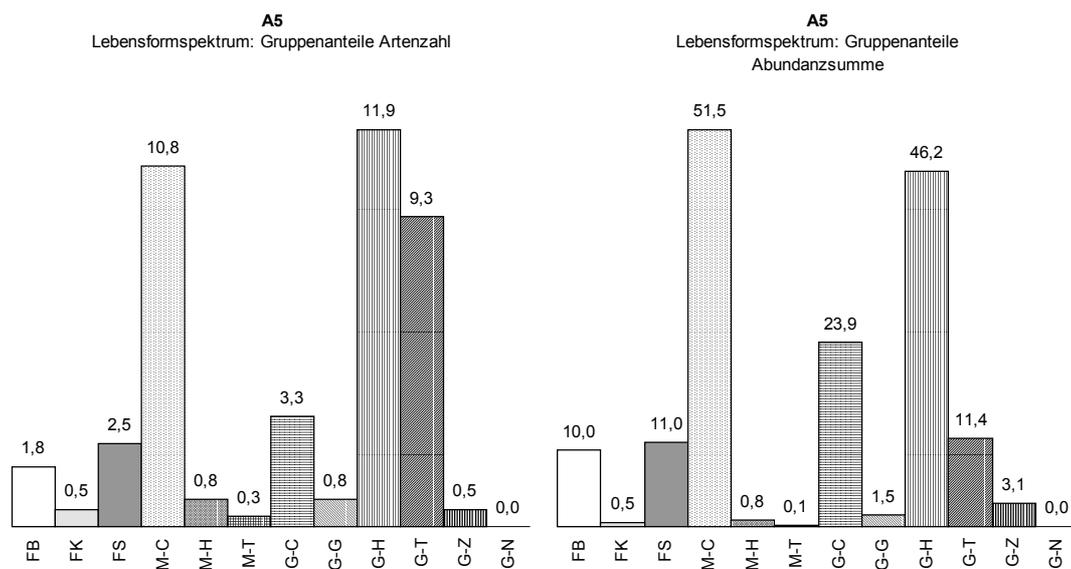


Abbildung 13: Lebensformspektrum der *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft

Auch in der *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft treten verschiedene Lebensformtypen nebeneinander auf. Deutlich höher als bei den übrigen Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea ist die Zahl der Therophyten mit durchschnittlich 9,3 Arten. Hinsichtlich ihrer Abundanzsumme sind diese mit 11,4% die dritt wichtigste Lebensformgruppe unter den Krautigen. Höhere Summen erlangen die Hemikryptophyten mit 46,2% sowie Chamaephyten mit 23,9%. Die Moos-Chamaephyten weisen mit 51,5% die höchsten Deckungen aller untersuchten Felsgrusgesellschaften auf, ihre Artenzahl liegt aber mit 10,8 Arten weit unter dem Durchschnitt dieser. Im Gegensatz zu der *Fulgensia bracteata*-*Poa alpina*-Gesellschaft spielen Krustenflechten keine Rolle, Strauchflechten besitzen immerhin eine Abundanzsumme von 11%.

Standortsverhältnisse

Die Böden zeigen trotz des Auftretens eher azidophiler Sippen eine neutrale Bodenreaktion. Die Kalkgehalte liegen zwar unterhalb der der übrigen Felsgrusfluren, sind aber dennoch zumeist deutlich. So wurden für die beiden untersuchten Proben Werte von 11,5% und 32% gemessen. Die Bodentiefgründigkeit liegt im Schnitt bei 5 cm. Der Untergrund ist sehr unterschiedlich beschaffen. In zwei Fällen stockt die Gesellschaft über grobem Kies, in zwei Fällen über einzelnen Kalkplatten, die mit einer dünnen Bodenschicht bedeckt sind. Innerhalb der Unterklasse weisen die Böden die höchsten Sandanteile auf, es wurde die Bodenart „schluffiger Sand“ festgestellt.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Zwei der Aufnahmeflächen liegen außerhalb des Groß-Alvars, eine davon stammt vom westlichen Landborg, die zweite von der Ostküste. Eine der Alvar-Aufnahmen wurde auf einem offensichtlich anthropogen verursachten Kieshügel auf dem Karlevi-Alvar angefertigt, die zweite stammt ebenfalls vom Karlevi-Alvar. Die Gesellschaft tritt dort umgeben von Moränenzügen über Kalkuntergrund auf, kiesiges Moränenmaterial bedeckt die Fläche teilweise. Alle vier Flächen werden durch Schafe relativ intensiv beweidet. Die Gesellschaft ist vermutlich in den nördlichen Teilen der Insel weiter verbreitet. Unpublizierte Aufnahmen einer *Androsace septentrionalis*-reichen Felsgrusgesellschaft stammen von Strandwällen bei Hornsudden (DENGLER & RIXEN 1995, 47f.).

Soziologischer Vergleich

Die Gesellschaft besitzt floristische Verbindungen zu dem von HALLBERG (1971) aus Bohuslän beschriebenen Sedo-Tortelletum sowie den von HALVORSEN (1980) und MARKER (1969) aus Südnorwegen dokumentierten Felsgrusgesellschaften (s. Kap. 4.1.2.1.2). Eine Zusammenfassung mit diesen zu einer Zentralassoziatio des Verbandes erscheint sinnvoll. Als gemeinsame Trennarten kommen *Allium vineale*, *Erodium cicutarium* ssp. *cutarium*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Potentilla argentea* agg., *Ceratodon purpureus*, *Racomitrium canescens*, *Thuidium abietinum* – möglicherweise auch *Tortula ruraliformis* – in Frage.

4.1.2.2 UK Koelerio-Corynephorenea (Klika in Klika & Novák 1941) Dengler in prep.

In der Literatur existieren verschiedene Vorschläge zur Gliederung der Sandtrockenrasen (Koelerio-Corynephorenea) in Ordnungen. Den wohl aktuellsten chronologischen Abriss verschiedener Gliederungsvorschläge zu Silikattrockenrasen und diesen nahe stehenden Gesellschaften gibt DIERSCHKE (1986). Verschiedene Autoren (z.B. POTT 1995) folgen weitestgehend dem Vorschlag KRAUSCHS (1962), der die Sandtrockenrasen in den Ordnungen Festuco-Sedetalia acris und Corynephoretalia canescentis zusammenfasst. Erstere beinhaltet die Verbände Armerion elongatae und Koelerion glaucae, zweitere das Corynephorion canescentis, Thero-Airion und Koelerion albescentis Tx. 1937. Dieses Konzept liegt auch den Gliederungsvorschlägen HALLBERGS (1971) zu Grunde.

Anderer Auffassung ist u.a. KORNECK in OBERDORFER (1993, 13-85). Dieser stellt den Verband Koelerion glaucae mit zu der Ordnung Corynephoretalia canescentis, gliedert aus dieser jedoch den Verband Thero-Airion aus, den er in eine eigenständige Ordnung stellt. MUCINA & KOLBEK (in MUCINA et al. 1993, 493-512) ordnen die Sandtrockenrasen – wie auch DIERBEN (1996) – insgesamt der Ordnung Corynephoretalia canescentis zu.

DENGLER (2001a) unterscheidet basierend auf umfassenden synchorologischen Untersuchungen sechs Ordnungen von denen fünf in Südsandinavien vorkommen – *Corynephoralia canescentis*, *Artemisio-Koelerietalia albescentis*, *Thero-Airetalia*, *Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae* und *Festuco-Sedetalia acris*. Im Gebiet entsprechen diese inhaltlich den bei DIERBEN (1996) innerhalb der *Corynephoralia canescentis* unterschiedenen Verbänden.

Im Gegensatz zu KRAUSCH (1962) geht DENGLER (2001a) – wie bereits KORNECK (1974) – von einem engeren Begriff der *Festuco-Sedetalia acris* aus. Diese umfasst (neben drei weiteren kontinental verbreiteten Verbänden) die Verbände *Koelerion glaucae* und *Sileno conicae-Cerastion semidecandri* Korneck 1974, nicht aber den des *Armerion elongatae*. Der Autor begreift erstere als verarmte, westliche Ausläufer der kontinental verbreiteten Sandsteppen.

Den Verband *Armerion elongatae* ordnet DENGLER (2001a) der Ordnung *Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae* unter, KORNECK (1974) stellt diesen stattdessen unter dem Begriff *Koelerio-Phleion phleoides* zu den *Festuco-Brometea*. Dieser bildet dort die monotypische Ordnung *Koelerio-Phleetalia phleoidis*. In gleicher Weise gehen MUCINA & KOLBEK (in MUCINA et al. 1993, 420-492) vor. OBERDORFER & KORNECK (in OBERDORFER 1993, 86-180) platzieren den Verband unter derselben Bezeichnung bei den *Brometalia erecti*.

Die Ordnung *Trifolio arvensis-Festucetalia* umfasst bei DENGLER (2001a) zusätzlich die Verbände *Sedo-Cerastion arvensis* und *Hyperico perforati-Scleranthion perennis* Moravec 1967. Damit folgt der Autor weitestgehend dem Vorschlag MORAVECS (1967), der der Ordnung jedoch zusätzlich den Verband *Thero-Airion* und „*Veronicon*“ (= *Sileno conicae-Cerastion semidecandri*) unterordnet. Die Ordnung wird mit den Felsgrusfluren in der Klasse *Sedo-Scleranthetea* vereint, während die übrigen Sandtrockenrasen die Klasse *Koelerio-Corynephoretea* bilden. Innerhalb dieser werden die Ordnungen *Corynephoralia canescentis* und *Festucetalia vaginatae* Soó 1937 (kontinentale Sandsteppen) unterschieden. Der Verband *Koelerion glaucae* wird jedoch ersterer Ordnung zugewiesen. WEEDA et al. (in SCHAMINÉE et al. 1996, 61-144) verfolgen für die Klasse der *Koelerio-Corynephoretea* ein ähnliches Gliederungskonzept wie DENGLER (2001a) es für die Unterklasse *Koelerio-Corynephoretea* vorschlägt. Der Verband *Thero-Airion* wird bei den Autoren allerdings mit zu der Ordnung *Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae* gestellt.

Wie DENGLER (1994) ausführt, nimmt der Verband des *Armerion elongatae* zweifelsohne eine Zwischenstellung zwischen beiden Trockenrasenklassen ein. Innerhalb der *Festuco-Brometea* bestehen jedoch nur wenige Beziehungen zu den mesophilen Halbtrockenrasen der *Brometalia erecti* sondern vielmehr zur der Ordnung *Festucetalia valesiaca*. Die Zuordnung zu dieser ist jedoch chorologisch wie ökologisch wenig überzeugend. So werden in dieser in dem hier verstandenen Sinne (s. Kap. 4.1.3) ausschließlich xerophile Trockenrasen mit kontinentalem Schwerpunkt vereint. Die Assoziationen des subkontinental verbreiteten *Armerion elongatae* besitzen hingegen eine große Zahl mesophytischer Sippen, die gegenüber den Gesellschaften der *Festucetalia valesiaca* differenzieren. Insofern wird die Bildung einer mesophytischen Silikmagerrasenordnung innerhalb der *Koelerio-Corynephoretea* für sinnvoll gehalten, die ein Pendant zur Ordnung *Brometalia erecti* der *Festuco-Brometea* darstellt. Andere Auffassungen sind vertretbar. Wenig überzeugend sind indes Konzepte, die eine Trennung der floristisch nahe stehenden Assoziationen des *Diantho-Armerietum* und *Sileno-Festucetum* vorsehen und erstere bei den *Koelerio-Corynephoretea* einreihen, zweitere bei den *Festuco-Brometea*. POTT (1995) führt beispielsweise zwei Assoziationen, von denen die erste („*Armerio-Festucetum trachyphyllae*“) gemeinsam mit dem *Diantho-Armerietum* zum *Armerion elongatae* gestellt wird, zweitere („*Pulsatillo-Phleetum phleoides*“) zum *Koelerio-Phleion phleoides* innerhalb der *Brometalia erecti*; mitunter handelt es sich jedoch bei beiden um das *Sileno otitae-Festucetum brevipilae*.

Im Untersuchungsgebiet sind die Grenzen zwischen dem *Sileno otitae*-Festucetum *brevipilae* und dem *Diantho-Armerietum* fließend. Demgegenüber sind die Assoziationen floristisch gut von den Gesellschaften der *Festuco-Brometea* unterschieden. Die Gesellschaften des *Koelerion glaucae* weisen im Aufnahmestoff des Untersuchungsgebietes eine hohe Eigenständigkeit auf, so dass eine Zusammenfassung mit denen des *Armerion elongatae* wenig sinnvoll erscheint. Es wird daher weitestgehend dem Gliederungskonzept von DENGLER (2001a, b) gefolgt, das einerseits die im Untersuchungsgebiet vorgefundenen Verhältnisse am adäquatesten abbildet, andererseits chorologisch wie ökologisch überzeugt.

Die Gesellschaften der *Koelerio-Corynephorena* treten im Untersuchungsgebiet ausschließlich außerhalb des Großen Alvars über sandigen Böden auf. Auch wenn einige der auf Öland weit verbreiteten „floristischen Besonderheiten“ in die Gesellschaften übergreifen, so kommen nur weiter verbreitete Assoziationen vor. Im Untersuchungsgebiet konnten die Ordnungen *Corynephoretalia canescentis*, *Thero-Airetalia*, *Festuco-Sedetalia acris* und *Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae* festgestellt werden. Bestände des *Tortulo ruraliformis-Phleetum arenarii* Br.-Bl. & Leeuw 1936, das DENGLER (2001a) zur Ordnung *Artemisio-Koelerietalia albescentis* stellt, wurden nicht dokumentiert. *Phleum arenarium* kommt im Untersuchungsgebiet laut Verbreitungskarte von STERNER (1986, 159) nahe Bläsinge an der Ostküste vor, konnte jedoch trotz Suche nicht gefunden werden. In den nördlicheren Teilen der Insel ist die Art häufiger. Dort ist mit dem Auftreten der Assoziation zu rechnen. Gut entwickelte Bestände wurden von HALLBERG (1971) in Bohuslän festgestellt.

Die ozeanisch-subozeanisch verbreiteten Silbergrasfluren der *Corynephoretalia canescentis* gelangen auf Öland an ihre Arealgrenzen (DIERBEN 1996, 621). Die an der Steilküste im Westen des Untersuchungsgebiet vorkommenden artenarmen *Corynephorus canescens*-Bestände werden zur Zentralassoziation gestellt. Kryptogamenreiche Ausbildungen des *Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis*¹² kommen hingegen nicht vor.

Die Ordnung *Thero-Airetalia* hat in Nordeuropa ihren Verbreitungsschwerpunkt in Dänemark und klingt im südlichen Schweden ostwärts auf Öland und Gotland ebenfalls aus (DIERBEN 1996, 621). Kleinflächig ist das *Airetum praecocis* im Untersuchungsgebiet vorhanden.

Die Gesellschaften des zu den *Festuco-Sedetalia acris* sensu KORNECK (1974), DENGLER (2001a) zählenden Verbandes *Koelerion glaucae* besitzen ihren Verbreitungsschwerpunkt in den subkontinentalen-kontinentalen Regionen des temperaten Europas und erreichen in Südkandinavien ihre absolute Nordgrenze. Während die bezeichnenden Arten *Festuca polesica* und *Koeleria glauca* noch anzutreffen sind, fällt *Festuca psammophila* bereits aus. Gut entwickelte Bestände finden sich außer auf Öland noch auf Gotland sowie Seeland (DIERBEN 1996, 627f.).

Im Gebiet am weitesten verbreitet – insbesondere westlich des Landborges – sind die Gesellschaften der Ordnung *Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae*. Diese reichen innerhalb der Unterklasse in ihrem Vorkommen am weitesten nach Norden (DIERBEN 1996, 621). Die von DENGLER (2001a) vorgeschlagene Trennung der Verbände *Hyperico perforati-Scleranthion perennis* Moravec 1967 und *Armerion elongatae* lässt sich im Gebiet aber nur schwer nachvollziehen (s. Kap. 4.1.2.2.6). Es wird daher – wie in der Literatur klassischerweise anzutreffen (z.B. POTT 1995, DIERBEN 1996) – allein der Verband *Armerion elongatae* unterschieden.

Im Gebiet vorkommende Charakterarten der Unterklasse sind *Carex arenaria*, *Carex ligerica*, *Cerastium semidecandrum*, *Corynephorus canescens*, *Festuca polesica*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Rumex acetosella* und *Brachythecium albicans*.

¹² Bei KRATZERT & DENGLER (1999, 305) sind die Gründe, weshalb die Assoziation besser so zu benennen ist, ausführlich dargestellt.

Als Differenzialarten sind *Aira praecox*, *Armeria maritima* ssp. *elongata*, *Cladonia arbuscula*, *Hieracium umbellatum* ssp. *umbellatum*, *Hypochoeris radicata*, *Koeleria glauca* und *Phleum phleoides* zu nennen. *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* besitzt in der Unterklasse einen klaren Verbreitungsschwerpunkt. *Ceratodon purpureus*, *Cladonia furcata* und *Scleranthus perennis* können im Gebiet als weitere Differenzialarten genannt werden; diese greifen jedoch in die azidophilen Felsgrusfluren über.

4.1.2.2.1 Corniculario aculeatae-Coryneporetum canescentis Steffen 1931 nom. inv. prop. (B1)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Corynephorus canescens*, *Festuca ovina*, *Hypochoeris radicata*, *Jasione montana* ssp. *montana*

Kryptogamen: *Ceratodon purpureus*

Tabelle 11: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des Corniculario aculeatae-Coryneporetum canescentis. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	B1 n = 3		B1 n = 3
Artzahl gesamt	8,0 (1,7)	Deckung gesamt	37 (6)
Artzahl Gefäßpflanzen	7,3 (2,3)	Deckung Feldschicht	35 (6)
Artzahl Moose	0,7 (0,6)	Deckung Bodenschicht	2 (3)
Artzahl Flechten	0,0 (0,0)	Deckung Gestein	0 (0)



Abbildung 14: Artenarme Pionierstadien des Corniculario aculeatae-Coryneporetum canescentis kommen im Untersuchungsgebiet in erster Linie an der Erosionsfläche der Steilküste vor.

Extremstandorte ganz anderer Art als die der Felsgrusgesellschaften werden vom Corniculario aculeatae-Corynephorretum canescens besiedelt. Dieses kommt im Untersuchungsgebiet auf bewegten, basenarmen Sanden vor – in erster Linie an den stark geneigten Steilküstenhängen.

Floristische Charakterisierung

Bei den Beständen handelt es sich um artenarme Pionierstadien, die sich im Wesentlichen durch die Dominanz von *Corynephorus canescens* auszeichnen. Als zweite Graminide tritt *Festuca ovina* auf. Für etwas Abwechslung sorgen die blauen und gelben Blüten von *Jasione montana* ssp. *montana* und *Hypochoeris radicata*. Die Bodenschicht ist nur sehr spärlich entwickelt, lediglich *Ceratodon purpureus* kommt vor.

Lebensformen

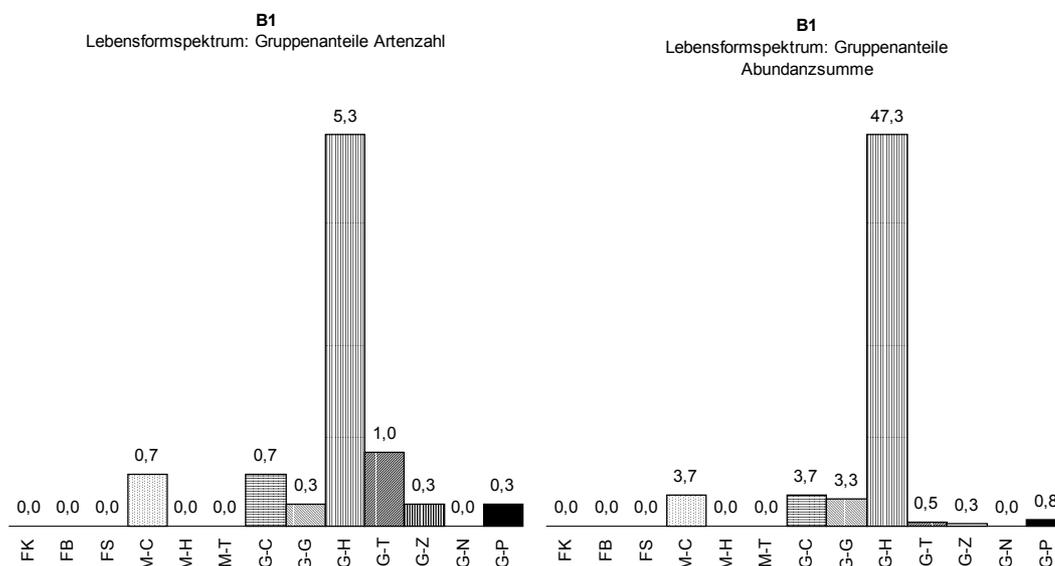


Abbildung 15: Lebensformspektrum des Corniculario aculeatae-Corynephorretum canescens

Der Gesellschaftsaufbau wird allein von den oben genannten Gefäßpflanzen-Hemikryptophyten bestimmt. Therophyten sind ebenso wie die übrigen Lebensformen unbedeutend. Lediglich *Cerastium semidecandrum* sowie *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus* kommen je einmal vor. Die artenarme Bodenschicht steht in starkem Kontrast zu der vielfältigen der Felsgrusfluren.

Standortsverhältnisse

Die Assoziation besiedelt die von den Sandtrockenrasen hinsichtlich Wasser- und Nährstoffversorgung kritischsten Böden. Die Bestände stocken über reinem Sand, der Anteil der organischen Substanz beträgt lediglich 1,2%. Die Kationenaustauschkapazität ist mit 6,7 mval/100g äußerst gering. Der mittlere pH-Wert liegt bei pH 5,0. Als weiterer Stressfaktor ist das instabile Bodensubstrat zu nennen.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Es existieren lediglich drei Aufnahmen, von denen zwei an der Steilküste westlich von Lilla Frö angefertigt wurden, die dritte stammt von einer Störstelle nördlich von Gårdby, die eingesprengt in dichtere, durch Rinder beweidete Sandtrockenrasen – vornehmlich des Verbandes *Koelerion glaucae* – liegt. Hier wurde offensichtlich oberflächlich Sand abgetragen. Die Assoziation tritt im zweiten Fall vermutlich als kurzes Zwischenstadium der Sukzession auf. Arten wie *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* lassen eine Entwicklung hin zum *Festucetum polesicae* oder aber *Helichryso-Jasionetum* vermuten. Die Bestände an der Erosionsfläche der Steilküste dürften sich hingegen längerfristig halten. Oberhalb schließt sich ein Kiefernforst mit *Deschampsia flexuosa*, *Calluna vulgaris* und *Vaccinium myrtillus* im Unterwuchs, unterhalb ein Schilfgürtel an.

Soziologischer Vergleich

DENGLER (in BERG et al. 2001, 118-136) fasst mit dem *Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis* sämtliche artenarmen, in der Krautschicht sehr lückigen Silbergrasgesellschaften zusammen; dichter geschlossene Bestände mit stetem Auftreten von Basenzeigern werden zum Verband *Koelerion glaucae* gestellt. Die von vielen Autoren (z.B. DIERBEN 1996) vorgenommene klassifikatorische Trennung einer Küstenassoziation des *Violo-Corynephoretum* Böcher 1941 sowie einer Assoziation küstenferner Standorte des *Spergulo morisonii-Corynephoretum* Libbert 1934 ist nach der Kennartenmethode nicht möglich. Die Differenzierung lässt sich in Südkandinavien zudem nur schwer durchführen, da *Spergula morisonii* in Dänemark eine Verbreitungslücke besitzt. OLSSON (1974) beschreibt für Südschweden das *Cladonio dstrictae-Corynephoretum*, das seiner Ansicht nach das *Spergulo-Corynephoretum* in Dänemark und Schweden ersetzt. Als Kennarten nennt er *Cladonia zopfii* (= *C. dstricta*) und *Stereocaulon condensatum*, die er jedoch lediglich auf einer einzigen von 12 untersuchten Flächen vorgefunden hat.

4.1.2.2.2 Airetum praecocis Krausch 1967 (B2)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Aira praecox*, *Anthoxanthum odoratum*, *Armeria maritima* ssp. *elongata*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Corynephorus canescens*, *Cerastium semidecandrum*, *Erophila verna* ssp. *verna*, *Festuca ovina*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Hieracium umbellatum* ssp. *umbellatum*, *Hypericum perforatum*, *Hypochoeris radicata*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus perennis*, *Scleranthus annuus* ssp. *polycarpus*, *Trifolium arvense*

Kryptogamen: *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus*, *Cetraria aculeata*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia foliacea*, *Cladonia furcata*, *Cladonia pyxidata* agg., *Cladonia rangiformis*, *Cladonia scabriuscula*, *Cladonia subulata*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Polytrichum juniperinum*, *Polytrichum piliferum*, *Tortula ruraliformis*

Tabelle 12: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des *Airetum praecocis*. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	B2 n = 4		B2 n = 4
Artzahl gesamt	29,3 (6,1)	Deckung gesamt	78 (6)
Artzahl Gefäßpflanzen	15,8 (3,1)	Deckung Feldschicht	55 (6)
Artzahl Moose	6,3 (3,3)	Deckung Bodenschicht	48 (3)
Artzahl Flechten	7,3 (2,1)	Deckung Gestein	0 (0)

Standortsökologisch wie floristisch nimmt das *Airetum praecocis* eine Zwischenstellung zwischen dem *Corniculario-Corynephorum* sowie dem *Diantho-Armerietum* ein. Die Assoziation besiedelt bereits etwas stärker festgelegte Sande an weniger exponierten Standorten, die hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit ein günstigeres Mikroklima aufweisen. Von den vorgefundenen Sandtrockenrasentypen ist die Assoziation am stärksten ozeanisch geprägt.

Floristische Charakterisierung

Das *Airetum praecocis* ist als Zentralassoziation des Verbandes vor allem negativ durch das Fehlen von *Aira caryophylla* ssp. *caryophylla* und den *Vulpia*-Arten gekennzeichnet. Erstere Sippe ist auf Öland sehr selten. Letztere erreichen ihre Arealgrenzen in den südlichsten Teilen Schonens.

Aira praecox sowie *Polytrichum juniperinum* differenzieren ebenso wie mesophile Arten, die zu den *Trifolium arvensis-Festucetalia ovinae* überleiten, gegenüber dem *Corniculario aculeatae-Corynephorum canescentis*. Insgesamt herrschen jedoch einjährige oder kurzlebige Arten vor. *Festuca ovina* tritt zwar regelmäßig auf, besitzt jedoch deutlich geringere Deckungen als im *Diantho deltoideis-Armerietum elongatae*. Stattdessen sind in der Regel hohe Deckungen von *Corynephorus canescens* festzustellen.

Im Gegensatz zu „gut ausgebildeten“ Beständen der Assoziation ist die Vegetationsdecke der untersuchten Vorkommen mit Ausnahme von Aufnahme F58 bereits relativ dicht geschlossen. Die Artenzahlen liegen mit durchschnittlich 28 Arten pro 4 m² vergleichsweise hoch. Insbesondere die Bodenschicht ist zumeist reich entwickelt. Sie besitzt Ähnlichkeiten mit der der trockenen Ausbildung des *Diantho deltoideis-Armerietum elongatae* (B6b). Die wichtigsten Moosarten sind *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum* und *Polytrichum piliferum*. Daneben treten eine Reihe mehr oder weniger azidophytischer Strauchflechtenarten auf.

Lebensformen

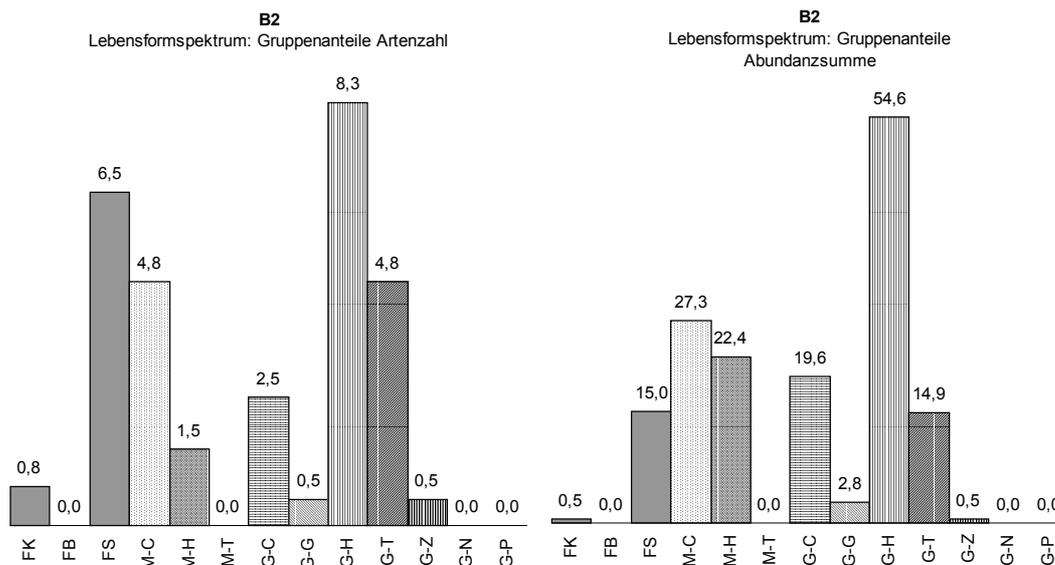


Abbildung 16: Lebensformspektrum des *Airetum praecocis*

Das Lebensformspektrum des *Airetum praecocis* ist deutlich vielfältiger als das des *Corniculario-Corynephoretum*. Unter den Krautigen herrschen zwar auch hier Hemikryptophyten vor, zusätzlich erlangen jedoch Chamaephyten und Therophyten höhere Deckungen. Charakteristisch für die Assoziation ist der verglichen mit den übrigen Gesellschaften hohe Anteil an Therophyten. Diese machen 29% der Gesamtgefäßpflanzenarten aus. Im Gegensatz zum *Corniculario-Corynephoretum* ist die Bodenschicht mit 13,5 Arten wesentlich am Bestandsaufbau beteiligt. Insbesondere die Strauchflechten sind mit 6,5 Sippen stark vertreten. Diese erlangen aber verglichen mit den Gesellschaften des *Koelerion glaucae* relativ geringe Deckungen. Stattdessen dominieren Moos-Chamaephyten und Moos-Hemikryptophyten. Letztere sind mit *Polytrichum juniperinum* und *Polytrichum piliferum* allein im *Airetum praecocis* von Bedeutung.

Standortsverhältnisse

Die Assoziation stockt über schwach sauren Sandböden (pH 5,8) an gestörten Standorten. Diese sind kalkfrei und verglichen mit denen der Gesellschaften der *Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae* humusarm. Der Anteil der organischen Substanz beträgt lediglich 1,3%. Drei der Aufnahmen liegen an der Erosionsfläche von Abbruchkanten am Rande flacher Sandgruben. In einem Fall wächst der Bestand auf einem Trampelpfad. Derartige Standorte sind für die Gesellschaft typisch (vgl. z.B. DIERBEN 1996, 626).

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Das *Airetum praecocis* kommt im Untersuchungsgebiet sehr selten vor. Die Bestände sind nur kleinflächig ausgebildet. Bei nachlassender Störung gehen diese in das *Diantho deltoidis-Armerietum elongatae* über. Eine Aufnahme (B28) stammt von der Ostküste bei Bläsing. Die übrigen wurden an der Westküste angefertigt. Die Flächen unterliegen keiner Nutzung; mechanische Belastungen werden jedoch durch Tritt von Personen, Fahrradfahrer oder die Lage an Abbruchkanten hervorgerufen.

Soziologischer Vergleich

Das bei DIERBEN (1996) aufgeführte *Carici arenariae-Airetum praecocis* Westhoff et al. 1962 weist eine sehr ähnliche Artenkombination auf. Die Stetigkeitstabelle basiert auf unpublizierten Aufnahmen des Tüxen-Archivs aus Südschweden. Die von TÜXEN (1951) aus Südostschonen beschriebene *Aira praecox-Sedum rupestre*-Assoziation dürfte trotz des Vorkommens von *Vulpia bromoides* ebenfalls zum *Airetum praecocis* zu stellen sein. Bei dem von OLSSON (1974) untersuchten *Teesdalia-Corynephoretum* handelt es sich indes nicht um dieses, auch wenn *Aira praecox* vereinzelt auftritt. Der überwiegende Teil der Aufnahmen ist dem *Agrostietum vinealis* Kobenz 1930 corr. Kratzert & DENGLER 1999 (*V Corynephorion canescentis*) zuzuordnen.

4.1.2.2.3 *Festucetum polesicae* Regel 1928 (B3)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Carex arenaria*, *Cerastium semidecandrum*, *Corynephorus canescens*, *Festuca ovina*, *Festuca polesica*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Hieracium umbellatum* ssp. *umbellatum*, *Hypochoeris radicata*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Koeleria glauca*, *Phleum phleoides*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus perennis*, *Sedum acre*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*

Kryptogamen: *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus*, *Cetraria aculeata*, *Cetraria ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Cetraria islandica*, *Cladonia arbuscula*, *Cladonia furcata*, *Cladonia gracilis* ssp. *gracilis*, *Cladonia rangiformis*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Tortula ruraliformis*

Tabelle 13: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des Festucetum polesicae. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	B3 n = 12		B3 n = 12
Artzahl gesamt	32,8 (8,7)	Deckung gesamt	79 (13)
Artzahl Gefäßpflanzen	20,8 (5,6)	Deckung Feldschicht	56 (10)
Artzahl Moose	5,1 (3,2)	Deckung Bodenschicht	51 (27)
Artzahl Flechten	6,9 (2,9)	Deckung Gestein	0 (0)

Das Festucetum polesicae besiedelt basenreichere, jedoch hinsichtlich der Wasserversorgung ebenfalls kritische Standorte. Verglichen mit dem Corniculario aculeatae-Corynephorum canescens ist die Vegetationsdecke relativ dicht geschlossen. Dabei sind Kryptogamen wesentlich am Bestandsaufbau beteiligt. Die Assoziation ist mit im Mittel 32,8 Arten die artenreichste der Koelerio-Corynephoronea.

Floristische Charakterisierung

Bezeichnende Arten unter den Krautigen sind *Koeleria glauca* und *Festuca polesica*. *Corynephorus canescens* ist mehr oder weniger reichlich vertreten. Neben *Carex arenaria* ist die Verbandskennart *Carex ligerica* vorhanden. In den Beständen ist zusätzlich *Festuca ovina* anzutreffen, die Grasnarbe ist aber nur selten geschlossen. Es treten nahezu ausschließlich xerophile Sippen auf.

Für einen bunten Blühaspekt sorgen *Galium verum* ssp. *verum*, *Hieracium umbellatum* ssp. *umbellatum*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Sedum acre* und *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*, teilweise auch *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella* sowie *Veronica spicata* ssp. *spicata*. Unauffällig sind die Blüten von *Cerastium semidecandrum* und *Scleranthus perennis*, die reichlich auftreten. Gelegentlich ist außerdem *Hypochoeris maculata* anzutreffen. Die 20-30 cm hohen, im Sommer bereits abgeblühten, Blütenstände von *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* prägen das Gesellschaftsbild wesentlich.

Die Gesellschaften des Koelerion glaucae zeichnen sich durch eine reiche Strauchflechtenflora aus. Oft erlangen *Cladonia arbuscula*, *C. furcata*, *C. rangiformis*, *Cetraria aculeata*, *C. islandica* und *C. ericetorum* ssp. *ericetorum* Deckung. Typisch sind außerdem *Cladonia foliacea*, *C. gracilis* ssp. *gracilis*, *Cetraria cucullata* und *C. nivalis*. Die beiden zuletzt genannten, arktisch-alpinen Arten sind bereits in den Gesellschaften Nord-Jütlands vertreten (vgl. BÖCHER 1947).

Im Gegensatz zum Helianthemo-Galietum oelandici und Gypsophilo-Globularietum des Groß-Alvars fehlen enger an basenhaltige Standorte gebundene Arten wie *Cladonia pocillum*, *C. symphylicarpa* und *C. subrangiformis*. Auch die Moosflora besitzt eine völlig andere Zusammensetzung. Die wichtigsten Arten sind *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* und *Tortula ruraliformis*. Letztgenannte Art ist überregional betrachtet Ordnungsdifferenzialart, kommt aber im Untersuchungsgebiet in den Gesellschaften der Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae ebenfalls regelmäßig vor. *Racomitrium canescens* ist im Aufnahmestadium des Untersuchungsgebietes im Wesentlichen auf das Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis beschränkt.

Lebensformen

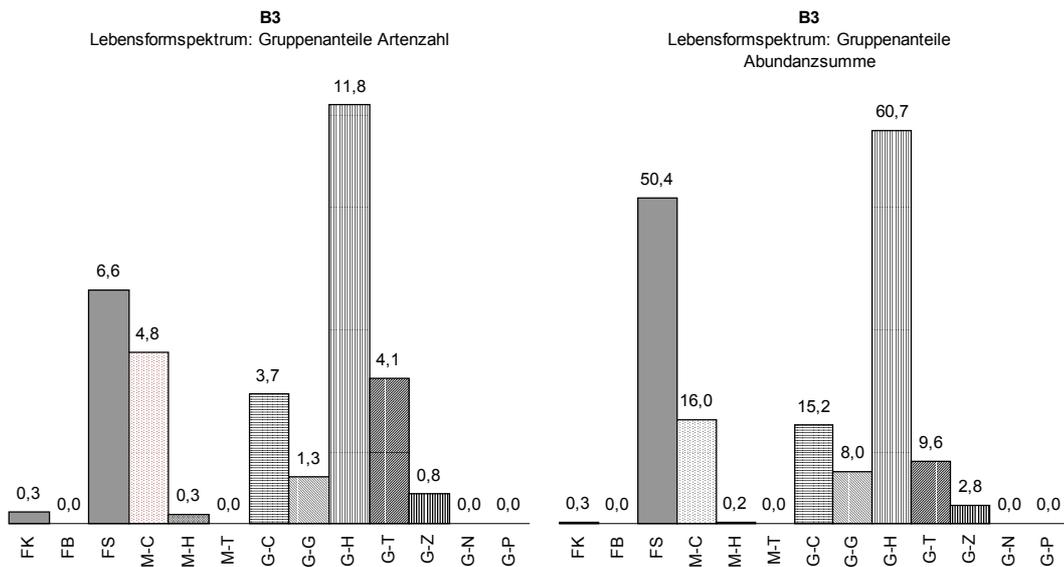


Abbildung 17: Lebensformspektrum des Festucetum polesicae

Im Gegensatz zum Helichryso-Jasionetum sind Gefäßpflanzen-Hemikryptophyten sowohl hinsichtlich ihrer Artenzahl als auch ihrer Abundanzsumme der am stärksten vertretene Lebensformtyp. Chamaephyten sind vergleichsweise unbedeutend. Therophyten sind deutlich weniger präsent als beim Airetum praecocis.

Die Gesellschaften des Kolerion glaucae unterscheiden sich von den übrigen Sandtrockenrasengesellschaften markant durch das reichliche Auftreten von Strauchflechten. Diese sind mit einer Abundanzsumme von 50,4% wesentlich am Bestandaufbau beteiligt.

Standortsverhältnisse

Die Gesellschaft besiedelt sandige Böden mit schwach saurer bis leicht basischer Bodenreaktion. Der mittlere pH-Wert liegt bei pH 5,3. Der Kalkgehalt variiert recht stark, ist jedoch insgesamt erstaunlich gering. Kalkfreie Böden überwiegen. Gut ausgebildete Bestände der Assoziation bleiben demgegenüber laut DIERBEN (1996, 628) auf stark kalkhaltige Sandböden (5-20%) beschränkt. Für die weiter untersuchten Bodenproben des Festucetum polesicae wurde eine Basensättigung von 69,8% bei einer Kationenaustauschkapazität von 17,2 mval/100g ermittelt. Der Humusgehalt ist mit durchschnittlich 1,7% sehr gering und liegt deutlich niedriger als beim Helichryso-Jasionetum.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die Gesellschaft kommt im Untersuchungsgebiet östlich des Groß-Alvars in einiger Distanz zur Küste vor. Ein Teil der Aufnahmen stammt aus dem nördlich von Gårdby gelegenen Trockenrasengebiet. Die übrigen wurden nahe Åby angefertigt. Geologisch gesehen handelt es sich vermutlich um marine Sande. Die Flächen werden mit Rindern beweidet. Des Weiteren tritt die Gesellschaft straßennah vor der Wegabzweigung nach Ekelunda auf. Die Gesellschaft grenzt dort an *Juniperus*-Gebüsch an, das in einen Kiefernforst übergeht.

Soziologischer Vergleich

Wesentlich basenreichere Standorte besiedeln die von ANDERSSON (1950) und OLSSON (1974) vom südschwedischen Festland beschriebenen Bestände der Assoziation. Die Bodenreaktion liegt deutlich im basischen Bereich. Die Bestände unterscheiden sich von den öländischen u.a. durch das ausgeprägtere Auftreten von Steppenarten wie *Astragalus arenarius*, *Dianthus arenarius* ssp. *arenarius*, *Helichrysum arenarium* ssp. *arenarium* sowie *Anthericum liliago*. Erstgenannte Arten kommen auf Öland nicht vor. *Anthericum liliago* besitzt auf Öland ihre Hauptvorkommen im Gebiet südlich von Ålby, das sich dem Untersuchungsgebiet anschließt. *Helichrysum arenarium* ssp. *arenarium* ist laut STERNER (1986) auf der Insel eigentlich recht häufig. Das Auftreten von Arten wie *Corynephorus canescens*, *Scleranthus perennis*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Cladonia arbuscula* und *Racomitrium canescens* weist demgegenüber auf Degenerationsstadien bei zunehmender Basenauslaugung hin (ANDERSSON 1950, 162). ANDERSSON (1950, 158) zu Folge besitzt die Gesellschaft im südöstlichsten Schonen ihren Schwerpunkt und dürfte dort vor der Aufforstung vieler Flächen mit *Pinus sylvestris* weiter verbreitet gewesen sein. Die Ausläufer der Assoziation auf Öland und Gotland sind bereits deutlich floristisch verarmt.

BÖCHER (1947) hat sich intensiv mit der Verbreitung von *Festuca polesica* in Dänemark beschäftigt. Bestände des Festucetum *polesicae* werden von ihm von Bornholm sowie Seeland dokumentiert. Er stellt fest, dass *Festuca polesica* in Dänemark auf bemerkenswert sauren Böden wächst (pH 4,6-5,3). Bezeichnenderweise fehlen auch dort *Anthericum liliago*, *Astragalus arenarius*, *Dianthus arenarius* ssp. *arenarius* und *Helichrysum arenarium* ssp. *arenarium*. *Racomitrium canescens* erlangt oft hohe Deckungen.

Noch wesentlich stärker floristisch verarmt sind die von WESTHOFF et al. (1983) auf Gotland untersuchten Bestände. *Festuca polesica* und *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* treten als einzige bezeichnende Arten in der Feldschicht auf. In dieser fällt die starke Dominanz von *Galium verum* ssp. *verum* auf. Während die Bodenschicht der öländischen Bestände eine bunte Mischung verschiedenster Strauchflechtenarten zeigt, herrscht einzig *Cetraria islandica* vor.

DENGLER (1994, 241) macht ebenfalls auf die weite pH-Amplitude der Assoziation aufmerksam. Er unterscheidet zwei Subassoziationen, bei der die *Corynephorus canescens*-reiche basenärmere Standorte besiedelt, während die typische, an Steppenarten reiche Ausbildung basenreiche Standorte bevorzugt. KRATZERT & DENGLER (1999, 307) berichten von dem gleichen Phänomen von den Grabower Hängen am Oderbruch.

OLSSON (1974) schlägt eine Trennung des Antherico-Koelerietum *glaucae* und einer an Steppenarten wesentlich ärmeren *Thymus serpyllum*-*Festuca polesica*-Assoziation vor. Diese lässt sich bei Anwendung der Kennartenmethode jedoch nicht durchführen. Daher wird eine Untergliederung auf Subassoziationsniveau bevorzugt. Die Bestände im Untersuchungsgebiet entsprechen somit dem Festuco-Koelerietum *corynephoretosum* Krausch 1968 (vgl. DENGLER 1994, 241). Möglicherweise kommt auf Öland zusätzlich die typische Subassoziation vor. TÜXEN (1951) berichtet für Südschweden von einer *Festuca polesica*-*Dianthus arenarius*-Assoziation, die er in drei Untereinheiten gliedert. Dabei entspricht die erste der typischen Ausbildung des Festucetum *polesicae*, die zweite der *Corynephorus canescens*-reichen basenärmeren Standorte. Beide Ausbildungen kommen laut TÜXEN (1951) auf Öland vor; Aufnahmen von der Insel sind in die publizierte Stetigkeitstabelle eingeflossen. Die *Hypnum lacunosum*-Subassoziation ist vermutlich eher zum *Sileno otitae*-Festucetum *brevipilae* zu stellen.

4.1.2.2.4 Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis Libbert 1940 (B4)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Androsace septentrionalis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Carex arenaria*, *Cerastium semidecandrum*, *Corynephorus canescens*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra* ssp. *rubra*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Potentilla collina* agg., *Potentilla tabernaemontani*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis*, *Sedum acre*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*

Kryptogamen: *Ceratodon purpureus*, *Cetraria aculeata*, *Cetraria cucullata*, *Cetraria ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Cetraria islandica*, *Cetraria nivalis*, *Cladonia arbuscula*, *Cladonia foliacea*, *Cladonia furcata*, *Cladonia rangiformis*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Hypogymnia physodes*, *Racomitrium canescens*, *Tortula ruraliformis*

Tabelle 14: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	B4 n = 7		B4 n = 7
Artzahl gesamt	30,4 (6,6)	Deckung gesamt	75 (19)
Artzahl Gefäßpflanzen	19,7 (6,5)	Deckung Feldschicht	54 (10)
Artzahl Moose	2,9 (1,1)	Deckung Bodenschicht	50 (25)
Artzahl Flechten	7,9 (2,4)	Deckung Gestein	0 (0)

Mit durchschnittlich 30,4 Arten ist die zweite Assoziation des Verbandes Kolerion glaucae etwas artenärmer als das Festucetum polesicae. Insgesamt zeigt die Vegetation deutlich geringere Wuchshöhen; höherwüchsige Gräser fehlen den Beständen weitestgehend.

Floristische Charakterisierung

Floristisch steht das Helichryso-Jasionetum dem Festucetum polesicae sehr nah. Die für das Festucetum polesicae charakteristischen Arten *Festuca polesica* und *Koeleria glauca* fehlen jedoch. Das Auftreten mesophiler Sippen wie *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra* ssp. *rubra* und *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata* deutet auf hinsichtlich der Nährstoff- und Wasserversorgung weniger kritische Standorte hin. Diese kommen aber in weitaus geringerer Zahl und Menge vor als in den Gesellschaften der Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae. Xerophile Taxa, darunter *Carex ligerica*, *Corynephorus canescens*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* und *Veronica verna*, differenzieren gegenüber diesen. Der Zwergstrauch *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* ist zumeist wesentlich am Bestandsaufbau der Krautschicht beteiligt. *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* besitzt eine Stetigkeit von 100% und weist in der Regel hohe Deckungen auf, ist jedoch recht niedrigwüchsig. Weitere gegenüber dem Festucetum polesicae differenzierende Sippen sind *Androsace septentrionalis* und *Potentilla collina* agg. In zwei küstennah gelegenen Aufnahmen wurde außerdem *Poa irrigata* angetroffen. Die namensgebende Art *Helichrysum arenarium* ssp. *arenarium* kommt in den Beständen nicht vor.

Die Bodenschicht lässt ebenfalls keinen Zweifel an der Zugehörigkeit der Assoziation zum Koelerion glaucae aufkommen. So treten die auch im Festucetum polesicae reichlich vorkommenden Strauchflechten auf; *Cetraria cucullata* erlangt sogar – ebenso wie *Racomitrium canescens* – deutlich höhere Stetigkeiten als in diesem und kann als lokale Trennart gewertet werden. Zusätzlich kommt *Hypogymnia physodes* vor.

Lebensformen

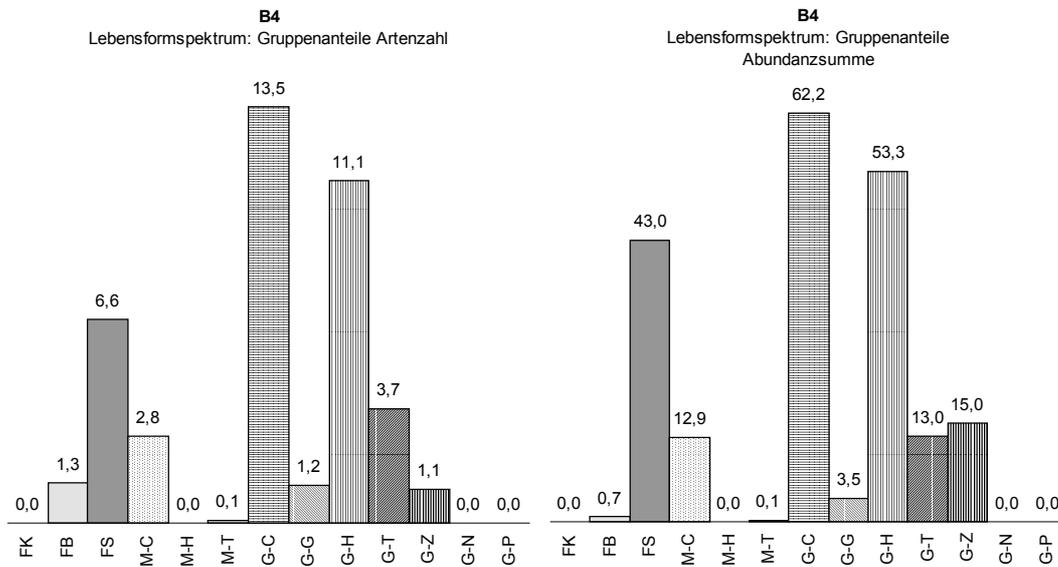


Abbildung 18: Lebensformspektrum des Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis

Im Gegensatz zu den übrigen Sandtrockenrasen Ölands überwiegen in der Feldschicht Charmaephyten statt Hemikryptophyten. Sie erlangen eine Abundanzsumme von 62,2% und sind mit 13,5 Sippen die artenreichste Lebensformgruppe. Höhere Deckungen als im Festucetum polesicae zeigen auch die Therophyten mit 13% sowie die Zwergsträucher mit 15%. Insgesamt ist die Bodenschicht etwas schwächer ausgebildet. Die Moosflora ist mit 2,9 Sippen artenärmer.

Standortsverhältnisse

Hinsichtlich der Bodenreaktion scheint die Assoziation ähnliche Standorte einzunehmen wie das Festucetum polesicae. Der pH-Wert liegt im Durchschnitt bei pH 6,0, wobei die Amplitude geringer ausfällt. Dies kann aber auch darauf zurückzuführen sein, dass die Aufnahmen in einem engeren räumlichen Zusammenhang stehen. Der sandige Boden ist meist schwach kalkhaltig; der Humusgehalt liegt mit 3,4% doppelt so hoch wie beim Festucetum polesicae. Der mittleren Feuchtezahl nach zu urteilen, unterscheiden sich die Assoziationen bezüglich der Wasserversorgung der Standorte nicht wesentlich; die für das Helichryso-Jasionetum errechneten Werte liegen mit einem Wert von 2,8 sogar leicht niedriger.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die Aufnahmen der Gesellschaft stammen von küstennahen Strandwällen östlich von Sandby. Dort stehen sie im Kontakt mit dem Sileno otitae-Festucetum brevipilae, in das sie bei sich zunehmend schließender Grasnarbe übergehen. Die Flächen werden recht intensiv durch Rinder beweidet; Bodenverletzungen durch Tritt sind oft zu beobachten. Zumindest ein schwacher Salzeinfluss ist nicht auszuschließen. In einem Fall tritt die Gesellschaft im Kontakt zum Festucetum polesicae nahe Gårdby auf.

Soziologischer Vergleich

Das *Helichryso arenarii*-*Jasionetum litoralis* wird in der Literatur vielfach nicht als eigenständige Assoziation geführt. Oftmals werden derartige Bestände als reiche Ausbildung des *Corniculario aculeatae*-*Corynephorretum canescentis* basenreicher Standorte betrachtet (z.B. DIERBEN 1996, 626). Die Gesamtartenzusammensetzung ähnelt jedoch vielmehr der des *Festucetum polesicae*; auch sind die Bestände deutlich dichter geschlossen als die der Silbergraspionierfluren. Es wird daher der Auffassung von DENGLER (2001a) gefolgt, die Gesellschaft als kennartenarme Zentralassoziation zum Verband *Koelerion glaucae* zu stellen.

Die auf Öland küstennah gelegenen Flächen des *Helichryso arenarii*-*Jasionetum litoralis* weisen gewisse Verbindungen zu dem von HALLBERG (1971) aus Bohuslän beschriebenen *Galio-Tortuletum* auf; dieses entspricht dem *Tortulo ruraliformis-Phleetum arenarii*. In ihm treten *Poa pratensis* agg. – auch *Poa irrigata* – ebenso wie *Festuca rubra* ssp. *rubra* und *Hypogymnia phytodes* häufig auf. *Jasione montana* ssp. *montana*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* und *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* fehlen jedoch ebenso wie die bezeichnenden Strauchflechten *Cetraria cucullata* und *C. islandica*. Des Weiteren kommen zahlreiche salztolerante Sippen vor wie *Honckenya peploides* ssp. *peploides*, *Leymus arenarius*, *Phleum arenarium*, *Plantago maritima* ssp. *maritima*, und *Silene uniflora* ssp. *uniflora* (= *S. maritima*), die dem *Helichryso*-*Jasionetum* fremd sind.

Beziehungen existieren auch zu den Gesellschaften der *Trifolio arvensis*-*Festucetalia ovinae*. BÖCHER (1954, zitiert nach DIERBEN 1996, 627) berichtet aus dem Norden Jütlands von *Koelerion glaucae*-Gesellschaften, die standörtlich wie floristisch zum *Festuco-Galietum veri* überleiten. Im Gebiet vermittelt das *Helichryso*-*Jasionetum littoralis* jedoch eher zum *Sileno otitae-Festucetum brevipilae*. Das von HALLBERG (1971) erstmals beschriebene *Festuco-Galietum veri* besitzt zwar einige der Strauchflechten gemeinsam mit dem *Helichryso*-*Jasionetum*, zeichnet sich aber durch das verstärkte Auftreten azidophytischer Sippen wie *Dicranum scoparium* und *Polytrichum juniperinum* aus. Im Gegensatz zum *Helichryso*-*Jasionetum* sind Hemikryptophyten tonangebend.

Bei dem von DIERBEN (1996) erwähnten *Helichryso-Phleetum phleoides* handelt es sich nicht um das *Helichryso arenarii*-*Jasionetum litoralis*, sondern vielmehr um das *Sileno otitae-Festucetum brevipilae*.

4.1.2.2.5 *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* Libbert 1933 corr. Kratzert & Dengler 1999 nom. inv. propos.

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Arenaria serpyllifolia*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Cerastium fontanum* ssp. *vulgare*, *Cerastium semidecandrum*, *Festuca brevipila*, *Festuca ovina*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Medicago lupulina*, *Medicago sativa* ssp. *falcata*, *Phleum phleoides*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Poa pratensis*, *Potentilla argentea* agg., *Potentilla cinerea*, *Potentilla tabernaemontani*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis*, *Ranunculus bulbosus*, *Sedum acre*, *Taraxacum erythrospermum* agg., *Trifolium campestre*, *Veronica spicata* ssp. *spicata*

Kryptogamen: *Brachythecium albicans*, *Cladonia furcata*, *Homalothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Thuidium abietinum*, *Tortula ruraliformis*

Tabelle 15: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* und seinen Untereinheiten. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	B5a n = 15	B5b n = 28	B5c n = 11	B5d n = 12	B5 gesamt n = 66
Artzahl gesamt	28,7 (4,4)	35,2 (10,7)	40,3 (8,7)	33,9 (4,8)	34,3 (9,0)
Artzahl Gefäßpflanzen	23,6 (3,1)	26,8 (7,7)	29,7 (5,6)	28,6 (4,0)	26,9 (6,2)
Artzahl Moose	4,2 (2,1)	6,3 (4,1)	7,5 (2,5)	3,4 (1,2)	5,5 (3,4)
Artzahl Flechten	0,9 (1,2)	2,1 (2,4)	3,1 (2,1)	1,9 (1,9)	2,0 (2,1)
Deckung gesamt	81 (16)	93 (9)	100 (1)	94 (6)	92 (11)
Deckung Feldschicht	71 (16)	83 (18)	92 (5)	87 (7)	83 (15)
Deckung Bodenschicht	38 (19)	39 (21)	61 (11)	43 (21)	43 (20)
Deckung Gestein	0 (0)	2 (6)	0 (0)	0 (0)	1 (4)

Zu dem *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* wird eine Gruppe recht heterogener Aufnahmen gestellt, die sich durch das verstärkte Auftreten basiphiler Sippen auszeichnen, gleichzeitig jedoch eine Reihe enger an die *Koelerio-Corynephorena* gebundener Arten aufweisen, die gegenüber den *Festuco-Brometea* differenzieren. Verschiedene floristische Raritäten wie *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Oxytropis campestris* ssp. *campestris* und *Veronica spicata* ssp. *spicata* sind auf Öland recht allgemein verbreitet und greifen in das *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* über, so dass sie nicht als Kennarten für das *Veronico spicatae-Avenetum* in Frage kommen.

Auch wenn die Übergänge zu den Gesellschaften der *Festuco-Brometea* fließend sind und die Assoziation zweifelsohne eine Grenzposition zwischen den beiden Klassen einnimmt, so grenzt sich diese im Gebiet dennoch deutlich ab. Mesophile, für die öländischen Kalkhalbtrockenrasen typische Arten wie *Briza media* ssp. *media*, *Carex caryophyllea*, *Cynosurus cristatus*, *Galium boreale*, *Linum catharticum*, *Lotus corniculatus* und *Fissidens cristatus* fehlen in den Beständen oder sind sehr selten. Die steten Sippen *Potentilla argentea* agg., *Rumex acetosella*, *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus* und *Tortula ruraliformis* sind im Aufnahmematerial eindeutig an die Gesellschaften der *Koelerio-Corynephoretea* gebunden. Die durchgeführten Clusteranalysen zeigen ebenfalls eine deutliche Abgrenzung des *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* gegenüber den Gesellschaften der *Festuco-Brometea*. Problematischer hingegen erweist sich die Grenzziehung zwischen dem *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* und dem *Diantho deltoideis-Armerietum elongatae*.

Floristische Charakterisierung

Die Bestände zeichnen sich zumeist durch eine dicht geschlossene, von Grasartigen beherrschte Feldschicht aus. Teilweise erlangt die Verbandskennart *Festuca brevipila* hohe Deckungen, vielfach wird diese aber durch *Festuca ovina* ersetzt; nicht selten kommen beide Arten gemeinsam vor. Dabei ist strittig inwieweit *Festuca brevipila* in Südschweden indigen ist (s. 4.1.2.2.6). Weitere wichtige Graminiden, die auf eine hohe Affinität zu den *Festuco-Brometea* hinweisen, sind *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* und *Phleum phleoides*; diese differenzieren ebenso wie die übrigen Basenzeiger gegenüber dem *Diantho deltoideis-Armerietum elongatae*. Auf basenärmeren Böden tritt die Ordnungsdifferenzialart *Agrostis capillaris* auf.

Zahlreiche Kräuter sorgen bei wechselnder Zusammensetzung für einen bunten Blühaspekt. Auffällig ist die hohe Zahl „ruderaler“ Arten wie *Medicago sativa* ssp. *falcata* und *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa*, die auf Öland zur typischen Straßenbegleitvegetation gehören.

Die Bodenschicht ist oft sehr artenarm; es treten verstärkt Deckenmoose auf wie *Brachythecium albicans*, *Homalothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* und *Thuidium abietinum*. Teilweise besitzt *Tortula ruraliformis* einen hohen Deckungsgrad.

Lebensformen

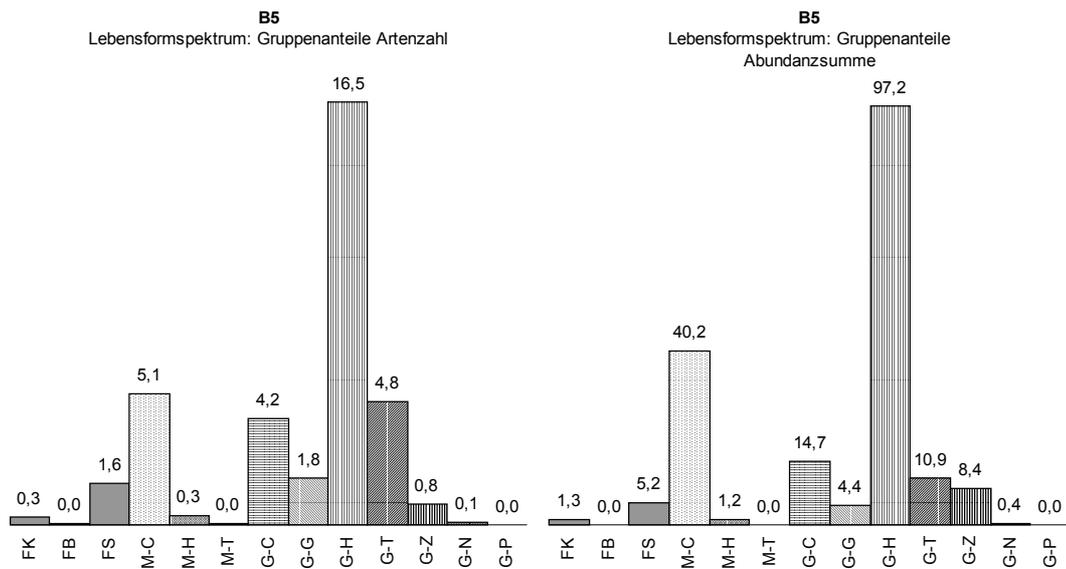


Abbildung 19: Lebensformspektrum des Sileno otitae-Festucetum brevipedae

Im Gegensatz zu den Assoziationen des Koelerion glaucae sowie dem Airetum praecocis decken Gefäßpflanzen-Hemikryptophyten (92,7%) eine bedeutend größere Fläche ab als Moose und Flechten (48%) zusammen. Unter diesen spielen vor allem Strauchflechten eine wesentlich geringere Rolle. Ebenfalls wenig hervortretend sind die übrigen Lebensformtypen. Therophyten kommen in erster Linie in der *Arenaria serpyllifolia*-*Anchusa officinalis*-Ausbildung vor.

Untereinheiten

Die therophytenreiche *Arenaria serpyllifolia*-*Anchusa officinalis*-Ausbildung (B5a) zeichnet sich durch das Vorherrschen von *Festuca brevipedula* in der Krautschicht aus, die sich verglichen mit den anderen Untereinheiten recht artenarm zeigt. Die übrigen oben genannten Grasartigen sind für den Gesellschaftsaufbau von geringer Bedeutung. Der Blühaspekt wird in erster Linie von *Anchusa officinalis*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Medicago sativa* ssp. *falcata*, *Potentilla argentea* agg. und *Sedum acre* bestimmt. Bei genauerem Hinschauen lassen sich die rosafarbenen Blüten von *Erodium cicutarium* ssp. *cicutarium*, häufig auch von *Trifolium striatum* entdecken. Deckenmoose spielen verglichen mit den übrigen Ausbildungen der Assoziation eine geringe Rolle; Flechten fehlen nahezu ganz. *Tortula ruraliformis* ist die wichtigste Bodenschichtdominante.

Die an den Hängen des westlichen Landborgs gelegenen Flächen werden relativ intensiv beweidet, so dass konkurrenzschwache Therophyten an offenen Störstellen Fuß fassen können. Auf eine hohe Nutzungsintensität weist dort außerdem das fleckenweise gehäufte Auftreten von *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus* und *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata* hin. *Elymus repens*

ssp. *repens* und *Medicago lupulina* zeigen vermutlich eine gewisse Bodenverdichtung an. Ähnliche Effekte ergeben sich durch das un stabile Substrat der Steilküste, wo Bodenerosion für eine sich immer wieder lichtende Feldschicht sorgt und Lebensraum für Therophyten schafft.

Die ***Centaurea scabiosa*-*Oxytropis campestris*-Ausbildung (B5b)** ist die blumenbunteste der Assoziation. Floristisch leitet diese zu dem Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis über; die für dieses charakteristischen Strauchflechten treten teilweise auf. Mit *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* und *Phleum phleoides* sind unter den Grasartigen verstärkt Festuco-Brometea-Arten festzustellen. *Festuca brevipila* tritt nur vereinzelt auf; hohe Deckungen erlangt stattdessen *Festuca ovina*. Trennarten gegenüber den übrigen Untereinheiten sind *Acinos arvensis*, *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa* und *Oxytropis campestris* ssp. *campestris*. Des Weiteren ist *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium* aufzuführen, das jedoch auch in die *Pleurozium schreberi*-*Pulsatilla vulgaris*-Ausbildung übergreift. Die Art verwandelt die Flächen im Juli in ein leuchtend gelbes Blütenmeer, zu dem die violetten Blüten von *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa* in auffälligem Kontrast stehen. Stete Sippen sind außerdem die Verbandsdifferenzialarten *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris* und *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*. *Agrostis capillaris* tritt regelmäßig auf, ist jedoch von geringerer Bedeutung als in den folgenden beiden Ausbildungen.

Eine eigentümliche Zusammensetzung zeigt die ***Pleurozium schreberi*-*Pulsatilla vulgaris*-Ausbildung (B5c)**. Einerseits treten verstärkt Festuco-Brometea-Arten auf, andererseits aber auch weitere typische Sandmagerasenarten sowie azidophytische Sippen, darunter *Luzula campestris* ssp. *campestris*, *Dicranum scoparium* und *Pleurozium schreberi*. Zusätzlich sind mit *Hypericum perforatum* und *Silene nutans* Saumarten anzutreffen. Stete Begleiter wie *Plagiomnium affine* und *Rhytidadelphus squarrosus* weisen auf eine bessere Wasserversorgung der Standorte hin. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Pulsatilla vulgaris*, die auf Öland deutlich seltener als *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* und in ihrer Verbreitung auf den westlich des Landborgs gelegenen Küstenstreifen beschränkt ist. Die Vegetationsdecke ist dicht geschlossen, teilweise sind die Rasen leicht verfilzt.

Die starke Präsenz von Basiphyten wie *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Phleum phleoides*, *Polygala comosa* und *Veronica spicata* ssp. *spicata* spricht trotz dem deutlichen Einschlag von Azidophyten für eine Zuordnung zum *Sileno otitae*-*Festucetum brevipilae*. Offensichtlich hat eine oberflächliche Versauerung – vermutlich in Folge von Rohhumusakkumulation – stattgefunden, wohingegen in tieferen Bodenschichten noch basenreiches Material vorhanden ist. Dies könnte eine Erklärung für das Nebeneinander von Basiphyten und Azidophyten sein. Ähnliche Beobachtungen hat DENGLER (1994, 249) in Brandenburg gemacht. Dort stellte er eine Variante mit *Luzula campestris* ssp. *campestris* und weiteren Heidearten fest, die sowohl im *Sileno otitae*-*Festucetum brevipilae* als auch *Diantho deltoideis*-*Armerietum elongatae* auftritt.

Die ***Pimpinella saxifraga* agg.-*Dianthus deltoideis*-Ausbildung (B5d)** leitet floristisch wie ökologisch zum *Diantho deltoideis*-*Armerietum elongatae* über. Einerseits treten bereits die für das *Diantho*-*Armerietum* kennzeichnenden Arten *Dianthus deltoideis* und – wenn auch seltener – *Armeria maritima* ssp. *elongata* auf, andererseits ist das für das *Sileno otitae*-*Festucetum brevipilae* bezeichnende *Phleum phleoides* noch wesentlich am Gesellschaftsaufbau beteiligt. Aufnahmen, in denen *Armeria maritima* ssp. *elongata* und *Dianthus deltoideis* bereits auftreten, *Phleum phleoides* jedoch höhere Deckungsgrade besitzt, werden zum *Sileno otitae*-*Festucetum brevipilae* gestellt, solche, in denen nur noch vereinzelt Festuco-Brometea-Arten vorkommen, zum *Diantho*-*Armerietum*. *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* ist auf Öland allgemein weit verbreitet; sein Vorkommen allein wird daher nicht als ausschlaggebend gewertet.

Innerhalb der Assoziation besiedelt die *Pimpinella saxifraga-Dianthus deltoides* Ausbildung die basenärmsten Standorte. Neben den Charakterarten des Diantho-Armerietum treten mit *Agrostis capillaris*, *Trifolium arvense*, *Vicia lathyroides* und *Peltigera canina* weitere Magerkeitszeiger auf. Der Blühaspekt ist verglichen mit der *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung recht spärlich und wird vor allem durch die Gelbtöne von *Galium verum* ssp. *verum*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella* und *Medicago sativa* ssp. *falcata* bestimmt. Außerdem tritt *Pimpinella saxifraga* agg. auf, die im Aufnahmematerial auch im Diantho-Armerietum anzutreffen ist. Sie kann jedoch bei überregionaler Betrachtung nicht als Differenzialart von diesem gewertet werden, sondern kommt tendenziell sogar im *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* öfter vor. In einer Aufnahme (E38) ist *Helichrysum arenarium* ssp. *arenarium* (2a) vorzufinden.

Standortsverhältnisse

Die Gesellschaft stockt über deutlich humoseren, hinsichtlich der Wasserversorgung weniger kritischen Böden als die vorangegangenen. Die ersten beiden Ausbildungen besiedeln schwach kalkhaltige Böden mit leicht saurer bis leicht basischer Bodenreaktion. Während die therophytenreiche Ausbildung über reinen Sandböden wächst, weisen die der *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung meist einen merklichen Schluffanteil auf. Der Humusanteil ist bei dieser mit im Mittel 8,9% deutlich höher als bei der therophytenreichen mit 4,9%. Insbesondere bei den ersten beiden Ausbildungen ist die Kationenaustauschkapazität mit 34,4 bzw. 42,4 mval/100g deutlich höher als bei den übrigen der Unterklasse. Wesentlich basenärmer und zu meist kalkfrei sind die Sandböden, über denen die weiteren Ausbildungen stocken. Die der *Pimpinella saxifraga-Dianthus deltoides*-Ausbildung weisen mit 4,6% die geringsten Humusanteile der Assoziation auf.



Abbildung 20: Bestände des *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* an den steilen Hängen der Westküste.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die therophytenreiche *Arenaria serpyllifolia-Anchusa officinalis*-Ausbildung kommt zum einen an den Hängen des westlichen Landborgs südlich von Vickleby vor. Die Flächen werden gleichsweise intensiv mit Rindern beweidet. Zum anderen tritt sie an der Steilküste südlich von dem Feriengebiet Haga Park auf. Hier findet keine Nutzung statt, in Folge der starken Hangneigung kommt es aber dennoch zu regelmäßigen Störungen. Einige Aufnahmen stammen außerdem aus dem Ostteil der Insel.

Die Flächen der *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung unterliegen einer merklich extensiveren Nutzung als die der zuvor beschriebenen Ausbildung. Ein Teil liegt auf Grabfeldern, die lediglich einer Pflegemahd unterzogen werden. Weitere, oft straßennah gelegene Flächen, sind vermutlich ungenutzt. Insbesondere *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa* scheint empfindlich auf Beweidungsdruck zu reagieren. Die übrigen Flächen werden extensiv durch Schafe und/oder Pferde beweidet. Gut ausgebildete Bestände finden sich auf dem Rücken des westlichen Landborgs im Bereich der Mysinge Hög. Dort tritt in zwei Aufnahmen *Bromus erectus* ssp. *erectus* auf. Die Art ist jedoch nicht indigen und wurde vermutlich angepflanzt. Des Weiteren kommt die Einheit in den nördlich des Alvars zentral liegenden Bereichen des Untersuchungsgebietes vor sowie vereinzelt an der West- und Ostküste.

Die Aufnahmen der *Pleurozium schreberi-Pulsatilla vulgaris*-Ausbildung wurden im Bereich des westlichen Küstenstreifens östlich von Haga Park auf einem Grabfeld angefertigt. Eine Beweidung findet nicht statt; vermutlich wird eine Pflegemahd durchgeführt.

Die *Pimpinella saxifraga-Dianthus deltoides*-Ausbildung ist im Gegensatz zu den übrigen der Assoziation vor allem im Bereich des östlichen Küstenstreifens vorhanden. Sie kommt dort in den Sandgebieten zwischen Blälinge und Sandby vor. Die Gebiete werden vornehmlich mit Rindern beweidet, einige Flächen liegen straßennah und sind ungenutzt.

Soziologischer Vergleich

BÖCHER (1945) sowie BÖCHER et al. (1946) beschreiben ähnliche Vegetationstypen von der dänischen Insel Seeland sowie der im Norden Jütlands gelegenen Region Himmerland. Dort besiedeln diese basenreiche, zumeist südexponierte Trockenhänge. Standortsökologisch dürften diese den Hängen des Westlichen Landborgs sowie der Steilküste Ölands ähneln. Insgesamt sind die Böden der in Dänemark untersuchten Bestände jedoch etwas basenreicher als im Untersuchungsgebiet. So liegen die gemessenen pH-Werte im Bereich von pH 6,1-8,2. Die Grasnarbe der auf Öland untersuchten Bestände ist zudem deutlich dichter als in den dänischen Rasen, was auf stabilere Böden hinweist. Die auf Seeland und in Himmerland häufigen Sippen *Helichrysum arenarium* ssp. *arenarium* und *Ononis repens* treten im Aufnahmematerial lediglich einmal auf, *Thymus pulegioides*, *Petrorhagia prolifera* und *Medicago minima* fehlen gänzlich. In den Aufnahmen von BÖCHER (1946) aus Himmerland sind in der Bodenschicht zusätzlich Basiphyten wie *Barbula convoluta*, *B. unguiculata* und *Encalypta vulgaris* anzutreffen.

DIERBEN (1996, 632f.) bezeichnet die von BÖCHER dokumentierten Gesellschaften als Helichryso-Phleetum phleoidis. Ihm zu Folge wird dieses im südbaltischen Raum durch das nahe stehende *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* abgelöst. Hier wird die Auffassung vertreten, dass es sich beim Helichryso-Phleetum phleoidis wie dem *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* um ein und dieselbe Assoziation handelt. Eine klassifikatorische Trennung lässt sich bei Anwendung der Kennartenmethode nicht durchführen. So weisen z.B. die von DENGLER (1994) aus der Uckermark beschriebenen Bestände eine sehr ähnliche Artenkombination auf. Der Autor konnte zudem zeigen, dass *Silene otites* (die auf Öland ebenso wie in Nordjütland und auf Seeland aus chorologischen Gründen ausfällt) auch in Nordostdeutschland nicht als Kennart des *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* gelten kann (DENGLER 1994, 250). Der Autor schlägt *Phleum phleoides*

als lokale Charakterart vor. DENGLER (in BERG et al. 2001, 118-136) führt das *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* schließlich als Zentralassoziation des Verbandes ohne eigene Kennarten.

4.1.2.2.6 *Diantho deltoidis-Armerietum elongatae* Krausch ex Pötsch 1962 (B6)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Armeria maritima* ssp. *elongata*, *Artemisia campestris* ssp. *campestris*, *Dianthus deltoides*, *Festuca ovina*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Hieracium umbellatum* ssp. *umbellatum*, *Hypochoeris radicata*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus* ssp. *polycarpus*, *Sedum acre*, *Silene nutans*, *Trifolium campestre*

Kryptogamen: *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus*, *Cladonia furcata*, *Cladonia rangiformis*, *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Peltigera canina*, *Polytrichum juniperinum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Tortula ruraliformis*

Tabelle 16: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des *Diantho deltoidis-Armerietum elongatae* und seinen Untereinheiten. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	B6a n = 26	B6b n = 18	B6c n = 2	B6 gesamt n = 46
Artzahl gesamt	29,4 (7,7)	31,6 (7,6)	32/32	30,1 (7,6)
Artzahl Gefäßpflanzen	22,8 (6,4)	18,5 (5,5)	21/24	21,7 (6,4)
Artzahl Moose	5,1 (2,0)	6,6 (2,6)	5/10	5,5 (2,3)
Artzahl Flechten	1,6 (1,6)	6,5 (2,5)	1/3	3,5 (2,8)
Deckung gesamt	92 (9)	92 (14)	90	91 (11)
Deckung Feldschicht	82 (13)	72 (16)	75	77 (14)
Deckung Bodenschicht	42 (21)	62 (23)	54/40	50 (24)
Deckung Gestein	0 (0)	0 (0)	0	0 (0)

Das *Diantho deltoidis-Armerietum elongatae* besiedelt im Vergleich zum *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* basenärmere und zumeist frischere Standorte. Floristisch steht die Assoziation diesem nahe; die für das *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* bezeichnenden Basenzeiger fehlen den Beständen jedoch weitestgehend. Dennoch sind die Grenzen zwischen beiden Assoziationen fließend.

Floristische Charakterisierung

Die in der Krautschicht vorherrschenden Gasartigen sind *Agrostis capillaris* und *Festuca ovina* – seltener auch *Festuca brevipila* und *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*. Neben den kennzeichnenden Sippen *Armeria maritima* ssp. *elongata* und *Dianthus deltoides* bestimmen vor allem *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Silene nutans* und *Trifolium campestre* den Blühaspekt. Die auf Öland als Allerweltsart geltende *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* fehlt auch im *Diantho deltoidis-Armerietum elongatae* nicht. Gelegentlich sind außerdem *Trifolium arvense* und *Vicia lathyroides* vorzufinden. Auf den küstennahen Wiesen der Bjerhamnsviken tritt lokal verstärkt *Viscaria vulgaris* ssp. *vulgaris* auf.

Auf ärmeren, trockeneren Standorten kommen zusätzlich Magerkeitszeiger wie *Hieracium umbellatum* ssp. *umbellatum* und *Hypochoeris radicata* vor. In lückigeren Bereichen können niedrigwüchsige Sippen wie *Cerastium semidecandrum*, *Erophila verna* ssp. *verna*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus* ssp. *polycarpus* und *Sedum acre* Fuß fassen.

In der Bodenschicht herrschen *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus* und *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* vor. Teilweise erlangen außerdem *Tortula ruraliformis* und *Rhytidiadelphus squarrosus* Deckung. Flechten sind von relativ geringer Bedeutung. Die allgemeinsten sind *Cladonia furcata* und *C. rangiformis*. Mancherorts bildet die Ordnungskennart *Peltigera canina* Thalli von beträchtlichem Umfang aus.

Lebensformen

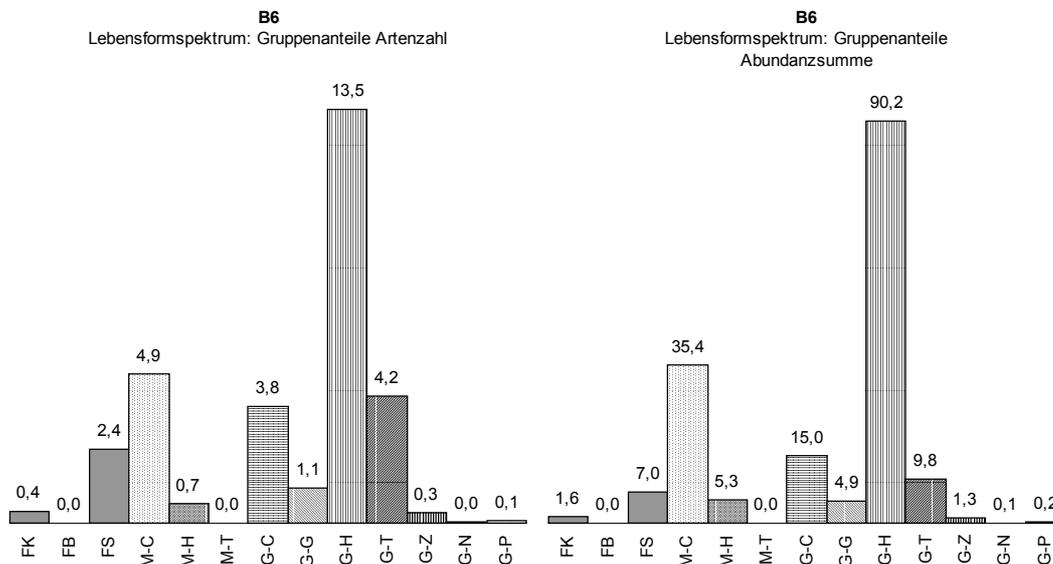


Abbildung 21: Lebensformspektrum des Diantho deltoideis-Armerietum elongatae

Das Lebensformspektrum des Diantho-Armerietum zeigt große Ähnlichkeiten mit dem des Sileno-Festucetum. Gefäßpflanzen-Hemikryptophyten (90,2%) herrschen auch hier vor, gefolgt von Moos-Chamaephyten (35,4%). Bei der mageren *Cladonia* spp.-Ausbildung können sich zwischen diesen auch Strauchflechten ansiedeln.

Untereinheiten

Es lassen sich eine mesophile, typische und eine *Cladonia* spp.-Ausbildung ärmerer Standorte trennen. Als dritte Untereinheit wird ein Brachestadium differenziert.

Die **typische Ausbildung (B6a)** besiedelt die frischeren Standorte. Einige der im Sileno otitae-Festucetum brevipilae vorkommenden Basenzeiger greifen noch über; insbesondere *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* kann teilweise Deckung erlangen. Gegenüber der trockenen, strauchflechtenreichen Ausbildung differenzieren eine Vielzahl mesophytischer Sippen wie *Poa pratensis*, *Avenula pubescens* ssp. *pubescens*, *Cerastium fontanum* ssp. *vulgare* und *Stellaria graminea*. *Armeria maritima* ssp. *elongata* erreicht teilweise Deckungsgrade von 15-25%. Der Gesellschaftsaufbau kommt dem der aus Mitteleuropa beschriebenen Bestände recht nahe. *Festuca brevipila* ist jedoch von deutlich geringerer Bedeutung.

Die **strauchflechtenreiche Ausbildung (A6b)** besiedelt trockenere, vermutlich nährstoffärmere Böden als die typische. Trennarten sind insbesondere die reich vertretenden Strauchflechten der Gattungen *Cladonia* und *Cetraria*. Mit *Dicranum scoparium* und *Polytrichum juniperinum* treten unter den Moosen stärker Azidophyten hervor. Des Weiteren differenzieren Magerkeitszeiger wie *Hieracium umbellatum* ssp. *umbellatum*, *Hypochoeris radicata*, *Jasione montana* ssp. *montana*, *Polytrichum piliferum* und *Racomitrium canescens*. Mit *Aira praecox* lässt sich eine gewisse Affinität zu den Thero-Airetalia feststellen.

Zwei Aufnahmen stammen von einer aufgelassenen **Ackerbrache**. Da mit *Hypochoeris radicata*, *Luzula campestris* ssp. *campestris*, *Polytrichum juniperinum* und *Rumex acetosella* verstärkt Säurezeiger auftreten, wohingegen die für das *Sileno otitae*-*Festucetum brevipilae* typischen Basiphyten fehlen, werden die Bestände dem *Diantho*-*Armerietum* angeschlossen. Arten wie *Anthemis ruthenica* ssp. *ruthenica*, *Apera spica-venti*, *Aphanes arvensis*, *Arabidopsis thaliana*, *Conyza canadensis*, *Crepis capillaris* und *Viola arvensis* zeugen von einer früheren Nutzung der Fläche. Dem *Pinus sylvestris*-Jungwuchs nach zu urteilen, ist die Brache mindestens 5 Jahre alt.

Standortsverhältnisse

Die typische Ausbildung tritt auf mäßig sauren bis sauren, besser wasserversorgten Böden auf, die in der Regel kalkfrei sind. Insgesamt zeigt die Untereinheit eine recht weite pH-Amplitude. Die *Cladonia* spp.-reiche Ausbildung scheint demgegenüber auf deutlich saure Standorte beschränkt zu sein. Hinsichtlich der Feuchtezahl lässt sich erstaunlicherweise keine Differenzierung zwischen den beiden Ausbildungen erkennen. Von größerer Bedeutung dürfte daher der Nährstoffgehalt des Bodens sein. Tendenziell scheinen die Böden der *Cladonia* spp.-Ausbildung humus- und basenärmer zu sein als die der typischen, klare Aussagen lassen sich aufgrund des stark abweichenden Humusgehaltes (24%!) von Aufnahme F34 jedoch nicht treffen. Ein weiterer Aspekt könnte die Stabilität des Substrates sein. Vier Aufnahmen, die der armen Ausbildung zuzuordnen sind, wurden an stark geneigten Hängen (40-75%) an der Steilküste angefertigt.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die Assoziation ist in erster Linie entlang der Westküste über mageren Sanden verbreitet. Darüber hinaus tritt sie in Blälinge im Nordosten des Untersuchungsgebietes auf. Einige Flächen werden durch Rinder beweidet, ein Großteil ist ungenutzt. Störungen werden aber entweder durch die Steilküstenlage oder Trittbelastung durch Badegäste hervorgerufen.

Soziologischer Vergleich

Die trockene Ausbildung des *Diantho deltoideis*-*Armerietum elongatae* kommt dem von HALLBERG (1971) erstmals beschriebenen *Galio*-*Festucetum veri* recht nahe und ist möglicherweise zu diesem zu stellen. Die in der Literatur vorgenommene Unterscheidung des *Diantho*-*Armerietum* sowie des *Galio*-*Festucetum veri* lässt sich jedoch anhand des vorliegenden Aufnahmematerials nur schwer nachvollziehen.

DENGLER in BERG et al. (2001, 118-136) ordnet erstere Assoziation dem Verband *Hyperico perforati*-*Scleranthion perennis* zu, zweitere dem *Armerion elongatae*. Die biosystematisch unbefriedigende Bearbeitung von *Festuca ovina* agg. bereitet jedoch einige Probleme bei der Benennung der Verbandsareale. Während die Assoziationen des *Armerion elongatae* eher einen subkontinental-zentraleuropäischen Verbreitungsschwerpunkt aufweisen, liegt der des *Hyperico perforati*-*Scleranthion perennis* vermutlich in Norddeutschland und Südsandinavien. Eine weitere Assoziation tritt in den europäischen Mittelgebirgen auf.

Strittig ist weiterhin inwieweit *Festuca brevipila* als bezeichnende Art des ersten Verbandes autochton ist. MOSSBERG et al. (1992) zu Folge ist die Sippe in Dänemark, Süd- bis Mittelschweden sowie dem südlichen Finnland weit verbreitet, wohingegen sie im ozeanisch geprägten Norwegen fehlt. Trotz dieses natürlich anmutenden Verbreitungsareals gehen die Autoren davon aus, dass die Sippe ursprünglich eingebracht wurde. Als gesichert gilt, dass Nordostdeutschland, Polen und die nordbayrischen Sandgebiete zum ursprünglichen Areal der Sippe zählen. DENGLER (mündl.) vermutet dies auch für Teile Nordwestdeutschlands.

Unproblematisch ist die Stellung der südnorwegischen Gesellschaften. So sind dem aus Südnorwegen dokumentierten *Gentiano balticae-Pimpinellatum saxifragae* Tx. & Westhoff in Tx. 1962 (Lundberg 1987 in DIERBEN 1996, 623) Verbandskenntarten des *Armerion elongatae* fremd. Gleiches gilt für die von KLEIVEN (1959) im Gudbrandsdalen in Norwegen untersuchten *Festuca*-reichen Grasländer, bei denen mit Arten wie *Astragalus alpinus* bereits ein deutlicher alpiner Einschlag festzustellen ist.

In dem von HALLBERG (1971) beschriebenen *Festuco-Galietum veri* treten zwar die Assoziationskenntart *Dianthus deltoides* sowie die Verbandscharakterart *Trifolium arvense* noch auf, *Armeria maritima* ssp. *elongata*, *Festuca brevipila* und *Trifolium campestre* fehlen jedoch. Stattdessen kommen *Armeria maritima* ssp. *maritima* und *Viola canina* vor, die auf eine gewisse Verbindung zu dem ozeanisch verbreiteten von *Festuca filiformis* gekennzeichneten Verband *Sedo-Cerastion arvensis* Sissingh & Tideman 1960 hinweisen. *Dianthus deltoides* ist in diesem nicht minder häufig. Insofern ist die Zuordnung zum *Hyperico perforati-Scleranthion perennis* überzeugend. Da sich mittels Kennartenmethode keine Unterscheidung auf Assoziationsniveau durchführen lässt, betrachtet DENGLER (mündl.) das *Festuco-Galietum veri* und das *Gentiano balticae-Pimpinellatum saxifragae* als Ausprägungen ein und derselben Assoziation.

Erhebliche Probleme bereitet demgegenüber die Verbandszuordnung auf der subkontinental geprägten Insel Öland. *Festuca ovina* ist weit verbreitet und auch in der aufgrund der übrigen Artenkombination vermutlich eher zum *Diantho-Armerietum* gehörenden mesophilen Ausbildung wesentlich am Bestandsaufbau beteiligt.

TÜXEN (1951) dokumentiert von Öland eine entsprechende *Armeria elongata-Rumex tenuifolius*-Assoziation. Die Aufnahmen wurden bei Hammerby an der Westküste südlich des Untersuchungsgebietes angefertigt. *Festuca ovina* ist auch hier neben *Agrostis capillaris* die vorherrschende Graminide, dabei ist jedoch unklar, ob es sich dabei einzig um *Festuca ovina* handelt oder ob zusätzlich auch *Festuca brevipila* vorkommt. DIERBEN (1996) berichtet von dem *Diantho-Armerietum* aus Südschweden. Die bei ihm publizierte Stetigkeitstabelle beruht jedoch auf unveröffentlichten Aufnahmen aus dem Tüxen-Archiv, so dass sich nicht nachvollziehen lässt, wo diese genau angefertigt wurden. Auffällig ist, dass allein *Festuca brevipila* vorkommt, nicht aber *Festuca ovina*. Möglicherweise wurde jedoch von den Bearbeitern keine Unterscheidung der Kleinarten des Aggregates vorgenommen und der Autor hat das Aggregat basierend auf Erfahrungswerten komplett zu *Festuca brevipila* gestellt.

Da im Gebiet auch das *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* vorkommt und die Übergänge (s.o.) fließend sind, sollten zumindest die mesophilen Bestände zum *Armerion elongatae* gestellt werden, selbst wenn *Festuca ovina* oft von wesentlich höherer Bedeutung ist als *Festuca brevipila*.

Die Artenkombination der Bodenschicht der trockenen Ausbildung würde demgegenüber auch eine Zuordnung zum durch *Festuca ovina*-gekennzeichneten Verband rechtfertigen. Da jedoch bezeichnende Sippen wie *Armeria maritima* ssp. *elongata*, *Dianthus deltoides* und *Festuca brevipila* in die Bestände übergreifen und sich dementsprechend nach der Kennartenmethode – jedenfalls im Rahmen dieser lokalen Arbeit – keine Differenzierung auf Assoziations- bzw. Verbandsebene durchführen lässt, werden alle Aufnahmen mesophiler Sandmagerrasen basenärmerer Standorte dem *Diantho-Armerietum* zugeordnet und die *Cladonia* spp.-reichen Bestände

lediglich als Untereinheit desselben betrachtet. Bei einer klareren inhaltlichen wie räumlichen Abgrenzung des *Hyperico perforati-Scleranthion perennis* wird man möglicherweise anders entscheiden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

4.1.3 Gesellschaften der Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. in Br.-Bl. 1949

Die Stellung der südschandinavischen basiphilen Halbtrockenrasen im hierarchischen Klassifikationssystem bereitet erhebliche Probleme und wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Bevor die wesentlichen Diskussionslinien dargestellt werden, sind zu deren Verständnis einige allgemeine Anmerkungen zur Untergliederung der Klasse zu geben. Dass diese auch unter mitteleuropäischen Bearbeitern umstritten ist, verdeutlicht der Vorspann zur Klassendarstellung bei OBERDORFER & KORNECK (in OBERDORFER et al. 1993, 86ff.).

Klassischerweise wird die Klasse nach pflanzengeographischen Gesichtspunkten entlang des Ozeanitätsgefälles in mehrere vikariierende Ordnungen unterteilt. ROYER (1991), der die bislang umfassendste synsystematische Bearbeitung der Klasse vorgenommen hat, unterscheidet fünf. Die überwiegende Zahl der mitteleuropäischen Bearbeiter trennt jedoch lediglich die beiden Ordnungen Brometalia erecti und Festucetalia valesiacae. Dabei umfasst die erste basiphile Trockenrasen mit submediterran-subatlantischer Verbreitung, die zweite solche mit kontinentalem Schwerpunkt. Innerhalb dieser existieren sich jeweils ökologisch entsprechende Verbände. Diesem Gliederungskonzept folgen beispielsweise OBERDORFER & KORNECK (in OBERDORFER et al. 1993, 86-180) und POTT (1995).

Wie DENGLER (1994, 252) ausführt, ergibt sich bei diesem Ansatz das Problem, dass floristisch nahe stehende Gesellschaften, die sich in Zentraleuropa nur schwer unterscheiden lassen, in unterschiedliche Ordnungen eingereiht werden müssen. Der Autor folgt daher dem Vorschlag von KORNECK (1974), die mesophilen Gesellschaften in einer gemeinsamen Ordnung zu vereinen. Demgegenüber besitzen die xerophilen Verbände kaum floristische Beziehungen, so dass diese in getrennten Ordnungen geführt werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird diesem Konzept gefolgt, das sowohl DENGLER (in BERG et al. 2001, 137-143) als auch MUCINA & KOLBEK (in MUCINA et al. 1993, 420-492) zu Grunde liegt.

Bei Verfolgung des Ansatzes von KORNECK (1974) besteht kein Zweifel daran, dass die öländischen, ebenso wie die übrigen südschandinavischen Vegetationstypen der Klasse der Ordnung Brometalia erecti in dem dargestellten Sinne angehören. Die Verbandszuordnung hingegen ist unklarer. Die für die submediterran-subatlantischen Halbtrockenrasen des Bromion erecti charakteristischen Arten dünnen ebenso wie die bezeichnenden Sippen des subkontinentalen *Cirsio pannonicum*-Brachypodium pinnatum Hadac & Klika in Klika & Hadac 1944 nord- und ost- bzw. westwärts aus, so dass die Grenzziehung zwischen den Verbänden schwierig ist (DIERBEN 1996, 639). KRAHULEC et al. (1986) problematisieren die Verbandszuordnung des von ihnen von Öland beschriebenen *Veronica spicatae*-Avenetum ebenfalls. So kommen zwar verschiedene Sippen mit osteuropäisch-zentralasiatischer Verbreitung vor, diese charakterisieren jedoch unterschiedliche syntaxonomische Einheiten. Gleichzeitig ist mit *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* und weiteren subatlantisch verbreiteten Sippen eine gewisse Verbindung zum mitteleuropäischen Bromion erecti gegeben (KRAHULEC et al. 1986, 808).

DIERBEN (1996, 639) gelangt zu der Auffassung, dass die basiphilen Halbtrockenrasen Skandiniens insgesamt dem Bromion erecti anzugliedern sind, auch wenn *Brachypodium pinnatum* ssp. *pinnatum*, *Bromus erectus* ssp. *erectus* sowie weitere für Mitteleuropa bezeichnende Arten ausfallen und stattdessen *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* und *A. pubescens* ssp. *pubescens* zu den beherrschenden Obergräsern werden. Auch weist er darauf hin, dass das verstärkte Auftreten mesophytischer und azidophytischer Sippen wie *Agrostis capillaris*, *Danthonia decumbens* und *Hylocomium splendens* den dänischen und schwedischen Halbtrockenrasen eine „eigene Note verleihen“ (DIERBEN 1996, 639). KRAHULEC et al. (1986) lassen die Verbandszuordnung offen.

Unter den Autoren, die dem klassischen Gliederungskonzept der Klasse folgen, betrachten viele die Kalkhalbtrockenrasen des schwedischen Festlandes als „verkümmerten nordischen Ausläufer des mitteleuropäischen Bromion erecti“ (STEEN 1954, 54, zitiert nach HALLBERG 1971, 76), während sie die Trockenrasen Ölands und Gotlands aufgrund des Vorkommens östlicher Steppenarten zu den Festucetalia valesiaca stellen (z.B. HALLBERG 1971, 75). Dies basiert im Wesentlichen auf dem Vorschlag von BRAUN-BLANQUET (1963), innerhalb der Festucetalia valesiaca einen neuen endemischen Verband Helianthemo-Globularion aufzustellen, der die Kalktrockenrasen Ölands und Gotlands umfasst. Die Arbeit von Braun-Blanquet ist jedoch insofern problematisch, als dass dieser mit Aufnahmeflächen von 50 m² gearbeitet hat, die Mosaike verschiedener Assoziationen umfassen, von denen ein Teil zu den Sedo-Scleranthenea, der andere zu den Festuco-Brometea zu stellen sind.

Einen wesentlichen Beitrag zur Klärung der Stellung der skandinavischen Halbtrockenrasen der Brometalia erecti hat WILLEMS (1982) geleistet. Der Autor hat Aufnahmematerial aus dem gesamten Gebiet Westeuropas zusammengetragen, das seiner Meinung nach zum Bromion erecti (= Mesobromion erecti) zu stellen sei; hierzu gehören auch die Kalkhalbtrockenrasen Südkandiniens (Dänemark, schwedisches Festland). Seine synoptische Tabelle, in die 900 Aufnahmen verschiedenster Bearbeiter eingeflossen sind, lässt eine deutliche Zweiteilung des Verbandes erkennen. WILLEMS (1982) unterscheidet eine nordwesteuropäische sowie eine zentralwesteuropäische Assoziationsgruppe. Die nordwesteuropäische ist durch eine deutlich geringere Zahl von Charakterarten des Bromion erecti sowie eine höhere Zahl konstanter Arten gekennzeichnet, die nicht zu den Festuco-Brometea zur rechnen sind (WILLEMS 1982, 229). Dazu gehören insbesondere solche der Molinio-Arrhenatheretea Tx. 1937 sowie Calluno-Ulicetea Br.-Bl. & Tx. ex Westhoff et al. 1946. Als Differenzialarten gegenüber den zentraleuropäischen Assoziationen nennt WILLEMS (1982) *Agrostis capillaris*, *Danthonia decumbens*, *Filipendula vulgaris*, *Solidago virgaurea* und *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*. Innerhalb der Gruppe ist die Differenzierung einer Untergruppe der Rasen der Britischen Inseln sowie einer der Südkandiniens möglich. Als Trennarten der skandinavischen Gruppe werden *Agrimonia eupatoria* ssp. *eupatoria*, *Arabis hirsuta*, *Armeria maritima*, *Centaurea jacea* ssp. *jacea*, *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa*, *Festuca pratensis*, *Knautia arvensis* ssp. *arvensis*, *Solidago virgaurea* und *Thuidium abietinum* angeführt. Der Autor verzichtet jedoch mit dem Verweis auf die Notwendigkeit weiterer Forschungsaktivitäten auf eine formelle Klassifikation.

ROYER (1991) hat eine umfassende Bearbeitung der Klasse der Festuco-Brometea unter Einbeziehung von Aufnahmematerial des gesamten Areals vorgenommen. Er folgt dem klassischen Gliederungskonzept der Festuco-Brometea. ROYER (1991) greift die Gedanken von WILLEMS (1982) auf. Unter Bezugnahme auf diesen stellt er einen neuen Verband Gentianello amarellae-Avenulion pratensis Royer 1991 nom. inval.¹³ innerhalb der Brometalia erecti auf, der die südkandinavischen wie britischen Halbtrockenrasen umfasst. Eine formelle Weiteruntergliederung in einen britischen sowie skandinavischen Unterverband wird nicht vorgenommen.

¹³ Der Name ist gem. Art. 3b ICPN bislang nicht gültig veröffentlicht, da vom Autor lediglich eine provisorische Beschreibung vorgenommen wurde.

ROYER (1991) ordnet dem *Gentianello amarellae-Avenulion pratensis* das südschwedische *Fragario-Helictotrichetum* Hallberg 1971 und *Alchemillo-Festucetum* Hallberg 1971 sowie das dänische „*Aventum Böcher et al.* 1945, 1946, 1948“ und *Solidagini-Helictotrichetum* Willems et al. 1981 unter. Nicht dazu stellt er indes die ölandischen Alvargesellschaften sowie das *Avenetum pratensis* Albertson 1946 aus Västergötland. Diese werden aufgrund des vermehrten Vorkommens von Steppenelementen zu den *Festucetalia valesiacae* gestellt und dort der Unterordnung *Filipendulo-Avenulenia* Royer 1991 nom. inval. zugeordnet, die die mesophilen Verbände kontinentaler Verbreitung zusammenfasst. Innerhalb der Unterordnung wird der Verband *Helianthemo-Globularion* Br.-Bl. 1963 differenziert, der die zentralbaltischen Halbtrockenrasen Schwedens, Estlands und Finnlands vereint. Es werden die Unterverbände *Avenulo-Seslerienion uliginosae* Royer 1991 nom. inval. und *Festuco-Globularienion* Royer 1991 nom. inval. unterschieden, wobei die Gesellschaften von letzterem nach der hier vertretenden Auffassung zu den *Sedo-Scleranthenea* gehören. Zum *Avenulo-Seslerienion uliginosae* werden neben einigen estnischen Gesellschaften das *Avenetum pratensis* Albertson 1946 sowie das *Avenetum alvarense* Albertson 1950 (= *Veronico spicatae-Avenetum*) gestellt.

Das Gliederungskonzept von ROYER 1991 ist jedoch wenig überzeugend, wenn die Assoziationen des Unterverbandes *Festuco-Globularienion* den *Sedo-Scleranthenea* untergeordnet werden, zu denen sie eine wesentlich höhere Affinität besitzen (s.o.). Südöstliche Steppenelemente spielen auf Öland in den Felsgrusgesellschaften – insbesondere dem *Gypsophilo-Globularietum* – die größte Rolle. Für den Gesellschaftsaufbau des *Veronico spicatae-Avenetum* sind sie hingegen von überraschend geringer Bedeutung (s. Kap. 4.1.5). „Exoten“ wie *Ranunculus illyricus* sind auch auf dem Alvar sehr rar. Stattdessen sind azidophytische, für die südsandinavischen Halbtrockenrasen des *Gentianello amarellae-Avenulion pratensis* typische Sippen auf dem Alvar erstaunlich weit verbreitet und im Aufnahmestadium deutlich stärker vertreten als bei KRAHULEC et al. (1986). So fehlt bei den genannten Autoren *Danthonia decumbens*, die in den vorliegenden Aufnahmen höchstens ist. Es wird daher die Auffassung vertreten, dass auch das *Veronico spicatae-Avenetum* des ölandischen Alvars ebenso wie das *Avenetum pratensis* Albertson 1946 dem *Gentianello amarellae-Avenulion pratensis* zugeordnet werden sollte. Wesentlich mesophiler sind die außerhalb des Alvars gelegenen Halbtrockenrasen, die mit Arten wie *Trifolium montanum* und *Adonis vernalis* dem *Cirsio-Brachypodium* deutlich näher stehen als das *Veronico spicatae-Avenetum*. Die Gesamtartenverbindung legt aber auch hier eine Zuordnung zum nordwesteuropäischen Verband nahe. WESTHOFF et al. (1983, 189) stellen ebenfalls fest, dass die von ihnen untersuchten *Adonis vernalis*-Bestände auf Gotland und Stora Karlsö nur „in erweiterter Beziehung zum *Adonido-Brachypodium pinnati* (Libbert 1933) Krausch 1961 stehen“. Die basiphilen Halbtrockenrasen des Untersuchungsgebietes werden daher ausnahmslos dem *Gentianello amarellae-Avenulion pratensis* angeschlossen.

Die von WILLEMS (1982) herausgearbeitete, klare Unterscheidung der britischen und skandinavischen Halbtrockenrasen legt eine weitere Untergliederung des Verbandes in zwei Unterverbände nahe. Zu der Gruppe der südsandinavischen Halbtrockenrasen sind auch die Gesellschaften Nord- und Nordostdeutschlands zu zählen. DENGLER (in Vorb.) schlägt eine Aufwertung des Verbandes auf Unterordnungsniveau vor. Die britischen wie südbaltischen Assoziationen würden dabei eigenständige Verbände bilden. Da eine gültige Veröffentlichung jedoch noch aussteht und eine solche im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden kann, wird auf eine weitere Verfeinerung des Ansatzes verzichtet, die nordwesteuropäischen Kalkhalbtrockenrasen als eine von dem zentralwesteuropäischen *Bromion erecti* getrennte syntaxonomische Einheit zu fassen. Sie werden daher insgesamt zum *Gentianello amarellae-Avenulion pratensis* gestellt. Bei der Ausarbeitung eines überzeugenden Gliederungskonzeptes für die südschwedischen Halbtrockenrasen insgesamt wird man jedoch von dem Vorschlag Gebrauch machen müssen (vgl. 4.1.3.3).

Die im Untersuchungsgebiet vorgefundenen, diesem Verband zuzuordnenden Vegetationstypen werden mit Ausnahme des *Veronico spicatae*-Avenetum Krahulec et al. 1986 mit informellen Bezeichnungen versehen. Mögliche Kennarten werden ebenso wie die Verbindungen zu den in der Literatur beschriebenen Gesellschaften diskutiert. Ob es sich bei diesen um überregional bedeutsame Gesellschaften mit Assoziationsrang handelt, lässt sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht abschließend klären.

Vorkommende Klassenkennarten sind *Adonis vernalis*, *Arabis hirsuta*, *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa*, *Filipendula vulgaris*, *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Medicago lupulina*, *Phleum phleoides*, *Potentilla cinerea*, *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora*, *Veronica spicata* ssp. *spicata* und *Thuidium abietinum*. Klassendifferenzialarten sind *Fragaria viridis* ssp. *viridis*, *Medicago sativa* ssp. *falcata*, *Primula veris* ssp. *veris* und *Plagiomnium affine*. Unter den Ordnungskennarten sind *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Briza media* ssp. *media*, *Carex caryophyllea*, *Cirsium acaule* ssp. *acaule*, *Linum catharticum*, *Lotus corniculatus*, *Orchis morio* ssp. *morio*, *Polygala comosa*, *Ranunculus bulbosus*, *Scabiosa columbaria*, *Homalothecium lutescens* und *Rhytidiadelphus triquetrus* zu nennen. *Avenula pubescens* ssp. *pubescens*, *Carex flacca* ssp. *flacca*, *Knautia arvensis* ssp. *arvensis*, *Trifolium montanum* sowie *Trifolium pratense* differenzieren.

Verbandstrennarten sind *Agrostis capillaris*, *Asperula tinctoria*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Danthonia decumbens*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra* ssp. *rubra*, *Galium boreale*, *Luzula campestris* ssp. *campestris*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*, *Sesleria caerulea*, *Dicranum scoparium*, *Fissidens cristatus* und *Cladonia rangiformis*; *Alchemilla glaucescens* ist vermutlich Verbandskennart.

4.1.3.1 *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft (C1)

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Acinos arvensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Arabis hirsuta* var. *hirsuta*, *Arenaria serpyllifolia*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus*, *Cerastium fontanum* ssp. *vulgare*, *Cerastium pumilum* agg., *Dianthus deltooides*, *Erophila verna* ssp. *verna*, *Festuca ovina*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Luzula campestris* ssp. *campestris*, *Medicago lupulina*, *Myosotis ramosissima*, *Myosotis stricta*, *Phleum pratense* ssp. *bertolonii*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Potentilla tabernaemontani*, *Ranunculus bulbosus*, *Rhinanthus minor*, *Saxifraga granulata* ssp. *granulata*, *Sedum acre*, *Stellaria graminea*, *Taraxacum erythrospermum* agg., *Taraxacum officinale* agg., *Veronica spicata* ssp. *spicata*

Kryptogamen: *Cladonia furcata*, *Cladonia pyxidata* agg., *Cladonia rangiformis*, *Dicranum scoparium*, *Homalothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Thuidium abietinum*

Tabelle 17: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) der *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	C1		C1
	n = 39		n = 39
Artzahl gesamt	42,4 (9,3)	Deckung gesamt	96 (7)
Artzahl Gefäßpflanzen	31,1 (5,5)	Deckung Feldschicht	83 (12)
Artzahl Moose	8,1 (5,5)	Deckung Bodenschicht	52 (21)
Artzahl Flechten	3,2 (2,4)	Deckung Gestein	1 (2)

Die syntaxonomische Zuordnung der *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft beruht aufgrund ihrer bunten Mischung von Elementen der Koelerio-Corynephoretea, Festuco-Brometea als auch der Molinio-Arrhenatheretea einige Schwierigkeiten. Zusätzlich tritt das Problem auf, dass die bezeichnenden Sippen *Phleum pratense* ssp. *bertolonii* und *Saxifraga granulata* ssp. *granulata* nur einen geringen soziologischen Indikatorwert besitzen bzw. dieser unzulänglich bekannt ist. *Phleum pratense* ssp. *bertolonii* wird in vielen Arbeiten nicht von *Phleum pratense* ssp. *pratense* unterschieden. ROTHMALER (2002) gibt als typische Standorte der Sippe Ruderalstellen, Brachen, frische Wiesen und lückige Halbtrockenrasen an; ihm zu Folge ist die Sippe kalkhold. DENGLER (1998) hat *Phleum pratense* ssp. *bertolonii* in Norddeutschland in trockenen Ausbildungen des Lolio-Cynosuretum ebenso wie in den Klassen der Koelerio-Corynephoretea, Festuco-Brometea sowie Trifolio-Geranietae vorgefunden; dabei handelte es sich um zumeist gestörte Standorte. *Saxifraga granulata* ssp. *granulata* ist laut ROTHMALER (2002) kalkmeidend und typisch für extensiv genutzte Wiesen, Ruderalstellen und Silikattrockenrasen.

Insgesamt überwiegen jedoch die Elemente der Festuco-Brometea; das Auftreten von Grünlandsippen magerer Wiesen und Weiden ist für den nordischen Verband Gentianello amarellae-Avenulion pratensis typisch. Gleiches gilt für das Vorkommen von Säurezeigern. Die Gesellschaft weist außerdem recht enge floristische Beziehungen zum Veronico spicatae-Avenetum auf, so dass die Zuordnung zu den basiphilen Halbtrockenrasen gerechtfertigt erscheint.

Die Gesellschaft tritt über Böden mit starkem Mikrorelief auf, die eine Bulten-Schlenken-artige Struktur aufweisen. Dennoch zeigt sich die Gesellschaft über weite Flächen hinweg sehr homogen. Verschiebungen der Artenzusammensetzung zwischen den Senken- und Kulminationsbereichen äußern sich zudem in erster Linie in Veränderungen der Dominanzverhältnisse. Hierzu wurden die Bereiche getrennt erfasst und die Artenzusammensetzungen verglichen. Die Gesellschaft wird daher trotz ihrer kleinstandörtlichen Variabilität als eine Einheit betrachtet. Hiermit erklärt sich die bemerkenswert hohe Artenvielfalt.

Floristische Charakterisierung

Der Blühaspekt wird wesentlich durch die auffälligen, weißen Blütenstände von *Filipendula vulgaris* bestimmt. Bemerkenswert hohe Deckungen erlangt *Ranunculus bulbosus*. *Saxifraga granulata* ssp. *granulata* ist im vorliegenden Aufnahmемaterial vornehmlich auf die *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft beschränkt. Die Sippe ist jedoch auch in extensiv genutzten Grünlandgesellschaften der Insel weit verbreitet, so dass sie vermutlich lediglich als Differenzialart gelten kann. Weitere für die basiphilen Halbtrockenrasen bezeichnende Sippen sind *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Arabis hirsuta*, *Galium boreale*, *Medicago lupulina* und *Veronica spicata* ssp. *spicata*. *Arabis hirsuta* tritt auf den Flächen in der stark behaarten Form „var. *hirsuta*“ auf, wohingegen die Individuen der Felsgrusfluren des Großen Alvars kahl sind. Eine eigene Note verleiht den küstennah gelegenen Flächen das Auftreten von *Rhinanthus minor*, seltener von *R. angustifolius* ssp. *angustifolius*.

Offene Erdanrissstellen – insbesondere an den Seitenflächen der Huckel, aber auch oben auf diesen – bieten konkurrenzschwachen Therophyten der Koelerio-Corynephoretea wie *Acinos arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium pumilum* agg., *Erophila verna* ssp. *verna*, *Myosotis ramosissima*, *Myosotis stricta* und *Veronica arvensis* Lebensraum. Weitere xerophile Sippen der Klasse sind die Chamaephyten *Sedum acre* und *S. reflexum*. Letztere Art ist für die trockene Ausbildung des Veronico spicatae-Avenetum ebenfalls typisch.

In den Senken treten demgegenüber verstärkt mesophile Sippen auf. Zu den dominierenden Obergräsern gehören neben *Phleum pratense* ssp. *bertolonii* auch *Anthoxanthum odoratum*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* sowie teilweise *Avenula pubescens* ssp. *pubescens*, *Cynosurus*

cristatus, *Phleum phleoides* und *Poa pratensis*. Daneben sind *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus* und *Festuca ovina* vorhanden. *Briza media* ssp. *media* und *Luzula campestris* ssp. *campestris* sind regelmäßig anzutreffen, besitzen aber keine Deckung. An feuchten Stellen kommen gelegentlich *Agrostis canina* ssp. *canina*, *Agrostis stolonifera* und *Sesleria caerulea* vor.

Die Bodenschicht der Gesellschaft zeigt deutliche floristische Verbindungen zum *Veronico spicatae*-Avenetum. *Homalothecium lutescens* und *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* bilden üppige Teppiche aus. *Dicranum scoparium* ist stets mit Deckung vorhanden. Weitere für die Kalkhalbtrockenrasen Ölands charakteristische Sippen sind *Campylium chrysophyllum*, *Fissidens cristatus*, *Plagiomnium affine*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Thuidium abietinum*. *Cladonia rangiformis* und *C. pyxidata* agg. sind auf den Huckeln häufig anzutreffen. Die übrigen in der strauchflechtenreichen Ausbildung des *Veronico spicatae*-Avenetum auftretenden Flechtenarten sind von geringerer Bedeutung.

Lebensformen

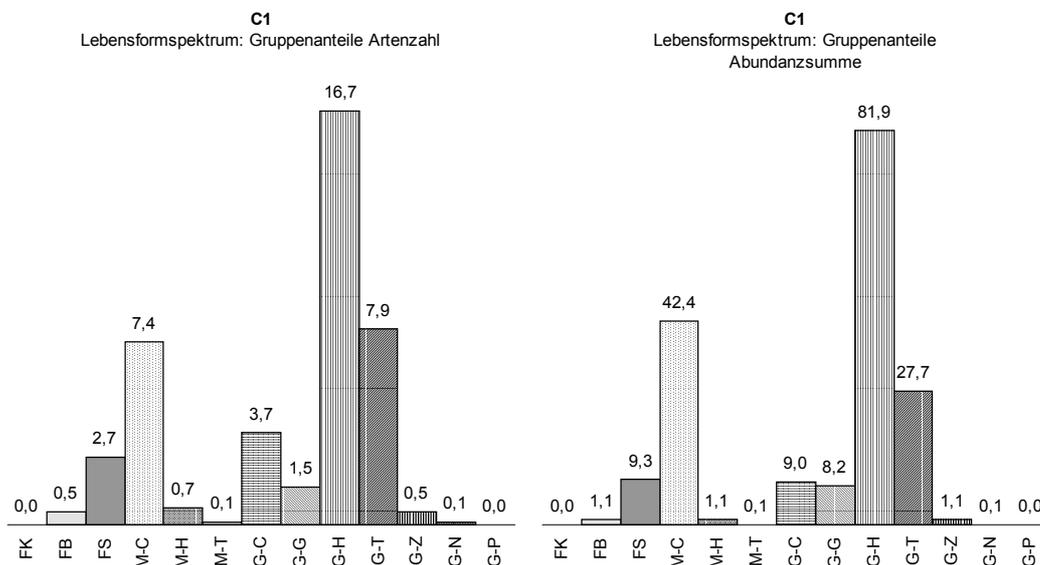


Abbildung 22: Lebensformspektrum der *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft

Die *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft weist das vielfältigste Lebensformspektrum auf. Berkenswert ist vor allem der Reichtum an Therophyten. Diese erlangen mit 27,7% die höchste Abundanzsumme aller untersuchten Trockenrasenvegetationstypen. Insgesamt herrschen jedoch Gefäßpflanzen-Hemikryptophyten und Moos-Chamaephyten – vor allem pleurokarpe Deckenmoose – vor. Wie auch beim *Veronico spicatae*-Avenetum sind für die Bodenschicht zusätzlich Strauchflechten bezeichnend.

Standortsverhältnisse

Die Böden der Gesellschaft zeigen eine mäßig saure bis neutrale Bodenreaktion. Der Kalkgehalt variiert recht stark, ist häufig aber merklich. Der Humusgehalt liegt mit im Mittel 12% deutlich höher als bei den Silikatmagerrasen der *Koelerio-Corynepherea*. Die Bodendecke über dem kompakten Orthoceren-Kalk besitzt teilweise recht geringe Mächtigkeiten; die mittlere Tiefgründigkeit liegt bei 18,9 cm. Vorherrschende Bodenart ist schluffiger Sand.

Die Böden weisen häufig ein ausgeprägtes Mikrorelief auf. Die Höhenunterschiede können bis zu 30 cm betragen. Die Ursachen für die Bultenstruktur der Böden sind weitestgehend ungeklärt (vgl. Kap. 2.3). Entwässerungsgräben weisen jedoch auf eine Dränierung der Wiesen hin. Vermutlich unterlagen die Flächen zuvor erheblich stärkeren Frostwechseleinflüssen. Frosthebungserscheinungen könnten zu der Huckelbildung geführt haben. Diese Struktur wurde vermutlich durch den Tritt des weidenden Viehs verstärkt. Insbesondere Rinder dürften aufgrund der bevorzugten Nutzung der „Schlenken“ als Trampelpfade zu einer Vertiefung dieser beigetragen haben. Ein kleiner Teil der Hügel wird durch darin lebende Ameisen verursacht.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die Gesellschaft kommt im Untersuchungsgebiet ausschließlich auf den küstennah gelegenen Trockenwiesen im Ostteil des Untersuchungsgebietes vor. Dort ist sie insbesondere in der Gegend um Stenåsa verbreitet. Es handelt sich um kleinere Alvarflächen. Diese werden vergleichsweise intensiv – vornehmlich durch Rinder, seltener Schafe – beweidet.

Soziologischer Vergleich

Gewisse Ähnlichkeiten weist die von BÖCHER et al. (1946) aus Himmerland in Nord-Jütland beschriebene *Filipendula vulgaris*-Variante des *Geranium sanguineum*-*Filipendula hexapetala*-Typs der Waldsteppe auf. Diese ist nicht wie die *Geranium sanguineum*-Variante zu den Trifolio-Geranieta zu stellen, sondern vielmehr den Festuco-Brometea zuzuordnen.

Auch dort sind die beiden für die öländische Gesellschaft bezeichnenden Sippen vorhanden, *Ranunculus bulbosus* besitzt gleichfalls auffällig hohe Deckungen. Das Auftreten von Taxa der Koelerio-Coryneporetea ist ebenfalls zu beobachten. So kommen z.B. *Sedum acre*, *Trifolium arvense*, *Trifolium campestre* und *Cladonia rangiformis* vor. *Arenaria serpyllifolia* und *Erophila verna* ssp. *verna* weisen auf Störstellen hin. Eigenartigerweise tritt außerdem *Aira praecox* auf. Im Übrigen wird die Gesellschaft jedoch von Festuco-Brometea-Arten beherrscht. Die höchsten Deckungen unter den Grasartigen erlangen *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* und *Carex caryophyllea*. Letztere Art kommt in den untersuchten öländischen Beständen nicht vor. *Festuca ovina* und *Luzula campestris* ssp. *campestris* sind außerdem stark vertreten. Die Aufnahmeflächen liegen an stark geneigten Westhängen, Hinweise auf ein ausgeprägtes Mikrorelief gibt es nicht. Es wurden Boden-pH-Werte um 6,0 gemessen.

Anhand des vorliegenden Datenmaterials lässt sich jedoch schwer beurteilen, ob es sich bei der *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft um einen Vegetationstyp mit Assoziationsrang handelt oder vielmehr um eine störungsbedingte Ausbildung des Veronico spicatae-Avenetum. Hierfür sprechen die Beobachtungen von DENGLER (1998) ebenso wie die Literaturangaben bei ROTHMALER (2002) (s.o.). Als möglicher Störfaktor kommt auf Öland einerseits die verglichen mit dem Groß-Alvar intensive Beweidung, zum anderen die Instabilität der Böden in Folge der vermutlich auch heute noch schlechteren Dränierungsverhältnisse in Betracht. Damit würde die *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft ein Pendant zur mesophilen Ausbildung des Crepido-Allietum alvarense bilden, das sich in stärker durch Überstauung geprägten Bereichen anschließt. Offensichtlich ist auf den kleineren Alvarflächen im Ostteil der Insel eine fragmentarische Ausbildung der Gesellschaften des Groß-Alvars festzustellen. Diese werden vermutlich von Grünlandgesellschaften überlagert. Aufgrund ihrer im Gebiet recht klaren Differenzierung wird die Gesellschaft im Rahmen dieser Arbeit jedoch als eigenständige Einheit geführt.

4.1.3.2 Veronico spicatae-Avenetum Krahulec et al. 1986

Gefäßpflanzen: *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Antennaria dioica*, *Anthoxanthum odoratum*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Artemisia oelandica*, *Asperula tinctoria*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Briza media* ssp. *media*, *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Carex flacca* ssp. *flacca*, *Danthonia decumbens*, *Festuca ovina*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Hypericum perforatum*, *Linum catharticum*, *Lotus corniculatus*, *Luzula campestris* ssp. *campestris*, *Orchis mascula* ssp. *mascula*, *Orchis morio* ssp. *morio*, *Oxytropis campestris* ssp. *campestris*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Potentilla tabernaemontani*, *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora*, *Ranunculus bulbosus*, *Sedum reflexum*, *Sesleria caerulea*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*, *Veronica spicata* ssp. *spicata*

Kryptogamen: *Campylium chrysophyllum*, *Cladonia arbuscula*, *Cladonia ciliata* var. *tenuis*, *Cladonia furcata*, *Cladonia gracilis* ssp. *gracilis*, *Cladonia rangiformis*, *Cladonia subrangiformis*, *Cetraria islandica*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Homalothecium lutescens*, *Plagiomnium affine*, *Rhytidium rugosum*, *Thuidium abietinum*

Tabelle 18: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) des Veronico spicatae-Avenetum und seinen Untereinheiten. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	C2a.1 n = 21	C2a.2 n = 12	C2b.1 n = 6	C2b.2 n = 22	C2 gesamt n = 61
Artzahl gesamt	41,0 (8,4)	44,4 (11,4)	43,7 (13,7)	46,3 (10,1)	43,9 (10,2)
Artzahl Gefäßpflanzen	26,5 (5,7)	29,8 (4,2)	28,8 (7,7)	32,8 (6,3)	29,6 (6,4)
Artzahl Moose	7,5 (4,6)	9,6 (7,2)	12,8 (8,0)	11,1 (7,7)	9,7 (6,8)
Artzahl Flechten	7,0 (3,6)	4,9 (3,4)	2,0 (2,8)	2,4 (2,9)	4,4 (3,8)
Deckung gesamt	95 (5)	99 (2)	94 (7)	96 (4)	96 (5)
Deckung Feldschicht	79 (14)	85 (13)	88 (12)	90 (5)	85 (12)
Deckung Bodenschicht	59 (18)	64 (16)	41 (23)	51 (12)	55 (19)
Deckung Gestein	1 (2)	0 (0)	1 (3)	1 (2)	1 (2)

Das Veronico spicatae-Avenetum ist mit durchschnittlich 43,9 Arten pro 4 m² die artenreichste Assoziation der Festuco-Brometea. Sie kommt ausschließlich auf den höher gelegenen Moränen bzw. Strandablagerungen des Großen Alvars vor.

Floristische Charakterisierung

Verschiedene Autoren haben auf den Reichtum der Assoziation an pflanzengeographisch bemerkenswerten Sippen hingewiesen. Insbesondere der Einschlag kontinentaler Arten wird hervorgehoben. Wie auch KRAHULEC et al. (1986) feststellen, sind diese aber deutlich seltener als dies die Arbeiten von ALBERTSON (1950) und BRAUN-BLANQUET (1963) nahelegen. Erstaunlich hoch ist der Anteil azidophytischer Sippen, die zum großen Teil als Differenzialarten gegenüber den außerhalb des Groß-Alvars gelegenen Gesellschaften gelten können.

In der Assoziation kommen mit *Asperula tinctoria*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis*, *Veronica spicata* ssp. *spicata* und *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora* zwar mehrere Arten der südosteuropäischen Gruppe regelmäßig vor, von diesen erfüllt aber nur letztere das Trennartenkriterium und kann vermutlich als territoriale Kennart gelten (s.u.). Die namensgebende Sippe *Veronica spicata* ssp. *spicata* tritt regelmäßig auch in den übrigen Gesellschaften der Festuco-Brometea und denen der Koelerio-Coryneporetea auf, besitzt aber im Veronico spicatae-Avenetum und der *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft einen klaren Schwerpunkt.

Pulsatilla pratensis ssp. *pratensis* ist demgegenüber in den Assoziationen der *Trifolio arvensis*-*Festucetalia ovinae* sowie der *Festuco-Sedetalia acris* noch wesentlich häufiger. *Ranunculus illyricus* tritt in den Aufnahmen nicht auf; generell ist die Art relativ selten und kommt oft in einer sterilen Form vor.

Charakterart der Assoziation ist die endemische *Artemisia oelandica*. Die taxonomische Stellung dieser ist allerdings strittig (vgl. Kap. 2.7). Die Sippe zeigt auf dem Groß-Alvar ein eigenartliches Verbreitungsmuster. Sie tritt nur vereinzelt auf und bildet dann regelrechte Teppiche aus. Vermutlich findet lediglich eine vegetative Vermehrung über Klone statt. Des Weiteren trennen einerseits die in den Felsgrusfluren des Alvars verbreiteten Arten *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* und *Oxytropis campestris* ssp. *campestris*, andererseits solche, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Feuchtwiesen und Niedermooren besitzen. Hierunter sind insbesondere *Sesleria caerulea* und *Carex flacca* ssp. *flacca* zu nennen.

Der Orchideenreichtum des *Veronico spicatae*-Avenetum lockt im Mai zahlreiche Besucher an. Weite Flächen verwandeln sich dann in ein violettfarbendes Blütenmeer. Später im Sommer sind die Geophyten jedoch bereits vollständig verschwunden. Da der optimale Aufnahmezeitpunkt dieser orchideenreichen Trockenwiesen verpasst wurde, sind diese im Aufnahmematerial deutlich weniger präsent als dies der Realität entsprechen dürfte. Typische Arten sind *Orchis mascula* ssp. *mascula*, *Orchis morio* ssp. *morio* und *Dactylorhiza sambucina* ssp. *sambucina*. KRAHULEC et al. (1986) führen außerdem *Orchis ustulata* auf, die in den vorliegenden Aufnahmen aber nicht auftritt. Im Hochsommer wird das Gesellschaftsbild von *Filipendula vulgaris* bestimmt. Deren hohe Blütenstände lassen die Moränenflächen von weitem erkennen. Bei den übrigen Blütenpflanzen handelt es sich um durchweg niedrigwüchsige Arten.

Lebensformen

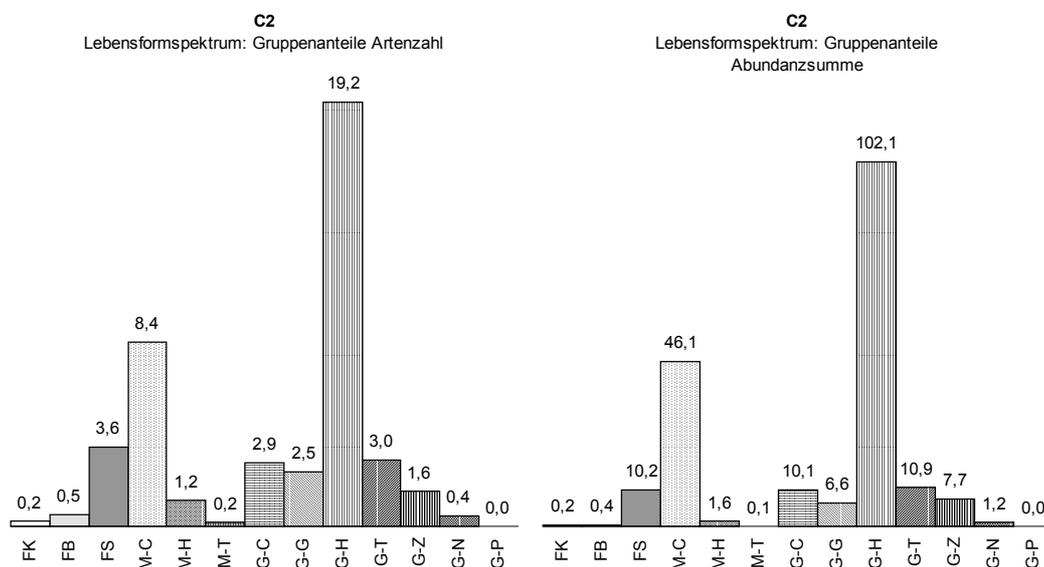


Abbildung 23: Lebensformspektrum des *Veronico spicatae*-Avenetum

Hemikryptophyten sind – wie auch in den übrigen Gesellschaften der *Festuco-Brometea* – wesentlich am Gesellschaftsaufbau beteiligt. Die Bodenschicht des Avenetum ist im Gegensatz zu den folgenden Assoziationen stark ausgebildet. In der Bodenschicht herrschen pleurokarpe Deckenmoose und Strauchflechten vor. Die übrigen Lebensformtypen spielen eine untergeordnete Rolle.

Untereinheiten

Die xerophile *Sedum reflexum-Cladonia* spp.-reiche Ausbildung (C2a) wird durch das starke Hervortreten verschiedener Strauchflechten geprägt. Die dominantesten Arten sind *Cladonia arbuscula*, *C. ciliata* var. *tenuis*, *C. gracilis* ssp. *gracilis* und *C. rangiformis*. Bezeichnend ist außerdem das Vorkommen von *Sedum reflexum*. Unter den Moosen differenzieren *Racomitrium canescens* und das für Heidegesellschaften typische foliose Lebermoos *Ptilidium ciliare*. Teilweise erlangt *Rhytidium rugosum* Deckung. In der Krautschicht sind mesophile Sippen wie *Briza media* ssp. *media* und *Linum catharticum* deutlich weniger präsent, Feuchtezeiger fehlen gänzlich. *Festuca ovina* und *Anthoxanthum odoratum* sind neben *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* die wichtigsten Graminiden. *Agrostis vinealis* tritt im Aufnahmematerial erstaunlich selten auf, während dieses bei KRAHULEC et al. (1986) hochsteht. Weitere Trennarten sind *Acinos arvensis*, *Potentilla cinerea* und *Taraxacum erythrospermum* agg. *Artemisia oelandica* kommt in den Aufnahmen allein in der trockenen Ausbildung vor. Dem Datenmaterial von KRAHULEC et al. (1986) nach zu urteilen, kann sie aber auch in der feuchteren Ausbildung vorhanden sein.

Die *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung (C2b) leitet zu den Feuchtwiesen- und Niedermoorgesellschaften über. Für diese typische Arten differenzieren gegenüber der trockenen Ausbildung. Des Weiteren sind die mesophilen Arten *Avenula pubescens* ssp. *pubescens*, *Briza media* ssp. *media*, *Centaurea jacea* ssp. *jacea*, *Fragaria viridis* ssp. *viridis*, *Galium boreale*, *Linum catharticum*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* und *Fissidens cristatus* zu nennen. Die Bestände werden von höherwüchsigen Gräsern dominiert und fallen im Sommer durch ihr kräftiges Grün auf. Neben *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* ist *Sesleria caerulea* tonangebend. In drei Aufnahmen erlangt *Alchemilla glaucescens* hohe Deckungen. Außerdem ist in diesen *Primula veris* ssp. *veris* vorhanden, die sonst im Veronico spicatae-Avenetum fehlt. Die Aufnahmen wurden im nordwestlichen Teil des Alvars angefertigt. Die Fläche wurde offensichtlich vor nicht allzu langer Zeit entkusselt.

Sowohl in der xerophilen als auch in der hygrophilen Ausbildung lassen sich eine „typische“ und eine an Calluno-Ulicetea-Arten-reiche *Hylocomium splendens-Danthonia decumbens*-Variante (C2a.2, C2b.2) unterscheiden, wobei letztere im Untersuchungsgebiet sehr viel weiter verbreitet ist. Bezeichnende Sippen sind *Antennaria dioica*, *Calluna vulgaris*, *Danthonia decumbens* und *Hylocomium splendens*. Die beiden letztgenannten Arten fehlen in den Aufnahmen von KRAHULEC et al. (1986), ALBERTSON (1950) berichtet jedoch von ihnen. Der Autor weist auf den hohen Indikatorwert der Bodenschicht hin. So ist die „*Camptothecium lutescens-Thuidium abietinum*-Union“ auf kalkreicherem Boden gut ausgebildet, wohingegen *Hylocomium splendens* auf basenärmeren Böden vorherrscht (ALBERTSON 1950, 307).

Standortsverhältnisse

Die xerophile *Sedum reflexum-Cladonia*-spp.-Ausbildung besiedelt Böden höher gelegener Moränenflächen mit schwach saurer bis neutraler Bodenreaktion. Die Erde enthält allenfalls Spuren an Kalk. Tendenziell liegen die pH-Werte der säurezeigerreichen Variante mit im Mittel pH 5,4 etwas niedriger als die der typischen mit pH 5,8. Zusätzlich differenziert die Bodenfeuchte. So nimmt die azidophile Variante hinsichtlich der Wasserversorgung weniger kritische Böden ein.

Wesentlich basenreicher sind die Böden der typischen Variante der *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung, die in der Regel einen deutlichen Kalkanteil enthalten. Der Boden-pH liegt bei pH 6,7. Die Böden sind meist relativ flachgründig und deutlich schlechter dräniert als die durchlässigen Böden der xerophilen Ausbildung. Oftmals ist eine leichte Bulten-Struktur zu erkennen. Der Oberboden der säurezeigerreichen Variante der hygrophilen Ausbildung weist mit im Mittel pH 5,7 eine schwach saure Bodenreaktion auf. Die Flächen sind höher gelegen als die der typischen Ausbildung. Standortsökologisch dürfte daher ebenfalls zusätzlich der Faktor

Wasser differenzieren; hierauf weisen auch die mittleren Feuchtezahlen hin. Die Böden sind besser drainiert, das Mikrorelief meist wenig ausgeprägt.

Die Böden der xerophilen Ausbildung sind ebenso wie die *Danthonia decumbens*-Variante der feuchten Ausbildung als Braunerden zu bezeichnen. Die der typischen feuchten Ausbildung als Rendzinen. Es wurden drei Bodenprofile auf dem Karlevi-Alvar gegraben.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die Assoziation ist nahezu ausschließlich auf dem Groß-Alvar auf den Moränenflächen und Strandwällen verbreitet. Wenige Aufnahmen aus den ostküstennahen Alvargebieten wurden ebenfalls zu diesem gestellt. Es findet eine großflächige, extensive Beweidung der Gebiete durch Rinder und/oder Schafe, teils gemischt mit Pferden, statt.

Untersuchungen von ROSÉN (1982) haben gezeigt, dass hochwüchsige Gräser wie *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Avenula pubescens* ssp. *pubescens* und *Briza media* ssp. *media* auf sehr extensiv durch Rinder beweideten Flächen die Oberhand gewinnen. *Festuca ovina* nimmt ebenfalls in ihrer Deckung zu. Von den Kräutern werden insbesondere *Filipendula vulgaris*, *Potentilla tabernaemontani* und lokal *Artemisia oelandica* gefördert. Bei weiter nachlassender Beweidungsintensität findet eine Besiedlung mit *Juniperus communis* ssp. *communis* statt. Bei zunehmender Beweidungsintensität – insbesondere durch Schafe – treten Kräuter stärker hervor, die sich durch die Ausbildung niedrigerer Wuchsformen anzupassen vermögen. So reagieren *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* ebenso wie die Orchideen und *Ranunculus illyricus* empfindlich, wohingegen *Filipendula vulgaris*, *Galium verum* ssp. *verum* und *Achillea millefolium* wesentlich toleranter sind bzw. womöglich noch gefördert werden (vgl. KRAHULEC et al. 1986, 806).

Soziologischer Vergleich

Die untersuchten Bestände entsprechen dem *Veronico spicatae*-Avenetum KRAHULEC et al. 1986. Die vorliegenden Ergebnisse stimmen recht gut mit denen der Autoren überein und unterstützen die vorgeschlagene Differenzierung zwischen einer xerophilen und einer hygrophilen Ausbildung der Assoziation. ALBERTSON (1950) macht ähnliche Beobachtungen. Die strukturellen wie standortsökologischen Unterschiede der beiden Ausbildungen veranlassen den Autor jedoch, sie getrennten Assoziationen zuzuordnen. So entspricht die xerophile Ausbildung im Wesentlichen dem *Festucetum alvarensis rhacomitriosum* Albertson 1950 („*Sedum rupestre*-*Festuca ovina*-*Rhacomitrium canescens* Assoziation“), die *Sesleria caerulea*-*Carex flacca*-Ausbildung dem Avenetum alvarensis Albertson 1950 („*Avena pratensis*-*Sesleria caerulea*-*Camptothecium lutescens*-Assoziation“).

Das *Veronico*-Phleetum BRAUN-BLANQUET 1963 stimmt nur teilweise mit dem *Veronico spicatae*-Avenetum überein. Wie bereits erwähnt (s.o.) umfasst die von BRAUN-BLANQUET (1963) beschriebene Einheit mehrere Assoziationen. Ein Teil der Aufnahmen sind dem *Gypsophilo*-*Globularietum* anzuschließen, ein anderer dem *Veronico spicatae*-Avenetum. Die außerhalb des Groß-Alvars gelegenen Halbtrockenrasen werden ebenfalls nicht zu diesem gestellt.

Die syntaxonomische Gliederung der *Avenula pratensis*-reichen Halbtrockenrasen Skandinaviens bereitet erhebliche Probleme. Dies ist vor allem auf die schlechte Datenlage zurückzuführen. So existieren lediglich Bearbeitungen aus vereinzelt, meist relativ weit voneinander entfernt liegenden Gebieten. Daher lässt sich nur schwer einschätzen, ob es sich jeweils um ein und dieselbe Assoziation handelt mit jeweils unterschiedlichen geographischen Ausprägungen oder aber um eigenständige, durch Charakterarten gekennzeichnete, Assoziationen. Das *Veronico spicatae*-Avenetum ist vermutlich in seinem Vorkommen auf Öland und wahrscheinlich Gotland

beschränkt. Entsprechendes Datenmaterial von Gotland liegt nicht vor; die Kennart *Artemisia oelandica* fehlt dort.

Taxa, die gegenüber den Gesellschaften des Festlandes differenzieren, sind u.a. die östlichen Elemente *Oxytropis campestris* ssp. *campestris* (*Oxytropis pilosa* kommt indes entgegen der Angaben bei DIERBEN (1996, 642) nicht auf Öland sondern allein auf Gotland vor!), *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* sowie *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium* und *Veronica spicata* ssp. *spicata*. Die beiden zuletzt genannten Arten kommen möglicherweise auch an der Ostküste des Festlandes in entsprechenden Vegetationstypen vor (vgl. Verbreitungskarte bei MOSSBERG et al. 1992, 295). Datenmaterial aus diesen Gebieten liegt nicht vor.

Während viele der genannten Arten aufgrund ihrer vegetationstypenübergreifenden Verbreitung auf Öland nicht als Charakterarten in Frage kommen, stellen *Orchis mascula* ssp. *mascula*, *Orchis morio* ssp. *morio* und *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora* vermutlich territoriale Kennarten dar. *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora* ist sowohl im Bromion erecti als auch im Cirsio-Brachypodium weiter verbreitet. Ersterer Verband kommt – folgt man dem vorgestellten Gliederungskonzept der Brometalia erecti – im Gebiet nicht vor; Überschneidungen des Verbandsareals des zweiten kommen primär auf Öland und Gotland in Betracht. Den durchgeführten Erhebungen zu Folge sind zwar auf Öland einige der für den Verband kennzeichnenden Arten vorhanden, die entsprechenden Bestände besitzen aber nur wenig mit dem zentraleuropäischen Cirsio pannonici-Brachypodium pinnati gemein, so dass diese sinnvollerweise mit in den Gentianello amarellae-Avenulion pratensis eingereiht werden sollten. Ähnliche Beobachtungen machen WESTHOFF et al. (1983) für Gotland (s.o.). *Orchis morio* ssp. *morio* kommt in einigen Assoziationen des Bromion erecti vor, *Orchis mascula* ssp. *mascula* ist demgegenüber offensichtlich im Wesentlichen auf die öländischen Alvargesellschaften beschränkt. *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum* differenziert ebenfalls gegenüber den Gesellschaften des Festlandes, tritt aber auf Öland zusätzlich in der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft auf. In dieser kommt außerdem das für das Veronico spicatae-Avenetum typische Steppenelement *Asperula tinctoria* vor. Die Sippe wurde aber auch in der aus Västergötland beschriebenen *Stipa pennata*-Gesellschaft gefunden (Witschel 1993 in DIERBEN 1996, 637). Diese besitzt einige Gemeinsamkeiten mit der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft (s. Kap. 4.1.3.3).

Dem von HALLBERG (1971) beschriebenen Fragario-Helictotrichetum sowie Alchemillo-Festucetum fehlen die genannten östlichen Elemente ebenso wie die Orchideen. *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum* ist sehr selten. Deutlich häufiger als auf dem öländischen Alvar tritt *Alchemilla glaucescens* auf. Bezeichnend ist außerdem das stete Vorkommen von *Thuidium philibertii*.

In dem aus dem Alvargebiet des Kinnekulle von ALBERTSON (1950) beschriebenen Avenetum pratensis kommen die oben aufgeführten Differenzialarten ebenfalls nicht vor. In den Aufnahmen ist *Alchemilla glaucescens* hochstet. *Thuidium philibertii* ist zumindest vereinzelt vorzufinden. Floristisch sind die Beziehungen zu dem öländischen Veronico spicatae-Avenetum jedoch wesentlich enger. Gemeinsame Arten sind u.a. *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* und *Potentilla tabernaemontani*. *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum* ist in den Beständen nicht vorzufinden, stattdessen tritt verstärkt *Carex montana* auf, die auch in der ebenfalls aus dem Gebiet beschriebenen *Stipa pennata*-Gesellschaft regelmäßig vorkommt (vgl. DIERBEN 1996). Weitere gemeinsame Arten, die dem Veronico spicatae-Avenetum fehlen, sind *Ranunculus polyanthemus* ssp. *polyanthemus*, *Plantago media* und *Potentilla crantzii*. Es wird daher vorgeschlagen, das Avenetum pratensis Albertson 1946 mit den von HALLBERG (1971) beschriebenen Gesellschaften zu einer von dem Veronico spicatae-Avenetum getrennten Assoziation zusammenzufassen. Hierzu wären vermutlich auch die Aufnahmen der folgenden Gesellschaft zu stellen (s. Kap. 4.1.3.3).



Abbildung 24: *Filipendula vulgaris*-Aspekt des *Veronico spicatae*-Avenetum. Die Aufnahme stammt von einer Moränenfläche östlich von N Bårby im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes.

4.1.3.3 *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*-Gesellschaft (C3)

Gefäßpflanzen: *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Allium vineale*, *Asperula tinctoria*, *Avenula pubescens* ssp. *pubescens*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Briza media* ssp. *media*, *Campanula rotundifolia*, *Carex caryophylla*, *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa*, *Cirsium acaule* ssp. *acaule*, *Festuca ovina*, *Filipendula vulgaris*, *Fragaria viridis* ssp. *viridis*, *Galium boreale*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Knautia arvensis* ssp. *arvensis*, *Medicago sativa* ssp. *falcata*, *Phleum phleoides*, *Pimpinella saxifraga* agg., *Primula veris* ssp. *veris*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Potentilla tabernaemontani*, *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis*, *Trifolium montanum*, *Veronica spicata* ssp. *spicata*

Kryptogamen: *Homalothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Thuidium abietinum*

Tabelle 19: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) der *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*-Gesellschaft und ihren Untereinheiten. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	C3a n = 7	C3b n = 18	C3 gesamt n = 25
Artzahl gesamt	31,3 (6,6)	30,6 (8,4)	30,8 (7,8)
Artzahl Gefäßpflanzen	28,0 (6,1)	26,3 (6,0)	26,8 (6,0)
Artzahl Moose	3,3 (1,9)	3,4 (2,7)	3,4 (2,4)
Artzahl Flechten	0,0 (0,0)	0,9 (1,7)	0,6 (1,5)
Deckung gesamt	99 (2)	96 (6)	97 (11)
Deckung Feldschicht	97 (2)	93 (8)	94 (11)
Deckung Bodenschicht	39 (17)	40 (22)	39 (15)
Deckung Gestein	0 (0)	1 (2)	1 (6)

Wesentlich mesophiler als das *Veronico spicatae*-Avenetum sind die außerhalb des Groß-Alvars gelegenen *Avenula pratensis*-reichen Halbtrockenrasen. Die auf dem Alvar weit verbreiteten Säurezeiger fehlen den Beständen. Einzig *Hylocomium splendens* tritt teilweise auf. Während *Asperula tinctoria* und *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum* in die *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*-Gesellschaft übergreifen, kommen zahlreiche für das Avenetum typische Sippen nicht vor. Hierunter sind u.a. *Linum catharticum*, *Orchis mascula* ssp. *mascula*, *Orchis morio* ssp. *morio*, *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora* und *Rhynchidium rugosum* zu nennen. *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* ist ebenso wie *Anthoxanthum odoratum*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria* und *Ranunculus bulbosus* erheblich seltener. Insgesamt sind die Bestände mit im Mittel 31,3 Arten deutlich artenärmer als die des *Veronico spicatae*-Avenetum.

Floristische Charakterisierung

Unter den Gräsern sind neben *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* auch *Avenula pubescens* ssp. *pubescens*, *Briza media* ssp. *media* und *Phleum phleoides* wesentlich am Gesellschaftsaufbau beteiligt. Teilweise ist *Sesleria caerulea* anzutreffen. Zahlreiche Stauden sorgen für einen bunten Blühaspekt. Unter diesen treten – ähnlich wie beim *Sileno otitae*-*Festucetum brevipilae* – verstärkt Elemente der „ölandischen Straßenbegleitvegetation“ auf. So kommt *Medicago sativa* ssp. *falcata* höchstet vor, wohingegen die Art dem Alvar fremd ist. Die Sippe besitzt eine gewisse Affinität zum *Cirsio pannonicum*-*Brachypodium pinnati*. Weitere auf dem Alvar fehlende Arten sind *Allium vineale*, *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa*, *Knautia arvensis* ssp. *arvensis* und *Pimpinella saxifraga* agg.

Auf eine gute Nährstoff- und Wasserversorgung weisen Arten wie *Centaurea jacea* ssp. *jacea*, *Galium boreale*, *Primula veris* ssp. *veris* und *Trifolium pratense* hin. *Filipendula vulgaris*, *Fragaria viridis* ssp. *viridis*, *Galium verum* ssp. *verum* und *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* kommen regelmäßig vor. Letztere Art ist aber weniger stark tonangebend als in den beiden vorangegangenen Vegetationstypen. Die Bestände sind dicht geschlossen und die Bodenschicht vergleichsweise spärlich entwickelt. *Homalothecium lutescens* herrscht in dieser vor.

Lebensformen

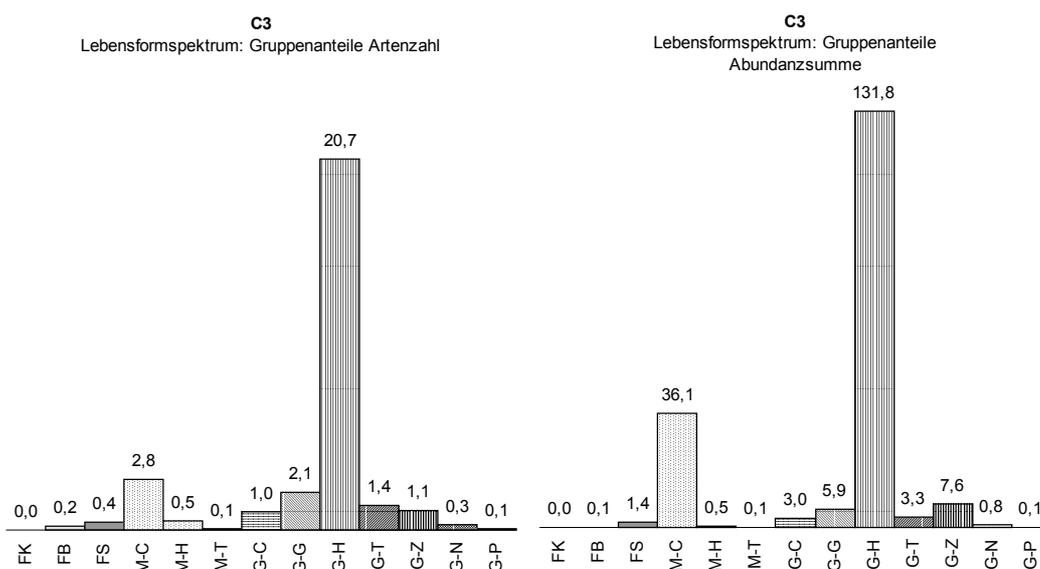


Abbildung 25: Lebensformspektrum der *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*-Gesellschaft

Die Physiognomie der Gesellschaft wird klar durch höherwüchsige Hemikryptophyten bestimmt. Diese erlangen eine Abundanzsumme von 138,8%. Der zweitwichtigste Lebensformtyp sind Deckenmoose, unter denen wenige Arten vorherrschen. Strauchflechten sind ebenso wie die weiteren Lebensformtypen unbedeutend.

Untereinheiten

Die *Trifolium montanum*-Ausbildung (C3a) leitet zu den Saumgesellschaften der Trifolio-Geranietae über. Die Rasen sind oft streureich und erscheinen weniger vielgestaltig als die der folgenden Ausbildung. Der prächtige *Trifolium montanum* bestimmt den Gesellschaftscharakter. Sippen wie *Hylocomium splendens* weisen an einigen Punkten auf eine oberflächliche Versauerung hin – vermutlich in Folge von Rohhumusakkumulation.

Die *Carex caryophylla*-*Potentilla cinerea*-Ausbildung (C3b) weist deutlich mehr typische Festuco-Brometea-Elemente auf. *Carex caryophylla* besitzt ebenso wie *Potentilla cinerea* ihren Verbreitungsschwerpunkt in dieser. Gleiches gilt für *Cirsium acaule* ssp. *acaule*, *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Medicago sativa* ssp. *falcata*, *Potentilla cinerea* und *Scabiosa columbaria*.

Standortsverhältnisse

Die *Trifolium montanum*-reichen Bestände stocken über vergleichsweise sauren Böden. Die pH-Werte der Aufnahmen, in denen *Hylocomium splendens* vorkommt, liegen mit pH 4,3 und 4,7 deutlich niedriger als bei den übrigen. Es wurde ein durchschnittlicher pH-Wert von 5,3 ermittelt. Die Böden sind zum großen Teil kalkfrei. In einem Fall ergab der Kalknachweis nach Scheibler jedoch einen Wert von 1,8%. Diese Bodenprobe wies den mit Abstand höchsten Boden-pH-Wert auf. Insgesamt basenreicher sind die Böden der zweiten Ausbildung. Der mittlere pH-Wert liegt hier bei pH 6,4. Kalk ist zumindest in Spuren vorhanden.

In beiden Fällen ist schluffiger Sand die vorherrschende Bodenart. Interessanterweise sind die Böden der Gesellschaft mit 10,3% und 9,5% deutlich humusärmer als die des *Veronico spicatae*-Avenetum.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Die *Trifolium montanum*-Ausbildung ist vornehmlich auf extensiv oder ungenutzten Flächen vorzufinden, die in Straßennähe oder aber am Rande von Offenflächen im Übergangsbereich zu Gebüsch liegen. Bestände wurden im Bereich des östlichen Küstenstreifens auf einem südlich von Gårdby gelegenen Grabfeld sowie in Straßennähe südlich von Södra Sandby nachgewiesen. Westküstennah tritt die Ausbildung auf Waldlichtungen nördlich von Haga Park auf.

Die *Carex caryophylla*-*Potentilla cinerea*-Ausbildung kommt vor allem im Bereich des westlichen Küstenstreifens vor. Daneben ist sie in den zentralen Teilen der Insel nördlich des Groß-Alvars über Moränengrund zu finden. Die Flächen werden durch Rinder beweidet oder es findet eine Pflegemahd statt. In Bereichen, die keiner erkennbaren Nutzung unterliegen, ist eine starke Verbuschung festzustellen. Über den meisten der potenziellen Standorte dürfte entweder Laubwald stocken oder es findet eine ackerbauliche Nutzung statt.

Soziologischer Vergleich

Unter den vorgefundenen Vegetationstypen der Festuco-Brometea weist die *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft die stärksten floristischen Verbindungen zum *Cirsio pannonicum-Brachypodium pinnati* auf. Der Anteil subozeanisch-subkontinental verbreiteter Gefäßpflanzensippen ist am höchsten. *Medicago sativa* ssp. *falcata* und *Trifolium montanum* gelten als Verbandskennarten, *Potentilla cinerea* differenziert. Ozeanische Elemente überwiegen jedoch. Das regelmäßige Vorkommen von Arten wie *Asperula tinctoria*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Festuca ovina*, *Luzula campestris* ssp. *campestris* und *Plagiomnium affine* legen eine Zuordnung der Bestände zum Gentianello amarellae-Avenulion *pratensis* nahe. Die floristischen Beziehungen zu den von HALLBERG (1971) und ALBERTSON (1946) vom Festland beschriebenen Beständen sind wesentlich höher als zu denen des *Cirsio pannonicum-Brachypodium pinnati* Zentralmitteleuropas.

Die *Trifolium montanum*-Ausbildung weist einige Gemeinsamkeiten mit der aus Västergötland dokumentierten *Stipa pennata*-Gesellschaft auf. Den öländischen Beständen fehlen jedoch *Alchemilla glaucescens*, *Brachypodium pinnatum* ssp. *pinnatum*, *Carex montana*, *Dracocephalum ruyschiana* und *Polygonatum odoratum*. *Inula salicina* ssp. *salicina* tritt lediglich vereinzelt auf. Statt *Pulsatilla vulgaris* ssp. *vulgaris* ist vermutlich *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* vorzufinden; möglicherweise kommt aber in den aus dem westlichen Küstenstreifen stammenden Aufnahmen zusätzlich *Pulsatilla vulgaris* ssp. *vulgaris* vor. Da sich die abgeblühten Blütenstände bei *Pulsatilla pratensis* ssp. *pratensis* wieder aufrichten und eine Unterscheidung anhand von Blattmerkmalen kaum möglich ist, ist nicht auszuschließen, dass einige Individuen falsch angesprochen wurden. Die im Aufnahmematerial regelmäßig vorkommenden Taxa *Pimpinella saxifraga* agg., *Cirsium acaule* ssp. *acaule* und *Primula veris* ssp. *veris* sind in der *Stipa pennata*-Gesellschaft ebenfalls hochstet.

Der *Carex caryophyllea-Potentilla cinerea*-Ausbildung wesentlich ähnlicher sind jedoch die von ALBERTSON (1946) aus dem Gebiet von Kinnekulle dokumentierten Bestände des Avenetum *pratensis*. Diese liegen vermutlich nur wenig von den untersuchten *Stipa*-Beständen entfernt. *Carex montana* tritt dort ebenfalls verstärkt auf. Die Sippe ist auf dem schwedischen Festland recht weit verbreitet und kommt auch auf Gotland vor, fehlt aber auf Öland. ALBERTSON (1946) unterscheidet entsprechend der Dominanzverhältnisse verschiedene Consoziationen. Darunter unter anderem eine *Brachypodium pinnatum*- sowie eine *Inula salicina*-Consoziation. Zweitere weist mit *Geranium sanguineum* und *Viola hirta* bereits einige Saumarten auf. Im Aufnahmematerial ALBERTSONS (1946) sind die für die *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft typischen Arten *Cirsium acaule* ssp. *acaule*, *Galium boreale* und *Primula veris* ssp. *veris* reichlich vertreten.

Den öländischen Beständen floristisch sehr nahe stehend ist außerdem die *Centaurea scabiosa*-Subassoziation des *Fragario-Helictotrichetum* Hallberg 1971. Hochstete Arten sind *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa*, *Centaurea jacea* ssp. *jacea*, *Fragaria viridis* ssp. *viridis*, *Knautia arvensis* ssp. *arvensis*, *Pimpinella saxifraga* agg., *Primula veris* ssp. *veris* und *Trifolium pratense*.

Die Aufnahmen der *Carex caryophyllea-Potentilla cinerea*-Ausbildung sollten daher derselben Assoziation angeschlossen werden wie das Avenetum *pratensis* Albertson 1946 und das *Fragario-Helictotrichetum* Hallberg 1971. *Medicago falcata* ssp. *sativa* fehlt zwar ebenso wie *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium* in den Aufnahmen von ALBERTSON (1946) und HALLBERG (1971), die Arten sind jedoch auf Öland nicht allein auf diesen Vegetationstyp beschränkt. Die öländischen Bestände sind vermutlich lediglich als geographische Variante zu betrachten. Gleiches gilt für das stärkere Hervortreten von *Carex montana* am Kinnekulle. Die Assoziation ist vermutlich auf dem Festland weiter verbreitet.

Bei der *Trifolium montanum*-Ausbildung handelt es sich unter Umständen um dieselbe Assoziation wie bei der *Stipa pennata*-Gesellschaft. Der Status der Gesellschaft ist jedoch recht unsicher, da sie bislang lediglich durch neun Aufnahmen belegt wurde. Möglicherweise sind die Aufnahmen der *Inula salicina*- und *Brachypodium pinnatum*-Consoziationen des Avenetum pratensis Albertson 1946 dieser ebenfalls anzuschließen. Wenn es sich bei der Gesellschaft um einen überregional verbreiteten Vegetationstyp handeln sollte, könnte das Vorkommen von *Stipa pinnata*, das in Skandinavien auf den Kinnekulle beschränkt ist, kaum als einziges ausschlaggebendes Kriterium gewertet werden. Als weiter verbreitete, territoriale Kennarten kämen *Trifolium montanum*, *Inula salicina* ssp. *salicina* und *Brachypodium pinnatum* ssp. *pinnatum* in Frage. Zu diskutieren wäre auch, ob die Assoziation besser zu den Trifolio-Geranietea gestellt werden sollte.

Die weiter verbreitete Assoziation ist nach der Kennartenmethode schwierig syntaxonomisch zu klassifizieren. Diese müsste nach den Regeln ICPN als *Fragario viridis*-*Helictotrichetum pratensis* Hallberg 1971 bezeichnet werden. *Alchemilla glaucescens* und *Thuidium philibertii*, die auf dem Alvar nicht vorkommen bzw. erheblich seltener sind, greifen in die *Stipa pennata*-Gesellschaft bzw. *Inula salicina*-Consoziation des Avenetum pratensis Albertson 1946 über. Die übrigen gegenüber dem *Veronico spicatae*-Avenetum differenzierenden Sippen wie *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa* und *Knautia arvensis* ssp. *arvensis* sind in den Gesellschaften der Klasse ebenfalls weit verbreitet.

Die schwedischen Bestände unterscheiden sich aber deutlich von den aus Nordostdeutschland beschriebenen, denen Kennarten ebenfalls fehlen. DENGLER in BERG et al. (2001, 137-143) fasst diese zur Zentralassoziation des Verbandes zusammen. Das von WILLEMS et al. (1981) aus Nordjütland sowie von der Insel Møn beschriebene *Solidagini*-*Helictotrichetum pratensis* steht den deutschen Gesellschaften floristisch wesentlich näher. Gemeinsame Sippen, die dem schwedischen Aufnahmematerial fehlen, sind u.a. *Daucus carota* ssp. *carota*, *Galium album* agg., *Ononis repens*, *Sanguisorba minor*, *Senecio jacobaea*, *Thymus pulegioides* ssp. *pulegioides* und *Scleropodium purum*.

Die von DENGLER (mündl., s.o.) vorgeschlagene Aufwertung der Verbände *Bromion erecti*, *Cirsio-Brachypodium* und *Gentianello amarellae*-*Avenulion pratensis* zu Unterordnungen hätte zur Konsequenz, dass die norddeutschen und südschandinavischen Gesellschaften einen eigenständigen Verband bilden. Dies würde die floristisch gut begründbare Unterscheidung zweier Unterverbände ermöglichen. Die dänischen sowie nord(ost)deutschen würden den Zentralunterverband bilden, die schwedischen könnten in einem durch *Alchemilla glaucescens* und *Thuidium philibertii* charakterisierten Unterverband zusammengefasst werden. Dieser wäre durch zusätzliche Differenzialarten wie *Asperula tinctoria*, *Carex ericetorum* ssp. *ericetorum*, *Filipendula vulgaris*, *Galium boreale* und *Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum* hinreichend gut gekennzeichnet. Das *Fragario*-*Helictotrichetum* könnte innerhalb desselben als Zentralassoziation ohne eigene Kennarten geführt werden.

Aufgrund der bislang unklaren Konturen der vorgeschlagenen Assoziationsgliederung, insbesondere der *Stipa pennata*-Gesellschaft, und ihrer deutlichen floristischen Gemeinsamkeiten werden die *Carex caryophyllea*-*Potentilla cinerea*- und *Trifolium montanum*-Ausbildung im Rahmen dieser Arbeit zusammengefasst und mit der informellen Gesellschaftsbezeichnung *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*-Gesellschaft versehen. Eine endgültige Assoziationsabgrenzung sollte auf einer besseren Datengrundlage basieren. Hierzu sollte Aufnahmematerial aus anderen Gebieten Südschwedens, insbesondere der Ostküste, zur Verfügung stehen. Dort ist *Trifolium montanum*, aber z.B. auch *Helianthemum nummularium* gemäß MOSSBERG et al. (1992, 295) weiter verbreitet. Die Autoren unterscheiden auf den Kartendarstellungen jedoch *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium* und *H. n.* ssp. *obscurum* nicht. Letztere Art kommt laut STERNER (1986, 273) auf Öland nicht vor.

4.1.3.4 *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft

Diagnostische Artenkombination:

Gefäßpflanzen: *Achillea millefolium* ssp. *millefolium*, *Adonis vernalis*, *Agrimonia eupatoria* ssp. *eupatoria*, *Allium oleraceum*, *Avenula pratensis* ssp. *pratensis*, *Bellis perennis* ssp. *perennis*, *Briza media* ssp. *media*, *Clinopodium vulgare* ssp. *vulgare*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata* ssp. *glomerata*, *Festuca ovina*, *Festuca pratensis* ssp. *pratensis*, *Fragaria viridis* ssp. *viridis*, *Galium album* ssp. *album*, *Galium verum* ssp. *verum*, *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium*, *Hieracium pilosella* ssp. *pilosella*, *Hieracium* sp., *Hypericum perforatum*, *Knautia arvensis* ssp. *arvensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Linum catharticum*, *Lotus corniculatus*, *Luzula campestris* ssp. *campestris*, *Medicago lupulina*, *Ononis arvensis*, *Plantago lanceolata* ssp. *lanceolata*, *Potentilla collina* agg., *Poa pratensis*, *Polygala comosa*, *Potentilla cinerea*, *Primula veris* ssp. *veris*, *Ranunculus bulbosus*, *Scabiosa columbaria*, *Taraxacum officinale* agg., *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedrys*, *Viola hirta*

Kryptogamen: *Homalothecium lutescens*

Tabelle 20: Mittlere Gesamt- und Gruppenartenzahlen sowie -deckungsgrade (geschätzt) der *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft. In Klammern ist zusätzlich die Standardabweichung angegeben.

	C4 n = 10		C4 n = 10
Artzahl gesamt	37,4 (7,4)	Deckung gesamt	89 (11)
Artzahl Gefäßpflanzen	34,4 (5,7)	Deckung Feldschicht	89 (11)
Artzahl Moose	2,8 (2,5)	Deckung Bodenschicht	15 (15)
Artzahl Flechten	0,2 (0,4)	Deckung Gestein	3 (6)

Die *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft weist eine sehr viel höhere floristische Eigenständigkeit auf als die beiden Ausbildungen der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft. Sie wird daher als getrennte Einheit behandelt.

Floristische Charakterisierung

Das Gesellschaftsbild wird durch die kräftigen, „fehl am Platz“ wirkenden Pflanzen von *Adonis vernalis* bestimmt, die in kleinen Gruppen zusammenstehen. Die großen gelben Blüten locken im Mai zahlreiche Pflanzenliebhaber an. Die Sippe besitzt in den Aufnahmen hohe Deckungen, wobei kritisch anzumerken ist, dass diese gezielt so gelegt worden sind, dass die Art in diesen auftritt. Die Bestände präsentieren sich aber auch in den übrigen Sommermonaten blumenbunt. Verglichen mit den anderen Gesellschaften sind Kräuter stark am Bestandsaufbau beteiligt, wohingegen Grasartige eine eher geringe Rolle spielen.

Die Bestände sind merklich mesophiler als die der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft. Zum einen treten verstärkt Grünlandsippen auf, zum anderen solche, die für die Saumgesellschaften der Trifolio-Geranietae charakteristisch sind. *Bellis perennis* ssp. *perennis*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca pratensis* ssp. *pratensis* und *Poa pratensis* sind regelmäßig anzutreffen; *Cynosurus cristatus* besitzt oft Deckung. Eine weitere wichtige Graminide ist *Briza media* ssp. *media*, wohingegen *Avenula pratensis* ssp. *pratensis* und *Festuca ovina* von geringerer Bedeutung sind. Steter Begleiter ist außerdem *Dactylis glomerata* ssp. *glomerata*, das im übrigen Aufnahmемaterial fehlt. Vorkommende Saumelemente sind *Allium oleraceum*, *Clinopodium vulgare* ssp. *vulgare*, *Silene nutans*, *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedrys* und *Viola hirta*. Mit *Agrimonia eupatoria* ssp. *eupatoria*, *Galium album* ssp. *album*, *Ononis arvensis*, *Polygala comosa* und *Potentilla cinerea* treten Taxa auf, die ihren Verbreitungsschwerpunkt – ebenso wie *Adonis vernalis* – im Cirsio-Brachypodion haben.

Lebensformen

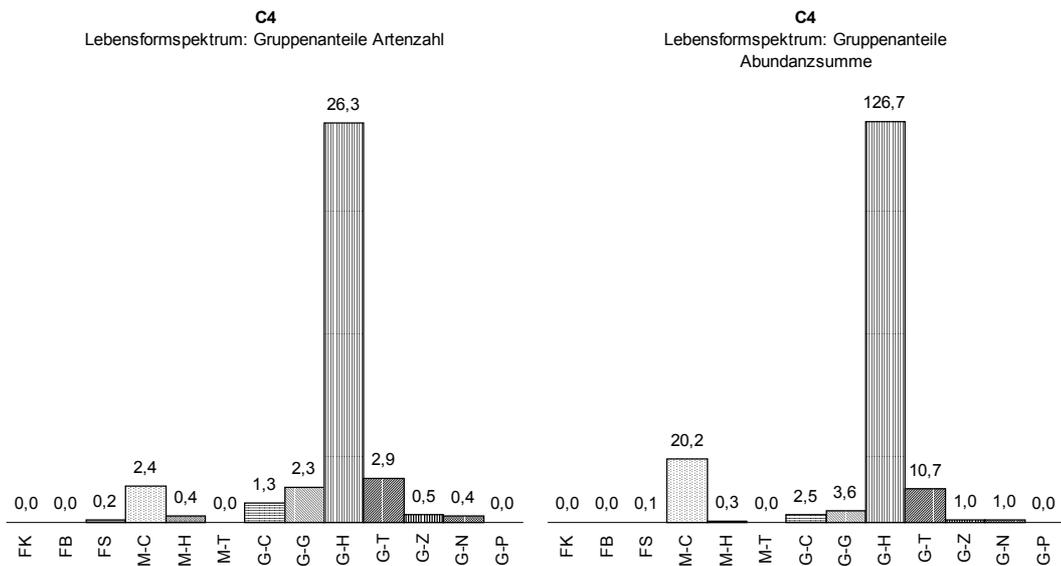


Abbildung 26: Lebensformspektrum der *Adonis vernalis*-*Ononis arvensis*-Gesellschaft

Wie typisch für die Gesellschaften der basiphilen Halbtrockenrasen werden auch die *Adonis vernalis*-Bestände von Hemikryptophyten beherrscht. Bemerkenswert ist jedoch der hohe Kräuteranteil unter diesen. Die Bodenschicht ist am schwächsten ausgebildet. Flechten fehlen ganz, Deckenmoose, unter denen *Homalothecium lutescens* mit Abstand am häufigsten auftritt, erlangen eine Abundanzsumme von lediglich 20,2%.

Standortsverhältnisse

Die Bestände stocken über sandigen Lehm Böden mit neutraler bis schwach saurer Bodenreaktion, die zwar meist kalkarm, aber dennoch recht basenreich sind. Die Basensättigung beträgt 82,5% bei einer Kationenaustauschkapazität von 25,2 mval/100g. Der Glühverlust liegt mit 11,6% etwas höher als bei der zuvor behandelten Gesellschaft, ist jedoch deutlich niedriger als im Falle des *Veronica spicatae*-Avenetum.

Verbreitung im Untersuchungsgebiet und Nutzung

Das Vorkommen von *Adonis vernalis* ist im Untersuchungsgebiet auf wärmebegünstigte Standorte beschränkt. Die Sippe kommt dort nur nördlich des Alvars im zentralen Teil der Insel nahe Arontorp vor. Sie wächst dort windgeschützt auf Waldlichtungen bzw. an südwestexponierten Waldrändern. Die Aufnahmen D05-D07 wurden an dem für Besucher zugänglichen Platz angefertigt. Die Pflanzen wirken wie angepflanzt; um die wenigen Individuen haben sich Trampelpfade gebildet. Die übrigen stammen von einer nahe gelegenen, öffentlich nicht zugänglichen Rinderweide. Auf dieser ist eine starke Verbuschung festzustellen. Erstaunlicherweise unterscheiden sich die Bestände in ihrer Artenzusammensetzung kaum.

Soziologischer Vergleich

Die syntaxonomische Stellung der Bestände ist schwer zu beurteilen. Mit *Adonis vernalis* und den übrigen genannten Arten treten einerseits einige Elemente des Cirsio-Brachypodion auf, die den übrigen Gesellschaften fehlen. Andererseits ist das verstärkte Auftreten von Grünlandsippen eher für den nordischen Verband Gentianello amarellae-Avenulion pratensis typisch. Regelmäßig ist auch die Charakterart *Alchemilla glaucescens* vorzufinden. Weitere differenzierende Sippen sind *Festuca ovina* und *Luzula campestris* ssp. *campestris*. Bei Betrachtung der Ozeanitätspektren der Gesellschaften der Festuco-Brometea ist festzustellen, dass der Anteil der Gefäßpflanzensippen mit subozeanisch-subkontinentalem Verbreitungsschwerpunkt bei der *Adonis vernalis*-Gesellschaft niedriger liegt als bei den beiden vorangegangenen Vegetationstypen. So fehlen den Beständen beispielsweise Arten wie *Phleum phleoides* und *Prunella grandiflora* ssp. *grandiflora*, die ihren Schwerpunkt innerhalb der Brometalia erecti ebenfalls im Cirsio-Brachypodion besitzen. Eine Sonderstellung der *Adonis vernalis*-*Ononis arvensis*-Gesellschaft erscheint insofern als nicht gerechtfertigt. Die Bestände werden daher ebenso wie die übrigen Assoziationen zum Gentianello amarellae-Avenulion pratensis gestellt.

Die Stellung innerhalb des Verbandes ist indes unklar. Beschreibungen ähnlicher Vegetationstypen aus anderen Regionen Skandinaviens liegen nicht vor. BRAUN-BLANQUET (1963) dokumentiert einen *Adonis vernalis*-Bestand aus dem Südwesten der Insel nahe Albrunna, wo die Art ein weiteres Vorkommen besitzt. Der Gesellschaftsaufbau gleicht jedoch eher dem der *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*-Gesellschaft und weist kaum Ähnlichkeiten mit dem des untersuchten Vorkommens auf. Gleiches gilt für die *Adonis vernalis*-Bestände, die WESTHOFF et al. (1983) auf der kleinen, nahe Gotland gelegenen Insel Stora Karlsö untersucht haben. Diese sind vermutlich ebenfalls eher derselben Assoziation zuzuordnen wie die *Trifolium montanum*-Bestände des Untersuchungsgebietes.

Es stellt sich daher die Frage, inwiefern *Adonis vernalis* einen eigenen Gesellschaftstyp kennzeichnet oder aber an geschützten Stellen Fuß fassen kann und in verschiedene Assoziationen übergreift. Eine Aufnahme wurde im Ostteil der Insel angefertigt. Die Bestände weisen eine sehr ähnliche Artenzusammensetzung auf, wenngleich *Adonis vernalis* fehlt. Durch bezeichnende Arten wie *Ononis arvensis*, *Leucanthemum vulgare* und *Dactylis glomerata* ssp. *glomerata* unterscheidet sich die Aufnahme relativ deutlich von den Beständen der *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*-Gesellschaft. Interessanterweise tritt *Trifolium montanum* in dieser auf. Die Aufnahme weist eine noch stärkere Affinität zum Cynosurion cristati auf als die *Adonis vernalis*-reichen Bestände. So kommen *Cynosurus cristatus* und *Rhytidiadelphus squarrosus* jeweils mit der Artmächtigkeit 2b vor. Insgesamt überwiegen jedoch die Elemente der Festuco-Brometea. Weitere Untersuchungen dieser und weiterer Flächen – auch außerhalb der Insel – sind erforderlich, um entscheiden zu können, ob sich innerhalb des Verbandes neben den erwähnten eine weitere Assoziation abgrenzen lässt.

4.1.4 Standortsökologische Differenzierungen der untersuchten Trockenrasenvegetationstypen

4.1.4.1 Auswertung der für alle Aufnahmen erfassten Bodenparameter

Tabelle 21: Statistische Auswertung der für alle Aufnahmen erhobenen Bodenparameter sowie der errechneten mittleren Feuchte- und Reaktionszahlen. Mit n = Anzahl der Aufnahmen, M = Mittelwert, Med = Median, s = Standardabweichung.

	n	Tiefgr. [cm]		Gestein		Mikrorel. [cm]		pH aqua dest.		pH KCl		Feuchtezahl F		Reaktionszahl R		Kalkgehalt
		M	s	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s	
A1a	28	8,5	4,2	2,9	6,6	8,1	7,1	6,9	0,6	6,8	0,6	4,5	0,9	6,9	0,6	c3
A1b.1	10	8,3	4,4	1,2	3,2	5,8	3,5	7,8	0,3	7,5	0,3	4,4	0,9	7,3	0,6	c5
A1b.2	32	5,5	3,1	5,9	14,5	3,1	3,3	7,7	0,2	7,5	0,2	4,4	0,9	7,6	0,3	c5
A1 ges.	70	7,1	4,1	4,0	11,0	5,5	5,7	7,4	0,6	7,2	0,6	4,5	0,9	7,3	0,6	c5
A2	25	2,1	1,3	28,4	26,5	1,6	2,1	7,4	0,4	7,2	0,3	3,3	0,3	7,7	0,3	c5
A3a	11	5,9	3,4	1,3	2,0	0,9	2,0	7,5	0,5	7,3	0,5	3,8	1,1	7,1	0,7	c5
A3b.1	29	5,3	3,0	4,3	5,6	0,3	1,3	7,4	0,4	7,1	0,4	3,7	0,8	6,4	0,6	c4
A3b.2	8	6,4	1,8	8,8	9,2	0,6	1,8	7,5	0,3	7,2	0,2	4,0	0,4	6,6	0,8	c4
A3 ges.	48	5,6	2,9	4,3	6,0	0,5	1,5	7,4	0,4	7,2	0,4	3,8	0,8	6,6	0,7	c4
A4a	21	4,5	2,4	9,0	11,7	0,4	1,2	7,4	0,3	7,1	0,2	3,6	0,5	6,4	0,5	c4
A4b	7	6,6	4,5	12,9	12,5	0,0	0,0	6,6	0,5	6,4	0,4	3,0	0,1	6,3	0,3	c2
A4c	7	5,1	3,0	2,9	3,9	0,0	0,0	7,4	0,5	7,1	0,4	3,3	0,3	7,1	0,3	c4
A4 ges.	35	5,0	3,0	8,5	11,0	0,2	0,9	7,2	0,5	7,0	0,7	3,4	0,4	15,4	0,5	c4
A5	4	5,6	3,3	9,0	7,6	0,0	0,0	7,0	0,6	6,7	0,3	2,6	0,5	6,3	0,7	c3
B1	3	51,7	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,8	4,8	0,6	2,2	0,2	3,1	0,1	c0
B2	4	35,6	17,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,3	4,5	0,2	2,6	0,3	3,9	0,7	c0
B3	12	50,4	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,8	5,1	0,8	2,8	0,4	5,1	0,9	c0
B4	7	34,3	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,8	5,7	0,8	2,8	0,5	5,0	0,8	c1
B5a	15	33,0	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,7	6,3	0,6	2,7	0,5	6,5	0,7	c1
B5b	28	21,2	14,1	1,9	5,9	1,3	4,2	6,2	0,8	6,0	0,7	2,8	0,3	6,9	0,5	c1
B5c	11	34,3	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,8	4,8	0,8	3,2	0,4	5,7	0,8	c0
B5d	12	43,1	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,4	4,9	0,4	3,1	0,5	6,0	0,5	c0
B5 ges.	66	30,0	17,3	0,8	0,0	0,5	1,3	5,8	1,0	5,6	1,0	2,9	0,5	6,4	0,7	c0
B6a	43	21,6	16,3	0,0	0,0	0,6	1,5	4,7	0,7	4,5	0,7	3,2	0,5	5,2	0,9	c0
B6b	15	27,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,4	4,0	0,4	3,1	0,4	4,2	0,7	c0
B6c	2	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,2	4,7	0,2	3,3	0,1	4,6	0,7	c0
B6 ges.	60	23,2	16,2	0,0	0,0	0,4	0,0	4,6	0,2	4,4	0,2	3,2	0,1	4,9	0,9	c0
C1	39	18,9	13,4	0,5	1,8	5,6	6,7	5,9	0,7	5,7	0,8	3,1	0,5	6,2	0,5	c0
C2a1	21	16,5	10,0	0,7	2,4	1,4	2,7	5,8	0,7	5,6	0,7	3,0	0,3	6,1	0,6	c0
C2a2	12	20,8	11,26	0,0	0,0	0,3	1,2	5,4	0,7	5,2	0,7	3,3	0,3	6,0	0,6	c0
C2b.1	6	18,3	8,2	1,3	3,3	9,8	11,1	6,7	0,6	6,6	0,6	4,6	0,8	7,5	0,4	c2
C2b.2	22	25,1	15,1	0,7	1,9	2,3	4,3	5,7	0,6	5,4	0,7	4,0	0,9	6,7	0,5	c1
C2 ges.	61	20,6	13,3	0,6	1,9	2,3	5,4	5,8	0,8	5,6	0,8	3,6	1,1	6,4	0,7	c1
C3a	7	21,4	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	1,0	5,2	1,1	3,8	0,6	7,2	0,8	c0
C3b	18	32,7	19,9	1,0	1,9	0,0	0,0	6,4	0,8	6,3	0,8	3,3	1,0	7,4	0,9	c2
C3 ges.	25	29,2	19,6	0,7	1,7	0,0	0,0	6,1	1,0	6,0	1,0	3,4	1,0	7,3	1,0	c1
C4	10	19,5	4,7	3,2	6,3	0,5	1,6	6,2	0,3	6,0	0,3	3,5	0,3	7,1	0,6	c0

Die Anordnung der untersuchten Trockenrasentypen entlang des Feuchtigkeits- und Basengradienten verdeutlicht wesentliche standortsökologische Unterschiede (Abb. 27). Tendenziell besiedeln die Pflanzengesellschaften der Sandtrockenrasen (B) die basenärmsten Standorte, wohingegen die basiphilen Felsgrusfluren (A) in ihrem Vorkommen im Wesentlichen auf Böden mit pH-Werten oberhalb des Neutralpunktes beschränkt sind. Auf mittleren Standorten bei durchschnittlichen pH-Werten von 5,3 bis 6,7 sind die Halbtrockenrasen der Festuco-Brometea (C) vorzufinden.

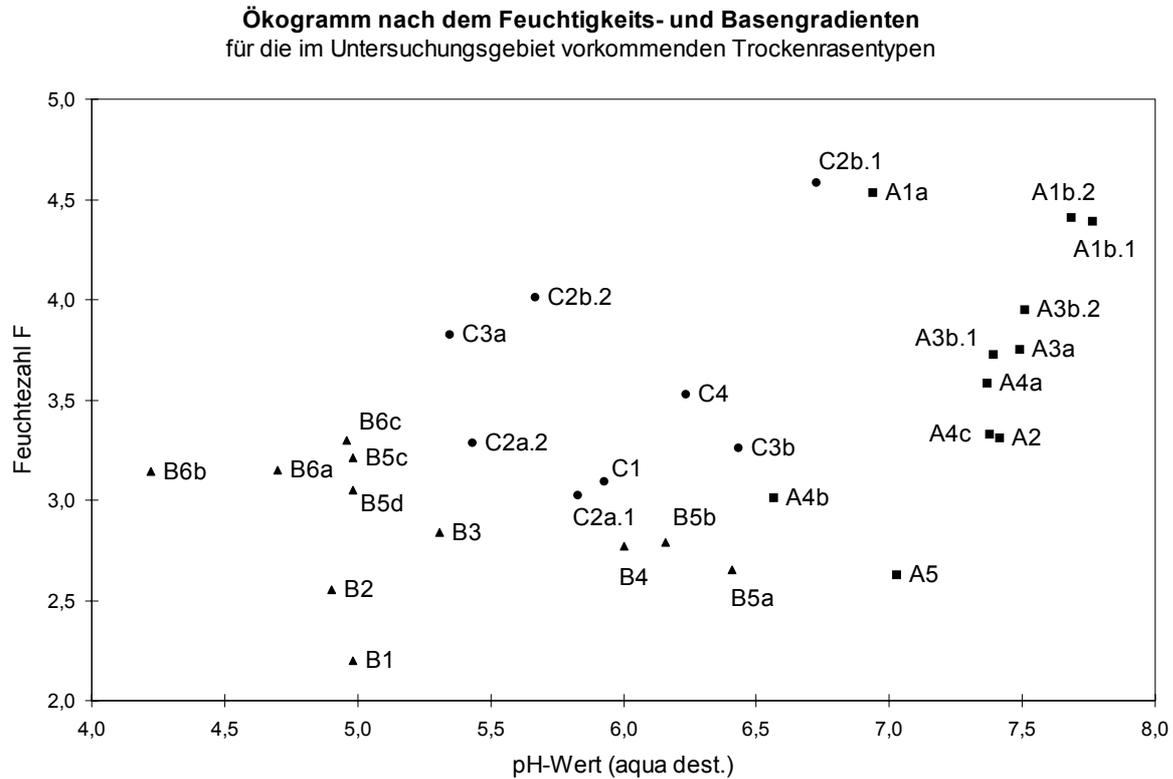


Abbildung 27: Ökogramm nach dem Feuchtigkeits- und Basengradienten für die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Trockenrasenvegetationstypen unter Verwendung der mittleren Feuchtezahl und den im Oberboden gemessenen pH-Werten (aqua dest.).

Die Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea folgen einem deutlichen Feuchtigkeitsgradienten. Das Crepido-Allietum (A1) besiedelt die feuchtesten Böden. Kehrseite der besseren Wasserversorgung ist der zunehmende Frostwechseleinfluss auf den im Winter überstauten, flachgründigen Alvarböden. Außerdem ist zu bedenken, dass die Standorte wechselfeucht sind. Das Vorkommen von Arten wie *Agrostis stolonifera* führt zu der Ermittlung recht hoher Feuchtezahlen. Dies bedeutet jedoch nicht unbedingt, dass die Böden im Sommer weniger stark austrocknen als die der übrigen Gesellschaften der Unterklasse. Auf etwas besser dränierten, aber dennoch regelmäßig im Winter überschwemmten Böden wird das Crepido-Allietum vom Helianthemo-Galietum (A3) abgelöst. Die *Carex flacca*-Variante der typischen Ausbildung (A3b.2) zeigt stärker durch Stau-nässe geprägte Standorte an. Das Gypsophilo-Globularietum (A4) siedelt über trockenen Böden, die keinem Frostwechseleinfluss unterliegen. Die mesophile *Avenula pratensis*-Ausbildung (A4b) leitet floristisch wie ökologisch zu den Gesellschaften der Festuco-Brometea über. Ebenfalls niedrige Feuchtezahlen weist die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2) auf. Sie kommt über nackten Kalkplatten oder Böden von äußerst geringer Mächtigkeit vor. Die geringste mittlere Feuchtezahl wurde mit 2,6 für die *Androsace septentrionalis-Sedum album-*

Gesellschaft (A5) ermittelt. In dieser fallen eine große Zahl der für die Alvarfelsgrusgesellschaften typischen, an wechselfeuchte Verhältnisse angepassten Arten aus. Die Gesellschaft stockt teils über kiesigem Untergrund, teils über nackten Einzelfelsplatten, nicht aber über kompaktem Kalkgestein.

Auf hinsichtlich der Basenversorgung mittleren Böden werden die besser mit Wasser versorgten Standorte von den Gesellschaften der Festuco-Brometea eingenommen, auf den trockeneren werden diese von Sandtrockenrasen ersetzt.

Das *Veronico spicatae*-Avenetum (C2) zeigt eine auffällig große Amplitude sowohl hinsichtlich der Bodenfeuchte als auch hinsichtlich des Boden-pH-Wertes. Die vier unterschiedenen Unter-einheiten zeigen jeweils standörtliche Differenzen an. Die basenreichsten, feuchtesten Böden werden von der typischen *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung eingenommen. Diese leitet zu den Kalkniedermoorgesellschaften des Groß-Alvars über. Ebenfalls vergleichsweise gut mit Wasser versorgte, aber wesentlich basenärmere Standorte besiedelt die säurezeigerreiche *Danthonia decumbens*-Variante der Ausbildung. Die xerophile *Sedum reflexum-Cladonia* spp.-Ausbildung (C2a) stockt über Böden, die im Sommer stark austrocknen. Zwischen der säurezeigerreichen (C2a.1) und der typischen Variante der Ausbildung (C2a.2) differenziert neben dem pH-Wert auch der Feuchtigkeitsfaktor. Die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (C1) unterscheidet sich bezüglich Basengehalt und Bodenfeuchte kaum von der xerophilen Ausbildung des *Veronico*-Avenetum. Die standortsökologischen Differenzen sind vermutlich in erster Linie störungs- bzw. nutzungsbedingt. Bei der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft (C3) lassen sich deutliche standortsökologische Unterschiede zwischen der *Trifolium montanum*- (C3a) sowie *Carex caryophyllea-Potentilla cinerea*-Ausbildung (C3b) feststellen. Erstere besiedelt feuchtere Böden mit – vermutlich in Folge von Rohhumusakkumulation – niedrigem pH-Wert (5,3). Letztere zeigt basenreichere Verhältnisse an (pH 6,4). Die Standorte sind jedoch kritischer hinsichtlich der Wasserversorgung. Intermediär zwischen beiden Ausbildungen ist die *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft (C4).

Innerhalb der *Koelerio-Corynephoronea* weisen die Gesellschaften des *Armerion elongatae* tendenziell die höchsten Feuchtezahlen auf; die geringste zeigt das *Corniculario-Corynephorum* (B1). Es stockt über reinen, schlecht wasserhaltefähigen Sandböden an zumeist stark geneigten Hängen. Etwas mesophiler ist das *Airetum praecocis* (B2), das standortsökologisch zu den Assoziationen des *Diantho-Armerietum* überleitet. Das *Helichryso-Jasionetum* besiedelt deutlich basenreichere Böden als das *Airetum*. Überraschend niedrig ist der mittlere Boden-pH-Wert des *Festucetum polesicae* (B3) mit pH 5,3. Dies erklärt die „floristische Verarmung“ der Bestände im Vergleich zu den „gut ausgebildeten“, an Steppenarten wesentlich reicheren Seelands (s. Kap. 4.1.2.2.3). Die basenreichsten Böden besitzen die ersten beiden Ausbildungen des *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* (B5a, B5b). Diese weisen im Vergleich zu den übrigen der Assoziation extrem niedrige mittlere Feuchtezahlen auf. Das *Diantho-Armerietum* (B6) ist die mesophilste Assoziation der Unterklasse. Die Böden – insbesondere die der *Cladonia* spp.-reichen Ausbildung – zeigen eine deutlich saure Reaktion. Die intermediäre Lage der *Pleurozium schreberi-Pulsatilla vulgaris*- (B5c) und *Pimpinella saxifraga-Dianthus deltoides*-Ausbildung (B5d) des *Sileno otitae-Festucetum* im Ökogramm spiegelt die Schwierigkeiten der Zuordnung der Bestände zu einer der beiden Assoziationen des *Armerion elongatae* wider. Standortsökologisch ließe sich auch eine gegenteilige Entscheidung begründen.

In Abbildung 28 sind die mit Hilfe des Kalkschnelltestes nach SCHLICHTING et al. 1995 (vgl. Kap. 3.2.5) ermittelten Kalkgehalte der untersuchten Vegetationstypen dargestellt. Es sind jeweils der Median und die Spanne der ermittelten Werte angegeben. Die Werte korrelieren recht gut mit dem mittleren Boden-pH. Insgesamt sind für die einzelnen Gesellschaften recht breite Amplituden festzustellen.

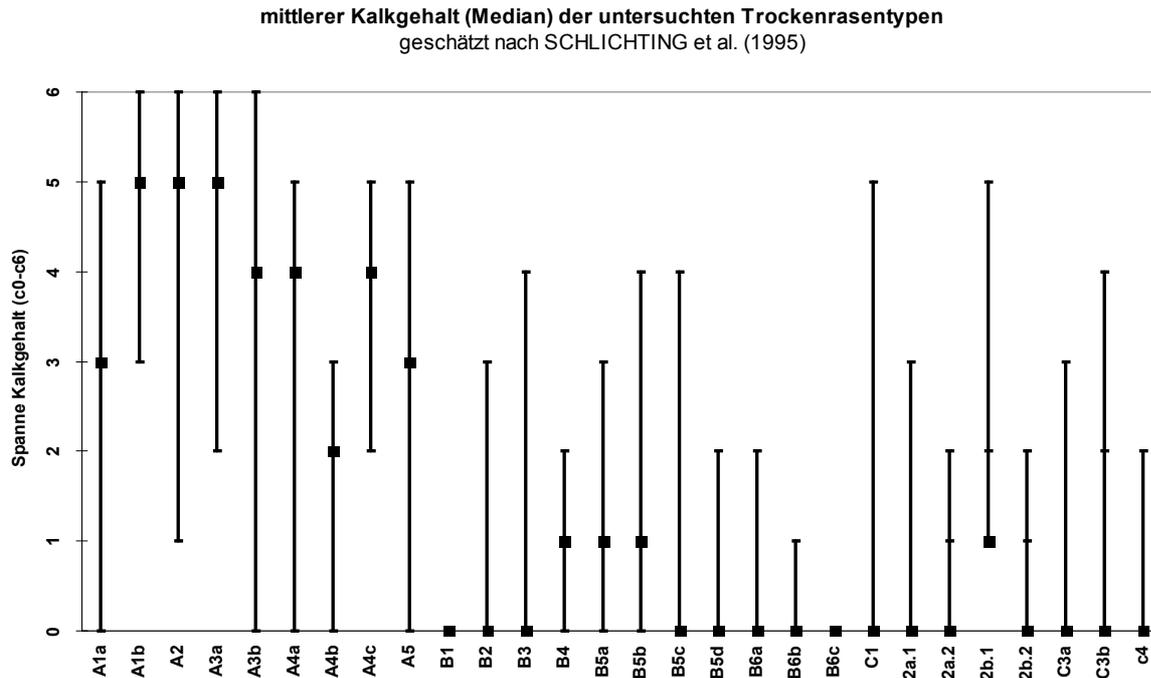


Abbildung 28: Median sowie Minimum und Maximum des nach SCHLICHTING et al. (1995) geschätzten Kalkgehaltes der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Trockenrasenvegetationstypen; 0 steht für c0, 1 für c1 usw., für weitere Erläuterungen zu der Methode s. Kap. 3.2.5.

Merkliche Kalkgehalte weisen in erster Linie die flachgründigen Verwitterungsböden der Felsgrusgesellschaften auf. Für das *Crepido-Allietum* (A1) sowie die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2) wurden mittlere Kalkgehalte von 25-50% (c5) festgestellt. Bei der mesophilen Variante des *Crepido-Allietum* (A1a) liegen die Kalkgehalte mit 2-10% (c3) deutlich niedriger. Im Falle der Böden der typischen Ausbildungen des *Helianthemo-Galietum* (A3b) und des *Gypsophilo-Globularietum* (A4) betragen die nach dem Schnelltest ermittelten Kalkgehalte 10-25%. Die dunkle Färbung der Böden weist auf deutlich höhere Humusgehalte hin als dies bei der hellgrauen Feinerde des *Crepido-Allietum* der Fall ist. Dementsprechend wurden für die mesophile *Avenula pratensis*-Ausbildung des *Gypsophilo-Globularietum* (A4b) die niedrigsten Kalkgehalte innerhalb der Unterklasse geschätzt. Eine auffällig große Spanne zeigen die Kalkgehalte der *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft (A5).

Unter den Sandtrockenrasen herrschen kalkarme und kalkfreie Böden vor. Lediglich beim *Helichryso-Jasionetum* (B4) sowie den ersten beiden Ausbildungen des *Sileno otitae-Festucetum* (B5a, b) lässt sich Kalk in der überwiegenden Zahl der untersuchten Proben nachweisen – meist jedoch nur in Spuren (> 0,5%, c1). In seltenen Fällen sind aber überraschend hohe Kalkgehalte festzustellen. Es wurden maximale Kalkgehalte von 10-25% (c4) geschätzt. Ebenfalls geringe Kalkgehalte zeigen die Böden der basiphilen Halbtrockenrasen. Der Median liegt – mit Ausnahme der typischen *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung des *Veronico-Avenetum* (C2b.1) – bei c0. Ähnlich wie bei den Sandtrockenrasen weisen einzelne Proben dennoch merkliche Kalkgehalte auf.

In Abbildung 29 ist die mittlere Gesteinsdeckung der einzelnen Trockenrasentypen dargestellt. Sie ist in erster Linie bei den Felsgrusgesellschaften ein Differenzierungsfaktor. Bei den Sandtrockenrasen sind – mit Ausnahme der *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung des *Sileno-Festucetum* (B5b) – keine Steine in den Aufnahmeflächen vorhanden. Demgegenüber können bei den *Festuco-Brometea* einzelne Findlinge eingesprengt sein.

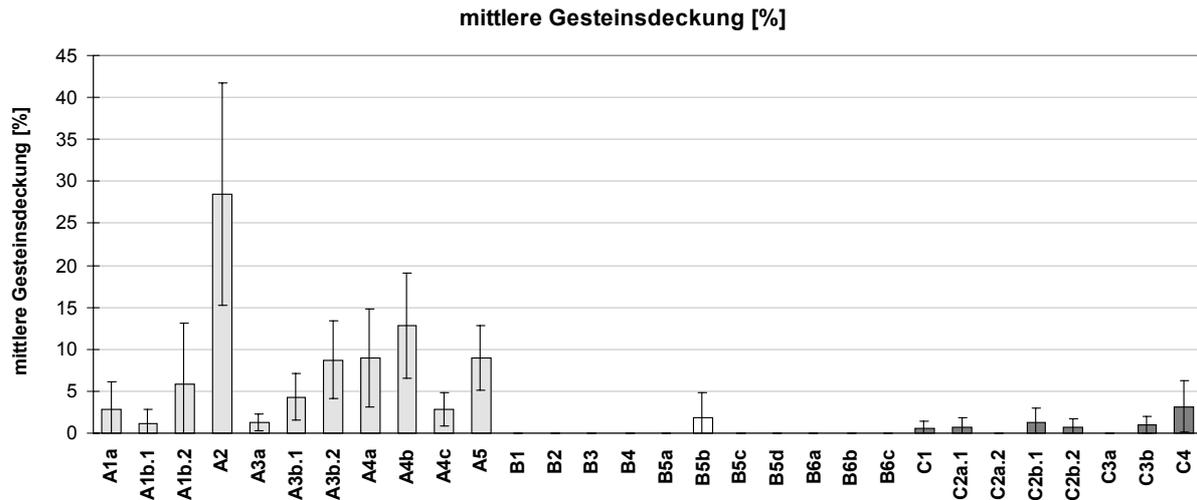


Abbildung 29: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesteinsdeckung [%] der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Trockenrasenvegetationstypen.

Der höchste Gesteinsanteil mit im Mittel 28,4% lässt sich bei der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2) feststellen. Hierbei handelt es sich um kompaktes Kalkgestein. Demgegenüber treten bei dem Helianthemo-Galietum (A3) zumeist Einzelsteine auf. Für das Gypsophilobularietum (A4) ist oft beides festzustellen. Anders als bei der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft kommt die Assoziation vornehmlich in Gebieten des Karstalvars vor, so dass in dem Kalkuntergrund zahlreiche Spalten und Fugen auftreten, in denen Arten wie *Globularia vulgaris* Fuß fassen können. Wo das nackte Gestein von einer nur gering mächtigen Bodenschicht bedeckt wird, tritt die reiche Flechtenflora auf. Kaum von Bedeutung ist die Gesteinsdeckung bei den Beständen des Crepido-Allietum (A1) und der strauchflechtenarmen Ausbildung des Helianthemo-Galietum (A3a).

In Abbildung 30 ist die mittels spitzem Eisenstab von 60 cm Länge ermittelte Bodentiefgründigkeit dargestellt. Sie ist insbesondere bei den Felsgrusgesellschaften ein entscheidender Standortfaktor.

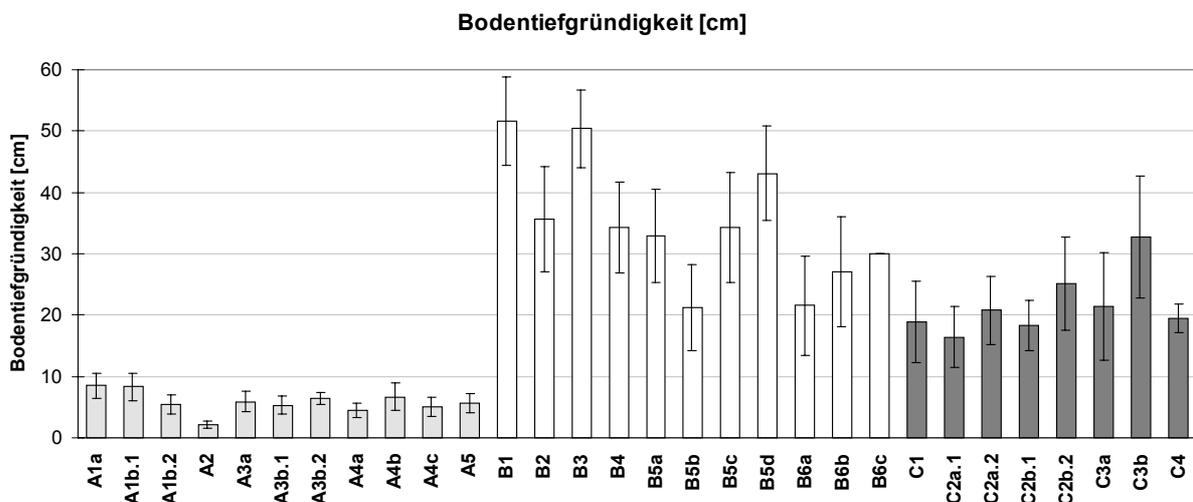


Abbildung 30: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bodentiefgründigkeit [cm] der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Trockenrasenvegetationstypen.

Die Gesellschaften der Sedo-Sclerantenea sind durchweg an extrem flachgründige Böden gebunden. Die mittlere Bodenmächtigkeit liegt bei allen deutlich unter 10 cm. Die flachgründigsten Böden besiedelt die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2). Die Feinerdeanreicherung unter den Moospolstern erlangt im Schnitt Mächtigkeiten von 2,1 cm. Die tiefgründigsten Böden weist das Crepido-Allietum (A1) auf. So beträgt die mittlere Bodentiefe bei der mesophilen Ausbildung (A1a) 8,5 cm, bei der *Festuca*-reichen-Variante (A1b.2) 8,3 cm. Deutlich flachgründiger sind die Böden der kryptogamenreichen Variante (A1b.1) mit im Mittel 5,5 cm. In vergleichbaren Größenordnungen liegt die Bodenmächtigkeit des Helianthemo-Galietum (A3). Bei diesem sind im Falle der *Carex flacca*-Variante (A3b.2) starke Schwankungen innerhalb einer Aufnahme-fläche festzustellen. Die Tiefgründigkeitsspanne liegt im Schnitt bei 7 cm. Die Variante stockt über stark steinigem Untergrund. Etwas flachgründiger sind die Böden der typischen Ausbildung des Gypsophilo-Globularietum (A4a) mit durchschnittlich 4,5 cm. Erwartungsgemäß sind die Böden der mesophilen *Avenula pratensis*-Ausbildung (A4b) mit 6,4 cm etwas mächtiger. Auch beim Gypsophilo-Globularietum variiert die Bodentiefgründigkeit in Folge von Fugen und Spalten im Kalkuntergrund stark.

Die für die Vegetationstypen der Festuco-Brometea sowie Koelerio-Coryneporenae ermittelten Tiefgründigkeiten entsprechen in den meisten Fällen nicht den tatsächlichen Bodenmächtigkeiten. Diese stellen vielmehr ein Maß für die Beschaffenheit des Untergrundes dar. Bei starker Bodenverdichtung oder aber Steinen war das Eindringen in den Boden mittels Eisenstab nur bis zu einer gewissen Tiefe möglich. Aus diesem Grunde wurden die höchsten Tiefgründigkeiten für die über reinen Sandböden stockenden Assoziationen gemessen. So ließ sich der Eisenstab beim Corniculario-Coryneporetum (B1) sowie dem Festucetum polesicae (B3) problemlos mit der gesamten Länge in den Untergrund stoßen. Tendenziell weisen die Böden der basiphilen Halbtrockenrasen deutlich geringere Eindringtiefen auf. Wie das exemplarische Graben eines Bodenprofils für das Veronico-Avenetum (C2) gezeigt hat, bestehen die Moränen bzw. Küstenablagerungen auf dem Alvar zu einem erheblichen Anteil aus grobem Gesteinsmaterial. Dies erklärt die geringe „Bodentiefgründigkeit“ der xerophilen Ausbildung des Veronico-Avenetum (C2a). Bei den stauwasserbeeinflussten Böden der *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (C1) sowie der *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung des Veronico-Avenetum (C2b) entsprechen die ermittelten Tiefgründigkeiten den tatsächlichen. Die quartären Ablagerungen über dem kompakten Kalkgestein weisen nur geringe Mächtigkeiten auf. Die geringen Eindringtiefen im Falle der *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft (C4) sind vermutlich auf eine relativ starke Bodenverdichtung zurückzuführen. Vorherrschende Bodenart ist hier sandiger Lehm (s.u.).

Das in Abbildung 31 dargestellte Mikrorelief liefert wichtige Hinweise auf die Ausmaße des Frostwechseleinflusses in den jeweiligen Trockenrasengesellschaften. Bei den außerhalb der Alvargebiete gelegenen Sandtrockenrasen ist dieser ohne Bedeutung. Die Böden sind schlecht wasserhaltefähig und gut dräniert; eine Überflutung findet im Winterhalbjahr nicht statt. Das bei einigen Aufnahmen des Sileno-Festucetum (B5) sowie Diantho-Armerietum (B6) festzustellende Mikrorelief geht stattdessen meist auf Treppenbildungen bei Hanglage zurück.

Unter den Felsgrusfluren tritt das stärkste Mikrorelief beim Crepido-Allietum (A1) auf. Diese Standorte sind am schlechtesten dräniert. Es sind typische Frosthebungsböden zu beobachten. Die Höhenunterschiede der Huckel betragen im Mittel 5,5 cm. Das bei der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2) festzustellende Mikrorelief geht demgegenüber auf den polsterförmigen Wuchs der Moose zurück. Beim Helianthemo-Galietum (A3) ist das Mikrorelief kaum ausgeprägt. Dennoch unterliegen die Böden einem merklichen Frostwechseleinfluss, wovon unter anderem die vielfach aus dem Boden gerissenen Wurzeln von *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum* zeugen. Dass eine Huckelbildung weitgehend ausbleibt, ist mit der geringen Mächtigkeit der Böden zu erklären.

Dementsprechend lässt sich bei den stauwasserbeeinflussten Gesellschaften der Festuco-Brometea ein noch ausgeprägteres Mikrorelief feststellen als beim Crepido-Allietum. Ein Teil der bultenartigen Struktur lässt sich vermutlich außerdem damit erklären, dass es sich um ehemalige Niedermoorstandorte handelt. Die Höhenunterschiede betragen bei der *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (C1) im Mittel 5,6 cm, bei der typischen Variante der *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung des Veronico-Avenetum (C2b.1) sogar 9,8 cm. Die Schwankungen sind jedoch erheblich. So wurden Höhenunterschiede von maximal 30 cm festgestellt. Für die statistischen Berechnungen wurde jedoch jeweils mit dem mittleren Höhenunterschied der Bulten auf den Aufnahmeflächen gerechnet. Für die übrigen Gesellschaften der Festuco-Brometea gilt das gleiche wie für die der Sandtrockenrasen. Die Standorte liegen entweder außerhalb der Alvargebiete oder aber auf höher gelegenen Moränen bzw. Strandablagerungen, die weder Stauwasser- noch Frostwechseleinflüssen unterliegen.

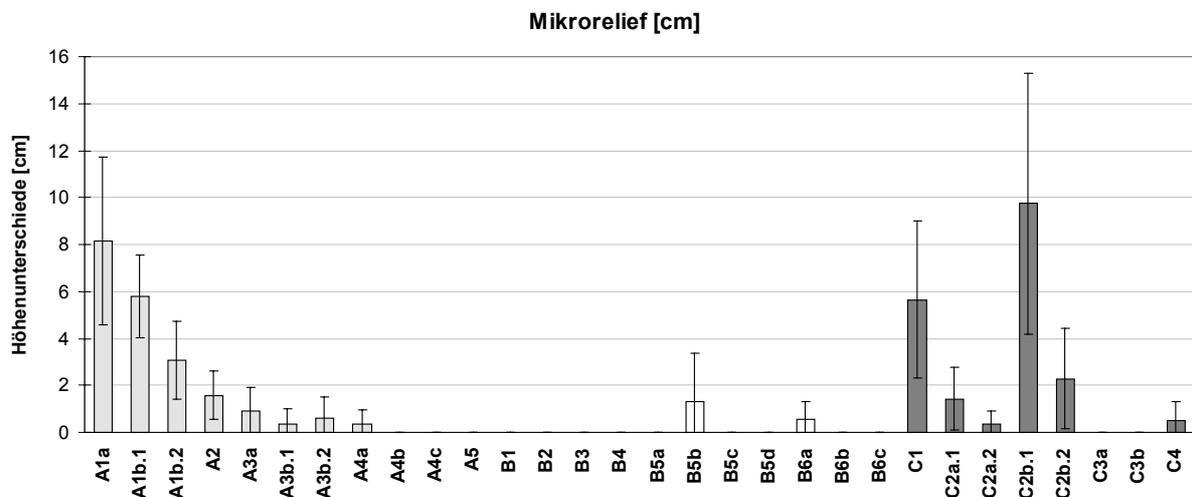


Abbildung 31: Mittelwerte und Standardabweichungen des Mikroreliefs [cm] der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Trockenrasenvegetationstypen.

4.1.4.2 Ergebnisse der weitergehenden Bodenuntersuchungen ausgewählter Proben

In Tabelle 22 sind die Ergebnisse der weitergehend untersuchten Bodenproben zusammengefasst. Diese werden zusätzlich in Diagrammform dargestellt. Aufgrund der verschiedenen starken Repräsentation der einzelnen Trockenrasentypen im Untersuchungsgebiet variiert die jeweilige Stichprobengröße stark. Dies ist außerdem darauf zurückzuführen, dass vorrangig die Proben der Biodiversitätsaufnahmen sowie des Transektes einer weitergehenden Analyse unterzogen wurden. Die im Folgenden für die einzelnen Assoziationen genannten Werte beruhen somit auf sehr unterschiedlich guten Datengrundlagen. Die statistische Auswertung ist in einigen Fällen aufgrund der geringen Stichprobengröße problematisch. Die mittleren pH-Werte weichen zudem teils deutlich von denen für das gesamte Aufnahmeset ermittelten ab und werden aus diesem Grund nochmals gesondert aufgeführt. Die Messwerte sind daher nur bedingt repräsentativ für die jeweiligen Assoziationen. Dies ist bei der Interpretation zu beachten. Dennoch lassen sich zumindest Tendenzaussagen machen und Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Messgrößen erkennen.

Tabelle 22: Zusammenfassung der Ergebnisse der weitergehend untersuchten Bodenproben. Mit n = Anzahl der Aufnahmen, M = Mittelwert, s = Standardabweichung.

	n	Bodenart	pH aqua dest.		pH KCl		CO ₃ ²⁻ [%]		KAK [mval/100g]		Basensättigung [%]		Glühverlust [%]	
			M	s	M	s	M	s	M	s	M	s	M	s
A1a	4	Us	6,8	0,9	6,6	0,9	5,9	8,7	63,0	41,5	95,5	5,0	22,7	1,9
A1b.1	2	Lt-Tt	8,0	0,0	7,8	0,1	57,2	9,0	150,0	0,0	100,0	0,0	14,8	1,4
A1b.2	17	Tl-Tt	7,7	0,2	7,6	0,2	38,2	15,8	150,0	0,0	100,0	0,0	16,0	5,2
A2	9	Us-Uu	7,4	0,5	7,3	0,4	19,5	16,7	128,8	36,2	99,7	0,8	20,1	8,4
A3a	4	Tl	7,8	0,1	7,6	0,1	42,4	29,2	150,0	0,0	100,0	0,0	18,2	9,0
A3b.1	6	Us-Ut	7,6	0,3	7,2	0,3	22,8	25,8	111,4	59,8	100,0	0,0	13,3	7,7
A4a	6	Uu	7,5	0,2	7,2	0,1	15,0	8,7	140,2	24,1	99,8	0,5	22,7	5,1
A5	2	Su	7,4	0,7	6,8	0,3	21,9	14,7	150,0	0,0	99,0	1,0	14,7	0,0
B1	2	Ss	5,4	0,6	5,1	0,4	0,1	0,2	6,7	1,3	47,2	37,5	1,2	0,3
B2	1	Ss	5,1	-	4,7	-	0,0	-	9,6	0,0	75,0	-	1,3	-
B3	3	Ss	5,8	1,6	5,5	1,4	0,6	1,0	17,2	16,2	69,8	24,1	1,7	0,7
B4	4	Ss	5,8	1,1	5,5	1,0	0,1	0,1	9,9	7,2	75,9	7,2	3,4	3,5
B5a	4	Ss	6,7	0,6	6,6	0,6	1,7	1,9	34,4	30,4	81,6	32,9	3,6	2,3
B5b	7	Su	6,2	1,1	5,9	1,0	1,4	1,8	42,4	35,9	85,7	15,0	8,9	4,4
B5c	2	Ss	4,8	0,4	4,7	0,4	0,0	0,0	17,0	2,8	55,6	3,2	6,8	1,5
B5d	1	Us	5,1	-	4,8	-	0,0	-	12,0	0,0	80,0	-	4,6	-
B6a	7	Ss	4,7	1,1	4,5	1,2	0,1	0,2	16,9	4,8	59,4	12,9	7,9	5,8
B6b	3	Ss	4,1	0,5	4,0	0,5	0,1	0,1	12,3	9,5	44,8	19,2	9,1	12,6
B6c	1	Ss	5,1	-	4,8	-	0,0	-	12,6	0,0	55,6	-	2,3	-
C1	6	Ss-Su	5,8	1,2	5,5	1,2	0,7	1,5	35,4	38,0	76,0	28,9	12,0	6,8
C2a.1	7	Us	5,5	0,6	5,3	0,7	0,4	1,0	25,3	7,3	68,5	16,6	15,4	4,4
C2a.2	7	Su	5,2	0,7	5,0	0,7	0,5	0,7	26,7	10,6	77,0	13,7	14,9	3,4
C2b.1	3	Su-Uu	6,6	0,9	6,4	0,9	11,4	19,3	70,9	68,5	87,4	13,4	18,0	9,0
C2b.2	12	Su	6,1	0,7	5,9	0,7	2,6	8,8	27,8	5,0	78,1	12,3	18,4	7,9
C3a	4	Ss-Us	5,8	1,5	5,5	1,4	0,4	0,9	24,7	25,0	81,7	31,6	10,3	4,1
C3b		Ss-Us	5,4	1,5	5,3	1,4	0,0	0,0	19,4	5,4	60,6	27,7	9,5	0,4
C4	4	Ls	6,1	0,4	5,9	0,3	0,1	0,1	25,2	6,8	82,5	14,1	11,6	4,9

Die nach Scheibler für die weitergehend untersuchten Bodenproben ermittelten Kalkgehalte korrelieren relativ gut mit den Werten des Kalkschnelltestes (Abb. 32). Wie bei diesem sind insgesamt relativ große Spannen der Kalkgehalte festzustellen.

Die höchsten Kalkgehalte wurden für die artenarme Variante der *Festuca oelandica*-Ausbildung des Crepido-Allietum (A1b.1) mit im Mittel 57,2% gemessen. Etwas geringer sind die Kalkgehalte der *Fulgensia bracteata*-*Poa alpina*-Gesellschaft (A2) (19,5%), des Helianthemo-Galietum (A3) (22,8%, 42,4%) sowie des Gypsophilo-Globularietum (A4) (15%). Bei der mesophilen Ausbildung des Crepido-Allietum (A1a) sind demgegenüber mit durchschnittlich 5,6% nur relativ geringe Kalkanteile enthalten.

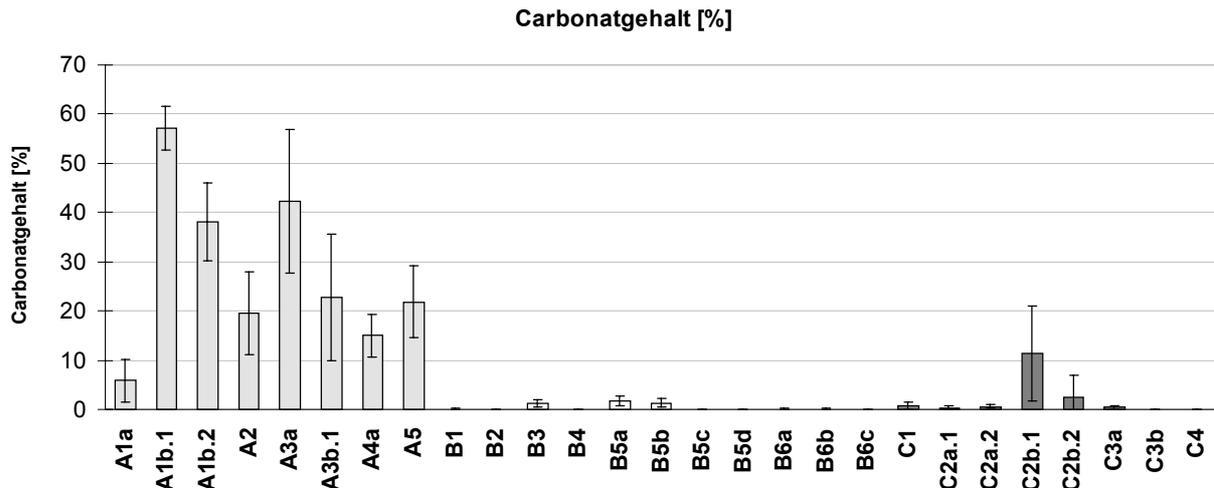


Abbildung 32: Mittelwerte und Standardabweichungen der nach Scheibler für die weitergehend untersuchten Bodenproben ermittelten Carbonatgehalte der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes.

Sowohl bei den Gesellschaften der Festuco-Bromtea als auch der Koelerio-Coryneporena liegen die nach Scheibler gemessenen Mittelwerte des Kalkgehaltes etwas höher als der Median des Kalkschnelltestes. Aufgrund der geringen Stichprobengröße sind diese jedoch mit einem erheblichen Fehler behaftet. Der Wert der Standardabweichung ist oft höher als der Mittelwert selbst.

Entgegen der Beobachtungen bei dem Kalkschnelltest konnten für das Corniculario-Coryneporetum (B1) zumindest Spuren an Kalk festgestellt werden. Höhere Kalkgehalte wurden auch für das Festucetum polesicae (B3) mit im Mittel 0,6% gemessen. Bei dem Sileno otitae-Festucetum brevipilae (B5) liegen die mittleren Kalkgehalte für die therophytenreiche (B5a) sowie für die *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung (B5b) mit durchschnittlich 1,7% und 1,4% ebenfalls etwas höher als der Median des Kalkschnelltestes mit $c1 (> 0,5\%)$. Gleiches gilt für das Veronico spicatae-Avenetum (C2). Hier wurden Werte von 0,4% und 0,5% für die xerophile Ausbildung (C2a) erhalten – gegenüber $c0$ beim Kalkschnelltest. Deutlicher sind die Differenzen bei der hygrophilen Ausbildung (C2b) mit Werten von 11,4% und 2,6%, wohingegen der Median des Kalkschnelltestes bei $c1$ und $c0$ liegt. Dabei ist jedoch anzumerken, dass bei der zweiten Variante der mittlere pH-Wert der untersuchten Proben um 0,5 höher liegt als der für die gesamten Aufnahmen ermittelte. Das gleiche gilt für die *Trifolium montanum*-Ausbildung der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft (C3b), für die ein mittlerer Kalkgehalt von 0,4% erhalten wurde.

Eng mit dem Kalkgehalt gekoppelt ist die Kationenaustauschkapazität (KAK) (Abb. 33). Diese liegt bei den kalkreichen Böden der Felsgrusfluren zumeist jenseits von 150 mval/100 g bei einer Basensättigung von 100%. Von größerer Bedeutung ist sie bei den Gesellschaften der Koelerio-Coryneporena sowie der Festuco-Brometea. Tendenziell liegt die KAK bei den Böden der Sandtrockenrasen wesentlich niedriger als bei denen der basiphilen Halbtrockenrasen. Dies ist vermutlich auf die höheren Humusgehalte bei gleichzeitig höherem pH-Wert sowie den größeren Anteil der Ton- und Schlufffraktion zurückzuführen.

Die niedrigste KAK wurde entsprechend für das Corniculario-Coryneporetum (B1) mit 1,3 mval/100g ermittelt, etwas höher liegen die Werte beim Airetum praecocis (B2) (9,6 mval/100g) und Helichryso-Jasionetum (B4) (9,9 mval/100g). Dabei ist die Basensättigung bei dem Coryneporetum mit 47,2% deutlich niedriger als bei den beiden übrigen mit 75,0% und 75,9%.

Erstaunlicherweise wurde für das Festucetum polesicae (B3) mit 17,2 mval/100g eine wesentlich höhere KAK ermittelt als für das Helichryso-Jasionetum. Hinsichtlich des pH-Wertes mit jeweils pH 5,8 unterscheiden sich die Assoziationen nicht, die Humusgehalte liegen beim Festucetum polesicae mit 1,7% deutlich niedriger als beim Helichryso-Jasionetum mit 3,5%. Vermutlich sind die Differenzen auf Messungenauigkeiten zurückzuführen.

Die höchsten Werte innerhalb der Unterklasse weisen – in Übereinstimmung mit den höchsten pH-Werten und Kalkgehalten – die ersten beiden Ausbildungen des Sileno otitae-Festucetum brevipilae (B5a, b) mit 34,4 mval/100g und 42,4 mval/100g auf. Die Basensättigung beträgt über 80%. Dass die Werte bei der *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung höher liegen als bei der therophytenreichen *Arenaria serpyllifolia-Anchusa officinalis*-Ausbildung, ist vermutlich auf den wesentlich höheren Humusanteil von 8,9% gegenüber 3,6% zurückzuführen. Die für die beiden übrigen Ausbildungen der Assoziation für die KAK gemessenen Werte liegen in derselben Größenordnung wie bei der typischen Ausbildung des Diantho-Armerietum (B6a). Bei diesem wurden im Mittel Werte von 16,9 mval/100g bei einer Basensättigung von 59,4% gemessen. Die *Cladonia* spp.-Ausbildung (B6b) stockt über hinsichtlich der Basenversorgung kritischeren Böden. Die mittlere KAK beträgt lediglich 12,3 mval/100g bei einer Basensättigung von 44,8%.

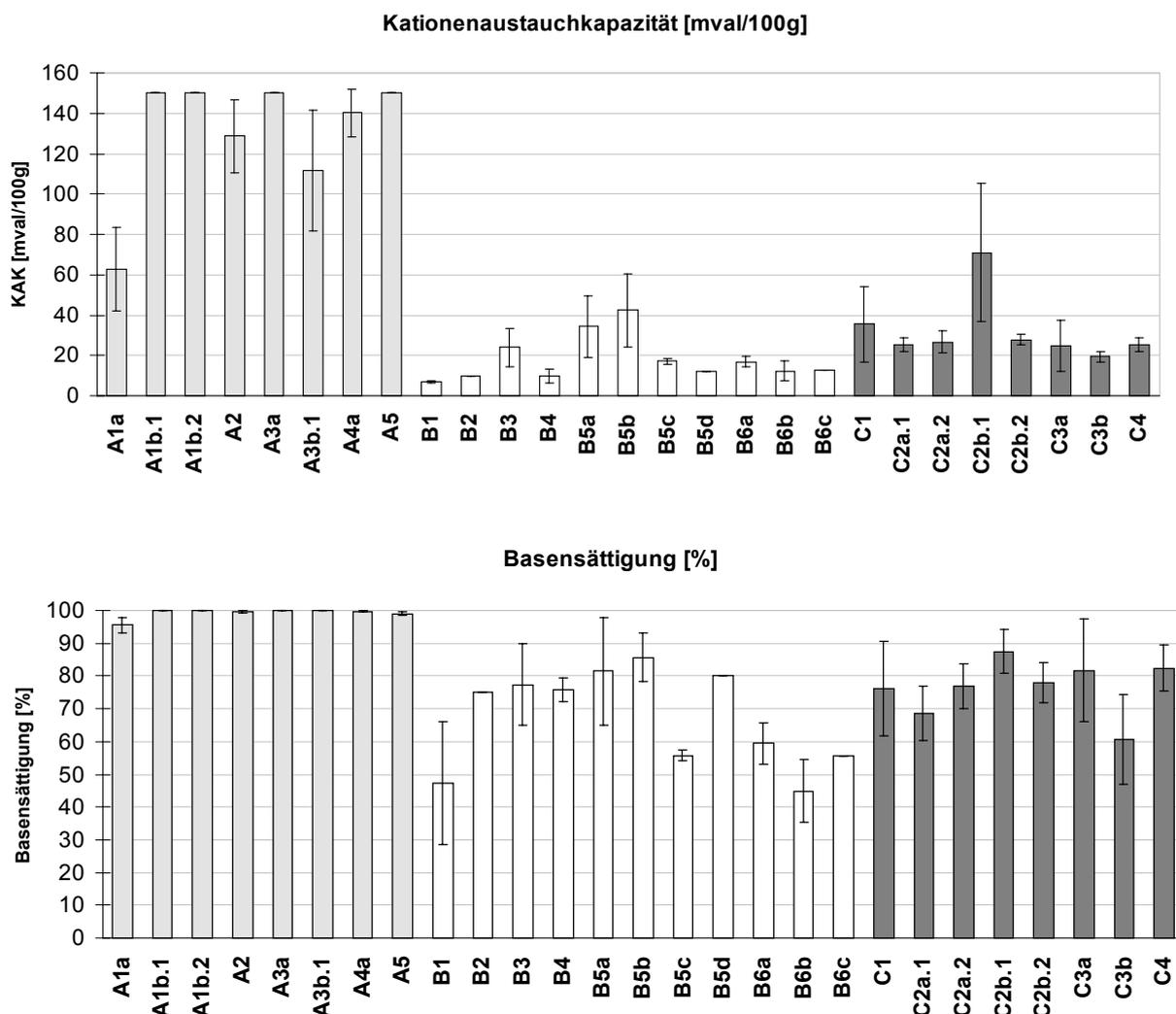


Abbildung 33: Mittelwerte und Standardabweichungen der für die weitergehend untersuchten Bodenproben ermittelten Kationenaustauschkapazität [mval/100g] sowie Basensättigung [%] der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes.

Zumeist basenreicher sind die Böden der Gesellschaften der Festuco-Brometea. Die mit Abstand höchsten Werte wurden mit 70,8 mval/100g für die typische Variante der *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung des Veronico spicatae-Avenetum (C2b.1) gemessen. Sie sind eng mit dem hohen Kalkgehalt korreliert. Gleichzeitig wurden mit 18,4% die höchsten Humusgehalte ermittelt. Erheblich ärmer sind die Böden der säurezeigerreichen Variante der Ausbildung (C2b.2) mit einer KAK von 27,8 mval/100g bei einer Basensättigung von 78,1%. In ähnlichen Größenbereichen liegen die Werte der xerophilen Ausbildung (C2a) mit 25,3 und 26,7 mval/100g. Vergleichsweise hohe Messwerte ergeben sich für die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (C1) mit 35,4 mval/100g und einer Basensättigung von 76%. Die Ursachen hierfür sind unklar. Zum einen liegt der Humusgehalt mit 12% niedriger als beim Veronico-Avenetum, zum anderen unterscheiden sich die Böden hinsichtlich pH-Wert und Kalkgehalt nicht deutlich. Des Weiteren besiedelt die Gesellschaft die sandigsten Böden innerhalb der Klasse.

Überraschend gering sind demgegenüber die für die KAK ermittelten Werte von 194 mval/100g der *Carex caryophylla-Potentilla cinerea*-Ausbildung der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft (C3b). Diese stehen im Einklang mit dem geringen Humusgehalt und der Kalkarmut, sind jedoch vermutlich nicht repräsentativ für die Ausbildung. So wurden lediglich zwei Proben analysiert. Deren pH-Wert liegt mit pH 5,4 um eine Größenordnung niedriger als der für den gesamten Datensatz ermittelte. Höher als erwartet fallen indes die Werte der *Trifolium montanum*-Ausbildung der Gesellschaft (C3a) aus. Sie liegen mit 24,7 mval/100g deutlich höher als bei der zuvor genannten, wohingegen die pH-Wert-Messungen bei den gesamten Aufnahmen das Gegenteil erwarten lassen. Der mittlere pH-Wert der vier weitergehend untersuchten Proben liegt um 0,5 Einheiten über dem Schnitt der Ausbildung.

Im Verhältnis zu dem durchschnittlichen Kalkgehalt von 0,1% ist die KAK der *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft (C4) mit 25,2 mval/100g relativ hoch. Die Basensättigung beträgt 82,5%. Dies ist vermutlich auf den relativ hohen Anteil der Tonfraktion zurückzuführen.

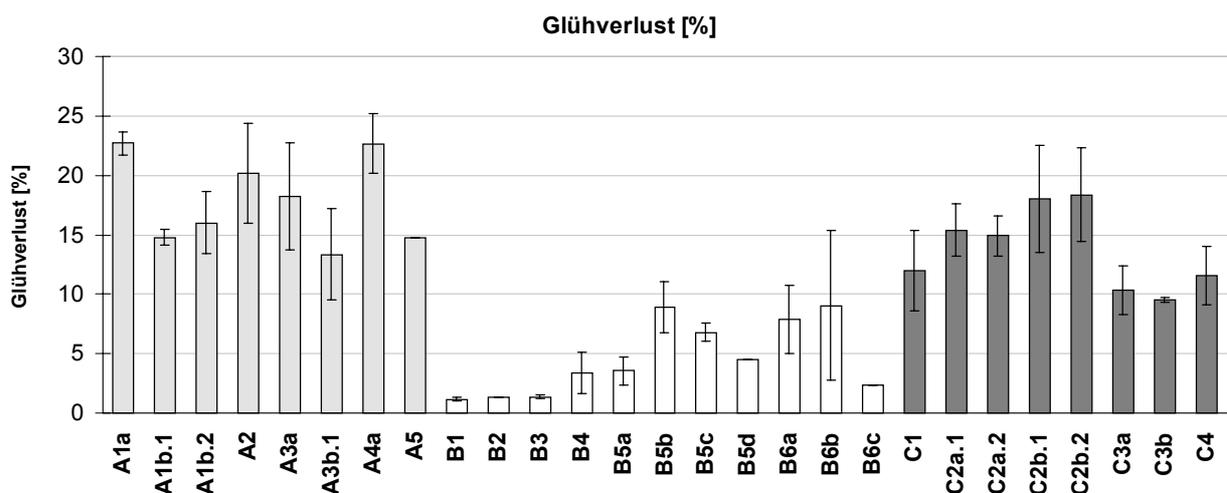


Abbildung 34: Mittelwerte und Standardabweichungen des für die weitergehend untersuchten Bodenproben ermittelten Glühverlustes [%] der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes.

Wie Abbildung 34 zeigt, weisen die Gesellschaften der Sandtrockenrasen die niedrigsten Humusgehalte auf. Der Anteil der organischen Substanz liegt bei dem *Corniculario-Corynephorum* (B1), *Airetum praecocis* (B2) und *Festucetum polesicae* (B3) unterhalb von 2%.

Für das *Helichryso-Jasionetum* (B4) und die therophytenreiche Variante des *Sileno otitae-Festucetum brevipilae* (B5a) wurden Humusgehalte von 3,4% und 3,6% nachgewiesen. Deutlich höher liegen diese bei der *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung (B5b) mit 8,9%. Ebenfalls recht humose Böden werden vom *Diantho-Armerietum* (B6) besiedelt, für die Werte von 7,9% und 9,1% gemessen wurden. Der höhere Wert wurde dabei erstaunlicherweise für die *Cladonia* spp.-reiche Ausbildung (B6b) ermittelt. Die Standardabweichung liegt mit 12,5% jedoch wesentlich höher als der Wert selbst, so dass dieser mit einem erheblichen Fehler behaftet und möglicherweise stark durch einen „Ausreißer“ bestimmt ist. Die dennoch vergleichsweise geringe KAK ist auf die niedrigen Boden-pH-Werte zurückzuführen.

Insgesamt deutlich humoser sind die Böden der basiphilen Halbtrockenrasen. Die höchsten Werte wurden hier für das *Veronico spicatae-Avenetum* ermittelt. Die Böden der *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung (C2b) sind mit 18,0% und 18,4% erwartungsgemäß humoser als die der xerophilen Ausbildung (C2a) mit 15,4% und 14,9%. Dennoch sind auch diese Werte verglichen mit denen der außerhalb des Groß-Alvars siedelnden Gesellschaften erstaunlich hoch. Die geringsten Anteile organischer Substanz wurden für die *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft (C3) mit 10,3% und 9,5% gemessen. Mittlere Humusgehalte weisen die *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft (C4) (11,6%) sowie die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (C1) (12%) auf.

Die flachgründigen, feinerdereichen Verwitterungsböden des Großen Alvars sind vergleichsweise humusreich. Die Messwerte sind jedoch aufgrund der hohen Kalkgehalte mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Die humusreichsten Böden weist das *Gypsophilo-Globularietum* (A4) mit 22,7% auf. Die Erde ist schwarz-braun gefärbt. Ebenfalls sehr humos sind die Böden der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2) (20,1%) und der mesophilen Variante des *Crepidio-Allietum* (A1) (22,7%). Etwas geringere Humusanteile zeigen die des *Helianthemo-Galietum* (A3) (18,2%, 13,3%) sowie der *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft (A5) (14,7%). Überraschend hoch sind die Gehalte der organischen Substanz bei der typischen Ausbildung des *Crepidio-Allietum* (A1b) mit 14,8% und 16%. Die Erde weist meist eine hellgraue Färbung auf und lässt einen wesentlich geringeren Anteil an organischer Substanz erwarten.

Abbildung 35 zeigt die Häufigkeitsverteilung der auftretenden Bodenarten bei den einzelnen Assoziationen. Sie wurden für die weitergehend untersuchten Bodenproben mit Hilfe der Fingerprobe ermittelt (s. Kap. 3.2.5).

Die Felsgrusfluren weisen tonig-lehmige bis schluffige Böden auf. Erstere Bodenarten treten vor allem bei dem durch Stauwasser geprägten *Crepidio-Allietum* (A1) auf, seltener auch beim *Helianthemo-Galietum* (A3). Das *Gypsophilo-Globularietum* (A4) kommt demgegenüber vorwiegend über reinen Schluffen vor. Ebenfalls schluffig ist die unter den *Tortella*-Polstern akkumulierte Feinerde der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft (A2). Bei der *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft (A5) ist schluffiger Sand die häufigste Bodenart.

Die Gesellschaften der *Koelerio-Corynephoerenea* stocken über zumeist reinen Sandböden, seltener über schluffigen Sanden. Im Falle der *Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris*-Ausbildung des *Sileno otitae-Festucetum* (B5b) konnte bei zwei Proben außerdem sandiger Schluff festgestellt werden.

Innerhalb der Festuco-Brometea besiedelt die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (C1) die sandigsten Böden. Typische Bodenarten sind reiner bis schluffiger Sand. Das Veronico-Avenetum (C2) kommt vornehmlich über sandig-schluffigen bis schluffigen Böden vor. Bei der *Sesleria*-Ausbildung (C2b) konnte außerdem toniger Schluff und sandiger sowie toniger Lehm festgestellt werden. Während die *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft (C3) ebenfalls über sandig-schluffigen Böden wächst, ist die *Adonis vernalis*-Gesellschaft (C4) über sandigen Lehmen vorzufinden.

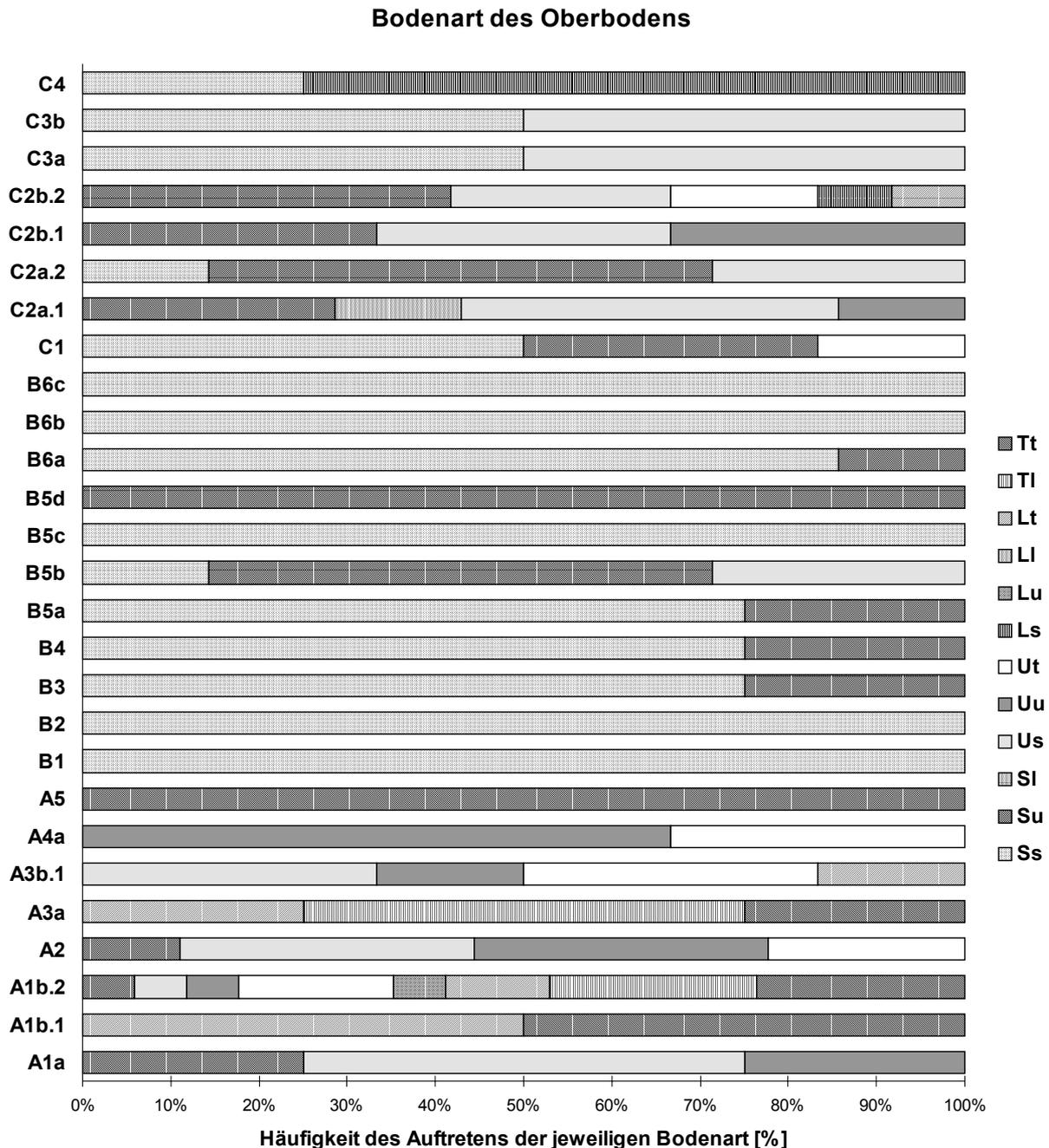


Abbildung 35: Häufigkeitsverteilung der auftretenden Bodenarten bei den weitergehend untersuchten Bodenproben für die einzelnen Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes. Dabei bedeuten Ss = Reinsand, Su = schluffiger Sand, Sl = lehmiger Sand, Us = sandiger Schluff, Uu = Schluff, Ut = toniger Schluff, Ls = sandiger Lehm, Lu = schluffiger Lehm, Ll = Lehm, Lt = toniger Lehm, Tl = lehmiger Ton, Tt = Ton.

4.1.5 Arealtypenspektren

4.1.5.1 Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea

Die Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea sind unter einem pflanzengeographischen Blickwinkel von besonderem Interesse. In ihnen ist einerseits das submeridionale bzw. südtemperate Florenelement am stärksten vertreten, andererseits aber auch das arktisch-alpine. Gleichzeitig ist eine Konzentration der Endemiten festzustellen. Interessanterweise besteht offensichtlich zwischen dem Auftreten des arktisch-alpinen Elementes in der Gruppe der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten kein Zusammenhang.

Ebenso wie bei den übrigen Gesellschaften überwiegen unter den Gefäßpflanzensippen Arten mit (sub-)meridional bis temperater oder borealer Verbreitung. Letztere sind in der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft auffällig schwach vertreten. Der höchste Endemitenanteil ist mit 8% im Helianthemo-Galietum festzustellen. Im Crepido-Allietum und der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft liegt dieser bei jeweils 6%. Geringer sind die Werte für das Gypsophilo-Globularietum mit 4%; in der *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft erreicht der Endemitenanteil lediglich 1%. Das arktisch-alpine Florenelement konzentriert sich mit *Poa alpina* ssp. *alpina* im Wesentlichen auf die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft und beträgt dort 7%. Interessanterweise ist gleichzeitig der Anteil submeridional bis südtemperat verbreiteter Arten am höchsten, was aber auch auf die generell sehr niedrige Gefäßpflanzensippenzahl der Gesellschaft zurückzuführen ist. So besitzt *Hornungia petraea* nur geringfügig höhere Stetigkeiten als im Gypsophilo-Globularietum und Helianthemo-Galietum, in denen die Art aufgrund der sehr viel höheren Gefäßpflanzenartenzahlen insgesamt geringer ins Gewicht fällt. Im Gypsophilo-Globularietum tritt mit *Globularia vulgaris* eine Sippe mit submeridionaler Verbreitungsschwerpunkt auf. Insgesamt nehmen in diesem Arten, die ihre Arealgrenzen in der temperaten Zone erreichen, einen Anteil von über 50% ein. Ähnlich hohe Werte werden in der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft erreicht. Von vergleichsweise geringer Bedeutung sind sie in dem am stärksten durch Frostwechselereignisse geprägten Crepido-Allietum. Dort überwiegen Arten, die bis in die boreale oder alpine Zone vorkommen. Interessanterweise fehlen der Assoziation aber arktisch-alpin verbreitete Sippen.

Aufgrund der generell größeren Verbreitungsareale von Moosen herrschen unter diesen Arten mit tropisch bis arktischer Verbreitung vor. Der Anteil der Artengruppe, deren Verbreitungsareal nach Norden hin nur bis in die temperate Zone reicht, liegt bei lediglich 1 - 3%. Entsprechend gering sind die Unterschiede der Spektren der einzelnen Assoziationen. Der Anteil des arktisch-alpinen Florenelementes erreicht bei den vier Alvar-Assoziation zwischen 5% und 7% und liegt mit 7% beim Gypsophilo-Globularietum am höchsten. Bedeutend niedriger ist er bei der *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft.

Etwas geringere Zonalitätsamplituden zeigen die Flechtenarten. Überraschenderweise tritt das arktisch-alpine Florenelement mit 14% im Gypsophilo-Globularietum am deutlichsten auf, wohingegen unter den Gefäßpflanzen die stärkste Konzentration thermophiler Sippen festzustellen ist. Dies ist auf das reichliche Vorkommen von *Cetraria nivalis*, *C. cucullata* und *Thamnolia vermicularis* zurückzuführen. Etwas geringer liegt der Anteil beim Helianthemo-Galietum mit 9%. Deutlich weniger ins Gewicht fallen Flechtenarten mit arktisch-alpiner Verbreitung in der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft. Die für diese bezeichnenden Erdflechten besitzen durchweg größere Verbreitungsareale.

Bei allen Assoziationen der Sedo-Scleranthenea ist ein Überwiegen von Arten mit schwach ozeanischer Verbreitungstendenz festzustellen. Tendenziell ist der ozeanische Einfluss bei der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft am größten. Er nimmt über die *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft und dem Crepido-Allietum über das Helianthemo-Galietum bis hin zum Gypsophilo-Globularietum ab. Die Artengruppe mit schwach ozeanischer Verbreitungstendenz erreicht bei den ersten drei genannten Gesellschaften über 50%, beim Helianthemo-Galietum immerhin noch 45%. Den geringsten Anteil besitzt sie im Gypsophilo-Globularietum mit 38%.

Arten, die in ihrem Vorkommen enger an ozeanische Verhältnisse gebunden sind, spielen eine relativ geringe Rolle. Ihr Anteil liegt bei der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft mit 8% am höchsten, in den übrigen Assoziationen erreicht er jeweils 4%. Der Anteil kontinentaler Sippen ist ebenfalls unbedeutend. *Artemisia rupestris* ist die einzige kontinentale Steppenart; diese ist vornehmlich im ansonsten eher vergleichsweise stark ozeanisch geprägten Crepido-Allietum vorzufinden.

Subozeanisch bis subkontinentale Arten sind im Gypsophilo-Globularietum erwartungsgemäß am stärksten repräsentiert, an zweiter Stelle ist das Helianthemo-Galietum zu nennen. Im Vergleich mit den übrigen Gesellschaften ist jedoch in denen der Sedo-Scleranthenea keine überdurchschnittlich starke Häufung östlicher Elemente festzustellen. Das Gypsophilo-Globularietum beinhaltet die höchste Zahl subozeanischer Sippen, solche mit vorwiegend subkontinentaler Verbreitung sind demgegenüber in den Gesellschaften des *Koelerion glaucae* am häufigsten.

Unter den Moosen überwiegen Sippen, die bezüglich des Ozeanitätsgradienten indifferent sind. Tendenziell verkehrt sich jedoch das Bild. So ist der Anteil schwach ozeanischer Sippen beim Gypsophilo-Globularietum sowie Helianthemo-Galietum mit jeweils 23% am höchsten.

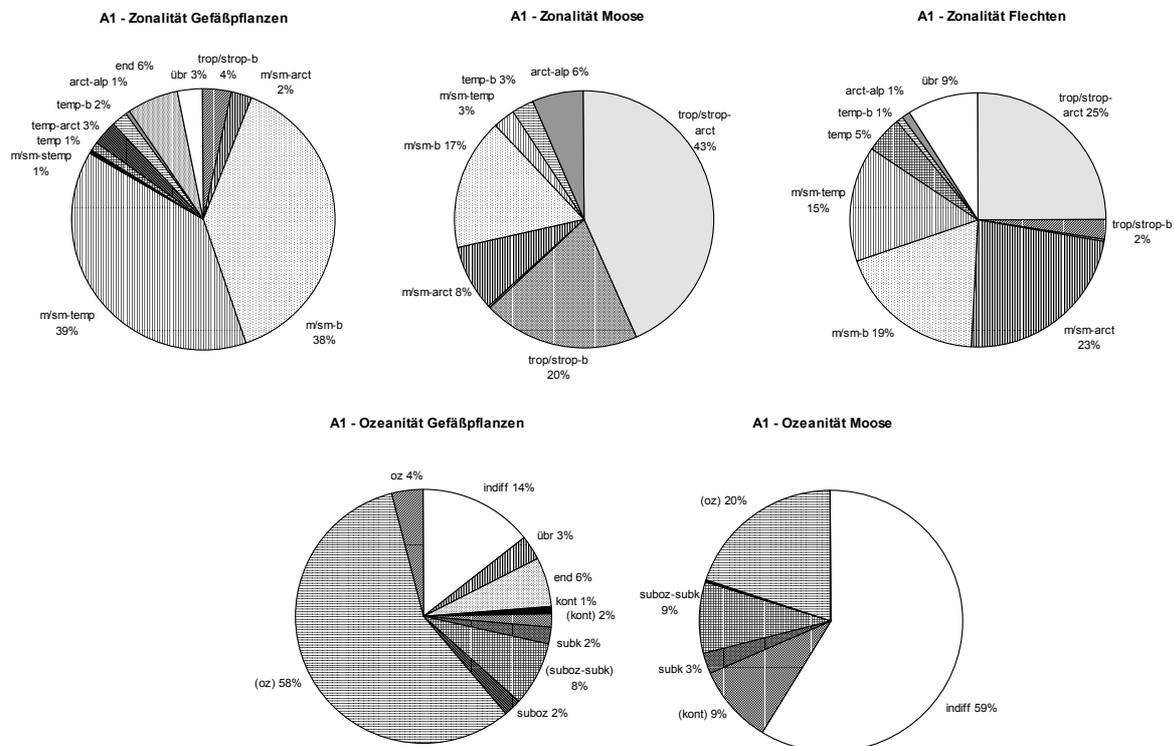


Abbildung 36: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des Crepido-Allietum alvarense.

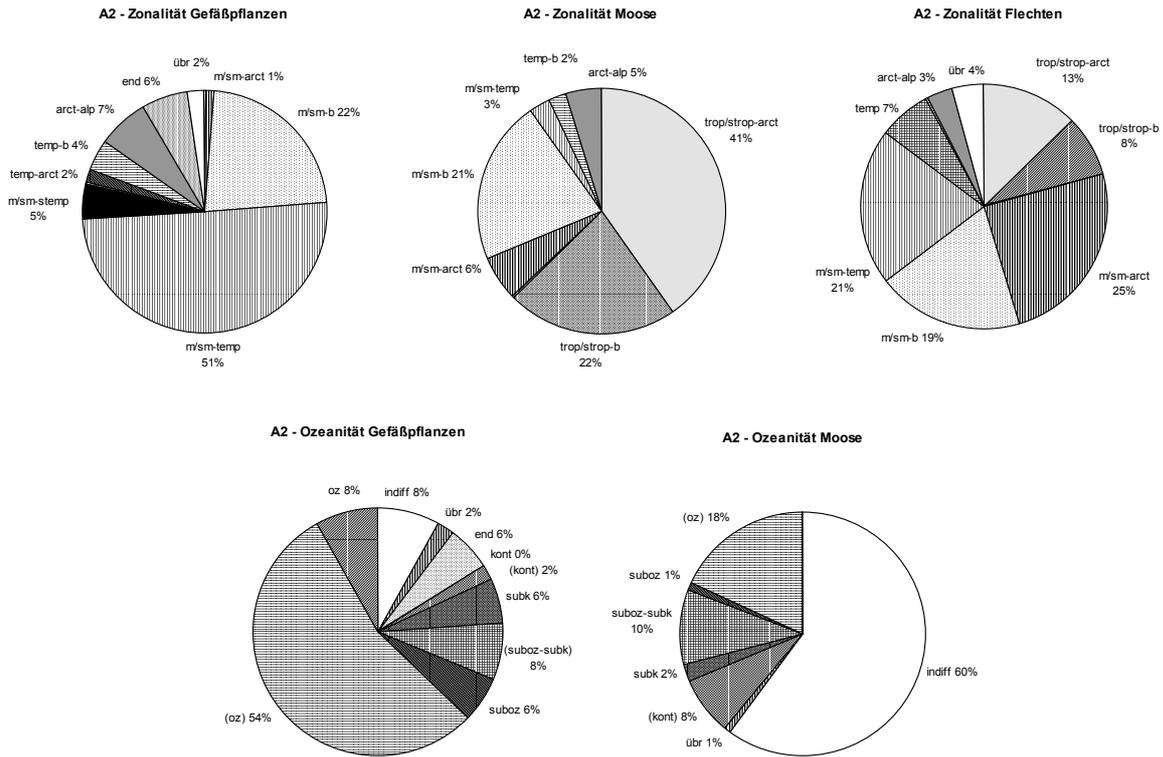


Abbildung 37: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft.

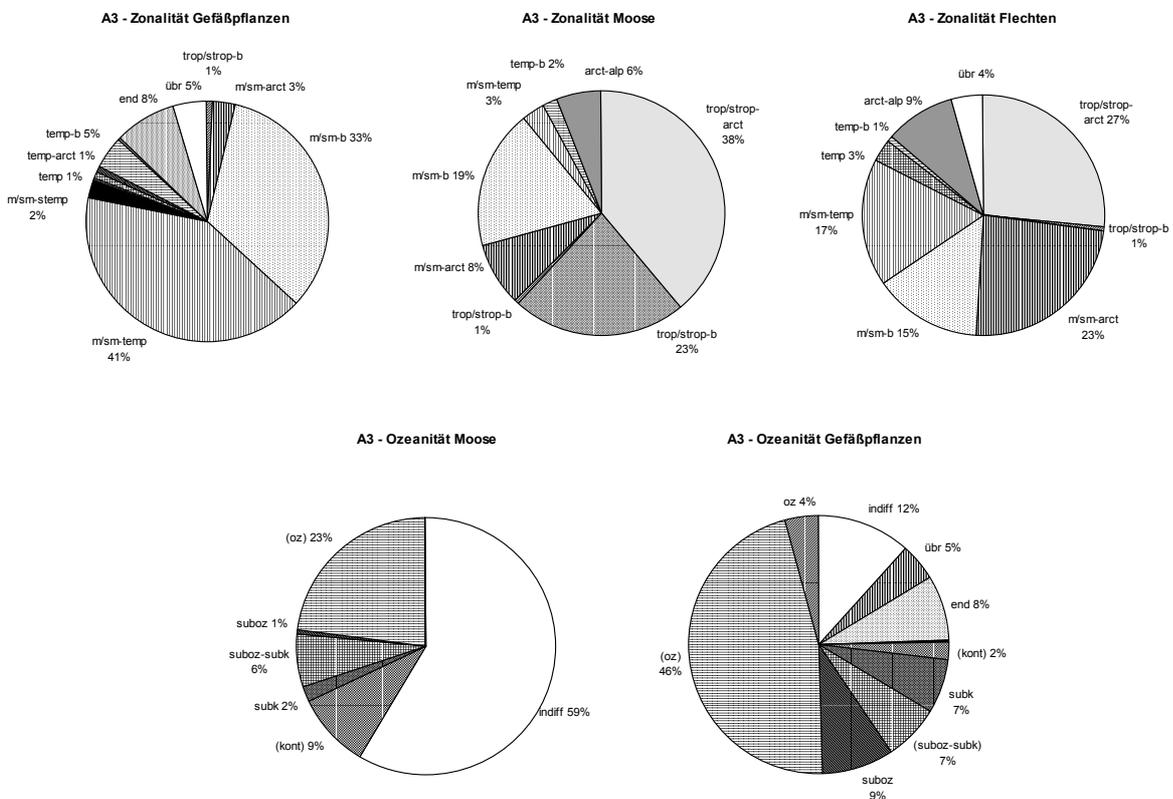


Abbildung 38: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des *Helianthemo-Galietum oelandici*.

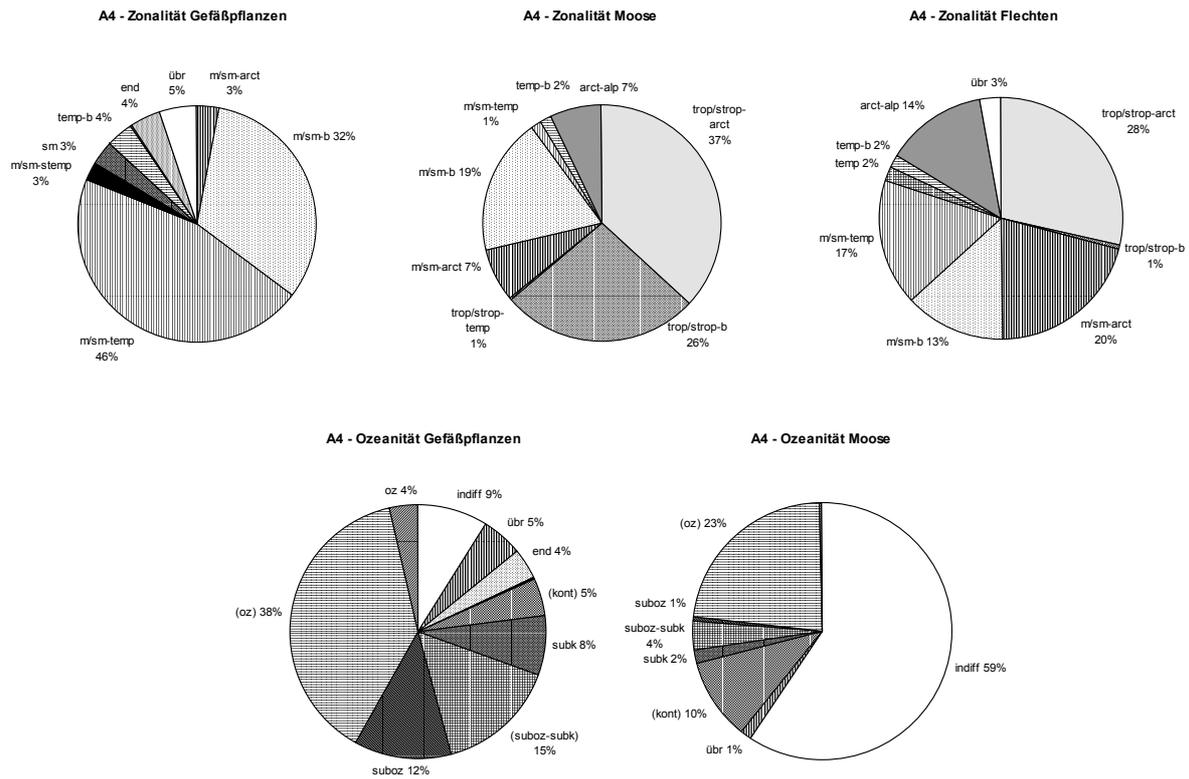


Abbildung 39: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des Gypsophilo-Globularietum.

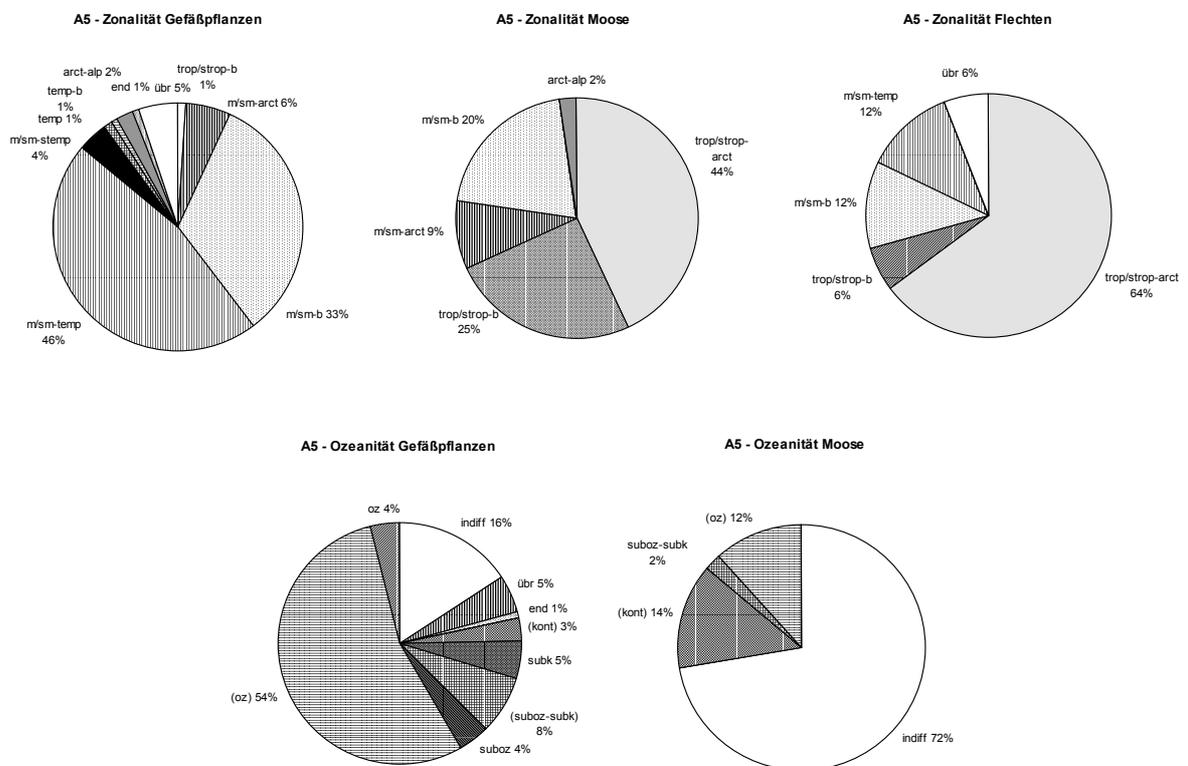


Abbildung 40: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen der *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft.

4.1.5.2 Gesellschaften der Koelerio-Corynephorena

Im Vergleich zu den Gesellschaften der Felsgrusfluren sind in den Assoziationen der Koelerio-Corynephorena nördliche Elemente weniger stark vertreten. Mit Ausnahme des Diantho-Armerietum bilden Sippen mit (sub-)meridionaler bis temperater Verbreitung die größte Gruppe unter den Gefäßpflanzen. Sie ist beim Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis mit 62% am stärksten repräsentiert. Insgesamt sind die Spektren weniger vielfältig. Sowohl das arktisch-alpine als auch das submeridionale Element fehlen. Gleiches gilt für Endemiten. Im Diantho-Armerietum nimmt die Gruppe der (sub-)meridional bis boreal verbreiteten Arten mit 49% den größten Anteil ein. Dies stimmt mit den Angaben bei DIERBEN (1996, 629) überein. Danach reichen die Gesellschaften des Armerion elongatae (= Plantagini lanceolatae-Festucion brevipilae) in ihrem Verbreitungsareal am weitesten nach Norden.

Während das arktisch-alpine Element unter den Gefäßpflanzen fehlt, ist es bei den Moosen mit *Pleurozium schreberi* vorzufinden. Im Übrigen dominieren auch hier weit verbreitete Arten, deren Areale von den (Sub-)Tropen bis in die Arktis reichen. Beim Festucetum polesicae (5%) und insbesondere dem Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis (16%) tritt bei den Flechten mit *Cetraria nivalis* und *C. cucullata* das arktisch-alpine Florenelement auf. Interessanterweise trifft dieses – ebenso wie im Gypsophilo-Globularietum – mit den höchsten Anteilen subkontinental bis subozeanisch verbreiteter Gefäßpflanzensippen zusammen.

Erwartungsgemäß variieren die Ozeanitätsspektren der Gefäßpflanzensippen innerhalb der Unterklasse stark. Bei den Moosen herrschen indifferente Arten vor. Im Corniculario-Corynephoretum sowie dem Airetum praecocis dominiert das ozeanische Florenelement. Arten mit schwach ozeanischer Verbreitungstendenz erreichen bei der ersten Assoziation 66%, bei der zweiten 61%. Dafür liegt beim Airetum praecocis der Anteil an Sippen, die einen klaren ozeanischen Einfluss anzeigen, mit 8% am höchsten. Arten mit subozeanischem bis subkontinentalem Schwerpunkt spielen kaum eine Rolle. Demgegenüber sind sie in den Gesellschaften des Koelerion glaucae wesentlich am Gesellschaftsaufbau beteiligt. Mit 15% bzw. 14% erlangen diese hier die im Vergleich zu den übrigen Gesellschaften höchsten Werte. Die Assoziationen der Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae nehmen eine intermediäre Stellung ein. Deutliche Unterschiede zwischen dem Sileno otitae-Festucetum brevipilae sowie dem Diantho deltoidis-Armerietum elongatae sind nicht ersichtlich. Da sowohl das Corniculario-Corynephoretum und das Airetum praecocis als auch das Helichryso-Jasionetum und Festucetum polesicae auf Öland ihre Arealgrenzen erreichen, dürfte der Anteil ozeanischer Sippen bei ersteren, der subkontinentaler bei zweiten niedriger liegen als bei Beständen der Assoziationen im Kern der Synareale. So fallen auf Öland verschiedenen bezeichnende Sippen aus chorologischen Gründen bereits aus.

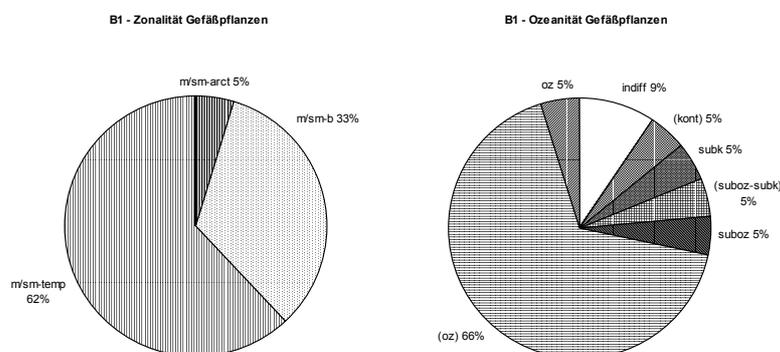


Abbildung 41: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektrum des Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis.

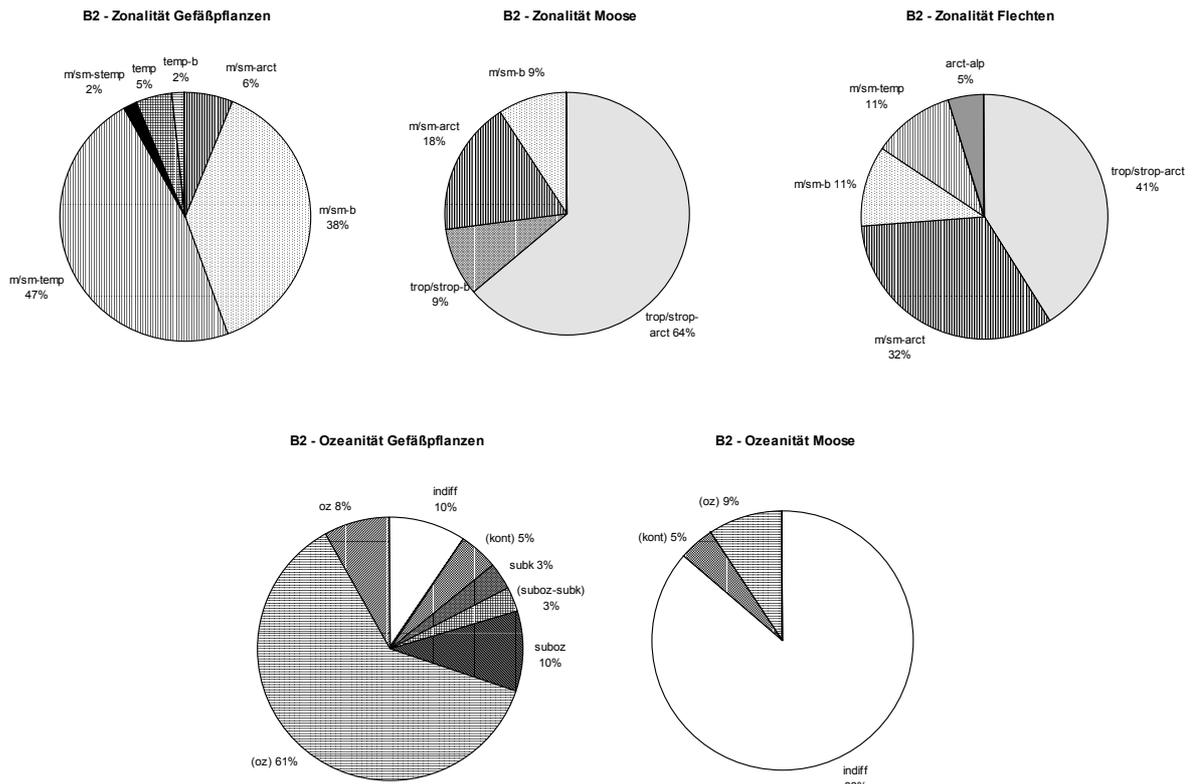


Abbildung 42: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des Airetum praecocis.

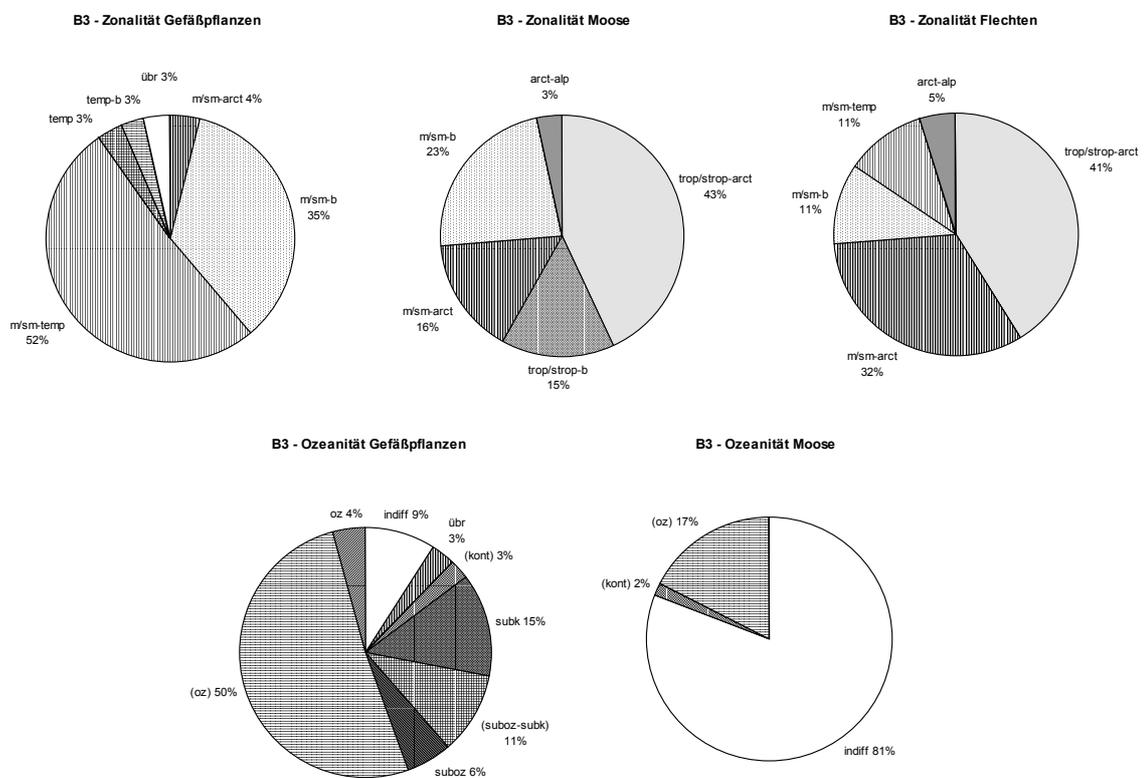


Abbildung 43: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des Festucetum polesicae.

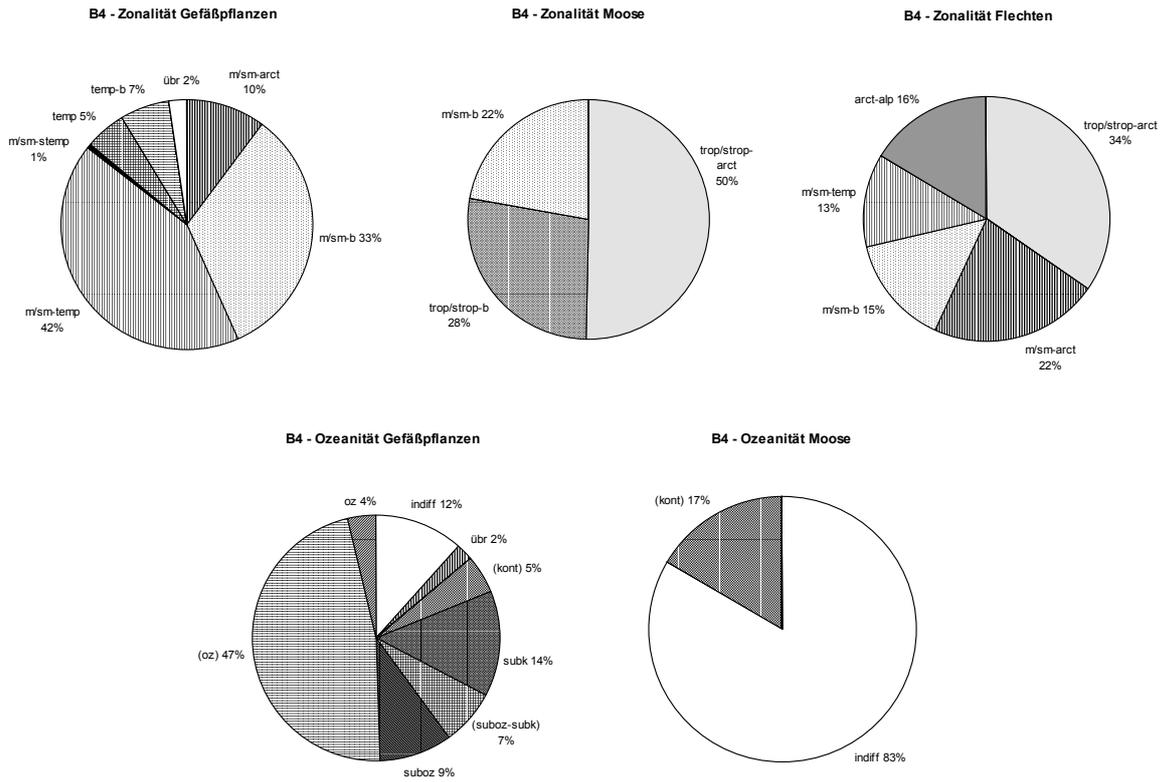


Abbildung 44: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des *Helichryso arenarii*-*Jasionetum litoralis*.

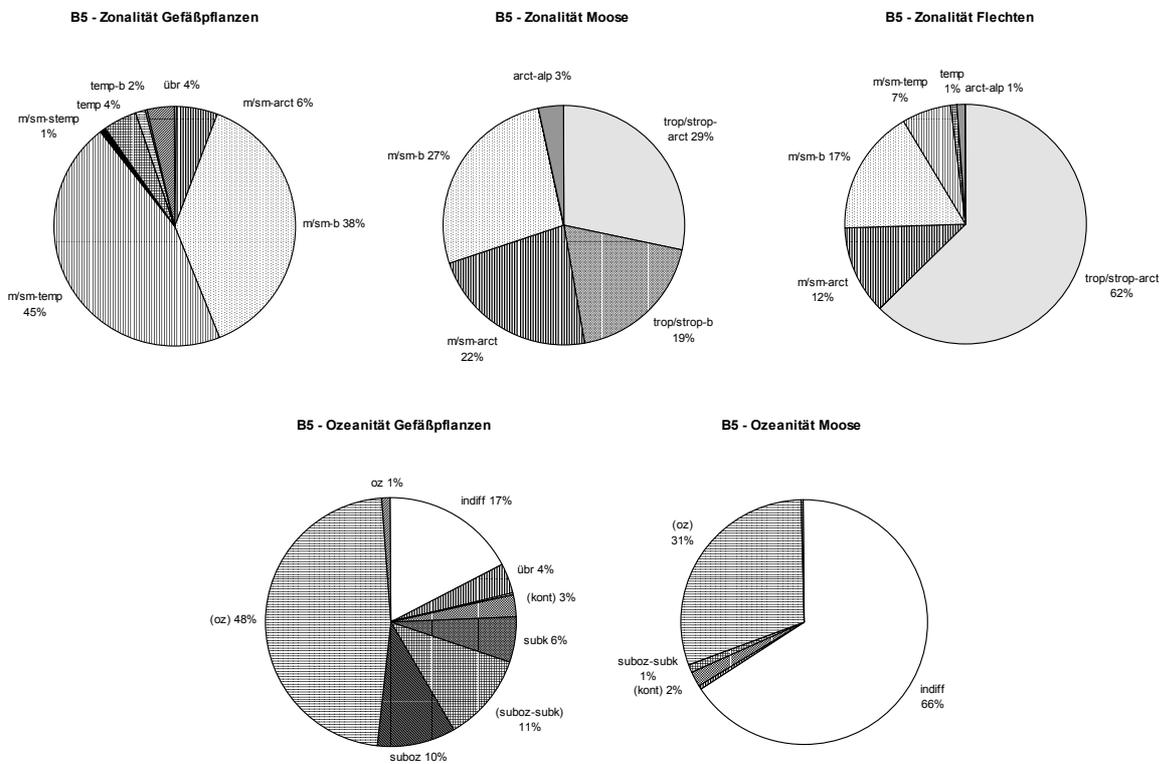


Abbildung 45: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des *Sileno otitae*-*Festucetum brevipilae*.

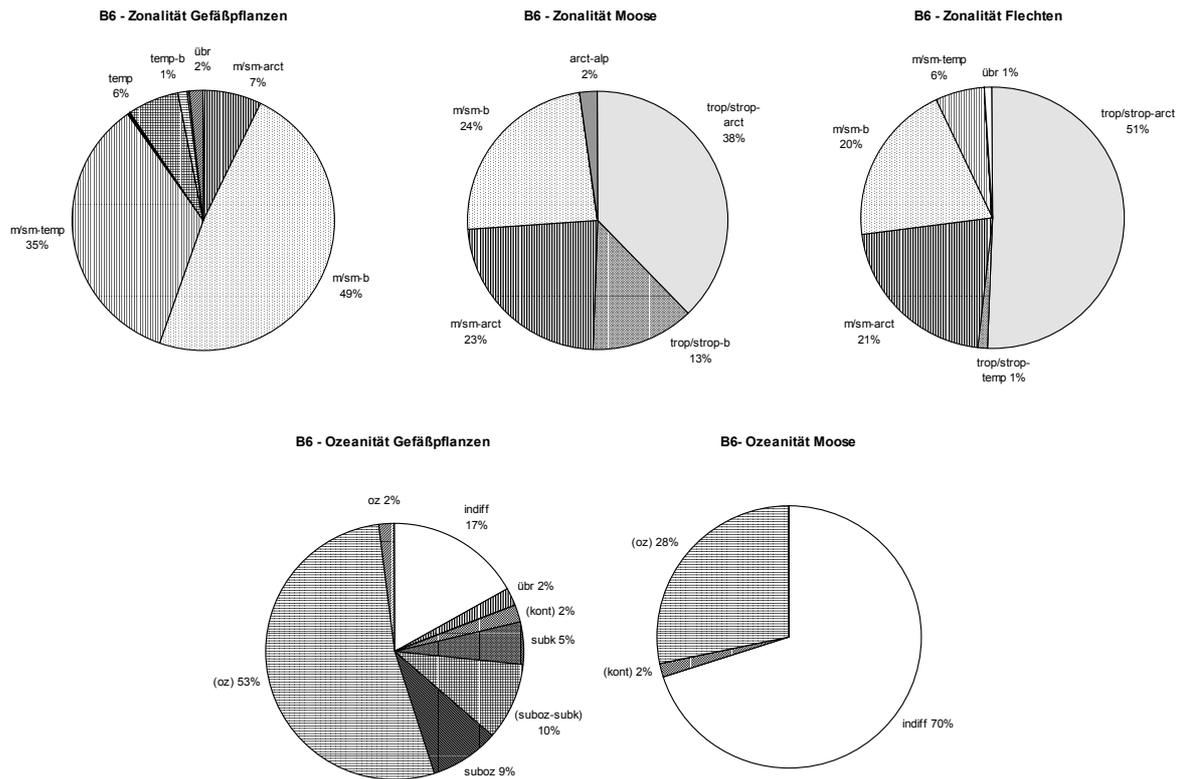


Abbildung 46: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des *Diantho deltoidis*-*Armerietum elongatae*.

4.1.5.3 Gesellschaften der Festuco-Brometea

Die Zonalitätsspektren der Gefäßpflanzenarten der Festuco-Brometea sind erstaunlich homogen. Tendenziell ist der Anteil wärmeliebender Sippen etwas geringer als bei den Sandtrockenrasen. Arten mit (sub-)meridionaler bis temperater bzw. borealer Verbreitung halten einander in etwa die Waage. Die übrigen Zonalitätstypen spielen keine bedeutende Rolle. Das südliche Florenelement ist von erstaunlich geringer Bedeutung. Der Anteil endemischer Sippen liegt beim Veronico-Avenetum bei 1%. So greift einerseits *Helianthemum oelandicum* ssp. *oelandicum* in die Assoziation über, zum anderen tritt vereinzelt die für dieses bezeichnende Sippe *Artemisia oelandica* auf.

In der Mooschicht fällt im Veronico-Avenetum der mit 8% vergleichsweise hohe Anteil des arktisch-alpinen Florenelementes auf. Dieser wird in erster Linie durch das Vorkommen von *Rhytidium rugosum* bestimmt. Bei der *Trifolium montanum*-*Medicago falcata*- sowie der *Adonis vernalis*-*Ononis arvensis*-Gesellschaft ist ein relativ hoher Anteil an Arten festzustellen, die ihre nördliche Verbreitungsgrenze im temperaten Europa erreichen.

Hinsichtlich ihrer Ozeanitätsspektren unterscheiden sich die vorkommenden Vegetationstypen der Klasse weitaus weniger als die der Koelerio-Corynephorenea. Insgesamt überwiegen auch hier Gefäßpflanzensippen mit schwach ozeanischer Verbreitungstendenz.

Das subozeanische sowie subkontinentale Element ist bei der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft mit 12% bzw. 6% am stärksten ausgeprägt, der Anteil der Sippen mit schwach subozeanischer bis subkontinentaler Verbreitungstendenz liegt bei 20%. Überraschend gering ist der Anteil dieser Gruppen hingegen bei der *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft. Gleiches gilt für das Veronico-Avenetum. Am stärksten ozeanisch getönt ist die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft.

Es ist somit festzustellen, dass in den öländischen Gesellschaften der Festuco-Brometea zwar verschiedene Elemente südlich und (süd-)östlich verbreiteter Syntaxa auftreten, diese jedoch für den Gesellschaftaufbau insgesamt von relativ geringer Bedeutung sind. Der hohe Anteil an bis in die boreale Zone verbreiteten Sippen spricht für eine Zuordnung der Assoziationen insgesamt zum nordischen Verband *Gentianello amarellae-Avenulion pratensis*. Eine Stellung innerhalb der *Festucetalia valesiacae* oder dem *Cirsio-Brachypodion* lässt sich hingegen kaum chorologisch begründen. Die Bestände stehen denen des schwedischen Festlandes näher als beispielsweise von HALLBERG (1971, 76) angenommen.



Abbildung 47: Das subkontinental verbreitete *Adonis vernalis* kommt an wärmebegünstigten Standorten im Nordwesten des Untersuchungsgebietes bei Arontorp vor.

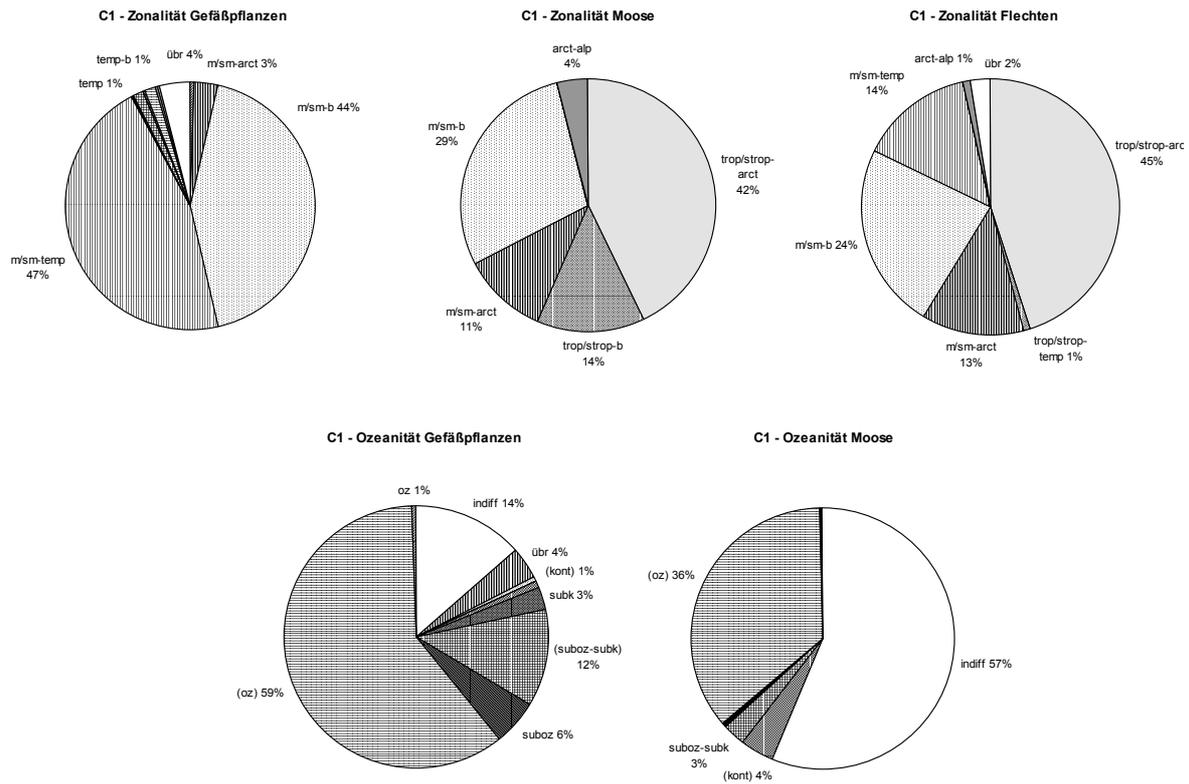


Abbildung 48: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen der *Phleum bertolonii*-*Saxifraga granulata*-Gesellschaft.

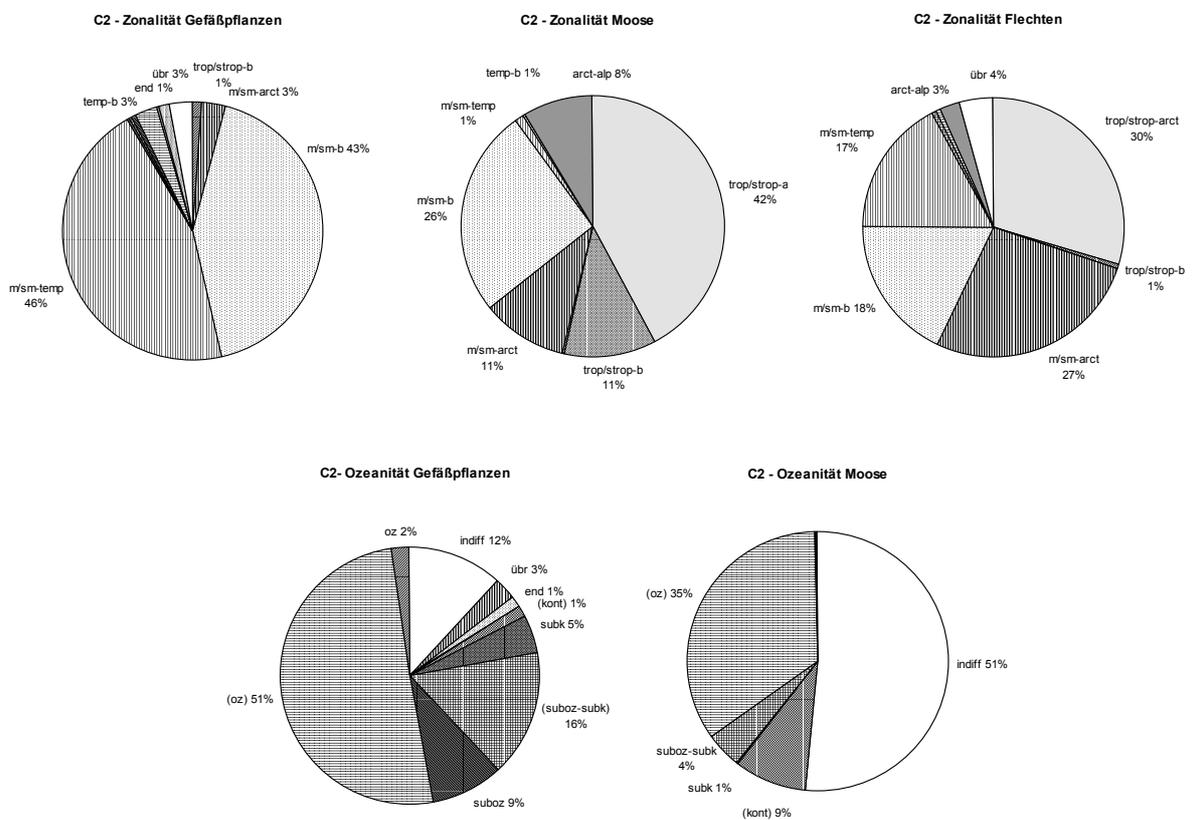


Abbildung 49: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen des *Veronico spicatae*-Avenetum.

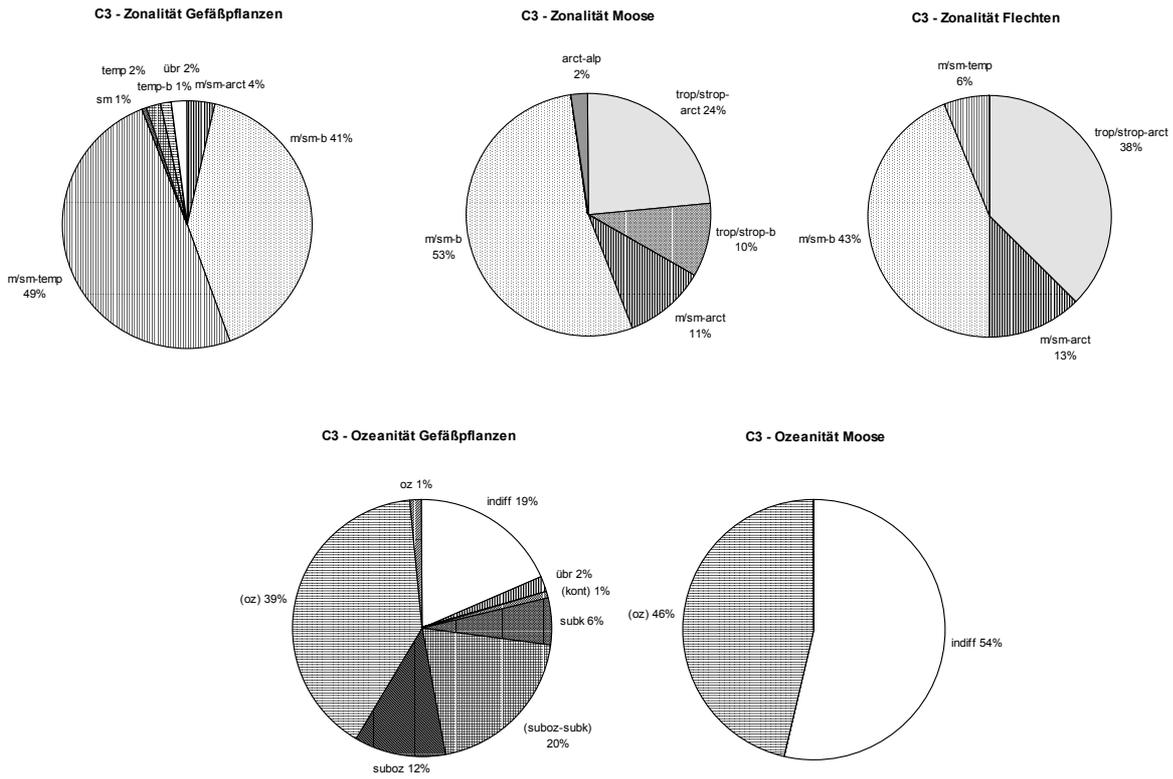


Abbildung 50: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen der *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft.

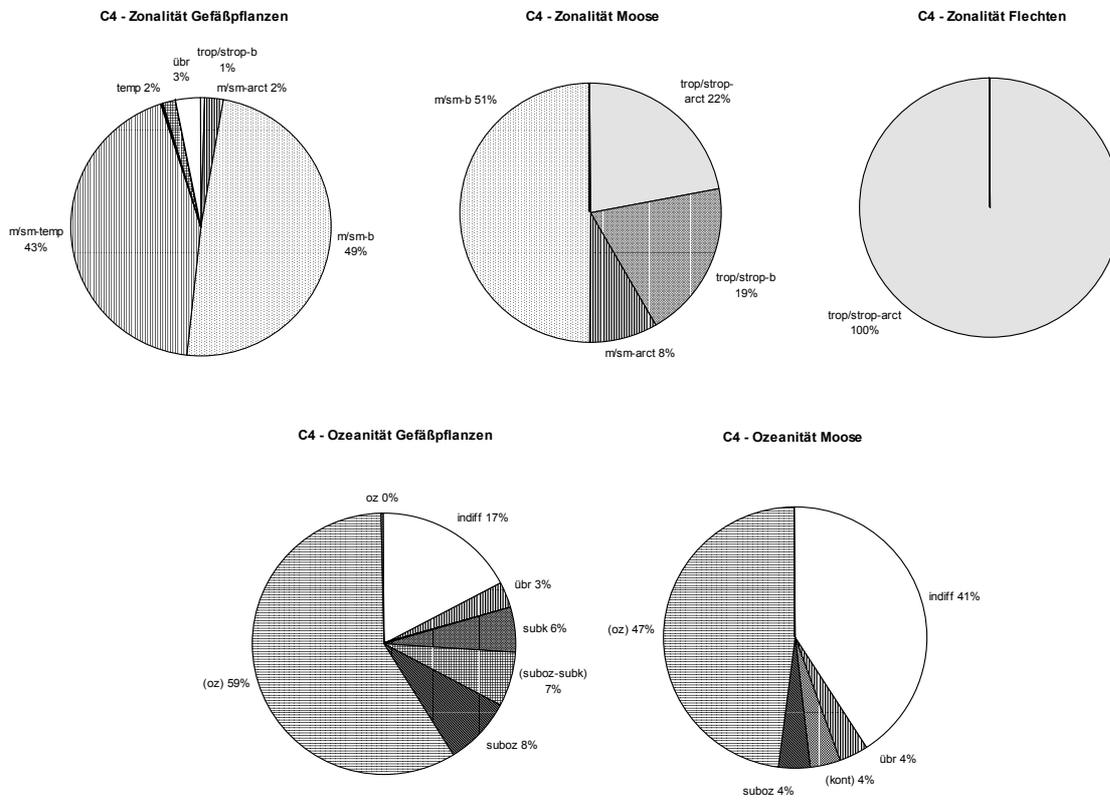


Abbildung 51: Zonalitäts- und Ozeanitätsspektren der einzelnen Artengruppen der *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft.

4.2 Biodiversität der untersuchten Trockenrasengesellschaften

4.2.1 Artenvielfalt der untersuchten Trockenrasengesellschaften

Die mittlere Pflanzenartendichte der Trockenrasengesellschaften des Untersuchungsgebietes zeigt eine weite Spanne. Der niedrigste Wert wurde mit insgesamt 7 Arten pro 4 m² beim Corniculario-Corynephorretum festgestellt, der höchste mit 80 Arten beim Gypsophilo-Globularietum. Tabelle 23 gibt die Kenngrößen der α -Diversität für die einzelnen Assoziationen wieder.

Tabelle 23: Kenngrößen der Artendiversität der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes mit M = Mittelwert und s = Standardabweichung.

Gesellschaft		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4
n		70	25	48	35	4	3	4	12	7	66	60	39	61	25	10
Fläche [m ²]		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Arten gesamt	M	42,5	48,6	51,6	54,4	42,0	8,0	29,3	32,8	30,4	34,3	30,1	42,4	43,9	30,8	37,4
	s	14,4	12,1	11,8	12,5	16,6	1,7	6,1	8,7	6,6	9,0	7,6	9,3	10,2	7,8	7,4
	s [%]	33,9	24,9	22,9	23,0	39,5	21,3	20,8	26,5	21,7	26,2	25,2	21,9	23,2	25,3	19,8
Gefäßpflanzen	M	19,3	12,1	19,8	23,7	25,3	7,3	15,8	20,8	19,7	26,9	21,7	31,1	29,6	26,8	34,4
	s	8,2	6,1	6,0	4,1	7,0	2,3	3,1	5,6	6,5	6,2	6,4	5,5	6,4	6,0	5,7
Moose	M	17,7	22,9	18,9	19,4	11,8	0,7	6,3	5,1	2,9	5,5	5,5	8,1	9,7	3,4	2,8
	s	7,9	7,0	7,8	8,6	6,9	0,6	3,3	3,2	1,1	3,4	2,3	5,5	6,8	2,4	2,5
Flechten	M	5,0	13,0	12,8	11,2	4,8	0,0	7,3	6,9	7,9	2,0	3,5	3,2	4,4	0,6	0,2
	s	3,8	4,6	4,5	5,4	3,6	0,0	2,1	2,9	2,4	2,1	2,8	2,4	3,8	1,5	0,4
Shannon-Index	M	2,9	3,4	3,3	3,2	2,9	1,1	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,9	2,9	2,5	2,5
	s	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Evenness	M	78,9	87,5	83,4	81,8	78,8	50,7	74,5	75,8	75,6	74,4	74,1	77,3	77,2	72,9	70,3
	s	8,0	5,9	6,9	4,3	2,2	15,6	6,4	5,8	6,7	6,3	5,3	4,8	5,8	7,5	7,7

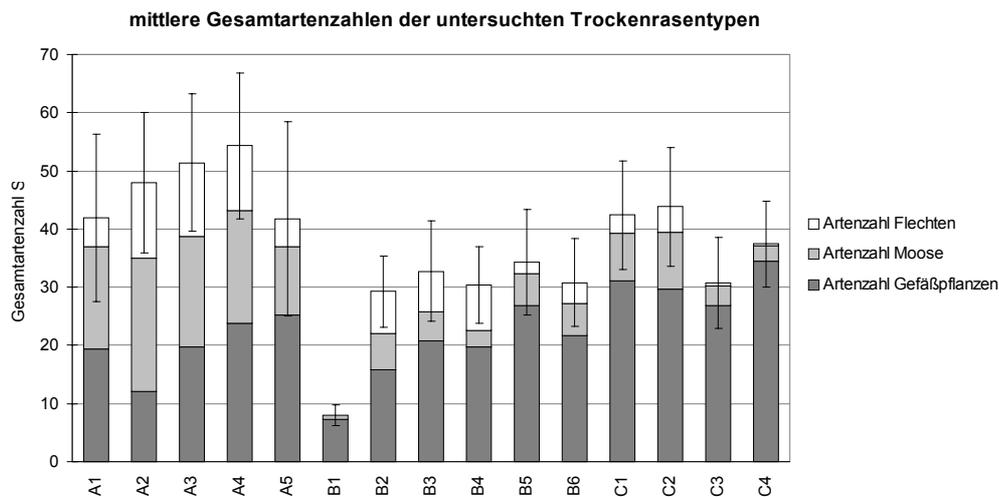


Abbildung 52: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtartenzahlen pro 4 m² der untersuchten Trockenrasenvegetationstypen. Zusätzlich dargestellt ist der jeweilige Anteil der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten.

Die Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea weisen die insgesamt höchsten mittleren Artenzahlen auf; diese liegen alle oberhalb von 40 Arten pro 4 m². Die artenreichste Gesellschaft des Untersuchungsgebietes ist das Gypsophilo-Globularietum mit durchschnittlich 54,4 Arten. Die Assoziationen der Koelerio-Corynepherea zeigen tendenziell die geringste Artenvielfalt unter den untersuchten Trockenrasenvegetationstypen. Extrem artenarm ist das Corniculario-Corynephoretum mit im Mittel 8 Arten. Die artenreichste Gesellschaft der Unterklasse ist das *Sileno otitae-Festucetum brevopilae* mit 34,3 Sippen. Eine mittlere Position nehmen die Halbtrockenrasen der *Festuco-Brometea* ein. Die höchsten Werte unter diesen wurden für das *Veronico spicatae-Avenetum* mit 43,9 Arten ermittelt, die niedrigsten für die *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft mit 30,8. Damit stellen die fünf Alvar-Assoziationen die artenreichsten Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes dar.

Der Anteil der Kryptogamen an der Phytodiversität differiert stark. Bei den Assoziationen der Felsgrusfluren tragen diese wesentlich zur Artenvielfalt bei. In der *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft stellen sie 74% der Gesamtarten. Moose und Flechten erreichen in der Gesellschaft mit durchschnittlich 22,9 bzw. 13,0 Arten die absolut höchsten Artenzahlen. Demgegenüber sind mit durchschnittlich 12,1 Sippen die geringsten Gefäßpflanzenartenzahlen – mit Ausnahme des Corniculario-Corynephoretum – festzustellen. Vergleichsweise unbedeutend ist der Anteil der Kryptogamen in der *Trifolium montanum-Medicago falcata*- sowie *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft mit 13% bzw. 8%. Insbesondere Flechten spielen mit durchschnittlich 0,6 und 0,2 Arten kaum eine Rolle. Wesentlich reicher an Kryptogamen sind das *Veronico spicatae-Avenetum* sowie die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft. Die Zahl der Flechtenarten liegt bei dem *Airetum praecocis*, dem *Festucetum polesicae* sowie dem *Helichryso-Jasionetum* deutlich höher als die der Moose, wohingegen bei den übrigen Gesellschaften das Verhältnis Moos zu Flechtenarten deutlich zugunsten der Moose ausfällt. In den genannten drei Assoziationen der Koelerio-Corynepherea machen Flechten zwischen 21% und 26% der Gesamtarten aus.

Die Gesamtartenzahlen der Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea – insbesondere des *Crepido-Allietum alvarense* – zeigen beträchtliche Schwankungen. Die Standardabweichung ist mit 14,4 Arten (33,9%) deutlich höher als bei den übrigen Trockenrasenvegetationstypen. Die geringste ermittelte Gesamtartenzahl beträgt lediglich 9 Arten (A1b.1), wohingegen die mittlere Artenzahl der Assoziation bei 42,5 Arten liegt. Sehr artenarme Bestände sind an stark frostwechselgeprägten Standorten zu finden.

Der Shannon-Index (Abb. 53) als synthetisches Maß für die Artenvielfalt und die Gleichverteilung der Arten innerhalb einer Untersuchungsfläche ist deutlich mit der mittleren Gesamtartenzahl korreliert ($r = 0,960$). Die niedrigsten Werte wurden wiederum für das Corniculario-Corynephoretum ermittelt, die höchsten jedoch nicht für das Gypsophilo-Globularietum sondern stattdessen für die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft. Ebenfalls leicht höher liegt der Shannon-Index des *Helianthemo-Galietum*. Die für die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft sowie das *Veronico-Avenetum* errechneten Werten liegen – übereinstimmend mit der mittleren Gesamtartenzahl – in derselben Größenordnung wie für das *Crepido-Allietum* sowie die *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft. Abweichungen gibt es indes beim Vergleich der Assoziationen der Koelerio-Corynepherea mit den übrigen beiden der *Festuco-Brometea*. Diese weisen alle einen Shannon-Index von 2,5 bis 2,6 auf, die Gesamtartenzahl differiert aber deutlich. Die mit Abstand höchste Artenzahl ist für die *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft mit 37,4 Arten und einem Shannon-Index von 2,5 festzustellen, die geringsten mit 29,3 für das *Airetum praecocis*, für das ebenfalls ein Shannon-Index von 2,5 errechnet wurde.

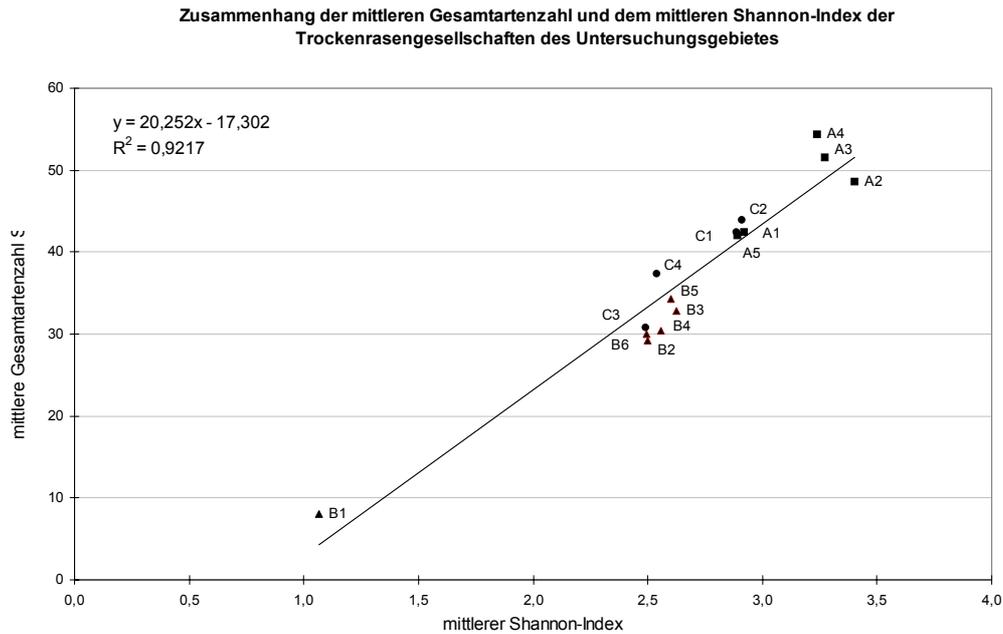


Abbildung 53: Zusammenhang zwischen der mittleren Artenzahl (pro 4 m²) und dem mittleren Shannon-Index ($r = 0,960$) der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes ($n = 15$).

Bemerkenswerterweise ergibt die Darstellung des Zusammenhangs zwischen mittlerer Gesamtartenzahl und der mittleren Evenness als Kenngröße für die Gleichverteilung der Arten innerhalb einer Untersuchungsfläche ein sehr ähnliches Bild (Abb. 54). Die für die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft ermittelte mittlere Evenness liegt mit 87,5 recht nahe am theoretischen Höchstwert von 100. Die Evenness-Werte der untersuchten Trockenrasenvegetationstypen auf den 4 m² großen Aufnahmeflächen sind offensichtlich mit dem jeweiligen Anteil von Moosen und Flechten an der Artendiversität korreliert ($r = 0,762$).

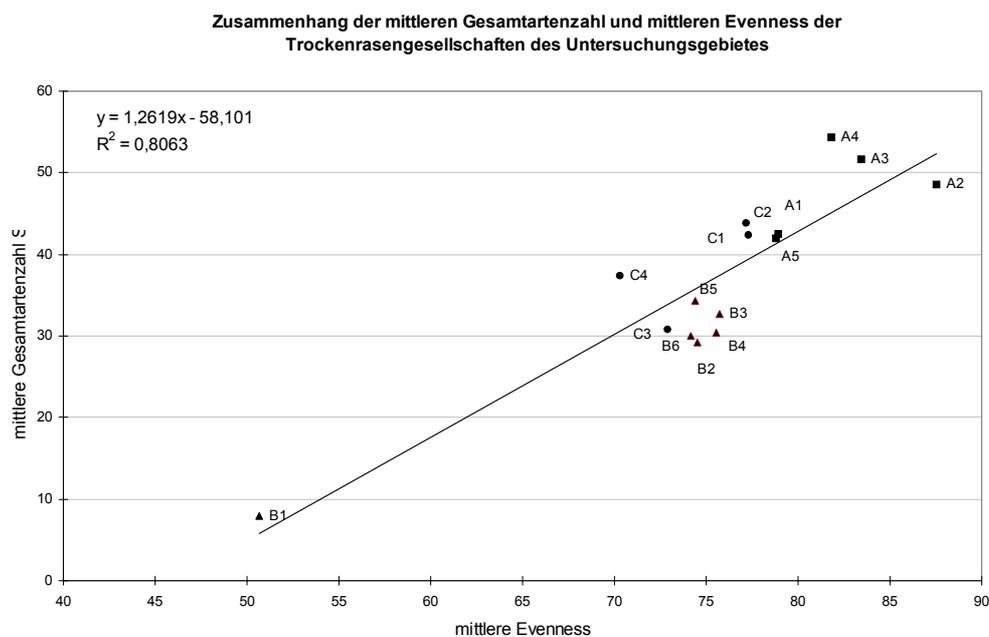


Abbildung 54: Zusammenhang zwischen der mittleren Artenzahl (pro 4 m²) und der mittleren Evenness der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes ($n = 15$).

Tabelle 24 stellt die Werte des α -Index nach HOBÖHM (1998, 2000) der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes im Vergleich zu denen ähnlicher Gesellschaften Bohusläns sowie Nordostdeutschlands dar. Der Berechnung liegen die von HOBÖHM & HÄRDTLE (1997) ermittelten z- und log(c)-Werte von 0,2 und 1,0 zu Grunde (s. Kap. 3.2.8). Auf die mit der Berechnung verbundenen Probleme wird unter Punkt 4.2.3 zurückgekommen.

Tabelle 24: Werte des α -Index nach HOBÖHM (1998, 2000) der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes (S-Öl) im Vergleich zu denen ähnlicher Gesellschaften Bohusläns (S-Bo, HALLBERG 1971) sowie Nordostdeutschlands (D-NO, DENGLER 2001c). Die Berechnung erfolgte unter Zugrundelegung der von HOBÖHM & HÄRDTLE (1997) ermittelten log(c)- und z-Werte.

Herkunft	Gesellschaftsbezeichnung	n	mittlere Aufnahme- fläche m ²	mittlere Artenzahl	α -Index z = 0,20 c = 1
S-Öl	Gypsophilo-Globularietum	34	4,0	54,4	0,62
S-Öl	Helianthemo-Galietum oelandici	48	4,0	51,6	0,59
S-Öl	<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Ges.	25	4,0	48,6	0,57
S-Bo	Sedo-Tortelletum	34	1,3	39,6	0,57
S-Bo	Ditricho-Sedetum	20	3,6	47,0	0,56
S-Öl	Veronico spicatae-Avenetum	61	4,0	43,9	0,52
S-Öl	Crepido-Allietum alvarense	70	4,0	42,5	0,51
S-Öl	<i>Phleum bertolonii-Saxifraga granulata</i> -Ges.	39	4,0	42,4	0,51
S-Öl	<i>Androsace septentrionalis-Sedum album</i> -Ges.	4	4,0	42,0	0,50
S-Öl	<i>Adonis vernalis-Ononis arvensis</i> -Ges.	10	4,0	37,4	0,45
S-Öl	Sileno otitae-Festucetum brevipilae	66	4,0	34,3	0,41
S-Bo	Alchemillo-Festucetum	54	7,2	38,0	0,41
S-Öl	Festucetum polesicae	12	4,0	32,8	0,40
S-Öl	<i>Trifolium montanum-Medicago falcata</i> -Ges.	25	4,0	30,8	0,37
S-Bo	Fragario-Helictotrichetum	90	8,6	36,0	0,37
S-Öl	Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis	7	4,0	30,4	0,36
S-Öl	Diantho deltoideis-Armerietum elongatae	60	4,0	30,1	0,36
S-Bo	Galio-Festucetum	19	28,0	45,0	0,36
S-Öl	Airetum praecocis	4	4,0	29,3	0,35
D-NO	Adonido vernalis-Brachypodietum pinnati	147	10,0	34,0	0,33
D-NO	Cirsio acaulis-Trifolietum montani	50	10,0	31,1	0,29
D-NO	Sileno otitae-Festucetum brevipilae	153	10,0	27,2	0,23
D-NO	Festucetum polesicae	42	10,0	22,6	0,15
D-NO	Diantho deltoideis-Armerietum elongatae	168	10,0	21,7	0,14
D-NO	Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis	75	10,0	21,4	0,13
D-NO	Saxifrago tridactylitae-Poetum compressae	3	10,0	20,3	0,11
D-NO	Gentiano-Pimpinellum saxifragae	35	10,0	19,9	0,10
D-NO	Airetum praecocis	8	10,0	16,4	0,01
D-NO	Corniculario-Corynephorum canescentis	111	10,0	12,3	-0,11
S-Öl	Corniculario-Corynephorum canescentis	3	4,0	8,0	-0,22

Die südschwedischen Trockenrasen zeigen eine verglichen mit denen Nordostdeutschlands bemerkenswert hohe Artendiversität. Mit Ausnahme des Corniculario-Corynephorum liegen die Werte für die deutschen Gesellschaften – unabhängig von der Klasse – niedriger als für die südschwedischen. Da die aufgeführten Gesellschaften jedoch aus Kalkgebieten stammen, wohingegen sauer reagierender Urgesteinsuntergrund in Südschweden flächenmäßig klar dominiert, lassen sich hieraus keine generellen Aussagen ableiten.

Die insgesamt höchsten Werte des α -Index weisen die südschandinavischen Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea auf. Die höchsten Werte wurden für das öländische Gypsophilo-Globularietum (0,62) sowie Helianthemo-Galietum (0,59) ermittelt. Nur wenig niedriger liegen diejenigen des Sedo-Tortelletum sowie Ditricho-Sedetum aus Bohuslän mit 0,57 und 0,56. Ebenfalls ein α -Index von 0,57 wurde für die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft errechnet. Im krassen Gegensatz hierzu steht die relative Artenarmut des nordostdeutschen Saxifraga tridactylitae-Poetum compressae mit einem Index von 0,11. Die Assoziation siedelt dort auf anthropogenem Substrat, insbesondere Gleisschottern.

Innerhalb der Festuco-Brometea sind das Veronico spicatae-Avenetum (0,52) sowie die *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft (0,51) mit Abstand am artenreichsten. Für die *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft wurde mit 0,37 der gleiche α -Index wie für das Fragario-Helictotrichetum Bohuslän's errechnet. Floristisch stehen sich die Gesellschaften nahe; möglicherweise handelt es sich um ein und dieselbe Assoziation. Die Regression liefert offenbar auch für Skandinavien recht plausible Ergebnisse. Das Adonido-Brachypodietum Nordostdeutschlands zeigt als – mit Abstand artenreichste Trockenrasengesellschaft des Gebietes – einen etwas niedriger liegenden α -Index von 0,33. Die geringste Artendiversität ist für das Cirsio acaulis-Trifolietum montani (Zentralassoziation des Gentianello-Avenulion) mit 0,29 festzustellen.

Für die Gesellschaften der Koelerio-Corynephoretea ergibt sich ein interessantes Bild der Verteilung der Phytodiversität. Die Rangfolge hinsichtlich der Artenvielfalt der Assoziationen in Südschandinavien entspricht im Wesentlichen derjenigen Nordostdeutschlands, wo die Werte des α -Index – mit Ausnahme des Corniculario-Corynephoretum – insgesamt jedoch um rund 0,2 Einheiten niedriger liegen. Die höchste Phytodiversität ist jeweils für das Sileno otitae-Festucetum brevopilae festzustellen. Dem folgt das Festucetum polesicae. Relativ gering sind die Differenzen zwischen dem Diantho-Armerietum sowie Helichryso-Jasionetum. Das zu dem öländischen Diantho-Armerietum floristisch enge Beziehungen aufweisende Galio-Festucetum Bohuslän's besitzt mit 0,36 exakt den gleichen α -Index. Das nordostdeutsche Gentiano-Pimpinellum saxifragae – das vermutlich dem Galio-Festucetum entspricht – zeigt demgegenüber eine deutlich geringere Phytodiversität als das im Gebiet vorkommende Diantho-Armerietum. Deutlich geringer ist dort die Artenvielfalt des Airetum praecocis; dieses nimmt in Nordostdeutschland eine Mittelstellung zwischen dem Corniculario-Corynephoretum sowie Gentiano-Pimpinellum saxifragae ein. Demgegenüber unterscheidet sich die Assoziation auf Öland in ihrem Artenreichtum kaum vom Diantho-Armerietum. Die Stichprobengröße ist jedoch nur gering und die Bestände so kleinflächig ausgebildet, dass die hohen Artenzahlen vermutlich auf Nachbarschaftseffekte zurückzuführen sind. Extrem artenarm ist das Corniculario-Corynephoretum – bei diesem liegt der für die öländischen Bestände ermittelte α -Index mit -0,22 noch wesentlich niedriger als bei dem Nordostdeutschlands. Auch hier ist jedoch anzumerken, dass die Stichprobengröße mit 3 Aufnahmen zu gering ist, um daraus generelle Aussagen abzuleiten.

Insgesamt ist die relative Artenvielfalt von Trockenrasenvegetationstypen mit Werten die zum überwiegenden Teil oberhalb der Regressionsgeraden liegen sehr hoch. Unter den Gesellschaften der beiden Trockenrasenklassen ist eine Abnahme der Phytodiversität von den Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea über die der Festuco-Brometea bis zu denen der Koelerio-Corynephoretea festzustellen.

4.2.2 Verteilungsmuster der Artenvielfalt in den Trockenrasen des Untersuchungsgebietes

Im vorangegangenen Kapitel wurden die Assoziationen hinsichtlich ihrer α -Diversität verglichen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der auf der Basis der Einzelaufnahmen durchgeführten Regressionsanalysen vorgestellt. Diese gehen der Frage möglicher Verteilungsmuster der Artendiversität in den Trockenrasen des Untersuchungsgebietes nach. Dabei wurde jeweils eine lineare Regression getestet. Bei Verdacht auf Vorliegen einer polynomischen Regressionsfunktion zweiten Grades ist diese in den Graphiken zusätzlich dargestellt.

4.2.2.1 Zusammenhänge zwischen Kryptogamen- und Gefäßpflanzenartenvielfalt

Unter den untersuchten Syntaxa besitzen die Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea die größte Artendichte. Diese Vegetationstypen zeichnen sich durch einen sehr hohen Anteil von Moosen und Flechten an der Gesamtartenzahl aus. Mit Ausnahme der *Androsace septentrionalis*-*Sedum album*-Gesellschaft liegt dieser deutlich über 50%. Auch innerhalb der Festuco-Brometea ist zu beobachten, dass die höchste Artenvielfalt mit dem höchsten Anteil an Kryptogamen zusammenfällt. In Tabelle 25 sind die Ergebnisse der Regressionsanalysen zur Untersuchung der Zusammenhänge von Gesamtarten-, Kryptogamenarten- und Gefäßpflanzenartendiversität sowie der Evenness und dem Shannon-Index dargestellt. Als ein Indikator für die interspezifische Konkurrenz und die zwischen den beiden Artengruppen bestehende wurden die errechneten Gesamt- und Gruppenabundanzsummen herangezogen.

Tabelle 25: Korrelationsmatrix zum Zusammenhang zwischen Evenness, Shannon-Index, Gesamt- sowie Gruppenartenzahlen (S) und -abundanzsummen (AbS) für den Gesamtdatensatz (n = 469). Die Signifikanzschranken liegen bei $r = 0,098$ für $p = 5\%$, $r = 0,128$ für $p = 1\%$ und $r = 0,164$ für $p = 0,1\%$ (nach LOZÁN & KAUSCH 1998, Tab. 28, 185). Hoch signifikante Zusammenhänge*** sind fett gedruckt.

	Evenness	Shannon	S gesamt	S Krypt.	S Gef.	AbS gesamt	AbS Krypt.
AbS Gef.	-0,295***	-0,160**	-0,010	-0,476***	0,729***	0,831***	0,022
AbS Krypt.	0,199***	0,358***	0,444***	0,390***	0,122**	0,482***	
AbS gesamt	-0,134**	0,063	0,224***	-0,161**	0,661***		
S Gef.	0,000	0,218***	0,374***	-0,243***			
S Krypt.	0,641***	0,791***	0,809***				
S gesamt	0,612***	0,891***					
Shannon	0,896***						

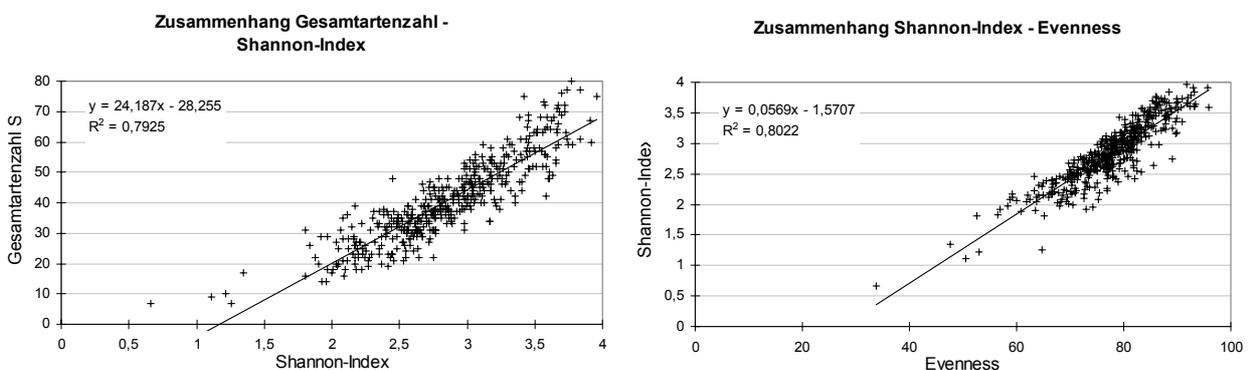


Abbildung 55: Zusammenhänge zwischen Gesamtartenzahl und Shannon-Index ($r = 0,891$) sowie zwischen Shannon-Index und Evenness ($r = 0,896$) (n = 469).

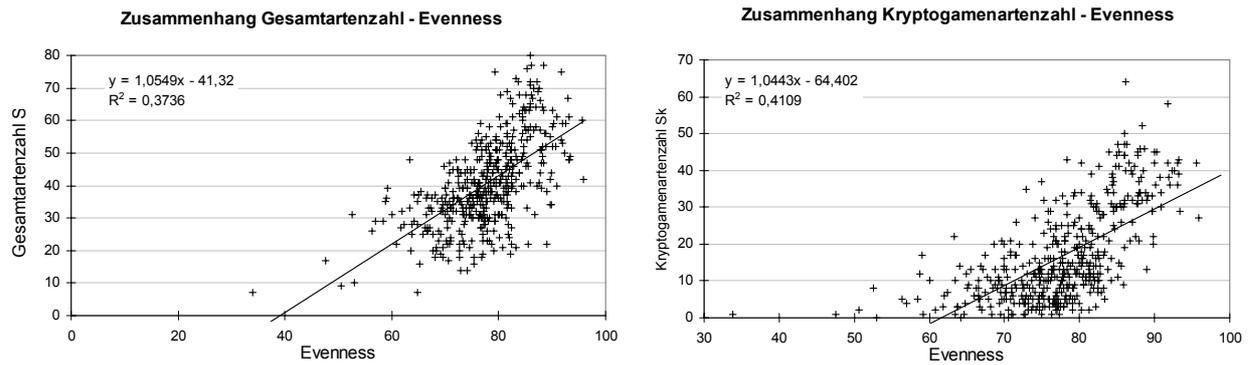


Abbildung 56: Zusammenhänge zwischen Evenness und Gesamtartenzahl ($r = 0,612$) sowie zwischen Evenness und Kryptogamenartenzahl ($r = 0,641$) ($n = 469$).

Wie für die Mittelwerte der Assoziationen ist auch unter Zugrundelegung der Einzeldaten eine starke Korrelation ($r = 0,891$) zwischen der Gesamtartenzahl und dem Shannon-Index festzustellen. Dieser steht außerdem in einem Zusammenhang mit der mittleren Evenness ($r = 0,896$). Etwas geringer fällt der Korrelationskoeffizient für die Abhängigkeit von Gesamtartenzahl und Evenness aus ($r = 0,612$); er ist aber dennoch signifikant.

Der Zusammenhang ($r = 0,641$) zwischen Kryptogamenartenzahl und Evenness ist dabei signifikanter als zwischen Gesamtartenzahl und Evenness. Demgegenüber ist ein solcher für die Gefäßpflanzenartenzahl offensichtlich nicht gegeben. Damit wird die oben aufgestellte These bestätigt, dass die Evenness mit dem jeweiligen Kryptogamenanteil an der Gesamtartenzahl korreliert ist.

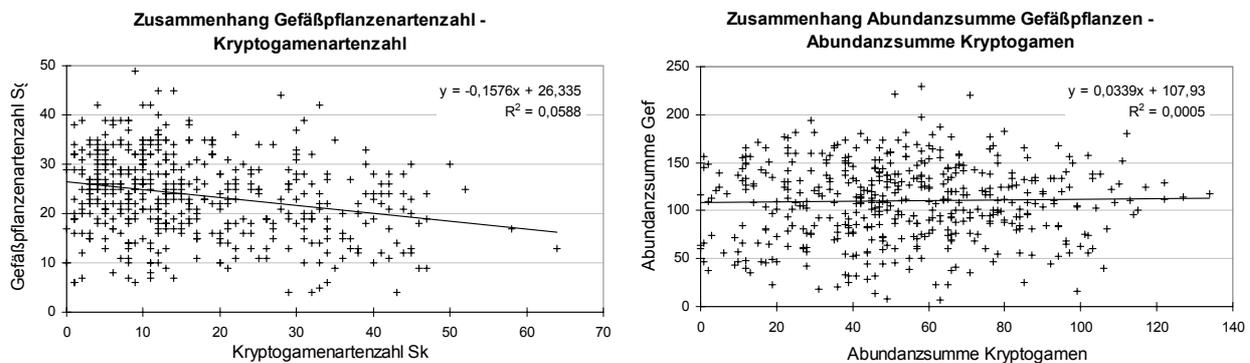


Abbildung 57: Zusammenhänge zwischen Gefäßpflanzen- und Kryptogamenartenzahl ($r = -0,243$) sowie Gefäßpflanzen- und Kryptogamenabundanzsumme ($r = 0,022$) ($n = 469$).

Bei dem Vergleich der Artenzahlen von Kryptogamen und Gefäßpflanzen ist ein schwach negativer Zusammenhang ($r = -0,243$) festzustellen. Keine Abhängigkeit zeigen demgegenüber Gefäßpflanzen- und Kryptogamenabundanzsummen.

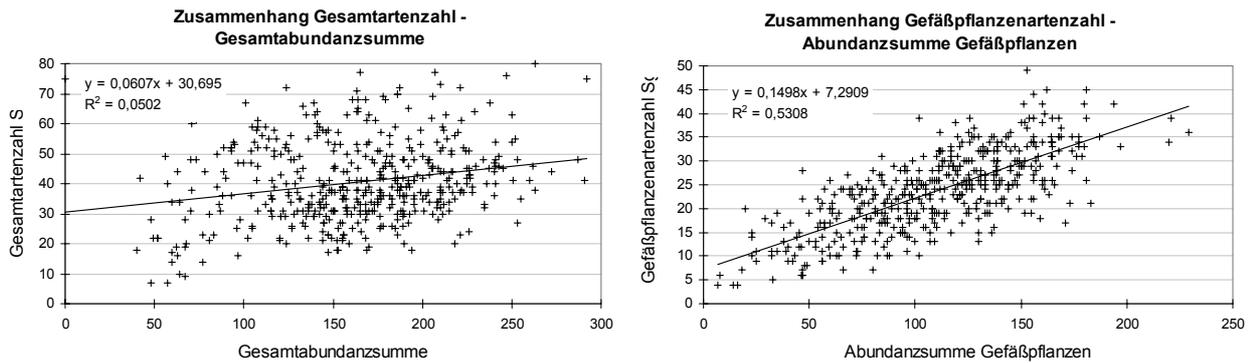


Abbildung 58: Zusammenhänge zwischen Gesamtartenzahl- und -abundanzsumme ($r = -0,010$) sowie Gefäßpflanzenartenzahl und -abundanzsumme ($r = 0,729$) ($n = 469$).

Interessant ist der Aspekt, dass für die öländischen Trockenrasen keine Abnahme der Artenvielfalt mit zunehmender Gesamtabundanzsumme festzustellen ist; tendenziell steigt die Gesamtartenzahl sogar weiter an. Ein wesentlich deutlicherer, hochsignifikanter Zusammenhang besteht zwischen der Gefäßpflanzenabundanzsumme sowie der Gefäßpflanzenartenzahl ($r = 0,729$). Dies weist darauf hin, dass selbst in dicht geschlossenen (Halb-)Trockenrasen die interspezifische Konkurrenz keinen Einfluss auf die Gefäßpflanzenartendiversität ausübt. Kein signifikanter Zusammenhang ist zwischen der Gefäßpflanzenabundanzsumme und der Gesamtartenzahl zu erkennen ($r = -0,010$).

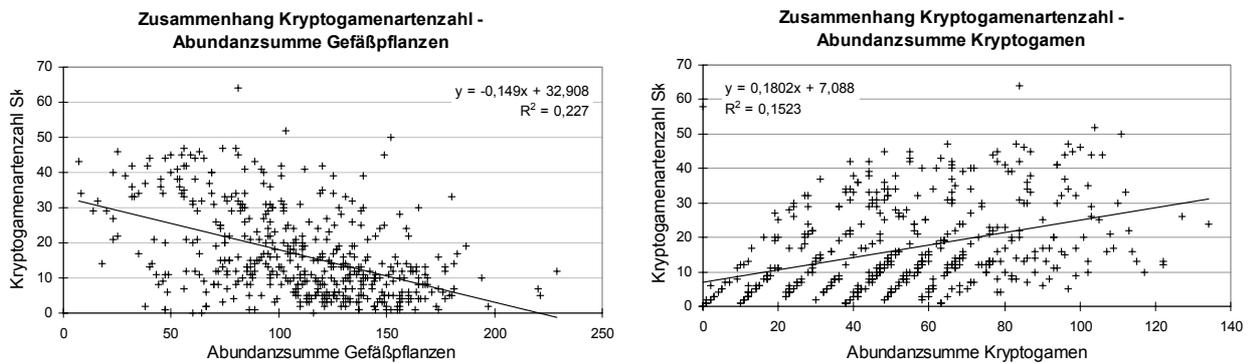


Abbildung 59: Zusammenhänge zwischen Kryptogamenartenzahl und Gefäßpflanzenabundanzsumme ($r = -0,476$) sowie Kryptogamenartenzahl und Kryptogamenabundanzsumme ($r = 0,390$) ($n = 469$).

Demgegenüber ist der Anstieg der Gefäßpflanzenabundanzsumme mit einem signifikanten Rückgang der Kryptogamenartenvielfalt verbunden ($r = -0,476$). Bemerkenswerterweise ist die Gesamtkryptogamenartenzahl stärker negativ mit der Gefäßpflanzenabundanzsumme korreliert als die Moos- sowie die Flechtenartenzahl. Offensichtlich liegt somit keine einheitliche Verteilung von Moos- und Flechtenarten vor, sondern die jeweiligen Anteile an der Gesamtkryptogamenanzahl schwanken. Die Regressionsanalyse ergibt aber dennoch einen klaren positiven Zusammenhang ($r = 0,597$) zwischen Moos- und Flechtenartenzahl.

4.2.2.2 Zusammenhänge zwischen Artenvielfalt und ökologischen Kenndaten

Die von den öländischen Trockenrasen vorliegenden Daten wurden dahingehend ausgewertet, ob sich Zusammenhänge zwischen Basen- und Feuchtegradienten erkennen lassen. Von der Auswertung der mittleren N-Zahlen wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit abgesehen, da die entsprechende Einstufung für einen erheblichen Teil der Arten nicht bekannt ist. Als Indikator für die jeweilige Nährstoffverfügbarkeit wurde stattdessen der für die weitergehend analysierten Bodenproben ermittelte Glühverlust herangezogen. Zusätzlich wurde der Zusammenhang von Basensättigung, Kationenaustauschkapazität sowie dem Kalkgehalt und der Artendiversität untersucht. Aufgrund der hohen Bedeutung der Kryptogamen für die Gesamtartenvielfalt wurde außerdem dem Einfluss der jeweiligen Bodentieftiefgründigkeit sowie des Gesteinsanteils nachgegangen. Des Weiteren wurde analysiert, inwieweit das Mikrorelief als ein möglicher Indikator für die kleinstandörtliche Heterogenität einen Einfluss auf die Gesamtartenzahlen besitzt. Die Tabellen 26 und 27 zeigen die Ergebnisse der durchgeführten Regressionsanalysen.

Tabelle 26: Korrelationsmatrix zum Zusammenhang zwischen ökologischen Kenndaten, Gesamt- und Gruppenartenzahlen für den Gesamtdatensatz (n = 469). Die Signifikanzschranken liegen bei $r = 0,098$ für $p = 5\%$, $r = 0,128$ für $p = 1\%$ und $r = 0,164$ für $p = 0,1\%$ (nach LOZÁN & KAUSCH 1998, Tab. 28, 185). Hoch signifikante Zusammenhänge *** sind fett gedruckt.

	R	F	pH (H₂O)	Bodentieftgr.	Mikrorel.	Gestein
S gesamt	0,226***	0,220***	0,390***	-0,332***	0,230***	0,179***
S Gef.	-0,035	0,082	-0,260***	0,191***	0,184***	-0,259***
S Krypt.	0,249***	0,276***	0,565***	-0,465***	0,118*	0,352***
Gestein	0,247***	0,014	0,288***	-0,265***	-0,006	
Mikrorelief	0,148**	0,346***	0,138**	-0,155**		
Bodentieftgr.	-0,336***	-0,288***	-0,446***			
pH (H₂O)	0,639***	0,339***				
F	0,315***					

Tabelle 27: Korrelationsmatrix zum Zusammenhang zwischen pH-Wert (H₂O), Kalkgehalt, Basensättigung, Kationenaustauschkapazität (KAK), Glühverlust, Gesamt- und Gruppenartenzahlen für die weitergehend untersuchten Bodenproben (n = 130). Die Signifikanzschranken liegen bei $r = 0,178$ für $p = 5\%$, $r = 0,232$ für $p = 1\%$ und $r = 0,294$ für $p = 0,1\%$ (nach LOZÁN & KAUSCH 1998, Tab. 28, 185). Hoch signifikante Zusammenhänge *** sind fett gedruckt.

	pH (H₂O)	Kalkgehalt	Basensättigung	KAK	Glühverlust
S gesamt	0,364***	0,005	0,392***	0,290***	0,559***
S Gef.	-0,280**	-0,533***	0,128	-0,462***	0,114
S Krypt.	0,542***	0,311***	0,48***	0,571***	0,520***
Glühverlust	0,286**	0,141	0,122	0,410***	
KAK	0,811***	0,785***	0,688***		
Basensättigung	0,817***	0,490***			
Kalkgehalt	0,645***				

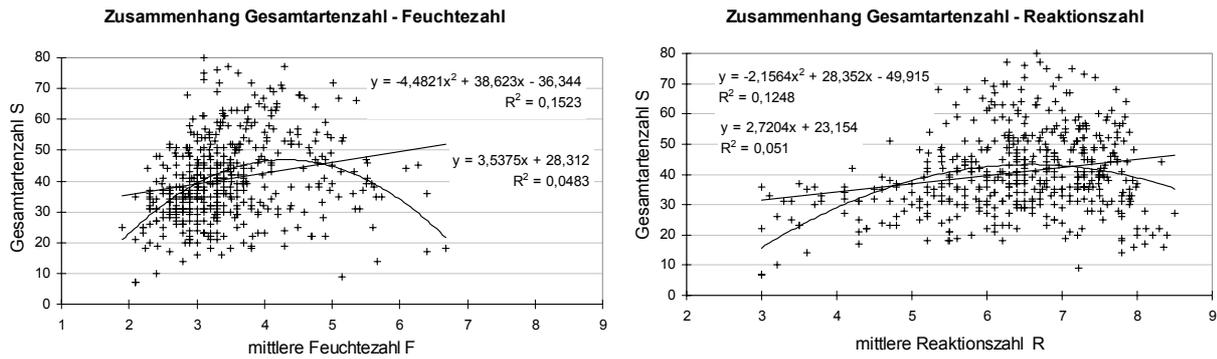


Abbildung 60: Zusammenhänge zwischen der mittleren Feuchtezahl und der Gesamtartenzahl ($r = 0,220$) sowie der mittleren Reaktionszahl und der Gesamtartenzahl ($r = 0,226$) ($n = 469$).

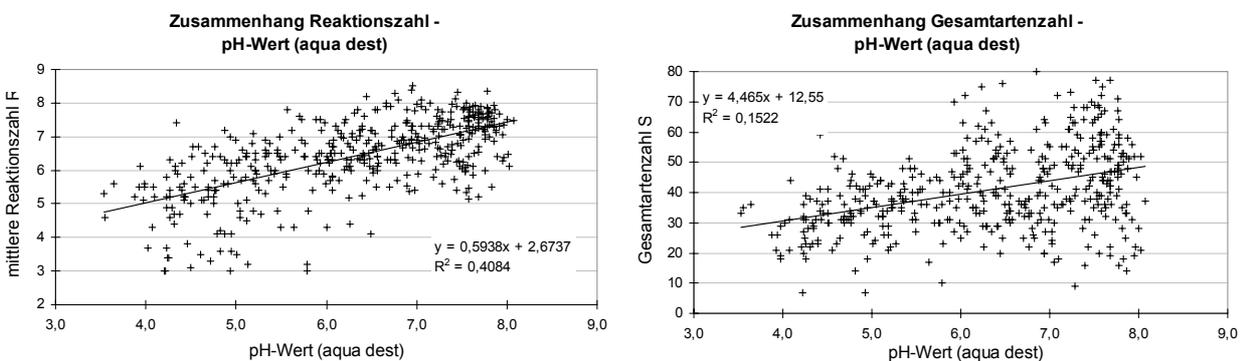


Abbildung 61: Zusammenhänge zwischen der mittleren Reaktionszahl und dem Boden-pH ($r = 0,639$) sowie der Gesamtartenzahl und dem Boden-pH ($r = 0,390$) ($n = 469$).

Für die Feuchtezahl ist in der graphischen Darstellung eine leichte Optimumskurve festzustellen. Dabei scheint eine linksschiefe Verteilung vorzuliegen. Insgesamt ist die Streuung der Datenpunkte jedoch recht groß. Für die lineare Regression ergibt sich eine positive Korrelation von Feuchtezahl und Artendichte. Betrachtet man die Artengruppen der Gefäßpflanzen und Kryptogamen, so fällt auf, dass für erstere kein Zusammenhang zwischen Artenreichtum und Feuchtezahl gegeben ist, für zweitere demgegenüber ein deutlicher.

Für die Beziehung von Reaktionszahl und Gesamtartenzahl ist ebenfalls eine leichte Maximumskurve zu erahnen. Diese verläuft aber wesentlich flacher und die Streuung der Datenpunkte ist noch höher als bei der Feuchtezahl. In der linearen Regression ist ein signifikanter positiver Zusammenhang zu verzeichnen ($r = 0,226$). Ein etwas anderes Bild als der Zusammenhang zwischen Reaktionszahl und Gesamtartenzahl liefert die graphische Darstellung der Korrelation von pH-Wert und Gesamtartenzahl. Die Linearität ist wesentlich deutlicher ausgeprägt, der Korrelationskoeffizient dementsprechend mit $r = 0,390$ höher. Der vorgefundene Zusammenhang zwischen Reaktionszahl und pH-Wert ist verglichen mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen schwach (vgl. ELLENBERG in ELLENBERG et al. 1991, 30). Tendenziell liegt die mittlere Reaktionszahl höher als der tatsächliche Boden-pH. In einigen Fällen wurden aber auch wesentlich niedrigere Reaktionszahlen erhalten – obgleich *Festuca ovina* bereits von der Berechnung ausgenommen wurde.

Werden die Korrelationen von dem pH-Wert und den jeweiligen Gruppenartenzahlen betrachtet, so lassen sich deutliche Unterschiede feststellen (Abb. 62).

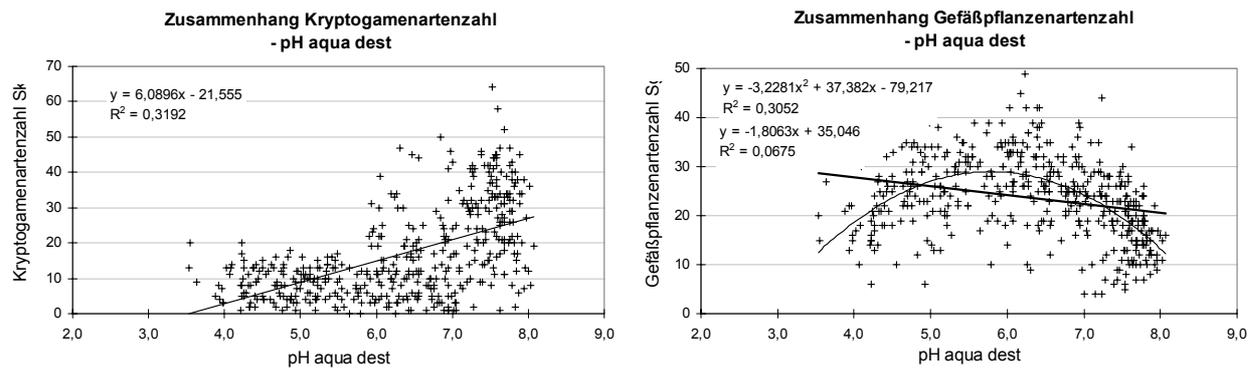


Abbildung 62: Zusammenhänge zwischen der Kryptogamenartenzahl und dem Boden-pH ($r = 0,565$) sowie der Gefäßpflanzenartenzahl und dem Boden-pH ($r = -0,260$) ($n = 469$).

Während sich für die Kryptogamen ein uneingeschränkt positiver linearer Trend ($r = 0,565$) für den Zusammenhang von Boden-pH-Wert und Artenvielfalt feststellen lässt, so scheint der statistische Zusammenhang für die Gefäßpflanzensippen eher einer quadratischen Funktion zu folgen. In der linearen Regression ist bei den Gefäßpflanzen ein negativer Korrelationskoeffizient zu beobachten. Der niedrige Korrelationskoeffizient von Kryptogamenartenzahl und Reaktionszahl überrascht daher.

Für die Kationenaustauschkapazität und die Basensättigung ist eine sehr ähnliche Verteilung festzustellen. Die Parameter korrelieren deutlich mit dem Boden-pH-Wert. Dabei ist allerdings kritisch anzumerken, dass die Werte für die Kationenaustauschkapazität, die oberhalb von 150 mval/100g liegen, nicht bestimmt wurden, da davon auszugehen ist, dass in diesem Fall die jeweilige Kationenversorgung nicht den limitierenden Faktor darstellt. Vergleichsweise schwach ist die Korrelation von Kalkgehalt und Gesamtartenzahl. Demgegenüber ist eine hoch signifikante negative Korrelation von Kalkgehalt und Gefäßpflanzenartenzahl zu beobachten.

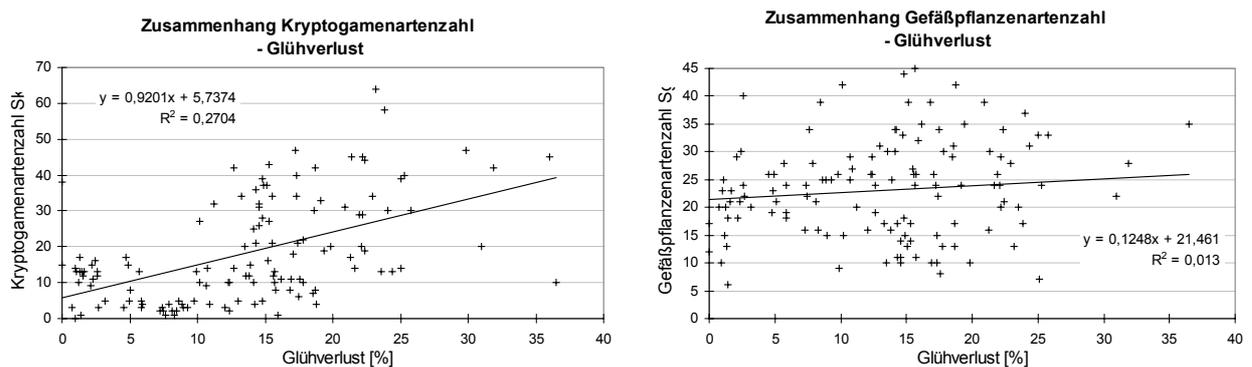


Abbildung 63: Zusammenhänge zwischen der Kryptogamenartenzahl und dem Glühverlust ($r = 0,520$) sowie der Gefäßpflanzenartenzahl und dem Glühverlust ($r = 0,114$) für die weiter untersuchten Bodenproben ($n = 130$).

Der Glühverlust steht bei den untersuchten Trockenrasenvegetationstypen in einem positiven linearen Zusammenhang mit der Gesamtartenzahl. Dabei lässt sich für die Gefäßpflanzensippen kein signifikanter Zusammenhang erkennen, wohingegen offensichtlich ein hochsignifikanter für die Kryptogamen gegeben ist.

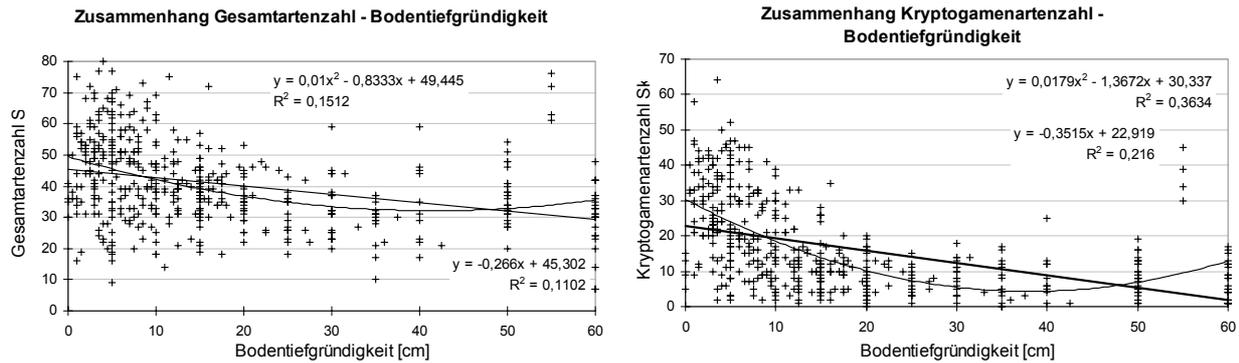


Abbildung 64: Zusammenhänge zwischen der mittleren Bodentiefgründigkeit und der Gesamtartenzahl ($r = -0,332$) sowie der mittleren Bodentiefgründigkeit und der Kryptogamenartenzahl ($r = -0,465$) ($n = 469$).

Bei dem statistischen Zusammenhang von Bodentiefgründigkeit und Gesamtartenzahl ist insgesamt ein negativer Zusammenhang zu beobachten. So wurden die höchsten Artenzahlen auf flachgründigen Böden des Alvars festgestellt. Deutlicher ist die Abhängigkeit der Kryptogamenartenzahl von der Bodentiefgründigkeit. In der graphischen Darstellung lässt sich für die Gesamtartenzahl eine stark nach links verschobene Verteilung erkennen, die den Ansatz einer Optimumskurve zeigt. Ein positiver Zusammenhang der Kryptogamenartenzahl ist erwartungsgemäß auch für den Gesteinsanteil gegeben. Bei der Gefäßpflanzenartenzahl ist dieser demgegenüber negativ.

Ein signifikanter Zusammenhang ist außerdem für die Gesamtartenzahl – ebenso wie für die Gruppenartenzahlen – vom Mikrorelief gegeben. Auf eine kleinräumige Heterogenität können neben dem Mikrorelief auch Spalten und Fugen im Untergrund hinweisen; dies wurde über die Spanne der Tiefgründigkeit des Bodens innerhalb einer Untersuchungsfläche festgehalten. Die Spanne der Tiefgründigkeit wurde für die Alvargesellschaften mit der Gesamtartenzahl korreliert, es lässt sich ebenfalls ein schwach signifikanter Zusammenhang feststellen ($r = 0,204$).

4.2.3 Artenzahl-Areal-Untersuchungen

In den vorausgegangenen Ausführungen wurde einige Unterschiede der Verteilungsmuster von Kryptogamen- und Gefäßpflanzendiversität herausgearbeitet. Es schließt sich die Frage an, ob sich für die untersuchten Trockenrasen Unterschiede in der Skalierung von Moos- und Flechten- sowie Gefäßpflanzenartenvielfalt erkennen lassen. Dies ist u.a. vor dem Hintergrund der Frage, inwieweit sich der α -Index nach HOBOM (1998, 2000) für einen Vergleich eignet, bei dem die Artendiversität kryptogamendominierter Vegetationstypen der von solchen, in denen diese Artengruppen eine untergeordnete Rolle spielen, gegenüber gestellt wird. In der Abbildung 65 sind die Artenzahl-Areal-Beziehungen der Trockenrasengesellschaften des Großen Alvars graphisch dargestellt.

In der linearen Darstellung der Artenzahl-Arealbeziehung ist ein annähernd logarithmischer Zusammenhang festzustellen. Im unteren Bereich ist der Kurvenverlauf etwas flacher, weiter oben hingegen leicht steiler. Die Kurvenverläufe der untersuchten Assoziationen ähneln sich und verlaufen lediglich entsprechend ihrer Unterschiede in der Gesamtartenvielfalt verschoben. Tendenziell ist bei dem Anstieg der Kryptogamenartenzahl früher eine Abflachung der Kurve zu erkennen als bei dem der Gefäßpflanzensippen. Während bei den Felsgrusfluren die Linie der Kryptogamenartenzahl oberhalb derjenigen der Gefäßpflanzensippen verläuft, ist beim *Veronico spicatae*-Avenetum das Gegenteil der Fall.

Die Standardabweichungen der Gesamtartenzahlen sind beim Crepido-Allietum sowie dem Helianthemo-Galietum relativ hoch, wengleich für diese die höchsten Stichprobengrößen vorliegen. Die Ursache hierfür ist in dem vergleichsweise heterogenen Aufnahmematerial zu suchen; so wurden die Aufnahmen unterschiedlichen Varianten bzw. Ausbildungen der Assoziationen zugeordnet.

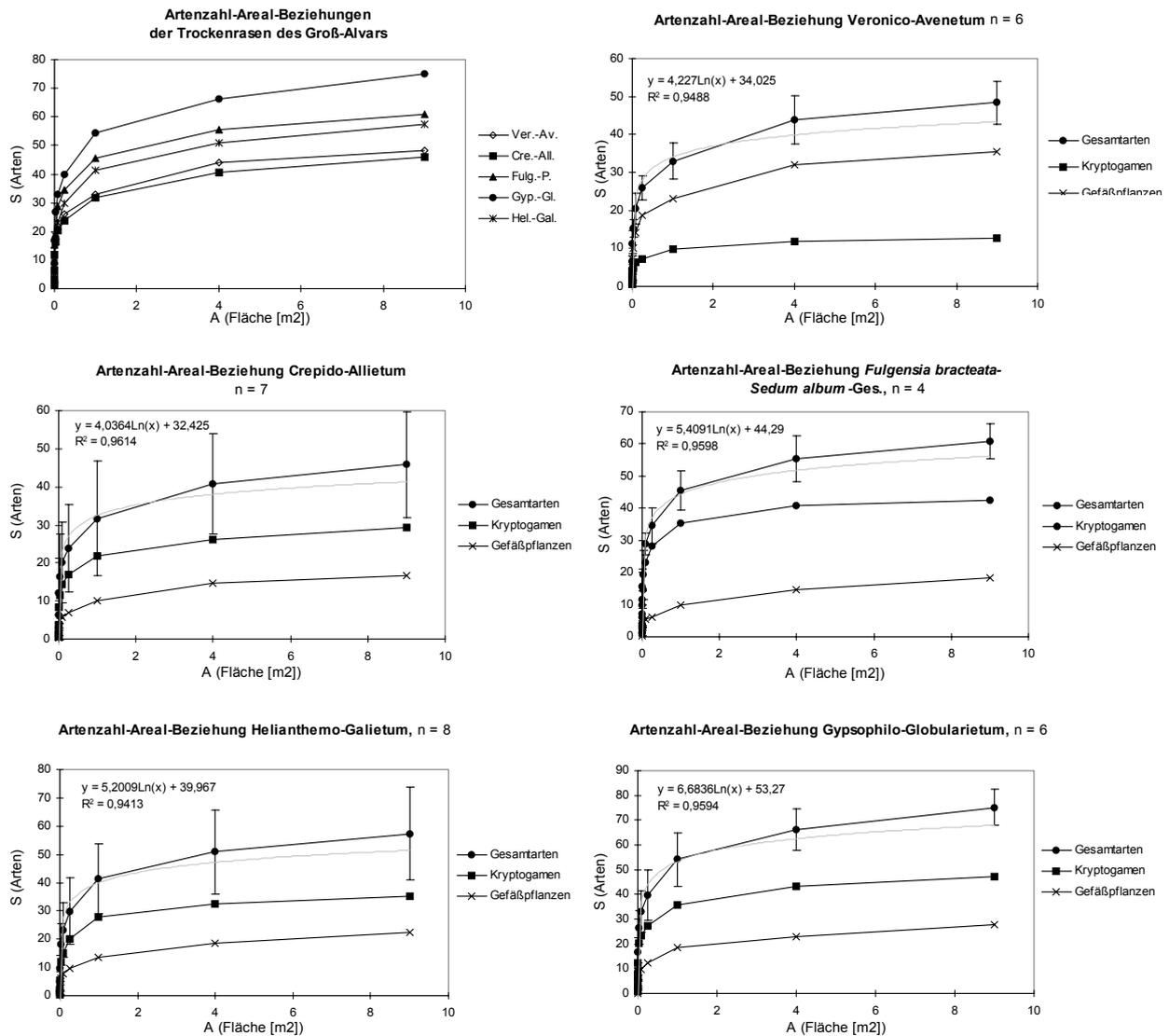


Abbildung 65: Lineare Darstellung der Artenzahl-Areal-Beziehung der Trockenrasen des Großen Alvars getrennt nach Gesamt-, Kryptogamen- sowie Gefäßpflanzenarten. Zusätzlich ist die Standardabweichung der Gesamtartenzahl abgebildet. In den Graphen sind jeweils die Regressionsfunktion und das Bestimmtheitsmaß R^2 angegeben.

Abbildung 66 zeigt die Kurvenverläufe der Artenzahl-Areal-Beziehung der Alvar-Assoziationen insgesamt sowie getrennt nach Kryptogamen- und Gefäßpflanzensippen im doppellogarithmischen Raum.

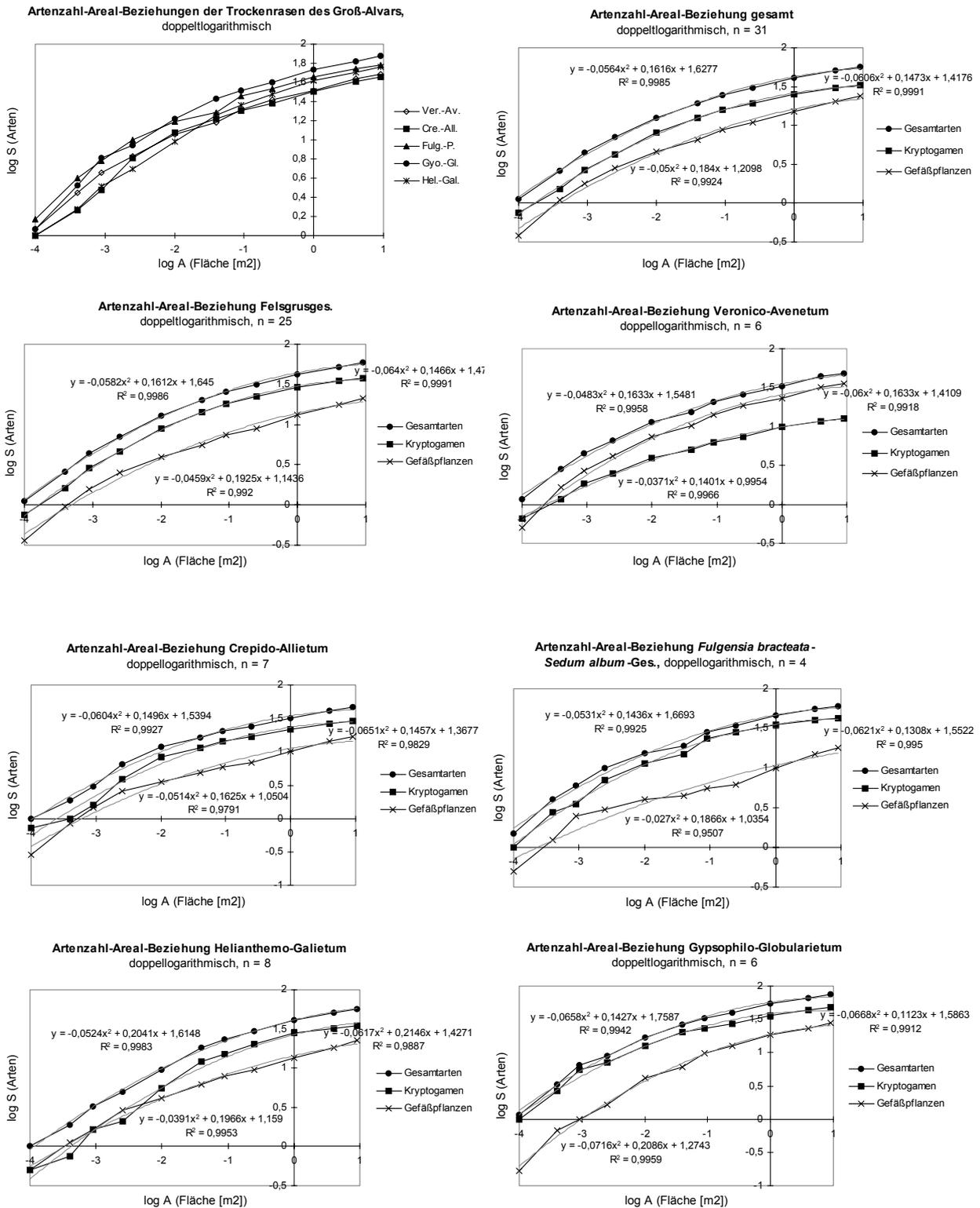


Abbildung 66: Doppeltlogarithmische Darstellung der Arten-Areal-Beziehung der Trockenrasen des Großen Alvars getrennt nach Gesamt-, Kryptogamen- sowie Gefäßpflanzenarten. Zusätzlich sind den Graphiken die jeweilige quadratische Regressionsfunktion zweiten Grades zu entnehmen.

Die Funktionen der sechs Alvar-Assoziationen liegen erstaunlich eng nebeneinander. Es lassen sich in der graphischen Darstellung trotz der sehr unterschiedlichen Struktur der Gesellschaften keine deutlichen Unterschiede feststellen.

Der Kurvenverlauf folgt in der doppeltlogarithmischen Darstellung einer polynomischen Funktion zweiten Grades mit der allgemeinen Formel

$$\log(S) = a \cdot \log(A^2) + b \cdot \log(A) + \log(c).$$

Die a, b, log(c) sowie c-Werte für die verschiedenen Assoziationen sind Tabelle 28 zu entnehmen.

Tabelle 28: a, b, log(c) und c-Werte der Regressionsfunktionen der Artenzahl-Areal-Beziehungen der Trockenrasen des Großen Alvars im doppeltlogarithmischen Raum, getrennt nach Gesamt-, Kryptogamen- sowie Gefäßpflanzenarten. Zusätzlich sind die jeweilige Stichprobengröße, das Bestimmtheitsmaß und die mittlere Gesamtartenzahl S_{Areal} angegeben. Zum Vergleich sind außerdem die auf Basis des Gesamtdaten-sets ermittelten Artenzahlen aufgeführt (S_{ges}).

$\log(S) = a \cdot \log(A^2) + b \cdot \log(A) + \log(c)$	n	S_{ges}	S_{Areal}	a	b	log(c)	c	R ²
Gesamtarten								
Alvargesellschaften gesamt	31	48,2	51,4	-0,056	0,162	1,628	42,4	0,999
Felsgrusgesellschaften	25	49,3	53,3	-0,058	1,616	1,645	44,2	0,999
Crepido-Allietum alvarense	7	42,5	40,7	-0,060	0,150	1,539	34,6	0,993
<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Ges.	4	48,6	55,5	-0,053	0,144	1,669	46,7	0,993
Helianthemo-Galietum oelandici	8	51,6	50,9	-0,052	0,204	1,615	41,2	0,998
Gypsophilo-Globularietum	6	54,4	66,2	-0,066	0,143	1,759	57,4	0,994
Veronico spicatae-Avenetum	6	43,9	43,8	-0,048	0,163	1,548	35,3	0,996
Kryptogamen								
Alvargesellschaften gesamt	31	27	30,9	-0,061	0,147	1,418	26,2	0,999
Felsgrusgesellschaften	25	30,2	35,7	-0,064	0,147	1,479	30,1	0,999
Crepido-Allietum alvarense	7	22,7	26,1	-0,065	0,146	1,368	23,3	0,983
<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Ges.	4	35,9	40,8	-0,062	0,131	1,552	35,7	0,995
Helianthemo-Galietum oelandici	8	30,6	32,5	-0,062	0,215	1,427	26,7	0,989
Gypsophilo-Globularietum	6	31,7	43,3	-0,067	0,112	1,586	38,6	0,991
Veronico spicatae-Avenetum	6	14,1	11,8	-0,037	0,140	0,995	9,9	0,997
Gefäßpflanzen								
Alvargesellschaften gesamt	31	20,9	20,5	-0,050	0,184	1,210	16,2	0,992
Felsgrusgesellschaften	25	18,7	17,7	-0,046	0,193	1,144	13,9	0,992
Crepido-Allietum alvarense	7	19,3	14,6	-0,051	0,163	1,050	11,2	0,979
<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Ges.	4	12,1	14,8	-0,027	0,187	1,035	10,9	0,951
Helianthemo-Galietum oelandici	8	23,7	18,4	-0,039	0,197	1,159	14,4	0,995
Gypsophilo-Globularietum	6	19,8	22,8	-0,072	0,209	1,274	18,8	0,996
Veronico spicatae-Avenetum	6	29,6	32,0	-0,060	0,163	1,411	25,8	0,992

Bis hin zu der 1 cm² großen Aufnahme-fläche ist eine klare Abnahme der Gesamtartenzahl festzustellen. Dabei fällt auf, dass die Kryptogamenartenzahl-Kurve – unabhängig von der jeweiligen Assoziation – bereits auf 9 m² die Tendenz zeigt, in die Waagerechte einzuschwenken, während die der Gefäßpflanzensippen weiter eine klare Steigungstendenz zeigt. Je nach Gesellschaftstruktur lassen sich jedoch einige Unterschiede feststellen. Beim *Veronico spicatae-Avenetum* verläuft die Kurve der Kryptogamen sehr flach. Bereits bei der Vergrößerung der Fläche von 1 cm² auf 4 cm² schneidet sie die Kurve der Gefäßpflanzen; der Abstand der beiden Linien vergrößert sich stetig. Mit Ausnahme des *Helianthemo-Galietum*, wo die Gefäßpflanzensippenzahl anfangs höher liegt, verläuft die Kurve der Gefäßpflanzen deutlich unterhalb derjenigen der Moose und Flechten. Bemerkenswert ist der Kurvenverlauf der Gefäßpflanzenarten beim *Gypsophilo-Globularietum*. Hier schließt sich die Schere zwischen Kryptogamen- und Gefäßpflanzensippenzahl mit wachsender Aufnahme-fläche zunehmend.

Annähernd linear ist die log(S)-log(A)-Beziehung demgegenüber für die größeren Flächen von 0,01 m² bis 9 m² (s. Abb. 67). Tendenziell scheint die Linearität insbesondere zwischen 0,01 m² und 4 m² gegeben zu sein, ab 9 m² nimmt die Steigung der Regressionsfunktion leicht ab.

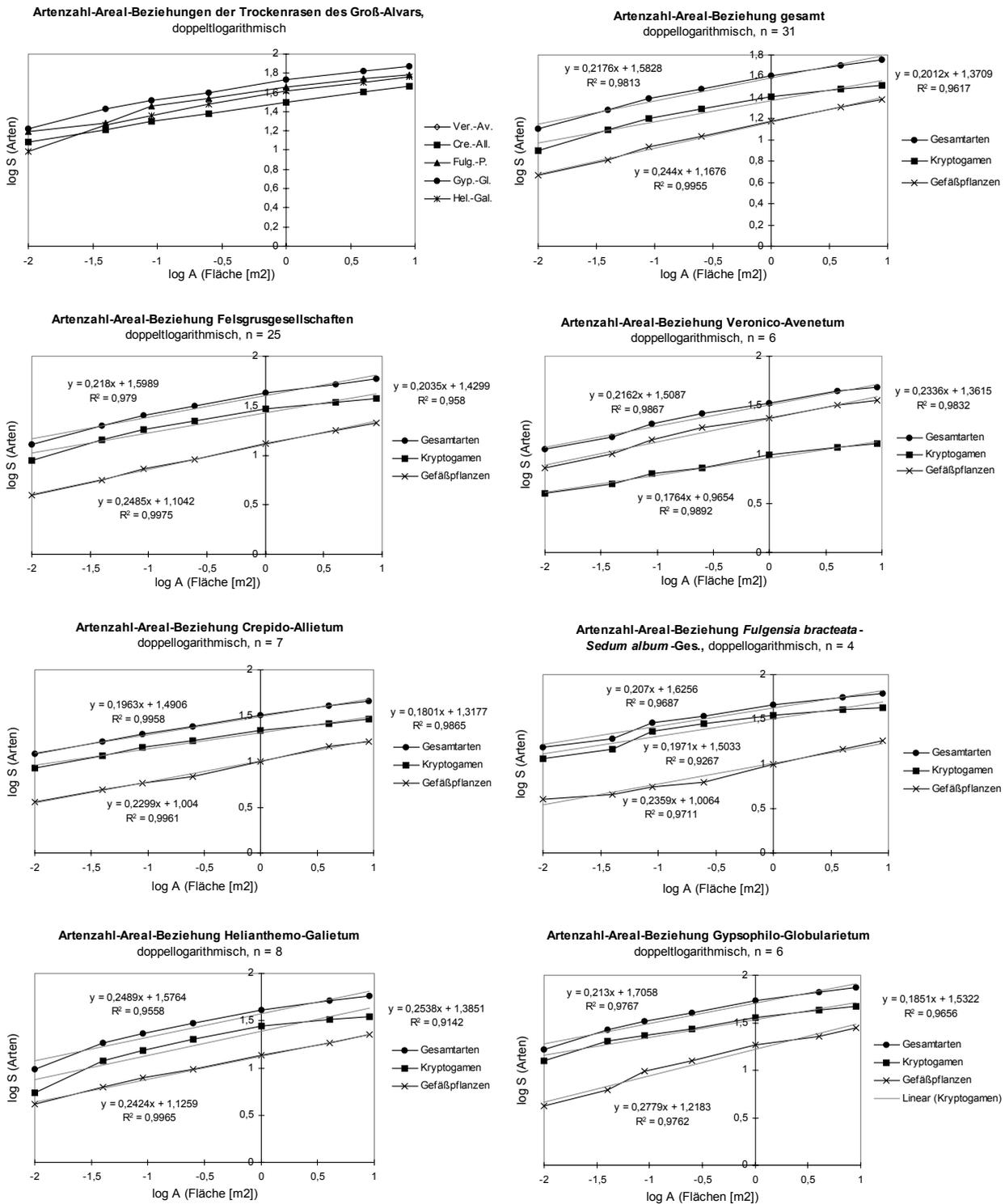


Abbildung 67: Doppeltlogarithmische Darstellung der Arten-Areal-Beziehung der Trockenrasen des Großen Alvars getrennt nach Gesamt-, Kryptogamen- sowie Gefäßpflanzenarten für den Skalenbereich von 0,01m² bis 9 m². Zusätzlich sind den Graphiken die jeweilige Regressionsgerade und das Bestimmtheitsmaß R² zu entnehmen.

Zur Berechnung der $\log(c)$ und z -Werte der untersuchten Alvargesellschaften wurden die für die Flächengrößen ab einschließlich $0,01 \text{ m}^2$ ermittelten Werte herangezogen, da unterhalb dieser offensichtlich eine deutliche Abweichung vom linearen Trend vorliegt. Damit sind die errechneten Werte recht gut mit den von HOBOM (1998) festgestellten zu vergleichen, da sich die zugrundegelegten Flächengrößen nicht markant unterscheiden. Die Ergebnisse sind Tabelle 29 zu entnehmen.

Tabelle 29: z , $\log(c)$ und c -Werte der Regressionsgeraden der Artenzahl-Areal-Beziehungen der Trockenrasen des Großen Alvars im doppeltlogarithmischen Raum für den Skalenbereich von $0,01 \text{ m}^2$ bis 9 m^2 , getrennt nach Gesamt-, Kryptogamen- sowie Gefäßpflanzenarten. Zusätzlich sind die jeweilige Stichprobengröße, das Bestimmtheitsmaß und die mittlere Gesamtartenzahl S_{Areal} angegeben. Zum Vergleich sind außerdem die auf Basis des Gesamtdatensets ermittelten Artenzahlen aufgeführt (S_{ges}).

$\log(S) = z * \log(A) + \log(c)$	n	S_{ges}	S_{Areal}	z	$\log(c)$	c	R^2
Gesamtarten							
Alvargesellschaften gesamt	31	48,2	51,4	0,218	1,583	38,3	0,981
Felsgrusgesellschaften	25	49,3	53,3	0,218	1,599	39,7	0,979
Crepido-Allietum alvarense	7	42,5	40,7	0,196	1,491	31,0	0,996
<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Ges.	4	48,6	55,5	0,207	1,626	42,2	0,969
Helianthemo-Galietum oelandici	8	51,6	50,9	0,249	1,576	37,7	0,956
Gypsophilo-Globularietum	6	54,4	66,2	0,213	1,706	50,8	0,977
Veronico spicatae-Avenetum	6	43,9	43,8	0,216	1,510	32,3	0,987
Kryptogamen							
Alvargesellschaften gesamt	31	27	30,9	0,201	1,371	23,5	0,962
Felsgrusgesellschaften	25	30,2	35,7	0,204	1,430	26,9	0,958
Crepido-Allietum alvarense	7	22,7	26,1	0,180	1,318	20,8	0,987
<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Ges.	4	35,9	40,8	0,197	1,503	31,9	0,927
Helianthemo-Galietum oelandici	8	30,6	32,5	0,254	1,385	24,3	0,914
Gypsophilo-Globularietum	6	31,7	43,3	0,185	1,532	34,1	0,966
Veronico spicatae-Avenetum	6	14,1	11,8	0,176	0,965	9,2	0,989
Gefäßpflanzen							
Alvargesellschaften gesamt	31	20,9	20,5	0,244	1,168	14,7	0,996
Felsgrusgesellschaften	25	18,7	17,7	0,249	1,104	12,7	0,998
Crepido-Allietum alvarense	7	19,3	14,6	0,230	1,004	10,1	0,996
<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> -Ges.	4	12,1	14,8	0,236	1,006	10,1	0,971
Helianthemo-Galietum oelandici	8	23,7	18,4	0,242	1,126	13,4	0,997
Gypsophilo-Globularietum	6	19,8	22,8	0,278	1,218	16,5	0,976
Veronico spicatae-Avenetum	6	29,6	32,0	0,234	1,362	23,0	0,983

Für die Alvertrockenrasengesellschaften wurde ein mittlerer z -Wert von 0,218 gefunden sowie ein mittlerer $\log(c)$ -Wert von 0,158. Dabei variiert der z -Wert von 0,249 beim Helianthemo-Galietum bis 0,196 beim Crepido-Allietum. Der $\log(c)$ -Wert zeigt eine Spanne von 1,491 bis 1,706. Tabelle 30 fasst die Ergebnisse der Regressionsanalysen zusammen, die hinsichtlich der Frage der Zusammenhänge zwischen z - und $\log(c)$ -Wert sowie den Gesamt- und Gruppenartenzahlen durchgeführt wurden.

Tabelle 30: Korrelationsmatrix zum Zusammenhang der z- und log(c)-Werte der Regressionsgeraden der Gesamtarten-Areal-Kurve der Alvar-Trockenrasenassoziationen im doppeltlogarithmischen Raum (n = 6). Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist eine Beurteilung der Signifikanz nicht möglich.

	z	log(c)	S gesamt	S Kryptogamen
S Gefäßpflanzen	0,155	-0,114	-0,055	-0,620
S Kryptogamen	0,031	0,850	0,819	
S gesamt	0,141	0,997		
log(c)	0,122			

Für die untersuchten Gesellschaften ist ein deutlicher, positiver Zusammenhang zwischen der Gesamtartenzahl sowie dem log(c)-Wert festzustellen. Kein Zusammenhang lässt sich zwischen dem log(c)- und z-Wert feststellen. Insgesamt scheinen kaum direkte Abhängigkeiten der Steigung der Regressionsgerade mit den in Tabelle 30 aufgeführten Parametern zu bestehen.

Um der Frage nachzugehen, inwiefern Lebensformtypen die jeweilige Regressionsfunktion mit beeinflussen, wurden die Artenzahl-Areal-Beziehungen im doppeltlogarithmischen Raum für die Artengruppen der Gefäßpflanzen sowie Kryptogamen getrennt erfasst. Die Ergebnisse der mit den hierbei gewonnenen Daten durchgeführten Regressionsanalysen sind in Tabelle 31 aufgeführt.

Tabelle 31: Korrelationsmatrix zum Zusammenhang der z- und log(c)-Werte der Regressionsgeraden der Gefäßpflanzenarten- sowie Kryptogamenarten-Arealkurve im doppeltlogarithmischen Raum (n = 6). Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist eine Beurteilung der Signifikanz nicht möglich.

	z Gefäßpflanzen	log(c) Gefäßpflanzen	z Kryptogamen	log(c) Kryptogamen
S Gefäßpflanzen	0,138	0,983	-0,315	-0,731
S Kryptogamen	0,616	-0,524	0,266	0,983
log c Kryptogamen	0,534	-0,643	0,300	
z Kryptogamen	0,000	-0,212		
log c Gefäßpflanzen	0,266			

Die getrennte logarithmische Darstellung der Zunahme von Kryptogamen- und Gefäßpflanzenarten pro Fläche ergibt für die erhaltenen Regressionsfunktionen deutliche Unterschiede. Tendenziell sind für die Kryptogamen höhere log(c)-Werte festzustellen als für die Gefäßpflanzensippen, wohingegen bei dem z-Wert das Gegenteil zu beobachten ist. Wie auch für die Gesamtarten ist eine Korrelation von Gruppenartenzahl und Gruppen-log(c)-Wert zu verzeichnen.

Für das *Veronico spicatae*-Avenetum mit der mit Abstand höchsten mittleren Gefäßpflanzensippenzahl von 29,6 ist eine geringere Steigung der Artenzahlen der Gruppe festzustellen als für die Felsgrusgesellschaften mit Ausnahme des *Crepido*-Allietum. Extrem hoch ist der auf die Gefäßpflanzensippenzahl bezogene z-Wert des *Gypsophilo*-Globularietum. Hier findet sich die bereits oben angesprochene Tendenz des stetigen „Aufholens“ der Gefäßpflanzensippenzahl wieder. Ein interessanter – allerdings nicht signifikanter – Aspekt ist, dass der z-Wert der Gefäßpflanzen-Areal-Kurve positiv mit der Kryptogamenartenzahl und dem log(c)-Wert dieser korreliert ist.

Um der Frage nachzugehen, welche Konsequenzen die Abweichung der Regressionsfunktion vom linearen Trend für die oben vorgenommene Heranziehung des α -Index nach HOBOM (1998, 2000) zum Vergleich der relativen Artenvielfalt der öländischen Trockenrasen hat, wurde die Veränderung des α -Index nach HOBOM (1998, 2000) in Abhängigkeit der jeweils zu Grunde gelegten Flächengröße für $z = 0,2$ und $\log(c) = 1,0$ untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 32 zusammengestellt.

Tabelle 32: Veränderung des α -Index nach HOBOM (1998, 2000) in Abhängigkeit der jeweils zu Grunde gelegten Flächengröße für $z = 0,2$ und $\log(c) = 1,0$. Die höchsten Werte sind durch Fettdruck hervorgehoben.

Fläche [m ²]	Crepido-Allietum	Veronico- Avenetum	Helianthemo- Galietum	<i>Fulgensia bracteata-Poa alpina</i> - Ges.	Gypsophilo- Globularietum
S (4m²)	40,7	43,8	50,9	55,5	66,2
0,0001	-0,20	-0,13	-0,20	-0,02	-0,13
0,0004	-0,05	0,13	-0,05	0,28	0,20
0,0009	0,09	0,26	0,12	0,39	0,42
0,0025	0,33	0,34	0,22	0,52	0,47
0,01	0,48	0,45	0,38	0,59	0,62
0,04	0,50	0,46	0,54	0,56	0,71
0,09	0,51	0,52	0,57	0,67	0,73
0,25	0,50	0,54	0,60	0,66	0,72
1	0,50	0,52	0,62	0,66	0,73
4	0,49	0,52	0,59	0,62	0,70
9	0,47	0,49	0,57	0,59	0,69

Entsprechend des nichtlinearen Verlaufs der $\log(S)$ - $\log(A)$ -Beziehung ist der jeweilige Wert nicht flächenunabhängig. Die höchsten Werte wurden für das Crepido-Allietum sowie die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft auf der 0,09 m² großen Fläche gefunden, für das Veronico spicatae-Avenetum bei 0,25 m² sowie dem Helianthemo-Galietum bei 1 m². Für das Gypsophilo-Globularietum sind zwei Maxima bei 0,09 m² und 1 m² festzustellen.

Die Aufnahme-flächengröße der zum Vergleich herangezogenen Trockenrasengesellschaften Bohusläns und Nordostdeutschlands variiert von 1,3 m² bis 10 m². Im Falle des Galio-Festucetum (HALLBERG 1971) weicht die mittlere Aufnahme-flächengröße mit 28 m² deutlich ab. Bereits der Vergleich des α -Index im Flächenbereich von 1 bis 9 m² birgt gewisse Probleme. Würde beispielsweise für das Crepido-Allietum eine Fläche von 1 m² zur Berechnung des α -Index herangezogen, für das Veronico spicatae-Aveneteum hingegen von 9 m², so würde der Schluss sein, dass zweite re artenärmer ist, wohingegen der Vergleich der Artenzahlen der jeweils gleichen Aufnahme-flächengrößen das Gegenteil zur Folge hätte.

5 Diskussion

5.1 Syntaxonomie und Ökologie

5.1.1 Syntaxonomie

Dass die bislang vorliegenden Gliederungsvorschläge der Trockenrasen Südkanindiens zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen geführt haben, die insgesamt wenig überzeugen, mag unter anderem darauf zurück zu führen sein, dass vielfach versucht wurde, die vorgefundenen Vegetationstypen bestehenden mitteleuropäischen Einheiten anzuschließen. Dabei haben einzelne Bearbeiter – so vor allem HALLBERG (1971) und WILLEMS (1982) – die Eigenständigkeit der skandinavischen Trockenrasensyntaxa bereits relativ früh herausgearbeitet.

Unter Anwendung der von DENGLER & BERG (2002) im Rahmen des Projektes „Rote Liste der Pflanzengesellschaften von Mecklenburg-Vorpommern“ entwickelten Methodik, die auf dem Konzept von BERGMEIER et al. 1990 aufbaut, wurde in der vorliegenden Arbeit ein Gliederungsvorschlag für die Trockenrasen des Untersuchungsgebietes entwickelt. Der Vorschlag gründet sich nicht allein auf den vorgefundenen Verhältnissen, sondern ist in das Dissertationsvorhaben von DENGLER (in Vorber.) eingebunden, bei dem es u.a. gilt, ein in sich schlüssiges Gliederungskonzept für die beiden Trockenklassen der Koelerio-Corynephoretea und Festuco-Brometea in Europa vorzulegen.

Ungewöhnlich ist die Aufstellung eines nordischen Verbandes „Tortello-Sedion Hallberg 1971 nom inval.“ innerhalb der *Alyso alyssoides-Sedetalia*, sowie eines Zentralverbandes „Gentianello-Avenulion Royer 1991 nom inval.“ innerhalb der *Brometalia erecti*. Wie gezeigt werden konnte, bietet die Verfolgung des Zentralsyntaxon-Konzeptes eine adäquate Lösung, auch Vegetationstypen ohne eigene Assoziationskennarten klassifikatorisch zu fassen. Um zu einer Gesamtgliederung der südkandinavischen Trockenrasen der Festuco-Brometea zu gelangen, wird vermutlich von der Bildung eines weiteren Unterverbandes innerhalb des *Gentianello amarellae-Avenulion* Gebrauch gemacht werden müssen.

Die vorgestellte Methodik bietet Chancen, auch Gliederungsprobleme in anderen Gesellschaftsklassen (vgl. DIEKMANN 1997) zu lösen. Die Anwendung der Braun-Blanquet-Methode sollte dabei nicht bedeuten, dass vorgefundene Vegetationstypen „auf Zwang“ mitteleuropäischen Einheiten angeschlossen werden, sondern es sollte auch der Mut bestehen, „neue“ Gliederungsvorschläge vorzulegen, wenn diese den Eigenheiten der nordischen Vegetation besser gerecht werden. Vorausgehen sollte in jedem Fall eine sorgfältige Recherchearbeit und eine Diskussion der Stellung der jeweiligen Gesellschaften im überregionalen Kontext.

Trotz aller Kritik, die an der skandinavischen Arbeitsweise geübt wurde, ist die im Vergleich zu vielen mitteleuropäischen Studien „vorbildliche“ Bearbeitung der Kryptogamen hervorzuheben. Dies bietet Chancen, die gewonnenen Daten auch für die Phytodiversitätsforschung zu nutzen.

5.1.2 Standortsökologische Differenzierung

Für die abgegrenzten Vegetationseinheiten ist eine recht gute Parallelisierung mit den Standortfaktoren möglich. Auch auf der Ebene der Untereinheiten lassen die ermittelten Bodenparameter eine deutliche Differenzierung erkennen. Während für die Abgrenzung der Gesellschaften der *Sedo-Scleranthea* die Faktoren der Bodentieftiefe sowie des Stauwasser- und Frostwechseleinflusses von zentraler Bedeutung sind, spielen der Basen- und Humusgehalt so-

wie die Wasserversorgung der Böden eine entscheidende Rolle für das Vorkommen der Gesellschaften der Festuco-Brometea und Koelerio-Coryneporena.

Kritisch ist anzumerken, dass aus zeitlichen Gründen lediglich Einfachbestimmungen durchgeführt wurden. Messfehler sind somit nicht auszuschließen. Auch wäre es mitunter sinnvoll gewesen, die Bodenanalysen nicht allein auf die obersten Bodenzentimeter zu beschränken, da viele Pflanzensippen erheblich tiefer wurzeln. Bei einer Untersuchung der etwas tiefer gelegenen Bodenschichten wäre vermutlich bei den Syntaxa der Koelerio-Coryneporena und Festuco-Brometea eine sehr viel deutlichere Differenzierung hinsichtlich des pH-Wertes und Kalkgehaltes festzustellen gewesen. Hiermit erklärt sich möglicherweise die vom tatsächlichen pH-Wert teilweise erheblich abweichende Reaktionszahl.

5.1.3 Arealtypenspektren

Der Reichtum der öländischen Alvarvegetation an pflanzengeographisch bemerkenswerten Sippen wurde von vielen Autoren hervorgehoben (z.B. ALBERTSON 1950, BRAUN-BLANQUET 1963) und hat die bisherige synsystematische Diskussion massiv beeinflusst. Dabei ist die größte Häufung sowohl des südlichen als auch arktisch-alpinen Elementes in den Gesellschaften der Sedo-Scleranthenea zu beobachten. Gleichzeitig sind Endemiten am stärksten vertreten. Die Zusammensetzung der Bodenschicht spricht dennoch für eine Vereinigung der Assoziationen mit denen des Festlandes zu einem gemeinsamen nordischen Verband Tortello-Sedion. Für die Gesellschaften der Festuco-Brometea ergaben die erstellten Arealtypenspektren, dass zwar einige Elemente süd- und östlich verbreiteter Einheiten wie dem Cirsio-Brachypodion und der Festucetalia valesiacae vorkommen, diese jedoch für den Gesamtgesellschaftsaufbau von relativ geringer Bedeutung sind. Die floristische Affinität zu den Halbtrockenrasen des schwedischen Festlandes ist wesentlich höher, so dass sich eine Sonderstellung des öländischen Veronico spicatae-Avenetum chorologisch nicht begründen lässt.

Die Erstellung von Arealtypenspektren birgt allerdings einige Probleme. In der vorliegenden Arbeit wurden hierzu die auf den Arealdiagnosen von MEUSEL et al. (1965ff.) basierenden Angaben von ROTHMALER (2002), DIERBEN (2001) sowie LITTERSKI (1999) herangezogen. Die sehr differenzierten und bei ROTHMALER (2002) von dem ursprünglichen Konzept leicht abweichenden Einstufungen erforderten einige Generalisierungen. Diese sind zwangsläufig nicht völlig frei von subjektiven Einschätzungen. Von hoher Bedeutung ist es daher, die Erstellung der Arealtypenspektren transparent zu gestalten.

5.2 Biodiversität

5.2.1 Vergleich der Artenvielfalt

Dem Problem der Vergleichbarkeit der Daten bei Zugrundelegung unterschiedlicher Flächengrößen wurde durch die einheitliche Verwendung von 4 m² großen Probeflächen Rechnung getragen. Da eine Geländeansprache der zahlreichen, winzigen Kryptogamen vielfach nicht möglich war, wurden Mischproben auf den betroffenen Aufnahmeflächen gesammelt. Damit ist davon auszuschließen, dass einige Arten nicht erfasst wurden. Der Fehler dürfte jedoch auf allen betroffenen Flächen vergleichbar und insgesamt gering sein. Methodologisch kritischer ist, dass epilithische Krustenflechten nicht mit berücksichtigt werden konnten. Damit ist nur eine eingeschränkte Aussage bezüglich des Gesamtarteninventars der jeweiligen Aufnahmen möglich.

Mitunter könnte die Wahl – insbesondere wenn auch epilithische Krustenflechten berücksichtigt werden sollen – einer noch kleineren Aufnahme­flächengröße sinnvoll sein. Dabei ist jeweils abzuwägen, wofür die Daten genutzt werden sollen und wie stark sich die in die Untersuchung einbezogenen Vegetationstypen in ihrer Symmorphologie unterscheiden.

HOBOHM (1998, 136) konnte zeigen, dass Gesellschaften mit sehr großer α -Diversität auf die Klassen der Koelerio-Corynephoretea, Festuco-Brometea, Molinio-Arrhenatheretea, Nardo-Callunetea, Scheuchzerio-Caricetea und Trifolio-Geranietea beschränkt sind. Der höchste vom Autor ermittelte Werte liegt bei 0,45 für das Saxifrago-Poetum compressae aus Hessen. Die südskandinavischen Felsgrusgesellschaften ebenso wie das Veronico spicatae-Avenetum suchen damit ihresgleichen unter den mitteleuropäischen Vegetationstypen.

Die Evenness und die Artendichte zeigen eine bemerkenswert hohe Korrelation. Dies ist nicht zwangsläufig zu erwarten. Hohe Werte können auch bei extrem artenarmen Vegetationstypen auftreten (DIERSCHKE 1994, 145). Die von HAEUPLER (1982, zitiert nach DIERSCHKE 1994, 145) durchgeführte Auswertung von über 200 Vegetationstypen ergab einen Maximalwert von 94,4 für eine artenarme, mit Herbiziden behandelte Unkrautflur (mittlere Artenzahl von 6). Interessanterweise besteht für die öländischen Trockenrasen kein Zusammenhang zwischen Evenness und Gefäßpflanzensippenzahl jedoch ein signifikant positiver zwischen Evenness und Kryptogamenartenzahl. Dies lässt sich in zwei Richtungen interpretieren.

Eine Ursache hierfür ist möglicherweise darin zu finden, dass ein zunehmender Anteil an Kryptogamenarten auf eine relativ geringe Konkurrenz unter den beteiligten Arten hinweist, so dass nicht wenige Arten die Oberhand gewinnen, sondern eine relativ gleichmäßige Verteilung festzustellen ist. Zum anderen dürfte die relativ kleine Aufnahme­flächengröße das vorgefundene Phänomen erklären. Die Evenness hängt auch von der jeweils zugrunde gelegten Aufnahme­flächengröße ab. Die Veränderung der Evenness bei unterschiedlichen Flächengrößen steht dabei im Zusammenhang mit der Struktur des jeweiligen Vegetationstyps. Bei einem hohen Anteil von Pflanzenarten geringer Wuchsgröße wie z.B. Kryptogamen oder auch Therophyten sind auf kleinen Aufnahme­flächen höhere Evenness-Werte zu erwarten als bei dem Vorherrschen solcher mit großer Wuchsgröße wie kräftigen Horstgräsern oder im Extremfall Bäumen. Die Evenness gleicht sich vermutlich bei zunehmender Vergrößerung der Aufnahme­fläche aneinander an. So stellte beispielsweise HOBOHM (2000, 16) fest, dass auf Flächen von 1 m² kein Zusammenhang zwischen der Artenvielfalt und der Evenness vorliegt, wohingegen ein solcher für größere Flächen, wie sie üblicherweise in der Pflanzensoziologie untersucht werden, besteht. Dass für die *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft höhere Evenness-Werte ermittelt wurden als für das Gypsophilo-Globularietum lässt sich somit auch dahingehend interpretieren, dass das Vegetationsmosaik ersterer kleinräumiger ist als das des Gypsophilo-Globularietum. Bei größeren Aufnahme­flächen wären möglicherweise keine Unterschiede festzustellen. Da im Rahmen der durchgeführten Artenzahl-Areal-Aufnahmen jedoch keine Abundanzen der einzelnen Arten notiert wurden, lassen sich diesbezüglich keine Aussagen machen.

5.2.2 Bedeutung der interspezifischen Konkurrenz

Die Frage der Bedeutung der interspezifischen Konkurrenz für die jeweilige Artendiversität ist Gegenstand zahlreicher Forschungsansätze. Unter Konkurrenz wird der Wettbewerb der Partner einer Lebensgemeinschaft um wichtige Lebensgrundlagen verstanden, insbesondere um Licht, Wasser, Nährstoffe und Raum (DIERSCHKE 1994, 34). Nach dem klassischen „Konkurrenz-Ausschluss-Prinzip“ können Arten, die kaum Unterschiede hinsichtlich Ökologie und Wuchsform aufweisen, nur dann stabil nebeneinander koexistieren, wenn sie verschiedene Nischen besetzen (vgl. z.B. HOBOHM 1998, 34). Empirische Daten, die diese These belegen, liegen jedoch kaum vor. Wie HOBOHM ausführt ist, die These ohnehin ohne Bedeutung, da zwei Pflan-

zenarten niemals exakt die gleiche ökologische Potenz aufweisen, so dass aufgrund zumindest geringfügiger Unterschiede in den Ansprüchen an die Umwelt eine friedliche Koexistenz in derselben Nische möglich ist. Andere Modellierungen zeigen, dass zur Koexistenz verschiedener Arten lediglich biologische Unterschiede in der Lebensform, Reproduktionsstrategie usw. vorhanden sein müssen (SHMIDA & ELLNER 1984, zitiert nach HOBOHM 1998, 34).

Als Indikatorvariable für die innerhalb einer Lebensgemeinschaft herrschende Konkurrenzsituation wird vielfach die Biomasse der Bestände herangezogen, die auf unterschiedliche Art und Weise ermittelt wird. Neben der lebenden Biomasse wird oft auch die tote berücksichtigt. Die errechneten Abundanzsummen können ebenfalls als grobe Abschätzung der jeweiligen Biomasse gelten; die Streuakkumulierung ist bei den untersuchten Trockenrasen gering.

In der überwiegenden Zahl der von GRACE (1999, 10ff.) gesichteten Studien wird von einer Korrelation zwischen Artendichte und Biomasse berichtet. Nach einem Anstieg der Artendiversität bis zu einem Maximum nimmt die Vielfalt mit weiter steigender Biomasse wieder deutlich ab. Es gibt aber auch Beispiele, in denen kein derartiger Zusammenhang gefunden wurde.

Die bei den Trockenrasen Ölands beobachtete, signifikante Abnahme der Kryptogamenartenzahlen bei steigender Gefäßpflanzenabundanzsumme weist darauf hin, dass der Konkurrenzausschluss höherwüchsiger Gefäßpflanzensippen eine entscheidende Rolle für die Kryptogamenartenvielfalt spielt. Der herausragende Konkurrenzfaktor ist dabei vermutlich das Licht. Hiermit erklärt z.B. auch GRYTNES (2000) die Feststellung, dass für verschiedene alpine Gesellschaften des Hardanger Vidder (Norwegen) die jeweilige Deckung einen wesentlich besseren Indikator für die Artenvielfalt darstellt als die Biomasse. Der Faktor Licht ist bei den untersuchten Trockenrasen offensichtlich für Flechten- und Moosartenvielfalt gleichermaßen von zentraler Bedeutung. Unterschiede lassen sich in dieser Hinsicht an Hand der Regressionsanalysen nicht erkennen. Grundsätzlich sind solche jedoch nicht auszuschließen. DENGLER (2001c) stellte für die Trockenrasen Nordostdeutschlands fest, dass die Moosartenzahl schwach positiv mit der Gefäßpflanzenabundanzsumme korreliert, wohingegen eine deutliche Abnahme der Flechtenarten zu verzeichnen ist. Es ist jedoch anzumerken, dass Kryptogamen dort von erheblich geringerer Bedeutung sind als in den öländischen Felsgrusfluren.

Dass der Anstieg der Gefäßpflanzenabundanzsumme jedoch nicht in einer signifikanten Abnahme der Kryptogamenabundanzsumme resultiert, ist darauf zurückzuführen, dass bei einer dicht geschlossenen Feldschicht zwar die Bodenschicht durchaus hohe Deckungen aufweisen kann, in dieser dann aber wenige vergleichsweise konkurrenzstarke Deckenmoose wie *Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum* und *Homalothecium lutescens* vorherrschen.

Der vorgefundene, uneingeschränkt positive Zusammenhang zwischen Gefäßpflanzenabundanzsumme und -artenzahl ist ein Indiz dafür, dass die interspezifische Konkurrenz unter den Gefäßpflanzensippen von Trockenrasen gering ist. Ähnliche Beobachtungen macht auch DENGLER (2001c) für die Trockenrasen Nordostdeutschlands. Damit weichen die vorliegenden Befunde für Trockenrasen von den Ergebnissen der überwiegenden Zahl von Studien ab.

Unterschiede in den Forschungsergebnissen können nach GRACE (1999, 10) auch darin begründet liegen, dass teilweise mit den Einzeldaten, teilweise aber auch mit Mittelwerten gerechnet wird. So erhielt u.a. HUBER (1994) auf dem öländischen Alvar bei Betrachtung der Mittelwerte der Assoziationen einen Korrelationskoeffizienten von 0,46, wohingegen für die Einzelaufnahmen lediglich eine Korrelation von $r = 0,14$ vorgefunden wurde. Der Autor führt dies auf die ausgleichenden Effekte des Mittelwertes zurück. Auch bei den vorliegenden Daten kommt man unter Verwendung der Mittelwerte der Einzelassoziationen zu einem etwas abweichenden Ergebnis.

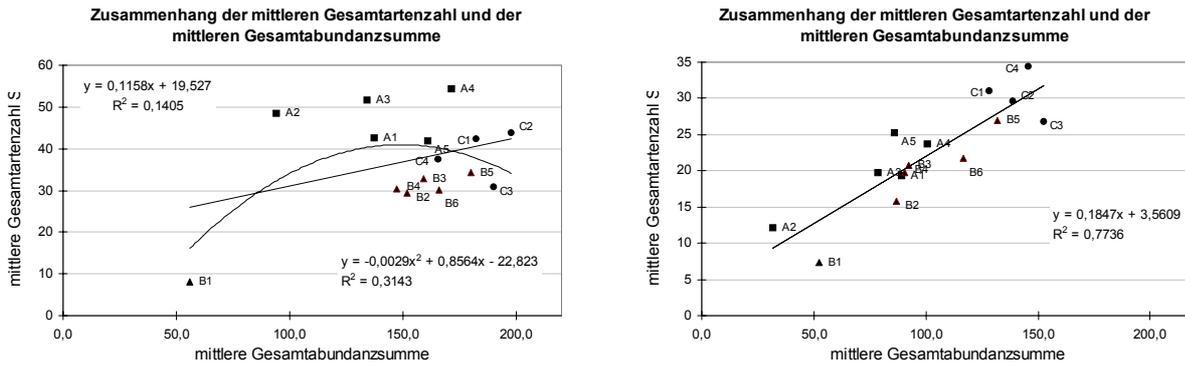


Abbildung 68: Zusammenhänge zwischen der mittleren Gesamtartenzahl und der mittleren Gesamtabundanzsumme sowie der mittleren Gefäßpflanzenartenzahl und der mittleren Gefäßpflanzenabundanzsumme unter Zugrundelegung der Mittelwerte der einzelnen Assoziationen ($n = 15$).

Tendenziell scheint die Abhängigkeit von Gesamtartenzahl und Gesamtartenzahl eher einem quadratischen Funktionsverlauf zu folgen. Das Bestimmtheitsmaß ist mit $R^2 = 0,314$ leicht höher als das für die lineare Regression, jedoch bei einer Stichprobenzahl von $n = 15$ vermutlich ebenfalls als nicht signifikant zu werten. Die vorliegenden Daten lassen somit insgesamt keinen Zusammenhang zwischen Gesamtartenzahl und Gesamtartenzahl erkennen. Die vorgefundenen Unterschiede zeigen, dass bei der Interpretation schwacher Zusammenhänge Vorsicht geboten ist. Für den Zusammenhang zwischen Gefäßpflanzenabundanzsumme und -artenzahl ist auch für die Mittelwerte der Assoziationen eine signifikante, positive Abhängigkeit festzustellen (Abb. 68).

Eng mit der These verbunden, dass es eine mehr oder weniger starke, interspezifisch wirksame Konkurrenz gibt, ist die Frage, wie eine friedliche Koexistenz mehrerer Pflanzenarten möglich ist. Hierzu werden im Folgenden einige Forschungsansätze vorgestellt, die einen wichtigen Beitrag zum Verständnis des Artenreichtums der ölandischen Trockenrasen leisten können.

VAN DER MAAREL (1988) entwickelte zur Beschreibung und Erklärung der Diversität des *Veronica spicatae*-Avenetum des Groß-Alvars ein Gildenstruktursystem. Kernelement ist die Kombination von Lebens- und Wuchsformtypen der Alvargefäßpflanzensippen. Ergebnis ist ein extrem diversifiziertes System mit insgesamt 81 Gilden, wovon 40 unter den „Kern-Avenetum-Arten“ vertreten sind. Der Autor zieht daraus den Schluss, dass das – in der Zoologie entwickelte – Gildenkonzept sich entweder generell nicht für die Analyse der Vegetation eignet oder aber die Pflanzengemeinschaft des Avenetum ein extrem komplexes Gesellschaftssystem darstellt mit einem hohen Grad an Spezifizierung hinsichtlich der räumlichen und zeitlichen Ressourcennutzung und -adaption sowie einem sehr niedrigem Grad an Konkurrenz.

Der Aspekt der räumlichen und zeitlichen Einnischung wird auch von einigen anderen Autoren als entscheidendes Kriterium der Artenvielfalt betrachtet (vgl. HOBÖHM 1998, 40). Global ist tendenziell eine Abnahme der Artenvielfalt von den immerfeuchten Tropen mit einer ganzjährigen Vegetationsperiode bis hin zu den Polen zu verzeichnen. Im boreal-arktischen Bereich ist die Vegetationsperiode extrem kurz, so dass die unter diesen Bedingungen lebenden Pflanzenarten innerhalb kürzester Zeit zum Blühen und Fruchten gelangen müssen – eine zeitliche Einnischung ist daher nicht möglich. Mitunter könnte dies der Grund sein, warum Kryptogamen in nordischen Vegetationstypen von erheblicher Bedeutung für die Artenvielfalt sind. DIERBEN (zitiert nach HOBÖHM 1998, 40) vermutet, dass Heiden und „Silbergrasfluren“¹⁴ in der mittleren Arktis klein-

¹⁴ Gemeint ist vermutlich die Klasse der Koelerio-Coryneporetea, da Silbergrasfluren ihre Arealgrenzen bereits wenig nördlich von Öland erreichen.

räumig extrem artenreich sein können, da die physiologisch aktive Phase der beteiligten Moos- und Flechtenarten erheblich länger ist als die der vorkommenden Gefäßpflanzensippen. Bezeichnenderweise kommen auch in den öländischen Felsgrusgesellschaften – insbesondere unter den Kryptogamen – eine erhebliche Zahl arktisch-alpiner Elemente vor. Wie bereits oben erwähnt, ist der Groß-Alvar nahezu den gesamten Winter über schneefrei, so dass die beteiligten Moos- und Flechtenarten der im Winter nicht überstauten Flächen eine ganzjährige Vegetationsperiode genießen dürften. Jedoch auch bei den Gefäßpflanzensippen ist vermutlich eine vergleichsweise hohe räumlich-zeitliche Einnischung möglich. So besitzt Öland eine für den Breitengrad extrem lange Vegetationsperiode (vgl. Kap. 2.4).

Einen anderen Erklärungsansatz stellt das von VAN DER MAAREL & SYKES (1993) für das Veronico-Avenetum entwickelte Karussellmodell dar (siehe hierzu auch VAN DER MAAREL 1997, 36ff.). Die Autoren konnten zeigen, dass die Gefäßpflanzensippen des Veronico-Avenetum eine extrem hohe räumlich-zeitliche Mobilität zeigen. Auf der Basis von Dauerflächenbeobachtungen wurde in den Jahren 1986 bis 1994 das Auftreten und die Wanderung der beteiligten Arten untersucht. Es konnten fünf Hauptmobilitätsmuster gezeigt werden. Sogenannte „constant species“ – zu denen vorwiegend längerlebige Hemikryptophyten gehören wie *Filipendula vulgaris* – sind in den meisten Jahren in der überwiegenden Zahl der untersuchten Quadrate anzutreffen. Das Verteilungsmuster ist jedoch bei Betrachtung der jeweiligen Deckung ebenfalls recht variabel. „Circulating species“ wie *Helianthemum nummularium* ssp. *nummularium* sind weniger frequent und zeigen eine Wanderungsbewegung innerhalb der Plots. Nach einigen Jahren sind die Arten jedoch in der überwiegenden Zahl der Probeflächen vorgefunden worden. Ein weiterer Mobilitätstyp sind die „pulsating species“ zu denen in erster Linie kurzlebige Therophyten wie *Cerastium semidecandrum* gehören. Diese treten in einigen Jahren hochfrequent auf, wohingegen sie in anderen Jahren deutlich weniger stark vertreten sind. Zusätzlich sind „local species“ wie *Asperula tinctoria* festzustellen, die eine geringe Mobilität zeigen und über viele Jahre hinweg konstant an einzelnen Stellen vorkommen. Als letzten Typ sind die „occasional species“ zu nennen, die nur sehr selten, in einzelnen Plots vorzufinden sind. Aufgrund der geringen Lebensdauer der überwiegenden Zahl der Arten kommt es ständig zum Absterben von Arten oder zumindest von Teilen der oberirdischen Biomasse. Dadurch tun sich regelmäßig Lücken auf, die aus dem Artenpool erneut besetzt werden können. Absterben und Neuetablierung von Arten halten einander die Waage. Entgegen des Konzeptes der Nischendifferenzierung teilen alle beteiligten Lebenspartner offensichtlich ein und dieselbe Nische. Konkurrenzbeziehungen werden einerseits durch exogene Faktoren wie Sommerdürre oder Verletzung durch Viehtritt u.ä., andererseits durch endogene Faktoren wie eine genetisch bedingt kurze Lebensdauer unterbunden. Dass die interspezifische Konkurrenz unter den Alvarpflanzenarten offensichtlich sehr gering ist, zeigen auch die Untersuchungen von HUBER (1994, 1999). Die Autorin konnte zeigen, dass verschiedene anthropogene Einflussnahmen wie Düngung, Mahd, Beweidung usw. kaum einen Einfluss auf die Artenvielfalt der Gesellschaft haben. Lediglich Beschattung in Kombination mit Düngung führte zu einer Abnahme der Artenzahlen.

Das Karussellmodell mag zwar zum Verständnis von Artenreichtum und Koexistenz von Gefäßpflanzensippen in Trockenrasenökosystemen beitragen, liefert jedoch keine Erklärung für die enorme Variation der Artenvielfalt zwischen den Trockenrasengesellschaften. Offen bleibt auch die Frage, weshalb sich in den sich immer wieder auftuenden „Lücken“ nur spezifische Alvar-Arten ansiedeln, nicht aber weit verbreitete „Ubiquisten“. So sind im Veronico spicatae-Avenetum z.B. keine Arten wie *Medicago sativa* ssp. *falcata* oder *Centaurea scabiosa* ssp. *scabiosa* anzutreffen, die entlang der Wege, aber auch in den außerhalb des Alvars gelegenen Trockenrasen in dichten Beständen vorkommen, aber kaum einen Meter weit in den Alvar eindringen.

Bei der Literaturrecherche fällt auf, dass es zwar eine enorme Zahl von Theorien und Modellen gibt, die eine mehr oder minder überzeugende Erklärung für den Artenreichtum von Gefäßpflanzendominierten Vegetationstypen liefern, wohingegen nur sehr wenige Arbeiten existieren, die die Frage der Diversität von Kryptogamenarten aufgreifen. Relativ wenig ist auch über die Bedeutung interspezifischer Konkurrenzbeziehungen unter Moosen und Flechten bekannt (vgl. FRAHM 2001, 180f.). Im Rahmen der vorliegenden Studie ist ein positiver Zusammenhang von Kryptogamenartenzahlen und -abundanzsummen festzustellen. Dieser ist jedoch weitaus weniger deutlich als bei den Gefäßpflanzensippen. Es steht aber zu vermuten, dass in den oftmals besiedelten Extremlebensräumen exogene Umweltfaktoren die entscheidenden wuchslimitierenden Faktoren darstellen, nicht jedoch interspezifische Konkurrenzbeziehungen.

5.2.3 Zusammenhänge zwischen Artendiversität und Umweltfaktoren

Die Tatsache, dass jede Art ihre eigene abiotische Umwelt repräsentiert und jede Pflanzengesellschaft nur innerhalb bestimmter charakteristischer Grenzen existiert, gehört zu den Hauptaxiomen der Vegetationsökologie (LERCH 1991, zitiert nach HOBOHM 1998, 33). In den verschiedenen vorgeschlagenen Modellen zur Erklärung der Artendiversität (siehe hierzu z.B. GRACE 1999) werden neben biotischen Einflussfaktoren auch abiotische Parameter geführt, die direkt oder indirekt auf die Artenvielfalt einwirken. Da Lebensformen nicht zuletzt Adaptionen an die jeweils herrschenden Umweltbedingungen darstellen, ist es sinnvoll, diese bei der Kausalanalyse der Artendiversität getrennt zu betrachten.

Viele der in der Frage des Zusammenhangs von abiotischen Umweltparametern und Artendiversität entwickelten Hypothesen und Modelle beziehen sich auf den Faktor der Ressourcenverfügbarkeit. TILMAN (1982, zitiert nach GRACE 1999, 3) entwickelte ein ressourcenbasiertes Gleichgewichts-Konkurrenz-Modell. Danach ist eine Koexistenz von zwei konkurrierenden Pflanzenarten im Gleichgewichtszustand nur dann möglich, wenn sich diese in ihren Ansprüchen an eine optimale Ressourcenzusammensetzung unterscheiden. Mit zunehmender Ressourcenverfügbarkeit steigt die Artenvielfalt bis zu einem mittleren Nährstoffniveau, da die Ressourcen durch mehr Überlebensstrategien effektiver ausgenutzt werden können. Bei einer höheren Ressourcenverfügbarkeit wird das Licht zum begrenzenden Faktor; die Artenzahlen fallen wieder ab (vgl. HOBOHM 1998, 36f.).

Ausgehend von ihrer „resource balance hypothesis of plant species diversity“ untersuchten BRAAKHEKKE et al. (1999) die Zusammenhänge des N/P-, P/K- und K/N-Verhältnisses in der oberirdischen Biomasse und der maximalen Artenvielfalt in Grünlandgesellschaften in den Niederlanden. Grundgedanke ist, dass die Koexistenz von Taxa einerseits aufgrund unterschiedlicher Ressourcenlimitierung in einer homogenen Umwelt oder aber durch Mikrohabitatdifferenzierung bei kleinräumiger Heterogenität möglich ist. Die Autoren konnten für die überwiegende Zahl der untersuchten Zusammenhänge Optimumskurven mit quadratischen Funktionstermen finden. Die höchste Artenvielfalt ist demnach zu erwarten, wenn die aktuellen Verhältnisse der verschiedenen Ressourcen so ausbalanciert sind, dass diese für die Vegetation als ganzes optimal sind.

Aufgrund der offensichtlich geringen Bedeutung der interspezifischen Konkurrenz innerhalb der Gruppen der Gefäßpflanzen und Kryptogamen in Trockenrasenökosystemen, müssen die Verteilungsmuster der Artendiversität primär durch andere exogene Faktoren als die jeweilige Ressourcenverfügbarkeit gesteuert werden.

Hierauf weisen auch die Forschungsergebnisse von HOBOHM (1998, 139) hin. Der Autor konnte basierend auf der Auswertung der mittleren Stickstoffzahl zeigen, dass der Nährstoffgehalt lediglich einen Teil der vorgefundenen Verteilungsmuster der Artendiversität erklärt. Bei der Untersuchung von 103 mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften konnte festgestellt werden, dass die 13 artenreichsten Gesellschaften jeweils eine Feuchtezahl < 8 und eine Stickstoffzahl ≤ 6 auf-

weisen und die Bestände mindestens eine Fläche von 100 m² oder aber bei Flächen von über 100 m² (bis zu 1000 m²) eine Stickstoffzahl von ≥ 3 besitzen. Zumindest eine dieser Faktorenkombinationen trifft auf alle der untersuchten Trockenrasenvegetationstypen zu. Innerhalb der Gruppe der relativ artenreichen Gesellschaften konnte HOBOM (1998, 138) demgegenüber kaum Zusammenhänge zwischen Artendiversität und der Nährstoffverfügbarkeit feststellen.

Mögliche Einflüsse von abiotischen Umweltfaktoren auf die jeweilige Artendiversität betrachtet GRACE (1999) im Kontext des sogenannten Artenpool-Konzeptes („species pool“). Der Artenpool kann nur von solchen Arten gebildet werden, die an die jeweiligen abiotischen Umweltbedingungen angepasst sind. GRIME (1973, zitiert nach GRACE 1999, 18) zeigte basierend auf der Untersuchung von rund 3000 Probestellen, dass die Artendiversität einem deutlichen Gradienten des Artenpools folgt, der seinerseits eng mit dem jeweiligen Boden-pH-Wert assoziiert ist. Aufgrund der engen Habitatbindung vieler Kryptogamenarten – man denke z.B. an den hohen Indikatorwert vieler epiphytischer Flechtenarten, aber auch von Moosen (vgl. DIERBEN 2001, 6) – ist davon auszugehen, dass Mikroklima und Substrat einen ganz entscheidenden Einfluss auf die Artendiversität besitzen. Das Fehlen vieler Moos- und Flechtenarten im norddeutschen Tiefland ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass entsprechende Substrate sehr rar sind.

Forschungsbedarf sieht GRACE (1999, 18) u.a. bei der Frage des Einflusses der kleinräumlichen Heterogenität der Standorte. Insgesamt existieren relativ wenig konkrete Untersuchungen, während viele Autoren generell die Bedeutung der kleinstandörtlichen Heterogenität diskutieren und einen Zusammenhang auf theoretischer Ebene postulieren (GRACE 1999, 16). Es wird davon ausgegangen, dass diese die Zahl der Mikrohabitate bestimmt und damit möglicherweise auch die Zusammensetzung des Artenpools beeinflusst, d.h. derjenigen Arten, die auf der Fläche geeignete Lebensbedingungen vorfinden und nebeneinander koexistieren können.

Die durchgeführten Regressionsanalysen tragen jedoch nur wenig zur Klärung des Rätsels der Artenvielfalt der untersuchten Trockenrasen bei. Bei der kausalanalytischen Interpretation der vorgefundenen Beziehungen von Artendiversität und Umweltparametern ist Vorsicht geboten. Die Zusammenhänge werden vielfach von dem Einfluss des Faktors der Bodentieftiefe überlagert. So lässt sich nicht eindeutig sagen, ob der positive Zusammenhang von Kryptogamenartenzahl und pH-Wert primär auf den steigenden Basengehalt des Bodens zurückzuführen ist oder aber auf die extrem flachgründigen Böden, auf denen es konkurrenzkräftigen Gefäßpflanzensippen nicht möglich ist, Fuß zu fassen. Vermutlich spielt beides eine Rolle, da es sich bei den für die öländischen Felsgrusfluren bezeichnenden Arten überwiegend um ausgeprägte Basiphyten handelt, die beispielsweise azidophilen Felsgrusgesellschaften fremd sind. Demgegenüber ist die Abnahme der Gefäßpflanzenzahlen oberhalb von pH 6 vermutlich tatsächlich primär auf die geringe Bodentieftiefe und nicht auf den Basengehalt zurückzuführen. DENGLER (2001c) konnte für die Trockenrasen Nordostdeutschlands – wo der Einfluss des pH-Gradienten nicht von dem der Bodentieftiefe überlagert wird – eine nahezu lineare Zunahme der Artenzahlen in Abhängigkeit des pH-Gradienten feststellen.

Die gleiche Problematik besteht bei der Interpretation der mit dem pH-Wert assoziierten Parameter der Kationenaustauschkapazität, der Basensättigung und des Kalkgehaltes. Die vergleichsweise schwache Korrelation von Kalkgehalt und Artenzahl ist darauf zurückzuführen, dass die überwiegende Zahl der Proben der außerhalb des Groß-Alvars vorkommenden Trockenrasenvegetationstypen, aber auch des *Veronico spicatae*-Avenetum, kalkfrei oder kalkarm sind.

Auch der paradox erscheinende positive Zusammenhang von Kryptogamenartenzahl und Glühverlust ist vermutlich nicht auf den höheren Humusgehalt der Böden an sich zurückzuführen, sondern vielmehr auf die Tatsache, dass die flachgründigen Verwitterungsböden des Groß-Alvars im Vergleich zu den Böden der Sandtrockenrasen relativ humusreich sind.

Dass für die Gefäßpflanzensippen kein Zusammenhang zwischen Artendiversität und Humusgehalt festzustellen ist, steht im Einklang mit der Feststellung, dass bei zunehmender Gefäßpflanzenabundanzsumme kein Rückgang der Gefäßpflanzenartenzahlen zu verzeichnen ist.

Problematisch ist auch die Beurteilung der Beziehung zwischen Zeigerwerten und Artenzahlen. So ist die ökologische Interpretation der Bedeutung der mittleren Feuchtezahl für die Artendiversität schwierig. Hohe Werte deuten oft auf einen starken Stauwassereinfluss im Winterhalbjahr hin, wohingegen die Böden im Sommer dennoch extrem stark austrocknen können. Die Graphik lässt sich somit nicht dahingehend interpretieren, dass auf hinsichtlich der Wasserversorgung (während der Vegetationsperiode) weniger kritischen Standorten die höchste Artendiversität festzustellen ist. Dieses erklärt, weshalb der positive Zusammenhang allein für die Kryptogamen festzustellen ist, nicht aber für die Gefäßpflanzensippen.

Der vorgefundene Zusammenhang zwischen Reaktionszahl und pH-Wert ist verglichen mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen schwach (vgl. z.B. ELLENBERG in ELLENBERG et al. 1991, 30). Sowohl Basiphyten als auch Azidophyten zeigen auf der Insel eine extrem breite Amplitude. Zu einem großen Teil mag dies darauf zurückzuführen sein, dass lediglich eine Versauerung der obersten Bodenzentimeter vorliegt, während in tieferen Bereichen noch basisches Material vorhanden ist. Im Rahmen der Untersuchung wurde lediglich der Boden-pH der obersten Bodenschicht gemessen, wohingegen die meisten der Gefäßpflanzensippen erheblich tiefer wurzeln dürften. Auf einer Moränenfläche des Veronico-Avenetum wurde ein Bodenprofil gegraben. Für den Ah-Horizont wurde ein pH-Wert von 6,3 gemessen, in 55 - 60 cm Tiefe bereits von 7,8. Der im Vergleich zu dem vom pH-Wert auffällig niedrige Korrelationskoeffizient von Kryptogamenartenzahl und Reaktionszahl ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass in den außerhalb des Groß-Alvars gelegenen, vergleichsweise kryptogamenartenarmen Trockenrasen, ebenfalls Basiphyten vorherrschen – wenngleich die Boden-pH-Werte deutlich niedriger sind.

Für die öländischen Trockenrasen ist ein insgesamt recht schwacher Zusammenhang zwischen der Artendichte und dem Mikrorelief festzustellen. Dies ist damit zu erklären, dass ein starkes Mikrorelief in einigen Fällen, z.B. der *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft, auf eine mikrostandörtliche Vielfalt hinweist, die sich nicht zuletzt in der eigentümlichen floristischen Zusammensetzung der Bestände widerspiegelt, in anderen Fällen wie dem Crepidio-Allietum demgegenüber auf extreme Frostwechselereignisse hindeuten kann. Über stark frostwechselgeprägten Böden können dann auch auf dem Groß-Alvar sehr artenarme Bestände auftreten. Dabei ist allerdings kritisch anzumerken, dass es unter Umständen sinnvoller gewesen wäre, den maximalen Höhenunterschied als Maß für das jeweilige Mikrorelief heranzuziehen anstatt den durchschnittlichen der Untersuchungsfläche.

Ein weiterer Aspekt, der die Artenvielfalt mit beeinflussen dürfte, ist die großflächige Ausbildung der Bestände. Es ist festzustellen, dass die Gesellschaften des Groß-Alvars die insgesamt höchsten mittleren Artenzahlen aufweisen. Eine Auswertung der Artenzahlen in Abhängigkeit der Lage der jeweiligen Probefläche mit Hilfe eines GIS könnte insbesondere für die außerhalb des Alvars gelegenen Probeflächen weitere Erkenntnisse liefern. Interessant wäre es in diesem Zusammenhang auch, die Unterschiede der Artendiversität der Aufnahmen ein und derselben Assoziation in Abhängigkeit ihrer Lage und der jeweils angrenzenden Nutzungsformen zu untersuchen. Im Kontext des Artenpool-Konzeptes sind außerdem florensgeschichtliche Aspekte zu berücksichtigen. GOUGH et al. (1994, zitiert nach GRACE 1999, 18) fanden für eine Küstenregion, dass die Artendiversität eng mit einem evolutiv bedingten Gradienten des Artenpools gekoppelt ist.

Nach der „intermediate disturbance hypothesis“ von CONNELL (1978, zitiert nach HOBOHM 1998, 38f.) spielt die Regelmäßigkeit und Intensität von Störungen innerhalb des jeweiligen Ökosystems eine wichtige Rolle für die Artendiversität. Für den Erhalt von Trockenrasengesellschaften ist eine extensive Nutzung generell unerlässlich. Die mit einer Biomasseentnahme verbundene Beweidung oder aber auch Mahd ist entsprechend der Definition als mittelstarke Störung zu betrachten. Mitunter dürfte dies eine Ursache dafür sein, dass die Konkurrenz zwischen den Taxa von Trockenrasenphytocoenosen sehr gering ist. Hierauf ist bereits im Kontext des Karussell-Modells hingewiesen worden (s.o.). GRACE & JUTILA (1999, zitiert nach GRACE 1999, 12) fanden für beweidetes Grünland keinen Zusammenhang zwischen Biomasse und Artendiversität, wohingegen auf den unbeweideten Vergleichsflächen eine Abnahme der Artenvielfalt bei steigender Biomasse festzustellen war. Auf dem Groß-Alvar findet jedoch nicht nur eine Störung in Folge von Beweidung statt, sondern auch Frostwechselereignisse sind als eine solche – allerdings wesentlich massivere – zu betrachten. Die These erklärt somit die Artenarmut stark frostwechselgeprägter Bestände.

HOBOHM (1998) greift verschiedene Gedanken der vorgestellten Konzepte und Theorien auf und entwickelt die „Hypothese von der Bedeutung konstanter Verhältnisse“. Danach ist davon auszugehen, dass sich eine hohe Artenvielfalt in einer Phytocoenose nur unter (relativ) konstanten standörtlichen Bedingungen einstellen kann, da keine von außen erzwungene Unterbrechung und damit Synchronisation der Regenerationsmöglichkeit stattfindet (HOBOHM 1998, 157). Eng mit dieser These verknüpft ist das dritte biocoenotische Grundprinzip: „[...] Je kontinuierlicher sich die Milieubedingungen an einem Standort entwickelt haben, je länger er gleichartige Umweltbedingungen aufgewiesen hat, umso artenreicher ist seine Lebensgemeinschaft, um so ausgeglichener und um so stabiler ist sie“ (FRANZ 1952/53, zitiert nach HOBOHM 1998, 157). Bereits verschiedentlich ist auf die einzigartige Nutzungsgeschichte des öländischen Alvars hingewiesen worden. Zahlreiche Relikte – sowohl aus Warm- als auch Kaltzeiten – zeugen davon, dass zumindest in Teilen des Großen Alvars immer recht konstante Bedingungen geherrscht haben, während sich die Vegetation der Umgebung massiv gewandelt hat. Die öländische Flora vereint Vertreter verschiedenste Florenelemente; allen ist jedoch gemein, dass sie an offene Trockenstandorte angepasst sind. Mitunter sind die außerhalb des Groß-Alvars gelegenen Trockenrasen deutlich artenärmer, die Lebensgemeinschaften weitaus weniger „stabil“. Hierauf weist u.a. die Tatsache hin, dass sich in diesen viele „ruderales“ bzw. nicht indigene Sippen finden, wohingegen solche auf dem Alvar komplett fehlen. HOBOHM betrachtet die Theorie der konstanten Umweltverhältnisse jedoch nicht allein unter dem historischen Aspekt. Die generell vergleichsweise hohe Artenvielfalt von Trockenrasen wird damit erklärt, dass sie einen das ganze Jahr über annähernd gleichen Schichtenaufbau aufweisen und damit den von außen vorgegebenen jahres- und tageszeitlichen Schwankungen der Lichtenergie unterliegen, ohne dass ein zusätzlicher Umbau der Biomasse das Lichtklima im Bestandesinneren oder an der Oberfläche bedeutend verändert. Auch die Nährstoffdynamik zeigt einen recht ausgeglichen Jahresgang (HOBOHM 1998, 157f.). Mitunter ist das Gypsophilo-Globularietum die artenreichste Gesellschaft der öländischen Felsgrusfluren, wohingegen das Crepido-Allietum als nahezu „amphibische“ Gesellschaft die geringsten Artenzahlen aufweist. Die Theorie der konstanten Verhältnisse von HOBOHM (1998) weist einen entscheidenden Vorteil gegenüber der überwiegenden Zahl der bisher vorgestellten Konzepte auf: Sie lässt sich auch zur Erklärung der Artenvielfalt von kryptogamenreichen Phytocoenosen heranziehen. Die Substratstabilität ist aufgrund des oftmals sehr langsamen Wachstums – insbesondere von Flechtenarten – von entscheidender Bedeutung für die Artendiversität. So fehlen z.B. den an der Erosionsfläche der Steilküste gelegenen Beständen des Corniculario-Corynephorietum Kryptogamen nahezu völlig, gleiches gilt für extreme Frostwechselböden.

Aufgrund der Komplexität des Beziehungsgefüges der Artendiversität könnte der Einsatz multivariater Verfahren weitere Erkenntnisse liefern. Die Sichtung zahlreicher Studien durch GRACE (1999) ergab, dass diese oft erheblich mehr erklären als bivariate Analyseverfahren. In 57% der durchgeführten Untersuchungen konnten signifikante multivariate Effekte festgestellt werden. Verschiedene Forschungsarbeiten weisen darauf hin, dass die Variabilität der Artendichte typischerweise durch eine Vielzahl an Variablen gesteuert wird, von denen die Biomasse nicht notwendigerweise die wichtigste ist (GRACE 1999, 15). PAUSAS & AUSTIN (2001) schlagen für die Erforschung des Artenvielfalt-Umwelt-Beziehungsgefüges die Verfolgung einer dreigliedrigen Strategie vor. Ausgangspunkt der Forschung sollten direkte Umweltgradienten sein, nicht jedoch indirekte wie der der Produktivität. Den Regressionsanalysen sind multidimensionale Gradienten zu Grunde zu legen. Dabei sollte nicht allein lineare Regressionen geprüft werden. Um die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern, wird vorgeschlagen, die Verteilungsmuster der Artendiversität sowohl für die Gesamtarten als auch nach Gruppen getrennt zu untersuchen.

GRACE (1999, 18ff.) entwickelt ein konzeptionelles Modell, das als Rahmen für weitergehende Überlegungen und Forschungen hinsichtlich der Frage des Artenreichtums krautiger Vegetationstypen dienen soll. Es enthält die Zustandsvariablen der Artendiversität und der Biomasse. Diese werden durch verschiedene Prozesse direkt oder indirekt gesteuert, stehen jedoch in keiner direkten Abhängigkeit zueinander. Es wird angenommen, dass die Artendichte deutlich höher mit dem jeweiligen Lichteinfall bis auf die Bodenoberfläche korreliert ist als mit der oberirdischen Biomasse oder aber der Produktivität an sich. Als kontrollierende Variablen werden die Heterogenität des Standortes, Störungseffekte, der Artenpool sowie die Kolonisierung genannt. Die jeweiligen Umweltbedingungen beeinflussen indirekt die Artendiversität über den Artenpool sowie die Wuchsrate. Das Modell trifft dabei keine Aussagen über die jeweilige Bedeutung der verschiedenen Parameter.

Prinzipiell erscheint das Modell auch für die Erforschung der Artenvielfalt von Trockenrasen geeignet. Dabei sollte – wie von PAUSAS & AUSTIN (2001) empfohlen – eine nach Lebensformen differenzierte Betrachtung vorgenommen werden. Für die Kryptogamenartendiversität von Trockenrasen sind vermutlich der Faktor Licht, der seinerseits im Zusammenhang mit der jeweiligen Biomasse der Feldschicht steht, und der mit den abiotischen Umweltparametern assoziierte Artenpool von entscheidender Bedeutung. Des Weiteren spielt wahrscheinlich die Störungsintensität eine erhebliche Rolle.

HOBOHM (1998, 146) verzichtet auf den Einsatz multivariater Verfahren, da „sie in vergleichbaren Untersuchungen nur zu sehr unscharfen und schwer zu interpretierenden Ergebnissen führten.“ HÄRDTLE (1995, zitiert nach HOBOHM 1998, 33) konnte mittels multivariater Verfahren zeigen, dass im Ordinationsergebnis zwar eine Parallelisierung von Assoziation und Bodenparametern zumeist gut möglich ist, die Beziehung auf der Ebene der Subassoziationen und Varianten jedoch wesentlich unschärfer ist.

Vor diesem Hintergrund ist die von GRACE (1999, 10) aufgeworfene Frage von Interesse, ob Regressionsanalysen Einzelaufnahmen oder aber Mittelwerte von Assoziationen zu Grunde gelegt werden sollten. Wie oben ausgeführt wurde, ist vielfach eine höhere Korrelation für die Mittelwerte von Assoziationen festzustellen als bei der Verwendung der Einzeldaten. Allerdings sind die Signifikanzschranken deutlich höher anzusetzen, so dass nicht zwangsläufig ein gesicherteres Ergebnis erhalten wird, als wenn den Regressionsanalysen die Einzelaufnahmen zu Grunde gelegt werden. Die Anwendung dieser Methode setzt daher den Vergleich einer erheblich höheren Zahl unterschiedlicher Vegetationstypen voraus als dies im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit möglich ist. Ein Methodenvergleich könnte aber mitunter lohnenswert sein. Es steht zu erwarten, dass bei der Verwendung von Assoziationsmittelwerten die Interpretation multivariater Gradienten erleichtert wird.

5.2.4 Artenzahl-Areal-Beziehung

Der α -Index nach HOBOHM (1998, 2000) als Maß für die relative Artenvielfalt liefert unter Verwendung der von HOBOHM & HÄRDTLE (1997) für Gesellschaften Mitteleuropas errechneten Werte der Steigung und des Achsenabschnittes recht plausible Ergebnisse. Dies zeigt die vergleichende Berechnung des α -Index für die Trockenrasen des Untersuchungsgebietes, Bohusläns sowie Nordostdeutschlands. Dennoch ist aufgrund der vorliegenden Ergebnisse auf einige Problempunkte hinzuweisen.

Die für die Alvargesellschaften erstellten Artenzahl-Areal-Kurven folgen in der doppeltlogarithmischen Darstellung dem Verlauf einer quadratischen Funktion zweiter Ordnung, nicht jedoch einer Geraden. Abweichungen vom linearen Kurvenverlauf sind insbesondere im Skalenbereich unterhalb von 0,01 m² zu verzeichnen. Oberhalb von 4 m² ist eine weitere Abflachungstendenz der Regressionsfunktion zu erahnen. Damit wird die Anwendbarkeit des α -Index für die Gesellschaften des Groß-Alvars in Frage gestellt. Die Abweichung von dem von HOBOHM (1998) postulierten linearen Trend kann möglicherweise auch auf die bei zunehmender Flächengröße steigende Gefahr, Arten zu übersehen, zurückzuführen sein. Dies ist bei der angewandten Methode, Mischproben zur Erfassung der winzigen Moose und Flechten zu sammeln, nicht auszuschließen. Allerdings ist diese Tendenz für das Veronico-Avenetum ebenfalls festzustellen, bei dem dieses nicht notwendig gewesen ist.

Bei Artenzahl-Areal-Untersuchungen größerer Skalen wie ganzen Festlandsregionen, Inseln oder Archipelen wurden von verschiedenen Bearbeitern lineare log(S)-log(A)-Beziehungen beobachtet (s. z.B. HOBOHM 1998, 127). Demgegenüber liegen bislang recht wenig empirische Daten für Flächengrößen vor, wie sie in der Pflanzensoziologie relevant sind (HOBOHM 1998, 129). Zur Ermittlung der Regressionsfunktionen verschiedener Gesellschaften des Elbtales untersuchte HOBOHM (1998) Flächengrößen von 0,01 m², 0,1 m² und 1 m². Aufgrund von drei Datenpunkten auf einen linearen Trend zu schließen, ist allerdings „etwas gewagt“. Im vom Autor gewählten Skalenbereich zeigen auch die für die Trockenrasen des Alvars ermittelten Funktionen einen annähernd linearen Trend. Ebenfalls problematisch ist die Berechnung der Regressionsfunktion für mitteleuropäische Gesellschaften von HOBOHM & HÄRDTLE (1997). Dieser liegen zwar Aufnahmen unterschiedlicher Flächen zu Grunde, pro Pflanzengesellschaft wurde jedoch – mit einer Ausnahme – lediglich eine Tabelle ausgewertet. Mitunter mag zwar für die Gesellschaften insgesamt ein linearer Trend vorliegen, daraus lässt sich jedoch nicht zwangsläufig schließen, dass die Artenzahl-Areal-Kurve im doppeltlogarithmischen Raum auch für jede einzelne Assoziation eine Linearität zeigt.

Unterschiede im Verlauf der doppeltlogarithmischen Regressionsfunktion könnten strukturell bedingt sein. PAUSAS et al. (1999, zitiert nach PAUSAS & AUSTIN 2001, 162) stellten für mediterranes Buschland fest, dass die Artenzahl-Arealkurve holziger Gefäßpflanzen eher einer halblogarithmischen Beziehung folgt, wohingegen die der krautigen gut mit der doppeltlogarithmischen übereinstimmt.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen keinen deutlichen Unterschied im Kurvenverlauf von Kryptogamenarten und Gefäßpflanzensippen. Dennoch ist für die Kurve der Gefäßpflanzen mit zunehmender Flächengröße eine höhere Steigungstendenz festzustellen, als für die der Kryptogamen, bei denen sich die Kurve bereits bei der Flächenvergrößerung von 4 m² auf 9 m² leicht abflacht. Die Bearbeitung größerer Flächen würde vermutlich deutlichere Abweichungen zwischen den Kurvenverläufen zeigen. Möglicherweise lässt sich die Abweichung von dem von HOBOHM (1998) angenommenen linearen Trend somit mit der hohen Kryptogamenartenzahl begründen.

In der Frage des Einflusses von Lebens- und Wuchsformen auf die jeweilige Artenzahl-Areal-Beziehung sind weitere Untersuchungen anzustreben. Möglicherweise stellt eine quadratische Funktion in der oben genannten Form für kryptogamenreiche Vegetationstypen eine bessere Beschreibung der Artenzahl-Areal-Kurve dar als eine lineare. Dabei ist allerdings anzumerken, dass sie ebenfalls nicht uneingeschränkt gültig sein kann. Zum einen müsste es danach ab einem bestimmten Punkt zu einer Abnahme der Artenzahl bei weiterer Flächenvergrößerung kommen, zum anderen müsste sich die Kurve irgendwann asymptotisch an den mittleren Gesamtdeckungsgrad annähern. Bis hin zu der 1 cm² großen Aufnahmeffläche ist jedoch eine klare Abnahme der Gesamtartenzahl festzustellen. Entweder ist somit noch eine weitere Reduktion der Fläche erforderlich oder aber ein größerer Stichprobenumfang.

Es sollte daher auch geprüft, über welchen Skalenbereich die jeweiligen Regressionen konsistent sind. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die universelle Einsetzbarkeit des α -Index. Damit ist der α -Index in seiner derzeitigen Form nicht grundsätzlich abzulehnen – vielmehr stellt er die nach derzeitigen Erkenntnissen adäquateste Lösung dar, um die relative Artenvielfalt von Gesellschaften zu ermitteln. Unterschiede bei der zweiten Nachkommastelle sollten aber nicht „überinterpretiert“ werden. Werden Literaturdaten für die Artendiversitätsforschung herangezogen, ist außerdem die Verlässlichkeit der entsprechenden Quelle insbesondere bei kryptogamenreichen Vegetationstypen sorgfältig zu recherchieren.

Der für die Alvargesellschaften errechnete mittlere z-Wert von 0,22 ist leicht höher als der, den HOB OHM & HÄRDTLE (1997) für mitteleuropäische Gesellschaften mit 0,20 errechneten. Deutlicher ist die Abweichung des Achsenabschnittes mit einem Wert von 1,58 gegenüber von 1,00. Die Berechnung der Werte erfolgte jedoch auf der Grundlage von Datenmaterial von Vegetationstypen unterschiedlichster Klassen, wohingegen der im Rahmen dieser Untersuchung erhaltene ein für die Alvargesellschaften spezifischer Kennwert ist. Aufgrund der deutlichen Korrelation des $\log(c)$ -Wertes mit der Artendichte kann er als Indikator für den Grundstock an Arten auf einer Fläche von 1 m² angesehen werden (HOB OHM 2000, 18). Hiermit lässt sich die starke Abweichung des $\log(c)$ -Wertes der extrem artenreichen Alvargesellschaften von dem von HOB OHM & HÄRDTLE (1997) für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften errechneten Wert begründen. Tendenziell zeigen relativ artenreiche Gesellschaften wie Trockenrasen höhere z-Werte als vergleichsweise artenarme Gesellschaften (HOB OHM 1998, 132). HOB OHM (1998, 130) erhielt für das Diantho-Armerietum im Elbtal eine ähnliche Regressionsgerade. Es wurde ein z-Wert von 0,23 sowie ein $\log(c)$ -Wert von 1,49 ermittelt. Die Flächen wurden wie die des Alvars beweidet. Die Assoziation weist einen im Vergleich zu den übrigen Gesellschaften des Elbtales extrem hohen α -Index von 0,49 (errechnet für die 1 m² große Fläche) auf. Für das Corniculario-Corynephorietum berechnete der Autor einen z-Wert von 0,22 sowie einen $\log(c)$ -Wert von 1,18. Leicht unterhalb von 0,20 liegen die Steigungen, die für einen *Filago arvensis*-Sandrasen sowie eine *Saxifraga tridactylites*-Gesellschaft ermittelt wurden.

Während für den $\log(c)$ -Wert ein klarer Zusammenhang mit der Gesamtartenzahl festzustellen ist, ist ein solcher für die Steigung nicht gegeben. Schwer zu erklären ist, weshalb der z-Wert des Helianthemo-Galietum stark von dem der übrigen Gesellschaften abweicht. Vermutlich ist dieses auf das relativ inhomogene Datenmaterial zurückzuführen. Die lineare Regression liefert bei diesem das mit $R^2 = 0,9558$ niedrigste Bestimmtheitsmaß. Die Kurve zeigt einen sehr starken Anstieg der Artenzahl von 0,01 m² zu 0,04 m². Der stufige Verlauf der Kurve deutet auf relativ inhomogene Aufnahmefflächen hin (DIERSCHKE 1994, 141). Dies kann bei der geringen Stichprobengröße zufallsbedingt sein.

HOB OHM (1998, 132ff.) untersuchte die Abhängigkeit der z-Werte von ökologischen und die Struktur der Vegetation betreffenden Merkmalen bei Gesellschaften des Elbtales, konnte jedoch auch in dieser Frage keine signifikanten Korrelationen feststellen.

Der Vergleich der z- und log(c)-Werte der Artenzahl-Areal-Beziehungen von Gefäßpflanzen und Kryptogamen kann Informationen über den Einfluss des Anteils der Artengruppen an der Gesamtartenzahl auf den Verlauf der Regressionsfunktion liefern. Die insgesamt höheren log(c) weisen darauf hin, dass der Grundstock an Kryptogamenarten in den Alvargesellschaften auf 1 m² höher ist als derjenige an Gefäßpflanzensippen. Da jedoch die Steigung der Regressionsfunktion bei den Kryptogamen bei Flächengrößen oberhalb von 0,01 m² größer ist als die der Gefäßpflanzensippen, hängt das jeweils festzustellende Verhältnis von Kryptogamen und Gefäßpflanzensippenzahl u.a. von dem Untersuchungsmaßstab ab.

Insgesamt scheinen die z-Werte auch für die einzelnen Gruppen kaum im Zusammenhang mit der jeweiligen Artenzahl zu stehen. Tendenziell ist der z-Wert der Gefäßpflanzen positiv mit der Kryptogamenartenzahl korreliert. Weitere Erkenntnisse in dieser Frage könnte möglicherweise die Betrachtung der Lebensform- und Wuchsformspektren der jeweils beteiligten Gefäßpflanzensippen liefern. Bei einer hohen Kryptogamenartenvielfalt ist tendenziell von dem Vorherrschen eher niedrigwüchsiger, relativ konkurrenzschwacher Gefäßpflanzensippen auszugehen.

Dies könnte eine Erklärung für die stark voneinander abweichenden z-Werte des Gypsophilo-Globularietum und Veronico-Avenetum sein. Für das Gypsophilo-Globularietum ist ein Anteil der Hemikryptophyten an der Gesamtgefäßpflanzensippenzahl von 55,3% ermittelt worden, für das Veronico spicatae-Avenetum hingegen von 64,8% (s. Anhang 3). Vermutlich ist jedoch eine differenziertere Gruppeneinteilung erforderlich als dies mit Hilfe der Lebensformtypen nach Raunkiaer möglich ist. Es macht einen gewaltigen Unterschied, ob in einer Aufnahme- fläche *Sesleria caerulea* oder aber *Poa alpina* ssp. *alpina* vorkommt – die beide als Hemikryptophyten zu klassifizieren sind. Insbesondere die Wuchsform und -größe sollten mit einfließen. Wuchsformsysteme wurden u.a. von VAN DER MAAREL (1966) und BARKMAN (1979) vorgeschlagen (zitiert nach VAN DER MAAREL 1988, 57). Unter Umständen wäre auch das stark gegliederte Lebensformsystem von DIERSCHKE (1994, 89ff.) geeignet.

Eine andere Erklärung wäre, dass die Bestände des Veronico spicatae-Avenetum deutlich homogener ausgebildet sind als dies bei der oft mosaikartigen Struktur der Gesellschaften der Felsgrusfluren – insbesondere des Gypsophilo-Globularietum – der Fall ist. Jede Flächenvergrößerung bringt somit tendenziell auch eine Erhöhung der kleinstandörtlichen Heterogenität mit sich, so dass sich immer wieder neue Nischen auftun, die von weiteren an der Lebensgemeinschaft beteiligten Pflanzensippen eingenommen werden können.

Der Einfluss des jeweiligen Anteils der Lebensformgruppen auf die Regressionsfunktion lässt sich an Hand der vorliegenden Daten nur schwer abschätzen. Untersuchungen wären insbesondere auf größeren Flächen notwendig. Für den untersuchten Skalenbereich sind keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den für die Alvertrockenrasenassoziationen ermittelten Artenzahl-Areal-Beziehungen festzustellen. Für die Felsgrusfluren ist auf Flächen bis 9 m² keine stärkere Abflachungstendenz der Kurve festzustellen. Damit lässt sich für kryptogamendominierte Vegetationstypen wie die *Fulgensia bracteata*-*Poa alpina*-Gesellschaft eine am postulierten Minimumareal orientierte wesentlich kleinere Aufnahme- fläche als für Halbtrockenrasen wie das Veronico-Avenetum theoretisch nicht begründen.

Da das Konzept des Minimumareals mehr Fragen aufwirft als Orientierungsmaßstäbe zur Wahl der jeweiligen Aufnahme- flächengröße bietet, sollte sich die gewählte Aufnahme- flächengröße daher in erster Linie an dem Homogenitätskriterium aber insbesondere der Praktikabilität orientieren, wenn im Rahmen der pflanzensoziologischen Untersuchungen zusätzlich eine Auswertung hinsichtlich der Frage der Artenvielfalt durchgeführt werden soll (s. hierzu u.a. CHYTRÝ 2001). Die Variation einer Pflanzengesellschaft lässt sich in der Regel ohnehin durch eine höhere Zahl an Aufnahmen kleinerer Aufnahme- flächengröße besser abbilden als durch wenige größerer.

6 Zusammenfassung

In der Vegetationsperiode 2001 erfolgte eine vegetationskundliche Bearbeitung der Trockenrasen des nördlichen Teils Südölands. Insgesamt konnten 15 Assoziationen bzw. informelle Gesellschaften mit vermutlichem Assoziationsrang aus den Klassen der Koelerio-Corynephoretea und Festuco-Brometea festgestellt werden. Diese werden floristisch wie standortsökologisch charakterisiert. Dabei werden auch chorologische Aspekte berücksichtigt. Zusätzlich bildet das gewonnene Datenmaterial die Basis für die Untersuchung der Verteilungsmuster der Artenvielfalt in den Trockenrasen des Gebietes. Des Weiteren wurden für die sechs Trockenrasenassoziationen des Groß-Alvars unter Anwendung der Einflächenmethode Artenzahl-Areal-Kurven im Skalenbereich von 1 cm² bis 9 m² ermittelt.

Der synsystematischen Bearbeitung liegt die von DENGLER & BERG (2002) entwickelte Methodik zu Grunde, die auf dem Konzept von BERGMEIER et al. (1990) aufbaut. Bedeutend ist insbesondere, dass auf jeder syntaxonomischen Ebene unterhalb der Klasse ein Zentralsyntaxon zulässig ist, das keine eigenen Kennarten aufweist. Hierdurch ist die Aufstellung eines Zentralverbandes „Gentianello-Avenulion Royer 1991 nom. inval.“ innerhalb der Brometalia erecti (basiphile Halbtrockenrasen) möglich. Ungewöhnlich an dem vorgelegten Gliederungsvorschlag ist außerdem die Unterscheidung eines nordischen Verbandes „Tortello-Sedion Hallberg 1971 nom. inval.“ bei den *Alyso alyssoidis*-Sedetalia (basiphile Felsgrusfluren). Die floristischen Beziehungen zu den in der Literatur dokumentierten Trockenrasengesellschaften des schwedischen Festlandes werden diskutiert und Ansätze einer in sich schlüssigen Gesamtgliederung der südschandinavischen Trockenrasen entwickelt.

Die Felsgrusgesellschaften der Sedo-Scleranthenea besiedeln die flachgründigen Verwitterungsböden des Großen Alvars. Wichtigste ökologische Differenzierungsfaktoren sind die Bodentiefe, die Stauwasser- und Frostwechseleinfluss. Die Assoziationen sind unter einem pflanzengeographischen Blickwinkel von besonderem Interesse. In ihnen ist einerseits das südliche Florenelement am stärksten vertreten, andererseits aber auch das arktisch-alpine. Gleichzeitig ist eine Konzentration an Endemiten festzustellen. Es werden fünf Assoziationen unterschieden, von denen lediglich letztere primär außerhalb des Alvars anzutreffen ist: *Crepido-Allietum alvarense*, *Fulgensia bracteata-Poa alpina*-Gesellschaft, *Helianthemo-Galietum oelandici*, *Gypsophilo-Globularietum*, *Androsace septentrionalis-Sedum album*-Gesellschaft. Die Zusammenfassung der basiphilen Felsgrusfluren Südschandinaviens zum Verband Tortello-Sedion liegt in der reichen Kryptogamenflora begründet, durch die sich die Assoziationen markant von denen des mitteleuropäischen *Alyso alyssoidis*-Sedion unterscheiden.

Sandtrockenrasen der Koelerio-Corynephoretea treten im Untersuchungsgebiet ausschließlich außerhalb des Großen Alvars über sandigen Böden auf. Unterschiede sind vor allem in dem Basen- und Humusgehalt des Bodens, der Wasserversorgung sowie der Stabilität des Substrates festzustellen. Auch wenn einige der „floristischen Raritäten“ der Insel in die Gesellschaften übergreifen, so kommen nur weiter verbreitete Assoziationen vor. Dies sind das *Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis*, *Airetum praecocis*, *Festucetum polesicae*, *Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis*, *Sileno otitae-Festucetum brevopilae* sowie das *Diantho deltoidis-Armerietum elongatae*.

Die basiphilen Halbtrockenrasen Südschandinaviens der Festuco-Brometea zeichnen sich durch eine hohe Zahl azidophiler und mesophiler Sippen aus. Die floristischen Beziehungen der ölandischen Gesellschaften zu denen des schwedischen Festlandes sind deutlich höher als zu denen südöstlicher Einheiten. Auch wenn einige „Exoten“ vorkommen, werden sie daher gemeinsam zum Zentralverband der Brometalia erecti – Gentianello amarellae-Avenulion pratensis – gestellt.

Es werden vier Gesellschaften getrennt: *Phleum bertolonii-Saxifraga granulata*-Gesellschaft, *Veronico spicatae-Avenetum*, *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft, *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft. Während das *Veronico spicatae-Avenetum* allein auf den höher gelegenen Moränenflächen des Großen Alvars vorzufinden ist, sind die übrigen Gesellschaften außerhalb von diesem verbreitet. Eine recht hohe floristische Eigenständigkeit besitzt die *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Gesellschaft, die lediglich an wärmebegünstigten Standorten im Nordwesten des Untersuchungsgebiet vorkommt.

Die Artendiversität der Trockenrasenvegetationstypen des Untersuchungsgebietes variiert stark. Tendenziell ist eine Abnahme der Artenzahlen von den Assoziationen der *Sedo-Scleranthea* über die der *Festuco-Brometea* bis hin zu denen der *Koelerio-Corynepherea* festzustellen. Die geringste mittlere Gesamtartenzahl wurde für das *Corniculario-Coryneporetum canescentis* mit 8 Arten pro 4 m² ermittelt, die höchste mit 54,4 für das *Gypsophilo-Globularietum*.

Dabei sind deutliche Unterschiede in der Verteilung von Kryptogamen- und Gefäßpflanzenartenvielfalt festzustellen. Die signifikante Abnahme der Kryptogamenartenzahlen bei steigender Gefäßpflanzenabundanzsumme weist darauf hin, dass der Konkurrenzausschluss höherwüchsiger Gefäßpflanzensippen eine entscheidende Rolle für die Kryptogamenartendiversität spielt. Eine nach Gruppen getrennte Kausalanalyse der Verteilungsmuster ist daher sinnvoll. Die interspezifische Konkurrenz innerhalb der Gruppe der Gefäßpflanzen ist in Trockenrasenökosystemen offensichtlich gering.

Die durchgeführten bivariaten Regressionsanalysen decken zwar mehrere signifikante Zusammenhänge zwischen Artenvielfalt und standortsökologischen Parametern auf, das komplexe Ursachegefüge macht eine Kausalinterpretation der vorgefundenen Verteilungsmuster der Artendiversität jedoch schwierig. Viele Einflussfaktoren werden von dem der Bodentiefe gründigkeit überlagert. Zur weiteren Klärung erscheint daher der Einsatz multivariater Analyseverfahren sinnvoll.

Die Artenzahl-Areal-Beziehungen der Trockenrasengesellschaften des Groß-Alvars folgen in der doppeltlogarithmischen Darstellung einem recht einheitlichen polynomischen Funktionsverlauf. Dem α -Index nach HOBÖHM (1998, 2000) als Maß für die relative Artenvielfalt einer Pflanzengesellschaft liegt demgegenüber die Annahme einer linearen $\log(S)$ - $\log(A)$ -Beziehung zu Grunde. Abweichungen von der Linearität sind insbesondere auf Flächen unterhalb von 0,01 m² zu verzeichnen. Zur Ermittlung der für die Berechnung des α -Index notwendigen z - und $\log(c)$ -Werte wurden daher allein die Datenpunkte von 0,01 m² bis 9 m² herangezogen. Es sind z -Werte zwischen 0,196 und 0,249 festzustellen. Die jeweiligen $\log(c)$ -Werte sind eng mit der Gesamtartenzahl (pro 4 m²) korreliert und weisen eine Spanne von 1,49 bis 1,70 auf. Während die $\log(c)$ -Werte der Kryptogamen deutlich höher liegen als die der Gefäßpflanzensippen, ist für den z -Wert das Gegenteil zu beobachten. Tendenziell flacht sich die Artenzahl-Areal-Kurve der Kryptogamen bei der Flächenvergrößerung von 4 m² auf 9 m² bereits ab. Die universelle Einsetzbarkeit des α -Index für den Vergleich der Artenvielfalt verschiedener Pflanzengesellschaften muss für kryptogamenreiche Vegetationstypen in Frage gestellt werden.

7 Quellenverzeichnis

7.1 Literatur

- AG BODEN [Hrsg.] (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 4. Aufl., 392 S., Hannover.
- ACKERMANN, W., DURKA, W. (1998): SORT 4.0 – Programm zur Bearbeitung von Vegetationsaufnahmen und Artenlisten – Handbuch. – 138 S., unveröff. Manuskript.
- ALBERTSON, N. (1946): Österplana hed. Ett alvarområde på Kinnekulle. – Acta Phytogeogr. Suec. 20: 1-267, Uppsala.
- ALBERTSON, N. (1950): Das große südliche Alvar der Insel Öland. Eine pflanzensoziologische Übersicht. – Svensk Bot. Tidskr. 44: 269-331.
- ALM KÜBLER, K. (2001): Holocene Environmental Change of Southern Öland, Sweden. – Acta Universitatis Upsaliensis – Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 28: 183 S., Uppsala.
- AMMAR, M. Y. (1978): Vegetation and local environment of shore ridges at Vickleby, Öland, Sweden. – Acta Phytogeogr. Suec. 64: 94 S., Uppsala.
- ANDERSSON, O. (1950): The Scanian sand vegetation – a survey. – Bot. Not. 1950: 145-172, Lund.
- BACKÉUS, I. (1999): The late Quaternary vegetation history of Sweden. – Acta Phytogeogr. Suec. 84: 15-20, Uppsala.
- BARKMAN, J. J. (1989a): A critical evaluation of minimum area concepts. – Vegetatio 85: 89-104, The Hague.
- BARKMAN, J. J. (1989b): Fidelity and character-species, a critical evaluation. – Vegetatio 85: 105-116, The Hague.
- BENGTSSON, K., PRENTICE, H. C., ROSÉN, R., MOBERG, R., SJÖGREN, E. (1988): The dry alvar grasslands of Öland: ecological amplitudes of plant species in relation to vegetation composition. – Acta Phytogeogr. Suec. 76: 21-46, Uppsala.
- BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. (2001) [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Tabellenband. – 341 S., Jena.
- BERGMEIER, E., HÄRDLE, W., MIERWALD, U., NOWAK, B., PEPPLER, C. (1990): Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. – Kieler Not. z. Pflanzenk. Schl.-Holst. Hamburg 20: 92-110, Kiel.
- BÖCHER, T. W. (1945): Beiträge zur Pflanzengeographie und Ökologie dänischer Vegetation – I. Über die Waldsaum- und Graskrautgesellschaften trockener und halbtrockener Böden der Insel Seeland mit besonderer Berücksichtigung der Strandabhänge und Strandebenen. – K. Dan. Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 4(1): 163 S., København.
- BÖCHER, T. W., CHRISTENSEN, T., CHRISTIANSEN, M. S. (1946): Slope and dune vegetation of North Jutland I. Himmerland. – K. Dan. Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 4(3): 78 S., København.
- BÖCHER, T. W. (1947): *Festuca polesica* Zapal., its Chromosome Number and Occurrence in Denmark. – Bot. Not. 1947: 353-360, Lund.
- BRAAKHEKKE, W. G., HOOFTMAN, D. A. P. (1999): The resource balance hypothesis of plant species diversity in grasslands. – J. Veg. Sci. 10: 187-200, Uppsala.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1963): Das Helianthemo-Globularion, ein neuer Verband der baltischen Steppenvegetation. – Veröff. Geobot. Inst. Eidg. Tech. Hochsch. Stift. Rübel 37: 27-38, Zürich.
- CHYTRÝ, M. (2001): Phytosociological data give biased estimates of species richness. – J. Veg. Sci. 12: 439-444, Uppsala.
- CORLEY, M. F. V., CRUNDWELL, A. C., DÜLL, R., HILLAND, M. O., SMITH, A. J. E. (1981): Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. – J. Bryol. 11: 609-689, Oxford [u.a.].
- DENGLER, J. (1994): Flora und Vegetation von Trockenrasen und verwandten Gesellschaften im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. – Gleditschia 22: 179-321, Berlin.
- DENGLER, J. (1997): Gedanken zur synsystematischen Arbeitsweise und zur Gliederung der Ruderalgesellschaften (*Artemisietea vulgaris* s. l.). Mit der Beschreibung des Elymo-Rubetum caesii ass. nova. – Tuexenia 17: 251-282, Göttingen.
- DENGLER, J. (1998): Zur Unterscheidung von *Phleum pratense* s. str. und *Phleum bertolonii*. – Flor. Rundbr. 32 (1): 7-12, Bochum.

- DENGLER, J. (2001a): Erstellung und Interpretation synchorologischer Karten am Beispiel der Klasse Koelerio-Corynepherea. – Ber. d. Reinhold-Tüxen-Ges. 13: 223-228, Hannover.
- DENGLER, J. (2001b): Synsystematik und Synchorologie der Trockenrasen Nordostdeutschlands im europäischen Kontext. – Poster, Tagung d. Reinhold-Tüxen-Ges., Wien 04/2001, unveröff.
- DENGLER, J. (2001c): Uneven distribution of phytodiversity in NE German dry grassland communities. – Poster, Tagung Ges. f. Ökologie, Basel 08/2001, unveröff.
- DENGLER, J., BERG, C. (2002): Klassifikation und Benennung von Pflanzengesellschaften – Ansätze zu einer konsistenten Methodik im Rahmen des Projekts „Rote Liste der Pflanzengesellschaften von Mecklenburg-Vorpommern“. – In: RENNWALD, E. [Hrsg.]: Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands – mit Datenservice auf CD-ROM. Schriftenr. Vegetationskd. 35: 17-47., Bonn.
- DENGLER, J., RIXEN, C. (1995) [Hrsg.]: Bericht zur Öland-Exkursion 24.–31.05.1994. – Kiel. Exkursionsber. Vegetationskd.-Bot. Exkursionen 3: 108 S., Bot. Inst. Christian-Albrechts-Univ. unveröff., Kiel.
- DER BUNDESUMWELTMINISTER [Hrsg.] (o. J.): Umweltpolitik – Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente. – Informationsschrift des BMU, 52 S., Bonn.
- DIEKMANN, M. (1997): The Differentiation of Alliances in South Sweden. – Folia Geobot. Phytotax. 32: 193-205, Praha.
- DIERSCHKE, H. (1986): Entwicklung und heutiger Stand der Syntaxonomie von Silikattrockenrasen und verwandten Gesellschaften in Europa. – Phytocoenologia 14 (3): 399-416. Stuttgart [u.a.].
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden. – 683 S., Stuttgart.
- DIERBEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). – 241 S., Darmstadt.
- DIERBEN, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. – 838 S., Stuttgart.
- DIERBEN, K. (2001): Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. – Bryophytorum. Bibl. 56: 289 S., Stuttgart.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geob. 18: 248 S., Göttingen.
- FRAHM, J.-P. (2001): Biologie der Moose. – 357 S., Heidelberg [u.a.].
- FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E., LOBIN, W. (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas. – In: GAMS, H. [Begr.]: Kleine Kryptogamenflora 4, 6. Aufl., 426 S., Stuttgart [u.a.].
- FRIEDEL, A., HOBHOM, C., NIEMEYER, T. (1999): Script zum Bodenökologie-Praktikum WS 99/2000. – 17 S., unveröff. Manuskript Institut für Ökologie und Umweltchemie Universität Lüneburg.
- GRACE, J. B. (1999): The factors controlling species density in herbaceous plant communities: an assessment. – Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 2/1: 1-28, Jena.
- GROLLE, R. (1983): Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. – J. Bryol. 12: 403-459, Oxford [u.a.].
- GROLLE, R., LONG, D. R. (2000): An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia. – J. Bryol. 22: 103-140, Oxford [u.a.].
- GRYTNES, J. A. (2000): Fine-scale vascular plant species richness in different alpine vegetation types: relationships with biomass and cover. – J. Veg. Sci. 11: 87-92, Uppsala.
- HALLBERG, H. P. (1971): Vegetation auf den Schalenablagerungen in Bohuslän, Schweden. – Acta Phytogeogr. Suec. 56: 136 S., Uppsala.
- HALVORSEN, R. (1980): Numerical analysis and successional relationships of shell-bed vegetation at Akerøya, Hvaler, SE Norway. – Norw. J. Bot. Vol. 27: 71-95, Oslo.
- HOBHOM, C., HÄRDLE, W. (1997): Zur Bedeutung einiger ökologischer Parameter für die Artenvielfalt innerhalb von Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. – Tuexenia 17: 19-52, Göttingen.
- HOBHOM, C. (1998): Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt. – Arch. Naturwiss. Diss. 5: 231 S., Wiehl.
- HOBHOM, C. (2000): Biodiversität. – 214 S., Wiebelsheim.
- HUBER, R. (1994): Changes in plant species richness in a calcareous grassland following changes in environmental conditions. – Folia Geobot. Phytotax. 29: 469-482, Praha.
- HUBER, R. (1999): Patterns of species richness in a limestone grassland under different treatments in relation to spatial scale. – Applied Vegetation Science 2: 257-266, Uppsala.
- JANDT, U. (1999): Kalkmagerrasen am Südharrand und im Kyffhäuser – Gliederung im überregionalen Kontext, Verbreitung, Standortverhältnisse und Flora. – Diss. Bot. 322: 246 S., Berlin [u.a.].

- JONSELL, B. [Hrsg.] (2000): Flora Nordica – Volume 1: Lycopodiaceae to Polygonaceae. – 344 S., Stockholm.
- JONSELL, B. [Hrsg.] (2001): Flora Nordica – Volume 2: Chenopodiaceae to Fumariaceae. – 430 S., Stockholm.
- KLEIVEN, M. (1959): Studies on the Xerophile Vegetation in Northern Gudbrandsdalen, Norway. – *Nytt. Mag. Bot.* 7: 1-60, Oslo.
- KÖNIGSSON, L.-K. (1968): The holocene history of the Great Alvar of Öland. – *Acta Phytogeogr. Suec.* 55, 172 S., Uppsala.
- KOPECKÝ, K. (1992): Syntaxonomische Klassifizierung von Pflanzengesellschaften unter Anwendung der deduktiven Methode. – *Tuexenia* 12: 13–24, Göttingen.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W., GRADSTEIN S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – *Schriftenr. Vegetationsk.* 34: 519 S., Bonn.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation von Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – *Schriftenr. Vegetationskd.* 7: 196 S., Bonn.
- KORNECK, D. (1975): Beitrag zur Kenntnis mitteleuropäischer Felsgrus-Gesellschaften (Sedo-Scleranthetalia). – *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N. F.* 18: 45-102, Todenmann [u.a.].
- KRAHULEC, F., ROSÉN, E., VAN DER MAAREL, E. (1986): Preliminary classification and ecology of dry grassland communities on Ölands Stora Alvar (Sweden). – *Nord. J. Bot.* 6: 797-809, Copenhagen.
- KRATZERT, G., DENGLER, J. (1999): Die Trockenrasen der „Gabower Hänge“ am Oderbruch. – *Verh. Bot. Ver. Berl. Brandenb.* 132: 285-329, Berlin.
- KRAUSCH, H.-D. (1962): Vorschläge zur Gliederung der mitteleuropäischen Sand- und Silikat-Trockenrasen. – *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N. F.* 9: 266-269, Stolzenau (Weser).
- LITTERSKI, B. (1999): Pflanzegeographische und ökologische Bewertung der Flechtenflora Mecklenburg-Vorpommerns. – *Diss. Bot.* 307: 391 S., Stuttgart.
- LOZÁN, J. L., KAUSCH, H. (1998): *Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler.* – 2. Aufl., 287 S., Berlin.
- MAAREL, E. VAN DER (1988): Floristic diversity and guild structure in the grasslands of Öland's Stora Alvar. – *Acta Phytogeogr. Suec.* 76: 53-65, Uppsala.
- MAAREL, E. VAN DER (1997): Biodiversity: From Babel to biosphere management. – 59 S., Uppsala.
- MAAREL, E. VAN DER, SYKES, M. T. (1993): Small-scale plant species turnover in a limestone grassland: the carousel model and some comments on the niche concept. – *J. Veg. Sci.* 4: 179-188, Uppsala.
- MARKER, E. (1969): A Vegetation Study of Langöya, Southern Norway. – *Nytt Mag. Bot.* 16: 15-44, Oslo.
- MEUSEL, H., JÄGER, E. J. (1991) [Hrsg.]: *Chorologie der zentraleuropäischen Flora – Band III – Text.* – S. 1002-334, Jena [u.a.].
- MEUSEL, H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S., WEINERT, E. (1978) [Hrsg.]: *Chorologie der zentraleuropäischen Flora – Band II – Text.* – S. 584-1001, Jena.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., WEINERT, E. (1965) [Hrsg.]: *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora – Band I – Text.* – S. 1-583, Jena.
- MOBERG, R., HOLMÅSEN, I. (1992): *Flechten von Nord- und Mitteleuropa. Ein Bestimmungsbuch.* – 234 S., Stuttgart [u.a.].
- MORAVEC, J. (1967): Zu den azidophilen Trockenrasengesellschaften Südwestböhmens und Bemerkungen zur Syntaxonomie der Klasse Sedo-Scleranthetea. – *Folia Geobot. Phytotaxon.* 2: 137-178, Praha.
- MOSSBERG, B., STENBERG, L., ERICSSON, S. (1992): *Den Nordiska Floran.* – 696 S., Stockholm.
- MUCINA, L., GRABHERR, G., ELLMAUER, T. (1993) [Hrsg.]: *Die Pflanzengesellschaften Österreichs – Teil I: Anthropogene Vegetation.* – 578 S., Jena [u.a.].
- NYHOLM, E. (1986): *Illustrated Flora of Nordic Mosses. Fasc.1. Fissidentaceae – Seligeriaceae.* – S. 1-74, Copenhagen [u.a.].
- NYHOLM, E. (1989): *Illustrated Flora of Nordic Mosses. Fasc.2. Pottiaceae – Splachnaceae – Schistostegaceae.* – S. 75-141, Copenhagen [u.a.].
- NYHOLM, E. (1993): *Illustrated Flora of Nordic Mosses. Fasc.3. Bryaceae – Rhodobryaceae – Mniaceae – Cinclidiaceae – Plagiomniaceae.* – S. 142-244, Copenhagen [u.a.].
- NYHOLM, E. (1998): *Illustrated Flora of Nordic Mosses. Fasc.4. Aulacomniaceae – Orthotrichaceae.* – S. 245-404, Copenhagen [u.a.].

- OBERDORFER, E. (1993) [Hrsg.]: Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. – 3. Aufl., 355 S., Jena [u.a.].
- OBERDORFER, E. (1999) [Hrsg.]: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. – 8. Aufl., 1051 S., Stuttgart.
- OLSSON, H. (1974): Studies on South Swedish sand vegetation. – *Acta Phytogeogr. Suec.* 60: 170 S., Uppsala.
- PÄRTEL, M., KALAMEES, R., ZOBEL, M., ROSÉN, E. (1999): Alvar grasslands in Estonia: variation in species composition and community structure. – *J. Veg. Sci.* 10: 561-568, Uppsala.
- PASSARGE, H. (1996): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands – I. Hydro- und Therophytosa. – 298 S., Berlin [u.a.].
- PAUSAS, J. G., AUSTIN, M. P. (2001): Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. – *J. Veg. Sci.* 12: 153-166, Uppsala.
- PATON, J.A. (1999): The Liverwort flora of the British Isles. – 626 S., Harley.
- POELT, J. (1969): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. – 757 S., Lehre.
- POELT, J., VEZDA, A. (1977): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten – Ergänzungsheft 1. – 258 S., Vaduz.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 2. Aufl., 622 S., Stuttgart.
- PURVIS, O. W., COPPINS, B. J., HAWKSWORTH, D. L., JAMES, P. W., MOORE, D. M. (1992) [Hrsg.]: The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. – 710 S., London.
- ROSÉN, E. (1982): Vegetation development and sheep grazing in limestone grasslands of south Öland, Sweden. – *Acta Phytogeogr. Suec.* 72: 108 S., Uppsala.
- ROSÉN, E., BORGEGÅRD, S.-O. (1999): The open cultural landscape. – *Acta Phytogeogr. Suec.* 84: 113-134, Uppsala.
- ROTHMALER, W. (1994a) [Begr.]: Exkursionsflora von Deutschland Bd. 1, Niedere Pflanzen. – 3. Aufl., 811 S., Jena [u.a.].
- ROTHMALER, W. (1994b) [Begr.]: Exkursionsflora von Deutschland Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – 8. Aufl., 811 S., Jena [u.a.].
- ROTHMALER, W. (2002) [Begr.]: Exkursionsflora von Deutschland Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – 9. Aufl., 948 S., Heidelberg [u.a.].
- ROYER, J.-M. (1991): Synthèse eurosibérienne, phytosociologique et phytogéographique de la classe des Festuco-Brometea. – *Diss. Bot.* 178 S., Berlin [u.a.].
- SANTESSON, R. (1993): The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway. – 240 S., Lund.
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K.H., SCHWERTMANN, U. (1998) [Hrsg.]: Lehrbuch der Bodenkunde. – 14. Aufl., 494 S., Stuttgart.
- SCHAMINÉE, J. H. J., STORTELDER, A. H. F., WEEDA, E. J. (1996) [Hrsg.]: De Vegetatie van Nederland – Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. – 356 S., Uppsala [u.a.].
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P., STAHR, K. (1995): Bodenkundliches Praktikum. – 2. Aufl., 295 S., Berlin [u.a.].
- SJÖRS, H. (1999): The background: Geology, climate and zonation. – *Acta Phytogeogr. Suec.* 84: 5-14, Uppsala.
- SMITH, A. E. J. (1978): The Moss Flora of Britain and Ireland. – 706 S., Cambridge.
- SMITH, A. E. J. (1990): The Liverworts of Britain and Ireland. – 362 S., Cambridge.
- STERNER, R. [Begr.] (1986): Ölands kärleväxtflora. – Neuauflage, 400 S., Lund.
- TRASS, H., MALMER, N. (1973): North European Approaches to Classification. – In: WHITTAKER, R. H. (1973) [Hrsg.]: *Ordination and Classification of Communities*. – *Handb. Veg. Sci.* 5: 529-574, The Hague.
- TUTIN, T. G., BURGESS, N. A., CHATER, A. O., EDMONDSON, J. R., HEYWOOD, V. H., MOORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., WEBB, D. A. (1993) [Hrsg.]: *Flora Europaea – Volume 1: Psilotaceae to Platanaceae*. – 2. Aufl., 581 S., Cambridge.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., MOORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., WEBB, D. A. (1968) [Hrsg.]: *Flora Europaea – Volume 2: Rosaceae to Umbelliferae*. – 455 S., Cambridge.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., WEBB, D. A. (1972) [Hrsg.]: *Flora Europaea – Volume 3: Diapensiaceae to Myoporaceae*. – 370 S., Cambridge.

- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., WEBB, D. A. (1976) [Hrsg.]: Flora Europaea – Volume 4: Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae). – 505 S., Cambridge.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., WEBB, D. A. (1980) [Hrsg.]: Flora Europaea – Volume 5: Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones). – 452 S., Cambridge.
- TÜXEN, R. (1951): Eindrücke während der pflanzengeographischen Exkursionen durch Süd-Schweden. – Vegetatio 3: 149-172, Den Haag.
- TÜXEN, R. (1967): Pflanzensoziologische Beobachtungen an südnorwegischen Küsten-Dünengebieten. – Aquilo. Ser. Bot., 6: 241-272, Oulu.
- WEBER, H. E., MORAVEC, J., THEURILLAT, J.-P. (2000): International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. – J. Veg. Sci. 11: 739-768, Uppsala.
- WESTHOFF, V., SCHAMINÉE, J., SYKORA, K. V. (1983): Aufzeichnungen zur Vegetation der schwedischen Inseln Öland, Gotland und Stora Karlsö. – Tuexenia 3: 179-198, Göttingen.
- WILLEMS, J. H. (1982): Phytosociological and geographical survey of Mesobromion communities in Western Europe. – Vegetatio 48: 227-240, The Hague.
- WILLEMS, J. H., DELFT, J. M. E. VAN, RIJKE, M. J. DE (1981): Observations on North-West European limestone grassland communities – IV. Phytosociological notes on chalk grasslands in Denmark. – Folia Geobot. Phytotax. 16: 391-406, Praha.
- WILLMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. – 5. Aufl., 479 S., Heidelberg [u.a.].
- WIRTH, V. (1995): Flechtenflora. – 2. Aufl., 661 S., Stuttgart.

7.2 Karten, sonstige Quellen

LANDMÄRTERIVERKET (1996): Gröna kartan 1: 50.000, Blatt 4G SO Kalmar.

LANDMÄRTERIVERKET (1997): Gröna kartan 1: 50.000, Blatt 4G NO Kalmar.

LANDMÄRTERIVERKET (?): Jordartskartan 1: 50.000, Blatt 4G/4H Kalmar NO/ Runsten NV

WORLD HERITAGE-GUTACHTEN: Auszüge aus dem World Heritage-Gutachten zur Nominierung Südölands zum Weltkulturerbe der UNESCO 1999, mit freundlicher Bereitstellung durch die Arbeitsgruppe von PLACHTER, Universität Marburg.

Gesamtartenliste – Gefäßpflanzen

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Achillea millefolium</i> ssp. <i>millefolium</i>	H,C	m/sm-b	m/mo-b	ind	c1-8
<i>Acinos arvensis</i>	C,T	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-5
<i>Adonis vernalis</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	subk	c4-7
<i>Aegopodium podagraria</i>	G,H	m/sm-b	sm-b	(oz)	c1-5
<i>Agrimonia eupatoria</i> ssp. <i>eupatoria</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-6
<i>Agrostis canina</i> ssp. <i>canina</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Agrostis capillaris</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Agrostis gigantea</i> ssp. <i>gigantea</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Agrostis stolonifera</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	ind	c1-8
<i>Agrostis vinealis</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	ind	c1-8
<i>Aira caryophyllea</i> ssp. <i>caryophyllea</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Aira praecox</i>	T	m/sm-temp	sm-temp	oz	c1-3
<i>Alchemilla glaucescens</i>	H	m/sm-b	sm/dealp-b	(suboz-subk)	c2-5
<i>Allium oleraceum</i>	G	m/sm-temp	sm-temp-(b)	(oz)	c1-5
<i>Allium schoenoprasum</i> ssp. <i>schoenoprasum</i>	G	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Allium vineale</i>	G	m/sm-temp	m/mo-temp	(suboz-subk)	c2-7
<i>Alopecurus geniculatus</i>	H	m/sm-b	sm-b	(oz)	c1-5
<i>Alyssum alyssoides</i>	T,H	m/sm-temp	m/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Anagallis arvensis</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-6
<i>Anchusa arvensis</i> ssp. <i>arvensis</i>	T,H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Anchusa officinalis</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Androsace septentrionalis</i>	T	m/sm-arct	sm/mo-arct	subk	c3-8
<i>Antennaria dioica</i>	C	m/sm-b	sm-b	(oz)	c1-7
<i>Anthemis ruthenica</i> ssp. <i>ruthenica</i>	T	m/sm-stemp	sm-stemp	subk	c4-7
<i>Anthemis tinctoria</i> ssp. <i>tinctoria</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(suboz-subk)	c2-6
<i>Anthericum ramosum</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	suboz	c2-4
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	T,H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Anthriscus sylvestris</i> ssp. <i>sylvestris</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Anthyllis vulneraria</i> ssp. <i>vulneraria</i>	H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-5
<i>Apera spica-venti</i>	T	m/sm-b	sm-b	(oz)	c1-6
<i>Aphanes arvensis</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Aphanes microcarpa</i>	T	m/sm-temp	sm-temp	oz	c1-3
<i>Arabidopsis thaliana</i>	T,H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-5
<i>Arabis glabra</i>	H	m/sm-b	(m)-sm-b	(suboz-subk)	c2-7
<i>Arabis hirsuta</i> var. <i>glaberrima</i>	H,T	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-4
<i>Arabis hirsuta</i> var. <i>hirsuta</i>	H,T	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-4
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	T,C	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Armeria maritima</i> ssp. <i>elongata</i>	H	temp	temp	suboz	c2-4
<i>Arrhenatherum elatius</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Artemisia absinthium</i>	C	m/sm-temp	m/mo-temp-	ind	c1-8
<i>Artemisia campestris</i> ssp. <i>campestris</i>	C	m/sm-temp	m-temp	(kont)	c2-9
<i>Artemisia oelandica</i>	C	end	end	end	
<i>Artemisia rupestris</i>	C	m/sm-temp	(m/alp)-sm/ (mo)-temp-(b)	kont	k1-(2)
<i>Artemisia vulgaris</i>	H,C	m/sm-b	sm/mo-b	ind	c1-8
<i>Asparagus officinalis</i> ssp. <i>officinalis</i>	G	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-7
<i>Asperula tinctoria</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-5
<i>Avenula pratensis</i> ssp. <i>pratensis</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	suboz	c2-3
<i>Avenula pubescens</i> ssp. <i>pubescens</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Bellis perennis</i> ssp. <i>perennis</i>	H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Berteroa incana</i>	T,H	m/sm-temp	sm-temp	subk	c3-6
<i>Botrychium lunaria</i>	G	m/sm-arct	m/mo-arct	(oz)	c1-6
<i>Briza media</i> ssp. <i>media</i>	H	m/sm-temp	Sm/(mo)-temp	(oz)	c1-4
<i>Bromus erectus</i> ssp. <i>erectus</i>	H	m/sm-stemp	m/mo-stemp	(oz)	c1-4
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hordeaceus</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-5
<i>Calluna vulgaris</i>	Z	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-5
<i>Campanula rotundifolia</i>	H	m/sm-arct	sm/mo-arct	(oz)	c1-7
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	T	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-7
<i>Cardamine hirsuta</i> ssp. <i>hirsuta</i>	T,H	m/sm-temp	m-temp-(b)	(oz)	c1-4
<i>Cardamine pratensis</i> ssp. <i>pratensis</i>	H	m/sm-arct	sm/mo-arct	(oz)	c1-7
<i>Carex arenaria</i>	G,H	m/sm-temp	sm-temp	oz	c1-3
<i>Carex caryophyllea</i>	G,H	m/sm-temp	sm/mo-temp	(oz)	c1-6
<i>Carex ericetorum</i> ssp. <i>ericetorum</i>	G	m/sm-b	sm/mo-b	(suboz-subk)	c2-6
<i>Carex flacca</i> ssp. <i>flacca</i>	G	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Carex hirta</i>	G	m/sm-temp	sm-temp	(oz)	c1-5
<i>Carex ligerica</i>	G	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Carex panicea</i> ssp. <i>panicea</i>	G,H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Carex pilulifera</i> ssp. <i>pilulifera</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-4
<i>Carex tomentosa</i> ssp. <i>tomentosa</i>	G,H	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Carlina vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	H,T	m/sm-temp	sm-temp	(oz)	c1-4
<i>Centaurea jacea</i> ssp. <i>jacea</i>	H	m/sm-b	sm-b	(suboz-subk)	c2-6
<i>Centaurea scabiosa</i> ssp. <i>scabiosa</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Centaurium littorale</i> ssp. <i>littorale</i>	T	m/sm-temp	sm-temp	subk	c4-7
<i>Centaurium pulchellum</i> ssp. <i>pulchellum</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(kont)	c1-10
<i>Cerastium arvense</i> ssp. <i>arvense</i>	C	m/sm-b	m/mo-b	(suboz-subk)	c2-7
<i>Cerastium</i> cf. <i>subtetrandum</i>	T	temp-b	Nem-Bnem	subk	subkont.
<i>Cerastium fontanum</i> ssp. <i>vulgare</i>	C,H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Cerastium pumilum</i> agg.	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Cerastium semidecandrum</i>	T,H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-5
<i>Chaenorhinum minus</i>	T	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Chamomilla recutita</i>	T	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-7
<i>Cichorium intybus</i> ssp. <i>intybus</i>	H	m/sm-temp	m-temp-(b)	ind	c1-9
<i>Cirsium acaule</i> ssp. <i>acaule</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Cirsium vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp-	(oz)	c1-7
<i>Clinopodium vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-5
<i>Convallaria majalis</i>	G	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Convolvulus arvensis</i>	G,Hli	m/sm-temp	m-temp	ind	c1-8
<i>Conyza canadensis</i>	T,H	m/sm-temp	m-temp	ind	c1-8
<i>Corynephorus canescens</i>	H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Crataegus</i> sp.	N,P				
<i>Crepis capillaris</i>	T,H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Crepis tectorum</i> ssp. <i>pumila</i>	T,H?	end	end	end	
<i>Cynoglossum officinale</i>	H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-7
<i>Cynosurus cristatus</i>	H	m/sm-b	sm/(mo)-b	(oz)	c1-4
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>glomerata</i>	H	m/sm-b	m/(mo)-b	(oz)	c1-7
<i>Dactylorhiza incarnata</i> ssp. <i>incarnata</i>	G	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Dactylorhiza sambucina</i> ssp. <i>sambucina</i>	G	m/sm-temp	m/mo-	suboz	c2-4
<i>Danthonia decumbens</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Daucus carota</i> ssp. <i>carota</i>	H	m/sm-temp	m-temp	ind	c1-8
<i>Deschampsia flexuosa</i>	H	trop/strop-b	trop/subalp- m/salp-b	(oz)	c1-5
<i>Descurainia sophia</i>	T	m/sm-b	m-b	(kont)	c2-9
<i>Dianthus deltoides</i>	C,H	m/sm-b	sm/mo-b	(suboz-subk)	c2-5

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Draba incana</i>	C	arct-alp	sm/alp-temp/alp+b-	(oz)	oz1-3
<i>Draba muralis</i>	T,H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Echium vulgare</i>	H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-6
<i>Elymus repens</i> ssp. <i>repens</i>	G	m/sm-b	m-b	ind	c1-8
<i>Epilobium angustifolium</i>	H	m/sm-arct	m/mo-arct	ind	c1-8
<i>Epipactis phyllanthes</i>	G	temp	temp	oz	c1-2
<i>Equisetum arvense</i>	G	m/sm-arct	m-arct	ind	c1-9
<i>Erodium cicutarium</i> ssp. <i>cutarium</i>	T,H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Erophila verna</i> ssp. <i>verna</i>	T	m/sm-temp	sm-temp-(b)	(oz)	c1-5
<i>Euphrasia stricta</i>	Thp	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-7
<i>Festuca brevipila</i>	H	temp	temp	subk	c3-4
<i>Festuca oelandica</i>	H	end	end	end	
<i>Festuca ovina</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Festuca polesica</i>	H	temp	temp	subk	c4-5
<i>Festuca pratensis</i> ssp. <i>pratensis</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i>	H	m/sm-arct	m/mo-arct	(oz)	c1-7
<i>Filipendula vulgaris</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Fragaria viridis</i> ssp. <i>viridis</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	ind	c1-8
<i>Fumana procumbens</i>	Z	m/sm-stemp	m-stemp	(suboz-subk)	c2-5
<i>Galium album</i> ssp. <i>album</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Galium boreale</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(suboz-subk)	c2-7
<i>Galium oelandicum</i>	H	end	end	end	
<i>Galium verum</i> ssp. <i>verum</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	ind	c1-8
<i>Gentianella uliginosa</i>	H	temp	ntemp	suboz	c2-3
<i>Geranium molle</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Geranium pusillum</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-5
<i>Geum rivale</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Globularia vulgaris</i>	H	sm	(m/mo)-sm+(temp.)	suboz	oz2
<i>Gypsophila fastigiata</i>	C	m/sm-b	sm-b	subk	c4-5
<i>Helianthemum nummularium</i> ssp. <i>nummularium</i>	Z	m/sm-temp	sm/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Helianthemum oelandicum</i> ssp. <i>oelandicum</i>		end	temp	end	oz2
<i>Helichrysum arenarium</i> ssp. <i>arenarium</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	(kont)	c3-9
<i>Hepatica nobilis</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Herniaria glabra</i> ssp. <i>glabra</i>	H,T	m/sm-temp	m-temp	(suboz-subk)	(subk)
<i>Hieracium lactucella</i> ssp. <i>lactucella</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp-	(oz)	c1-5
<i>Hieracium pilosella</i> ssp. <i>pilosella</i>	H	m/sm-b	sm-b	(oz)	c1-5
<i>Hieracium praealtum</i> ssp. <i>praealtum</i>	H	m/sm-b	sm-b	(suboz-subk)	c2-5
<i>Hieracium</i> sect. <i>Stiptolepidea</i>	H				
<i>Hieracium</i> sect. <i>Vulgatiformia</i>	H				
<i>Hieracium umbellatum</i> ssp. <i>umbellatum</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	ind	c1-8
<i>Hieracium</i> x <i>dichotomum</i>	H	end	end	end	
<i>Holcus lanatus</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Holosteum umbellatum</i> ssp. <i>umbellatum</i>	T	m/sm-stemp	m-stemp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Honckenya peploides</i> ssp. <i>peploides</i>	G,H	m/sm-arct	sm-arct	(oz)	c1-7
<i>Hornungia petraea</i>	T	m/sm-stemp	m-stemp	suboz	c2-4
<i>Hypericum perforatum</i>	H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Hypochoeris maculata</i>	H	m/sm-b	sm-b	(suboz-subk)	c2-6
<i>Hypochoeris radicata</i>	H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Hyssopus officinalis</i> ssp. <i>officinalis</i>	Z	sm	m-sm	subk	c3-6
<i>Impatiens parviflora</i>	T	m/sm-b	sm-b	(suboz-subk)	c2-5
<i>Inula britannica</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(kont)	c2-9

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Inula salicina</i> ssp. <i>salicina</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp-	(suboz-subk)	c2-8
<i>Jasione montana</i> ssp. <i>montana</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Juncus tenuis</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	(oz)	c1-4
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>communis</i>	N	m/sm-arct	m/mo-arct	(oz)	c1-6
<i>Knautia arvensis</i> ssp. <i>arvensis</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Koeleria glauca</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	subk	c3-8+(lit)
<i>Lamium purpureum</i>	T,H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Lappula squarrosa</i> ssp. <i>squarrosa</i>	H,T	m/sm-b	m-b	(suboz-subk)	c2-8
<i>Lathyrus pratensis</i>	Hli	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Leontodon autumnalis</i> ssp. <i>autumnalis</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Leucanthemum maximum</i>	H	sm	sm/salp	suboz	c2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	H	m/sm-b	sm-b	(oz)	c1-6
<i>Linaria vulgaris</i>	G,H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-7
<i>Linum catharticum</i>	T	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Lolium perenne</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Lotus corniculatus</i>	H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Luzula campestris</i> ssp. <i>campestris</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Medicago lupulina</i>	T,H	m/sm-temp	m/mo-temp	ind	c1-9
<i>Medicago sativa</i> ssp. <i>falcata</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	ind	c1-8
<i>Medicago</i> x <i>varia</i>	H	sm	m-(sm)	subk	c5-8
<i>Melampyrum arvense</i> ssp. <i>arvense</i>	Thp	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-7
<i>Melampyrum cristatum</i>	Thp	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Melica ciliata</i> ssp. <i>ciliata</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(suboz-subk)	c2-5
<i>Melilotus officinalis</i>	H	m/sm-b	m-b	(kont)	c4-9
<i>Mentha arvensis</i> ssp. <i>arvensis</i>	G,H	m/sm-b	m-b	ind	c1-8
<i>Myosotis arvensis</i> ssp. <i>arvensis</i>	T,H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Myosotis ramosissima</i> ssp. <i>ramosissima</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Myosotis stricta</i>	T	m/sm-b	m/mo-b	(suboz-subk)	c2-7
<i>Ononis arvensis</i>	H,Z	m/sm-temp	sm-temp	subk	c3-6
<i>Ononis repens</i>	Z,H	m/sm-temp	m-temp	oz	c1-3
<i>Orchis mascula</i> ssp. <i>mascula</i>	G	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Orchis morio</i> ssp. <i>morio</i>	G	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Ornithogalum</i> sp.	G				
<i>Oxytropis campestris</i> ssp. <i>campestris</i>	H	m/sm-arct	sm/salp- temp+(b)-arct	(kont)	k1-3
<i>Papaver argemone</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Petrorhagia prolifera</i>	T	m/sm-stemp	m-stemp	(oz)	c1-4
<i>Phleum phleoides</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(suboz-subk)	c2-7
<i>Phleum pratense</i> ssp. <i>bertolonii</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp-	(oz)	c1-6
<i>Phleum pratense</i> ssp. <i>pratense</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Pimpinella saxifraga</i> agg.	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Pinus sylvestris</i>	P	m/sm-b	sm/mo-b	(suboz-subk)	c2-6
<i>Plantago lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i>	H	m/sm-temp	m-temp	ind	c1-9
<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	H	m/sm-b	m-b	ind	c1-9
<i>Plantago maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	H	m/sm-stemp	m-stemp	(kont)	c4-9
<i>Platanthera chlorantha</i>	G	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Poa alpina</i> ssp. <i>alpina</i>	H	arct-alp	m/alp-arct	(suboz-subk)	c2-6
<i>Poa angustifolia</i>	H,G	m/sm-b	m/mo-b	ind	c1-8
<i>Poa annua</i> ssp. <i>annua</i>	T,H	trop/strop-b	trop/mo-b	ind	c1-8
<i>Poa bulbosa</i> ssp. <i>bulbosa</i>	H	m/sm-temp	m-temp	(kont)	c1-10
<i>Poa compressa</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-5
<i>Poa pratensis</i>	H,G	m/sm-arct	m/mo-arct	ind	c1-8
<i>Poa subcaerulea</i>	H,G	temp-b	temp-b	(oz)	c1-5(lit)

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Polygala amarella</i>	H,C	m/sm-b	sm-b	(suboz-subk)	c2-5
<i>Polygala comosa</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Polygala vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	H,C	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-4
<i>Polygonatum odoratum</i>	G	m/sm-temp	m/mo-temp-	(suboz-subk)	c2-6
<i>Potentilla argentea</i> agg.	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Potentilla cinerea</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	subk	c3-5
<i>Potentilla collina</i> agg.	H	temp	(sm)-temp	suboz	oz2-3
<i>Potentilla crantzii</i>	H	arct-alp	sm-temp//alp+ b-arct	(suboz-subk)	c2-6
<i>Potentilla erecta</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Potentilla fruticosa</i>		m/sm-b	m-salp-	(kont)	k1-3
<i>Potentilla reptans</i>	H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-6
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Potentilla x subarenaria</i>	H				
<i>Primula veris</i> ssp. <i>veris</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	(oz)	c1-5
<i>Prunella grandiflora</i> ssp. <i>grandiflora</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-5
<i>Prunella vulgaris</i>	H	trop/strop-b	trop/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Prunus spinosa</i>	N	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-6
<i>Pulsatilla pratensis</i> ssp. <i>pratensis</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	subk	c3-5
<i>Pulsatilla vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	H	temp	temp	suboz	c2-4
<i>Quercus robur</i> ssp. <i>robur</i>	P	m/sm-temp	sm/mo-temp	(oz)	c1-5
<i>Ranunculus acris</i> ssp. <i>acris</i>	H	m/sm-arct	m/mo-arct	(oz)	c1-7
<i>Ranunculus bulbosus</i>	G,H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Ranunculus flammula</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Ranunculus illyricus</i>	G	m/sm-stemp	sm-stemp	subk	c4-7
<i>Rhinanthus angustifolius</i> ssp. <i>angustifolius</i>	Thp	m/sm-b	sm/mo-b	(suboz-subk)	c2-7
<i>Rhinanthus minor</i>	Thp	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Rosa</i> sp.	N				
<i>Rubus</i> sp.	N				
<i>Rumex acetosa</i> ssp. <i>acetosa</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Rumex acetosella</i>	G,H	m/sm-arct	m-arct	(oz)	c1-7
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	H	m/sm-b	sm-b	(suboz-subk)	c2-8
<i>Sagina nodosa</i> ssp. <i>nodosa</i>	H,C	temp-arct	temp-arct	(oz)	c1-6
<i>Saxifraga granulata</i> ssp. <i>granulata</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Saxifraga tridactylites</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Scabiosa columbaria</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Scleranthus annuus</i> ssp. <i>polycarpus</i>	T	m/sm-b	m-b	suboz	c2-4
<i>Scleranthus perennis</i>	C,H	m/sm-temp	sm/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Scutellaria hastifolia</i>	H	m/sm-temp	sm-temp	subk	c4-8
<i>Sedum acre</i>	C	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Sedum album</i>	C	m/sm-temp	m-temp	oz	c1-3
<i>Sedum reflexum</i>	C	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Sedum telephium</i> ssp. <i>maximum</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	(suboz-subk)	c2-5
<i>Senecio jacobaea</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	ind	c1-9
<i>Senecio vernalis</i>	T,H	m/sm-temp	m-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Senecio vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	T,H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Sesleria caerulea</i>	H	m/sm-temp	sm-	oz	c1-3
<i>Silene nutans</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	(oz)	c1-6
<i>Silene uniflora</i> ssp. <i>petraea</i>	C	end	Bnem end	end	
<i>Sisymbrium supinum</i>	T,H	temp	temp	suboz	c2-3
<i>Solidago canadensis</i>	H,G	m/sm-temp	sm-temp	(oz)	c1-5
<i>Sonchus arvensis</i> ssp. <i>arvensis</i>	G,H	m/sm-b	sm-b	ind	c1-8
<i>Sorbus aucuparia</i> ssp. <i>aucuparia</i>	P,N	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-7

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Spergularia rubra</i>	T,H	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-7
<i>Stellaria graminea</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Stellaria media</i>	T	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Tanacetum vulgare</i>	H	m/sm-b	sm-b	ind	c1-8
<i>Taraxacum erythrospermum</i> agg.	H				
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	H				
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	T,H	m/sm-temp	sm-temp	(oz)	c1-4
<i>Thalictrum flavum</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Thalictrum simplex</i> ssp. <i>tenuifolium</i>	H	temp-b	[sm/mo-b]nem-Bnem	subk	c3-8
<i>Thlaspi arvense</i>	T	m/sm-b	sm-b	ind	c1-8
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	T	m/sm-stemp	m-stemp	(oz)	c1-7
<i>Thymus pulegioides</i>	C	m/sm-temp	sm/(mo)-temp	(oz)	c1-4
<i>Thymus serpyllum</i> ssp. <i>serpyllum</i>	Z	temp-b	temp-b	subk	c3-5
<i>Trifolium arvense</i>	T	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Trifolium campestre</i>	T	temp	temp	(oz)	c1-6
<i>Trifolium dubium</i>	T	m/sm-temp	m/mo-temp	(oz)	c1-4
<i>Trifolium medium</i> ssp. <i>medium</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Trifolium montanum</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	(suboz-subk)	c2-5
<i>Trifolium pratense</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Trifolium repens</i> ssp. <i>repens</i>	C,H	m/sm-b	m-b	ind	c1-8
<i>Trifolium striatum</i>	T,H	m/sm-temp	m-temp	(oz)	c1-4
<i>Tussilago farfara</i>	G	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Veronica arvensis</i>	T	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Veronica chamaedrys</i> ssp. <i>chamaedrys</i>	C	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Veronica officinalis</i>	C	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Veronica scutellata</i>	H	m/sm-b	sm-b	(oz)	c1-7
<i>Veronica serpyllifolia</i> ssp. <i>serpyllifolia</i>	H	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Veronica spicata</i> ssp. <i>spicata</i>	H,C	m/sm-temp	sm-temp	(suboz-subk)	c2-8
<i>Veronica verna</i>	T	m/sm-b	m/mo-b	(suboz-subk)	c2-7
<i>Vicia cracca</i>	Hli	m/sm-b	m/mo-b	(suboz-subk)	c2-8
<i>Vicia hirsuta</i>	Tli	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-7
<i>Vicia lathyroides</i>	T,H	m/sm-temp	m/mo-temp	suboz	c2-4
<i>Vicia sativa</i> ssp. <i>nigra</i>	Tli	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-7
<i>Vicia tetrasperma</i>	Tli	m/sm-temp	m-temp	(suboz-subk)	c2-7
<i>Vicia villosa</i> ssp. <i>varia</i>	T,Hli	m/sm-temp	m-temp	(suboz-subk)	c2-7
<i>Vicia villosa</i> ssp. <i>villosa</i>	T,Hli	m/sm-temp	m-temp	(suboz-subk)	c2-8
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> ssp. <i>hirundinaria</i>	H	m/sm-temp	m/mo-temp	(suboz-subk)	c2-6
<i>Viola arvensis</i>	T	m/sm-b	m-b	(oz)	c1-6
<i>Viola canina</i> ssp. <i>canina</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(oz)	c1-5
<i>Viola hirta</i>	H	m/sm-temp	sm/mo-temp	(oz)	c1-6
<i>Viola rupestris</i> ssp. <i>rupestris</i>	H	m/sm-b	sm/mo-b	(suboz-subk)	c2-7
<i>Viola tricolor</i> ssp. <i>tricolor</i>	H,T	m/sm-b	m/mo-b	(oz)	c1-6
<i>Viscaria alpina</i>	C,T	end	(Bnem-)Sbor-Malp(-Halp)	end	
<i>Viscaria vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	C,H	m/sm-b	sm/mo-b	(suboz-subk)	c2-5

Gesamtartenliste – Moose

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Acaulon muticum</i>	T	m/sm-temp	m-temp-(b)	(kont)	o2-c1
<i>Amblystegium riparium</i>	C,A	trop/strop-arct	trop-arct	(oz)	o1-c2
<i>Amblystegium serpens</i>	C,E	trop/strop-arct	trop-arct	(oz)	o1-c2
<i>Amblystegium varium</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop-arct	(oz)	o1-c2
<i>Antitrichia curtipendula</i>	C,E	trop/strop-b	trop/mont-b	oz	o1-2
<i>Athalamia hyalina</i>	H	m/sm-arct	m/mo-arct	(kont)	o2-c1
<i>Barbilophozia barbata</i>	C	m/sm-arct	m/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Barbula convoluta</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Barbula unguiculata</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Brachythecium albicans</i>	C	m/sm-arct	m-arct	ind	o1-c1
<i>Brachythecium campestre</i>	C	m/sm-arct	m-arct	(oz)	o1-c2
<i>Brachythecium glareosum</i>	C	arct-alp	m/mo-alp-b	ind	o1-c1
<i>Brachythecium rivulare</i>	C,A	trop/strop-arct	boreostrop-arct	(oz)	o1-c2
<i>Brachythecium rutabulum</i>	C,(E)	trop/strop-b	trop/mo-b-(arct)	(oz)	o1-c2
<i>Brachythecium turgidum</i>	C	arct-alp	temp/alp-arct	(kont)	o2-c1
<i>Brachythecium velutinum</i>	C,(E)	m/sm-arct	m-arct	ind	o1-c1
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Bryum cf. algovicum</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Bryum argenteum</i>	C	trop/strop-b	trop-b	ind	o1-c1
<i>Bryum bicolor</i>		trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Bryum capillare</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop-arct	(oz)	o1-c2
<i>Bryum cf. caespititium</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Bryum elegans</i>	C	m/sm-arct	m/mo-arct	(kont)	o(1)-2-c1
<i>Bryum cf. pseudotriquetrum</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Calliergonella cuspidata</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Campylium calcareum</i>	C	m/sm-arct	m-arct	suboz-subkont	o2-c2
<i>Campylium chrysophyllum</i>	C	trop/strop-arct	boreostrop-m-arct	ind	o1-c1
<i>Campylium elodes</i>	C,H	m/sm-b	m-b	(oz)	o1-c2
<i>Campylium polygamum</i>	C	m/sm-arct	m-arct	(kont)	o(1)-2-c1
<i>Campylium stellatum</i>	C	trop/strop-arct	boreostrop-arct	(oz)	o1-c2
<i>Cephaloziella divaricata</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Ceratodon conicus</i>	C	m/sm-b	m-hb	(oz)	o1-c2
<i>Ceratodon purpureus</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	C	m/sm-arct	m/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Climacium dendroides</i>	C	m/sm-arct	m-arct	ind	o1-c1
<i>Cratoneuron filicinum</i>	C	trop/strop-arct	trop/mo-arct	(oz)	o1-c2
<i>Ctenidium molluscum</i>	C	m/sm-arct	m-arct	(oz)	o1-c2
<i>Dicranum bonjeanii</i>	C				
<i>Dicranum polysetum</i>	C	trop/strop-arct	boreostrop/mo-arct	(oz)	o1-c2
<i>Dicranum scoparium</i>	C,(E)	trop/strop-arct	boreostrop/mo-arct	(oz)	o1-c2
<i>Didymodon acutus</i>	C	trop/strop-temp	trop-boreostrop-temp-(arct)	suboz-subkont	o2-c2
<i>Didymodon fallax</i>	C	trop/strop-b	trop-b-(arct)	ind	o1-c1
<i>Didymodon ferrugineus</i>	C	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Didymodon insulanus</i>	C	trop/strop-arct	boreosubtrop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Didymodon rigidulus</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Didymodon sinuosus</i>	C	m/sm-temp	m-temp	(oz)	o1-c2
<i>Didymodon tophaceus</i>	C,(A)	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Didymodon vinealis</i>	C	trop/strop-b	trop-hb	ind	o1-c1

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Distichium capillaceum</i>	C	trop/strop-arct	trop/alp-arct	ind	o1-c1
<i>Distichium inclinatum</i>	C	m/sm-arct	m/mo-arct	(kont)	o2-c1
<i>Ditrichum cylindricum</i>	C	m/sm-arct	m-arct	ind	o1-c1
<i>Ditrichum flexicaule</i>	C	trop/strop-b	austrostrop-b-(arct)	ind	o1-c1
<i>Drepanocladus revolvens</i> var. <i>intermedius</i>	C	trop/strop-arct	trop/alp-arct	ind	o1-c1
<i>Encalypta mutica</i>	C	arct-alp	Temp/plan-alp-arct	suboz-subkont	o2-c2
<i>Encalypta rhamnocarpha</i>	C	arct-alp	trop/mo-alp-arct	(kont)	o2-c1
<i>Encalypta streptocarpha</i>	C	m/sm-arct	m/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Encalypta vulgaris</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Entodon concinnus</i>	C	m/sm-arct	m-arct	(kont)	o2-c1
<i>Entosthodon fascicularis</i>	T	trop/strop-b	boreostrop-hb	(oz)	o1-c2
<i>Eucladium verticillatum</i>	C	trop/strop-b	trop-sb	(oz)	o1-c2
<i>Fissidens adianthoides</i>	H	trop/strop-arct	strop-arct	(oz)	o1-c2
<i>Fissidens cristatus</i>	H	trop/strop-b	trop/mo-b	ind	o1-c1
<i>Fissidens osmundoides</i>	H	arct-alp	trop/mo-alp-arct	suboz-subkont	o2-c2
<i>Fissidens taxifolius</i>	H	trop/strop-b	trop-b	(oz)	o1-3
<i>Fissidens viridulus</i>	H	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Funaria hygrometrica</i>	T	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Funaria muhlenbergii</i>	T	trop/strop-b	boreostrop-hb	(oz)	o1-c2
<i>Grimmia pulvinata</i>	C	trop/strop-b	trop-b	ind	o1-c1
<i>Gymnostomum aeruginosum</i>	C	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Hedwigia ciliata</i> agg.	C,(E)	trop/strop-arct	trop-arct.	übr	
<i>Homalothecium lutescens</i>	C,(E)	m/sm-b	m-sb	(oz)	o1-c2
<i>Homalothecium sericeum</i>	C,(E)	trop/strop-b	trop-b	(oz)	o1-c2
<i>Hylocomium splendens</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i>	C	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Hypnum bambergeri</i>	C	arct-alp	sm/alp-arct	(kont)	o2-c1
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>cupressiforme</i>	C,E	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i>	C	m/sm-b	m-b	ind	o1-c1
<i>Lophozia excisa</i>	C	arct-alp	trop/mo-alp-arct	ind	o1-c1
<i>Mannia fragrans</i>	H	trop/strop-arct	boreostrop/mo-arct	suboz-subkont	o2-c2
<i>Mannia pilosa</i>	H	arct-alp	sm/subalp-alp-arct	suboz-subkont	o2-c2
<i>Myurella julacea</i>	C	arct-alp	austrostrop/mo-alp-arct	suboz-subkont	o2-c2
<i>Orthotrichum anomalum</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Orthotrichum cupulatum</i>	C,(E)	trop/strop-b	boreostrop-b	(oz)	o1-c2
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	C,E	trop/strop-b	trop-sb	suboz-subkont	o2-c2
<i>Orthotrichum rupestre</i>	C,(E)	m/sm-arct	m-arct	(kont)	o2-c1
<i>Phascum cuspidatum</i>	T	m/sm-b	m-sb-(arct)	(oz)	o1-c2
<i>Physcomitrium pyriforme</i>	T	trop/strop-b	trop/mo-b	(oz)	o1-c2
<i>Plagiochila porelloides</i>	C,(E)	m/sm-arct	m/sub-mo-arct	(oz)	o1-c2
<i>Plagiomnium affine</i>	H	m/sm-arct	m-arct	(oz)	o1-c2
<i>Plagiomnium undulatum</i>	H,C	trop/strop-b	boreostrop-b	(oz)	o1-c2
<i>Pleuridium acuminatum</i>	T	m/sm-temp	m-temp	(oz)	o1-c2
<i>Pleuridium subulatum</i>	T	trop/strop-b	trop-b	(oz)	o1-c2
<i>Pleurozium schreberi</i>	C	arct-alp	trop/mo-alp-arct	(oz)	o1-c2
<i>Pohlia annotina</i>	C	m/sm-b	m-b-(arct)	(oz)	o1-3
<i>Pohlia wahlenbergii</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Polytrichum juniperinum</i>	H	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Polytrichum piliferum</i>	H	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Pottia bryoides</i>	T	m/sm-b	m-sb	(oz)	o1-c2
<i>Pottia conica</i>	T	m/sm-b	m-sb	ind	o1-c1
<i>Pottia davalliana</i>	T	m/sm-b	m-sb	(oz)	o1-c2
<i>Pottia lanceolata</i>	T	trop/strop-b	boreostrop-hb	(oz)	o1-c2
<i>Pottia truncata</i>	T	trop/strop-b	austrostrop-b	(oz)	o1-c2
<i>Preissia quadrata</i>	H	arct-alp	m/mo-alp-arct	(oz)	o1-c2
<i>Pseudephemerum nitidum</i>	T	trop/strop-b	trop-b	oz	o1-2
<i>Pseudocrossidium hornschuchianum</i>	C	m/sm-b	m-sb	ind	o1-c1
<i>Pseudocrossidium revolutum</i>	C	m/sm-b	m-hb(Gotland)- (arct)	(oz)	o1-c2
<i>Pseudoleskeella catenulata</i>	C	arct-alp	sm/mo-subalp-arct	(oz)	o1-c2
<i>Ptilidium ciliare</i>	C	arct-alp	austrostrop/mo-alp- arct	(oz)	o1-c2
<i>Racomitrium canescens</i>	C	trop/strop-arct	trop-arct	(kont)	o2-c1
<i>Reboulia hemisphaerica</i>	H	trop/strop-b	trop-b	(oz)	o1-c2
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i>	H	m/sm-arct	m/mo-arct	(oz)	o1-c3
<i>Rhodobryum roseum</i>	C,(H)	arct-alp	trop/mo-subalp-b- (arct)	suboz-subkont	o2-c2
<i>Rhodobryum spathulatum</i>	C	trop/strop-b	boreostrop/mo-b	ind	o1-c1
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	C	m/sm-b	m-sb-(arct)	(oz)	o1-c2
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	C	trop/strop-arct	boreostrop-arct	ind	o1-c1
<i>Rhytidium rugosum</i>	C	arct-alp	trop/mo-alp-arct	(kont)	o2-c1
<i>Riccia bifurca</i>	H,T	trop/strop-temp	trop-temp-(b)	(oz)	o1-c2
<i>Riccia ciliifera</i>	H	m/sm-b	m-hb	suboz	o(1)-2-c2
<i>Riccia sorocarpa</i>	H,T	trop/strop-arct	trop-arct	ind	o1-c1
<i>Riccia subbifurca</i>	H,T	m/sm-b	m-hb	(oz)	o1-c2
<i>Riccia warnstorffii</i>	H,T	m/sm-b	m-sb	(oz)	o1-c3
<i>Scapania calcicola</i>	C	m/sm-arct	m/mo-arct	(kont)	o2-c1
<i>Schistidium apocarpum</i>	C,(A)	trop/strop-arct	subtrop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Schistidium atrofusum</i>	C,(A)	m/sm-b	m-b	suboz-subkont	o2-c2
<i>Schistidium brunnescens</i> <i>ssp. griseum</i>	C	m/sm-b	m/mo-b	(kont)	o2-c1
<i>Schistidium crassipilum</i>	C,(A)	trop/strop-b	boreostrop-b	suboz	o(1)-2-c2
<i>Schistidium robustum</i>	C	m/sm-b	sm/alp-b	(oz)	o1-c2
<i>Scleropodium purum</i>	C	trop/strop-b	trop-b	ind	o1-c1
<i>Scorpidium scorpioides</i>	C,(A)	trop/strop-arct	trop/alp-arct	ind	o1-c1
<i>Scorpidium turgescens</i>	C	trop/strop-arct	trop/alp-arct	suboz-subkont	o2-c2
<i>Thuidium abietinum</i>	C	trop/strop-arct	trop/alp-arct	ind	o1-c1
<i>Thuidium erectum</i>	C	trop/strop-b	trop-b-(arct)	ind	o1-c1
<i>Thuidium philibertii</i>	C	arct-alp	trop/mo-alp-arct	ind	o1-c1
<i>Tortella densa</i>	C	m/sm-b	m-hb	suboz-subkont	o2-c2
<i>Tortella fragilis</i>	C	arct-alp	boreostrop/mo-alp- arct	(kont)	o2-c1
<i>Tortella inclinata</i>	C	m/sm-b	m-b-(arct)	(oz)	o1-c2
<i>Tortella rigens</i>	C	temp-b	temp-b	subkont	c2
<i>Tortella tortuosa</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Tortula calcicolens</i>	C	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Tortula intermedia</i>	C,(E)	trop/strop-b	boreostrop-hb	übr	
<i>Tortula norvegica</i>	C	trop/strop-arct	boreostrop-arct	ind	o1-c1
<i>Tortula ruraliformis</i>	C	trop/strop-b	trop/mo-hb	ind	o1-c1

	Leb.	Zonalität	Zonalität*	Ozeanität	Ozeanität*
<i>Tortula ruralis</i>	C,(E)	trop/strop-arct	trop/mo-arct	ind	o1-c1
<i>Trichostomum cf. brachydontium</i>	C	trop/strop-temp	trop-temp-(b)	ind	o1-c1
<i>Trichostomum crispulum</i>	C	trop/strop-b	boreostrop-b-(arct)	ind	o1-c1
<i>Weissia brachycarpa</i>	C	m/sm-b	m-hb	(oz)	o1-c2
<i>Weissia controversa</i>	C	trop/strop-b	trop-b-(arct)	ind	o1-c1
Cf. <i>Weissia longifolia</i>	T				
<i>Weissia squarrosa</i>	C	m/sm-b	m-b	(oz)	o1-c2?

Geamtartenliste – Flechten

	Leb.	Zonalität	Zonalität*
<i>Bacidia bagliettoana</i>	FK	m/sm-arct	m-arct
<i>Bacidia herbarum</i>	FK		
<i>Catapyrenium cinereum</i>	FK	m/sm-arct	med/alp-arkt.
<i>Catapyrenium daedaleum</i>	FK	arct-alp	(med/alp)-temp/(alp.)-arkt.
<i>Catapyrenium lacinulatum</i>	FK		
<i>Catapyrenium pilosellum</i>	FK	m/sm-temp	med-temp
<i>Catapyrenium squamulosum</i>	FK	m/sm-temp	med-temp-(bor)
<i>Cetraria aculeata</i>	FS	trop/strop-arct	trop/salp-arct
<i>Cetraria cucullata</i>	FS	arct-alp	arct-alp
<i>Cetraria ericetorum ssp. ericetorum</i>	FS	m/sm-arct	m/salp-arct
<i>Cetraria islandica</i>	FS	trop/strop-arct	trop/salp-arct
<i>Cetraria muricata</i>	FS	trop/strop-arct	trop/salp-arct
<i>Cetraria nivalis</i>	FS	arct-alp	trop/alp-arct
<i>Cladonia arbuscula</i>	FS	m/sm-arct	m/mo-arct
<i>Cladonia ciliata var. tenuis</i>	FS	m/sm-temp	m-temp
<i>Cladonia convoluta</i>	FB	temp-b	temp-b
<i>Cladonia fimbriata</i>	FS	m/sm-arct	m-arct
<i>Cladonia foliacea</i>	FB	m/sm-temp	m-temp
<i>Cladonia furcata</i>	FS	trop/strop-arct	trop/(mo)-arct
<i>Cladonia glauca</i>	FS	m/sm-temp	m-temp
<i>Cladonia gracilis ssp. gracilis</i>	FS	m/sm-arct	m/mo-arct
<i>Cladonia pocillum</i>	FS	trop/strop-arct	trop/mo-arct
<i>Cladonia portentosa</i>	FS	temp	(m)-temp-(b)
<i>Cladonia pyxidata agg.</i>	FS	trop/strop-arct	trop/(mo)-arct
<i>Cladonia cf. ramulosa</i>	FS	trop/strop-temp	trop-temp-(b)
<i>Cladonia rangiformis</i>	FS	m/sm-b	m-(b)
<i>Cladonia cf. rei</i>	FS		
<i>Cladonia scabriuscula</i>	FS	trop/strop-arct	[trop/mo-arct]
<i>Cladonia subrangiformis</i>	FS	m/sm-temp	m-temp
<i>Cladonia subulata</i>	FS	m/sm-arct	[m-arct]
<i>Cladonia symphycarpa</i>	FS	m/sm-arct	sm-arct
<i>Cladonia uncialis ssp. uncialis</i>	FS	m/sm-arct	m/mo-arct
<i>Collema auriforme</i>	FB	m/sm-b	m-(b)
<i>Collema bachmanianum</i> var. <i>bachmanianum</i>	FB		
<i>Collema crispum</i>	FB	m/sm-temp	m-temp
<i>Collema cristatum</i>	FB	trop/strop-b	[strop-b-(arct)]
<i>Collema fuscovirens</i>	FB	m/sm-arct	med./mo-temp-arkt.
<i>Collema cf. glebulentum</i>	FB		

	Leb.	Zonalität	Zonalität*
<i>Collema limosum</i>	FB	m/sm-b	m-b-(arct)
<i>Collema multipartitum</i>	FB	m/sm-temp	smed-temp
<i>Collema parvum</i>	FB	m/sm-b	smed/mo-bor.
<i>Collema tenax</i>	FB	trop/strop-arct	trop/(mo)-arct
<i>Collema undulatum</i>	FB	arct-alp	med/alp-temp/hmo-arkt.
<i>Dermatocarpon leptophyllum</i>	FB		
<i>Dermatocarpon</i> sp.	FB		
Cf. <i>Dibaeis diploschistes</i>			
<i>Diploschistes muscorum</i>	FK	trop/strop-arct	[trop-arct]
<i>Endocarpon pusillum</i>	FB	m/sm-b	med.-bor.
<i>Evernia prunastri</i>	FS	m/sm-b	m-b
<i>Fulgensia bracteata</i>	FK	temp	temp
<i>Fulgensia fulgens</i>	FK	m/sm-temp	temp-sm.
<i>Hypogymnia physodes</i>	FB	m/sm-b	m/mo-b-(arct)
<i>Lecidea lurida</i>	FK	m/sm-b	med.-bor.
<i>Leptogium gelatinosum</i>	FB	m/sm-b	med./mo-bor.
<i>Leptogium lichenoides</i>	FS	m/sm-arct	m-arct
<i>Leptogium schraderi</i>	FS	m/sm-temp	med.-temp
<i>Leptogium tenuissimum</i>	FS	m/sm-arct	m-arct
<i>Megaspora verrucosa</i>	FK	arct-alp	med./alp-temp(alp.)-arct
<i>Mycobilimbia accedens</i>	FK		
<i>Mycobilimbia berengeriana</i>	FK	arct-alp	arkt.-alp.
<i>Mycobilimbia hypnorum</i>	FK	arct-alp	med/mo-alp-temp/mo-alp-arct
<i>Mycobilimbia sabuletorum</i>	FK	m/sm-b	[m-b]
<i>Parmelia saxatilis</i>	FB	trop/strop-arct	trop/mo-arct
<i>Parmelia sulcata</i>	FB	trop/strop-arct	trop/salp-arct
<i>Peltigera canina</i>	FB	trop/strop-arct	trop/mo-arct
<i>Peltigera didactyla</i>	FB	trop/strop-arct	trop-arct
<i>Peltigera leucophlebia</i>	FB	m/sm-arct	sm/salp-arct
<i>Peltigera neckeri</i>	FB	m/sm-arct	m/mo-arct
<i>Peltigera rufescens</i>	FB	trop/strop-arct	trop/mo-arct
<i>Physcia adscendens</i>	FB	trop/strop-b	trop/(mo)-b
<i>Physcia caesia</i>	FB	trop/strop-arct	trop/salp-arct
<i>Physconia muscigena</i>	FB	arct-alp	arkt/alp-dealp.
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	FS	trop/strop-arct	trop/salp+m/mo-b
<i>Psora decipiens</i>	FK	m/sm-arct	med-arkt.
<i>Squamarina cartilaginea</i>	FK	m/sm-temp	temp-med.
<i>Squamarina lentigera</i>	FK	m/sm-temp	temp-med-(arct)
<i>Stereocaulon tomentosum</i>	FS	trop/strop-arct	trop/mo-arct
<i>Synalissa symphorea</i>	FS	m/sm-temp	med./mo-temp-(sbor)
<i>Thamnolia vermicularis</i>	FS	arct-alp	arkt.-alp.
<i>Toninia sedifolia</i>	FK	m/sm-b	med.-bor-(arkt.)
<i>Umbilicaria polyphylla</i>	FB	trop/strop-arct	trop/salp-arct
<i>Vulpicidia tubulosus</i>	FS	arct-alp	arct-alp
<i>Xanthoria parietina</i>	FS	trop/strop-b	trop/(mo)-b

Makroalgen

Nostoc commune

GPS-Daten

Aufnahmenummer –Rechtswert (Swedish Grid) – Hochwert (Swedisch Grid)

A01	1540580	6268086	A51	1545837	6267084
A02	1540582	6268089	A52	1548174	6267819
A03	1540570	6268088	A53	1548155	6267808
A04	1541132	6267679	A54	1548163	6267828
A05	1541078	6267613	A55	1548136	6267808
A06	1541074	6267617	A56	1548147	6267783
A07	1541996	6274077	A57	1542216	6273800
A08	1541997	6274077	A58	1542579	6273239
A09	1541969	6274105	A59	1542136	6271647
A10	1542317	6276600	A60	1542033	6273248
A11	1542296	6276609	A61	1542012	6273286
A12	1542287	6276634	A62	1542302	6273795
A13	1541831	6275586	A63	1543939	6272117
A14	1541838	6275577	A64	1543180	6271679
A15	1541868	6275563	A65	1543216	6270524
A16	1543298	6267208	A66	1539492	6266727
A17	1543288	6267172	A67	1540934	6264327
A18	1543291	6267170	A68	1541393	6265063
A19	1543268	6267174	A69	1541491	6265136
A20	1543251	6267268	A70	1541607	6265251
A21	1543314	6267290	A71	1540941	6264400
A22	1539805	6270062	A72	1540883	6264506
A23	1539768	6270041	A73	1540948	6264583
A24	1539763	6270057	A74	1540883	6264598
A25	1539754	6270111	A75	1540871	6264530
A26	1539725	6270123	A76	1540811	6264125
A27	1541994	6274124	A77	1541017	6264561
A28	1541978	6274115	A78	1541218	6264806
A29	1541949	6274086	A79	1541261	6264834
A30	1541975	6274109	A80	1541375	6265132
A31	1542009	6274098	A81	1541623	6265269
A32	1544114	6275593	A82	1541736	6265470
A33	1544141	6275538	A83	1541877	6265606
A34	1544178	6275489	A84	1541351	6265161
A35	1544208	6275568	A85	1545447	6262406
A36	1543086	6266960	A86	1539536	6266670
A37	1543046	6266930	A87	1540018	6266379
A38	1543116	6267031	A88	1540035	6266364
A39	1543084	6266996	A89	1540476	6265911
A40	1543010	6266929	A90	1540527	6265921
A41	1542963	6266905	A91	1540035	6266404
A42	1542987	6266903	A92-93	1539349	6266825
A43	1545634	6266886	A94	1544217	6267376
A44	1545677	6266907	A95	1544201	6267359
A45	1545690	6266938	A96	1544224	6267836
A46	1545690	6266955	A97	1544035	6267859
A47	1545718	6266989	A98	1543750	6268041
A48	1545759	6267039	A99	1544259	6267302
A49	1545772	6267087	A100	1543575	6263208
A50	1545782	6267103	A101	1543686	6263272

A102	1543799	6263472	A156	1547444	6263051
A103	1544081	6263612	A157	1547460	6263079
A104	1544333	6263869	A158	1544228	6275767
A105	1543788	6263748	A159	1545220	6276245
A106	1543157	6263637	A160	1541429	6267679
A107	1542159	6276755	A161	1542929	6267237
A108	1542237	6276677	AB01	1539415	6266686
A109	1542248	6276710	AB02	1540194	6266091
A110	1542224	6276252	AB03	1540698	6266016
A111	1542283	6276214	AB04	1543895	6267937
A112	1542217	6276011	AB05	1543703	6263304
A113	1542493	6275675	AB06	1544204	6263841
A114	1542656	6275712	AB07	1540934	6272330
A115	1540967	6272212	AB08	1541497	6272259
A116	1540913	6272147	AB09	1541999	6271887
A117	1540888	6272380	AB10	1548000	6273925
A118	1540997	6272388	AB11	1547670	6273340
A119	1541501	6272267	AB12	1547924	6273777
A120	1541472	6272259	AB13	1547050	6274018
A121	1548010	6273923	AB14	1548392	6272049
A122	1547275	6274129	AB15	1548362	6272074
A123	1549232	6274198	AB16	1546444	6271327
A124	1548352	6272099	AB17	1546227	6271153
A125	1546550	6271564	AB18	1546124	6271176
A126	1546510	6271379	AB19	1548202	6266597
A127	1546158	6271163	AB20	1548239	6266675
A128	1548254	6266633	AB21	1546381	6265582
A129	1547151	6266423	AB22	1546190	6265345
A130	1546149	6265331	AB23	1546039	6265308
A131	1546083	6265768	AB24	1547119	6268876
A132	1541166	6267612	AB25	1540486	6268125
A133	1547048	6268925	AB27	1542337	6271730
A134	1546860	6268967	AB28	1543951	6270713
A135	1546786	6268948	AB29	1545497	6262493
A136	1546782	6269001	AB30	1543864	6266677
A137	1546822	6269000	AB31	1542028	6273864
A138	1542204	6273661	B01	1554702	6277163
A139	1540045	6268008	B02	1554649	6277161
A140	1540434	6268151	B03	1554628	6277154
A141	1540423	6268063	B04	1554736	6277132
A142	1540722	6267888	B05	1554743	6277112
A143	1543285	6271096	B06	1554723	6277075
A144	1543611	6270897	B07	1552234	6278755
A145	1543627	6270920	B08	1552227	6278736
A146	1544383	6270335	B09	1552224	6278790
A147	1544554	6270127	B10	1551612	6277352
A148	1544584	6270128	B11	1551605	6277327
A149	1544655	6270122	B12	1551592	6277337
A150	1544209	6270473	B13	1551360	6277582
A151	1544008	6262847	B14	1551387	6277557
A152	1545601	6262622	B15	1551400	6277558
A153	1545689	6262657	B16	1551421	6276424
A154	1545461	6262425	B17	1551413	6276444
A155	1547465	6263035	B18	1551431	6276496

B19	1551418	6276491	D17	1545460	6279260
B20	1551421	6276487	D18	1546988	6279083
B21	1551525	6277002	D19	1547484	6279764
B22	1551526	6277011	D20	1547428	6279792
B23	1551510	6276982	D21	1547393	6279848
B24	1551514	6277066	E01	1549732	6264069
B25	1554724	6277026	E02	1549740	6264096
B26	1554735	6277025	E03	1549722	6264134
B27	1554725	6277003	E04	1549702	6264137
B28	1554683	6276983	E05	1549677	6264168
B29	1554705	6276939	E06	1549669	6264188
B30	1554714	6276923	E07	1549671	6264204
B31	1554684	6276913	E08	1549503	6264456
B32	1554724	6277311	E09	1549496	6264462
B33	1554720	6277316	E10	1549489	6264474
B34	1554466	6276174	E11	1549502	6264493
C01	1539719	6270877	E12	1549575	6264509
C02	1539690	6270858	E13	1549587	6264516
C03	1539679	6270804	E14	1549620	6264523
C04	1539981	6271653	E15	1551926	6272183
C05	1539988	6271652	E16	1551969	6272207
C06	1540002	6271672	E17	1551981	6272204
C07	1539999	6271680	E18	1552002	6272219
C08	1540016	6271745	E19	1552085	6272230
C09	1540005	6271663	E20	1552076	6272086
C10	1539062	6266897	E21	1552056	6272011
C11	1539045	6266926	E22	1551969	6272067
C12	1539070	6266955	E23	1552797	6271424
C13	1539081	6266975	E24	1550086	6272711
C14	1539036	6266814	E25	1550074	6272713
C15	1539245	6267475	E26	1550045	6272690
C16	1539220	6267384	E27	1550038	6272655
C17	1539200	6267332	E28	1550032	6272641
C18	1539184	6267305	E29	1550039	6272608
C19	1539153	6267206	E30	1552721	6271405
C20	1539093	6267099	E31	1552723	6271395
C21	1539095	6267052	E32	1552698	6271383
C22	1539084	6267022	E33	1552661	6271368
D01	1546847	6279062	E34	1552624	6271383
D02	1546845	6279062	E35	1552916	6271617
D03	1546880	6279023	E36	1552951	6271636
D04	1547050	6279103	E37	1552981	6271648
D05	1545653	6280452	E38	1551810	6273390
D06	1545641	6280468	E39	1551880	6273588
D07	1545636	6280474	E40	1551879	6273598
D08	1545264	6280395	E41	1551867	6273465
D09	1545282	6280353	E42	1551894	6273391
D10	1545280	6280355	E43	1551910	6273272
D11	1545279	6280369	E44	1552032	6273249
D12	1545274	6280379	E45	1552015	6273331
D13	1545125	6280417	E46	1551987	6273406
D14	1545206	6279169	E47	1551962	6273428
D15	1545193	6279183	E48	1551963	6273437
D16	1545361	6279191	E49	1551952	6273462

E50	1551986	6273505	F01	1537484	6273525
E51	1551048	6274732	F02	1537252	6273352
E52	1551055	6274766	F03	1537244	6273370
E53	1550711	6273990	F04	1537237	6273361
E54	1550713	6274046	F05	1537255	6273315
E55	1550771	6274017	F06	1537248	6273261
E56	1550753	6274039	F07	1538392	6272758
E57	1550736	6274045	F08	1538378	6272792
E58	1550595	6273999	F09	1538342	6272753
E59	1550514	6274003	F10	1538408	6272803
E60	1550540	6273995	F11	1538415	6272813
E61	1550525	6270430	F12	1538420	6272827
E62	1550602	6270472	F13	1538423	6272845
E63	1550596	6270552	F14	1538344	6272691
E64	1550622	6270613	F15	1538320	6272668
E65	1550645	6270687	F16	1537191	6267926
E66	1551392	6270001	F17	1537084	6267935
E67	1551348	6270000	F18	1536766	6268798
E68	1551201	6270052	F19	1536728	6268854
E69	1551218	6270059	F20	1536009	6269361
E70	1550730	6270400	F21	1536036	6269425
E71	1550719	6270366	F22	1536045	6269405
E72	1550798	6270285	F23	1536325	6270608
E73	1550779	6270044	F24	1536323	6270586
E75	1550739	6270008	F25	1536422	6270847
E76	1550780	6269962	F26	1536410	6270837
E77	1550809	6269795	F27	1536397	6270839
E78	1550855	6269937	F28	1536317	6270576
E79	1550904	6269906	F29	1536346	6270526
E80	1550859	6270162	F30	1538601	6275467
E81	1550274	6267024	F31	1537819	6274649
E82	1550276	6267004	F32	1537854	6274890
E83	1550331	6267088	F33	1537862	6274893
E84	1550364	6267074	F34	1537882	6274925
E85	1550620	6266997	F35	1537874	6274941
E86	1550682	6266948	F36	1538520	6275385
E87	1550661	6266917	F37	1538556	6275411
E88	1550648	6266898	F38	1538578	6275420
E89	1549543	6269289	F39	1538556	6275417
E90	1549601	6269326	F40	1537814	6274794
E91	1549301	6263083	F41	1537774	6273935
E92	1549590	6263075	F42	1537767	6273592
E93	1549832	6263107	F43	1537692	6273605
E94	1549662	6263107	F44	1537684	6273575
E95	1549892	6264819	F45	1537655	6273453
E97	1549819	6265661	F46	1537642	6273438
E98	1549848	6265670	F47	1537643	6273439
E99	1550021	6269842	F48	1537281	6273506
E100	1550018	6269830	F49	1537402	6273706
EH1	1549329	6264495	F49	1537402	6273706
EH2	1549374	6264512	F50	1537388	6273670
EH3	1549394	6264504	F51	1537399	6273545
EH4	1549586	6264503	F52	1536930	6272466
EH5	1549607	6264479	F53	1536931	6272493

F54	1536616	6271521	F72	1536102	6268177
F55	1536612	6271533	F73	1536104	6268186
F56	1536614	6271553	F74	1536104	6268193
F57	1536605	6271520	F75	1536007	6269333
F58	1536608	6271530	F76	1536046	6269389
F59	1536342	6270541	F77	1536055	6269592
F60	1536343	6270557	F78	1536054	6269605
F61	1536519	6270494	F79	1536093	6269664
F62	1536540	6270500	F80	1536107	6269677
F63	1536523	6270471	F81	1536111	6269665
F64	1536523	6270437	F82	1536121	6269662
F65	1536509	6270487	F83	1536129	6269662
F66	1537337	6270294	F84	1536107	6269701
F67	1537314	6270309	T01	1542036	6274063
F68	1536773	6269895	T02	1542015	6274027
F69	1536137	6269890	T03	1542767	6271670
F70	1536140	6269900	T04	1542359	6271455
F71	1536140	6269803			

AC Helianthemo-Galietum oelandici

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes species like Galium oelandicum, Sisymbrium spinum, AD gem. mit Gypsophilo-Globularietum, Helianthemum oeland. ssp. oe., Hieracium pilosella ssp. pilos., Campanula rotundifolia, Rhytidium rugosum, Asperula tinctoria, Hypogymnia physodes, Potentilla tabernaemontani, Scapania calcicola, Cephalozia divaricata.

d erdflechtenreiche Athalamia hyalina -Ausbildung

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Athalamia hyalina.

d strauchflechtenreiche Cladonia spp.-Cetraria spp.-Ausbildung

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Cladonia subrangiformis, Cetraria aculeata, Cetraria islandica, Thamnolia vermicularis, Cladonia foliacea, Cladonia pocillum, Cetraria ericetorum ssp. ericet., Cetraria nivalis, Cladonia gracilis ssp. gracilis, Cetraria cucullata.

d therophytenarme Carex flacca-Variante

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Carex flacca ssp. flacca.

AC Gypsophilo-Globularietum

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Globularia vulgaris, Gypsophila fastigiata, AD, Vincetoxicum hirund. ssp. hir., Melica ciliata ssp. ciliata, Agrostis gigantea ssp. gig., Carex ericetorum ssp. ericet., Pulsatilla pratensis ssp. prat., Polygala comosa, Anthericum ramosum, Arabis hirsuta var. glab., Oxytropis campestris ssp. c., Cladonia convoluta.

d mesophile Avenula pratensis-Ausbildung

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Avenula pratensis ssp. prat., Dicranum scoparium.

d strauchflechtenarme Centaurea scabiosa-Poa compressa-Ausbildung

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Poa compressa, Centaurea scabiosa ssp. sca., Arrhenatherum elatius, Anthemis tinctoria ssp. tinct., Cichorium intybus ssp. intybus, Thlaspi perfoliatum, Dactylis glomerata ssp. glom.

Androsace septentrionalis-Sedum album -Ges.

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Androsace septentrionalis, Potentilla argentea agg., Ceratodon purpureus, Racomitrium canescens, Erodium cicutarium ssp. cicut., Allium vineale.

KC Koelerio-Corynephoretea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Sedum acre, Taraxacum erythrosp. agg., Myosotis stricta, Sedum reflexum, Cladonia furcata, Cerastium semidecandrum.

KD gem. mit Calluno-Ulicetea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Cladonia pyxidata agg.

KD gem. mit Festuco-Brometea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Hypnum cupr. var. lacunosum.

KD mit Festuco-Brometea, Trifolio-Geranietea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Artemisia campestris ssp. ca.

UKC Koelerio-Corynephoretea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Rumex acetosella.

UKD

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Trifolium campestre, Myosotis ramosissima ssp. ra.

KC Festuco-Brometea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Thuidium abietinum, Veronica spicata ssp. spicata, Medicago lupulina, Filipendula vulgaris, Arabis hirsuta var. hir., Potentilla cinerea, Phleum phleoides, Helianthemum numm. ssp. nu.

KD gem. mit Trifolio-Geranietea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Hypericum perforatum, Medicago sativa ssp. falcata, Silene nutans, Fragaria viridis ssp. viridis.

OC Brachypodieta pinnati

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Lotus corniculatus, Homalothecium lutescens, Ranunculus bulbosus, Cirsium acaule ssp. acaule, Scabiosa columbaria, Hypochaeris maculata.

KC Molinio-Arrhenatheretea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Cerastium fontanum ssp. vulg., Trifolium repens ssp. repens, Poa pratensis, Phleum prat. ssp. pratense, Trifolium pratense.

KD gem. mit Calluno-Ulicetea

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Stellaria graminea, Anthoxanthum odoratum.

VC Cynosurion cristati

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Lolium perenne.

Sonstige (Gefäßpflanzen):

Table with 4 columns: Species name, number, and two sets of alphanumeric codes. Includes Taraxacum officinale agg., Taraxacum sp., Anagallis arvensis, Cirsium vulgare ssp. vulgare, Viola arvensis, Convolvulus arvensis, Galium boreale, Hieracium praealtum ssp. prae., Carlina vulgaris ssp. vulgaris, Festuca rubra ssp. rubra, Hieracium lactucella ssp. lact., Agrostis canina ssp. canina, Agrostis capillaris, Agrostis vinealis, Alopecurus geniculatus, Centaurea jacea ssp. jacea, Geranium molle, Hieracium x dichotomum, Polygala amarella, Potentilla x subarenaria, Silene uniflora ssp. petraea.

A3 Helianthemo-Galietum oelandici			A4 Gypsophilo-Globularietum			A5
A3b		A3b.1	A4a	A4b	A4c	

A143	A144	A145	A146	A147	A148	A149	A150	A151	A152	A153	A154	A155	A156	A157	A158	A159	A160	A161	A162	A163	A164	A165	A166	A167	A168	A169	A170	A171	A172	A173	A174	A175	A176	A177	A178	A179	A180	A181	A182	A183	A184	A185	A186	A187	A188	A189	A190	A191	A192	A193	A194	A195	A196	A197	A198	A199	A200	A201	A202	A203	A204	A205	A206	A207	A208	A209	A210	A211	A212	A213	A214	A215	A216	A217	A218	A219	A220	A221	A222	A223	A224	A225	A226	A227	A228	A229	A230	A231	A232	A233	A234	A235	A236	A237	A238	A239	A240	A241	A242	A243	A244	A245	A246	A247	A248	A249	A250	A251	A252	A253	A254	A255	A256	A257	A258	A259	A260	A261	A262	A263	A264	A265	A266	A267	A268	A269	A270	A271	A272	A273	A274	A275	A276	A277	A278	A279	A280	A281	A282	A283	A284	A285	A286	A287	A288	A289	A290	A291	A292	A293	A294	A295	A296	A297	A298	A299	A300	A301	A302	A303	A304	A305	A306	A307	A308	A309	A310	A311	A312	A313	A314	A315	A316	A317	A318	A319	A320	A321	A322	A323	A324	A325	A326	A327	A328	A329	A330	A331	A332	A333	A334	A335	A336	A337	A338	A339	A340	A341	A342	A343	A344	A345	A346	A347	A348	A349	A350	A351	A352	A353	A354	A355	A356	A357	A358	A359	A360	A361	A362	A363	A364	A365	A366	A367	A368	A369	A370	A371	A372	A373	A374	A375	A376	A377	A378	A379	A380	A381	A382	A383	A384	A385	A386	A387	A388	A389	A390	A391	A392	A393	A394	A395	A396	A397	A398	A399	A400	A401	A402	A403	A404	A405	A406	A407	A408	A409	A410	A411	A412	A413	A414	A415	A416	A417	A418	A419	A420	A421	A422	A423	A424	A425	A426	A427	A428	A429	A430	A431	A432	A433	A434	A435	A436	A437	A438	A439	A440	A441	A442	A443	A444	A445	A446	A447	A448	A449	A450	A451	A452	A453	A454	A455	A456	A457	A458	A459	A460	A461	A462	A463	A464	A465	A466	A467	A468	A469	A470	A471	A472	A473	A474	A475	A476	A477	A478	A479	A480	A481	A482	A483	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509	A510	A511	A512	A513	A514	A515	A516	A517	A518	A519	A520	A521	A522	A523	A524	A525	A526	A527	A528	A529	A530	A531	A532	A533	A534	A535	A536	A537	A538	A539	A540	A541	A542	A543	A544	A545	A546	A547	A548	A549	A550	A551	A552	A553	A554	A555	A556	A557	A558	A559	A560	A561	A562	A563	A564	A565	A566	A567	A568	A569	A570	A571	A572	A573	A574	A575	A576	A577	A578	A579	A580	A581	A582	A583	A584	A585	A586	A587	A588	A589	A590	A591	A592	A593	A594	A595	A596	A597	A598	A599	A600	A601	A602	A603	A604	A605	A606	A607	A608	A609	A610	A611	A612	A613	A614	A615	A616	A617	A618	A619	A620	A621	A622	A623	A624	A625	A626	A627	A628	A629	A630	A631	A632	A633	A634	A635	A636	A637	A638	A639	A640	A641	A642	A643	A644	A645	A646	A647	A648	A649	A650	A651	A652	A653	A654	A655	A656	A657	A658	A659	A660	A661	A662	A663	A664	A665	A666	A667	A668	A669	A670	A671	A672	A673	A674	A675	A676	A677	A678	A679	A680	A681	A682	A683	A684	A685	A686	A687	A688	A689	A690	A691	A692	A693	A694	A695	A696	A697	A698	A699	A700	A701	A702	A703	A704	A705	A706	A707	A708	A709	A710	A711	A712	A713	A714	A715	A716	A717	A718	A719	A720	A721	A722	A723	A724	A725	A726	A727	A728	A729	A730	A731	A732	A733	A734	A735	A736	A737	A738	A739	A740	A741	A742	A743	A744	A745	A746	A747	A748	A749	A750	A751	A752	A753	A754	A755	A756	A757	A758	A759	A760	A761	A762	A763	A764	A765	A766	A767	A768	A769	A770	A771	A772	A773	A774	A775	A776	A777	A778	A779	A780	A781	A782	A783	A784	A785	A786	A787	A788	A789	A790	A791	A792	A793	A794	A795	A796	A797	A798	A799	A800	A801	A802	A803	A804	A805	A806	A807	A808	A809	A810	A811	A812	A813	A814	A815	A816	A817	A818	A819	A820	A821	A822	A823	A824	A825	A826	A827	A828	A829	A830	A831	A832	A833	A834	A835	A836	A837	A838	A839	A840	A841	A842	A843	A844	A845	A846	A847	A848	A849	A850	A851	A852	A853	A854	A855	A856	A857	A858	A859	A860	A861	A862	A863	A864	A865	A866	A867	A868	A869	A870	A871	A872	A873	A874	A875	A876	A877	A878	A879	A880	A881	A882	A883	A884	A885	A886	A887	A888	A889	A890	A891	A892	A893	A894	A895	A896	A897	A898	A899	A900	A901	A902	A903	A904	A905	A906	A907	A908	A909	A910	A911	A912	A913	A914	A915	A916	A917	A918	A919	A920	A921	A922	A923	A924	A925	A926	A927	A928	A929	A930	A931	A932	A933	A934	A935	A936	A937	A938	A939	A940	A941	A942	A943	A944	A945	A946	A947	A948	A949	A950	A951	A952	A953	A954	A955	A956	A957	A958	A959	A960	A961	A962	A963	A964	A965	A966	A967	A968	A969	A970	A971	A972	A973	A974	A975	A976	A977	A978	A979	A980	A981	A982	A983	A984	A985	A986	A987	A988	A989	A990	A991	A992	A993	A994	A995	A996	A997	A998	A999	A1000	A1001	A1002	A1003	A1004	A1005	A1006	A1007	A1008	A1009	A1010	A1011	A1012	A1013	A1014	A1015	A1016	A1017	A1018	A1019	A1020	A1021	A1022	A1023	A1024	A1025	A1026	A1027	A1028	A1029	A1030	A1031	A1032	A1033	A1034	A1035	A1036	A1037	A1038	A1039	A1040	A1041	A1042	A1043	A1044	A1045	A1046	A1047	A1048	A1049	A1050	A1051	A1052	A1053	A1054	A1055	A1056	A1057	A1058	A1059	A1060	A1061	A1062	A1063	A1064	A1065	A1066	A1067	A1068	A1069	A1070	A1071	A1072	A1073	A1074	A1075	A1076	A1077	A1078	A1079	A1080	A1081	A1082	A1083	A1084	A1085	A1086	A1087	A1088	A1089	A1090	A1091	A1092	A1093	A1094	A1095	A1096	A1097	A1098	A1099	A1100	A1101	A1102	A1103	A1104	A1105	A1106	A1107	A1108	A1109	A1110	A1111	A1112	A1113	A1114	A1115	A1116	A1117	A1118	A1119	A1120	A1121	A1122	A1123	A1124	A1125	A1126	A1127	A1128	A1129	A1130	A1131	A1132	A1133	A1134	A1135	A1136	A1137	A1138	A1139	A1140	A1141	A1142	A1143	A1144	A1145	A1146	A1147	A1148	A1149	A1150	A1151	A1152	A1153	A1154	A1155	A1156	A1157	A1158	A1159	A1160	A1161	A1162	A1163	A1164	A1165	A1166	A1167	A1168	A1169	A1170	A1171	A1172	A1173	A1174	A1175	A1176	A1177	A1178	A1179	A1180	A1181	A1182	A1183	A1184	A1185	A1186	A1187	A1188	A1189	A1190	A1191	A1192	A1193	A1194	A1195	A1196	A1197	A1198	A1199	A1200	A1201	A1202	A1203	A1204	A1205	A1206	A1207	A1208	A1209	A1210	A1211	A1212	A1213	A1214	A1215	A1216	A1217	A1218	A1219	A1220	A1221	A1222	A1223	A1224	A1225	A1226	A1227	A1228	A1229	A1230	A1231	A1232	A1233	A1234	A1235	A1236	A1237	A1238	A1239	A1240	A1241	A1242	A1243	A1244	A1245	A1246	A1247	A1248	A1249	A1250	A1251	A1252	A1253	A1254	A1255	A1256	A1257	A1258	A1259	A1260	A1261	A1262	A1263	A1264	A1265	A1266	A1267	A1268	A1269	A1270	A1271	A1272	A1273	A1274	A1275	A1276	A1277	A1278	A1279	A1280	A1281	A1282	A1283	A1284	A1285	A1286	A1287	A1288	A1289	A1290	A1291	A1292	A1293	A1294	A1295	A1296	A1297	A1298	A1299	A1300	A1301	A1302	A1303	A1304	A1305	A1306	A1307	A1308	A1309	A1310	A1311	A1312	A1313	A1314	A1315	A1316	A1317	A1318	A1319	A1320	A1321	A1322	A1323	A1324	A1325	A1326	A1327	A1328	A1329	A1330	A1331	A1332	A1333	A1334	A1335	A1336	A1337	A1338	A1339	A1340	A1341	A1342	A1343	A1344	A1345	A1346	A1347	A1348	A1349	A1350	A1351	A1352	A1353	A1354	A1355	A1356	A1357	A1358	A1359	A1360	A1361	A1362	A1363	A1364	A1365	A1366	A1367	A1368	A1369	A1370	A1371	A1372	A1373	A1374	A1375	A1376	A1377	A1378	A1379	A1380	A1381	A1382	A1383	A1384	A1385	A1386	A1387	A1388	A1389	A1390	A1391	A1392	A1393	A1394	A1395	A1396	A1397	A1398	A1399	A1400	A1401	A1402	A1403	A1404	A1405	A1406	A1407	A1408	A1409	A1410	A1411	A1412	A1413	A1414	A1415	A1416	A1417	A1418	A1419	A1420	A1421	A1422	A1423	A1424	A1425	A1426	A1427	A1428	A1429	A1430	A1431	A1432	A1433	A1434	A1435	A1436	A1437	A1438	A1439	A1440	A1441	A1442	A1443	A1444	A1445	A1446	A1447	A1448	A1449	A1450	A1451	A1452	A1453	A1454	A1455	A1456	A1457	A1458	A1459	A1460	A1461	A1462	A1463	A1464	A1465	A1466	A1467	A1468	A1469	A1470	A1471	A1472	A1473	A1474	A1475	A1476	A1477	A1478	A1479	A1480	A1481	A1482	A1483	A1484	A1485	A1486	A1487	A1488	A1489	A1490	A1491	A1492	A1493	A1494	A1495	A1496	A1497	A1498	A1499	A1500	A1501	A1502	A1503	A1504	A1505	A1506	A1507	A1508	A1509	A1510	A1511	A1512	A1513	A1514	A1515	A1516	A1517	A1518	A1519	A1520	A1521	A1522	A1523	A1524	A1525	A1526	A1527	A1528	A1529	A1530	A1531	A1532	A1533	A1534	A1535	A1536	A1537	A1538	A1539	A1540	A1541	A1542	A1543	A1544	A1545	A1546	A1547	A1548	A1549	A1550	A1551	A1552	A1553	A1554	A1555	A1556	A1557	A1558	A1559	A1560	A1561	A1562	A1563	A1564	A1565	A1566	A1567	A1568	A1569	A1570	A1571	A1572	A1573	A1574	A1575	A1576	A1577	A1578	A1579	A1580	A1581	A1582	A1583	A1584	A1585	A1586	A1587	A1588	A1589	A1590	A1591	A1592
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Mycobilimbia berengeriana	1	4	8	17	2	9	8	14	29	14	3	10			
										Collema cf. tenax	6	4	6	3	10	18	3	14		10	9	13			
										Catapyrenium squamulosum	12	6	3		18	3	5				3				
		m 1 m		1					1	Cladonia fimbriata	4	8	6		11			29			10	13			
										Collema cristatum^G	1	24	3		2		5				3				
										Collema cf. auriforme	1	4	6		4	9	5				3	13			
										Collema fuscovirens^G	12	2	3			3	14				3				
										Endocarpon pusillum	1	12	2		2	3					3	3			
										Leptogium tenuissimum	1	12	2		2	9					10				
										Cetraria muricata		6	3			8	5				3	25			
										Cladonia scabriuscula	3	2			7	3						13			
										Collema auriforme	1	8	2		2	3					3	3			
										Collema bachmanianum var. b.	4			25	4	5					10	3			
										Collema fuscovirens	4	4	3			5	14				7				
										Collema parvum^G	8	3				5									
										Collema sp.^G	4	3				5	5				7				
										Mycobilimbia accedens	4	4	3			18	5								
										Mycobilimbia hypnorum	4	3				5	5				3	13			
										Peltigera canina	1	2	25		4	3					3				
										Physcia adscendens	4	2	25			3					3				
										Stereocaulon cf. tomentosum	4	4				5						25			
										Synalissa symphorea	1	12			4										
										Cladonia cf. subulata	2	3				3	5				3				
										Cladonia subulata	2	3				3	14					13			
										Cladonia uncialis ssp. uncialis	3				7										
										Collema cf. crispum	4	2				9									
										Collema multipartitum^G	8														
										Megaspora verrucosa	8														
										Mycobilimbia sabuletorum	2	3				3	5					13			
										Parmelia saxatilis^G	4					5					7				
										Pseudevernia furfuracea	4					5						3	13		
										Arten unbestimmt:															
										Cf. Polygonum	7				14	2					10				
										Pflanze 1	3				4	2					3				
m m	m	m m m	m	m	m m	m	m	m m	m	Flechte grau-grün-körnig	13	56	44	23	25	7	17	45	43	24	29	14	22	41	50
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Flechte Lepraria-artig	14	12	15	25	21	10	18	14				10	9	14	13
m										Flechte grau-krustig	6	8	6	3	7	5	9	5	5			6	7		
m										Flechte weiß, schw. Ap.	4	12	2		4	5	3					6	3		
m	m									Flechte schwarz, undiff.	11	20	15	14	4	17	45	5	19	14		22	7		
m	m									Cf. Mycobilimbia sp.	4	8	15	9	7	18	14	10	14		10	6	17		
m										Flechte weiß-krustig-warzig	4	20	6	3	4	5	18	3	14			6	3		
m										Cf. Bacidea bagliettoana	3	4	8		5	9	8					6	10		
										Erdflechte gräulich	4	4	4		7	9	3				10	6	3		
										Erdflechte weiß	6		3		10		5				10	9			
										Flechte weiß-grau-schwarz	3	2	3		4	2	3	5			3	3			
										Cf. Dibaeis diploschistes	4	2				3						3			
										Flechte grüne Schuppen	1	2			2	3					10	3			
										Flechte krustig	3				5							6			

ZA Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Festuca rubra ssp. rubra, Potentilla collina agg., Cetraria cucullata, Androsace septentrionalis, Hypogymnia physodes.

OC Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Peltigera canina, Achillea millefolium ssp. mill., Agrostis capillaris, Hieracium pilosella ssp. pilos.

VC Armerion elongatae

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Trifolium campestre, Potentilla argentea agg., Festuca brevipila, Vicia lathyroides, Viola tricolor ssp. tricolor.

VD

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Trifolium arvense, Rumex thyrsoiflorus, Ranunculus bulbosus.

ZA Sileno otitae-Festucetum brevipilae

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Medicago sativa ssp. falcata, Phleum phleoides, Avenula pratensis ssp. prat., Potentilla tabernaemontani, Veronica spicata ssp. spicata, Medicago lupulina, Helianthemum numm. ssp. nu., Peltigera rufescens.

d therophytenreiche Arenaria serpyllifolia-Anchusa officinalis-Ausbildung

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Arenaria serpyllifolia, Erophila verna ssp. verna, Elymus repens ssp. repens, Anchusa officinalis, Saxifraga tridactylites, Hornungia petraea, Trifolium striatum, Thlaspi perfoliatum, Convolvulus arvensis.

d Centaurea scabiosa-Oxytropis campestris-Ausbildung

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Centaurea scabiosa ssp. sca., Oxytropis campestris ssp. c., Acinos arvensis.

d Pleurozium schreberi-Pulsatilla vulgaris-Ausbildung

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Hypericum perforatum, Plagiomnium affine, Climacium dendroides, Pleurozium schreberi, Pulsatilla vulgaris ssp. vul., Saxifraga granulata, Agrostis vinealis, Euphrasia stricta, Polygala comosa.

d Pimpinella saxifraga-Dianthus deltooides-Ausbildung

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Pimpinella saxifraga agg.

A Diantho deltooidis-Armerietum elongatae

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Armeria maritima ssp. elongata, Dianthus deltooides, AD (lok.), Rhytidadelphus squarrosus, Dicranum scoparium, Scleranthus annuus. ssp. pol.

d Cladonia spp.-reiche Ausbildung

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Cladonia pyxidata agg., Cladonia scabriuscula, Cladonia subulata, Cladonia ciliata var. tenuis, Vicia hirsuta.

d Ackerbrachestadium-Ausbildung

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Arabidopsis thaliana, Conyza canadensis, Viola arvensis, Aphanes arvensis, Crepis capillaris, Anthemis ruthenica ssp. ruth.

KC Festuco-Brometea

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Thuidium abietinum, Homalothecium lutescens, Potentilla cinerea, Arabis hirsuta var. hir., Asperula tinctoria.

KD gem. mit Trifolio-Geranietea

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Knautia arvensis ssp. arvens., Filipendula vulgaris, Fragaria viridis ssp. viridis, Poa angustifolia.

OC Brachypodietalia pinnati

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Lotus corniculatus, Anthyllis vulneraria ssp. vul., Hypochaeris maculata, Carex caryophylla, Rhytidadelphus triquetrus, Scabiosa columbaria.

OD

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Avenula pubescens ssp. pub.

KC Trifolio-Geranietea

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Silene nutans, Veronica chamaedrys ssp. ch., Trifolium medium ssp. medium.

KC Molinio-Arrhenatheretea

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Poa pratensis, Cerastium fontanum ssp. vulg., Trifolium repens ssp. repens, Trifolium pratense.

KD gem. mit Calluno-Ulicetea

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Stellaria graminea.

VC Cynosurion cristati

Table with 5 columns: Species, Count, and various alphanumeric codes. Includes Lolium perenne.

d *Sedum reflexum-Cladonia* spp.-Ausbildung

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Sedum reflexum, Cladonia furcata, Cladonia ciliata var. tenuis, Cladonia arbuscula, Cladonia gracilis ssp. gracilis, Racomitrium canescens, and Ptilidium ciliare.

d *Cetraria islandica*-Variante

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Cladonia subrangiformis, Cetraria islandica, Cetraria ericetorum ssp. ericet., Cladonia foliacea, Cetraria cucullata, and Polytrichum juniperinum.

d *Hylocomium splendens-Danthonia decumbens*-Variante

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Hylocomium splendens, Danthonia decumbens, Antennaria dioica, and Calluna vulgaris.

d *Sesleria caerulea-Carex flacca*-Ausbildung

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Sesleria caerulea, Carex flacca ssp. flacca, Campyllum chrysophyllum, Calliergonella cuspidata, and Ctenidium molluscum.

AC *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Ges.

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Trifolium montanum, AD, Medicago sativa ssp. falcata, Pimpinella saxifraga agg., Allium vineale, Centaurea scabiosa ssp. sca., Inula salicina ssp. salicina, AD gem. mit Adonis vernalis-Ges., Knautia arvensis ssp. arvens., and Primula veris ssp. veris.

d *Carex caryophyllea-Potentilla cinerea*-Ausbildung

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Carex caryophyllea and Potentilla cinerea.

AC *Adonis vernalis-Ononis arvensis*-Ges.

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Adonis vernalis, Ononis arvensis, AD, Polygala comosa, Dactylis glomerata ssp. glom., Agrimonia eupatoria ssp. eu., Leucanthemum vulgare, Galium album ssp. album, Potentilla collina agg., Hieracium sp., and Vicia cracca.

KC *Koelerio-Coryneporetea*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Taraxacum erythrospp. agg., Tortula ruraliformis, Ceratodon purpureus, Cerastium semidecandrum, Scleranthus perennis, Trifolium arvense, and Cetraria aculeata.

KD

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Myosotis ramosissima ssp. ra., Myosotis stricta, Hypochaeris radicata, and Carex arenaria.

UKC *Koelerio-Coryneporetea*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Rumex acetosella, Trifolium campestre, and Brachythecium albicans.

OC *Trifolium arvensis-Festucetalia ovinae*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Viola tricolor ssp. tricolor.

VC *Plantagini lanceolatae-Festucion brevipilae*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Armeria maritima ssp. elongata and Vicia lathyroides.

UKC *Sedo-Scleareanthea*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Arenaria serpyllifolia, Potentilla argentea agg., Erophila verna ssp. verna, Peltigera rufescens, and Cerastium pumilum agg.

OC *Alyso-Sedetalia*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Acinos arvensis, Ditrichum flexicaule, Saxifraga tridactylites, Sedum album, Homungia petraea, Galium oelandicum, Allium schoenopras. ssp. s., Tortella tortuosa, Tortella inclinata, and Tortella rigens.

KC *Molinio-Arrhenatheretea*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Cerastium fontanum ssp. vulg., Trifolium repens ssp. repens, Bellis perennis ssp. perennis, Festuca pratensis ssp. prat., Phleum prat. ssp. pratense, Rumex acetosa ssp. acetosa, and Trifolium dubium.

KD

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Rhytidiadelphus squarrosus, Stellaria graminea, Thalictrum flavum, and Cardamine pratensis ssp. prat.

VC *Cynosurion cristati*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Cynosurus cristatus and Lolium perenne.

KC *Trifolio-Geranietea*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Hypericum perforatum, Silene nutans, and Veronica chamaedrys ssp. ch.

UKC *Trifolio-Geranietea*

Table with 3 columns: Species name, count, and a complex alphanumeric code. Species include Clinopodium vulgare ssp. vulg., Viola hirta, and Allium oleraceum.

		d Sedum reflexum-Cladonia spp.-Ausbildung									
		Sedum reflexum		31	56	70	39	76	58	33	41
		Cladonia furcata		44	41	12		64	14	17	14
		Cladonia ciliata var. tenuis		21	36	4		64	4	6	5
		Cladonia arbuscula		18	36	4		58	11	6	14
		Cladonia gracilis ssp. gracilis		5	31			52	7		9
		Racomitrium canescens		18	20			33	4		5
		Ptilidium ciliare		5	13			24			25
		d Cetraria islandica-Variante									
		Cladonia subrangiformis		21	20			33	4		5
		Cetraria islandica		10	30	4		45	11	6	14
		Cetraria ericetorum ssp. ericet.		8	15	4		24	4	6	5
		Cladonia foliacea		5	13			18	7		17
		Cetraria cucullata		3	10			15	4		17
		Polytrichum juniperinum		8	8	4		15		6	24
		d Hylocomium splendens-Danthonia decumbens-Variante									
		Hylocomium splendens		10	43	12	20	30	57	29	6
		Danthonia decumbens			43	8		27	61	14	6
		Antennaria dioica		3	36			27	46		59
		Calluna vulgaris		3	18			12	25		32
		d Sesleria caerulea-Carex flacca-Ausbildung									
		Sesleria caerulea		5	54	32	10	24	89	43	28
		Carex flacca ssp. flacca			49	12	20	24	79	14	11
		Campyllum chrysophyllum		8	30	4		18	43	14	5
		Calliergonella cuspidata		8	16			3	32		19
		Ctenidium molluscum		3	15			3	29		8
		AC Trifolium montanum-Medicago falcata-Ges.									
		Trifolium montanum		7	28	10		3	11	100	8
		AD									
		Medicago sativa ssp. falcata		13	3	76	30	3	4	57	83
		Pimpinella saxifraga agg.		3	48	10				43	50
		Allium vineale		21	3	40	10	3	4	43	39
		Centaurea scabiosa ssp. sca.		2	32			4	43	28	17
		Inula salicina ssp. salicina			12				14	11	
		AD gem. mit Adonis vernalis-Ges.									
		Knautia arvensis ssp. arvens.			60	90			100	44	
		Primula veris ssp. veris		8	32	60		3	14	29	33
		d Carex caryophyllea-Potentilla cinerea-Ausbildung									
		Carex caryophyllea		8	34	48	20	42	25	67	29
		Potentilla cinerea		5	34	28	50	45	21	39	48
		AC Adonis vernalis-Ononis arvensis-Ges.									
		Adonis vernalis								90	
		Ononis arvensis								40	
		AD									
		Polygala comosa		3	2	4	50	3		6	5
		Dactylis glomerata ssp. glom.		3	3	12	100	7	14	11	33
		Agrimonia eupatoria ssp. eu.		2	90			4			5
		Leucanthemum vulgare		2	90			4			5
		Galium album ssp. album		3	30						
		Potentilla collina agg.		5	2	12	50	4	29	6	5
		Hieracium sp.		3	50						
		Vicia cracca			4	20			14		
		KC Koelerio-Corynephoretea									
		Taraxacum erythrops. agg.		59	34	4	30	55	11	14	62
		Tortula ruraliformis		26	5	4		6	4	6	10
		Cerastodon purpureus		33	3	8		6		11	17
		Cerastium semidecandrum		31	8	4		15		6	24
		Scleranthus perennis		8	8			15			24
		Trifolium arvense		3	12	10		3	4	14	11
		Cetraria aculeata		5	10			12	7		19
		KD									
		Myosotis ramosissima ssp. ra.		46	5			6	4		5
		Myosotis stricta		44	8			15			14
		Hypochoeris radicata		5							
		Carex arenaria		8							
		UKC Koelerio-Corynephoretea									
		Rumex acetosella		21	7	4		9	4	14	14
		Trifolium campestre		31	11	20		9	14	43	11
		Brachythecium albicans		15	5	12		6	4	29	6
		OC Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae									
		Viola tricolor ssp. tricolor		8	2			3			5
		VC Plantagini lanceolatae-Festucion brevipilae									
		Ameria maritima ssp. elongata		3	12				14	11	
		Vicia lathyroides		5							
		UKC Sedo-Sclereanthenea									
		Arenaria serpyllifolia		67	13	12		15	11	17	14
		Potentilla argentea agg.		31	2	4	30	3		6	5
		Erophila verna ssp. verna		59	15			18	11		24
		Peltigera rufescens		31							
		Cerastium pumilum agg.		41	7			6	7		5
		OC Alysso-Sedetalia									
		Acinos arvensis		46	21	8		33	7	11	48
		Ditrichum flexicaule		21	18	4		15	21	6	24
		Saxifraga tridactylites		15	5			3	7		5
		Sedum album		5	8			12	4		19
		Hornungia petraea		8							
		Galium oelandicum		7				6	7		10
		Allium schoenopras. ssp. s.		3	7			6	7		10
		Tortella tortuosa		3	7			14			17
		Tortella inclinata		3	3			3	4		8
		Tortella rigens		5				3	7		5
		KC Molinio-Arrhenatheretea									
		Cerastium fontanum ssp. vulg.		44	66	12	10	67	64	14	11
		Trifolium repens ssp. repens		38	15	16	30	12	18	22	10
		Bellis perennis ssp. perennis		3	2	60		3			5
		Festuca pratensis ssp. prat.				50					
		Phleum prat. ssp. pratense		10	4	20				6	14
		Rumex acetosa ssp. acetosa		13	5	20		11			
		Trifolium dubium		15	2			3			8
		KD									
		Rhytidadelphus squarrosus		31	11	16	30	18	4	29	11
		Stellaria graminea		49	23	8		24	21	14	6
		Thalictrum flavum		15	2			4			5
		Cardamine pratensis ssp. prat.		13							
		VC Cynosurion cristati									
		Cynosurus cristatus		31	5	4	70		11	6	14
		Lolium perenne		15	2	4	10		4	6	5
		KC Trifolio-Geranietea									
		Hypericum perforatum		13	41	28	60	36	46	57	17
		Silene nutans		5	2	28		3	29	28	5
		Veronica chamaedrys ssp. ch.		15	2	8	70		4	29	5
		UKC Trifolio-Geranietea									
		Clinopodium vulgare ssp. vulg.				50					
		Viola hirta		2	8	40		4	14	6	5
		Allium oleraceum		8		30					

		Sonstige (Gefäßpflanzen):													
B 3	1 A 1 A A 1 A 3 . A 3 A B 3 4 3	1 B A 1 1 1		92	97	68	60	97	96	29	83	95	100	100	95
m m m m m . m	1 1 1 1 . 1 1 . m m 1 A 1 . . 1 m 1	m 1 1 m 1 1 . r . 1		64	57	80	80	55	61	86	78	48	67	67	59
1 1 . 1 . . . .	. . . . . + . . . . . 1 A m + 1 m 1	. . . . . 1		49	72	44	10	82	61	43	44	81	83	50	64
. . . + . . . . .	. . . . . 1 . . . . . + . . . . .	. . . . . r + 1 + + 1		44	21	12	70	27	14	14	11	29	25	50	5
. . . 1 . 1 . . . .	. . . . . + + . . . . .	. . . . .		36	13	16		15	11	29	11	10	25	17	9
. m . . . . .	. . . . . 1 1 . . . . .	. . . . .		23	23	12		21	25	14	11	33		67	14
+ 1 . . . . .	. . . . . A 1 1 + A . 1 . . . . .	. . . . .		15	15	32		24	4	29	33	33	8		5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		13	10			3	18			5		50	9
. . . . .	. . . . .	. . . . . 1		15	5		10	9				10	8		
. . . . .	. . . . .	. . . . .		8	10			3	18			5		33	14
. . . . .	. . . . .	. . . . . 1 1		15	2		20	3					8		
. . . . .	. . . . .	. . . . . 1		3	10		10	3	18				8	17	18
. . . . .	. . . . .	. . . . .		15	3			6				10			
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5	10			3	18				8	17	18
. . . . .	. . . . .	. . . . .		8	7			14						17	14
. . . . .	. . . . .	. . . . .		18											
. . . . .	. . . . .	. . . . .			7	4		3	11	14		5		33	5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			5	12		11	29	6					14
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	7	4		9	4	6		5	17		5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			2	16		4	43	6					5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		10	2			3				5			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			8			15				14	17		
. . . . .	. . . . .	. . . . .		10	2			3				8			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			7			9	4			14			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .				16				14	17				
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	5			3	7			5		17	5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			7			14						17	14
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5	2		10	4						17	
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3	4		3	4		6	5			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	3			6				5	8		
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	3			3	4			5			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	3			7						17	5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			2	4	10	4		6					5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5											
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5											
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3	4			5			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3	4			5			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			2	4		3		14		8			
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5											
. . . . .	. . . . .	. . . . .				4	10			14					
. . . . .	. . . . .	. . . . .					20								
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2			3				5			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			2	4		4		6				17	
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3		4				6					
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3	4			8			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2			4							5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2			3				5			
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2			4							5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3	4					8	5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5											

		Gehölze:													
r r . . . . .	. . . . . + . . . . . + 1 . . . . . + . . . . . + . . . . .	. . . . .			25	16		24	25	29	11	19	33	17	27
. . . . .	. . . . .	. . . . .			11	12	30	3	21	17		8		17	23
. . . . .	. . . . .	. . . . .			5	8		18						50	9

		Sonstige (Moose und Flechten):													
. . . . .	. . . . . m . . . . .	. . . . .		54	15	4		15	14		6	19	8	17	14
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	20			12	29			10	17	17	32
. . . . .	. . . . .	. . . . .		15	20			9	32			10	8	67	23
. . . . .	. . . . . m . . . . .	. . . . .		21	5	4		6	4		6	10			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		8	15			32						33	32
. . . . .	. . . . .	. . . . .		15	7			3	11			5		17	9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		8	11			6	18			5	8		23
. . . . .	. . . . .	. . . . .		10	8			6	11			5	8		14
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5	13			9	18			10	8	50	9
. . . . .	. . . . .	. . . . .			13			6	21			5	8	33	18
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	11			3	21			5		33	18
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5	10			6	14			5	8	33	9
. . . . .	. . . . . m . . . . .	. . . . .		3	10	4		18		6		14	25		
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5	8			3	14			8		17	14
. . . . .	. . . . .	. . . . .			11			6	18			5	8	50	9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	7			3	11			8		17	9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5	3	4		7		6				17	5
. . . . .	. . . . . m . . . . .	. . . . .		8	5			3	7			8			9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	8			6	11			10		17	9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5	5		20	11						33	5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			8			18						17	18
. . . . .	. . . . .	. . . . .		10											
. . . . .	. . . . .	. . . . .			7			3	11			5		50	
. . . . .	. . . . .	. . . . .			7			6	7			5	8		9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	5			3	7			5			9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	5			11						17	9
. . . . .	. . . . . m . . . . .	. . . . .			3	4		7		14				17	5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	3			3	4			5			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			5			3	7			8			9
. . . . .	. . . . .	. . . . .			5			3	7			5			9
. . . . .	. . . . .	. . . . .			5			6	4			5	8		5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2		10	4							5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			5			11							14
. . . . .	. . . . .	. . . . .			5			3	7			5			9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2			4							5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2			3				8			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3	4			8		17	
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			6				10			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			7							9
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			7							9
. . . . .	. . . . .	. . . . .			8					11					
. . . . .	. . . . .	. . . . .					20								
. . . . .	. . . . .	. . . . .		5											
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3	4			8			5
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			7						17	5
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	2			3				5			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3				8			
. . . . .	. . . . .	. . . . .			3			3	11			8		17	9
. . . . .	. . . . .	. . . . .		3	3			3	4						

.....	Cladonia uncialis ssp. uncialis	5	.	.	.	.	.	.	.	.
.....	Collema cf. auriforme	3	.	.	3	4	.	.	8	5
.....	Collema cristatum	3	.	.	3	4	.	.	8	5
.....	Collema tenax	3	.	.	3	4	.	.	5	5
.....	Hypogymnia physodes	2	4	.	.	4	.	6	.	5
.....	Leptogium schraderi	3	.	.	6	.	.	.	5	8
.....	Parmelia saxatilis*G	3	.	.	6	.	.	.	10	.
.....	Peltigera schuppig	5	.	.	.	.	.	.	.	.
.....	Arten unbestimmt:									
.....	Pflanze 2	3	2	.	10	.	3	.	.	8
.....	Pflanze große Blätter gespitzt	.	.	.	40	.	.	.	.	.
.....	Flechte weiss-krustig-warzig	3	.	.	3	4	.	.	5	5
.....	Flechte grau-krustig	3	.	.	3	4	.	.	8	5