©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Kieler Notiz. Pflanzenkd. Schleswig-Holstein Hamb. **32**: 1–56, Kiel 2004

Trockenrasen als Biodiversitätshotspots – Erste Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Trockenrasen“

– Jürgen Dengler, Lüneburg, & Ute Jandt, Halle (Saale) –

Kurzfassung

Die Arbeitsgruppe „Trockenrasen“ hat im September 2004 in Lüneburg ihre erste Jahrestagung unter dem Motto „Trockenrasen als Biodiversitätshotspots“ veranstaltet. Die vorliegende Sammelpublikation umfasst neun Beiträge des Symposiums, die sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln mit Trockenrasen und ihrer Phytodiversität auseinandersetzen. Die Autoren von sieben Beiträgen beschäftigen sich in regionalen Studien mit der Phytodiversität der Trockenrasen Estlands, Ölands, Nordostdeutschlands im Allgemeinen und der Uckermark im Speziellen, Südbadens, des italienischen Südalpenrandes und der portugiesischen Serra da Estrela. Die meisten Beiträge widmen neben den Gefäßpflanzen den Moosen und Flechten ihre besondere Aufmerksamkeit, in zweien wird zudem der Aspekt Artenzahl-Areal-Beziehungen eingehend thematisiert. Ein weiterer Beitrag beinhaltet einen Exkursionsführer zu den Trockenrasen des NSG „Binnendünen bei Klein Schmölen“ im Mittleren Elbetal. Schließlich thematisiert eine Autorin die Förderung der Biotoppflege in niedersächsischen Trockenrasen.

Abstract: Dry grasslands as biodiversity hotspots – First annual symposium of the dry grassland working group

The dry grassland working group held its first annual symposium titled ‘Dry grasslands as biodiversity hotspots’ at Lüneburg in September 2004. The publication on hand comprises nine contributions of this symposium that are dealing with dry grasslands and their phytodiversity from different points of view. The authors of seven papers elucidate the phytodiversity of dry grasslands in different parts of Europe from Estonia, via Öland, NE Germany (with a special study on the Uckermark), southern Baden (SW Germany) and the Italian Alps to the Serra da Estrela in Portugal. Most authors are focussing not only on vascular plants, but also on bryophytes and lichens. Two of these regional papers are analysing the species-area relationship. One contribution is an excursion guide to the nature reserve ‘Binnendünen bei Klein Schmölen’ in the Elbe valley. Finally, one author deals with biotope management in dry grasslands of Lower Saxony.

Keywords

Bryophytes, Estonia, Germany, Habitats directive, Italy, lichens, nature reserve ‘Binnendünen bei Klein Schmölen’, plant communities, Portugal, species-area curves, species richness, Sweden, vascular plants.

Vorwort

Am 5. 3. 2004 hat sich auf der Jahrestagung der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft in Hannover eine Arbeitsgruppe „Trockenrasen“ innerhalb des gemeinsamen AK Syntaxonomie der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft und der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft unter Leitung der beiden Herausgeber gegründet. Unser Ziel ist die Erarbeitung der Bände der „Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands“ (vgl. DIERSCHKE 1996) für die Trockenrasensyntaxa im Laufe der kommenden Jahre. Das Grundkonzept der Arbeitsgruppe sieht vor:

- Aufbau einer Datenbank mit möglichst vielen Einzelaufnahmen der Klassen Koelerio-Corynephoretea (Sedo-Scleranthetea), Festuco-Brometea, Violetea calaminariae, Elyno-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Seslerietea (Seslerietea albicantis) sowie Trifolio-Geranietea sanguinei (Melampyro-Holcetea) aus Deutschland.

- Ergebnisoffene Neubearbeitung der Trockenrasensyntaxa nach hohen und einheitlichen methodischen Standards.
- Ausführliche Aufbereitung der Ergebnisse für die Synopsis-Bände.

Wir arbeiten dezentral und kommunizieren überwiegend elektronisch (siehe URL am Ende des Artikels). Zusätzlich wurde aber beschlossen, künftig jährlich an wechselnden Orten eine Tagung zu einem Schwerpunktthema rings um Trockenrasen (z. B. Populationsbiologie, Biozönologie, Naturschutzforschung) zu veranstalten, in dessen Rahmen sich die syntaxonomische Arbeitsgruppe zu einem Workshop trifft, um Methoden und Ergebnisse zu diskutieren.

Vom 24.–26. September 2004 fand die erste derartige Jahrestagung der AG Trockenrasen an der Universität Lüneburg unter dem Motto „Trockenrasen als Biodiversitätshotspots" statt. Über 30 Wissenschaftlerinnen und Naturschutzpraktiker aus ganz Deutschland nahmen daran teil. Das Programm umfasste einen halbtägigen Workshop zum Aufbau der TURBOVEG-Datenbank mit Trockenrasenaufnahmen, eineinhalb Tage mit vielfältigen Vorträgen und Posterpräsentationen sowie Exkursionen in zwei bedeutende Trockenrasen-Naturschutzgebiete der Region, das NSG „Kalkberg" inmitten von Lüneburg und das NSG „Binnendünen bei Klein Schmölen" im mecklenburgischen Elbtal.

Der größte Teil der Vortrags- und Posterbeiträge sowie Informationen zu den beiden Exkursionsgebieten wird in zwei „Sammelpublikationen" veröffentlicht, der hier vorliegenden in den „Kieler Notizen", und einer weiteren, vier bis fünf Beiträge umfassenden, die in der „Tuexenia 25 (2005)" erscheinen soll. Einige Tagungsbeiträge sollen auch an anderer Stelle veröffentlicht werden, so eine Arbeit zur Biodiversität der Trockenrasen im Mittleren Elbetal (FISCHER i. D.) und eine Übersicht über das NSG Kalkberg insbesondere aus bryologischer Sicht (DENGLER & al. i. D.).

Im Folgenden präsentieren wir insgesamt neun Artikel mit regionalen Studien aus unterschiedlichen Teilen Europas, die sich unter verschiedenem Blickwinkeln mit Trockenrasengesellschaften und ihrer Phytodiversität beschäftigen. Wir haben sie geografisch von Nordosten nach Südwesten arrangiert: BOCH & DENGLER (Estland; Poster), LÖBEL & al. (Öland, insbesondere Artenzahl-Areal-Beziehung; Poster), DENGLER (Nordostdeutschland allgemein; Poster), DENGLER & al. (Uckermark, insbesondere Artenzahl-Areal-Beziehung; Poster), FISCHER (NSG Binnendünen bei Klein Schmölen; Exkursion), WICKE (Niedersachsen, Biotoppflege; Vortrag), BAMMERT (Südbaden; Vortrag), BEDALL & al. (Südalpenrand; Poster) und schließlich DENGLER (Portugal; Poster). Alle Einzelbeiträge wurden durch jeweils zwei Mitglieder der AG begutachtet.

Danksagung

Wir danken den AutorInnen, die Ihre Tagungsbeiträge kurzfristig für die Publikation in den „Kieler Notizen" aufbereitet haben, Dr. Christian Dolnik, der uns sehr engagiert und noch kurzfristiger bei der Begutachtung der Artikel unterstützt hat, und nicht zuletzt Prof. Dr. Klaus Dierßen für die Ermöglichung des vorliegenden Sammelbeitrages.

Literatur

DENGLER, J., KOPERSKI, M., BOCH, S., MARQUARDT, B., ROST, S. (i. D.): Zur Flora des NSG Kalkberg in Lüneburg unter besonderer Berücksichtigung seiner Moose. – Jahrb. Naturwiss. Ver. Fürstentum Lüneburg 43: ca. 12 S., Lüneburg.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

DIERSCHKE, H. (1996): Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands – eine Einführung. – DIERSCHKE, H. [Hrsg.]: Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands 1: 3–6, Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft, Göttingen.

FISCHER, P. (i. D.): Artendiversität der Trockenrasen im Biosphärenreservat „Flusslandschaft Elbe" – Kausalanalyse und Erhaltungsmöglichkeiten durch Schutzgebietssysteme. – Treffpunkt Biologische Vielfalt 5: Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

Redaktion:

Jürgen Dengler, Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, dengler@uni-lueneburg.de

Ute Jandt, Hoher Weg 16, D-06120 Halle (Saale), *e-mail:* jandt@botanik.uni-halle.de

URL der Arbeitsgruppe „Trockenrasen":

http://www.uni-lueneburg.de/fb4/institut/oekchem/oekologie/trockenrasen/home.htm

Die Trockenrasen der Insel Saaremaa (Estland): Charakterisierung und Phytodiversität (erste Ergebnisse)

– Steffen Boch & Jürgen Dengler, Lüneburg –

1 Einleitung

Auf der estnischen Insel Saaremaa kommen artenreiche Kalkhalbtrockenrasen über oberflächennah anstehendem Festgestein (Alvare) noch großflächig vor. Sie waren in jüngerer Zeit mehrfach Untersuchungsgegenstand, v. a. im Hinblick auf Ursachen des Artenreichtums sowie populations- und naturschutzbiologische Fragen (z. B. PÄRTEL & al. 1999, 2001). Diese vegetationsökologischen Arbeiten beschränkten sich allerdings meist auf die Gefäßpflanzen, während Moose nur selten und Flechten nie Berücksichtung fanden. Auch zu den weiteren Trockenrasentypen der Insel existierten bislang kaum Angaben, obwohl aufgrund der vergleichbaren Situation auf der schwedischen Insel Öland (vgl. LÖBEL 2002) mit reichhaltigen Vorkommen von Felsgrusgesellschaften und Sandtrockenrasen zu rechnen war.
Unsere Studie, von der wir hier erste Ergebnisse präsentieren, zielte daher v. a. auf die folgenden Aspekte:

- Floristische und standörtliche Charakterisierung aller Trockenrasentypen Saaremaas.
- Syntaxonomische Einordnung im überregionalen Vergleich.
- Quantifizierung und Vergleich der Artendichten verschiedener Artengruppen (Gefäßpflanzen, Moose, Flechten) auf unterschiedlichen räumlichen Skalenenebenen innerhalb des Untersuchungsgebietes und mit anderen Regionen.

2 Das Untersuchungsgebiet

Die estnische Ostseeinsel Saaremaa liegt etwa 20 km westlich der Festlandsküste zwischen 57° 54' und 58° 38' nördlicher Breite und zwischen 21° 49' und 23° 19' östlicher Länge. Sie hat eine Fläche von 2.673 km² und mit ca. 37.000 Einwohnern eine sehr geringe Bevölkerungsdichte von 13,8 Personen/km². Infolge dessen herrscht eine zumeist extensive Landnutzung vor.

Die mittlere Temperatur im Januar liegt im westlichen Teil Saaremaas bei etwa –2,5° C, im östlichen bei etwa –4,5° C; das Julimittel auf der ganzen Insel bei etwa 16,5° C. Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen variieren je nach Messpunkt zwischen 500 und 600 mm, wobei zur

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Vegetationszeit in den Frühjahrsmonaten März bis Mai im Schnitt 100 mm und in den Sommermonaten Juni bis August 160–180 mm fallen. (LAASIMER 1965: 28 ff.)
Auf Saaremaa stehen überwiegend Kalkgesteine an, die im größten Teil der Insel aus dem Silur stammen, im äußersten Südwesten (Halbinsel Sörve) auch aus dem Devon (ALM KÜBLER 2001: 16). Das Festgestein ist teilweise von weichseleiszeitlichen Moränen oder von holozänen Dünen überdeckt.

3 Methodik

Im Zeitraum vom 29.05. bis 14.08.04 wurden 232 Vegetationsaufnahmen angefertigt. Ziel war es, alle auf der Insel vorhandenen Trockenrasentypen zu erfassen und durch Aufnahmen aus möglichst vielen, räumlich getrennten Gebieten zu belegen. Mit Hilfe eines topografischen Kartensatzes (Eesti Baaskaart 1 : 50.000) war es möglich, unbewaldete Flächen zu lokalisieren und aufzusuchen. Es stellte sich heraus, dass besonders im westlichen Teil der Insel viele gut ausgeprägte Trockenrasen vorkommen, während der Osten hauptsächlich durch Äcker, Fett- und Feuchtwiesen oder durch von *Juniperus communis* überwachsene ehemalige Trockenrasenflächen charakterisiert ist.
Für die Vegetationsaufnahmen verwendeten wir durchgängig 4 m² große, visuell homogene Flächen, um die Vergleichbarkeit untereinander und mit Daten aus anderen Regionen, insbesondere jenen von LÖBEL (2001) aus Öland zu ermöglichen. Dabei wurden sämtliche Gefäßpflanzen, Moose und Flechten, einschließlich epigäischer, epilithischer und epiphytischer Sippen erfasst. Zum Zeitpunkt der hier präsentierten Zwischenauswertung war die Nachbestimmung der Kryptogamen noch nicht abgeschlossen, so dass noch mit einer gewissen Erhöhung der Artenzahlen insbesondere bei den epilithischen Krustenflechten und bei den kleinen akrokarpen Moosen zu rechnen ist. Die hier publizierte Daten stellen damit untere Abschätzungen der tatsächlichen Artendichten dar. Die Sippennomenklatur richtet sich nach JÄGER & WERNER (2001: Gefäßpflanzen), FRAHM & FREY (2004: Moose) und WIRTH (1995: Flechten).
Für die hier präsentierte Auswertung haben wir eine vorläufige, relativ grobe Klassifikation der Aufnahmen in fünf Einheiten in Anlehnung an die Gliederungsvorschläge von DENGLER (2004a, 2004b: Mecklenburg-Vorpommern) und LÖBEL & DENGLER (i. V.: Südskandinavien) durchgeführt. Noch nicht sicher zuordenbare Aufnahmen blieben hierbei unberücksichtigt, sodass sich die folgenden Angaben nur auf 209 Aufnahmen beziehen.

4 Ergebnisse

4.1 Übersicht und Charakterisierung der Vegetationstypen (Tab. 1)

Klasse: Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & V. Novák 1941

Unterklasse: Sedo-Scleranthenea (Br.-Bl. 1955) Dengler in Dengler & al. 2003 **– Felsgrusgesellschaften**

A1: Als ***Saxifraga tridactylites-Sedum album*-Gesellschaft** wurden alle Felsgrusgesellschaften zusammengefasst, in denen *Artemisia rupestris* fehlt.

A2: Die ***Artemisia rupestris*-Gesellschaft** gleicht dem öländischen Crepido pumilae-Allietum alvarensis (Verband: Tortello tortuosae-Sedion albi; vgl. LÖBEL & DENGLER i. V.). Dieser Vegetationstyp besiedelt basenreiche Skelettböden mit geringer Tiefgründigkeit, die oftmals einer winterlichen Überstauung ausgesetzt sind. In Folge dessen treten neben xerophilen Elementen auch hygrophile Arten wie *Agrostis stolonifera*, *Calliergonella cuspidata, Fissidens* spp. u. a. hochstet auf.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Unterklasse: Koelerio-Corynephorenea (Klika in Klika & V. Novák 1941) Dengler in Dengler & al. 2003 **– Sandtrockenrasen**

B1: Als ***Galium verum-Carex arenaria*-Gesellschaft** wurden alle Koelerio-Corynephorenea-Bestände ohne *Festuca polesica* zusammengefasst. Es handelt sich größtenteils um azidophile Sandtrockenrasen (mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg: 4,0), die vermutlich unterschiedlichen Assoziationen aus mehreren Ordnungen der Unterklasse angehören.

B2: Die ***Festuca polesica*-Gesellschaft** entspricht dem Festucetum polesicae Regel 1928. Diese Gesellschaft ist von Nordostdeutschland über Dänemark, Südschweden, Südfinnland und das Baltikum weiter nach Osten verbreitet (DENGLER 2004a: 324). Im Untersuchungsgebiet besiedelt dieser Vegetationstyp verglichen mit B1 die basenreicheren Standorte auf Sand.

Klasse: Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944

C: Bei der ***Filipendula vulgaris-Helictotrichon pratense*-Gesellschaft** handelt es sich um einen basiphilen Halbtrockenrasen der Ordnung Brachypodietalia pinnati Korneck 1974. Innerhalb dieser gehört er zum floristisch „verarmten", nördlichen Zentralverband Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis Dengler & Löbel in Dengler & al. 2003 (vgl. DENGLER & al. 2003). Bezeichnende Sippen dieses Vegetationstyps sind *Briza media*, *Filipendula vulgaris*, *Homalothecium lutescens* u. a. Diese Gesellschaft besiedelt Alvarflächen mit etwas tiefgründigeren Böden von i. d. R. mehr als 10 cm Mächtigkeit.

Tab. 1: Stark gekürzte Stetigkeitstabelle der fünf unterschiedenen Vegetationstypen.

Gesellschafts-Nr.		B1	B2	A1	A2	C
Aufnahmen pro Gesellschaft		27	39	33	34	76
Trockenrasensippen allgemein (meist KD Koelerio-Corynephoretea + Festuco-Brometea)						
Galium verum ssp. verum	G	59	46	55	79	83
Thymus serpyllum ssp. serpyllum	G	52	85	39	44	55
Artemisia campestris	G	56	49	70	53	42
Sedum acre	G	52	67	82	56	30
Ditrichum flexicaule	M	15	51	70	82	47
Thuidium abietinum	M	22	38	42	50	50
Festuca ovina	G	7	8	45	88	51
Hypnum cupressiforme var. lacunosum	M	11	31	36	62	51
Cladonia pyxidata (ohne ssp. pocillum)	F	44	59	24	18	24
Hieracium pilosella	G	15	5	33	26	51
K Koelerio-Corynephoretea						
C Ceratodon purpureus	M	67	87	42	29	9
Tortula ruralis agg.	M	52	90	36	3	8
Cetraria aculeata	F	67	54	27	6	5
Cladonia pyxidata ssp. pocillum	F	7	51	36	59	8
Cerastium semidecandrum	G	19	28	30	29	9
D Cetraria islandica	F	33	59	27	18	14
UK Koelerio-Corynephorenea						
C Carex arenaria	G	74	46	.	.	.
Racomitrium canescens agg.	M	59	51	.	.	1
Cladonia furcata ssp. furcata	F	48	54	.	6	13
Cladonia rei (incl. cf.-Angaben)	F	52	49	3	.	.
D Hieracium umbellatum	G	48	64	6	3	3
Cephaloziella divaricata	M	48	31	.	.	1
Pulsatilla pratensis ssp. pratensis	G	41	28	3	.	4
Hypogymnia physodes	F	26	36	3	3	4

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Tab. 1 (Forts.):

			B1	B2	A1	A2	C
Gesellschafts-Nr.			B1	B2	A1	A2	C
Aufnahmen pro Gesellschaft			27	39	33	34	76
Festuca polesica-Gesellschaft							
C	Festuca polesica	G	.	100	.	.	.
	Koeleria glauca	G	15	51	.	.	.
	Dianthus arenarius	G	4	44	.	.	.
UK Sedo-Scleranthenea, O Alysso-Sedetalia, V Tortello tortuosae-Sedion albi							
C	Acinos arvensis	G	11	3	61	68	16
	Peltigera rufescens	F	11	26	52	76	12
	Sedum album	G	.	.	52	71	3
	Cladonia symphycarpa	F	.	13	36	68	8
	Cladonia furcata ssp. subrangiformis	F	7	3	27	59	14
	Bryum caespiticium	M	4	18	33	32	12
	Fulgensia bracteata	F	.	.	15	44	.
	Psora decipiens	F	.	.	24	26	1
	Toninia sedifolia	F	.	.	18	32	.
D	Agrostis stolonifera	G	.	.	33	91	8
	Poa compressa	G	15	5	64	59	37
	Nostoc spec.	A	.	8	21	68	9
Saxifraga tridactylites-Sedum album-Gesellschaft							
C	Saxifraga tridactylites	G	.	.	24	.	.
D	Echium vulgare	G	.	.	39	15	12
	Potentilla argentea agg.	G	.	.	30	9	13
Artemisia rupestris-Gesellschaft							
C	Artemisia rupestris	G	.	.	.	100	5
D	Fissidens spec.	M	.	.	12	89	28
	Sagina nodosa	G	.	.	15	59	3
	Euphrasia stricta	G	.	.	3	44	4
K Festuco-Brometea, O Brachypodietalia pinnati							
C	Helictotrichon pratense	G	11	5	27	18	92
	Homalothecium lutescens	M	4	3	42	59	72
	Filipendula vulgaris	G	.	.	12	44	67
	Medicago lupulina	G	4	3	45	44	59
	Anthyllis vulneraria ssp. vulneraria	G	15	5	55	76	57
	Ranunculus bulbosus	G	.	3	30	24	57
	Plantago media	G	.	.	6	21	50
	Trifolium montanum	G	4	.	3	6	46
	Potentilla tabernaemontani	G	15	.	9	53	41
	Pseudolysimachion spicatum ssp. spicatum	G	4	8	12	74	39
	Lotus corniculatus ssp. corniculatus	G	.	.	3	3	33
	Potentilla x subarenaria	G	.	.	18	15	28
	Cirsium acaule	G	.	.	6	6	25
	Senecio jacobaea	G	.	.	18	3	25
D	Plantago lanceolata	G	7	3	39	38	78
	Pimpinella nigra	G	26	.	21	24	76
	Festuca rubra agg.		15		21	35	65
	Briza media	G	.	.	.	9	59
	Centaurea jacea	G	.	.	33	50	57
	Linum catharticum	G	.	.	6	59	55
	Dactylis glomerata ssp. glomerata	G	.	3	39	6	53
	Fragaria viridis	G	.	.	6	12	49
	Sesleria caerulea	G	.	.	3	24	47
Sonstige							
	Achillea millefolium ssp. millefolium	G	11	3	45	59	78
	Brachythecium albicans	M	22	62	45	6	18

= Charakterart

= gemeinsame Klassendifferenzialart oder Differenzialart eines rangniederen Syntaxons

= bezeichnende Art eines übergeordneten Syntaxons, die in einem zugehörigen Syntaxon (weitgehend) ausfällt

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

4.2 Biodiversität

Die Gesamtartenzahlen der untersuchten Trockenrasenbestände variieren sehr stark zwischen 1 und 65 Arten pro 4 m². Wie Abb. 1 zeigt, ist der artenreichste Trockenrasentyp des Untersuchungsgebietes die *Artemisia rupestris*-Gesellschaft (∅ 44 Sippen). Die *Saxifraga tridactylites-Sedum album*-Gesellschaft (∅ 36 Sippen) und die *Filipendula vulgaris-Helictotrichon pratense*-Gesellschaft (∅ 38 Sippen) sind ebenfalls relativ artenreich. Die geringsten Artenzahlen weisen die Sandtrockenrasen der Unterklasse Koelerio-Corynephorenea auf (B1: ∅ 22, B2: ∅ 23 Sippen).

Moose erreichen die höchste Artendichte innerhalb der unterschiedenen Trockenrasentypen in den beiden Sedo-Scleranthenea-Gesellschaften (A). Flechten weisen generell in den Beständen der Klasse Koelerio-Corynephoretea (A, B) eine höhere Diversität auf als in jenen der Klasse Festuco-Brometea. Der relative Anteil der Nicht-Gefäßpflanzen an der Artendichte auf 4 m² reicht von 23 % in der *Filipendula vulgaris-Helictotrichon pratense*-Gesellschaft (C) bis zu 59 % in der *Festuca polesica*-Gesellschaft (B2).

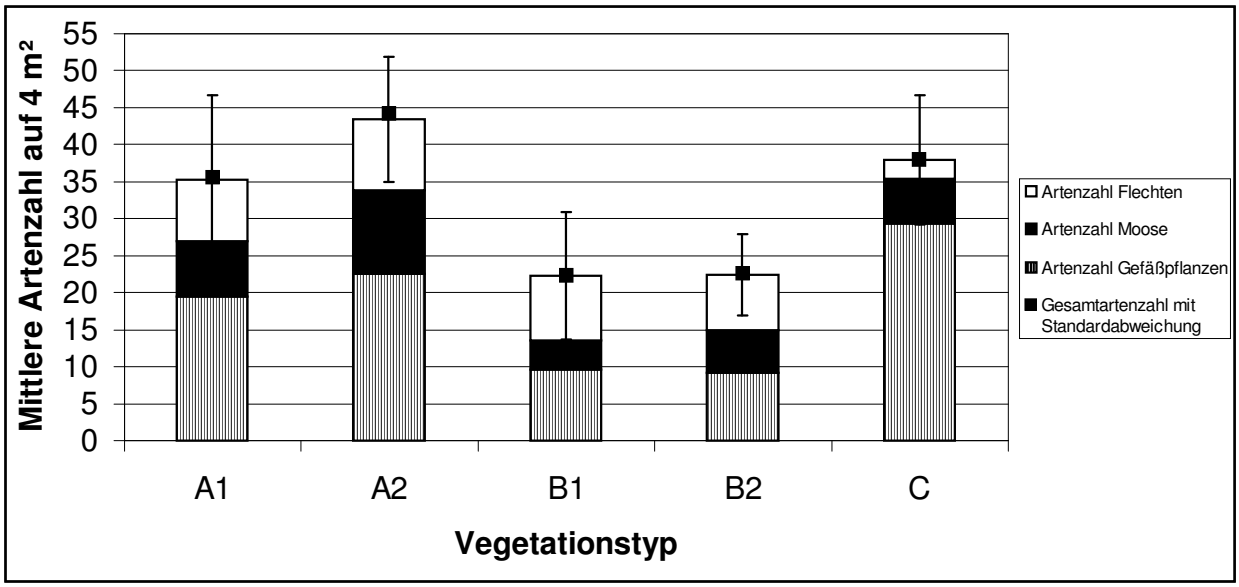

Abb. 1: Gesamt- und gruppenspezifische Artendichen der unterschiedenen Trockenrasentypen. (A1 und A2: Sedo-Scleranthenea, B1 und B2: Koelerio-Corynephorenea, C: Festuco-Brometea).

Im Vergleich zu den Untersuchungen von LÖBEL (2002) auf Öland zeigen sich Parallelen beim relativen Artenreichtum der verschiedenen Typen. Dagegen liegen die von uns gefundenen absoluten Artendichten für alle Gesellschaften etwas niedriger als in ihren öländischen Entsprechungen.

5 Ausblick

Nach der Determination der noch unbestimmten Kryptogamensippen ist eine detaillierte syntaxonomische Bearbeitung der Vegetationsaufnahmen in einem überregionalen Kontext geplant.

Zu jeder Vegetationsaufnahme liegen Bodenproben aus dem Wurzelbereich der Pflanzen vor, welche hinsichtlich der Bodenart, des Carbonatgehaltes, des pH-Wertes, des Glühverlustes, des S-Wertes und der Basensättigung analysiert werden sollen, um einerseits die Standortverhältnisse der Vegetationstypen charakterisieren und andererseits den Einfluss dieser Parameter auf die Artenvielfalt ermitteln zu können.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

An 16 Stellen des Untersuchungsgebietes wurden Daten zur Artenzahl-Areal-Beziehung und zur räumlichen Heterogenität verschiedener Trockenrasentypen erhoben. Dazu wurden jeweils an den Ecken und in der Mitte einer Gesamtprobefläche von 10 m × 10 m Subplots eingerichtet, auf denen mit *nested plot*-Design die Artenzusammensetzung und die Artendichte auf den Flächengrößen 1 cm², 9 cm², 100 cm², 900 cm², 1 m², 4 m² und 9 m² ermittelt wurden. Deren Auswertung steht noch aus.
Bei den Biodiversitätsvergleichen sollen weiterhin die Beiträge der einzelnen Artengruppen, Lebensformtypen und Strukturstraten zur Gesamtphytodiversität verschiedener Gesellschaften herausgearbeitet werden. Schließlich streben wir einen überregionalen Vergleich der erhobenen Biodiversitätsdaten mit solchen aus anderen europäischen Regionen an.

Literatur

ALM KÜBLER, K. (2001): Holocene Environmental Change of Southern Öland, Sweden. – Acta Univ. Ups. 28: 183 S., Uppsala.

DENGLER, J. (2004a): Klasse: Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & V. Novák 1941 – Sandtrockenrasen und Felsgrusfluren von der submeridionalen bis zur borealen Zone. – BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband: 301–326, Weissdorn, Jena.

DENGLER, J. (2004b): Klasse: Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944 – Basiphile Magerrasen und Steppen im Bereich der submeridionalen und temperaten Zone. – BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband: 327–335, Weissdorn, Jena.

DENGLER, J., BERG, C., EISENBERG, M., ISERMANN, M., JANSEN, F., KOSKA, I., LÖBEL, S., MANTHEY, M., PÄZOLT, J., SPANGENBERG, A., TIMMERMANN, T., WOLLERT, H. (2003): New descriptions and typifications of syntaxa within the project 'Plant communities of Mecklenburg-Vorpommern and their vulnerability' – Part I. – Feddes Repert. 114: 587–631, Weinheim.

FRAHM, J.-P., FREY, W. (2004): Moosflora. – UTB 1250: 4. Aufl., 538 S., Ulmer, Stuttgart.

JÄGER, E. J., WERNER, K. (2001) [„2002"] [Hrsg.]: Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – ROTHMALER, W. [Begr.]: Exkursionsflora von Deutschland 4: 9. Aufl., 948 S., Spektrum Akademischer Verl., Heidelberg [u. a.].

LAASIMER, L. (1965): Eesti NSV Taimkate. – 397 S., Valgus, Tallinn.

LÖBEL, S. (2002): Trockenrasen auf Öland: Syntaxonomie – Ökologie – Biodiversität. – 178 + XIV S., 4 Tab., Diplomarb., Inst. für Ökologie und Umweltchemie, Univ. Lüneburg.

LÖBEL, S., DENGLER, J. (i. V.): Weathered rock and outcrop communities (Sedo-Scleranthenea) in Southern Scandinavia with special consideration of Öland. – zur Einreichung bei „Phytocoenologia".

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.

PÄRTEL, M., MOORA, M., ZOBEL, M. (2001): Variation in species richness within and between calcareous (alvar) grassland stands: the role of core and satellite species. – Plant Ecol. 157: 203–211.

WIRTH, V. (1995): Flechtenflora: Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und andgrenzender Gebiete. – UTB 1062: 2. Aufl., 661 S., Ulmer, Stuttgart.

Manuskript eingegangen am 12. 10. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschriften der Verfasser:

Steffen Boch, Goethestraße 12b, D-21335 Lüneburg, *e-mail:* s_boch@web.de

Jürgen Dengler, Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, dengler@uni-lueneburg.de

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Beziehungen zwischen der Artenvielfalt von Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten in Trockenrasen der Insel Öland (Schweden)

– Swantje Löbel, Uppsala, Jürgen Dengler & Carsten Hobohm, Lüneburg –

1 Einleitung

Die Alvare Ölands und Gotlands stellen die vegetationsgeographisch und floristisch herausragenden Trockengebiete Skandinaviens dar (DIERßEN 1996: 618). Die Flora Ölands vereint zahlreiche Sippen, die auf der Insel den Rand ihres Verbreitungsareal erreichen oder aber disjunkte Vorkommen besitzen. Die meisten von ihnen sind an Trockenrasengesellschaften gebunden, insbesondere die des Großen Alvars. Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit der Artenvielfalt der öländischen Alvargesellschaften (z. B. VAN DER MAAREL 1988, VAN DER MAAREL & SYKES 1993, HUBER 1994, 1999), wobei der Fokus bislang jedoch bei den Gefäßpflanzen lag. Generell existieren nur relativ wenige Studien, die sich mit den ursächlichen Zusammenhängen der Artendiversität von Kryptogamen beschäftigen: Welche Einflussfaktoren sind von Bedeutung? Wie verhalten sich Gefäßpflanzen- und Kyptogamenartenvielfalt zueinander? Welche Unterschiede gibt es hinsichtlich der Verteilungsmuster? Der Kryptogamenreichtum der öländischen Trockenrasengesellschaften lädt dazu ein, diesen Fragen nachzugehen.

Bei Biodiversitätsstudien stellt sich die Frage der Skalenabhängigkeit des Ergebnisses. Unter der Annahme einer linearen Artenzahl-Areal-Beziehung im doppeltlogarithmischen Raum schlägt HOBOHM (1998, 2000) den α-Index als Maß für die relative Artenvielfalt einer Fläche vor. Der α-Index soll den Vergleich der Artenvielfalt unterschiedlicher Flächengrößen ermöglichen; insgesamt liegen bislang aber recht wenige empirische Daten über die Artenzahl-Areal-Beziehung für kleine Flächengrößen vor (HOBOHM 1998: 129). Wenig ist auch über den Einfluss verschiedener Artengruppen (Gefäßpflanzen vs. Nicht-Gefäßpflanzen) auf die Artenzahl-Areal-Beziehung bekannt.

2 Das Untersuchungsgebiet

Die Ostseeinsel Öland erstreckt sich parallel zur Südostküste des schwedischen Festlandes. Das eigentliche Untersuchungsgebiet umfasst den nördlichen Teil Süd-Ölands. Der anstehende Fels wird in Öland von kambrischen und ordovizischen Sedimentgesteinen gebildet, die in weiten Teilen der Insel von quartären Ablagerungen bedeckt sind. Im südlichen Teil der Insel, insbesondere im Bereich des Großen Alvars, sind diese jedoch von relativ geringer Mächtigkeit und fehlen teilweise ganz. Verglichen mit anderen Kalkgebieten Europas ist der ordovizische Kalk Ölands relativ hart und verwitterungsresistent, was im Bereich der Großen Alvars zu teilweise schlechten Dränierungsverhältnissen und Frostwechselphänomenen führt (ROSÉN 1982, KRAHULEC & al. 1986, STERNER & LUNDQVIST 1986). 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 (KRAHULEC & al. 1986, STERNER & LUNDQVIST 1986). Die Insel ist seit der frühen Steinzeit besiedelt und die heutigen flachgründigen Böden des Großen Alvars sind vermutlich das Ergebnis von Bodenerosionen in Folge intensiver Beweidung während der Bronze- und Eisenzeit. Beweidung und Feuerholznutzung haben die Flächen über Jahrhunderte hinweg effektiv offengehalten (DIERßEN 1996).

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

3 Methodik

Im Frühling und Sommer 2001 wurden 469 pflanzensoziologische Aufnahmen von Trockenrasen im Untersuchungsgebiet angefertig. Die Aufnahmeflächen wurden repräsentativ über alle im Untersuchungsgebiet existierenden Trockenrasengebiete und die dort vorkommenden, physiognomisch unterscheidbaren Typen verteilt. Als Aufnahmeflächengröße haben wir einheitlich 4 m^2 gewählt. Alle vorkommenden Arten mit Ausnahme epilithischer und epiphytischer Krustenflechten wurden sorgfältig identifiziert. Die Klassifikation der einzelnen Gesellschaften (siehe hierzu LÖBEL 2002, LÖBEL & DENGLER i. V.) erfolgte nach der Braun-Blanquet-Methode entsprechend der Vorschläge von DENGLER (2003). Die Gesamtdeckung sowie die Deckungen der Feld- und Bodenschicht wurden im Gelände geschätzt. Zusätzlich wurde eine Oberbodenmischprobe entnommen. Davon wurde im Labor u. a. der pH-Wert mittels pH-Meter bestimmt und der Karbonatgehalt nach der Methode von SCHLICHTING & al. (1995: 45) geschätzt.

Auf dem Gebiet des Großen Alvars wurde an 31 Stellen die Artenzahl-Areal-Beziehung der dort vorkommenden fünf Trockenrasenassoziationen untersucht. Hierbei wurde die sogenannte Einflächenmethode angewandt (vgl. DIERSCHKE 1994: 139). Dabei wurde die Artenzusammensetzung und -zahl für folgende Flächengrößen ermittelt: 1 cm^2, 4 cm^2, 9 cm^2, 25 cm^2, 100 cm^2, 400 cm^2, 900 cm^2, 0,25 m^2, 1 m^2, 4 m^2, 9 m^2.

Zusammenhänge zwischen der Gesamt- und gruppenspezifischen Artenvielfalt sowie den erhobenen Struktur- und standortsökologischen Parametern wurden mit Hilfe von Spearman-Rang-Korrelationen untersucht. Die Artenzahl-Areal-Beziehungen wurden grafisch dargestellt und mittels linearer Regression analysiert. Hierzu wurden die Daten logarithmisch transformiert (*transformed power model*). Alle statistischen Analysen wurden mit SPSS durchgeführt.

4 Ergebnisse

In den öländischen Trockenrasen wurde eine minimale Artendichte von 7 Arten und eine maximale von 80 Arten auf 4 m² festgestellt. Auch die mittleren Pflanzenartendichten der Trockenrasengesellschaften des Untersuchungsgebietes überspannen einen großen Bereich (Abb. 1).

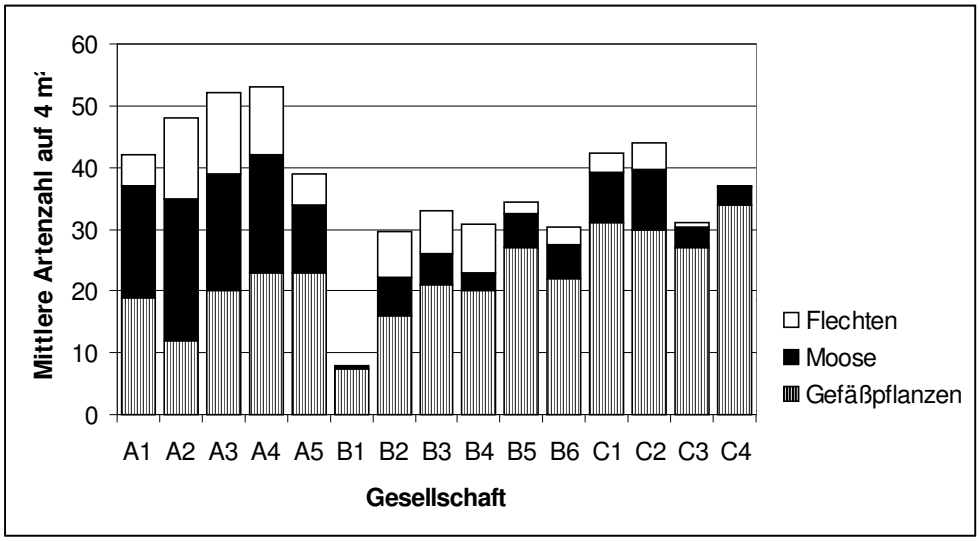

Abb. 1: Mittlere Gesamtartenzahlen der öländischen Trockenrasengesellschaften auf 4 m². Zusätzlich dargestellt ist der jeweilige Anteil der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten. Es bedeuten: A1–A5: Felsgrusgesellschaften der Sedo-Scleranthenea, B1–B6: Sandtrockenrasengesellschaften der Koelerio-Corynephorenea, C1–C4: basiphile Halbtrockenrasengesellschaften der Festuco-Brometea.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Die höchsten Artenzahlen weisen die basiphilen Felsgrusgesellschaften aus der Unterklasse Sedo-Scleranthenea (Br.-Bl. 1955) Dengler in Dengler & al. 2003 auf, gefolgt von den basiphilen Halbtrockenrasen aus der Klasse Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944, die niedrigsten die Sandtrockenrasen (Unterklasse Koelerio-Corynephorenea [Klika in Klika & V. Novák 1941] Dengler in Dengler & al. 2003). Der Anteil der Kryptogamen an der Phytodiversität differiert stark. Bei den Assoziationen der Felsgrusfluren tragen diese wesentlich zur Artenvielfalt bei. Vergleichsweise unbedeutend ist der Anteil der Moos- und Flechtenarten in dicht geschlossenen Halbtrockenrasenbeständen außerhalb des Großen Alvars (C3, C4, Abb. 1).

Die Korrelationsanalyse zeigt einen negativen Zusammenhang zwischen der Nicht-Gefäßpflanzen-Artenzahl und der Gefäßpflanzen-Artenzahl (r = –0,227) sowie der Deckung der Feldschicht (r = –0,576). Demgegenüber besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Gefäßpflanzen-Artenvielfalt und der Deckung der Bodenschicht (r = 0,240) sowie der Deckung der Feldschicht (r = 0,544). Die Gefäßpflanzen-Artenvielfalt ist positiv mit der Bodentiefe und negativ mit dem Boden-pH, Karbonatgehalt und der Gesteinsdeckung assoziiert, wohingegen für die Artendichte der Nicht-Gefäßpflanzen ein entgegengesetztes Muster festzustellen ist.

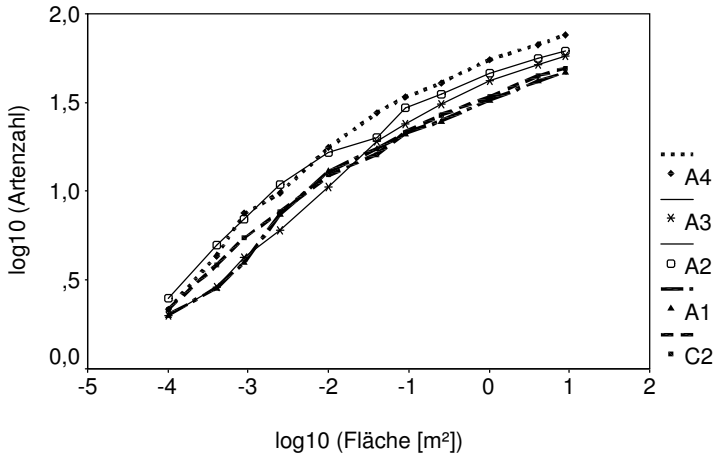

Abb. 2: Artenzahl-Areal-Beziehung der verschiedenen Trockenrasengesellschaften (Mittelwerte) des Großen Alvars in doppeltlogarithmischer Darstellung. Für die Gesellschaftsbezeichnungen vgl. Abb. 1.

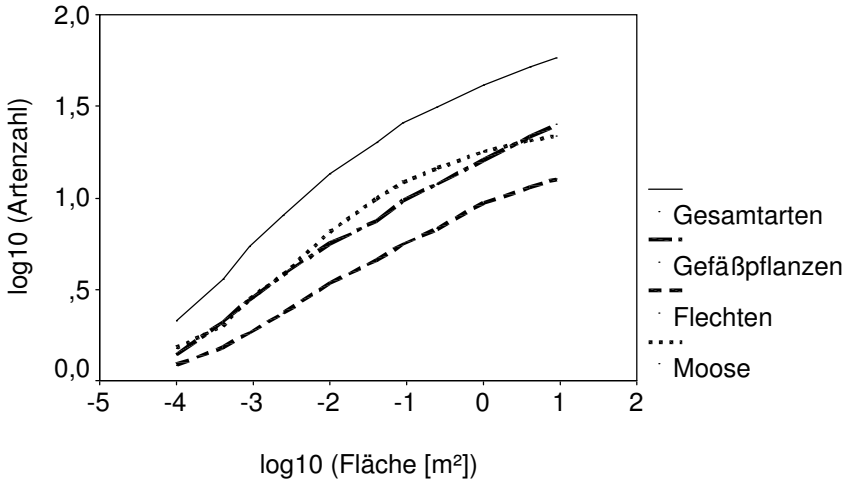

Abb. 3: Artenzahl-Areal-Beziehung der Trockenrasen des Großen Alvars (Mittelwerte über alle Gesellschaften) in doppeltlogarithmischer Darstellung. Es sind getrennte Kurven für die Gesamtartenzahl und die drei untersuchten Artengruppen wiedergegeben.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

In der log-log-Darstellung der Artenzahl-Areal-Beziehung ist ein annähernd linearer Zusammenhang festzustellen, der Kurvenverlauf ist jedoch im Bereich sehr kleiner Flächen etwas steiler (Abb. 2, 3). Die Kurven der untersuchten Alvar-Assoziationen verlaufen nahezu parallel zueinander (Abb. 2). Bei den Nicht-Gefäßpflanzen ist bereits eine Abflachung der Kurve im oberen Abschnitt des untersuchten Skalenbereiches zu erkennen, wohingegen bei den Gefäßpflanzensippen dort weiterhin eine ungebrochene Zunahme erfolgt (Abb. 3).

5 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse vorliegender Arbeit zeigen deutliche Unterschiede in der Verteilung der Artenvielfalt von Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten. Die signifikante Abnahme der Nicht-Gefäßpflanzen-Artendichten bei steigender Feldschichtdeckung weist darauf hin, dass der Konkurrenzausschluss höherwüchsiger Gefäßpflanzensippen eine entscheidende Rolle für die Kryptogamenartenvielfalt spielt. Dies erklärt auch den positiven Zusammenhang von Moos- und Flechtenartenzahlen mit Umweltfaktoren, die konkurrenzstarke Gefäßpflanzensippen ausschließen. Der uneingeschränkt positive Zusammenhang zwischen der Deckung der Feldschicht und der Gefäßpflanzenartenzahl deutet demgegenüber darauf hin, dass die interspezifische Konkurrenz innerhalb der Gruppe der Gefäßpflanzen in Trockenrasenökosystemen gering ist. Ein positiver Effekte konnte auch für die Deckung der Bodenschicht beobachtet werden, was mit ausgleichenden Effekten erklärt werden könnte, z. B. geringeren Temperaturschwankungen und geringerer Bodenaustrocknung.

Der durchgängig positive Zusammenhang zwischen Artenzahl und Fläche zeigt, dass der Flächeneffekt auch in sehr kleinen Skalenbereichen von Bedeutung ist. Unsere Daten lassen allerdings vermuten, dass sich die Verhältnisse von Kryptogamen- und Gefässpflanzenartenzahlen mit zunehmender Flächengröße zugunsten des Gefäßpflanzenanteils verändern. Weitere Studien zum Einfluss der Lebensformen auf den Verlauf der Artenzahl-Areal-Kurve, die einen größeren Skalenbereich sowie unterschiedliche Vegetationstypen einschließen, sind zur Klärung jedoch erforderlich.

Danksagung

Wir danken E. Rosén und L. Ågren für hilfreiche Hinweise vor Ort; letzterem danken wir außerdem für die Möglichkeit, während der Feldarbeitsperiode die Einrichtungen der ökologischen Forschungsstation in Skogsby auf Öland nutzen zu können.

Literatur

DENGLER, J. (2003): Entwicklung und Bewertung neuer Ansätze in der Pflanzensoziologie unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationsklassifikation. – Arch. Naturwiss. Diss. 14: 297 S., Galunder, Nümbrecht.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden. – 683 S., Ulmer, Stuttgart.

DIERßEN, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. – 838 S., Ulmer, Stuttgart.

HOBOHM, C. (1998): Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt. – Arch. Naturwiss. Diss. 5: 231 S., Galunder, Wiehl.

HOBOHM, C. (2000): Biodiversität. – UTB 2162: 214 S., Quelle & Meyer, Wiebelsheim.

HUBER, R. (1994): Changes in plant species richness in a calcareous grassland following changes in environmental conditions. – Folia Geobot. Phytotaxon. 29: 469–482, Praha.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

HUBER, R. (1999): Patterns of species richness in a limestone grassland under different treatments in relation to spatial scale. – Appl. Veg. Sci. 2: 257–266, Uppsala.

KRAHULEC, F., ROSÉN, E., MAAREL, E. VAN DER (1986): Preliminary classification and ecology of dry grassland communities on Ölands Stora Alvar (Sweden).– Nord. J. Bot. 6: 797–809, Copenhagen.

LÖBEL, S. (2002): Trockenrasen auf Öland: Syntaxonomie – Ökologie – Biodiversität. – 178 + XIV S., 4 Tab., Diplomarb., Inst. für Ökologie und Umweltchemie, Univ. Lüneburg.

LÖBEL, S., DENGLER, J. (i. V.): Weathered rock and outcrop communities (Sedo-Scleranthenea) in Southern Scandinavia with special consideration of Öland. – zur Einreichung bei „Phytocoenologia“.

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, 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.

ROSÉN, E. (1982): Vegetation development and sheep grazing in limestone grasslands of south Öland, Sweden. – Acta Phytogeogr. Suec. 72: 108 S., Uppsala.

SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P., STAHR, K. (1995): Bodenkundliches Praktikum – Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaftler. – Pareys Studientexte 81: 2. Aufl., 295 S., Blackwell, Berlin [u. a.].

STERNER, R., LUNDQVIST, Å. (1986): Ölands kärlväxtflora [schwed., engl. Zus.]. – 2. Aufl., 400 S., Förlagstjänsten, Stockholm.

Manuskript eingegangen am 18. 10. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschriften der Verfasser:

Swantje Löbel, Villavägen 14, Department of Plant Ecology, Evolutionary Biology Centre, Uppsala University S-75236 Uppsala, *e-mail:* swantje.lobel@ebc.uu.se

Jürgen Dengler, Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, dengler@uni-lueneburg.de

Carsten Hobohm, Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststraße 1, D-21335 Lüneburg, *e-mail:* hobohm@uni-lueneburg.de

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Phytodiversitätsmuster in nordostdeutschen Trockenrasen

– Jürgen Dengler, Lüneburg –

1 Einleitung

Trockenrasen gelten ganz allgemein als besonders artenreiche Lebensräume, sowohl bei den Tieren als auch bei den Pflanzen. Damit stellen sie geeignete Modellsysteme für die Analyse von Biodiversitätsmustern und den ihnen zu Grunde liegenden Ursachen dar. Eine umfassende vegetationskundliche Bearbeitung der Trockenrasengesellschaften Nordostdeutschlands (DENGLER i. V.) bot die Grundlage für verschiedene Auswertungen zu Fragen der Biodiversitätsforschung, wovon hier erste Ergebnisse präsentiert werden.

In erster Linie soll dabei den folgenden Fragen auf den Grund gegangen werden:

- Unterscheiden sich die verschiedenen Trockenrasentypen hinsichtlich ihrer Phytodiversität?
- Wie groß sind die Beiträge verschiedener Artengruppen (Gefäßpflanzen, Moose, Flechten) zur Gesamtphytodiversität?
- Welchen Einfluss haben Bodenparameter auf die Phytodiversität?
- Welche Rolle spielt interspezifische Konkurrenz bezüglich der Artenkombination und Phytodiversität von Trockenrasen?

2 Das Untersuchungsgebiet

Untersuchungsgebiet ist Nordostdeutschland im Sinne der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin. An wesentlichen Naturräumen umfasst dieses somit Jung- und Altmoränenbereiche, Urstromtäler sowie die Ostseeküste. Klimatisch zeichnet sich diese Region innerhalb Deutschlands durch ein relativ kontinentales Klima aus, das u. a. in relativ geringen mittleren Jahresniederschlägen (480–750 mm/a, meist 500–600 mm/a), relativ großer mittlerer Jahresamplitude der Temperatur (überwiegend im Bereich 17,0–19,5 K) und viel Sonnenschein (1450–1920 h/a) zum Ausdruck kommt (KAPPAS & al. 2003).

3 Methodik

Die Auswertungen basieren auf 1.031 Vegetationsaufnahmen aus allen Bereichen NO-Deutschlands. Sie stellen diejenige Teilmenge der rund 1.700 Aufnahmen der krautigen Xerothermvegetation des Gebietes dar, welche bei der pflanzensoziologischen Klassifikation (DENGLER i. V.) zu den Klassen Koelerio-Corynephoretea und Festuco-Brometea gestellt wurden. Ziel bei der Auswahl der Aufnahmenflächen insgesamt war es, Xerothermrasengebiete in möglichst vielen Teilbereichen der drei untersuchten Bundesländer zu bearbeiten und innerhalb dieser jeweils alle physiognomisch im Gelände unterscheidbaren „Typen“ zu repräsentieren. Die Einteilung in Assoziationen (vgl. Tab. 1) und ihre Gruppierung zu höheren Einheiten (vgl. Abb. 1) entspricht dem System von DENGLER (2004a, 2004b, dort finden sich auch vollständige Autorzitate und Synonyme).

Dadurch, dass alle Aufnahmen eine einheitliche Flächengröße von 10 m² aufweisen, sind Biodiversitätsparameter direkt vergleichbar. Es wurde angestrebt, in den Plots sämtliche epigäischen Gefäßpflanzen, Moose und Flechten zu erfassen. Epiphytische und epixyle Arten

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

blieben unberücksichtigt, spielen aber in den untersuchten Gesellschaften auch eine extrem untergeordnete Rolle und traten dann meist ebenfalls auf dem Boden wachsend auf. Zu 181 Vegetationsaufnahmen lagen auch gemessene Bodendaten für die obersten 15 cm des Mineralbodens vor, insbesondere pH-(H_2O)-Werte.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG & al. (1991) wurden berechnet, indem die Arten mit ihrem Deckungsgrad gewichtet wurden, wozu die Artmächtigkeitswerte jeweils durch das arithmetische Mittel der zugehörigen Extremwerte ersetzt wurden. Entsprechend stellt der Überdeckungsgrad (in %) die Summe dieser „rückgerechneten" Deckungswerte aller Arten dar. Ein Überdeckungsgrad von 200 % bedeutet also beispielsweise, dass sich an jedem Punkt dieser Aufnahmefläche im Mittel Teile von 2 verschiedenen Pflanzenarten in der vertikalen Projektion überdecken. Für die Regressionsanalyse wurden polynomische Funktionen zweiten Grades angenommen, um unimodale Verteilungen, wie sie theoretisch zu erwarten waren, aufspüren zu können.

4 Ergebnisse

4.1 Vergleich der Phytodiversität in den verschiedenen Gesellschaften

Tab. 1: Ergebnisse der ANOVA für die Gesamtartendichte für die 20 unterschiedenen Trockenrasenassoziationen NO-Deutschlands. Sie sind nach steigender mittlerer Artenzahl angeordnet. Übereinstimmende Buchstaben in der rechten Spalte bezeichnen homogene Gruppen von Assoziationen bezüglich ihrer Artendichte auf der Basis eines 95 %-Konfidenzintervalles.

Nr.	Assoziation	n	Mittlere Artenzahl auf 10 m²	Homogene Gruppen
A.1.1.3	Caricetum arenariae	17	8,4	a
A.1.1.1	Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis	117	12,3	b
A.1.1.2	Agrostietum vinealis	22	14,0	bc
A.4.1.1	Galio veri-Festucetum capillatae	9	14,2	bc
A.3.1.1	Airetum praecocis	8	16,4	bcd
A.2.1.1	Tortulo ruraliformis-Phleetum arenarii	5	17,8	bcdef
A.3.1.2	Airo-Festucetum	2	19,0	bcdefg
A.4.2.1	Thymo pulegioidis-Festucetum ovinae	35	19,9	de
A.6.1.1	Saxifrago tridactylitae-Poetum compressae	3	20,3	cdefg
A.5.1.1	Sileno conicae-Cerastietum semidecandri	21	21,2	def
A.5.2.1	Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis	75	21,4	e
A.4.3.1	Diantho deltoidis-Armerietum elongatae	168	21,7	e
A.3.1.3	Vulpietum myuri	6	22,3	defg
A.5.2.2	Festucetum polesicae	42	22,6	ef
A.5.2.3	Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae	68	23,7	f
A.4.3.2	Sileno otitae-Festucetum brevipilae	153	27,2	g
B.2.1.1	Potentillo arenariae-Stipetum capillatae	75	29,1	h
B.1.1.1	Solidagini virgaureae-Helictotrichetum pratensis	50	31,1	h
B.1.2.1	Adonido vernalis-Brachypodietum pinnati	147	34,0	i
B.1.2.2	Scorzonero hispanicae-Brachypodietum pinnati	1	36,0	–

Die Artenzahl je Aufnahmefläche variierte insgesamt beträchtlich zwischen 1 und 62. Die Artendichte der artenreichsten Assoziation ist im Mittel mehr als viermal so hoch wie die der artenärmsten (Abb. 1). Die Phytodiversität von Festuco-Brometea-Gesellschaften ist durchgängig sig-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

nifikant höher als jene der Koelerio-Corynephoretea-Gesellschaften (Tab. 1, Abb. 1). Der bezogen auf 10 m² artenreichste Trockenrasentyp NO-Deutschlands sind die Kalkhalbtrockenrasen der Ordnung Brachypodietalia pinnati, und hier insbesondere der Verband Cirsio-Brachypodion pinnati (B.1.2). Das untere Ende des Artenreichtums markieren dagegen die silbergrasreichen Sandpionierrasen der Ordnung Corynephoretalia canescentis (A.1) und hier insbesondere das Caricetum arenariae.

Während der Anteil der Moose an der Gesamtartenzahl in allen 20 untersuchten Assoziationen in einer vergleichbaren Größenordnung liegt, reicht jener der Flechten von völligem Fehlen bis zu etwa einem Drittel aller Arten (jeweils bezogen auf Assoziationsmittelwerte, Abb. 1).

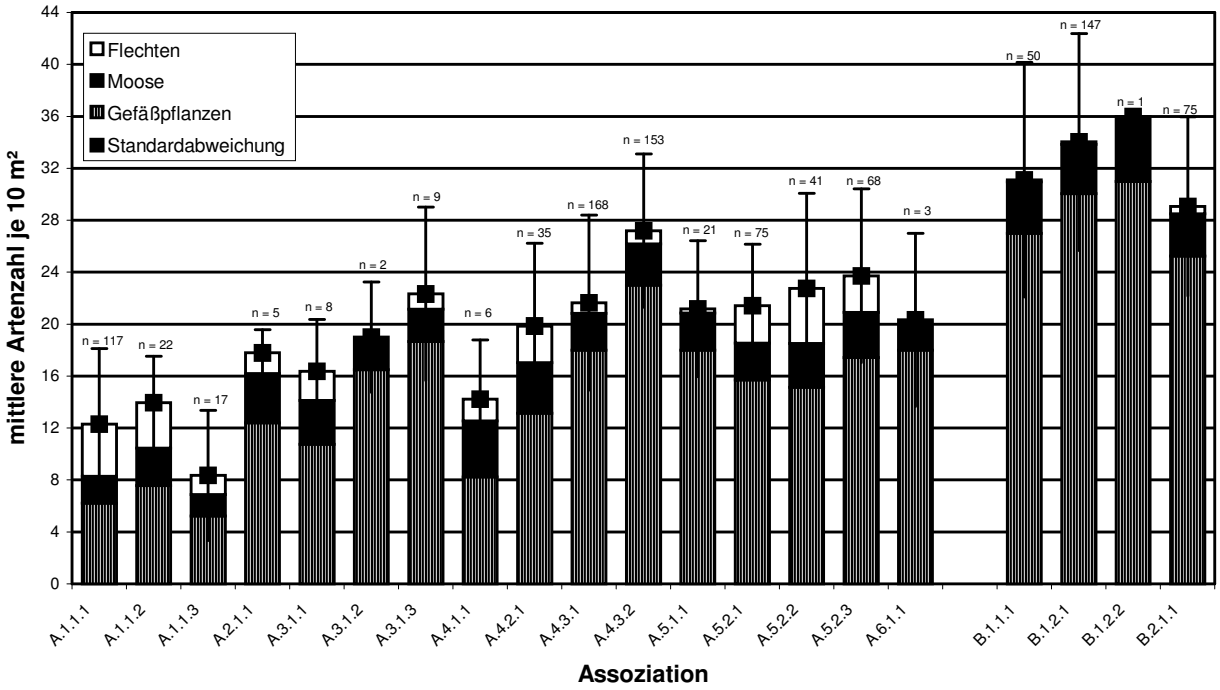

Abb. 1: Mittlere Artendichte (gesamt und gruppenspezifisch) für die Assoziationen der Koelerio-Corynephoretea (A) und Festuco-Brometea (B) in NO-Deutschland. Die Gesellschaften gehören zu den folgenden Ordnungen: A.1 = Corynephoretalia canescentis, A.2 = Artemisio-Koelerietalia albescentis, A.3 = Thero-Airetalia, A.4 = Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae, A.5 = Sedo acris-Festucetalia, A.6 = Alysso alyssoidis-Sedetalia, B.1 = Brachypodietalia pinnati, B.2 = Festucetalia valesiacae. Die Namen der einzelnen Assoziationen können Tab. 1 entnommen werden.

4.2 Einfluss der Bodenreaktion

Die Regressionsanalyse zeigt eine stetige Zunahme der Artendichte mit höheren pH-Werten im Hauptwurzelraum (Abb. 2). Auch beim Auftrag der Artendichte gegen die mittleren Reaktionszahlen (mR) ergab sich ein ähnliches Bild (Abb. 3). Die pH-Werte und die mittleren Reaktionszahlen sind hochsignifikant miteinander korreliert (mR = 0,9543 pH – 0,1779; R^2 = 0,3999). Die Regressionsfunktionen zeigen in beiden Fällen keine oder höchstens eine minimale Abnahme der Artendichten bei den höchsten vorkommenden pH-Werten bzw. Reaktionszahlen.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

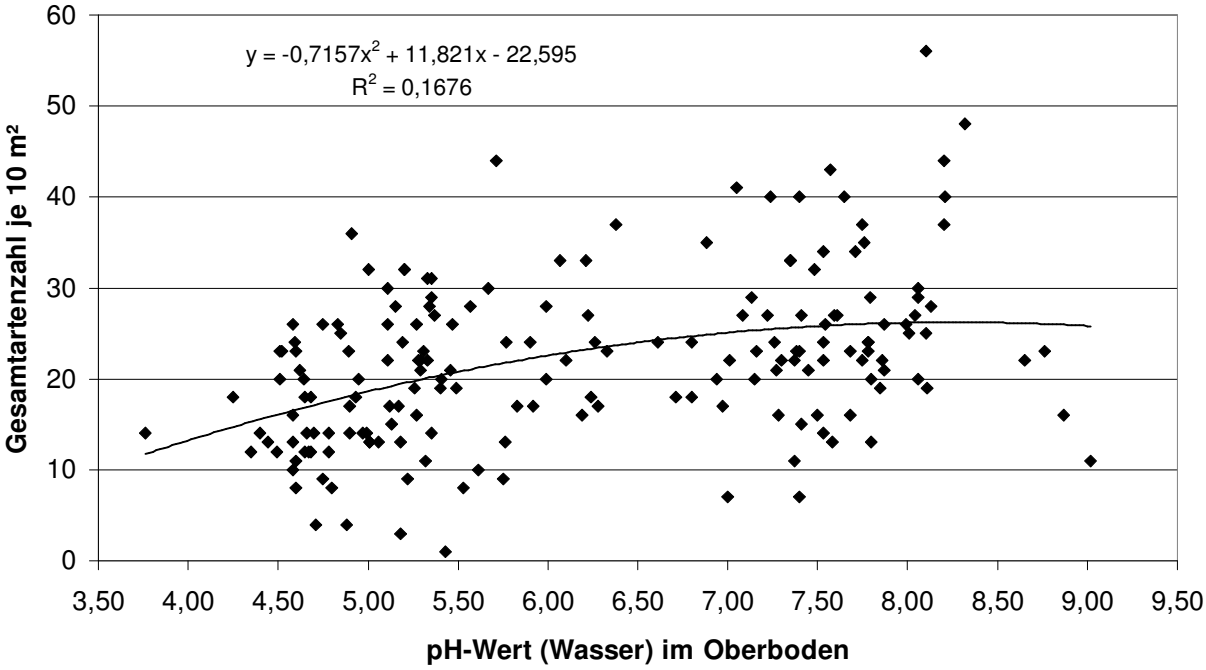

Abb. 2: Zusammenhang zwischen Bodenreaktion und Gesamtartendichte (n = 181).

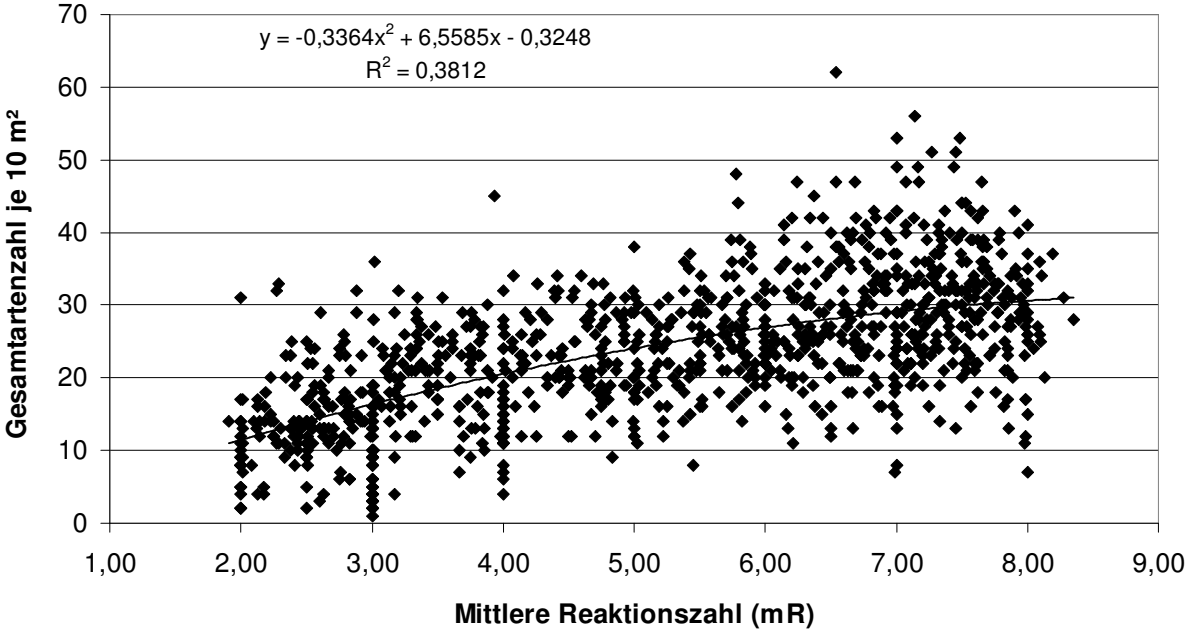

Abb. 3: Zusammenhang zwischen mittlerer Reaktionszahl und Gesamtartendichte (n = 1.031).

4.3 Interaktionen zwischen verschiedenen Pflanzenarten

Der Überdeckungsgrad (vgl. Kap. 3) lässt sich als ein Maß für die Intensität der interspezifischen Konkurrenz von Pflanzen in einem Bestand verwenden. Definitionsgemäß bezieht er sich primär auf die oberirdischen Pflanzenteile und damit auf die Lichtkonkurrenz. Wenn man (unter gemäßigten Klimaten) eine weitgehende Übereinstimmung zwischen der durch oberirdische Organe einer Pflanze überdeckten und der von ihrem Wurzelsystem eingenommenen Fläche unterstellt, kann dieser Wert aber bei Gefäßpflanzen zugleich als Indiz für die potenzielle Wurzelkonkurrenz (um Wasser und Nährstoffe) gelten.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Die Regressionsanalyse zeigt eine steile Zunahme der Gesamtartenzahl mit zunehmendem Überdeckungsgrad, wenn dieser für alle Schichten berechnet wird ($R^2 = 0{,}5362$). Betrachtet man die Zusammenhänge etwas detaillierter, so resultieren aus einem zunehmenden Überdeckungsgrad der Gefäßpflanzen, welche in Rasengesellschaften als oberstes Stratum sicherlich für die Lichtkonkurrenz entscheidend sind, folgende Effekte:

- Ein starker, weitgehend linearer Anstieg der Gefäßpflanzenartenzahl (Abb. 4).
- Eine geringer und nur schwach signifikante Zunahme der Moosartenzahl.
- Eine deutliche Abnahme der Flechtenartenzahl (Abb. 5).

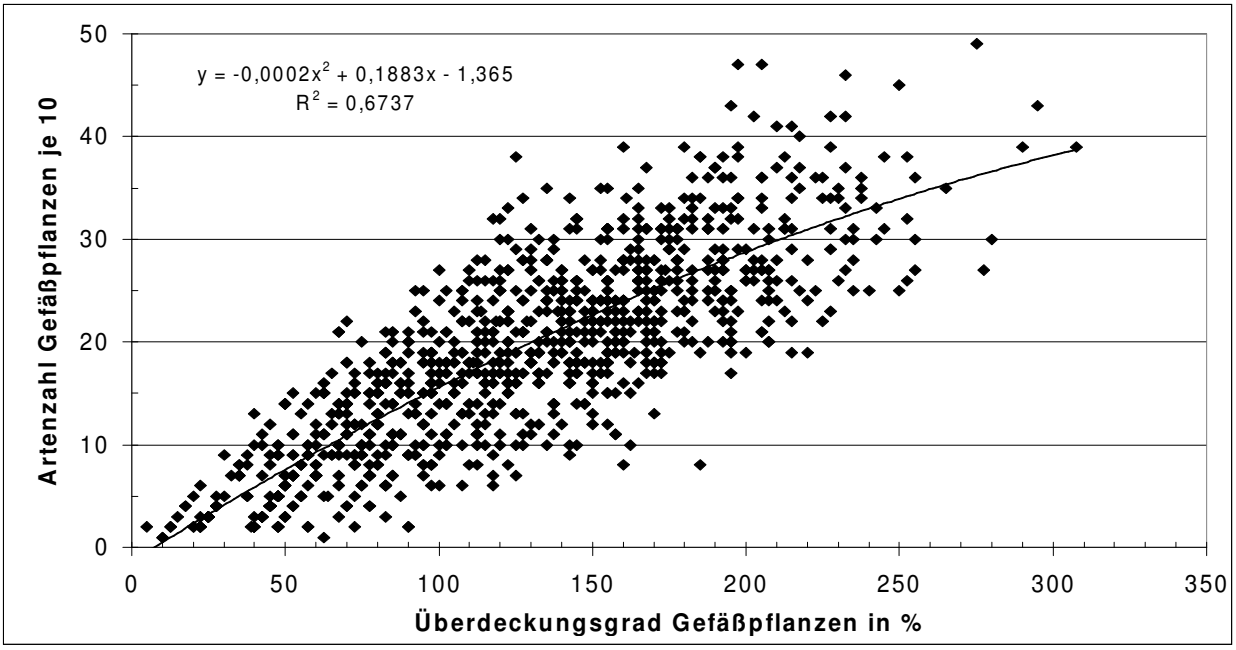

Abb. 4: Gefäßpflanzenartenzahl in Relation zum Überdeckungsgrad der Gefäßpflanzen.

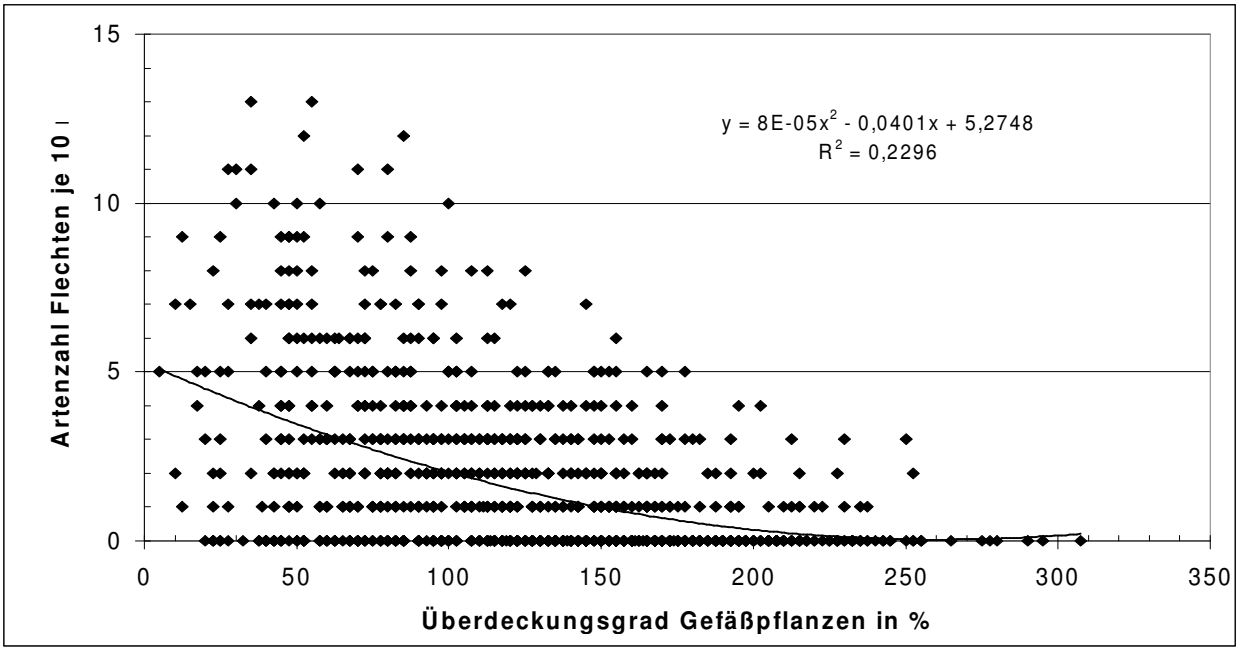

Abb. 5: Flechtenartenzahl in Relation zum Überdeckungsgrad der Gefäßpflanzen.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

5 Diskussion und Fazit

Es zeigte sich, dass innerhalb der Trockenrasen NO-Deutschlands große Unterschiede hinsichtlich der Gesamtartendichte und hinsichtlich der relativen Bedeutung von Flechten existieren.

Vom theoretischen Standpunkt wäre für die Abhängigkeit der Artenzahl von der Bodenreaktion eine Optimumskurve zu erwarten, da zu den Extrembereichen des pH-Spektrums hin die Pflanzenverfügbarkeit wichtiger Makronährelemente nachlässt bzw. toxische Ionen an Bedeutung gewinnen (BLUM 1992: 80). Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zeigen jedoch, dass dies bei den am stärksten basischen Böden unter Trockenrasen der Region noch kein nachhaltiges Problem für die Pflanzen darzustellen scheint, zumindest keinen deutlichen negativen Einfluss auf die Pflanzenartenvielfalt hat.

Nach der *intermediate disturbance hypothesis* (CONELL 1978) sollte in Pflanzengesellschaften bei „mittlerer" Störungshäufigkeit und -intensität die Artendichte maximal sein, während bei geringerem Einfluss von Störungen einzelne Arten ihre Konkurrenzkraft voll ausspielen können, was zu einer Reduktion der Artendichte führt. Die hier vorgelegten Ergebnisse zeigen, dass für Gesamtphytodiversität und die Phytodiversität der Gefäßpflanzen bezogen auf Trockenrasen selbst in den am dichtesten geschlossenen Beständen (jenen mit dem höchsten Überdeckungsgrad) die Lichtkonkurrenz keine entscheidende Größe für die Artenzusammensetzung und die Artendichte ist. Während die Moosdiversität sogar geringfügig von einer stärker geschlossenen Krautschicht profitiert, vermutlich weil diese zu einem feuchteren Mikroklima an der Bodenoberfläche führt, wirkt sich diese mutmaßlich über die Lichtkonkurrenz deutlich negativ auf die Flechtendiversität aus, sodass ab Überdeckungsgraden der Krautschicht von 200 % Flechten in den Systemen praktisch fehlen.

Literatur

BLUM, W. E. H. (1992): Bodenkunde in Stichworten. – SCHROEDER, D. [Begr.]: 5. Aufl., 175 S., Hirt, Berlin.

CONELL, J. H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. – Science 199: 1302–1310.

DENGLER, J. (2004a): Klasse: Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & V. Novák 1941 – Sandtrockenrasen und Felsgrusfluren von der submeridionalen bis zur borealen Zone. – BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband: 301–326, Weissdorn, Jena.

DENGLER, J. (2004b): Klasse: Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944 – Basiphile Magerrasen und Steppen im Bereich der submeridionalen und temperaten Zone. – BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband: 327–335, Weissdorn, Jena.

DENGLER, J. (i. V.): Die krautige Xerothermvegetations Nordostdeutschlands: Charakterisierung, Standortbedingungen, Syntaxonomie und Synchorologie im europäischen Kontext, Biodiversitätsmuster sowie Naturschutzaspekte. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb.

ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIßEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot. 18: 248 S., Goltze, Göttingen.

KAPPAS, M., MENZ, G., RICHTER, M., TRETER, U. (2003) [Hrsg.]: Klima, Pflanzen- und Tierwelt. – LEIBNITZ-INSTITUT FÜR LÄNDERKUNDE [Hrsg.]: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland 3: 176 S., 3 Folienkt., Spektrum Akademischer Verl., Heidelberg [u. a.].

Manuskript eingegangen am 10. 11. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschrift des Verfassers:

Jürgen Dengler, Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, dengler@uni-lueneburg.de

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Artenzahl-Areal-Beziehungen in uckermärkischen Trockenrasen unter Berücksichtigung von Kleinstflächen – eine neue Methode und erste Ergebnisse

– Jürgen Dengler, Philip Bedall, Ines Bruchmann, Ina Hoeft & Anne Lang, Lüneburg –

1 Einleitung

Trockenrasen gehören im Allgemeinen zu den artenreichsten Ökosystemen Mitteleuropas – sowohl zoologisch als auch botanisch betrachtet. Zugleich variieren sowohl die absolute Artendichte als auch die relativen Anteile verschiedener Pflanzenartengruppen erheblich. Damit sind Trockenrasen exzellente Modellsysteme, um Phytodiversitätsmuster und ihre Ursachen zu analysieren.

Ein besonders interessanter Teilaspekt der Biodiversitätsforschung ist die Beziehung zwischen Flächengröße A und Artenzahl S. Immer mehr Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass sich dieser Zusammenhang in den meisten Dimensionsbereichen von der typischen Größe von Vegetationsaufnahmen bis hinauf zur Fläche ganzer Inseln oder Länder am besten durch eine Potenzfunktion der Form $S = cA^Z$ beschreiben lässt (z. B. PRESTON 1962, HOBOHM 1998, DOLNIK 2003). DENGLER (2003: 72) stellte aber heraus, dass dies aus theoretischen Gründen nicht für ganz kleine Flächen gelten könne, sondern ein vermutlich vegetationstypspezifischer unterer Grenzwert der mittleren Artenzahl existieren müsse, der auch bei fortwährender Verkleinerung der Fläche nicht unterschritten werde. Aus diesem Grunde sollte die Artenzahl-Areal-Kurve in der doppeltlogarithmischen Darstellung zu ganz kleinen Flächen hin allmählich flacher werden. Erstaunlicherweise fand LÖBEL (2001; vgl. LÖBEL & al. in diesem Band) bei ihren Untersuchungen zur Phytodiversität öländischer Trockenrasen sogar ein gegenteiliges Phänomen: Die Steigung der Kurven nahm zu den kleinsten von ihr untersuchten Flächengrößen (1 cm²) hin sogar zu.

Die vorliegende Arbeit ist eine erste Auswertung eines Projektes, das im Rahmen der „Vegetationsökologischen Geländeübungen“ im Fach „Ökologie“ des Studienganges Diplom-Umweltwissenschaften an der Universität Lüneburg durchgeführt wurde. Hauptziele waren:

- Quantifizierung der Artendichte (gesamt und gruppenspezifisch) bezogen auf 4 m² für die wichtigsten uckermärkischen Trockenrasentypen, um einen Vergleich mit entsprechenden Daten aus anderen Teilen Europas zu ermöglichen.
- Erstellung von Artenzahl-Areal-Kurven ausgewählter Trockenrasentypen im Bereich von 1 mm² bis 100 m², d. h. über 8 Größendimensionen hinweg. Hier sollte insbesondere das postulierte Abflachen der Artenzahl-Areal Kurve unterhalb von 1 cm² geprüft werden.

2 Das Untersuchungsgebiet

Die Uckermark liegt im Nordosten Brandenburgs und gehört naturräumlich zu den Mecklenburg-Brandenburgischen Becken und zum Odertal. Neben dem gleichnamigen Landkreis umfasst sie auch Teile der Landkreise Barnim und Märkisch-Oderland.

Die Artenzahl-Areal-Beziehung haben wir an den „Gabower Hängen“ zwischen Gabow und Altglietzen (Lkr. Märkisch-Oderland, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, vgl. KRATZERT & DENGLER 1999) untersucht. Sie liegen auf der „Oderinsel“ (Neuenhagener Sporn), einem Endmoränenlobus des Pommerschen Stadiums der Weichseleiszeit, der eine Maximalhöhe von 75 m ü. NN erreicht. Nach Südosten fällt der Neuenhagener Sporn steil zum Oderbruch ab, das

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

nur geringfügig über Ostseeniveau liegt. Im Gebiet überwiegen carbonatreiche, sandige Substrate.

Die Uckermark liegt im Übergangsbereich vom atlantisch geprägten Klima Nordwestdeutschlands zum subkontinentalen Klima Polens. Mit einem mittleren Jahresniederschlag von 500 mm gehört die Oderinsel zu den trockensten Regionen Deutschlands. Die relativ heißen Sommer und die kalten Winter der Region entsprechen dem Charakter subkontinentaler Klimate.

3 Methodik

An den Gabower Hängen haben wir insgesamt 10 quadratische Probeflächen von je 100 m² untersucht, die wir in repräsentative Bestände die vier dort häufigsten Trockenrasentypen gelegt haben. Innerhalb jedes dieser Gesamtplots wurden gemäß Abb. 1 fünf Teilplots von je 9 m² Fläche angelegt, die ihrerseits Flächen von 100 cm², 900 cm², 1 m² und 4 m² in einem *nested plot*-Design enthielten. Auf der Gesamtfläche und auf allen genannten Teilplots wurden vollständige Artenlisten der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten erstellt. Zudem haben wir auf den 4 m²-Flächen Vegetationsaufnahmen mit der modifizierten Braun-Blanquet-Skala nach DENGLER (2003: 131) angefertigt und Struktur- und Bodenparameter erhoben. Die auf den Flächen vorkommenden Frühjahrsannuellen dürften nahezu vollständig erfasst sein, da ihre abgestorbenen Reste zum Aufnahmezeitpunkt noch erkennbar waren und sie dementsprechend ohne Deckungsgrad miterfasst wurden. Für die Auswertung der 4 m²-Flächen wurden weitere sieben Aufnahmen aus anderen Bereichen der Uckermark hinzugezogen.

Die Kleinstflächenaufnahmen (1 mm², 9 mm², 1 cm² und 9 cm²) wurden mit einem eigens dafür entwickelten Gerät vorgenommen (Abb. 2): Durch präzise Bohrungen in einem Aluminiumgestell wird im 10 cm-Abstand eine Führungsstange zu Boden gelassen, an die verschiedene quadratische Flächenaufsätze angeschraubt werden können. Dabei wird die Anzahl verschiedener Pflanzensippen ermittelt, die durch den Flächenaufsatz getroffen werden. Diese Erhebungen haben wir mit einem Mehrflächen-Design innerhalb aller 1 m²-Plots durchgeführt, wobei im Allgemeinen fünf Replikate erhoben wurden. Die Artenzahlen auf den Kleinstflächen wurden jeweils differenziert nach den drei Artengruppen Gefäßpflanzen, Moose und Flechten.

Die untersuchten Trockenrasentypen wurden für die Auswertungen in Anlehnung an die Gliederungsvorschläge von DENGLER (2000) und BERG & al. (2001, 2004) zu fünf Einheiten auf Verbandsniveau zusammengefasst, wovon für die ersten vier auch Artenzahl-Areal-Daten vorliegen (Tab. 1).

Tab. 1: Syntaxonomische Übersicht der untersuchten Vegetationstypen.

K. Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & V. Novák 1941

- **V1** O. Corynephoretalia canescentis Klika 1934: V. **Corynephorion canescentis** Klika 1931: Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis Steffen 1931 nom. invers. propos.
- **V2** O. Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae Moravec 1967: V. **Armerion elongatae** Pötsch 1962: Diantho deltoidis-Armerietum elongatae Krausch ex Pötsch 1962 nom. cons. propos. und Sileno otitae-Festucetum brevipilae Libbert 1933 corr. Kratzert & Dengler 1999 nom. invers. propos.
- **V3** O. Sedo acris-Festucetalia Tx. 1951 nom. invers. propos.: V. **Koelerion glaucae** Volk 1931: Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae Klika 1931

K. Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944

- **V4** O. Festucetalia valesiacae Br.-Bl. & Tx. ex Br.-Bl. 1950: V. **Festucion valesiacae** Klika 1931: Potentillo arenariae-Stipetum capillatae (Hueck 1931) Libbert 1933 nom. invers. propos.
- **V5** O. Brachypodietalia pinnati Korneck 1974: V. **Cirsio-Brachypodion pinnati** Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944: Adonido vernalis-Brachypodietum pinnati (Libbert 1933) Krausch 1961 (incl. Übergängen zum Arrhenatheretum elatioris Br.[-Bl.] 1915)

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

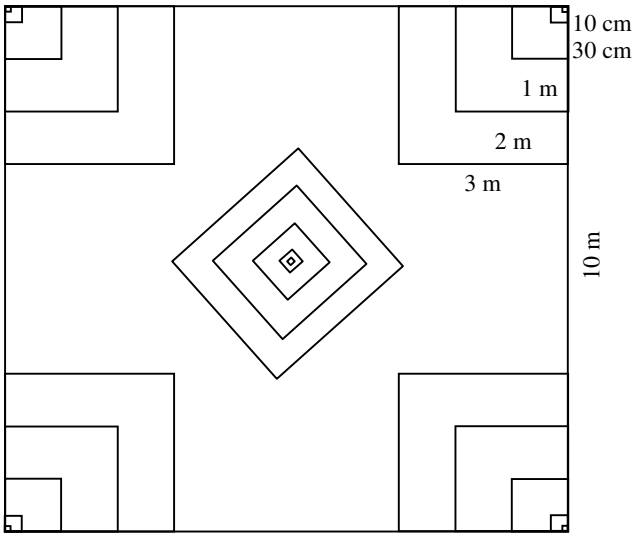

Abb. 1: Versuchsdesign für die Artenzahl-Areal- und Heterogenitätsuntersuchungen. Jeder 10 m × 10 m-Plot umfasst fünf Subplots.

Abb. 2: Das Kleinstflächenmessgerät im Einsatz an den Gabower Hängen (Foto: J. Dengler 08/2004).

4 Ergebnisse

4.1 Artenzahlen auf 4 m²

Die absoluten Artenzahlen in den 57 Vegetationsaufnahmen auf 4 m^2 reichen von 10 bis 38. Die Betrachtung auf Verbandsebene (Abb. 3) zeigt ein klar differenziertes Bild zwischen den fünf unterschiedenen Vegetationstypen sowohl hinsichtlich der Gesamtartenzahl als auch hinsichtlich der relativen Anteile der drei unterschiedenen Artengruppen, bei zugleich geringer Varianz: Das Corynephorion canescentis, das saure Sandstandorte besiedelt, hat mit 12,5 Arten die geringste Artendichte. Es folgen mit bereits mehr als doppelt so hoher Artendichte die beiden Koelerio-

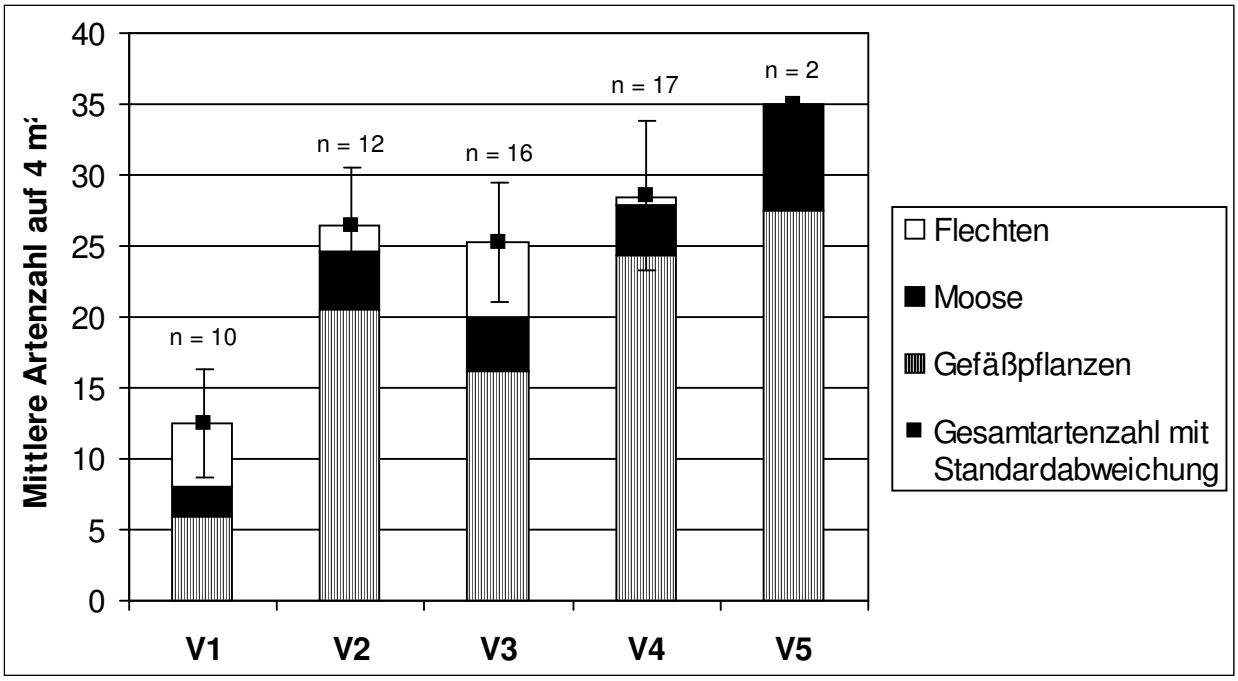

Abb. 3: Mittlere Artenzahlen der fünf Trockenrasenverbände auf 4 m².

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Corynephoretea-Verbände basenreicherer Sandstandorte, das Koelerion glaucae mit 25,3 und das Armerion elongatae 26,5 Arten je 4 m². Noch höhere Artendichten weisen die beiden Festuco-Brometea-Verbände Festucion valesiacae (28,5) und Cirsio-Brachypodion pinnati (35,0) auf.

Während der relative Artenanteil der Moose in allen fünf Vegetationstypen mit Werten zwischen 12 % und 21 % eine ähnliche Größenordnung aufweist, variieren jener der Flechten und komplementär dazu jener der Gefäßpflanzen stark. Im Corynephorion canescentis erreicht die Artenzahl der Flechten jene der Gefäßpflanzen. Auch im Koelerion glaucae liegt der Flechtenanteil immer noch über 20 %. Hingegen beträgt er in den drei anderen Verbänden deutlich unter 10 %. Das Corynephorion canescentis ist auch der einzige Trockenrasenverband, in dem Moose und Flechten zusammen mehr Sippen aufweisen als die Gefäßpflanzen.

4.2 Artenzahl-Areal-Beziehung

Die Artenzahl-Areal-Kurven der einzelnen Trockenrasenverbände zeigen insgesamt einen ähnlichen Verlauf und lassen sich bei Betrachtung des gesamten untersuchten Dimensionsbereiches von 1 mm² bis 100 m² (Abb. 4) exzellent durch eine Potenzfunktion beschreiben ($R^2 > 0{,}977$ für die lineare Regressionsfunktionen in doppeltlogarithmischer Darstellung). Die Steigungen dieser Regressionsfunktionen der 10 Plots aus vier unterschiedlichen Gesellschaften liegen alle in einem engen Wertebereich zwischen 0,193 und 0,222. Diese geringen Unterschiede führen auch dazu, dass die Rangfolge der vier Verbände über den ganzen untersuchten Dimensionsbereich praktisch unverändert bleibt (Abb. 4). Am artenreichsten sind Armerion elongatae und Festucion valesiacae, deutlich artenärmer ist bereits das Koelerion glaucae und als unter den Trockenrasen am artenärmsten kann das Corynephorion canescentis gelten.

Betrachtet man die Artenzahl-Areal-Kurven für die 10 Plots genauer, so fällt auf, dass diese im Allgemeinen im unteren Kurvenbereich abflachen. Dies lässt sich quantifizieren, indem man die Steigungen der Regressionsgeraden für die Werte bis 1 cm² und ab 1 cm² vergleicht. In neun von zehn Plots liegen diese im unteren Bereich deutlich niedriger, und zwar um 0,035–0,127 oder 18–59 %.

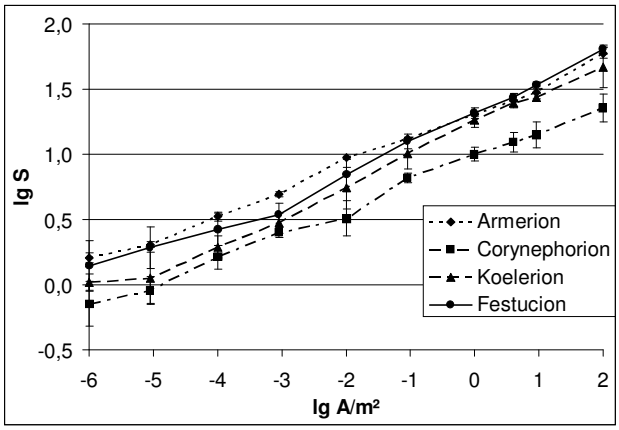

Abb. 4: Vergleich der Artenzahl-Areal-Beziehungen der unterschiedlichen Verbände. Dargestellt sind Mittelwerte der Mittelwerte der zugehörigen zwei bzw. drei Plots und deren Standardabweichung.

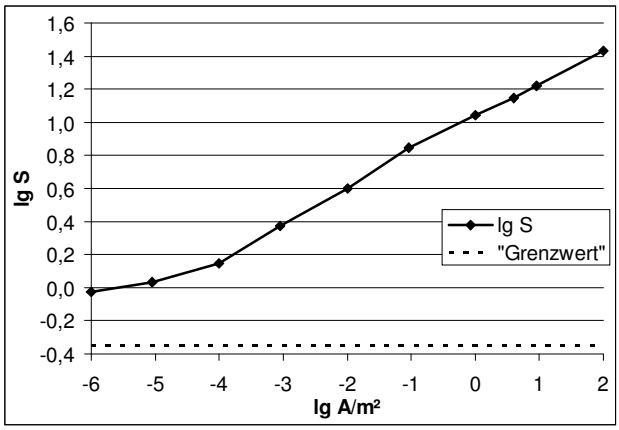

Abb. 5: Artenzahl-Areal-Beziehung am Beispiel des Plots 6 (Corynephorion canescentis). Dargestellt sind jeweils Mittelwerte aus den fünf Subplots und der prognostizierte untere „Grenzwert“ der Funktion (= lg [45 %] = 0,35; weitere Erläuterungen siehe Text).

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Besonders gut erkennt man dieses Phänomen in Plot 6 (Abb. 5). In dieser Abbildung haben wir auch den nach DENGLER (2003) zu erwartenden Grenzwert dargestellt. Bei diesem handelt es sich um den Zehnerlogarithmus des Überdeckungsgrades verschiedener Pflanzenarten. Der Überdeckungsgrad seinerseits lässt sich aus den Werten der reinen Dominanzskala von DENGLER (2003) gut zurückrechnen. Wie in DENGLER (2003: 132) andiskutiert, erfolgte die „Rückübersetzung" der Artmächtigkeiten zum geometrischen Mittel ihrer jeweiligen unteren und oberen Klassengrenzen der prozentualen Deckung. In den untersuchten 4 m²-Aufnahmeflächen liegen die so ermittelten Überdeckungsgrade im Bereich 28–218 %, für die fünf zu Plot 6 gehörenden Aufnahmen im Mittel bei 45 %. Es ist allerdings zu vermuten, dass der hier ermittelte Grenzwert etwas zu niedrig ist, da die abgestorbenen Annuellen nur pauschal mit einer Deckung entsprechend der Artmächtigkeit r berücksichtigt werden konnten.

5 Diskussion und Ausblick

Die Artenzahl-Areal-Beziehung lässt sich auch bei Betrachtung eines sehr großen Dimensionsbereichs exzellent durch eine Potenzfunktion beschreiben. Die prognostizierte Abflachung der Artenzahl-Areal-Kurve konnten wir für Flächen unterhalb von 1 cm² nachweisen.

HOBOHM (1998) gibt als Regressionsfunktion der Artenzahl-Areal-Beziehung. gemittelt über alle gehölzfreien Pflanzengesellschaften Mitteleuropas $S = 10{,}0 \cdot (A/m^2)^{0{,}20}$ bzw. $\lg(S) = 1 + 0{,}20 \cdot \lg(A/m^2)$ an. Die Steigungen der von uns errechneten Regressionsgeraden (für den Gesamtbereich) liegen nahe an diesem „Durchschnittswert" 0,20 von HOBOHM. Der absolute Artenreichtum liegt nur beim Corynephorion canescentis geringfügig unter dem von ihm angegebenen Referenzwert (10,0 Arten auf 1 m², entsprechend 13,3 Arten auf 4 m²), bei allen anderen untersuchten Vegetationstypen erheblich darüber (bis zu 2,7× im Cirsio-Brachypodion pinnati!).

Hinsichtlich des relativen Artenreichtums und der Anteile verschiedener Artengruppen entsprechen die Ergebnisse den für NO-Deutschland insgesamt ermittelten (vgl. Beitrag von DENGLER in diesem Band). Obwohl nach der Artenzahl-Areal-Beziehung ein gut 15 % niedrigerer Wert zu erwarten gewesen wäre, liegen die absoluten Werte auf den 4 m²-Plots z. T. sogar höher als jene, die DENGLER (ibd.) für 10 m²-Plots ermittelt hat. Eine mögliche Erklärung dafür könnte der überdurchschnittlich reiche regionale *species pool* an Trockenrasenarten im Untersuchungsgebiet sein.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Dieter Stengel, der das Kleinstflächenmessgerät für das Projekt in gewohnt perfekter Art und Weise gebaut hat.

Literatur

BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. (2001) [Hrsg.]: Pflanzengesellschaften Mecklenburg Vorpommerns und ihre Gefährdung – Tabellenband. – 341 S., Weissdorn, Jena.

BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. (2004) [Hrsg.]: Pflanzengesellschaften Mecklenburg Vorpommerns und ihre Gefährdung - Textband. – 606 S., Weissdorn, Jena.

DENGLER, J. (2000): Synsystematische Stellung und Gliederung der uckermärkischen Sandtrockenrasen. – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth 24: 302–306, Bayreuth.

DENGLER, J. (2003): Entwicklung und Bewertung neuer Ansätze in der Pflanzensoziologie unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationsklassifikation. – Arch. Naturwiss. Diss. 14: 297 S., Nümbrecht.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

DOLNIK, C. (2003): Artenzahl-Areal-Beziehungen von Wald- und Offenlandgesellschaften – Ein Beitrag zur Erfassung der botanischen Artenvielfalt unter besonderer Berücksichtigung der Flechten und Moose am Beispiel des Nationalparks Kurische Nehrung (Russland). – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb. 62: 183 S., Kiel.

HOBOHM, C. (1998): Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt. – Arch. Naturwiss. Diss. 5: 231 S., Galunder, Wiehl.

KRATZERT, G., DENGLER, J. (1999): Die Trockenrasen der „Gabower Hänge" am Oderbruch. – Verh. Bot. Ver. Berl. Brandenb. 132: 285–329, 10 Tab., 1 Kt., Berlin.

LÖBEL, S. (2002): Trockenrasen auf Öland: Syntaxonomie – Ökologie – Biodiversität. – 178 + XIV S., 4 Tab., Diplomarb., Inst. für Ökologie und Umweltchemie, Univ. Lüneburg.

PRESTON, F. W. (1962): The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. – Ecology 43: 187–215, Washington.

Manuskript eingegangen am 14. 10. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschriften der VerfasserInnen:

Jürgen Dengler (*e-mail:* dengler@uni-lueneburg.de)

Philip Bedall (*e-mail:* 30189@uni-lueneburg.de)

Ines Bruchmann (*e-mail:* ines.bruchmann@web.de)

Ina Hoeft (*e-mail:* inahoeft@web.de)

Anne Lang (*e-mail:* 30224@uni-lueneburg.de)

Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststraße 1, D-21335 Lüneburg

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Sandtrockenrasen der Elbtaldünen bei Klein Schmölen – ein Exkursionsführer

– Petra Fischer, Göttingen –

1 Einleitung

Die Elbtaldünen bei Klein Schmölen sind Binnendünen an der Mittelelbe, die noch großflächig offen sind. An Lebensräumen sind hier unter anderem naturnahe Kleingewässer, wechselfeuchtes Auengrünland, eine Brackwasserkuhle mit Schilfröhricht und ein Kiefernforst ausgebildet, der die gesamte Leeseite der Düne einnimmt. Von herausragender Bedeutung aber sind die an Vegetations- und Standortverhältnissen vielfältigen Sandtrockenrasen (FISCHER 1996, 1998, 2002, 2003), die im Folgenden dargestellt werden. Auf syntaxonomische Fragestellungen wird in diesem Exkursionsführer nicht näher eingegangen, siehe dazu FISCHER (2003), BERG & al. (2001, 2004).

2 Das Untersuchungsgebiet

2.1 Lage und naturräumliche Gliederung

Das 110 ha große Naturschutzgebiet „Elbtaldünen bei Klein Schmölen" befindet sich im Sü d-westen des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern (Landkreis Ludwigslust) direkt an die Stadt Dömitz angrenzend im Bereich des Messtischblattquadranten 2833/4. Die Elbtaldünen bei Klein Schmölen sind Bestandteil des FFH-Gebietes „Elbtallandschaft und Löcknitzniederung bei Dömitz" und liegen im Naturpark „Mecklenburgisches Elbetal", der Tei l des UNESCO-Biosphärenreservates „Flusslandschaft Elbe" ist. Dieser Dünenzug erstreckt sich parallel zur Elbe über eine Länge von etwa 2 km und ist bis zu 600 m breit. Mit 44,5 m ü. NN erhebt sich der höchste Punkt des Dünenzuges von der angrenzenden Löcknitz-Niederung, die hier als NSG „Löcknitztal-Altlauf" ausgewiesen ist, um etwa 30 m. Die Löcknitz ist ein Nebenfluss der Elbe, der vom Dünenkomplex ca. 1,5 km entfernt ist. Naturräumlich gehören die Elbtaldünen bei Klein Schmölen zur Mittelelbe und hier zur Unteren Mittelelbe-Niederung (MEIBEYER 1980).

2.2 Geologie und Geomorphologie

Binnendünen der Elbe hatten ihre Hauptbildungsphase gegen Ende der letzten Eiszeit (LIEDTKE & MARCINEK 1995), dies gilt auch für die Elbtaldünen bei Klein Schmölen. Im Weichsel-Hochglazial wurden im Elbe-Urstromtal 20–40 m mächtige sandige, kiesige, kalk- und nährstoffarme Sedimente abgelagert (Talsande). Am Ende der Weichsel-Eiszeit tiefte sich der Fluss in diese Sedimente ein. Dadurch fielen weite Bereiche trocken und boten als vegetationslose oder nur mit einer schütteren Vegetation bedeckte Flächen Angriffspunkte für den Wind (GILLANDT & al. 1983). Durch vorherrschende westliche und südwestliche Winde häuften sich diese zu Dünen aufgewehten Sande meist östlich und nordöstlich der Elbe an. Der Dünenkomplex bei Klein Schmölen weist den typischen Aufbau einer Parabeldüne auf. Der westlich und südlich exponierte, also der Windrichtung zugeneigte Luvhang ist charakteristisch flach ansteigend, wohingegen der nach Norden und Osten gerichtete Leehang bis zu 30° abfällt (vgl. LIEDTKE & MARCINEK 1995). Oft wurden solche Dünen durch Aktivitäten des Menschen und seiner Weidetiere wieder überformt oder entstanden neu. Dies geschah teilweise bereits seit der Bronzezeit sowie seit dem Mittelalter und verstärkt im 18. und 19. Jahrhundert (vgl. DE BOER 1994). Zeugen von Phasen

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

äolischer Umlagerung und Perioden der Vegetationsbedeckung sind auf den Elbtaldünen bei Klein Schmölen überwehte Humushorizonte sowie im unteren Stammbereich mit Sand bedeckte Kiefern.

2.3 Klima

Die Elbtalniederung bei Dömitz liegt klimatisch im subatlantisch-subkontinentalen Übergangsbereich und ist aufgrund der geschützten, leeseitigen Lage im Regenschatten der angrenzenden Geestflächen wie z. B. der Lüneburger Heide durch stärkere kontinentale Einflüsse als das Umland geprägt (HURTIG 1957). Im langjährigen Mittel (1951–1980) beträgt die Niederschlagssumme von Dömitz 579 mm (Forstamt Conow/Dömitz, mdl. Mitt.). Das Elbtal bei Dömitz weist eine hohe Anzahl an Frosttagen auf; die frostfreie Zeit beträgt hier nur 151 Tage (METEOROL. HYDROL. DIENST DDR 1953). Auffällig ist außerdem die mit 70 Tagen im Jahr hohe Nebelhäufigkeit in dem Gebiet.

2.4 Hydrologie

Eine Besonderheit der Elbtaldünen bei Klein Schmölen ist die Grund- und Hochwasserdynamik, die sich auch auf die Sandtrockenrasen des Dünenfußes auswirkt. Wenn die Elbe Hochwasser hat, kommt es zu einem Rückstau in die niedriger liegenden Nebenflussmündungsbereiche (NEUSCHULZ & al. 1994) und somit zu Überflutung der Löcknitz-Niederung und des Dünenfußes. Meist treten die Überschwemmungen im Zeitraum März/April (MEYER & MIELICH 1983) auf (z. B. in den Jahren 1999, 2000 und 2003), aber es kann auch während stärkerer Sommerhochwasser der Elbe zu Überflutungen der Sandtrockenrasen-Flächen kommen, so beispielsweise im August 2002. Die Überflutung und die Ablagerung von Spülsaummaterial führt zu einem Nährstoffeintrag und somit zu einem Düngeeffekt für die Sandtrockenrasen. Außerdem sind durch den zeitweise hohen Grundwasserstand wechselnde Feuchtebedingungen gegeben, die die Besonderheit der Sandtrockenrasen des Dünenfußes bewirken. Vor der Umleitung der Löcknitz, die ehemals bei Gaarz nahe der Elbtaldünen in die Elbe mündete, wurde der Dünenfuß meist regelmäßig zweimal im Jahr, also während des Winter- und Sommerhochwassers überflutet. Seit der Verlegung der Mündung im Jahr 1973 um 12,5 km weiter elbabwärts nach Wehningen kann es bei Elbe-Hochwasser im Bereich der Dünen von Klein Schmölen nicht mehr zum direkten Rückstau kommen. Die Überschwemmungshäufigkeit und -stärke ist deutlich reduziert, und der Grundwasserspiegel wurde innerhalb dieses Elbbogens um 1,30 m gesenkt (FISCHER 1998).

2.5 Historische und aktuelle Nutzung

In der vom Menschen unbeeinflussten Naturlandschaft waren Binnendünen wie die in Klein Schmölen zum größten Teil mit Wald (vermutlich Birken-Stieleichenwald mit Beteiligung der Wald-Kiefer) bedeckt. Waldfreie Flächen gab es an den Stellen, an denen durch das ehemals breitere Elbtal bedingt Abspülung und Ansandung stattfanden. Hier existierten bereits kleinflächig Sandtrockenrasen. Erst durch die Nutzung des Menschen und seiner Weidetiere, konnten sich Sandtrockenrasen auf Binnendünen großflächig ausbreiten. Binnendünen an der Elbe sind bereits zu vorgeschichtlicher Zeit bevorzugt besiedelt worden, weil sie überflutungssichere Inseln darstellten (GILLANDT & al. 1983). Beispielsweise deutet der Fund jungsteinzeitlicher Geräte bei Klein Schmölen (ZÜHLSDORFF 1970) auf eine frühe Besiedlung und damit auf zumindest stellenweise offene Flächen hin.

Der im Mittelalter beginnende Prozess des Zurückdrängens der Wälder zu Gunsten der Sandtrockenrasen durch Holz-, Streunutzung und insbesondere durch die Beweidung (v. a. mit Scha-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

fen) setzte sich bis ins 18. und 19. Jahrhundert fort. Große Mengen von Holz wurden beispielsweise für die Eisenmühle im nahen Dömitz zum Schmelzen des Raseneisenerzes geschlagen (KRAMBEER 1962). So zeigen Karten von 1685 und 1765, dass damals die Dünen bei „Lütten Schmölen" fast baumlos waren. Folge war außerdem die Verwehung von Sand, die in diesem Elbegebiet Äcker und Dörfer schädigte und von der Bevölkerung teilweise neben dem Hochwasser als „zweite Plage" empfunden wurde (HÜLS 1996). Bemühungen zur Sandfestlegung bestanden oft anfangs darin, Gräser wie den Strandhafer (*Ammophila arenaria*) anzupflanzen, der heute noch immer auf den Elbtaldünen von Klein Schmölen zu finden ist. Größere Erfolge der Sandfestlegung wurden aber erst durch planmäßige Aufforstungen mit der Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) erzielt (MÜLLER & HANSTEIN 1998). Auf den Dünen von Klein Schmölen kam es ab 1860 zu Aufforstungen und zur Zurückdrängung der Sandtrockenrasen, z. T. bestand hier für die in Privatbesitz befindlichen Parzellen sogar eine Aufforstungspflicht (FISCHER 1998). Die Elbtaldünen bei Klein Schmölen gehören jedoch noch immer zu den am großflächigsten offenen Dünen-Bereichen der Unteren Mittelelbe-Niederung. Bis heute wirken menschliche Einflüsse einer Ausbreitung der Bäume entgegen und fördern den offenen Charakter dieser Dünen und damit die Sandtrockenrasen. So bestand auf einem Dünenkamm der Elbtaldünen von Anfang der 1930er Jahre bis 1940 ein Segelflughorst. Zu DDR-Zeiten fanden Übungen der Grenztruppen statt. Der Sandabbau trug ebenfalls zu einer Offenhaltung bei, doch verlor ein Dünenzug der Elbtaldünen 40 % seines Volumens, als der Sand in den 1920er und in den 1970er Jahren abgebaut wurde. Die Sandtrockenrasen-Flächen der Elbtaldünen wurden bis zur LPG-Gründung (ca. 1960) „abgehütet". In diesem Zusammenhang ist bekannt, dass in den 1930er Jahren der untere Teil der Elbtaldünen und das angrenzende Grünland als gemeindeeigene Gemeinschaftsweide von den Tagelöhner-Familien genutzt wurde (FISCHER 2002). In den 1980er Jahren bis zur Wiedervereinigung 1990 wurde der Dünenfuß-Bereich mit Schafen beweidet; sporadisch erfolgte eine Beweidung weiterhin bis 1994.

3 Flora

In den Sandtrockenrasen der Elbtaldünen bei Klein Schmölen existiert eine hohe Artendiversität durch das Vorkommen von atlantisch oder kontinental verbreiteten Arten. Östlich verbreitete Arten können bedingt durch die geschützte Lage im Elbtal und durch die kontinentalen Klimaeinflüsse hier auftreten. An Arten mit kontinentaler oder weiter kontinentaler Gesamtverbreitung kommen hier beispielsweise *Allium angulosum*, *Festuca polesica*, *Helichrysum arenarium*, *Koeleria glauca* sowie die disjunkt verbreitete *Jurinea cyanoides* vor (FISCHER 2003). Als subkontinental verbreitete Arten sind auf den Elbtaldünen u. a. *Pulsatilla pratensis* und *Thymus serpyllum* sowie als Sippen mit weiter subkontinentaler Verbreitung zum Beispiel *Allium schoenoprasum*, *Artemisia campestris*, *Carex praecox* ssp. *praecox*, *Myosotis stricta* und *Rumex thyrsiflorus* anzutreffen (vgl. JÄGER & WERNER 2002). *Allium angulosum*, *A. schoenoprasum*, *Carex praecox* ssp. *praecox* sowie auch *Allium scorodoprasum* weisen insgesamt eine enge Bindung an das Elbtal und an gelegentlich überschwemmte Sandtrockenrasen-Flächen auf; sie besitzen regional den Charakter einer Stromtalart (vgl. ZACHARIAS & GARVE 1996). An Arten mit ozeanischer Verbreitung oder weiter ozeanischer Verbreitung sind beispielsweise *Cerastium glutinosum*, *C. semidecandrum, Hypochaeris radicata*, *Jasione montana*, *Myosotis ramossisima*, *Sedum rupestre*, *Bromus hordeaceus*, *Erophila verna*, *Hieracium pilosella*, *Veronica arvensis* sowie die Erdflechte *Cladonia zopfii* vertreten.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

4 Vegetation

Die Sandtrockenrasen der Elbtaldünen bei Klein Schmölen zeichnen sich durch eine hohe Vegetations- und Standortdiversität aus, weil hier ein Grund- und Hochwassergradient besteht. Zudem existiert innerhalb des Spergulo-Corynephoretum (R. Tx. 1928) Libbert 1933* eine hohe Diversität, die sich durch das Vorkommen zahlreicher pflanzensoziologischer Untereinheiten sowie von Kryptogamen-Zonierungen bemerkbar macht.

4.1 Vegetationszonierung entlang eines Grund- und Hochwassergradienten

Die Sandtrockenrasen der Luvseite der Elbtaldünen zeigen eine auffällige kleinräumige Vegetations- und auch Standortzonierung entlang eines Grund- und Hochwassergradienten (Abb. 1). Der Ober- und Mittelhangbereich wird von offenen, teilweise flechtenreichen Frühlingsspark-Silbergras-Rasen (Spergulo morisonii-Corynephoretum canescentis) besiedelt. Im Dünenfuß-Bereich wachsen dagegen Heidenelken-Grasnelken-Rasen (Diantho deltoidis-Armerietum elongatae Krausch ex Pötsch 1962). Gerade der Übergangsbereich zwischen diesen beiden Sandtrockenrasen-Gesellschaften ist oft durch einen hohen Anteil kontinental verbreiteter Arten der Blauschillergras-Rasen (Koelerion glaucae) wie z. B. *Koeleria glauca* und *Festuca polesica* gekennzeichnet. Die Anordnung der Vegetationstypen folgt vom Oberhang nach unten einem Bodengradienten zunehmenden Basengehaltes [Mediane der pH(H_20)-Werte: 4,2 bis 5,6] und steigender Humosität (mittlerer organischer Kohlenstoffgehalt: 0,3 bis 2,1 %); außerdem nimmt der Hoch- und Grundwassereinfluss zu (FISCHER 1998). So wird der Ober- und Mittelhang nie, der Unterhang selten und der Dünenfuß-Bereich ca. alle 3–5 Jahre überflutet. Entlang dieses Feuchtegradienten sind die Vegetationstypen in unterschiedlich breiten Streifen quer zu diesem Gradienten anzutreffen. Typische Bodentypen des Spergulo-Corynephoretum sind Locker-Syrosem und Regosol. In Richtung Dünenfuß wechselt durch den sich verstärkenden Grundwassereinfluss der Bodentyp vom Regosol über Zwischenformen zum Gley.

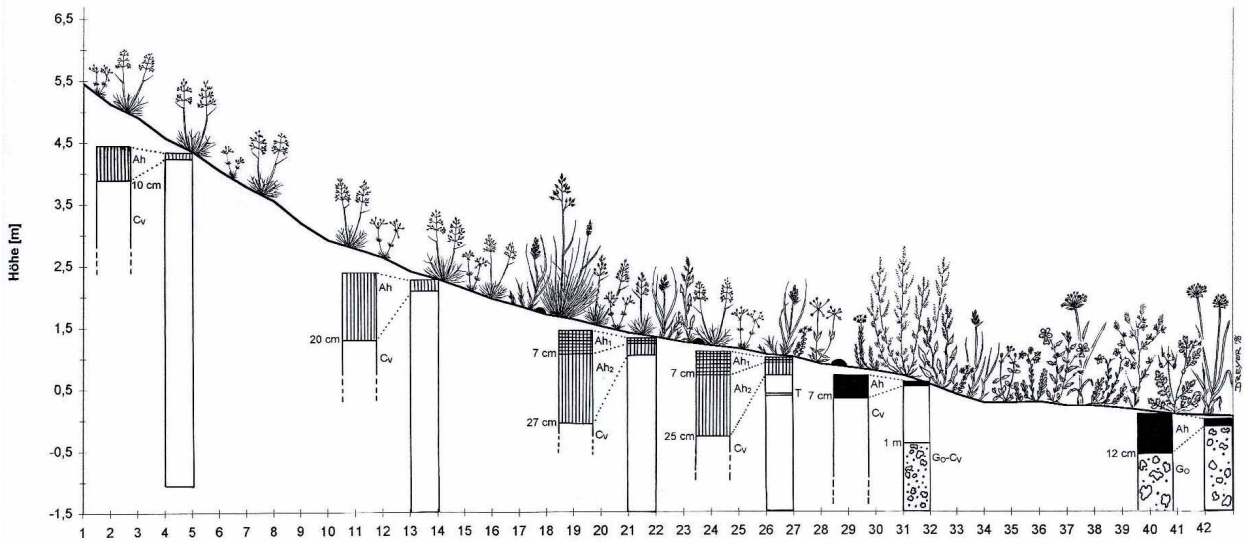

Abb. 1: Vegetationszonierung der Elbtaldünen bei Klein Schmölen. Vom Oberhang in Richtung Dünenfuß sind folgende Arten abgebildet: *Spergularia morisonii*, *Corynephorus canescens*, *Carex arenaria*, *Cephaloziella divaricata*, *Festuca polesica*, *Rumex acetosella*, *Holosteum umbellatum*, *Sedum acre*, *Sedum sexangulare*, *Artemisia campestris*, *Carex ligerica*, *Cerastium semidecandum*, *Sedum rupestre*, *Viola tricolor*, *Allium angulosum*, *Trifolium arvense* und *Erodium cicutarium*.

* Die Benennung der Syntaxa folgt SCHUBERT (2001).

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Charakteristische Kryptogamen-Arten der Frühlingsspark-Silbergras-Rasen auf den Elbtaldünen von Klein Schmölen sind u. a. *Cephaloziella divaricata*, *Cetraria aculeata*, *Cladonia arbuscula* s. l., *Cladonia foliacea*, *Cladonia uncialis*, *Polytrichum piliferum* und *Trapeliopsis granulosa*. In den dichten Grasnelken-Rasen des Dünenfuß-Bereiches sind dagegen Arten wie *Arenaria serpyllifolia*, *Erodium cicutarium*, *Galium verum*, *Potentilla argentea, Sedum rupestre*, *Sedum sexangulare* und *Trifolium campestre* sowie die Laubmoose *Climacium dendroides* und *Plagiomnium affine* agg. zu finden. Hier gehört das Vorkommen des Kantigen Lauches (*Allium angulosum*), das auf wechselnde Feuchtigkeitsverhältnisse und eine ausreichende Nährstoffversorgung hindeutet, zu den Besonderheiten.

4.2 Flechtenreiche Silbergras-Rasen

Die auf den ersten Blick als artenarm erscheinenden Silbergras-Rasen zeichnen sich auf den Elbtaldünen bei Klein Schmölen durch eine hohe Kryptogamen-Diversität aus. So gibt es im Übergangsbereich von der offenen Düne zum Waldrand eine kleinräumige Kryptogamen-Zonierung entlang eines Mikroklimagradienten. Transekt-Untersuchungen zeigten, dass auf einer Länge von 16 m von der offenen Düne in Richtung Kiefernwald der relative Lichtgenuss von 80 % auf 22 % zurückgeht (FISCHER 2003). Auch die Bodenbedingungen wechseln kleinräumig; so nimmt beispielsweise der pH(H_20)-Wert von 5,1 auf 3,6 ab sowie der organische Kohlenstoffgehalt von 0,3 % auf 1,9 % und das C/N-Verhältnis von 11 auf 18 zu. Auf einer Transektstrecke von 16 m Länge (und 1 m Breite) treten 24 Kryptogamenarten, darunter 13 verschiedene *Cladonia*-Arten, in einer charakteristischen Abfolge auf. In dieser Kryptogamen-Zonierung finden sich zudem zahlreiche Rote Liste-Arten wie zum Beispiel *Cladonia zopfii* und die Krustenflechte *Stereocaulon condensatum*, die bundesweit stark gefährdet und in Mecklenburg-Vorpommern vom Aussterben bedroht ist (BFN 1996).

Das Spergulo-Corynephoretum, das sich an der Mittelelbe nach FISCHER (2003) in das Spergulo-Corynephoretum typicum, das S.-C. cladonietosum und das S.-C. jasionetosum gliedern lässt, ist auf den Elbtaldünen mit allen drei Subassoziationen sowie mit allen unterschiedenen Varianten und Subvarianten vertreten. Darüber hinaus handelt es sich bei den Silbergras-Rasen der Elbtaldünen aus Sicht der FFH-Richtlinie ebenfalls um ein Gebiet von EU-weiter Bedeutung, denn neben Flechtenarten des Anhangs V (*Cladonia arbuscula* s. l., *Cladonia ciliata* und *Cladonia portentosa*) tritt hier die prioritäre Anhang-II-Art *Jurinea cyanoides* auf (vgl. SSYMANK & al. 1998). Dieser *Jurinea cyanoides*–Wuchsort befindet sich am nordwestlichen Gesamtarealrand der Art und stellt das einzige Vorkommen Mecklenburg-Vorpommerns dar (vgl. KALLEN & FISCHER 1997). Die Silbergras-Rasen gehören zum FFH-Lebensraumtyp „Offene Grasflächen mit *Corynephorus* und *Agrostis* auf Binnendünen“ (Code: 2330). Daneben kommt auf den Elbtaldünen bei Klein Schmölen der prioritäre Lebensraumtyp „Subkontinentale Blauschillergrasrasen (Koelerion glaucae)“ (Code: 6120*) vor (DANKELMANN & al. 2002).

5 Gefährdung und Pflegemaßnahmen

Aktuell sind die Sandtrockenrasen der Elbtaldünen bei Klein Schmölen durch Sukzessionsprozesse, insbesondere Gehölz-Aufkommen und Vergrasung, gefährdet bzw. bereits beeinträchtigt. So hat auf der Luvseite der Dünen eine Verjüngung der Wald-Kiefer durch Anflug aus dem leeseitigen Kiefernforst stattgefunden. Die Vergrasung wird in erster Linie durch das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*) und den Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) verursacht. Beide Arten haben sich nach 1994 durch die Nutzungsaufgabe ausgebreitet.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

In neuerer Zeit werden deshalb im Gebiet der Elbtaldünen Pflegemaßnahmen durchgeführt, die bereits erste Erfolge gezeigt haben. Seit 2002 findet im Ostteil jährlich eine landwirtschaftliche Mahd im Rahmen des Förderprogrammes „naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung“ sowie im Oberhang-Bereich eine sporadische gezielte Entfernung einzelner Wald-Kiefern statt. Im Jahr 2003 erfolgte als Pflegemaßnahme erstmals wieder eine Schafbeweidung (v. a. Heidschnucken, wenige Merinos) des Dünenfuß-Bereiches, bei der zweimal im Jahr (Juli und Herbst) für sehr kurze Zeit etwa 500 Tiere auf den einzelnen Parzellen standen. Diese Pflegemaßnahmen wurde 2004 fortgeführt. Trotz der bereits durchgeführten Maßnahmen besteht, u. a. wegen der starken Ausbreitung von *Calamagrostis epigejos*, ein weiterer dringender Handlungsbedarf. Deshalb sollten die Pflegemaßnahmen und insbesondere die Beweidung fortgesetzt und sogar stellenweise noch verstärkt werden.

Danksagung

Herrn Sven Dreyer (Hamburg) danke ich für die Anfertigung der Zeichnung.

Literatur

BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. (2001) [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Tabellenband. – 341 S., Weissdorn, Jena.

BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. (2004) [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung –Textband. – 606S., Weissdorn, Jena.

BFN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1996) [Hrsg.]: Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 28: 739 S., Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

BOER, W. M. DE (1994): Zum Alter der Dünen im mittleren Baruther Urstromtal – Ergebnisse der Thermolumineszenz- und Radiokarbondatierung. – Biol. Stud. Luckau 23: 4–9, Luckau.

DANKELMANN, M., FISCHER, P., BRAND, J., SCHMIDT, M. (2002): Lebensraumtypen und Management im NSG und FFH-Gebiet „Elbtaldünen bei Klein Schmölen“ – Karten, Tabellen und Fotodokumentation. – Unveröff. Gutachten im Auftrag des StAUN Schwerin.

FISCHER, P. (1996): Vegetation und Flora der Sandtrockenrasen von Binnendünen zwischen Dömitz und Boizenburg (Naturpark Elbetal). – 163 S., Diplomarb. Systematisch-Geobotanisches Institut, Univ. Göttingen, Göttingen.

FISCHER, P. (1998): Sandtrockenrasen von Binnendünen in der Unteren Mittelelbe-Niederung zwischen Dömitz und Boizenburg. – Tuexenia 18: 119–151, Göttingen.

FISCHER, P. (2002): Historische Nutzung der Trockenrasen im Gebiet des Biosphärenreservates „Flusslandschaft Elbe“. – Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. 41: 65–95, Halle.

FISCHER, P. (2003): Trockenrasen des Biosphärenreservates „Flußlandschaft Elbe“. Vegetation, Ökologie und Naturschutz. – Arch. Naturwiss. Diss. 15: 286 S., Galunder, Nümbrecht.

GILLANDT, L., GRIMMEL, E., MARTENS, J. M. (1983): Naturräumliche Gliederung des Kreises Lüchow-Dannenberg aus biologischer Sicht. – Abh. Naturwiss. Ver. Hamb. N. F. 25: 133–150, Hamburg.

HÜLS, W. (1996): Vom Darzing zur Gemeinde Amt Neuhaus. – Weiße Reihe 9: 95 S., Lüneburg.

HURTIG, T. (1957): Physische Geographie von Mecklenburg. – 252 S, Deutscher Verl. der Wissenschaften, Berlin.

JÄGER, E. J., WERNER, K. (2002) [Hrsg.]: Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Bd. 4. Kritischer Band. – 9. Aufl., 948 S, Spektrum Akademischer Verl., Heidelberg [u. a.].

KALLEN, H. W., FISCHER, P. (1997): Rückblick auf die Verbreitung der Silberscharte – *Jurinea cyanoides* – in Norddeutschland. – Bot. Rundbrief Mecklenb.-Vorpom. 30: 89–92, Waren.

KRAMBEER, R. (1962): Flora des Kreises Ludwigslust. – Pädagog. Rundbrief 2(5/6): 1–111, Ludwigslust.

LIEDTKE, H., MARCINEK, J. (1995): Physische Geographie Deutschlands. – 2. Aufl., 559 S, Perthes, Gotha.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

MEIBEYER, W. (1980): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 58 Lüneburg. Geographische Landesaufnahme 1: 200 000. – 43 S., Selbstverl., Bonn.

METEOROLOGISCHER UND HYDROLOGISCHER DIENST DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK (1953) [Hrsg.]: Klima-Atlas für das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. – 19 S., Berlin.

MEYER, H., MIEHLICH, G. (1983): Einfluß periodischer Hochwässer auf Genese, Verbreitung und Standortseigenschaften der Böden in de Pevestorfer Elbaue (Kreis Lüchow-Dannenberg). – Abh. Naturwiss. Ver. Hamb. N. F. 25: 41–73, Hamburg.

MÜLLER, R. & HANSTEIN, U. (1998) Flugsande, Binnendünen und der Strandhafer (*Ammophila arenaria* (L.) LK.) in der Lüneburger Heide. – Jahrb. Naturwiss. Ver. Fürstentum Lüneburg 41: 161–184, Lüneburg.

NEUSCHULZ, F., PLINZ, W., WILKENS, H. (1994): Elbtalaue. Landschaft am großen Strom. – 151 S., Resch, Überlingen.

SCHUBERT, R. (2001): Prodromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. – Mitt. Florist. Kartierung Sachsen-Anhalt Sonderh. 2: 688 S., Bot. Ver. Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).

SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000 – BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). – Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 53: 560 S., Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

ZACHARIAS, D., GARVE, E. (1996): Verbreitung und Häufigkeit von Stromtalpflanzen im ehemaligen Amt Neuhaus (Mittelelbe, Lkr. Lüneburg). – Braunschw. Geobot. Arb. 4: 35–58, Braunschweig.

ZÜHLSDORFF, W. (1970) Flurnamenatlas des südlichen Südwestmecklenburg. Teil I Text. – 630 S., Akademie Verl., Berlin.

Manuskript eingegangen am 14. 10. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschrift der Verfasserin:

Petra Fischer, Abt. Vegetationsanalyse und Phytodiversität, Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, Wilhelm-Weber-Str. 2, D-37073 Göttingen,
e-mail: pfische2@gwdg.de

Förderung von Magerrasen durch das Kooperationsprogramm Biotoppflege in Niedersachsen

– Gisela Wicke, Hildesheim –

1 Einleitung

In Niedersachsen wird die Entwicklung des ländlichen Raumes unter Berücksichtigung einer natur- und umweltgerechten Landnutzung – zu 50 % durch die Europäische Union im Rahmen der Agenda 2000 (Verordnung (EG) Nr. 1257/1999) kofinanziert – durch das Programm „PROLAND Niedersachsen“ gefördert. Neben der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Land- und Forstwirtschaft und Verbesserung der Bedingungen für die Ressourcennutzung besteht ein weiterer Förderschwerpunkt in der nachhaltigen Sicherung und Verbesserung der naturräumlichen Potenziale und der ökologischen Funktionen vor allem für den Umweltschutz. Ziel ist die Erhaltung bedrohter landwirtschaftlich genutzter Kulturlandschaften und der Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft sowie die Sicherung und Entwicklung der biologischen Vielfalt. Haushaltsmittel stehen für "PROLAND Niedersachsen" von 2000–2006 in Höhe von insgesamt 1.168,50 Mio € zur Verfügung, davon für Naturschutzmaßnahmen jedoch nur 61,5 Mio €

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Neben der Zahlung eines Erschwernisausgleichs in Schutzgebieten und dem Ankauf von Naturschutzflächen werden vom Niedersächsischen Umweltministerium im Rahmen des Vertragsnaturschutzes Kooperationsprogramme zur Förderung des Dauer- und Feuchtgrünlandes, der Ackerwildkräuter, der nordischen Gastvögel und der Biotoppflege angeboten. Um die finanziellen Mittel so effizient wie möglich einzusetzen, stehen in den meisten Kooperationsprogrammen Karten mit förderfähigen Gebieten zur Verfügung. Daten zur Erstellung solcher Karten im floristischen und vegetationskundlichen Bereich liegen dem Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) aus dem Pflanzenarten-Erfassungsprogramm (SCHACHERER 2001), dem Vorkommen von Arten der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen (GARVE 1993, 2004) und den Ergebnissen der Biotopkartierung vor.

Nachfolgend wird an Beispielen die Möglichkeiten der Erhaltung und Förderung von Magerrasen in Niedersachsen durch das Kooperationsprogramm Biotoppflege dargestellt.

2 PROLAND macht es möglich – Vorstellung des Kooperationsprogramms Biotoppflege

Für die Förderung von Magerrasen ist das Kooperationsprogramm Biotoppflege geeignet. Es können neben montanen Wiesen, Sand- und Moorheiden auch Magerrasen gefördert werden und zwar Kalk-, Steppen-, Schwermetall-, Borstgras- und Sand-Magerrasen. So werden z. B. im Rahmen des Programms Sand-Magerrasen in der Lüneburger Heide im Verbund mit Sandheide extensiv mit Heidschnucken beweidet (WICKE 2003).

Das Programm dient außerdem zur Erhaltung einiger Lebensraumtypen (LRT) von Anhang I der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der EU (92/43/EWG) wie z. B.

LRT 6130 Schwermetallrasen (Violetea calminariae),

LRT 6210 naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia) [gemeint sind: Festuco-Brometea] (*besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen),

LRT 6230 artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf dem europäischen Festland) auf Silikatböden*,

LRT 6240 subpannonische Steppen-Trockenrasen* und

LRT 6120 trockene, kalkreiche Sandrasen*.

Mit * sind die prioritären LRT gekennzeichnet, deren Erhalt von der EU in besonderem Maße verlangt wird. Der LRT 6120 ist in Niedersachsen nur fragmentarisch an der Mittelelbe vertreten.

Operationelles Ziel im Kooperationsprogramm Biotoppflege ist die Förderung von insgesamt 9.700 ha, die sich auf 1.200 ha Magerrasen, 500 ha montane Wiesen, 6.000 ha Sandheiden und 2.000 ha Moorheiden in Niedersachsen aufteilen. Bisher wurden 5.140 ha der einzelnen Biotoptypen unter Vertrag genommen (Stand Oktober 2004).

In Kooperation mit den Landwirten werden auf freiwilliger Basis fünfjährige Bewirtschaftungsvereinbarungen abgeschlossen. Je nach durchgeführter Maßnahme wird ein Entgelt von 100 bis 1.390 €/ha/Jahr gezahlt. Je nach Biotoptyp, Erhaltungszustand und Lage der Vertragsfläche führen die Landwirte nach fachlichen Vorgaben der Bezirksregierungen eine Beweidung, Mahd, Entbuschung u. a. durch. Die Vertragsabwicklung erfolgt durch die Ämter für Agrarstruktur (ab 2005 Landwirtschaftskammern). Das NLÖ ist fachlich beratend tätig, erstellt die Gebietskulissen und führt eine Evaluierung der Programme durch.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

3 Methodik und Durchführung von Wirkungskontrollen ab 2000 im Kooperationsprogramm Biotoppflege

Zur Erfüllung der EU-Berichtspflichten, zur Optimierung laufender Programme und zur Ausgestaltung zukünftiger Programme mit der Agenda 2007 werden auf den Vertragsflächen Wirkungskontrollen durchgeführt. Grundlage der Bewertung sind die von der EU gestellten "Common Evaluation Questions (CEQ)" mit der Nennung von Kriterien und Indikatoren (Verordnung (EG) Nr. 1260/1999 und 445/2002). Als Wirkungsindikatoren werden von der EU vorgeschlagen:

- Vorkommen und Bestandsentwicklung von Tieren und Pflanzen wie z. B. Ziel- und Zeigerarten.
- Vergleich mit standörtlich ähnlichen Gebieten ohne Beihilfen (Referenzflächen).
- Differenzierung nach charakteristischen, seltenen und gefährdeten Arten und international gefährdeten Arten.

Auf Stichprobenbasis erfolgt die Kartierung von Biotoptypen (VON DRACHENFELS 2004), der Pflanzen- und Tierarten (SCHACHERER 2001, HERRMANN & al. 2001, BEHM-BERKELMANN & al. 2001) und die Anlage von botanischen Dauerbeobachtungsflächen nach den Methoden von LONDO (1975) und Braun-Blanquet (s. DIERSCHKE 1994) auf Vertrags- und Referenzflächen. Das NLÖ sucht repräsentative Gebiete in den niedersächsischen Naturräumen aus und schließt mit Auftragnehmern Werkverträge ab.

4 Erste Ergebnisse der Wirkungskontrollen

Für die EU musste im Jahr 2003 eine Halbzeitbewertung mit der Erstellung eines Berichtes durchgeführt werden (NLÖ 2003). Das NLÖ hat hierfür die Ergebnisse der ersten Kartierungen aus den Jahren 2001 und 2002 zusammengetragen und ausgewertet. Anhand von drei Beispielen sollen die Methoden und erste Ergebnisse der Wirkungskontrollen von 2001–2004 dargestellt werden.

4.1 Sandheiden und -magerrasen im NSG und FFH-Vorschlagsgebiet „Lüneburger Heide"

In der Lüneburger Heide wurden auf fünf Vertrags- und zwei Referenzflächen mit einer Größe von 55 ha bis 187 ha die Auswirkungen der extensiven Bewirtschaftung (vor allem Beweidung) auf die Flora, Vegetation (KAISER 2002) und Fauna untersucht. Neben einer Biotoptypenkartierung wurden die Indikatorarten für Sandheiden und -magerrasen quantitativ und punktgenau erfasst. In den kreisförmig angelegten Dauerbeobachtungsflächen ist die Vegetation in den 25 m² großen Kernflächen mit der Londo-Skala und in den 100 m² großen Ergänzungsflächen nach Braun-Blanquet kartiert worden. Zur Erfassung diverser Strukturparameter wie Vegetationstypen und deren Flächenanteil, Verjüngung von *Calluna vulgaris*, Flächenanteil mit Rohhumusauflagen und das Auftreten von Gehölzen wurden Transekte angelegt.

In den vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen wurden sowohl Sippen der Borstgrasrasen (Nardetalia strictae Preising 1950) als auch der Ginster-Besenheide-Gesellschaften (Calluno-Ulicetalia Br.-Bl. & R. Tx. 1943) kartiert. Eine fast vegetationsfreie Dauerfläche repräsentiert einen Silbergras-Rasen (Corynephoretalia canescentis Klika 1934).

Durch die Beweidung werden Pflanzenarten wie Borstgras (*Nardus stricta*) und Thymian-Arten (*Thymus sepyllum, T. pulegioides*) gefördert, während sich Ginster-Arten (*Genista anglica,*

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

G. pilosa), Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) und die Sand-Birke (*Betula pendula*) auf den nicht beweideten Referenzflächen besser entwickeln. Die Sand-Birke kann sich in Folge des fehlenden Verbisses weiter verbreiten und zur Verbuschung der Flächen mit Besenheide führen. Dies hätte negative Auswirkungen für den Erhalt der Zielbiotoptypen. Durch die Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass mit den Biotoptypen Sandheide und -magerrasen für das Programm die richtigen Vertragsflächen ausgewählt wurden.

4.2 Kalk-Magerrasen in Südniedersachsen

Am Beispiel eines Kalk-Magerrasens als FFH-LRT mit prioritärer Ausbildung (Vorkommen von bemerkenswerten Orchideen) im NSG „Huhnsberg" als Teil des FFH-Vorschlagsgebietes „Buchenwälder und Kalk-Magerrasen zwischen Dransfeld und Hedemünden" im Landkreis Göttingen konnte mit der Fortsetzung der seit 1994 andauernden Untersuchungsreihe auf Dauerbeobachtungsflächen gezeigt werden, dass durch eine extensive Beweidung Orchideen u. a. Kennarten erhalten werden (SCHMIDT & al. 2004). Kartiert werden konnten u. a. *Gentianella germanica, Gymnadenia conopsea, Ophrys insectifera, Orchis purpurea, Orchis tridentata, Platanthera chlorantha, Listera ovata*.

Vegetationskundlich sind die Kalk-Magerrasen (nach SCHMIDT & al. 2004) dem Gentiano-Koelerietum pyramidatae Knapp ex Bornkamm 1960 mit den Charakterarten *Koeleria pyramidata* und *Ononis spinosa* agg. zuzuordnen. Als Trennarten zum mesophilen Grünland treten *Carex flacca, Briza media, Cirsium acaule, Hippocrepis comosa, Galium verum, Viola hirta* und *Linum catharticum* auf.

Die Vertragsflächen werden in unterschiedlichen Anteilen mit Rindern, Kühen, Ponys und Pferden beweidet und/oder unterliegen einer Mahdnutzung. Die Deckung der Streuschicht und des Gehölz-Jungwuchses ist sehr gering, Insgesamt konnte neben Schwankungen der Gefäßpflanzen-Artenzahl bei einigen typischen Kalk-Magerrasenarten wie *Sanguisorba minor, Primula veris* und *Ranunculus bulbosus* eine Zunahme der Deckungsgrade festgestellt werden.

In den beiden nicht beweideten Referenzflächen wurde ein Deckungsgrad der Streuschicht bis zu 75 % kartiert. Eine Strauchschicht aus *Prunus spinosa, Crataegus* spec., *Rosa canina* s. l. ist bis zu einer Höhe von 82 cm vorhanden. Hohe Deckungsgradanteile erreichen u. a. *Bromus erectus, Agrimonia eupatoria* und *Ononis spinosa* agg, die aufgrund ihrer Bedornung als Beweidungszeiger gilt, sich jedoch auch in brachgefallenen Kalk-Magerrasen ausbreiten kann.

Die langjährigen Erfahrungen mit einer extensiven Bewirtschaftung durch eine Beweidung bzw. Mahd zeigen, dass der FFH-LRT Nr. 6210 erhalten werden kann. Auf den nicht bewirtschafteten Referenzflächen treten Brachezeiger vermehrt auf.

4.3 Steppen-Trockenrasen in Südostniedersachsen

Um den nur auf ca. 15 ha in Niedersachsen vorkommenden FFH-LRT 6420 (Subpannonische Steppen-Trockenrasen) zu erhalten, wird im FFH-Vorschlagsgebiet „Heeseberg-Gebiet" im Landkreis Helmstedt eine Beweidung und Mahd durchgeführt. Dabei besteht besondere Verantwortung in der Erhaltung der sechs im Gebiet vorhandenen nach der Roten Liste (GARVE 2004) als „vom Aussterben bedroht" eingestuften Arten *Festuca valesiaca, Stipa capillata, Astragalus danicus, Adonis vernalis, Marrubium vulgare* und *Nonea pullea*. Diese sind z. T. Kennarten für das Festucion valesiacae Klika 1931 (FRITZSCH & al. 1998), dem Verband, dem die Trockenrasen des FFH-LRT 6420 angehören.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Auf Dauerbeobachtungsflächen und Transekten wurden von 1996–1998 und 2004 die Entwicklung der Flora und Vegetation untersucht und Hinweise zum Zustand und zum Pflegemanagement gegeben (FRITZSCH & al. 1998, GROTE 2004). Die Vertragsflächen werden extensiv mit Schafen beweidet, z. T. gemäht und kontrolliert gebrannt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die traditionelle Nutzung durch Beweidung die beste Möglichkeit zur Erhaltung des Steppen-Trockenrasens darstellt. Besonders die Verbuschung ist durch eine Mahd und das kontrollierte Brennen nicht zu verhindern und wird bei Mahd aufgrund von Stockausschläge und Wurzelschösslinge noch gefördert. Durch das kontrollierte Brennen wurde die trockene Streuschicht verbrannt, so dass lichtbedürftige Arten wieder wachsen konnten. Diese Pflegemethode sollte aber nur in Verbindung mit anderen Nutzungen verwendet werden.

5 Fazit und Ausblick

Die ersten Ergebnisse der Evaluation zeigen, dass eine fachlich sinnvolle Auswahl der Gebiete für die Förderung von Magerrasen im Kooperationsprogramm Biotoppflege stattgefunden hat. Eine Ausweitung der Vertragsflächen auf Magerrasen aber auch auf Entwicklungsflächen wäre wünschenswert.

Die Bewirtschaftung sollte vor allem auf die Lebensansprüche charakteristischer Pflanzen wie Kennarten von FFH-LRT abgestimmt werden. Für die Fauna ist eine zeitlich und räumliche Abstimmung der Maßnahmen wie Beweidung, Entbuschen, kontrolliertes Brennen, Plaggen und Mahd für den Erfolg notwendig, da für den Erhalt eine angepasste Strukturvielfalt notwendig ist.

Ein flexibles Management wird durch den Ansatz der „Honorierung ökologischer Leistungen“ vor allem in den Grünland-Biotoptypen in einem Pilotprojekt seit 2004 erprobt. Eine optimale Umsetzung des Programms in administrativer und fachlicher Hinsicht findet durch ein Gebietsmanagement mit Koordinierung der Bewirtschaftung und Beratung der Bewirtschafter statt. Eine Akzeptanzsteigerung ist durch eine Öffentlichkeitsarbeit mit den beteiligten Bewirtschaftern, Behördenvertretern und Interessierten zu erreichen. Ein Zusammenwirken von Vertragsnaturschutz, Grunderwerb von Kernflächen und hoheitlichem Naturschutz ist für die Erhaltung von Magerrasen vorteilhaft.

Literatur

BEHM-BERKELMANN, K., SÜDBECK, P., WENDT, D. (2001): Das Niedersächsische Vogelarten-Erfassungsprogramm. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 21, Suppl. Vögel: 1–20, Hildesheim.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – 683 S., Ulmer, Stuttgart.

DRACHENFELS, O. VON (2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach § 28a und § 28b NNatG geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2004. – Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsachsen 1/4: 1–240, Hildesheim.

FRITZSCH, K., EVERS, C. (1998): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen im NSG Heeseberg mit Hinweisen zum aktuellen Zustand und zum Pflegemanagement. – 34 S., unveröff. Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Braunschweig, Braunschweig.

GARVE, E. (1993): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen, 4. Fassung vom 1.1.1993. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 13: 1–37, Hannover.

GARVE, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen – 5. Fassung, Stand 1. 3. 2004. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 24: 1–76, Hildesheim.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

GROTE, S. (2004): Wirkungskontrollen zum PROLAND Kooperationsprogramm Biotoppflege im FFH-Vorschlagsgebiet Nr. 111 „Heeseberg-Gebiet". – 22 S., unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des NLÖ, Braunschweig.

HERRMANN, T., ALTMÜLLER, R., GREIN, G., PODLOUCKY, R., POTT-DÖRFER, B. (2001): Das Niedersächsische Tierarten-Erfassungsprogramm. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 21, Suppl. Tiere: 1–44, Hildesheim.

KAISER, T. (2002): Monitoringuntersuchungen im Naturschutzgebiet „Lüneburger Heide" – Einrichtung der Flächen und Erstaufnahme. – 159 S., unveröff. Gutachten im Auftrag des NLÖ, Beedenbostel.

LONDO, G. (1975): De decimale schaar foor vegetatiekundlige opnamen van permanente kwadraten. – Gorteria 7: 101–106. Den Haag.

NLÖ – NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (2003) [Hrsg.]: Wirkungskontrollen der PROLAND-Naturschutzmaßnahmen Zwischenbewertung 2003. – 129 S., unveröff. Gutachten im Auftrag des Niedersächsichen Umweltministeriums, Hildesheim.

SCHACHERER, A. (2001): Das Niedersächsische Pflanzenarten-Erfassungsprogramm. - Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 21, Suppl. Pflanzen: 1–20, Hildesheim.

SCHMIDT, M., FISCHER, P., BECKER, C. (2004): Anlage von Dauerbeobachtungsflächen auf Vertrags- und Referenzflächen des Kooperationsprogramms Biotoppflege im FFH-Vorschlagsgebiet Nr. 170 (Huhnsberg bei Scheden, Ldkrs. Göttingen). – 21 S., unveröff. Gutachten im Auftrag des NLÖ, Göttingen [u. a.].

WICKE, G. (2003): Blühende Heiden – PROLAND macht es möglich. Durchführung und Evaluierung des Kooperationsprogramms Biotoppflege im NSG Lüneburger Heide. – Mitt. NNA 2003: 36–37, Schneverdingen.

Manuskript eingegangen am 20. 10. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschrift des Verfasserin:

Gisela Wicke, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, An der Scharlake 39, D-31135 Hildesheim, *e-mail:* gisela.wicke@nloe.niedersachsen.de

Phytodiversität in Felstrockenrasen auf Vulkaniten in Südbaden

– Joachim-Wolfgang Bammert, Gottenheim –

1 Einleitung

In den beiden tertiären Vulkangebieten Südbadens, Kaiserstuhl und Hegau, siedelt auf unterschiedlichen Vulkaniten ohne nennenswerte Bodenakkumulation eine Reihe trockener Felsrasen mit Gesamtdeckungen von etwa 10 % bis 75 %. Besonders hebt sich eine Gruppe von Beständen hervor, in der Arten der Kalktrockenrasen (Brometalia erecti Br.-Bl. 1936) und der Sand- bzw. Felsgrus-Gesellschaften (Sedo-Scleranthetalia Br.-Bl. 1955, Benennung jeweils nach OBERDORFER 1978) sich etwa gleichgewichtig verbinden. Auffallend ist das breit gestreute Vorkommen von *Allium senescens* ssp. *montanum*, das den Anlass gab, das in der Literatur verfügbare ältere Material mit eigenen Aufnahmen aus neuester Zeit zusammenzustellen. In einer synoptischen Tabelle soll die vorhandene Diversität innerhalb und zwischen den Beständen vorgestellt werden (Tab. 1). Der Autor enthält sich bewusst jeder Äußerung zur Synsystematik. Diese ist erst im überregionalen Kontext zu klären. Dem soll nicht vorgegriffen werden.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

2 Material und Methode

Die aus der Literatur entnommenen Aufnahmen sind alle über 30 Jahre alt und entstammen MÜLLER (1966) und KORNECK (1975). Die Vegetationsaufnahmen sind zu „lokalen Bereichen" zusammengefasst, die sich mit einer etwas heterogeneren Ausnahme durch nah benachbarte Lage auf dem gleichen Berg, gleiches geologisches Substrat, sehr ähnliches Mikroklima und nicht allzu behinderten Diasporenaustausch innerhalb des jeweiligen lokalen Bereichs auszeichnen. Die dafür im Tabellenkopf verwendeten Signaturen bedeuten dabei (die Jahreszahlen beziehen sich auf den Zeitraum der Aufnahmen, nicht auf die Publikation):

K = Kirchberg Niederrotweil/Kaiserstuhl (MTB 7911/2, 230–270 m ü. NN), Phonolith, 5 Aufnahmen von Bammert 2004.

A = Achkarrer Schneckenberg/Kaiserstuhl (MTB 7911/2, 330–350 m ü. NN), Leucit-Tephrit, 6 Aufnahmen von Korneck 1964–1973 (A1) und 10 Aufnahmen von Bammert 2004 (A2).

T=Hohentwiel/Hegau (MTB 8218/2, 520–680 m ü. NN), Phonolith, 7 Aufnahmen von T. Müller 1964–1966.

M = Mägdeberg/Hegau (MTB 8118/4, 620–660 m ü. NN), Phonolith, 2 Aufnahmen von T. Müller 1964 und 4 Aufnahmen von Bammert 2003–2004.

H = Zusammenfassung diverser Lokalitäten im Hegau: Hohenkrähen (MTB 8218/2, 540–640 m ü. NN), Phonolith, 2 Aufnahmen von T. Müller 1964; Rosenegg (MTB 8218/4, 550 m ü. NN), Deckentuff, 1 Aufnahme von T. Müller 1964; Offerenbühl (MTB 8118/4, 600 m ü. NN), Deckentuff, 1 Aufnahme von T. Müller 1964 und 1 Aufnahme von Bammert 2004.

W = Wartenberg/Hegaurand (MTB 8017/4, 810–820 m ü. NN), Ankaratrit, 2 Aufnahmen von Bammert 2004 (W1, W2). S = Hohenstoffeln/Hegau (MTB 8218/2, 700–800 m ü. NN), Ankaratrit, 5 Aufnahmen von Bammert 2004.

Die Arten wurden zu geographischen Gruppen geordnet, die ihre Bedeutung nur im Rahmen dieses engen Ausschnitts „Vulkanit-Felsrasen" haben (Gr. 1–12). Da nicht in allen Aufnahmen auch die Moose und Flechten bearbeitet worden waren, wurden diese als 13. Gruppe ans Ende der Tabelle gestellt und dort die absolute Zahl der Aufnahmen, in denen eine Art präsent war, angegeben. Diese ist auf die in der Zwischenkopfleiste stehende Aufnahmezahl zu beziehen. Die Nomenklatur der Moose richtet sich nach FRAHM & FREY (2004), die der Flechten nach WIRTH (1995) und die der Gefäßpflanzen nach WIßKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

3 Ergebnisse

Insgesamt treten 154 Arten in der Tabelle auf. Die mittlere Artenzahl pro Aufnahme ist etwa 23, die mittlere Aufnahmefläche 9 m². Zwei Bereiche blieben dabei außerhalb der Betrachtung, da die betreffende Vegetation reich belegt, wohlbekannt und synsystematisch kaum problematisch ist: die Trespen-Trockenrasen auf Karbonatitfels im Kaiserstuhl und die *Sedum*-Therophyten-Fluren auf Phonolith im Hegau und auf Karbonatit im Kaiserstuhl. Würde man diese ebenfalls einbeziehen, dann ergäben sich mindestens noch 50 weitere Arten, sodass mehr als 200 Arten am Gesamtkomplex „Felstrockenrasen auf Vulkaniten in Südbaden" beteiligt sind. In den 12 geographischen Artengruppen seien nur einige chorologisch relevante oder systematisch kritische Punkte hervorgehoben: Gruppe 1 und 2 umfassen typische Arten allgemeiner und engerer Präsenz, die zweite wird von *Allium senescens* ssp. *montanum* angeführt. Aus dem Aggregat *Festuca ovina* gibt die ältere Literatur meist *F. heteropachys* an, aber laut LANGE (1998) haben sich

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

alle überprüften Belege als *F. guestfalica* herausgestellt. *Arenaria serpyllifolia* agg. wird meist als *A. leptoclados* angegeben, aber für den Hegau ist diese laut SEYBOLD (1990) überhaupt nicht und für den Kaiserstuhl nur sehr spärlich belegt. Die 2004 gesehenen frischen Proben stehen *A. serpyllifolia* s. str. näher als *A. leptoclados*. In Gruppe 4 sind vor allem *Erysimum crepidifolium*, *Melica transsilvanica* und *Potentilla inclinata* hegautypisch, sie sind oder waren außerdem in der Schwäbischen Alb vertreten. Gruppe 5 bringt überraschend wenig Kaiserstuhlspezifisches. Die auch anderswo fortschreitende Verbuschung wird hier von *Ulmus minor* eingeleitet. Gruppe 6 erweist durch die Kombination *Melica ciliata*, *Epilobium dodonaei* und *Scrophularia canina* den Schneckenberg als ein Refugium ehemaliger Kiesbankbesiedler der Rheinaue und als Analogon zu jurassischen und burgundischen Kalkfelsklippen. *Minuartia hybrida* ist wegen ihrer Seltenheit bemerkenswert. In Gruppe 7 lassen mehrere Arten auf starke Veränderung (Eutrophierung?) von 1975 bis heute schließen. Gruppe 8 zeigt unter anderem die dealpinen Einflüsse am Hohentwiel, bemerkenswert vor allem *Dianthus gratianopolitanus*, der sonst noch auf Kalkfelsen der Schwäbischen Alb und der Wutach sowie auf Molassesandstein im Überlinger Steiluferland vorkommt. Schließlich ist unter den Arten der 12. und größten Gruppe, die als sporadisch angesehen werden, wenigstens eine der Aufmerksamkeit wert: *Artemisia pontica*, die am Mägdeberg aus den angrenzenden Säumen in die Felstrockenrasen hineinstreut, ist in Baden-Württemberg nur von dieser einen Stelle bekannt. Von allen genannten Arten können mindestens 30 als regional selten oder von starkem Rückgang bedroht gelten.

Tab.1: Felsrasen auf Vulkaniten im Kaiserstuhl und Hegau. A2 und T ohne, M und H nur zum Teil mit Aufnahme von Moosen und Flechten.

Lokaler Bereich		**K**	**A1**	**A2**	**T**	**M**	**H**	**W1**	**W2**	**S**
Exposition		SE	S	S	S–SW			SW	SW	N
Anzahl der Aufnahmen		5	6	10	7	6	5	1	1	5
Mittlere Probefläche [m²]		5	3	5	10	20	8	5	10	10
Mittlere Artenzahl pro Aufnahme (Gefäßpflanzen)		17	16	17	20	18	12	26	17	14
Mittlere Artenzahl pro Aufnahme (Moose und Flechten)		2	11			5	7	4	6	4
Gr.	**Artenliste**									
1	Sedum album	V	V	V	V	V	V	.	.	V
	Festuca ovina agg.	I	I	I	V	V	V	1	3	IV
	Echium vulgare	IV	.	.	II	IV	II	.	.	IV
	Petrorhagia prolifera	II	I	.	.	IV	.	.	.	.
	Bromus erectus	II	.	III	.	.	II	3	3	V
	Euphorbia cyparissias	II	.	I	II	V	III	1	2b	.
	Hypericum perforatum	IV	I	II	.	III	.	1	1	II
	Hieracium pilosella	I	.	.	IV	II	II	.	.	III
	Medicago minima	.	I	.	I	V	.	.	.	II
2	Allium senescens ssp. montanum	.	V	II	III	V	I	2a	3	.
	Potentilla tabernaemontani	.	I	I	V	V	I	1	2b	.
	Stachys recta	.	I	I	IV	V	IV	+	2a	.
	Acinos arvensis	.	II	I	V	V	V	.	.	.
	Arenaria serpyllifolia agg.	.	V	.	III	V	I	1	.	.
	Poa angustifolia	.	.	IV	.	II	I	1	.	.
	Sedum acre	.	V	II	.	.	II	.	.	.
3	Trifolium arvense	.	IV	V	IV	I	.	.	.	.
	Potentilla argentea	.	II	III	I	II	.	.	.	.
	Sedum rupestre	.	V	V	II	.	.	.	.	.
	Phleum phleoides	.	.	III	V	.	.	.	.	.
	Chamaespartium sagittale	.	I	.	V	.	.	.	.	.
	Ajuga genevensis	.	I	III	I	.	.	.	.	.
4	Erysimum crepidifolium	.	.	.	II	V	V	.	.	.
	Melica transsilvanica	.	.	.	I	IV	II	.	.	.
	Potentilla inclinata	.	.	.	III	III	I	.	.	.
	Veronica teucrium	.	.	.	.	II	I	1	2b	.
	Lactuca perennis	.	.	.	III	.	II	.	.	.
	Pulsatilla vulgaris	.	.	.	III	I	I	.	.	.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Lokaler Bereich		K	A1	A2	T	M	H	W1	W2	S
	Polygonatum odoratum	.	.	.	IV	.	I	.	.	.
5	Cerastium pumilum	I	I	.	.	.	.	.	.	.
	Ulmus minor (juv.)	II	.	II	.	.	.	.	.	.
6	Melica ciliata	V	.	.	.	.	.	.	.	.
	Epilobium dodonaei	V	.	.	.	.	.	.	.	.
	Scrophularia canina	IV	.	.	.	.	.	.	.	.
	Chaenorrhinum minus	III	.	.	.	.	.	.	.	.
	Diplotaxis muralis	II	.	.	.	.	.	.	.	.
	Achillea nobilis	II	.	.	.	.	.	.	.	.
	Minuartia hybrida	I	.	.	.	.	.	.	.	.
	Setaria viridis	IV	.	.	.	.	.	.	.	.
	Poa compressa	IV	.	.	.	.	.	.	.	.
	Tragopogon dubius	I	.	.	.	.	.	.	.	.
	Geranium rotundifolium	I	.	.	.	.	.	.	.	.
7	Potentilla incana	.	V	IV	.	.	.	.	.	.
	Scleranthus perennis	.	V	II	.	.	.	.	.	.
	Sedum sexangulare	.	II	III	.	.	.	.	.	.
	Myosotis ramosissima	.	V	.	.	.	.	.	.	.
	Erophila verna ssp. praecox	.	V	.	.	.	.	.	.	.
	Veronica verna	.	V	.	.	.	.	.	.	.
	Veronica dillenii	.	II	.	.	.	.	.	.	.
	Poa bulbosa	.	II	.	.	.	.	.	.	.
	Taraxacum sect. Erythrosperma	.	I	.	.	.	.	.	.	.
	Pseudolysimachion spicatum	.	I	.	.	.	.	.	.	.
	Centaurea stoebe	.	.	I	.	.	.	.	.	.
8	Alyssum montanum	.	.	.	V	.	.	.	.	.
	Aster linosyris	.	.	.	V	.	.	.	.	.
	Sempervivum tectorum	.	.	.	V	.	.	.	.	.
	Dianthus gratianopolitanus	.	.	.	IV	.	.	.	.	.
	Leucanthemum adustum	.	.	.	III	.	.	.	.	.
	Anthericum ramosum	.	.	.	III	.	.	.	.	.
9	Galium glaucum	.	.	.	.	.	I	.	.	.
	Hippocrepis comosa	.	.	.	.	.	I	.	.	.
	Salvia pratensis	.	.	.	.	.	I	.	.	.
	Vicia angustifolia	.	.	.	.	I	.	.	.	.
	Vincetoxicum hirundinaria	.	.	.	.	I	.	.	.	.
10	Dianthus carthusianorum	.	.	.	.	.	I	2a	2b	.
	Medicago falcata	.	.	.	.	.	.	1	+	.
	Campanula rotundifolia	.	.	.	.	.	.	1	1	.
	Ribes alpinum	.	.	.	.	.	.	+	.	.
11	Hieracium sabaudum	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
	Hieracium caespitosum	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
	Senecio jacobaea	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
	Hieracium murorum	.	.	.	.	.	.	.	.	III
	Erigeron acris	.	.	.	.	.	.	.	.	II
	Carlina vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	II
12	Thymus pulegioides	I	II	.	I	.	I	+	2a	.
	Teucrium chamaedrys	.	I	I	III	.	II	.	.	.
	Sanguisorba minor ssp. minor	III	.	.	.	II	I	+	.	.
	Origanum vulgare	III	.	I	.	.	.	+	1	II
	Medicago lupulina	I	.	.	.	.	I	+	.	.
	Galium album ssp.album	.	.	I	.	II	.	+	+	.
	Allium oleraceum	.	.	I	III	.	.	+	.	.
	Valerianella locusta	.	.	.	I	I	I	.	.	.
	Silene nutans	.	.	.	I	.	I	.	.	III
	Melilotus albus	II	.	.	.	.	I	.	.	II
	Veronica arvensis	.	V	.	.	I	.	.	.	.
	Thlaspi perfoliatum	.	I	.	.	.	.	2m	.	.
	Alyssum alyssoides	.	I	.	.	I	.	.	.	.
	Helianthemum nummularium ssp. obscurum	.	.	II	.	.	II	.	.	.
	Potentilla heptaphylla	.	.	I	.	.	I	.	.	.
	Geranium sanguineum	.	.	.	II	II	.	.	.	.
	Dactylis glomerata	I	.	I	.	.	.	.	.	.
	Daucus carota	III	.	.	.	.	.	.	.	I

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Lokaler Bereich		K	A1	A2	T	M	H	W1	W2	S
	Geranium robertianum	III	.	.	.	.	.	.	.	II
	Inula conyza	I	.	.	.	.	.	.	.	II
	Artemisia vulgaris	I	.	.	.	.	.	.	.	I
	Plantago lanceolata	II	.	.	.	.	.	.	+	.
	Achillea millefolium	.	.	I	.	.	.	.	.	I
	Asplenium ruta-muraria	.	.	.	.	.	.	+	.	III
	Lotus corniculatus	.	.	.	.	.	.	.	1	I
	Conyza canadensis	III	.	.	.	.	.	.	.	.
	Bromus tectorum	I	.	.	.	.	.	.	.	.
	Linaria vulgaris	I	.	.	.	.	.	.	.	.
	Teucrium scorodonia	I	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sonchus asper	I	.	.	.	.	.	.	.	.
	Erigeron annuus	I	.	.	.	.	.	.	.	.
	Eryngium campestre	.	I	.	.	.	.	.	.	.
	Viola arvensis	.	I	.	.	.	.	.	.	.
	Brachypodium pinnatum	.	.	I	.	.	.	.	.	.
	Galium verum	.	.	I	.	.	.	.	.	.
	Clinopodium vulgare	.	.	I	.	.	.	.	.	.
	Calamintha menthifolia	.	.	I	.	.	.	.	.	.
	Vicia hirsuta	.	.	.	.	III	.	.	.	.
	Papaver dubium	.	.	.	.	I	.	.	.	.
	Silene latifolia ssp.alba	.	.	.	.	I	.	.	.	.
	Artemisia pontica	.	.	.	.	I	.	.	.	.
	Bupleurum falcatum	.	.	.	.	.	.	+	.	.
	Verbascum lychnitis	.	.	.	.	.	.	+	.	.
	Geranium pyrenaicum	.	.	.	.	.	.	+	.	.
	Ribes uva-crispa	.	.	.	.	.	.	r	.	.
	Plantago media	.	.	.	.	.	.	.	+	.
	Tanacetum vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	II
	Mycelis muralis	.	.	.	.	.	.	.	.	I
	Senecio viscosus	.	.	.	.	.	.	.	.	I
13	**Moose und Flechten**									
	Zahl der Aufnahmen, in denen sie bearbeitet wurden:	**5**	**6**	**0**	**0**	**4**	**1**	**1**	**1**	**5**
	Abietinella abietina	.	4	.	.	1	1	.	1	3
	Rhytidium rugosum	.	5	.	.	.	1	.	1	.
	Homalothecium sericeum	.	.	.	.	4	.	1	1	4
	Hypnum cupressiforme var. lacunosum	.	2	.	.	.	.	1	.	1
	Ceratodon purpureus	.	3	.	.	.	1	.	1	.
	Tortula ruralis	.	6	.	.	.	1	1	1	.
	Bryum argenteum	.	4	.	.	3	.	1	.	.
	Tortula crinita	1	.	.	.	4	.	.	.	.
	Homalothecium lutescens	2	.	.	.	.	1	.	.	.
	Brachythecium salebrosum	2	.	.	.	.	1	.	.	.
	Tortella inclinata	4	.	.	.	.	.	.	.	2
	Hedwigia ciliata var. leucophaea	.	4	.	.	1	.	.	.	.
	Peltigera rufescens	.	3	.	.	.	.	.	1	.
	Racomitrium elongatum	.	6	.	.	.	.	.	.	1
	Plagiomnium affine s. str.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
	Grimmia laevigata	.	5	.	.	.	.	.	.	.
	Grimmia pulvinata	.	4	.	.	.	.	.	.	.
	Mannia fragrans	.	2	.	.	.	.	.	.	.
	Polytrichum juniperinum	.	1	.	.	.	.	.	.	.
	Pleurochaete squarrosa	.	1	.	.	.	.	.	.	.
	Cladonia pyxidata	.	6	.	.	.	.	.	.	.
	Cladonia foliacea	.	5	.	.	.	.	.	.	.
	Cladonia furcata	.	3	.	.	.	.	.	.	.
	Parmelia conspersa	.	5	.	.	.	.	.	.	.
	Barbula rigidula	.	.	.	.	3	.	.	.	.
	Pottia lanceolata	.	.	.	.	2	.	.	.	.
	Peltigera praetextata	.	.	.	.	1	.	.	.	.
	Tortula muralis	.	.	.	.	.	1	.	.	.
	Dicranum fulvum	.	.	.	.	.	.	.	.	5
	Brachythecium glareosum	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	Scleropodium purum	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	Tortula subulata	.	.	.	.	.	.	.	.	1

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

4 Diskussion

Der Vergleich der Bestände hinsichtlich ihrer Diversität beschränkt sich im Folgenden auf die Gefäßpflanzen, da Moose und Flechten in zu uneinheitlicher Weise berückschtigt wurden.
Die mittleren Artenzahlen der Aufnahmen in Tab. 1 bewegen sich vorwiegend zwischen 16 (auf 3 m²) und 20 (auf 10 m²). Daraus lässt sich noch nicht auf verschiedene Artendichten schließen, aber drei Fälle weichen von diesem Niveau ab: Für geringere Artendichte sprechen die 14 Arten auf 10 m² (S) und die 12 auf 8 m² (H), für eine erheblich größere die 26 Arten auf 5 m² der Aufnahme W1. Für diese Unterschiede gibt es keine unmittelbare Erklärung. Es handelt sich um die Extreme unter vielen Beständen, deren jeder individuelle Züge trägt. Es gibt anscheinend unmotivierte Unterschiede, dafür nur zwei Beispiele: *Medicago minima* besiedelt die Felsen am Hohentwiel und Mägdeberg. Warum fehlt sie auf dem des Offerenbühl, obwohl sie dicht darüber in Trockenrasen auf akkumuliertem Boden in Massen vorkommt? Und warum fehlt das sonst so verbreitete *Sedum album* ausgerechnet am Wartenberg?
Betrachtet man trotz unterschiedlicher Aufnahmezahlen und -flächen zwischen je zwei lokalen Bereichen den Anteil der gemeinsamen Arten am vereinigten Artenbetand als Ähnlichkeitskriterium, so ähneln sich T, H und M stark. Darin spiegelt sich auch ihre große räumliche Nähe. Ein etwas verringertes Ähnlichkeitsniveau erreicht der ganze Komplex A, T, M, H und W. Es sind genau die Bereiche, in denen der Berg-Lauch (*Allium senescens* ssp. *montanum*) vorkommt und überhaupt die Artengruppe 2. Dagegen setzen sich K und S als deutlich andersartig ab. Der Grund dürfte sein, dass dort die Standorte nicht nach S–SW exponiert sind und aus geologischen Gründen mit nachhaltigerer Bergfeuchte versorgt werden.
Die Vulkanite, die das Standortsubstrat bilden, sind durchweg basisch bis ultrabasisch, der pH-Wert der Verwitterungskurste kann aber auf kurze Distanz erheblich schwanken. Am realtiv basenärmsten sind die Phonolithe. Dennoch kennzeichnen die Säurezeiger der Artengruppe 3 nicht genau die Phonollith-Bereiche, sondern sie fehlen am Kirchberg und am Hohenkrähen. Dies ist kaum zu erklären; hingegen versteht man ihr Fehlen auf dem reichlich Kalkeinschlüsse enthaltenden Deckentuff. Dafür stehen sie am Schenckenberg auf dem sonst basischen Tephrit, weil dieser hier lokal basenärmer ausgebildet ist.
Zum Vergleich mit denjenigen Vulkanit-Felsrasen, die *Allium senescens* ssp. *montanum* enthalten, drängen sich andere Pflanzengesellschaften der Nachbarschaft auf, in denen diese Art ebenfalls vorkommt. Es sind dies einige Felsrasen auf Malmkalken der Schwäbischen Alb und die Bestände des Diantho-Festucetum pallentis Gauckler 1938 (s. KORNECK 1978) auf Sandsteinfelsen der Oberen Meeresmolasse am Bodensee. Dort ist diese Art mit *Dianthus gratianopolitanus* vergesellschaftet und im Gegensatzu zu dieser Nelke betont ausbreitungsfreudig als Rohbodenpionier (BAMMERT 1985). Das macht auch verständlich, dass sie auf den Vulkanti-Felsrasen eine dynamische Rolle spielt und sogar auf Sekundärstandorte der Burgruinen übergreift. In den Beständen der gleichen Gesellschaft im Wutachgebiet kommt der Berg-Lauch nicht vor. WITSCHEL (1980) gibt dafür im Mittel etwa 10 Arten auf 10 m² an. Die Pfingst-Nelke wiederum hat noch Reliktstandorte am Hohentwiel (s. Tab. 1), aber fehlt allen anderen Vulkanit-Felsrasen.
Die Bestände auf Tephrit am Schlossberg, wo der Berg-Lauch mit den Säurezeigern der Artengruppe 3 vergesellschaftet ist, regen dazu an, sie mit stärker sauren Vulkanit-Standorten zu vergleichen. Solche gibt es z. B. bei Albersweiler in der Pfälzer Haardt auf Melaphyrbrekzie (eigene Beobachtungen, unveröff.). Dort fanden sich auf 25 m² 18 Gefäßpflanzenarten, darunter 13, die auch in Tab. 1 auftreten, vor allem aus den Gruppen 1 und 3, der Berg-Lauch fehlt jedoch. Auch die Gruppen 4, 5, 6, 8, 9 und 11 fehlen völllig, dafür tritt eine andere Eigengruppe von fünf Arten auf, alles Säure- bis Neutralitätszeiger, z. B. *Rumex acetosella* und die subatlantische *Genista pilosa*, die auch der südbadischen Flora nicht fremd ist (Schwarzwald), aber hier die Vulkanite meidet.
In der Regel sind Extremstandorte eher artenarm. So sind Volltrockenrasen ärmer als Halbtrockenrasen. Im Vergleich zu den Beständen des Xerobrometum Br.-Bl. 1915 (s. OBERDORFER &

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

KORNECK 1978) Südbadens, die in diesem Rahmen als relativ artenreich gelten, sind die hier dargestellten Vulkanit-Felstrockenrasen mit ihren im Mittel 17 Gefäßpflanzenarten auf 9 m² etwas artenärmer. VON ROCHOW (1951) fand für das Xerobrometum im Kaiserstuhl durchschnittlich 32 Arten auf etwa 60 m², BÜRGER (1983) in einer gründlicheren Studie mit 48 Aufnahmen 35 Arten auf 25 m². Die Bestände des Xerobrometum im Wutachgebiet wurden von WITSCHEL (1980) untersucht. Er fand im Mittel 21 Arten auf 10 m², ebenso für den Raum Isteiner Klotz.

Literatur

BAMMERT, J.-W. (1985): Floristische Beobachtungen bei der Neubesiedlung künstlicher Steilhänge in der Molasse am Bodensee. – Mitt. Bad. Landesver. Naturkd. Naturschutz N. F. 3/4: 349–383, Freiburg.

BÜRGER, R. (1983): Die Trespenrasen (Brometalia) im Kaiserstuhl. – Diss., Univ. Freiburg.

FRAHM, J.-P., FREY, W. (2004): Moosflora. – 4. Aufl., 538 S., Ulmer, Stuttgart.

KORNECK, D. (1975): Beitrag zur Kenntnis mitteleuropäischer Felsgrus-Gesellschaften (Sedo-Scleranthetalia). – Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N. F. 18: 45–102, Todenmann [u. a.].

KORNECK, D. (1978): Klasse: Sedo-Scleranthetea Br.-Bl. 55 em. Th. Müller 61. – OBERDORFER, E. [Hrsg.]: Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren: 2. Aufl., 13–85, Fischer, Stuttgart.

LANGE, D. (1998): *Festuca* L. 1753 – Schwingel. – SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G., WÖRZ, A. [Hrsg.]: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs – Band 7: Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklassen Alismatidae, Liliidae Teil 1, Commelinidae Teil 1) – Butomaceae bis Poaceae: 396–437, Ulmer, Stuttgart.

MÜLLER, T. (1966): Vegetationskundliche Beobachtungen im Naturschutzgebiet Hohentwiel. – Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württemb. 34: 14–61, Ludwigsburg.

OBERDORFER, E. (1978) [Hrsg.]: Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. – 2. Aufl., 355 S., Fischer, Stuttgart [u. a.].

OBERDORFER, E., KORNECK, D. (1978): Klasse: Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 43. – OBERDORFER, E. [Hrsg.]: Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren: 2. Aufl., 86–180, Fischer, Stuttgart.

ROCHOW, M. VON (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. – Pflanzensoziologie 8: 140 S., 6 Taf., 1 Kt., Fischer, Jena.

SEYBOLD, S. (1990): Caryophyllaceae – Nelkengewächse. – SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. [Hrsg.]: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs – Band 1: Allgemeiner Teil, Spezieller Teil (Pteridophyta, Spermatophyta): 368–466, Ulmer, Stuttgart.

WIRTH, V. (1995): Flechtenflora. – 2. Aufl., 661 S., Ulmer, Stuttgart.

WIßKIRCHEN, R., HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – HAEUPLER, H. [Hrsg.]: Die Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands 1: 765 S., Ulmer, Stuttgart.

WITSCHEL, M. (1980): Xerothermvegetation und dealpine Vegetationskomplexe in Südbaden – Vegetationskundliche Untersuchungen und die Entwicklung eines Wertungsmodells für den Naturschutz. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württemb. 17: 212 S., Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

Manuskript eingegangen am 19. 10. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschrift des Verfassers:

Joachim-Wolfgang Bammert, Bergstraße 2, D-79288 Gottenheim

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Artenzusammensetzung und Phytodiversität in Kalkmagerrasen entlang eines Höhentransektes am Südalpenrand (Italien, Trentino)

– Philip Bedall, Ines Bruchmann, Corinna Gascho, Ina Hoeft,
Nicole Maroscheck & Jürgen Dengler, Lüneburg –

1 Einleitung

Kalkmagerrasen sind Ökosysteme mit weit überdurchschnittlichem Pflanzenartenreichtum. In den Kalkalpen treten derartige Vegetationstypen von der collinen bis in die alpine Stufe auf, wobei die Vorkommen der tieferen Lagen i. d. R. anthropozoogene Ersatzgesellschaften trockener Waldtypen darstellen, während jene der höheren Lagen die natürlichen Klimaxgesellschaften bilden.

Über den Artenreichtum in Gebirgen in Abhängigkeit von der Höhenlage wurde vielfach publiziert. Meist wurde dabei eine Abnahme der Artenzahl mit zunehmender Meereshöhe postuliert und auch gefunden (z. B. BEGON & al. 1990: 836 f., OZENDA & BOREL 2003). Ein wesentliches methodisches Problem der meisten dieser Untersuchungen – so auch der zitierten – liegt aber darin, dass sie die Gesamtartenzahlen der gesamten Höhenstufen miteinander vergleichen, nicht aber jene von Probeflächen einheitlicher Größe. Somit ist nicht auszuschließen, dass die gefundene Abnahme der Artenzahlen nicht in erster Linie ein Effekt der zunehmenden Meereshöhe, sondern des i. d. R. abnehmenden Flächenanteils größerer Höhenstufen ist.

Unsere Untersuchung, die im Rahmen einer „Großen Bioökologischen Exkursion" im Studiengang Diplom-Umweltwissenschaften entstanden ist, soll deshalb v. a. den folgenden Fragen nachgehen:

- Wie spiegelt sich die Höhenlage in der floristischen Zusammensetzung der Bestände wider? Ist der floristische Gradient kontinuierlich oder findet in bestimmten Höhenbereichen ein überdurchschnittlicher Artenwechsel statt?
- Lässt sich die Hypothese abnehmender Artenzahlen mit zunehmender Meereshöhe auch für Einheitsflächengrößen bestätigen?
- Wie verändern sich die absolute Artendichte und der relative Anteil von einzelnen Lebensformen in Abhängigkeit von der Meereshöhe?
- Wie hoch ist die Artendichte auf 4 m²-Plots im Vergleich zu ähnlichen Vegetationstypen in anderen Teilen Europas?

2 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Ledrotal in der italienischen Provinz Trento in der Region Trentino. Es gehört zum Abschnitt der Brescianer und Gardasee-Alpen innerhalb der Südlichen Kalkalpen. Das Ledrotal liegt als Hochtal auf 700 m ü. NN, zwischen dem Gardasee und dem Idrosee. Die seitlichen Gebirgszüge reichen bis 2.200 m ü. NN. Im Osten dominieren mediterrane Einflüsse der Gardaseeregion, im Westen und in höheren Lagen herrscht Gebirgsklima vor. Im Untersuchungsgebiet stehen v. a. Sedimentgesteine des Mesozoikums an. Rendzinen und Terrae fuscae sind die häufigsten Bodentypen.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

3 Methodik

Im August 2004 haben wir insgesamt 13 Vegetationsaufnahmen in fünf verschiedenen Höhenstufen (ca. 700 m, 1.000 m, 1.300 m, 1.700 m und 1.900 m ü. NN) angefertigt. Dabei wurden je Höhenstufe 2–5 quadratische Plots zu je 4 m² in einem repräsentativen Trockenrasengebiet aufgenommen. Erfasst wurden die Gefäßpflanzen mit Ausnahme der bereits abgestorbenen Frühlingsannuellen, sowie die größeren Moose. Flechten, die in den Untersuchungsflächen keine nennenswerte Deckung erreichen, blieben unberücksichtigt. Die erhobenen Gesamtartenzahlen sind daher als Minimalwerte zu verstehen. Die Sippentaxonomie richtet sich bei den Gefäßpflanzen nach AESCHIMANN & al. (2004) und bei den Moosen nach FREY & al. (1995). Die Zuordnung der Arten zu Lebensformen folgt ELLENBERG & al. (1991) und AESCHIMANN & al. (2004), wobei Sippen, die verschiedene Lebensformen realisieren, jeweils bei der in diesen Werken erstgenannten, vorherrschenden Lebensform gezählt wurden.

4 Ergebnisse

4.1 Charakterisierung der Vegetationstypen

Die Tab. 1 zeigt, dass nur wenige Sippen über den ganzen untersuchten Höhengradienten hinweg vorkommen, viele dagegen einen deutlichen Schwerpunkt in ihrer Höhenverteilung aufweisen. Der auffälligste floristische Schnitt liegt zwischen 1.700 und 1.900 m ü. NN. Dieser lässt sich sinnvollerweise als Grenze zwischen den Vegetationsklassen Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač in den tieferen Lagen und Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948 (= Seslerietea albicantis Oberd. 1978 corr. 1990 nom. illeg.) interpretieren.
Die Bestände der submontanen und montanen Stufe lassen sich aufgrund zahlreicher mesophiler Kenn- und Differenzialarten (z. B. *Thymus pulegioides, Pimpinella saxifraga* agg., *Carex caryophyllea*) den Kalk-Halbtrockenrasen der Ordnung Brachypodietalia pinnati Korneck 1974 (= Brometalia erecti W. Koch 1926 nom. amb. propos. p. p.) innerhalb der Festuco-Brometea zuordnen. Von den mitteleuropäischen Beständen der Ordnung unterscheiden sie sich durch das stete Auftreten einiger alpischer Sippen wie *Brachypodium rupestre* und *Stachys alopecurus*.
Die am Monte Tremalzo im Übergangsbereich der subalpinen zur alpinen Zone aufgenommenen Bestände der Klasse Elyno-Seslerietea gehören innerhalb dieser zur Ordnung Seslerietalia coeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926 und dort vermutlich zum Verband der Südalpinen Blaugrashalden (Caricion austroalpinae Sutter 1962). Zu dessen Verbandskennarten zählen nach GRABHERR & al. (1993) u. a. *Carex baldensis, Horminum pyrenaicum* und *Laserpitium peucedanoides*, die auch in unseren Aufnahmen hochstet vertreten sind.

4.2 Phytodiversität im Vergleich der beiden Klassen

Die ermittelten Artendichten auf 4 m² einschließlich der unvollständig erfassten Kryptogamen liegen zwischen 26 und 39 (vgl. Tab. 1). Die Festuco-Brometea-Bestände der tieferen Lagen wiesen im Mittel 32 Gefäßpflanzensippen je 4 m² auf, die Elyno-Seslerietea-Bestände der höheren Lagen dagegen nur 28 (vgl. Abb. 1). Damit entsprechen die Kalkmagerrasen des Untersuchungsgebietes in ihrer durchschnittlichen Artenzahl der Gefäßpflanzen jenen aus anderen Regionen Europas wie z. B. NO-Deutschland, Öland oder Estland (siehe Beiträge von DENGLER & al., LÖBEL & al. sowie BOCH & DENGLER in diesem Band). Dagegen sind die untersuchten Bestände ausgesprochen moosartenarm, selbst wenn man unterstellt, dass einige kleine, akrokarpe Laubmoose nicht erfasst wurden. Einzig in den Beständen auf 1.045 m ü. NN kamen Moose überhaupt in nennenswerter Zahl (Ø: 5 Arten) vor, was vermutlich im Zusammenhang damit steht, dass diese Untersuchungsfläche im Gegensatz zu den anderen einen leichten Sickerwassereinfluss aufweist.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Tab. 1: Auszug aus der geordneten Vegetationstabelle mit gebietsbezogenen Differenzialarten.

Aufnahme-Nr.			07-1	07-2	10-1	10-2	12-1	12-2	16-1	16-2	19-1	19-2	19-3	19-4	19-5
Meereshöhe [m ü. NN]			760	760	1045	1045	1209	1209	1698	1698	1946	1950	1946	1940	1948
Artenzahl (gesamt)			34	28	39	35	32	29	35	32	33	27	28	26	26
Exposition [°]			90	90	0	0	135	135	45	45	45	45	45	45	45
Inklination [°]			40	40	25	25	30	30	40	45	40	55	40	40	40
Gesteinsdeckung [%]			0	0	0	0	0	0	0	2	1	10	20	15	7
Vegetationsdeckung [%]	Stetigkeit [%]	Lebensform	90	100	90	98	99	98	98	98	97	75	80	60	93
KC/D Festuco-Brometea															
Bromus erectus	62	H	2b	2a	2m	2m	3	3	2b	2m	.	.	.	.	.
Achillea millefolium agg.	54	H	2a	1	1	1	1	.	2a	2b	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	54	H	2b	2b	2a	.	2b	2a	2a	3	.	.	.	.	.
Thymus pulegioides	54	C	1	1	2a	1	2a	1	2a	.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	46	H	1	1	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.
Brachypodium rupestre	38	H,C	2m	.	2b	3	1	.	.	2a	.	.	.	.	.
Galium verum	38	H	1	1	1	2a	2m	.	.	.	.	.	.	.	.
Lathyrus pratensis	38	Hli	.	2m	.	.	1	2m	2m	1	.	.	.	.	.
Pimpinella saxifraga agg.	38	H	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Trollius europaeus	38	H	.	.	.	1	+	+	1	1	.	.	.	.	.
Agrostis capillaris	31	H	.	1	2a	.	+	2a	.	.	.	.	.	.	.
Allium carinatum ssp. carinatum	31	G	1	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Carex caryophyllea	31	G,H	.	.	1	2b	2b	2b	.	.	.	.	.	.	.
Filipendula vulgaris	31	H	.	.	2m	2m	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.
Galium mollugo agg.	31	H	.	.	1	.	.	2m	2m	2m	.	.	.	.	.
Plantago media	31	H	.	+	.	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.
Ranunculus nemorosus	31	H	.	.	2m	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.
Stachys alopecuros	31	H	.	.	.	1	2a	+	.	1	.	.	.	.	.
Thalictrum minus	31	H	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Briza media	23	H	.	.	+	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Koeleria pyramidata	23	H	.	2a	.	.	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.
Phyteuma orbiculare	23	H	.	.	.	+	.	.	1	2a	.	.	.	.	.
D Höhenlagen bis 1100 m															
Centaurea nigrescens	23	H	+	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clinopodium vulgare ssp. vulgare	23	H	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypericum perforatum	23	H	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex alba	15	G,H	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dianthus seguieri	15	H	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragaria viridis	15	H	2a	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salvia pratensis	15	H	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sanguisorba minor	15	H	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sedum sexangulare	15	C	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tanacetum corymbosum	15	H	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Teucrium chamaedrys	15	Z	2b	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola canina ssp. montana	15	H	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Höhenlagen ab 1200 m															
Viola hirta	31	H	.	.	.	.	1	1	2m	2a	.	.	.	.	.
Hieracium pilosella	23	H	.	.	.	.	2b	.	1	2b	.	.	.	.	.
Botrychium lunaria	15	G	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
Carduus defloratus	15	H	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
KC/D Elyno-Seslerietea (in tiefere Lagen übergreifend)															
Anthyllis vulneraria	54	H	.	.	.	.	1	.	+	.	1	1	1	1	1
Laserpitium peucedanoides	54	H	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	r	+	1
Carex sempervirens	46	H	.	.	.	.	.	.	1	2a	2b	2b	2b	.	2a
Thymus praecox ssp. polytrichus	38	C	.	.	.	.	.	.	2a	1	2a	.	.	+	+
Hieracium murorum agg.	31	H	.	.	.	.	1	.	.	.	2m	1	.	+	.
Acinos alpinus	23	H,Z	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.
Thesium alpinum	15	Hhp	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	.
KC/D Elyno-Seslerietea															
Carex baldensis	38	H	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2b	2a	2a	2a
Galium anisophyllon	38	H	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	1	1	r	1
Globularia nudicaulis	38	H	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2b	1	+	2a
Horminum pyrenaicum	38	H	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	+	+	2a	2a
Linum cartharticum	38	T,H	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	2m
Primula spectabilis	38	H	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2a	2b	2a	3
Ranunculus thora	38	H	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2a	1	1	2a
Trisetum argenteum	38	H	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	r
Carex ferruginea ssp. austroalpina	31	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	1	r
Dryas octopetala	31	Z	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	2a	2b	1
Rhododendron hirsutum	31	Z	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	2a	1
Arctostaphylos alpina	23	Z	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3	.	.	+
Aster bellidiastrum	23	H	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	r
Daphne striata	23	Z	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	+	.
Euphrasia tricuspidata	23	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2m
Gymnadenia odoratissima	23	G	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
Selaginella selaginoides	23	C	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	+	.
Tofieldia calyculata	23	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	r	.
Gentiana clusii	15	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+
Gentiana utriculosa	15	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.
Polygala chamaebuxus	15	Z	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2m	.	.
Höhenindifferente Arten															
Erica carnea	54	Z	.	.	.	+	.	.	2a	.	2a	2a	1	2b	2a
Sesleria caerulea	54	H	2a	1	.	.	.	.	2a	2b	1	1	.	.	r
Soldanella alpina	46	H	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1	1	2m
Lotus corniculatus agg.	38	H	1	+	.	.	1	2m	2m	2a	2a	2a	.	+	1
Helianthemum nummularium	31	Z	1	.	.	.	.	.	2m	.	1	.	+	.	.
Calamagrostis varia	15	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.
Dactylorhiza maculata agg.	15	G	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Laserpitium nitidum	15	H	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

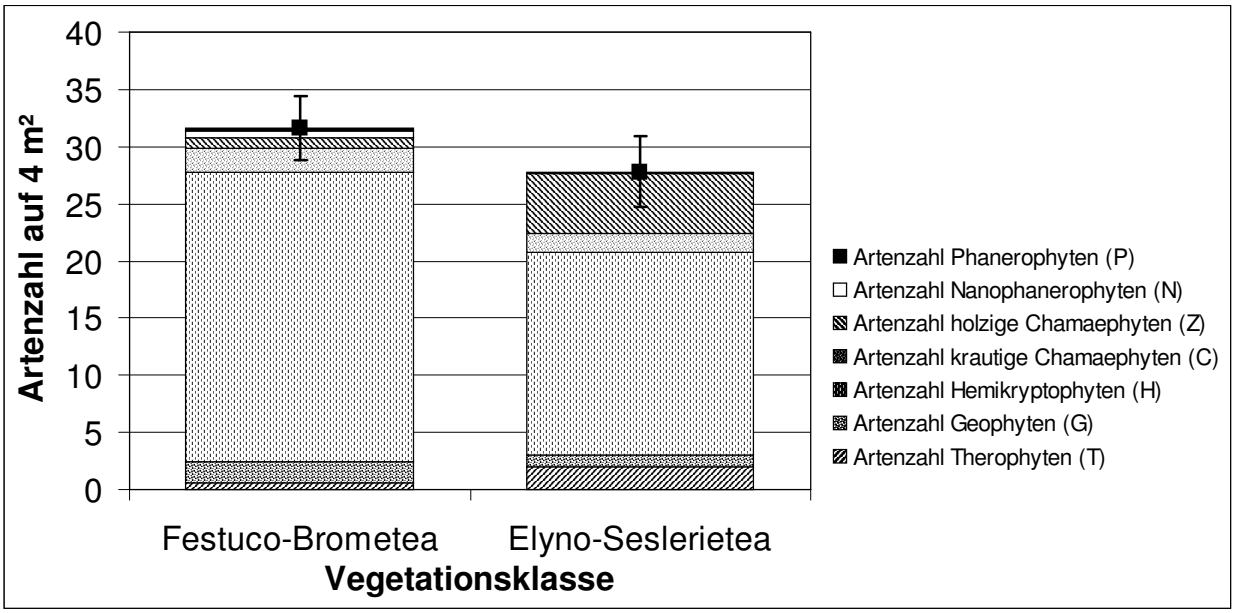

Abb. 1: Vergleich der beiden untersuchten Vegetationsklassen hinsichtlich der Gefäßpflanzenartendichte (± 1 Standardabweichung) und der Anteile der einzelnen Lebensformen.

Betrachtet man die einzelnen Lebensformen (Abb. 1), so zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Klassen. Zwar sind in beiden Fällen Hemikryptophyten die mit über 60 % Anteil an der Gefäßpflanzenartenzahl die dominierende Lebensform, doch ist ihre absolute Zahl in den Festuco-Brometea-Beständen im Mittel um 7,5 höher als in den Elyno-Seslerietea-Beständen. Dagegen kommen in letzerer Klasse im Durchschnitt mehr als fünfmal so viele holzige Chamaephyten vor wie in den Festuco-Brometea. Die in den Elyno-Seslerietea ebenfalls leicht erhöhten Therophytenwerte sollten dagegen nicht überinterpretiert werden, da sie im Wesentlichen durch *Linum catharticum* bedingt sind, das von AESCHIMANN & al. (2004) als „T, H“eing estuft ist und entsprechend in erster Kategorie gewertet wurde.

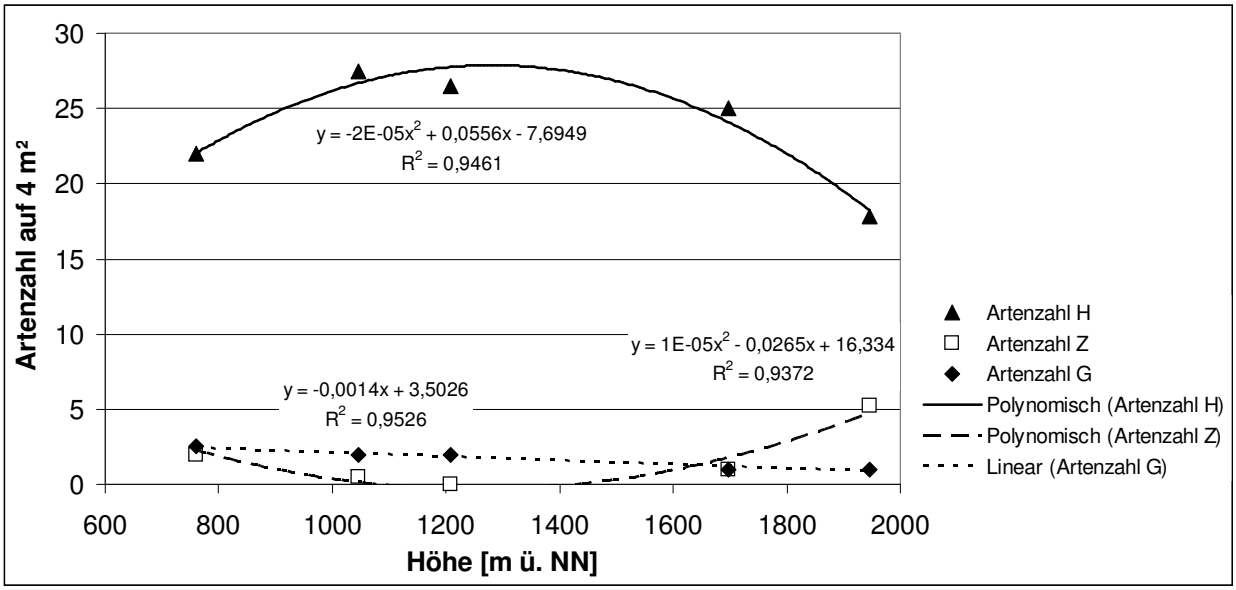

Abb. 2: Abhängigkeit der Artendichten einzelner Lebensformen von der Meereshöhe. Dargestellt sind jeweils Mittelwerte pro Höhenstufe. Angegeben sind ferner die Funktionsgleichungen und Bestimmtheitsmaße von linearen bzw. quadratischen Regressionsfunktionen.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

4.3 Abhängigkeit der Artendichte von der Meereshöhe

Analysiert man die Höhenabhängigkeit der Gesamtartenzahl, so lässt sich kein systematischer Trend erkennen. Gleiches gilt für die Artendichten der Lebensformen P, N, C und T. Dagegen weisen die Geophyten (G) einen signifikanten linearen Abfall mit zunehmender Meereshöhe ($P < 0{,}01$) auf (Abb. 2). Die Hemikryptophyten und die holzigen Chamaephyten zeigen gegenläufige Trends, die sich in beiden Fällen mit hohem Bestimmtheitsmaß durch quadratische Funktionen approximieren lassen (Abb. 2). Die Hemikryptophyten wiesen ein Dichtemaximum auf etwa 1.200 m ü. NN auf und wurden zu geringeren und zu größeren Höhen hin seltener. Die holzigen Chamaephyten dagegen fehlten in dieser mittleren Höhenlage und gewannen in tieferen und höheren Lagen zunehmend an Bedeutung.

5 Diskussion und Ausblick

Trotz ihrer kontinuierlichen Verbreitung über die Höhenstufen hinweg zeigen die Kalkmagerrasen des Untersuchungsgebietes eine deutliche floristische Zäsur bei etwa 1.800 m ü. NN.

Die Artenzahl auf Einheitsprobeflächen von 4 m² zeigte in den Lagen unterhalb von 1.800 m ü. NN keinen klaren Höhentrend. Erst darüber, im Übergangsbereich der montanen zur alpinen Stufe und damit zugleich der Festuco-Brometea zu den Elyno-Seslerietea gibt es einen merklichen Rückgang. Letzeres entspricht den Ergebnissen, die DENGLER (in diesem Band) in Trockenrasen auf Granitgrus in der Serra da Estrela in Portugal (Übergang Klasse Thero-Brachypodietea zur Klasse Koelerio-Corynephoretea) gefunden hat. Als mögliche Ursachen für diesen Rückgang bieten sich an:

- Geringerer verfügbarer *species pool* in größerer Höhe (vgl. OZENDA & BOREL 2003)
- Geringere besiedelbare Fläche bzw. durchwurzelbarer Raum durch oberflächlich oder oberflächennah anstehendes Gestein in den Aufnahmen der höchsten Stufe (vgl. Tab. 1).

Die Verteilung der Lebensformen wird sicherlich wesentlich durch den Selektionsdruck der in der jeweiligen Höhenstufe wirkenden Stressfaktoren bedingt. In den obersten Lagen dürfte dies in erster Linie die winterliche Kälte sein, verbunden mit einer kurzen Vegetationsperiode. In den tieferen Lagen des Gebietes dürfte sich bedingt durch höhere Temperaturen und geringere Niederschläge gerade an edaphisch und reliefbedingt ohnehin trockenen Standorten, in sommerlichen Hitzeperioden ein erheblicher Trockenstress bemerkbar machen. Die für Pflanzen insgesamt vorteilhaftesten Klimabedingungen sollten im Untersuchungsgebiet also in mittleren Höhenlagen herrschen. Diese begünstigen offensichtlich Hemikryptophyten, zu denen viele konkurrenzkräftige Arten gehören. Holzige Chamaephyten siedeln dagegen bevorzugt in stärker stressgeprägten Höhenstufen ohne deutliche thermoklimatische Präferenz. Geophyten dürften u. a. deshalb in tieferen Lagen an Bedeutung gewinnen, weil dieser Lebensformtyp eine Strategie darstellt, sommerlicher Trockenheit auszuweichen.

Es wäre wünschenswert, diese Untersuchung mit einer wesentlich größeren Probeflächenzahl zu wiederholen, um den möglichen Einfluss unterschiedlicher Nutzungen, Expositionen, Boden- und Feuchteverhältnisse etc. klar von jenem der Meereshöhe trennen zu können. Zudem sollten dann Moose, Flechten und Therophyten vollständig erfasst werden.

Danksagung

Wir danken Annelie Ingeburg Fincke, Angelika Krug, Linda Nierling und Prof. Dr. Werner Härdtle für ihre Mitwirkung bei der Datenerhebung und -interpretation.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Literatur

AESCHIMANN, D., LAUBER, K., MOSER, D. M., THEURILLAT, J.-P. (2004): Flora alpina. – 3 Bd.., 1159 +1188 + 323 S., Haupt, Bern [u. a.].

BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R. (1990): Ecology – Individuals, populations and communities. – 2. Aufl., 945 S., Blackwell, Cambridge (Mass.) [u. a.].

ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIßEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot. 18: 248 S., Goltze, Göttingen.

FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E., LOBIN, W. (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas. – GAMS, H. [Begr.]: Kleine Kryptogamenflora 4: 6. Aufl., 426 S., Fischer, Stuttgart [u. a.].

GRABHERR, G., GREIMLER, J., MUCINA, L. (1993): Seslerietea albicantis. – GRABHERR, G., MUCINA, L. [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Österreichs – Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation: 402–446, Fischer, Jena [u. a.].

OZENDA, P., BOREL, J.-L. (2003): The Alpine Vegetation of the Alps. – NAGY, L., GRABHERR, G., KÖRNER, C., THOMPSON, D. B. A. [Hrsg.]: Alpine Biodiversity in Europe. – Ecol. Stud. 167: 54–72, Springer, Berlin [u. a.].

Manuskript eingegangen am 14. 10. 2004, angenommen am 13. 11. 2004.

Anschriften der VerfasserInnen:

Philip Bedall (*e-mail:* 30189@uni-lueneburg.de)
Ines Bruchmann (*e-mail:* ines.bruchmann@web.de)
Corinna Gascho (*e-mail:* cgascho@gmx.de)
Ina Hoeft (*e-mail:* inahoeft@web.de)
Nicole Maroschek (*e-mail:* nickeljane@gmx.de)
Jürgen Dengler (*e-mail:* dengler@uni-lueneburg.de)
Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststraße 1, D-21335 Lüneburg

Artenzusammensetzung und Phytodiversität von Trockenrasen auf Granitgrus entlang eines Höhentransektes in der Serra da Estrela (Portugal)

– Jürgen Dengler, Lüneburg –

1 Einleitung

Die Serra da Estrela liegt im Norden Portugals im Übergangsbereich zwischen temperater und mediterraner Klimazone. In diesem Gebirgsstock sind lückige Trockenrasen auf Granitgrus weit verbreitet. Während sich derartige lückige „Silikattrockenrasen" in den mittleren und höheren Lagen z. T. wohl auch als natürliche Gesellschaften an exponierten Felsstandorten entwickeln können oder aber zumindest eine größere Naturnähe besitzen, treten sie in tieferen Lagen nur in Folge intensiver menschlicher Nutzung auf, etwa als erstes Sukzessionsstadium abgeflämmter Ginsterheiden.

Die Granitgrusgesellschaften des Gebietes weisen einen hohen Anteil an Therophyten und Kryptogamen auf. Manche Bestände, gerade in mittleren Höhenlagen, haben große Ähnlichkeit zu Silbergrasfluren (Ordnung: Corynephoretalia) bzw. Thero-Airetalia-Gesellschaften Mitteleuropas. Während die Zwergstrauchheiden (JANSEN 1994) und die Silkatschuttgesellschaften (JANSEN 1998) des Gebietes intensiv pflanzensoziologisch bearbeitet sind, fehlen derartige Untersuchun-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

gen bislang für Granitgrusgesellschaften weitgehend (vgl. JANSEN 2002). Generell gibt es auch kaum vegetationskundliche Arbeiten aus dem südeuropäischen Raum über Trockenrasen, in denen gleichermaßen Kryptogamen und Phanerogamen berücksichtigt worden wären, obwohl erstere vielfach einen wesentlichen Anteil der Biodiversität und der Biomasse stellen.

Die vorliegende, im Rahmen einer Exkursion entstandene, kleine Studie verfolgt deshalb primär die folgenden Ziele:

- Pflanzensoziologische Charakterisierung der vorkommenden Einheiten unter Berücksichtigung der Moose und Flechten.
- Vergleich mit entsprechenden mitteleuropäischen Vegetationstypen.
- Ermittlung von Höhengradienten in Artendichte und Artenzusammensetzung.
- Erhebung von Phytodiversitätsdaten auf Standardprobeflächen für einen europaweiten Vergleich.

2 Das Untersuchungsgebiet

Die Serra da Estrela, das Sterngebirge, gehört zum Hauptscheidegebirge Portugals. Sie bildet zusammen mit der Serra da Lousã das Sistema Central und besitzt den höchsten Gipfel des portugiesischen Festlandes (Torre: 1.993 m ü. NN). Sie liegt in der Region Beira Central oder Interior und erstreckt sich von Südwest nach Nordost. Die inneren Zonen bestehen vorwiegend aus Granit, die peripheren Bereiche zumeist aus Grauwacken und Schiefergesteinen. Das Gebirge entstand in der variszischen Faltungsära im Karbon. Die viel jüngere alpidische Orogenese führte im Tertiär zu einer epirogenetischen Aufwärtsbewegung dieses Gebirges. Eine pleistozäne Vergletscherung ist für die Serra da Estrela nachgewiesen worden und heute noch in Form von Gletscherkarren, U-Tälern, Moränen, Karen etc. offensichtlich (vgl. JANSEN 1998: 96 f.; hier auch Nennung weiterer Literatur).

In der Serra da Estrela beträgt der durchschnittliche jährliche Niederschlag in den Gipfellagen bis zu 2.500 mm. Die mittleren Julitemperaturen liegen bei 23–24 °C, die Januarwerte bei 9 °C. Im Dezember schneit es meist viel. Der Boden bleibt bis März schneebedeckt, isolierte Flecken sogar bis in den Juni.

Die Serra da Estrela gilt als eines der Diversitätszentren von Pflanzen in Europa. Es gibt sehr viele iberische und sehr viele mitteleuropäische Pflanzenarten. In den verschiedenen Höhen sind atlantische, mediterrane und kontinentale Arten zu finden. Es gibt einige Paläoendemiten, die allerdings nicht auf die Serra da Estrela beschränkt sind, dafür aber eine Reihe von Neoendemiten, deren eigenständige Entwicklung, Separation bzw. Isolation wohl zumeist im Quartär begann. Außerdem existiert eine große Vielfalt an eigenen Unterarten, Varietäten und Formen und es werden auch immer wieder neue Arten entdeckt (vgl. JANSEN 2002).

3 Methodik

Im Juli 1999 wurden insgesamt 35 Vegetationaufnahmen auf Standardprobeflächen von 4 m² Fläche in den mittleren und höheren Lagen der Serra da Estrela angefertigt, mit dem Ziel, die wesentlichen dort vorkommenden Typen von Trockenrasen auf Felsgrus zu repräsentieren. Bei den Aufnahmen wurden alle epigäischen Gefäßpflanzen, Moose und Flechten berücksichtigt. Die abgestorbenen Frühjahrsannuellen wurden ebenfalls erfasst, soweit noch erkennbar. Bei einigen Moosen- und Flechten steht die genaue Artdetermination noch aus, doch konnten für die Biodiversitätsbetrachtungen auch die cf.-Angaben herangezogen werden. Von allen Probeflächen wurden die Höhenlage und einige strukturelle Parameter ermittelt.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Tab. 1: Übersichtstabelle der Granitgrusgesellschaften der Serra da Estrela. Diagnostische Arten sind fett gesetzt; rechts ist die Gesamtstetigkeit angegeben. Für die Gesellschaftsbezeichnungen vgl. Tab. 2.

Gesellschaft	A				B													C		D												E		F		
Aufnahmenummer	J04	J03	J01	J02	J05	J10	J34	J20	J11	J31	J21	J22	J09	J16	J06	J15	J17	J07	J08	J27	J18	J35	J14	J19	J33	J32	J29	J25	J28	J13	J12	J23	J24	J30	J26	
Höhe ü. NN [m]	1320	1320	1320	1320	1440	1490	1520	1540	1540	1640	1550	1550	1500	1550	1480	1540	1550	1480	1480	1720	1540	1520	1540	1540	1610	1610	1710	1720	1720	1540	1540	1550	1550	1660	1720	
Geländeform	Ho	Ho	Hm	Ho	Hm	Ho	Pla	Mul	RiR	Rüc	Hf	Hm	Pla	Hm	Hm	Hf	Hf	Hf	Hu	Pla	Pla	Hm	Pla	Rüc	Pla	Pla	Rüc	Ho	Pla	Ku	RiR	Hm	Hf	Hm	Rüc	
Exposition	W	W	WNW	NW	WSW	NW	-	-	SW	SW	O	NO	-	NNW	O	NW	NNW	ONO	NO	-	S	NO	SW	-	-	-	SO	NW	-	-	NO	OSO	O	NNW	-	
Neigung [%]	20	10	15	20	25	10	0	0	15	10	20	25	0	50	40	7	25	15	25	0	5	25	5	0-15	0	0	3	20	0	0-30	30	25	2	20	0	
Bodenart	Us	Us	Su	Us	S	S	Su	Su	Su	Su	S	S	S	Su	Su	Su	Sl	Su	Su	Su	S	S	S	Su	S	S	S	S	S	S	Su	S	Su	Su	S	
Fein- und Mittelgrus [%]	15	50	30	20	40	30	30	10	60	60	40	30	30	20	50	70	50	60	50	40	80	60	80	40	70	80	70	55	50	40	25	50	20	60	40	
Grobgrus und Steine [%]	2	2	2	2	15	10	0	0	0	0	15	65	40	50	30	1	5	5	2	40	0	10	0	0	0	5	0	40	30	0	0	5	5	10	0	
Humus	+++	++	+++	+++	+	++	-	+++	o	++	o	-	-	-	o	-	+	+	o	-	-	+	-	o	+	++	+	o	o	+	+	-	o	+	+	
Streu	-	o	+	+	-	+	-	-	-	-	o	-	-	-	-	-	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	o	-	-	-	-	
Felsen [%]				5	3						5	40	2				10			5								5	50			5	10	5		
Gesamtdeckung Vegetation [%]	80	55	70	85	65	80	75	90	45	55	75	50	85	20	30	40	65	15	30	30	30	85	50	40	45	50	90	60	35	70	90	60	85	50	95	
Deckung Krautschicht [%]	80	55	60	75	45	30	25	50	40	50	45	40	10	5	20	40	45	15	10	15	25	50	35	20	40	45	45	40	25	65	60	40	60	45	75	
Deckung Moosschicht [%]	2	5	15	15	35	55	55	80	7	7	35	15	80	15	10	1	25	2	25	15	7	50	20	25	7	10	50	30	15	5	50	35	40	12	35	
Artenzahl	21	22	15	15	25	19	19	14	15	17	19	14	16	11	19	12	19	10	9	7	11	24	18	10	11	15	15	12	11	14	19	19	24	15	14	St [%]
K Thero-Brachypodietea																																				
Tuberaria guttata	**3**	**2m**	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Vulpia sp.	**1**	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Periballia involucrata	**1**	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Poa bulbosa	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
D																																				
Agrostis castellana	**2m**	**1**	**1**	**1**	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	1	.	.	20
Senecio sylvaticus	**r**	**r**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
KD Koelerio-Corynephoretea und Thero-Brachypodietea																																				
Polytrichum piliferum	**2m**	**2m**	**2a**	**2a**	**2m**	**2b**	**2a**	.	**2m**	**2m**	**2b**	**2a**	**2b**	**2m**	.	.	**2a**	**2m**	**2a**	**2m**	**2m**	**2b**	**2b**	**2b**	**2m**	**2m**	**3**	**2a**	**2a**	**2m**	**3**	**2b**	**2b**	2m	2m	91
Rumex acetosella ssp. pyrenaicus	.	**+**	.	.	.	.	.	**2m**	**1**	.	**2m**	**2m**	**1**	.	**1**	**2m**	**1**	.	.	.	**2m**	**2a**	**2m**	**2m**	.	.	**2a**	**1**	.	**2m**	**1**	.	.	.	2m	51
Teesdalia nudicaulis	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	.	.	.	**2m**	**1**	.	**+**	.	.	.	**2m**	.	.	.	.	**1**	**1**	.	.	**1**	**2m**	**1**	.	**2m**	.	**2m**	.	.	.	49
Hypochoeris radicata	**2m**	**1**	**+**	.	**2a**	**1**	.	.	**+**	.	**+**	.	**2m**	.	**1**	.	**+**	.	.	.	.	.	**+**	.	.	.	.	.	.	**+**	.	**+**	**1**	.	**+**	43
Spergula morisonii	**1**	.	**1**	**2m**	**1**	.	**2m**	.	.	**2a**	.	**1**	**2m**	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	.	**1**	.	.	.	.	.	**1**	.	2m	2m	37
Jasione montana	**2a**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
KC Koelerio-Corynephoretea (allg.)																																				
Cetraria aculeata	.	.	.	.	**2a**	**3**	**3**	**1**	**2m**	**2m**	**1**	**2m**	**4**	**2m**	**1**	.	.	**2m**	**2b**	**2m**	**2m**	**3**	**1**	**1**	**2m**	**2a**	**2a**	**2m**	**2a**	**1**	**2m**	**2m**	**2m**	2a	2a	83
Ceratodon purpureus	.	.	.	.	**2m**	.	**2m**	**2m**	**2a**	**2a**	**2b**	**2a**	.	**2m**	**2a**	**2m**	**2a**	.	.	**2m**	**2m**	**2m**	**2m**	**2m**	**2m**	**2m**	**2m**	**2a**	**2m**	**2m**	**2a**	**2b**	**2b**	2m	.	74
Corynephorus canescens	.	.	.	.	**2a**	.	.	.	**2a**	.	**3**	**3**	.	.	**2b**	**3**	**3**	.	.	.	**2b**	.	**2a**	**1**	.	.	.	.	.	**4**	.	**1**	**1**	.	.	37
Racomitrium canescens agg.	.	.	.	.	**2m**	.	**2m**	.	.	.	.	.	**1**	**2a**	**1**	.	.	**2m**	.	.	.	**2m**	.	.	.	.	**2b**	**2a**	**2m**	.	.	.	**2a**	2m	.	34
Cladonia foliacea	.	.	.	.	.	**1**	**1**	.	.	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
Trapeliopsis granulosa	.	.	.	.	.	.	**2m**	.	.	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	9
Cladonia furcata ssp. furcata	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Scleranthus annuus ssp. polycarpos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**r**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
KC Koelerio-Corynephoretea (nur Iberien)																																				
Hieracium castellanum	.	1	.	.	**2b**	.	.	.	**2a**	**2a**	**2m**	**2a**	.	.	.	.	**2a**	.	.	.	**2m**	**1**	**1**	**2m**	**2m**	**2a**	.	.	.	.	**1**	**1**	**2a**	1	.	49
Sedum brevifolium	.	.	.	.	.	.	**2m**	.	.	.	**1**	**2m**	**1**	**2m**	.	.	**+**	.	.	**2m**	.	.	.	.	**2a**	.	**2m**	**1**	**2m**	.	**1**	.	**1**	.	.	.	37
Cerastium gracile	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**+**	.	.	.	.	**+**	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	2m	14
Mibora minima	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	.	**1**	.	.	.	.	.	.	.	**2m**	.	**1**	.	.	14
Trisetum ovatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	3
O Thero-Airetalia																																				
Logfia minima	**2m**	**2a**	**2m**	**1**	**2m**	**2a**	**2m**	.	**2m**	.	**1**	**2m**	**1**	.	.	**2m**	**2m**	+	+	.	.	1	2a	.	.	1	2m	.	.	2a	.	2a	2m	.	.	63
Polytrichum juniperinum	**2m**	**2m**	**2m**	**2m**	**2a**	**2a**	.	**3**	**2m**	.	.	.	.	.	**2m**	**2m**	**2a**	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2m	.	2b	46
Micropyrum tenellum	**2b**	**2b**	**1**	**1**	**2a**	**2m**	.	.	.	.	.	.	**2a**	.	**1**	.	**1**	1	1	.	.	2m	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37
Aira praecox	**1**	**2m**	.	**1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
Ornithopus perpusillus	**2b**	**2b**	**2m**	**2a**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
V Triseto ovati-Agrostion truncatulae																																				
Agrostis delicatula	2m	2a	2a	2b	**2b**	**2a**	**2a**	**3**	**2b**	**3**	**2a**	**2a**	**1**	**2m**	.	**2m**	**1**	2a	2a	2a	2a	2b	2b	2b	2a	3	3	2b	2m	.	3	2a	2a	2a	2a	94
V Sedion pedicellati-andegavensis																																				
Sedum pedicellatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**2m**	**2m**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
O Jasiono sesseliflorae-Koelerietalia crassipedis																																				
Arenaria querioides	.	.	.	.	1	.	.	.	2m	.	1	1	1	.	.	1	2m	1	1	**2m**	**2a**	**2a**	**2a**	**2a**	**2m**	**2a**	**1**	**2m**	**1**	**2a**	**2a**	**1**	**1**	1	.	69
Arenario querioidis-Cerastietum ramosissimi																																				
Plantago subulata ssp. radicata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	**1**	**2a**	**1**	**2a**	**2b**	**2a**	.	.	.	.	2a	1	29
Paronychia polygonifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	**1**	.	**1**	**1**	.	.	.	.	.	**+**	**2m**	.	.	.	.	20
Koeleria crassipes-[Hieracio castellani-Plantaginion radicatae]-Gesellschaft																																				
Koeleria crassipes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**2b**	**2a**	.	.	6
Sedum arenarium	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	.	.	6

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Tab. 1 (Forts.):

Gesellschaft	A				B													C		D											E		F		
Aufnahmenummer	J04	J03	J01	J02	J05	J10	J34	J20	J11	J31	J21	J22	J09	J16	J06	J15	J17	J07	J08	J27	J18	J35	J14	J19	J33	J32	J29	J25	J28	J13	J12	J23	J24	J30	J26	
K Festucetea indigestae																																				
Festuca indigesta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	+	.	.	.	1	2a	2a	2b	**2b**	**4**	31
Ranunculus nigrescens	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	1	**.**	**2a**	20
Jasione crispa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	**.**	3
Jasione crispa ssp. centralis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**	**.**	3
Teesdaliopsis conferta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**1**	**.**	3
Begleiter (Gefäßpflanzen)																																				
Arnoseris minima	2b	2a	2m	2a	1	2a	2a	.	2m	2b	2a	2m	1	+	.	2m	2m	.	+	.	2m	1	2m	.	2m	2m	2m	.	+	.	1	2a	2a	.	.	74
Halimium alyssoides (K)	1	2m	1	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	29
Anthoxanthum aristatum ssp. aristatum	.	.	3	3	.	1	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	20
Molineriella laevis	2m	2m	.	2m	2m	.	2a	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
Nardus stricta	.	.	.	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	2a	.	.	17
Cytisus sp. (K)	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Jasione sp.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	9
Sedum cf. pedicellatum	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Spergularia cf. capillacea	.	2m	2b	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Cytisus cf. purgans (K)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	6
Lactuca viminea	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Merendera pyrenaica	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	6
Alyssum sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Bromus hordeaceus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Bromus tectorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Calluna vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Carduus carpetanus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cf. Gagea sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Crepis capillaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cytisus purgans (K)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	3
Erica umbellata (K)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Festuca cf. indigesta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Gagea nevadensis	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Herniaria cf. hirsuta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Juncus capitatus	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Linaria elegans	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Lotus glareosus	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Narcissus bulbocodium	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Narcissus cf. bulbocodium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3
Spergularia cf. rubra	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Taraxacum sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Begleiter (Moose)																																				
Cf. Racomitrium sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	2m	2a	.	.	.	.	.	.	11
Cephaloziella divaricata	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
Pohlia nutans	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	6
Brachythecium cf. albicans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Bryum argenteum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cephaloziella sp.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cf. Dicranaceae sp.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cf. Grimmia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cf. Pohlia sp.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Dicranaceae sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Dicranum scoparium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Begleiter (Flechten)																																				
Cladonia sp. (Grundschuppen)	.	.	.	.	.	2m	.	2a	2m	1	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	2m	.	1	1	2m	.	2m	2m	.	2m	.	34
Cladonia coccifera agg.	.	.	.	.	.	.	1	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	17
Cf. Placynthiella sp.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2m	.	.	.	11
Cladonia uncialis	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	11
Cladonia arbuscula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2a	6
Cetraria sp. (flache, braune Thalli)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cladonia pyxidata	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cladonia ramulosa	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Cladonia sp. (grau, Stifte)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Lichenes sp. (brauner isidiöser Strauch)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3

Abkürzungen der Geländeformen: Ho – Hang oben; Hm – Hangmittel; Hf – Hangfuß; Pla – Plateau; Mul – Mulde; Ku – Kuppe; Rüc – Rücken; RiR – Rand einer Rinne
Schätzskala für Humusgehalt und Streuauflage: - = fehlend; o = wenig; + = vorhanden; ++ = viel; +++ = sehr viel

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Tab. 2: Syntaxonomische Übersicht der unterschiedenen Trockenrasentypen auf Granitgrus in der Serra da Estrela.

A: Übergang der Klasse Koelerio-Corynephoretea zur Klasse Thero-Brachypodietea [mittlere Höhenlage: 1.320 m ü. NN]: Anhand der vier Aufnahmen ist eine Entscheidung über eine sinnvolle Zuordnung zu einer der beiden Klassen nicht möglich. Während innerhalb der Koelerio-Corynephoretea die weitere Einordnung klar in der Ordnung Thero-Airetalia erfolgen müsste (allerdings offen, ob im Verband Thero-Airion oder im Verband Triseto ovati-Agrostion truncatulae) bestehen innerhalb der Thero-Brachypodietea Affinitäten sowohl zur Ordnung Tuberarietalia guttati als auch zur Ordnung Poetalia bulbosae. Alle Aufnahmen stammen von einer Brandfläche.

B: Trisetario ovatae-Agrostietum truncatulae (Verband: Triseto ovati-Agrostion truncatulae, Ordnung: Thero-Airetalia, Klasse: Koelerio-Corynephoretea) [mittlere Höhenlage: 1.530 m ü. NN]

C: Polytricho piliferi-Sedetum pedicellati (Verband: Sedion pedicellato-andegavensis, Ordnung: Thero-Airetalia, Klasse: Koelerio-Corynephoretea) [mittlere Höhenlage: 1.480 m ü. NN]

D: Arenario querioidis-Cerastietum ramosissimi (Verband: Hieracio castellani-Plantaginion radicatae, Ordnung: Jasiono sesseliflorae-Koelerietalia crassipedis, Klasse: Koelerio-Corynephoretea) [mittlere Höhenlage: 1.610 m ü. NN]

E: *Koeleria crassipes*-[Hieracio castellani-Plantaginion radicatae]-Gesellschaft (Ordnung: Jasiono sesseliflorae-Koelerietalia crassipedis, Klasse: Koelerio-Corynephoretea) [mittlere Höhenlage: 1.550 m ü. NN]

F: Hieracio castellani-Festucetum indigestae (Verband: Minuartio-Festucion indigestae, Ordnung: Festucetalia indigestae, Klasse: Festucetea indigestae) [mittlere Höhenlage: 1.690 m ü. NN]

4 Ergebnisse

4.1 Pflanzensoziologische Charakterisierung

Die syntaxonomische Einordnung der untersuchten Gesellschaften ist nicht einfach. Die Abgrenzung der überwiegend in der temperaten Zone verbreiteten Klasse Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & Novák 1941 von den mediterranen Therophytenfluren (hier als weitgefasste Klasse Thero-Brachypodietea Br.-Bl. ex A. de Bolòs y Vayreda 1950 verstanden) ist bislang noch nicht befriedigend geklärt. Insbesondere die Stellung der Ordnung Thero-Airetalia ist umstritten. Während viele französische und iberische Autoren (z. B. RIVAS-MARTÍNEZ 2002) diese der mediterranen Klasse zuschlagen, wird sie in syntaxonomischen Übersichten mitteleuropäischer Autoren zur Klasse Koelerio-Corynephoretea gestellt. Dieser Auffassung wird hier aufgrund der großen floristischen Übereinstimmung mit anderen Koelerio-Corynephoretea-Gesellschaften gefolgt.

Wo dann aber floristisch die Grenze zur Klasse Thero-Brachypodietea zu ziehen ist (und welche Arten evtl. auch gemeinsame Klassendifferenzialarten beider Klassen sind), ist noch offen und konnte anhand des hier erhobenen Aufnahmematerials auch nicht abschließend geklärt werden. In den größeren Höhen der Serra da Estrela werden die Koelerio-Corynephoretea-Einheiten schließlich von Gesellschaften der Klasse Festucetea indigestae Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas Goday & Mayor 1966 abgelöst, wobei hier ebenfalls die genaue Abgrenzung noch offen ist. Auch hinsichtlich der Binnengliederung der drei fraglichen Klassen bestehen noch sehr unterschiedliche Auffassungen. Aus all diesen Gründen kann die folgende Einteilung der 35 Aufnahmen aus der Serra da Estrela nur eine vorläufige sein (Tab. 1, 2).

4.2 Höhenverteilung der Arten

Betrachtet man die Höhenverteilung einzelner Arten (Abb. 1), erkennt man große Unterschiede: Einige wie *Agrostis delicatula* und das Moos *Polytrichum piliferum* treten mit hoher Stetigkeit in

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

allen untersuchten Höhenstufen auf. Dagegen wurde *Tuberaria guttata* nur unterhalb von 1.400 m ü. NN gefunden und *Logfia minima* (= *Filago minima*) nimmt an Häufigkeit mit zunehmender Meereshöhe ab. *Plantago subulata* ssp. *radicata* und *Sedum brevifolium* andererseits haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in Höhenlagen oberhalb von 1.600 m ü. NN und werden darunter deutlich seltener bzw. fehlen ganz.

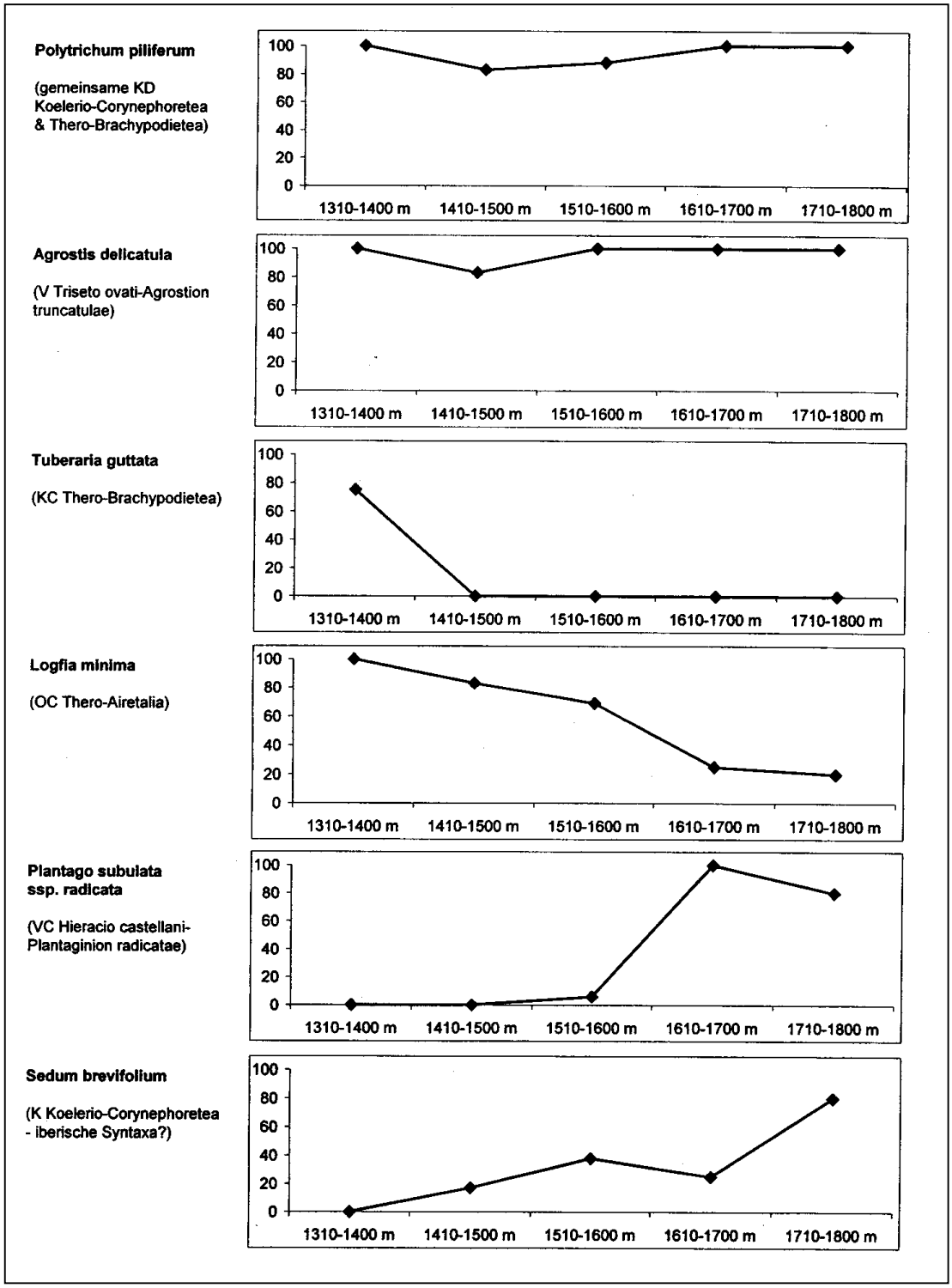

Abb. 1: Höhenverteilung ausgewählter Arten der Trockenrasen auf Granitgrus. Auf der Abszisse ist jeweils die Höhe über dem Meer aggregiert zu 100 m-Schichten aufgetragen. Die Ordinaten geben die Stetigkeit des Auftretens der jeweiligen Sippe in Prozent an. Unter den Sippennamen ist ferner ihr mutmaßlicher Kennwert angeführt.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

4.3 Phytodiversität

Die gefundenen Artendichten auf 4 m² liegen zwischen 7 und 25. Wie die Abb. 2 zeigt, nimmt die mittlere Artenzahl dabei mit zunehmender Höhenlage signifikant ab ($R_{adj}^2 = 0{,}135$, $P < 0{,}05$). Der Rückgang beträgt dabei bezogen auf den untersuchten Ausschnitt des Höhengradienten etwa 16 Arten pro 1.000 Höhenmeter.

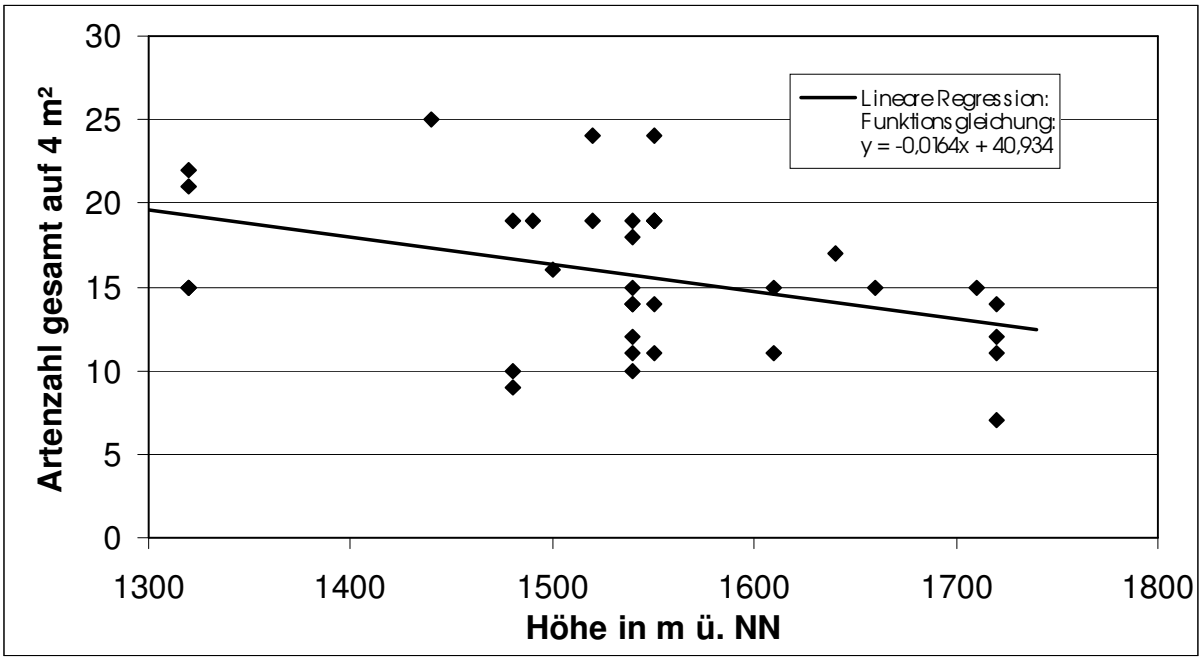

Abb. 2: Lineare Regression der Gesamtartenzahl auf 4 m² zur Höhenlage.

5 Diskussion und Fazit

Die Einbeziehung der von iberischen Pflanzensoziologen üblicherweise nicht berücksichtigten Moose und Flechten zeigt, dass diese Artengruppen in den untersuchten Vegetationstypen einen erheblichen Anteil der Gesamtphytodiversität ausmachen. Zugleich enthalten sie viele diagnostisch wichtige Arten.

Bei Betrachtung der Gesamtartenkombination legt es nahe, die Granitgrusgesellschaften der mittleren und höheren Lagen – anders als die meisten iberischen Autoren es tun – der Klasse Koelerio-Corynephoretea anzuschließen.

Die ermittelten Artendichten auf 4 m² liegen verglichen mit mitteleuropäischen Koelerio-Corynephoretea-Gesellschaften im mittleren und unteren Bereich.

Die gefundene deutliche Abnahme der Artendichte mit zunehmender Höhe lässt sich vermutlich v. a. durch zwei Effekte erklären: Einerseits sind an die mit zunehmender Meereshöhe extremer werdenden Lebensbedingungen immer weniger Arten angepasst. Andererseits sind die Flächen umso stärker anthropogen überformt je tiefer man steigt, und in Folge dieses anthropogenen Störungseinflusses nimmt der Anteil „zufälliger", euryöker Arten zu.

Danksagung

Mein Dank gilt PD Dr. Carsten Hobohm (Lüneburg) für die Organisation der Exkursion, in deren Rahmen die hier vorgelegten Daten erhoben wurden, und ganz besonders Jan Jansen (Nijmegen) für seine höchst kompetente Führung vor Ort.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Literatur

JANSEN, J. (1994): Heide- und Zwergstrauchwacholdervegetation in den höheren Stufen der Serra da Estrela. – Ber. R.-Tüxen-Ges. 6: 279–303, Hannover.

JANSEN, J. (1998): Übersicht über die Silikatschutt-Vegetation in den höheren Stufen der Serra da Estrela, Portugal. – Ber. R.-Tüxen-Ges. 10: 95–124, Hannover.

JANSEN, J. (2002): Geobotanical guide of the Serra da Estrela. – 276 S., Parque Natural de Serra da Estrela, Manteigas.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2002): High syntaxa of Spain and Portugal and their characteristic species. – RIVAS-MARTINEZ, S., DÍAZ, T. E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSÃ, M., PENAS, A. [Hrsg.]: Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. – Itinera Geobot. 15: 434–696, León.

Manuskript eingegangen am 8. 11. 2004, angenommen am 13. 11. 2004.

Anschrift des Verfassers:

Jürgen Dengler, Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststraße 1
D-21335 Lüneburg, *e-mail:* dengler@uni-lueneburg.de