

Floristische und ökologische Charakterisierung sowie Phytodiversität der Trockenrasen auf der Insel Saaremaa (Estland)

Steffen Boch¹ & Jürgen Dengler²

Abstract *Floristic and ecological characterisation as well as species richness of the dry grassland communities on the island of Saaremaa (Estonia)* We studied the dry grasslands inhabiting the Estonian island of Saaremaa in the Baltic Sea. Our aim was the floristic and ecological characterisation of all occurring communities in order to place them into the supraregional phytosociological system and to analyse their small-scale species densities comparatively. We made 231 relevés of 4 m² plots distributed representatively across the dry grassland areas of Saaremaa. On these, we recorded all vascular plants, bryophytes and lichens. We distinguished eight associations or equivalent units, which belong to three (sub-)classes. The dry grasslands of deep sandy soils (*Koelerio-Corynephoronea*: 4 associations) inhabit the most extreme sites with respect to water and nutrient supply. The three associations of the *Sedo-Scleranthenea* grow on shallow, skeletal soils. Semi-dry basiphilous grasslands of the class *Festuco-Brometea* occur on soils that are most favourable in terms of soil moisture and nutrient availability. The mean species density on 4 m² is very high in stands of the *Sedo-Scleranthenea* (41) and *Festuco-Brometea* (40) but considerably lower in the *Koelerio-Corynephoronea* (23).

Keywords Alvar, *Festuco-Brometea*, *Koelerio-Corynephoronea*, species richness, syntaxonomy

^{1,2}Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststraße 1, D-21335 Lüneburg; ¹E-mail: s_boch@web.de, ²E-mail: dengler@uni-lueneburg.de

1. Einleitung

Auf der estnischen Insel Saaremaa sind verschiedene Trockenrasentypen (Klassen *Koelerio-Corynephoronea* und *Festuco-Brometea*) noch weit verbreitet. Sie kommen auf flachgründigen Böden über Kalkgesteinplateaus (Alvaren), weichseleiszeitlichen Moränen und holozänen Dünen vor. Die Gesellschaften der Alvare genießen als prioritärer Habitattyp 6280 («*Nordic alvar and precambrian calcareous flatrocks*») den Schutz der Europäischen Union (EUROPEAN COMMISSION 2003). Die Alvar trockenrasen der Inseln Saaremaa und Muhu sowie des angrenzenden estnischen Festlandes waren in jüngerer Zeit mehrfach Untersuchungsgegenstand vegetationsökologischer Arbeiten, vor allem im Hinblick auf

Muster und Ursachen des Artenreichtums (z. B. PÄRTEL et al. 1996, 2001, PÄRTEL & ZOBEL 1999), populationsbiologische Fragen (z. B. KALAMEES & ZOBEL 2002, OTSUS & ZOBEL 2004) sowie Naturschutzaspekte (z. B. PÄRTEL et al. 1998, HELM et al. 2006).

Diese Arbeiten beschränken sich allerdings weitgehend auf die Untersuchung der Gefäßpflanzen; Moose wurden nur selten und Flechten nie berücksichtigt. Auch die Trockenrasen außerhalb der Alvare, vor allem die Sandtrockenrasen, fristeten in der geobotanischen Literatur von Saaremaa bzw. Estland insgesamt ein Schattendasein, sieht man einmal von der Dokumentation einer *Festuca polesica*-Union auf der Halbinsel Sör-

ve im Süden Saaremaas durch TOMSON (1937) ab. Eine syntaxonomische Klassifikation der estnischen Trockenrasenvegetation fehlte bislang gänzlich; entsprechende Übersichten stützen sich stattdessen auf informelle Typen (»Cluster 1«) oder ungültige und nicht durch Vegetationstabellen belegte Assoziationsnamen (z. B. LAASIMER 1965, ZOBEL 1987, PAAL 1998, PÄRTEL et al. 1999).

Die wesentlichen Ziele unserer Arbeit sind daher:

- Die floristische und ökologische Charakterisierung aller auf Saaremaa vorkommenden Trockenrasengesellschaften.
- Der Vergleich der Gesellschaften auf Saaremaa mit ihren Pendanten in anderen Regionen sowie Einordnung in das überregionale syntaxonomische System.
- Vergleichende Untersuchung der Artendichten von Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten in den Gesellschaften und Ermittlung möglicher Ursachen für die gefundenen Phytodiversitätsmuster.

2. Untersuchungsgebiet

Die estnische Ostseeinsel Saaremaa liegt etwa 20 km westlich der Festlandsküste und ist mit einer Fläche von 2.673 km² die größte estnische Insel. Sie erstreckt sich von 57° 50' bis 58° 40' nördlicher Breite und von 21° 45' bis 23° 30' östlicher Länge. Es stehen silurische Kalkgesteine an, die großenteils von pleistozänen Ablagerungen bedeckt sind. Vor allem in Küstennähe treten zudem holozäne Dünen auf. Das Klima Saaremaas ist schwach ozeanisch bis schwach kontinental geprägt. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei etwa 6 °C; im Juli betragen die Temperaturen durchschnittlich 16,5 °C, im kältesten Monat Februar reichen sie von -3,5 °C im Westen bis -5,0 °C im Osten (ANONYMUS 1970). Die Niederschlagsmengen variieren je nach Meßpunkt zwischen 540 und 675 mm (RAUDSEPP & JAAGUS 2002). Mit einer Bevölkerungsdichte von etwa 13,5 Einwohnern/km² ist Saaremaa recht dünn besiedelt. Die Insel wurde aufgrund dieser Tatsache seit jeher extensiv bewirtschaftet.

3. Methoden

3.1. Vegetationsaufnahmen

Im Sommer 2004 fertigten wir 231 Vegetationsaufnahmen in Trockenrasengebieten der ganzen Insel an, mit dem Ziel, die ganze Bandbreite des floristischen und standörtlichen Spektrums zu erfassen (vgl. BOCH 2005). Auf einheitlich 4 m² großen Flächen erfaßten wir sämtliche Gefäßpflanzen, Moose und Flechten einschließlich epigäischer, epiphytischer, epixyler und epilithischer Sippen. Die Sippennomenklatur richtet sich bei den Gefäßpflanzen im Wesentlichen nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), bei den Laubmoosen nach CORLEY et al. (1981) und CORLEY & CRUNDWELL (1991), bei den Lebermoosen nach GROLLE & LONG (2000) und bei den Flechten nach SANTESSON et al. (2004). Darüber hinaus haben wir an zusätzlichen Sippen unterschieden: *Allium schoenoprasum* var. *schoenoprasum* und var. *alvarense* Hyl. (vgl. EICHWALD et al. 1984), *Arenaria serpyllifolia* ssp. *glutinosa* (Mert. et W.J.D. Koch) Arcang. und ssp. *serpyllifolia* (vgl. JÄGER & WERNER 2001), *Crepis tectorum* »weed«- und »outcrop«-Form (vgl. ANDERSSON 1990), *Potentilla* × *subarenaria* Borbás ex Zimmerer (= *P. incana* × *P. tabernaemontani*; vgl. JÄGER & WERNER 2001), *Sesleria caerulea* (L.) Ard. (vgl. TUTIN et al. 1980), *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* und var. *lacunosum* Brid. (vgl. KOPERSKI et al. 2000), *Cladonia pyxidata* agg. (= *C. cryptochlorophaea*, *C. grayi*, *C. merochlorophaea*, *C. monomorpha*, *C. novochlorophaea* und *C. pyxidata*).

Zu jeder Vegetationsaufnahme erhoben wir zahlreiche Standort- und Strukturparameter (BOCH 2005), wovon die folgenden hier Verwendung finden: Im Gelände wurden Mikrorelief (Höhendifferenz zwischen Bulten und Senken) und Tiefgründigkeit (Mächtigkeit des Feinbodens über dem Festgestein) vermessen sowie der Skelettanteil im Oberboden und der Flächenanteil unbedeckter Gesteine an der Bodenoberfläche geschätzt. In Mischproben aus dem Oberboden (0-10 cm) maßen wir den pH-Wert in wäßriger Suspension, den H-Wert (Konzentration der austauschbaren sauer reagierenden Kationen) und den S-Wert (Konzentration der austauschbaren basisch reagierenden Kationen) sowie den Glühverlust bei 430 °C (= Humusgehalt). Ferner schätzten wir Kalkgehalt und Bodenart nach SCHLICHTING et al. (1995).

3.2. Pflanzensoziologische Klassifikation

Die pflanzensoziologische Klassifikation wurde auf Basis der in zwölf Axiomen zusammengefaßten Konkretisierung des Braun-Blanquet-Ansatzes von DENGLER (2003, vgl. DENGLER & BERG 2002) durchgeführt. Dieser Ansatz baut auf BERGMEIER et al. (1990) und dem Zentralsyntaxon-Konzept von DIERSCHKE (1994) auf. Die epigäischen Moose und Flechten wurden neben den Gefäßpflanzen gleichwertig bei der Klassifikation einbezogen, während die auf anderen Substraten wachsenden Kryptogamen zwar erfasst wurden, aber mangels mit gleicher Methodik erhobenem Aufnahmемaterial aus anderen Regionen bei der Klassifikation unberücksichtigt blieben. Um dem Ziel einer angemessenen Einordnung in ein europaweites syntaxonomisches System nahe zu kommen, wurden zahlreiche Quellen verwendet, die hier aus Platzgründen nicht im Einzelnen angeführt werden können. In Allgemeinen folgen wir den Gliederungsvorschlägen der Trockenrasenklassen von

DENGLER et al. (2003) und DENGLER (2004a, 2004b). Die Klassifikation der Felsgrusgesellschaften folgt der aktuellen Bearbeitung ihrer nordischen Einheiten durch DENGLER & LÖBEL (2006) und DENGLER et al. (2006). Bei den im Text und den Tabellen aufgeführten beziehungsweise kenntlich gemachten Sippen handelt sich um territoriale Charakter- und Differenzialarten, die für die Insel Saaremaa Gültigkeit haben und teilweise von den überregionalen abweichen.

4. Charakterisierung der Gesellschaften

Wir konnten auf Saaremaa acht Gesellschaften auf der Ebene von Assoziationen unterscheiden (Tab. 1). Ihre floristischen Gemeinsamkeiten und Unterschiede sind in der Stetigkeitstabelle (Tab. A1, S. 68 ff.) dargestellt. Abb. 1 enthält eine synoptische Darstellung ihrer Artenzahlen und Artengruppenanteile. Einen Vergleich der Assoziationen hinsichtlich wichtiger Standortbedingun-

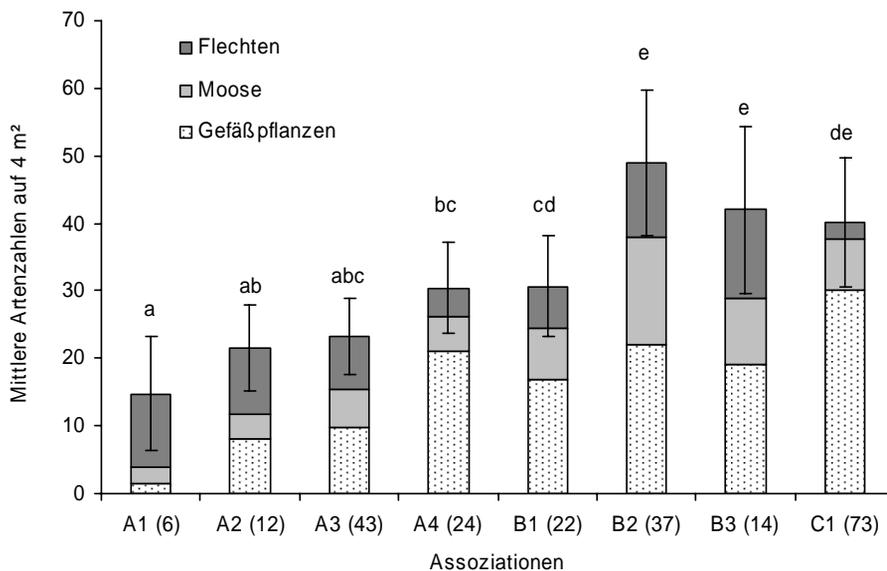


Abb. 1: Artendichten der Trockenrasengesellschaften auf Saaremaa im Vergleich. Es sind mittlere Artenzahlen auf 4 m² sowie die Standardabweichungen der Gesamtartenzahl angegeben. Die Assoziationsbezeichnungen entsprechen Tab. 1; dahinter ist in Klammern die Zahl der verwendeten Aufnahmen angegeben. Gleiche Kleinbuchstaben bezeichnen hinsichtlich der Gesamtartenzahl homogene Gruppen (Tukeys HSD-Test, $p < 0,05$).

Fig. 1: Species densities of the dry grassland communities on the island of Saaremaa in comparison. Mean species richness on 4 m² and the standard deviation of the total species richness are indicated (white with dots: vascular plants; light grey: bryophytes; dark grey: lichens). The associations are numbered as in Tab. 1; the number of relevés included is given in brackets. Homogenous groups with respect to total species richness are indicated by identical lower case letters (Tukey's HSD test, $p < 0.05$).

Tab. 1: Syntaxonomische Klassifikation der auf Saaremaa vorkommenden Trockenrasengesellschaften. Entsprechungen zu den Gesellschaften von LAASIMER (1965) und den Clustern von PÄRTEL et al. (1999) sind in Klammern angegeben.

Table 1: Syntaxonomic classification of the dry grassland communities on the island of Saaremaa. Corresponding communities from LAASIMER (1965) and the clusters of PÄRTEL et al. (1999) are mentioned in brackets.

Klasse: Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika & Novák 1941
 Unterklasse: Koelerio-Corynephorenea (Klika in Klika & Novák 1941) Dengler in Dengler et al. 2003
 Ordnung: Corynephoretalia canescentis Klika 1934 [Zentralordnung]
 Verband: Corynephorion canescentis Klika 1931 [einzigster Verband]
A1 Caricetum arenariae Christiansen 1927
 Ordnung: Sedo acris-Festucetalia Tx. 1951 nom. invers. propos.
 Verband: Koelerion glaucae Volk 1931 [Zentralverband]
A2 Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis Libbert 1940 [Zentralassoziation] (= Thymo serpylli-Galietum veri Laasimer 1965 nom. inval. p. max. p.)
A3 Festucetum polesicae Regel 1928 (= Koelerio glaucae-Festucetum polesicae Laasimer 1965 nom. inval.)
 Ordnung: Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae Moravec 1967
 Verband: Armerion elongatae Pötsch 1962
A4 Sileno otitae-Festucetum brevipilae Libbert 1933 corr. Kratzert & Dengler 1999 nom. invers. propos. [Zentralassoziation]

Unterklasse: Sedo-Scleranthea (Br.-Bl. 1955) Dengler in Dengler et al. 2003
 Ordnung: Alyso alyssoidis-Sedetalia Moravec 1967
 Verband: Tortello tortuosae-Sedion albi Hallberg ex Dengler & Löbel 2006
 Unterverband: Tortello tortuosae-Sedenion albi (Hallberg ex Dengler & Löbel 2006)
 Dengler & Löbel 2006 [Zentralunterverband]
B1 Cladonio symphycarpiae-Sedetum albi Tx. 1951 nom. invers. propos. [Zentralassoziation] (= Thymus serpyllum-Galium verum-Ditrichum flexicaule assotsiatsioon sensu Laasimer 1965 nom. illeg. et inval. p. p., Cluster 4 und 5 p. min. p. sensu Pärtel et al. 1999)
 Unterverband: Tortello rigentis-Helianthemenion oelandici Dengler & Löbel 2006
B2 Crepido pumilae-Allietum alvarensis Krahulec et al. ex Dengler & Löbel 2006 (= Cluster 6 sensu Pärtel et al. 1999)
B3 Helianthemo oelandici-Galietum oelandici Krahulec et al. ex Dengler & Löbel 2006 [Zentralassoziation] (= Thymus serpyllum-Galium verum-Ditrichum flexicaule assotsiatsioon sensu Laasimer 1965 nom. illeg. et inval. p. p., Cluster 5 p. max. p. sensu Pärtel et al. 1999)

Klasse: Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944
 Ordnung: Brachypodietalia pinnati Korneck 1974
C1 Helictotrichon pratense-Gesellschaft (= Filipendulo hexapetalae-Trifolietum montani Laasimer 1965 nom. inval., Filipendula hexapetala-Sesleria coerulea-Carex montana assotsiatsioon sensu Laasimer 1965 nom. illeg. et inval., Cluster 2, 3 und 7 p. p. sensu Pärtel et al. 1999)

gen bietet Tab. 2. Mit einer durchschnittlichen Basensättigung von über 95 % sind die Böden aller Assoziationen gut basenversorgt; die pH-Werte liegen mit wenigen Ausnahmen im basischen oder neutralen Bereich.

Im Folgenden charakterisieren wir Trockenrasengesellschaften hinsichtlich Artenzusammensetzung und Vegetationsstruktur sowie Standortbedingungen und Verbreitung im Gebiet. Wir haben die Assoziationen dafür zu den drei (Unter-)Klassen *Koelerio-Corynephoronea*, *Sedo-Sclerantheneae* und *Festuco-Brometea* gruppiert (vgl. Tab. 1, 2).

4.1. Sandtrockenrasen – *Koelerio-Corynephoronea*

Die Sandtrockenrasengesellschaften kommen hauptsächlich auf tiefgründigen, reinen Sandböden vor. Die pH-Werte sind durchschnittlich niedriger als an den Standorten der beiden anderen Gesellschaftsgruppen (Tab. 2). Hinsichtlich der Wasser- und Nährstoffversorgung wachsen die Bestände des *Caricetum arenariae*, des *Helichryso-Jasionetum* und des *Festucetum polesicae* auf den extremsten Böden mit einem Humusgehalt von weniger als 1 %, häufig auf küstennahen Dünen. Durch die oftmals starken Winde kann es hier zur Übersandung und somit unter anderem zu einer mechanischen Beanspruchung der Pflanzen kommen.

A1 – *Caricetum arenariae*

Das *Caricetum arenariae* ist sehr arm an Gefäßpflanzenarten und weitgehend negativ differenziert. Teilweise kommt nur *Carex arenaria* vor. Bezeichnend für die Bestände auf Saaremaa ist die oft gut ausgeprägte Kryptogamenschicht. Strauchflechten der Gattung *Cladonia* sowie *Cetraria aculeata* kommen höchstet vor und bilden gemeinsam mit *Cephaloziella divaricata*, *Ceratodon purpureus* und *Racomitrium canescens* dichte Bestände.

Im Gebiet besiedelt das *Caricetum arenariae* von allen Trockenrasengesellschaften die sauersten Standorte mit einem mittleren pH-Wert von 5,9 (vgl. Tab. 2).

A2 – *Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis*

Die Assoziation weist mit *Androsace septentrionalis* und *Cladonia foliacea* zwei territoriale Kennarten auf. Gegen das *Festucetum polesicae* (A3) differenzieren un-

ter anderem *Cladonia gracilis* ssp. *gracilis*, *Pimpinella nigra* und *Plantago maritima*.

Die Gesellschaft kommt auf humus- und carbonatarmen, jedoch basenreichen Sandböden in den Dünen in Küstennähe vor.

A3 – *Festucetum polesicae*

Dominiert und charakterisiert wird das *Festucetum polesicae* in erster Linie durch die beiden Horstgräser *Festuca polesica* und *Koeleria glauca*, die teils gemeinsam, teils alleine in den Beständen vorkommen. Bezogen auf Saaremaa gibt es fünf weitere Assoziationskennarten, darunter die kontinentalen Sandsippen *Alyssum montanum* ssp. *gmelinii* und *Dianthus arenarius*. Gegenüber dem *Helichryso-Jasionetum* (A2) differenzieren insbesondere die basiphilen Moose *Ditrichum flexicaule*, *Thuidium abietinum* und *Tortella inclinata*.

Die Gesellschaft kommt im Untersuchungsgebiet im Wesentlichen in küstennahen Dünen vor, welche aus noch relativ jungen marinen Sanden mit teilweise hohem Muschelkalkanteil bestehen.

A4 – *Sileno otitae-Festucetum brevipilae*

Im *Sileno-Festucetum* Saaremaas wird die Grasnarbe meist von mehreren Arten, darunter in erster Linie *Agrostis capillaris*, *Festuca ovina*, *Helictotrichon pratense*, *Luzula campestris*, *Phleum phleoides* und *Poa angustifolia* gebildet. Besonders häufige, bezeichnende Kräuter sind *Arenaria serpyllifolia* ssp. *glutinosa*, *Potentilla argentea* agg. sowie *Trifolium arvense*. Das *Sileno-Festucetum* ist zum einen durch dominant auftretende Arten der *Koelerio-Corynephoronea* wie *Brachythecium albicans*, *Cerastium semidecandrum*, *Ceratodon purpureus* und *Sedum acre* eng an diese Klasse gebunden, zum anderen sind Arten der Kalk-Halbtrockenrasen oder des Wirtschaftsgrünlandes in größerer Zahl aber mit meist geringer Deckung beigemischt. Auch durch die für einen Sandtrockenrasen ungewöhnlich dichte Krautschicht werden die Beziehungen zur *Helictotrichon pratense*-[*Brachypodietalia pinnati*]-Gesellschaft (C1) deutlich. Enger eingenischte *Festuco-Brometea*- bzw. *Brachypodietalia pinnati*-Arten wie *Filipendula vulgaris*, *Plantago media* oder *Trifolium montanum* fehlen im *Sileno-Festucetum* jedoch weitgehend. Die Kryptogamenschicht wird aus wenigen, teilweise hohe

Deckungsgrade erreichenden Arten wie *Brachythecium albicans* und *Thuidium abietinum* gebildet.

Das *Sileno-Festucetum* besiedelt etwas besser nährstoff- und wasserversorgte Böden als die übrigen Sand-trockenrasengesellschaften. Der Anteil der organischen Substanz im durchwurzelten Bereich liegt deutlich höher als in diesen (Median 4,1 %, vgl. Tab. 2). Man könnte die Assoziation daher als »Sand-Halbtrockenrasen« bezeichnen.

4.2. Felsgrusgesellschaften – Sedo-Scleranthenea

Die Gesellschaften der Unterklasse *Sedo-Scleranthenea* kommen auf sehr flachgründigen, humusreichen Böden über kalkhaltigem Gestein vor.

B1 – *Cladonio symphyrcarpiae-Sedetum albi*

Das *Cladonio-Sedetum* weist die typischen Arten der basiphilen Felsgrusgesellschaften wie *Acinos arvensis*, *Bryum caespiticium*, *Erophila verna*, *Tortella tortuosa* und *Sedum album* auf. *Saxifraga tridactylites* und *Tortula ruralis* können sogar als territoriale Kennarten gelten. Dagegen fehlen die bunten Erdflechten und der größte Teil der kleinen akrokarpnen Moose, welche für die Felsgrusgesellschaften der Alvare (B2, B3) bezeichnend sind. Andererseits sind einige »mesophile« und leicht ruderale Sippen wie *Brachythecium albicans*, *Elymus repens*, *Dactylis glomerata*, *Linaria vulgaris* und *Potentilla argentea* agg. im *Cladonio-Sedetum* deutlich häufiger als in diesen. *Sedum acre* ist im Frühsommer mit seinen gelben Blüten aspektbestimmend. Die Moos-schicht wird von polsterbildenden Arten wie *Ceratodon purpureus* und *Ditrichum flexicaule* beherrscht.

Tab. 2: Mittlere Standortbedingungen in den acht Trockenrasenassoziationen auf Saaremaa. Die Bodenparameter beziehen sich auf die obersten 10 cm. Wenn nichts anderes angegeben ist, handelt es sich um arithmetische Mittelwerte (\pm Standardabweichung). Bei den Ordinalskalen stehen 0 für fehlend, 1 für besonders niedrige Werte und 5 bzw. 6 für besonders hohe Werte (vgl. BOCH 2005).

Table 2: Average environmental conditions in the eight dry grassland associations of the island of Saaremaa. The soil data refer to the uppermost 10 cm. – (1) pH value (H₂O); (2) Cation exchange capacity [mval/100 g]; (3) Base saturation [%]; (4) CaCO₃ content [ordinal; 0–5] (median); (5) Humus content [%] (median); (6) Microrelief [cm]; (7) Soil depth [ordinal; 1–5] (median); (8) Cover of stones and rocks [%]; (9) Proportion of soil skeleton [ordinal; 1–6] (median). Arithmetic means (\pm standard deviation) are given unless otherwise indicated. Within the ordinal scales, 0 means absent, whereas 1 stands for very low values and 5 or 6 for especially high values (cf. BOCH 2005).

Assoziation	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1
<i>n</i>	6	12	43	24	22	37	14	73
(1) pH-Wert (H ₂ O)	5,9 \pm 1,1	6,7 \pm 1,0	7,4 \pm 0,7	6,6 \pm 0,9	7,6 \pm 0,2	7,5 \pm 0,4	7,6 \pm 0,4	7,3 \pm 0,5
(2) Kationenaustauschkapazität [mval/100 g]	6,8 \pm 7,5	10,6 \pm 16,1	25,4 \pm 18,0	21,9 \pm 21,2	62,3 \pm 17,3	49,1 \pm 21,0	50,6 \pm 31,6	40,8 \pm 22,3
(3) Basensättigung [%]	99 \pm 2	100 \pm 2	100 \pm 0	96 \pm 8	100 \pm 0	100 \pm 2	100 \pm 0	99 \pm 2
(4) CaCO ₃ -Gehalt [ordinal; 0–5] (Median)	0	1	3	1	4	3	3	3
(5) Humusgehalt [%] (Median)	0,4	0,4	0,5	4,1	5,6	11,6	9,4	8,2
(6) Mikrorelief [cm]	3,3 \pm 1,0	3,2 \pm 2,9	3,9 \pm 3,4	3,2 \pm 2,1	4 \pm 3,7	7,6 \pm 6,1	6,6 \pm 7,4	4,6 \pm 2,4
(7) Tiefgründigkeit [ordinal; 1–5] (Median)	5	5	5	4,5	1	2	1,5	3
(8) Deckung Gestein [%]	0 \pm 0	9 \pm 18	1 \pm 6	3 \pm 12	26 \pm 33	13 \pm 19	29 \pm 20	6 \pm 16
(9) Skelettanteil [ordinal; 1–6] (Median)	1	1	1	1	4	3	4	1

Das *Cladonio-Sedetum* besiedelt vorwiegend anthropogene Standorte wie Lesesteinwälle, Steinbrüche, Schotterflächen und Betonplatten, wie sie häufig auf den zahlreichen Industriebrachen oder verlassenen militärischen Übungsgeländen zu finden sind. Es kommt aber auch auf fossilen Strandwällen in Küstennähe vor. Der Feinboden ist im *Cladonio-Sedetum* sehr gering mächtig (meist 0–5 cm), oder das Substrat besteht sogar fast vollständig aus Kalk-Schotter ohne nennenswerte Feinbodenanteile.

B₂ – *Crepido pumilae*-*Allietum alvarensis*

Artemisia rupestris ist die bezeichnende und oft dominante Gefäßpflanzenart des *Crepido-Allietum* auf Saaremaa. Weitere Kennsippen unter den Gefäßpflanzen sind drei Taxa, die bislang als Endemiten von Öland und Gotland galten (JONSELL & KARLSSON 2004), *Allium schoenoprasum* var. *alvarensis*, »outcrop«-Form von *Crepis tectorum* (morphologisch ssp. *pumila* [Liljebad] Sterner entsprechend) und *Festuca oelandica* (Hackel) K. Richt. Hier sollten künftige systematische Untersuchungen klären, ob die weitgehende morphologische und ökologische Übereinstimmung mit den schwedischen Sippen in einem monophyletischen Ursprung oder in einer konvergenten Entwicklung begründet ist. Sechs Kryptogamenarten können als territoriale Kennarten der Assoziation gelten, darunter besonders häufig *Agonimia globulifera*, *Barbula unguiculata*, *Myurella julacea* und *Weissia brachycarpa*. Dazu kommen zahlreiche weitere Strauch- und Krustenflechten sowie akrokarpe Moose, welche das *Crepido-Allietum* und das *Helianthemo-Galietum* (B₃) verbinden (vgl. Tab. A₁, S. 68 ff.). Typisch sind auch Wechselfeuchte anzeigende Arten wie *Agrostis stolonifera*, *Fissidens dubius* und *Sagina nodosa*. Die Krautschicht ist meist sehr lückig.

Das *Crepido-Allietum* wächst auf Alvar-Flächen, die aufgrund der schlechten Abflußeigenschaften des sehr harten und noch wenig verkarsteten Ausgangsgesteins im Winter zeitweise überstaut sind. Die Erosionswirkung des Wassers und Frosthebungen des wassergesättigten Bodens unter Wechselfrostbedingungen, setzen die Wurzeln höherer Pflanzen einem starken mechanischen Streß aus. So entstehen immer wieder offene Stellen, die für konkurrenzschwache Kryptogamen besiedelbar sind, sowie ein ausgeprägtes Mikrorelief (Ø 7 cm) mit einer kleinräumigen Differenzierung zwischen feuchteren Senken und trockeneren Bulten.

B₃ – *Helianthemo oelandici*-*Galietum oelandici*

Die Artenzusammensetzung des *Helianthemo-Galietum* gleicht jener des *Crepido-Allietum* (B₂) durch das reichliche Vorkommen von »allgemeinen« Felsgrusarten sowie zahlreichen alvartypischen Kryptogamen. Es fallen jedoch *Artemisia rupestris* und die weiteren Kennarten des *Crepido-Allietum* aus, wohingegen eigene Kennarten auf Assoziationsebene fehlen (Zentralassoziation). Im *Helianthemo-Galietum* kommen jedoch einige Strauchflechtenarten wie *Cetraria aculeata*, *C. islandica*, *Cladonia foliacea* und *C. gracilis* ssp. *gracilis* vor, die zusammen mit *Anthemis tinctoria*, *Campylium polygamum* und *Silene nutans* gegenüber dem *Crepido-Allietum* differenzieren.

Das *Helianthemo-Galietum* wächst auf Saaremaa an Alvarstandorten, die ökologisch mit jenen des *Crepido-Allietum* vergleichbar sind. Außerdem kommt es auf Felstandorten an Steilküsten und auf fossilen Strandwällen vor.

4.3. *Basiphile* Trockenrasen – Festuco-Brometea

C₁ – *Helictotrichon pratense*-[*Brachypodietalia pinnati*]-Gesellschaft

Helictotrichon pratense bildet in den meisten Fällen die Matrix der blumenbunten Gesellschaft. Während der Sommermonate alternieren die Blühphasen unterschiedlicher Kräuter wie *Anthyllis vulneraria* ssp. *vulneraria*, *Centaurea jacea*, *Filipendula vulgaris*, *Hieracium pilosella*, *Knautia arvensis*, *Potentilla* spp. und *Trifolium montanum*, wodurch sich die farblichen Aspekte kontinuierlich wandeln. Häufig sind Arten wie *Briza media*, *Carex flacca*, *Ctenidium molluscum*, *Galium boreale*, *Linum catharticum* und *Sesleria caerulea* beigemischt, deren zweiter Verbreitungsschwerpunkt in den Niedermooren der Klasse *Parvo-Caricetea* den Held & Westhoff in Westhoff & den Held 1969 nom. cons. propos. liegt. Die Bestände der *Helictotrichon*-Gesellschaft weisen größtenteils eine dicht geschlossene Krautschicht auf. Wenige pleurokarpe Moosarten erreichen teilweise hohe Deckungsgrade. Flechten sind in diesem Vegetationstyp ohne große Bedeutung.

Die *Helictotrichon pratense*-Gesellschaft ist auf mäßig carbonathaltigen (2–10 %), mäßig tiefgründigen Böden (10–25 cm) verbreitet. Sandiger Schluff oder Lehm herrschen unter den Bodenarten vor. Die zahlreichen mesophilen Sippen deuten auf eine relativ günstige

Nährstoffversorgung und Wasserhaltefähigkeit der Böden hin.

5. Syntaxonomische Klassifikation und überregionaler Vergleich

In Tab. 1 sind die acht unterschiedenen Trockenrasengesellschaften, ihre gültigen Namen sowie die übergeordneten Syntaxa aufgelistet. Auf eine Nennung von Synonymen verzichten wir hier aus Platzgründen weitgehend; sie können DENGLER (2004a, 2004b), DENGLER & LÖBEL (2006) sowie DENGLER et al. (2006) entnommen werden.

5.1. Sandtrockenrasen – Koelerio-Coryneporenea

Estland liegt am nordöstlichen Rand des Synareals der Ordnung *Coryneporetalia canescentis* (DENGLER 2003); *Corynephorus canescens* fehlt auf Saaremaa bereits. Gefäßpflanzenarme Sandtrockenrasenbestände mit *Carex arenaria* haben wir in das negativ gekennzeichnete *Caricetum arenariae* (A1) innerhalb dieser Zentralordnung der *Koelerio-Coryneporenea* eingeordnet. Im Gebiet ist diese nur in einer strauchflechtenreichen Ausbildung vertreten, während etwa in Deutschland artenarme Dominanzbestände von *Carex arenaria* häufiger sind (SCHUBERT et al. 2001, DENGLER 2004a).

Das *Festucetum polesicae* (A3) aus dem Verband *Koelerion glaucae* ist eine typische und sehr charakteristische Gesellschaft humusarmer Sandböden im ganzen südbaltischen Raum (z. B. DOLNIK 2003, DENGLER 2004a). Während die Gesellschaft insgesamt eine breite pH-Amplitude hat und auch (mäßig) saure Böden besiedelt (z. B. LAASIMER 1965, LÖBEL 2002, DENGLER 2004a), liegt der durchschnittliche pH-Wert in den Beständen auf Saaremaa bei 7,4, da geeignete basenarme Sandstandorte fehlen. In der Artenzusammensetzung macht sich dies in einem Zurücktreten azidophytischer Sippen wie *Hypochaeris radicata* gegenüber anderen Regionen und den hohen Stetigkeiten basiphytischer Moose (z. B. *Ditrichum flexicaule* oder *Tortella inclinata*) bemerkbar. Floristisch und standörtlich ähnliche Bestände, denen *Festuca polesica* und *Koeleria glauca* fehlen, haben wir nach dem Konzept von DENGLER (2004a) in die Zentralassoziatio des *Koelerion glaucae*, das *Helichryso-Jasionetum* (A2), gestellt. Zwar fehlt

Helichrysum arenarium in unseren Aufnahmen, und *Jasione montana* kommt nur sehr selten auf Saaremaa vor, doch entsprechen diese Bestände ansonsten floristisch und standörtlich dem *Helichryso-Jasionetum* wie es DENGLER (2004a) aus Nordostdeutschland, DOLNIK (2003) von der Kurischen Nehrung und LÖBEL (2002) von Öland beschreiben.

Die Bestände der Gesellschaft A4 zeichnen sich durch das Nebeneinander typischer Sandtrockenrasenarten (*Cladonia furcata* und *Sedum acre*) mit mesophileren Grünlandarten (z. B. *Achillea millefolium* oder *Plantago lanceolata*) aus. Nach dem Konzept von DENGLER (2003, 2004a) gehören sie demnach in die Ordnung der Sand-Halbtrockenrasen (*Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae*). Das regelmäßige Vorkommen von *Elymus repens*, *Poa angustifolia* und *Potentilla argentea* agg. legt eine Einordnung in das subkontinentale *Armerion elongatae* nahe, obgleich dessen Verbandskenntarten *Armeria maritima* ssp. *elongata* und *Festuca brevipila* auf Saaremaa fehlen. Innerhalb dieses Verbandes sprechen *Helictotrichon pratense*, *Phleum phleoides* und weitere aus den *Festuco-Brometea* übergreifende Arten für eine Zuordnung zum *Sileno-Festucetum*. Die Bestände auf Saaremaa entsprechen weitgehend jenen, die LÖBEL (2002) aus Öland beschrieben hat.

5.2. Felsgrusgesellschaften – Sedo-Scleranthenea

Innerhalb der basiphilen Felsgrusgesellschaften haben DENGLER & LÖBEL (2006) und DENGLER et al. (2006) die großen floristischen Unterschiede zwischen den temperaten und den hemiborealen Einheiten herausgearbeitet. Deswegen stellen sie die nordischen Gesellschaften in einen neuen Verband *Tortello tortuosae-Sedion albi*, in dem sie zwei Unterverbände mit insgesamt sechs Assoziationen beschreiben. Drei davon konnten wir auf Saaremaa nachweisen. Das auf Nicht-Alvarstandorten verbreitete *Tortello tortuosae-Sedion albi* ist hier nur mit seiner Zentralassoziatio *Cladonio-Sedetum* (B1) vertreten. Aus dem alvartypischen *Tortello rigentis-Helianthemion oelandici* kommen sowohl das *Crepidio-Allietum* (B2) als auch die floristisch überwiegend negativ abgegrenzte Zentralassoziatio *Helianthemo-Galietum* (B3) vor. Verglichen mit Öland spielen in Felsgrusgesellschaften auf Saaremaa therophytische Gefäßpflanzen eine deutlich geringere Rolle, und in den beiden Alvarge-

sellschaften fehlen einige der für Öland und Gotland endemischen Kenntaxa. Dafür ist *Artemisia rupestris* im *Crepido-Allietum* Saaremaas weitaus häufiger als in schwedischen Beständen (92 % vs. 19 % Stetigkeit; vgl. DENGLER & LÖBEL 2006).

5.3. Basiphile Trockenrasen – Festuco-Brometea

Die basiphilen Halbtrockenrasen (Ordnung *Brachypodietales pinnati*) auf Saaremaa sind floristisch recht einheitlich, so dass wir sie in eine einzige Assoziation stellen. Deren Stellung im syntaxonomischen System ist allerdings noch unklar, weswegen wir sie einstweilen informell als *Helictotrichon pratense-Brachypodietales pinnati*-Gesellschaft führen. Schon die Frage, ob sie besser in den im östlichen Mitteleuropa verbreiteten Verband *Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944 oder in den im nördlichen Europa verbreiteten Zentralverband *Filipendulo vulgaris-Helictotrichon pratensis* Dengler & Löbel in Dengler et al. 2003 (vgl. DENGLER 2003, 2004a, DENGLER et al. 2003) zu stellen wären, lässt sich allein anhand des Aufnahmемaterials aus Saaremaa nicht sinnvoll entscheiden. Eine umfassende synthetische Studie der Kalk-Halbtrockenrasen im skandinavischen und baltischen Raum befindet sich deshalb in Vorbereitung (DENGLER et al. i.V.). Vergleicht man die Aufnahmen von Saaremaa mit jenen von Öland, fällt die relativ geringe Übereinstimmung mit dem vor allem auf dem Großen Alvar verbreiteten *Veronico spicatae-Avenetum* Krahulec et al. 1986 nom. inval. auf (vgl. KRAHULEC et al. 1986, LÖBEL 2002). Deutlich besser entsprechen unsere Aufnahmen der von LÖBEL (2002) bzw. LÖBEL & DENGLER (eingereicht) für außerhalb des öländischen Großen Alvars angegebenen *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft.

5.4. Höhere Syntaxa und Gesamtbetrachtung

Hinsichtlich Gliederung der Trockenrasen auf höherer syntaxonomischer Ebene konnten wir für Saaremaa den Gliederungsvorschlag von DENGLER et al. (2003) und DENGLER (2004a, 2004b) bestätigen, nur die beiden Klassen *Koelerio-Corynephoretea* und *Festuco-Brometea* zu unterscheiden, wobei erstere zwei Unterklassen umfasst. Die Übersichtstabelle (Tab. A1, S. 68 ff.) zeigt genau diese drei Hauptgruppen, die jeweils durch zahlreiche eigene Kenn- und Differenzialarten kenn-

zeichnet sind, wobei Sandtrockenrasen und Felsgrusfluren zusätzlich durch eine Reihe hochsteter Arten wie *Ceratodon purpureus*, *Peltigera rufescens* und *Sedum acre* verbunden sind, die wir als Kennarten der *Koelerio-Corynephoretea* s.l. werten. Bemerkenswert sind »Kennwertverschiebungen« einiger Arten gegenüber Nordostdeutschland (DENGLER 2004a, 2004b). Während dort *Festuca ovina* und *Thymus serpyllum* weitgehend auf die Klasse *Koelerio-Corynephoretea* beschränkt sind, treten diese auf Saaremaa ähnlich häufig in den *Festuco-Brometea* auf, ein Phänomen, das LÖBEL & DENGLER (eingereicht) auch auf Öland beobachtet haben. Andererseits sind einige leicht azidophytische Arten, die europaweit »nur« *Koelerio-Corynephoretea*-Klassenkennarten sind, wie *Racomitrium canescens*, *Rumex acetosella* und *Tortula ruraliformis* (vgl. DENGLER 2003: 202 f.), auf Saaremaa territoriale Unterklassenkennarten der *Koelerio-Corynephoretea*, was darauf zurückzuführen ist, dass der azidophytische Flügel der *Sedo-Scleranthenea*, die *Sedo-Scleranthetalia* Br.-Bl. 1955, hier nicht vertreten ist.

Unsere Klassifikation aus überregionaler Perspektive stimmt hinsichtlich der Assoziationsabgrenzungen bei den Alvar-trockenrasen (B, C) recht gut mit den von PÄRTEL et al. (1999) numerisch herausgearbeiteten Clustern überein (vgl. Tab. 1), obwohl diese Autoren keine Kryptogamen berücksichtigt haben. Für Sandtrockenrasen (A) lag unseres Wissens bislang kein umfassender Gliederungsvorschlag für die in Estland vorkommenden Typen vor, doch konnten wir immerhin zu zwei der von uns ausgewiesenen Assoziationen näherungsweise Entsprechungen in LAASIMER (1965) finden (vgl. Tab. 1).

6. Phytodiversität

6.1. Ergebnisse

Die Artendichten der untersuchten Trockenrasenbestände variieren zwischen 1 und 71 (\bar{x} 35) auf 4 m². Die mittleren Artenzahlen auf 4 m² sind in den *Sedo-Scleranthenea*-Gesellschaften am höchsten (B: \bar{x} 41), gefolgt von jenen der *Festuco-Brometea* (C: \bar{x} 40) und am niedrigsten in den *Koelerio-Corynephoretea*-Gesellschaften (A: \bar{x} 23, Tab. A1, S. 68 ff.). Das *Crepido-Allietum* (B2: \bar{x} 49 Arten) weist unter den Gesellschaften auf Saaremaa die höchste, das *Caricetum arenariae* (A1: \bar{x} 15 Arten) die niedrigste kleinräumige Phytodiversi-

tät auf. In der Unterklasse *Koelerio-Corynephoronea* ist das *Sileno-Festucetum* am artenreichsten (A4: \bar{x} 30 Arten).

In den Vegetationsaufnahmen beträgt der prozentuale Anteil der Gefäßpflanzen 6–100 %, jener der Moose 0–48 % und jener der Flechten 0–78 % am Gesamtartenreichtum. Die *Helictotrichon-Brachypodietalia pinnati*-Gesellschaft (C1) weist den höchsten mittleren Anteil an Gefäßpflanzenarten (\bar{x} 74 %) und den niedrigsten an Flechtenarten (\bar{x} 7 %) auf. Im *Caricetum arenariae* (A1) ist hingegen der geringste Anteil an Gefäßpflanzenarten (\bar{x} 24 %) sowie an Moosarten (\bar{x} 13 %) bei gleichzeitig höchstem Anteil an Flechtenarten (\bar{x} 62 %) festzustellen. Den höchsten relativen Moosanteil weist das *Crepido-Allietum* auf (B2: \bar{x} 31 %). Die Berücksichtigung nicht-epigäischer Arten führt durchschnittlich zu einer Erhöhung der Artenzahl je Aufnahme um 2,1 (6 %), wobei der Anstieg im *Tortello-Helianthemion* mit 5,0 (12 %) absolut am höchsten ausfällt.

6.2. Diskussion

Die Artendichten in den Trockenrasengesellschaften auf Saaremaa sind verglichen mit anderen Trockenrasentypen Europas insgesamt als hoch, verglichen mit anderen Vegetationstypen sogar als sehr hoch einzustufen. Die von DENGLER (2005) zusammengestellten Assoziationsmittelwerte für außernordische Trockenrasengesellschaften liegen zwischen 9,5 und 35,0 Arten auf 4 m². Aus der von HOBOHM (1998) ermittelten Regressionsfunktion ergeben sich 13,3 Arten auf 4 m² als Durchschnitt für Offenlandgesellschaften Mitteleuropas. Die nordischen Felsgrusgesellschaften des Verbandes *Tortello tortuosae-Sedenion albi* gehören sogar zu den auf kleinen Flächen artenreichsten Gesellschaften, die bislang überhaupt dokumentiert wurden (DENGLER 2005, DENGLER & LÖBEL 2006). Die estnischen Trockenrasen erweisen sich in der Tendenz als umso artenreicher, je basischer ihre Bodenreaktion ist (Tab. 2, Abb. 1), worin sie mit vielen anderen Vegetationstypen des temperaten und borealen Europas übereinstimmen (z. B. EWALD 2003, DENGLER 2005).

Vergleicht man die sieben estnischen Gesellschaften, die auch auf Öland vorkommen, mit ihren dortigen Entsprechungen (LÖBEL & DENGLER eingereicht), so zeigt sich, dass die öländischen Bestände in fünf der sieben Assoziationen bezogen auf 4 m² durchschnittlich

14–56 % mehr epigäische Sippen aufweisen. Bei den Kalkhalbtrockenrasen (*Brachypodietalia pinnati*), wo wir die estnischen Aufnahmen keiner der von LÖBEL & DENGLER (eingereicht) für Öland auf Assoziations-ebene unterschiedenen Gesellschaften direkt zuordnen konnten, liegen die Artendichtewerte auf beiden Ostseeinseln in einer ähnlichen Größenordnung, wobei die estnische *Helictotrichon pratense*-Gesellschaft mit durchschnittlich 39,3 epigäischen Arten auf 4 m² zwischen der öländischen *Trifolium montanum-Medicago falcata*-Gesellschaft (\bar{x} 31) und dem dortigen *Veronica spicatae-Avenetum* (\bar{x} 44) liegt. Nur das *Crepido-Allietum* (B2) ist auf Saaremaa etwas artenreicher als auf Öland, was sich aber einfach darauf zurückführen läßt, dass die artenarme *Festuca oelandica*-Untereinheit, die auf Öland die am stärksten von winterlichen Überflutungen und Wechselfrostphänomenen beeinflussten Standorte besiedelt, auf Saaremaa keine Entsprechung hat (DENGLER et al. 2006). Insgesamt läßt sich verglichen mit Öland also ein konsistenter und deutlicher Rückgang in der mittleren Artendichte feststellen. Dagegen liegen die Werte auf Saaremaa in einer ähnlichen Größenordnung wie jene, die DENGLER et al. (2004) für uckermärkische Trockenrasen ermittelt haben (*Corynephorion canescentis*: 14,7 epigäische Arten auf Saaremaa vs. 12,5 in der Uckermark; *Koelerion glaucae*: 21,7 vs. 25,3; *Armerion elongatae*: 29,7 vs. 26,5; *Brachypodietalia pinnati*: 39,3 vs. 35,0).

Es stellen sich also zwei Fragen: (1) Warum sind die nordischen Felsgrusgesellschaften (*Tortello-Sedion*) insgesamt so überragend artenreich? (2) Warum ist die Artendichte in estnischen Trockenrasen im Allgemeinen niedriger als in öländischen?

(1) Die extremen Artendichten in *Tortello-Sedion*-Gesellschaften lassen sich vermutlich auf eine Kombination mehrerer Faktoren zurückführen. DENGLER & LÖBEL (2006) sowie DENGLER et al. (2006) vermuten als wichtigsten die ausgeprägte Variabilität der Standorteigenschaften, welche das gemeinsame Vorkommen von Arten auf engem Raum ermöglicht, die sich andernorts ausschließen. So unterliegen die nordischen Felsgrusgesellschaften (insbesondere jene der Alvare) einem regelmäßigen Wechsel zwischen extrem trockenen Bedingungen im Sommerhalbjahr und Feuchtigkeit oder gar Überflutung im Winter. Ein Feuchtigkeitsgradient nicht nur zeitlich, sondern auch kleinräumig durch die ausgeprägte Bult-Senken-Struktur vieler Bestände. Dar-

über hinaus führen die kürzeren Vegetationsperioden, die im Allgemeinen weniger fruchtbaren Böden sowie die ausgeprägten mechanischen Störungen insbesondere durch Frosthebungen in der hemiborealen Zone im Vergleich zum temperaten Europa zu weniger Konkurrenz und zu einer geringeren durchschnittlichen Größe der Pflanzen, was beides für den Artenreichtum förderlich ist.

(2) Als nahe liegende Erklärung für die geringeren Artendichten der estnischen verglichen mit den öländischen Trockenrasen bietet sich ein kleinerer regionaler Artenpool an. Auf Saaremaa fehlen etliche auf Öland weit verbreitete Trockenrasenarten oder sind sehr selten, ohne dass andere Arten hinzukämen, die diese Lücken füllen könnten. Dies gilt zum einen für therophytische Gefäßpflanzen und schwerpunktmäßig mediterran-submediterran verbreitete Kryptogamen. Ihr Fehlen auf Saaremaa dürfte großklimatische Gründe haben. Zum anderen muß man in Betracht ziehen, dass Südöland wesentlich größere zusammenhängende Trockenrasengebiete mit einer mutmaßlich längeren Habitatkontinuität besitzt als Saaremaa, wo die Trockenrasen zwar vor der Nutzungsaufgabe in den letzten Jahrzehnten größere Flächen einnahmen, aber auch früher aus vielen getrennten Gebieten bestanden (HELM et al. 2006). Die Großflächigkeit und Dauerhaftigkeit der öländischen Trockenrasen, insbesondere des Großen Alvars, mag den Aufbau eines großen regionalen Artenpools gefördert haben, sei es durch Arten, die hier seit den postglazialen Kältesteppen überdauert haben, sei es durch xerothermophile Arten, welche die Insel seither zufällig durch seltene Fernausbreitungsereignisse erreicht haben, oder schließlich durch Neoendemiten, die an Ort und Stelle entstanden sind.

Zusammenfassung

Ziel unserer Studie ist es, sämtliche auf der estnischen Ostseeinsel Saaremaa vorkommenden Trockenrasengesellschaften floristisch und ökologisch zu charakterisieren, sie in das überregionale pflanzensoziologische System einzuordnen und ihren Artenreichtum vergleichend zu beurteilen. Dazu haben wir 231 Vegetationsaufnahmen auf einheitlich 4 m² großen, repräsentativ über die Trockenrasengebiete der Insel verteilten Flächen angefertigt. Dabei wurden alle Gefäßpflanzen, Moose und

Flechten berücksichtigt. Wir unterscheiden acht Assoziationen oder assoziationsgleiche Einheiten, die sich auf drei (Unter-)Klassen verteilen. Die Trockenrasen auf tiefgründigen Sandböden (*Koelerio-Corynephoronea*: 4 Assoziationen) kommen auf den extremsten Standorten bezüglich der Wasser- und Nährstoffversorgung vor. Die Felsgrusgesellschaften (*Sedo-Scleranthenea*: 3 Assoziationen) besiedeln flachgründige, skelettreiche Böden. Die basiphilen Halbtrockenrasen aus der Klasse *Festuco-Brometea* (1 Gesellschaft) besiedeln Böden mit den relativ günstigsten Wasser- und Nährstoffverhältnissen. Die mittleren Artendichten auf 4 m² sind sehr hoch in den Beständen der *Sedo-Scleranthenea* (41) und der *Festuco-Brometea* (40), deutlich niedriger dagegen in den *Koelerio-Corynephoronea* (23).

Schlüsselwörter Alvar, Artenreichtum, *Festuco-Brometea*, *Koelerio-Corynephoronea*, Syntaxonomie

Danksagung

Wir danken Meelis Pärtel und Aveliina Helm (Tartu) für zahlreiche Informationen, Laurens Sparius (Gouda) und Christian Dolnik (Kiel) für die Bestimmung einiger Flechten und Moose sowie Thilo Hasse und Thomas Fartmann für konstruktive Anregungen zu einer früheren Fassung des Manuskriptes. Die Universitätsgesellschaft Lüneburg unterstützte die Geländearbeiten finanziell.

Literatur

- Andersson, S. (1990): A phenetic study of *Crepis tectorum* in Fennoscandia and Estonia. – Nord. J. Bot. 9: 589–600.
- Anonymus (1970): Eesti NSV kliimaatlas [estn.]. Tallinn: 209 S.
- Bergmeier, E., Härdtle, W., Mierwald, U., Nowak, B. & Pepler, C. (1990): Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. – Kiel. Not. Pflanzenkd. Schleswig-Holstein Hamb. 20: 92–110.
- Boch, S. (2005): Phytodiversität, Charakterisierung und Syntaxonomie der Trockenrasen auf Saaremaa (Estland). Dipl.-Arb., Inst. für Ökologie und Umweltchemie, Univ. Lüneburg.

- Corley, M. F. V., Crundwell, A. C., Düll, R., Hilland, M. O. & Smith, A. J. E. (1981): Mosses of Europe and the Azores. – *J. Bryol.* 16: 337–356.
- Corley, M. F. V. & Crundwell, A. C. (1991): Additions and amendments to the mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. – *J. Bryol.* 11: 609–689.
- Dengler, J. (2003): Entwicklung und Bewertung neuer Ansätze in der Pflanzensoziologie unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationsklassifikation. – *Arch. Naturwiss. Diss.* 14: 1–297.
- Dengler, J. (2004a): Klasse: *Koelerio-Corynephoretea* Klika in Klika & V. Novák 1941 – Sandtrockenrasen und Felsgrusfluren von der submeridionalen bis zur borealen Zone. – In: Berg, C., Dengler, J., Abdank, A. & Isermann, M. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband. Weissdorn, Jena: 301–326.
- Dengler, J. (2004b): Klasse: *Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944 – Basiphile Magerasen und Steppen im Bereich der submeridionalen und temperaten Zone. – In: Berg, C., Dengler, J., Abdank, A. & Isermann, M. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband. Weissdorn, Jena 327–335.
- Dengler, J. (2005): Zwischen Estland und Portugal – Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Phytodiversitätsmuster europäischer Trockenrasen. – *Tuexenia* 25: 387–405.
- Dengler, J. & Berg, C. (2002) [»2000«]: Klassifikation und Benennung von Pflanzengesellschaften – Ansätze zu einer konsistenten Methodik im Rahmen des Projekts »Rote Liste der Pflanzengesellschaften von Mecklenburg-Vorpommern«. – In: Rennwald, E. (Hrsg.): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – *Schriftenr. Vegetationskd.* 35: 17–47.
- Dengler, J. & Löbel, S. (2006, im Druck): The basiphilous dry grasslands of shallow, skeletal soils (*Alyso-Sedetalia*) on the island of Öland (Sweden), in the context of North and Central Europe. – *Phytocoenologia* 36.
- Dengler, J., Berg, C., Eisenberg, M., Isermann, M., Jansen, F., Koska, I., Löbel, S., Manthey, M., Pätzolt, 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.
- Dengler, J., Bedall, P., Bruchmann, I., Hoefl, I. & Lang, A. (2004): Artenzahl-Areal-Beziehungen in uckermärkischen Trockenrasen unter Berücksichtigung von Kleinstflächen – eine neue Methode und erste Ergebnisse. – *Kiel. Not. Pflanzenkd. Schleswig-Holstein Hamb.* 32: 20–25.
- Dengler, J., Löbel, S. & Boch, S. (2006): Dry grassland communities of shallow, skeletal soils (*Sedo-Scleranthenea*) in northern Europe – Characterisation, distribution, syntaxonomy, and comparison with central Europe. – *Tuexenia* 26: 159–190.
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart: 683 S.
- 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: 1–183.
- European Commission (2003) (Hrsg.): Interpretation Manual of European Union Habitats. European Commission, Brussels: 127 S.
- Eichwald, K., Kukk, E., Kuusk, V., Lellep, E., Mäemets, A., Rebasoo, H., Sander, R., Talts, S., Trei, T. & Viljasoo, L. (1984): Eesti NSV Flora IX [estn.]. Valgus, Tallinn: 448 S.
- Ewald, J. (2003): The calcareous riddle: Why are there so many calciphilous species in the Central European flora? – *Folia Geobot.* 38: 357–366.
- Grolle, R. & Long, D. G. (2000): An annotated checklist of the Hepaticae and Anthocerotatae of Europe and Macaronesia. – *J. Bryol.* 22: 103–140.
- Helm, A., Hanski, I. & Pärtel, M. (2006): Slow response of plant species richness to habitat loss and fragmentation. – *Ecol. Lett.*: 72–77.
- Hobohm, C. (1998): Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt – Überarbeitete und erweiterte Fassung der an der Universität Lüneburg eingereichten und angenommenen Habilitationsschrift. – *Arch. Naturwiss. Diss.* 5: 1–231.
- Jäger, E. J. & Werner, K. (2001) [»2002«] (Hrsg.): Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – Rothmaler, W. (Begr.): Exkursionsflora von Deutschland 4. 9. Aufl. Spektrum Akademischer Verl., Heidelberg [u. a.]: 948 S.

- Jonsell, B. & Karlsson, T. (2004): Endemic vascular plants in Norden. - In: Jonsell, B. [Hrsg.]: Flora Nordica - General Volume. Royal Swedish Acad. of Sciences, Stockholm: 139-159.
- Kalamees, R. & Zobel, M. (2002): The role of the seed bank in gap regeneration in a calcareous grassland community. - *Ecology* 83: 1017-1025.
- Koperski, M., Sauer, M., Braun, W. & Gradstein, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. - *Schriftenr. Vegetationskd.* 34: 1-519.
- 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.
- Laasimer, L. (1965): Vegetation of the Estonian S. S. R. [estn., engl. Zus.]. Valgus, Tallinn: 394 S.
- Löbel, S. (2002): Trockenrasen auf Öland: Syntaxonomie - Ökologie - Biodiversität. - Diplomarb., Inst. für Ökologie und Umweltchemie, Univ. Lüneburg.: 178 + XIV S., 4 Tab.
- Löbel, S. & Dengler, J. (eingereicht): Floristic and ecological characterisation, diversity and distribution of dry grasslands on southern Öland. - *Acta Phytogeogr. Succ.*
- Otsus, M. & Zobel, M. (2002): Small-scale turnover in a calcareous grassland, its pattern and components. - *J. Veg. Sci.* 13: 199-206.
- Paal, J. (1998): Rare and threatened plant communities of Estonia. - *Biodiversity Conserv.* 7: 1027-1049.
- Pärtel, M. & Zobel, M. (1999): Small-scale species richness in calcareous grasslands determined by the species pool, community age and shoot density. - *Ecography* 22: 153-159.
- Pärtel, M., Zobel, M., Zobel, K. & Maarel, E. van der (1996): The species pool and its relation to species richness: evidence from Estonian plant communities. - *Oikos* 75: 111-117.
- Pärtel, M., Kalamees, R., Zobel, M. & Rosén, E. (1998): Restoration of species-rich limestone grassland communities from overgrown land: the importance of propagule availability. - *Ecol. Eng.* 10: 275-286.
- 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.
- 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.
- Raudsepp, H. & Jaagus, J. (2002): Üldiseloomustus. - In: Kään, H., Mardiste, H., Nelis, R. & Pesti, O. (Hrsg.): Saaremaa. Loodus. Aeg. Inimene. (1. Osa). Tallinna Raamatutrükikoda, Tallinn: 65-68.
- Santesson, R., Moberg, R., Nordin, A., Tønsberg, T. & Vitikainen, O. (2004): Lichen-forming and lichenicolous fungi of Fennoscandia. Museum of Evolution, Uppsala: 359 S.
- Schlichting, E., Blume, H.-P. & Stahr, K. (1995): Bodenkundliches Praktikum - Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaftler. 2. Aufl. Pareys Studentexte 81: 1-295.
- Schubert, R., Hilbig, W. & Klotz, S. (2001): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Spektrum, Heidelberg [u. a.]: 472 S.
- Tomson, A. (1937): La végétation de la presqu'île de Sõrve (Estonie) [estn., franz. Zus.]. - *Eesti Loodusteaduse Arh., II Seeria*, 16(1/2): 1-84, 1 Kt.
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D. H., Walters, S. M. & Webb, D. A. (1980) (Hrsg.): Flora Europaea - Volume 5: *Alismataceae* to *Orchidaceae* (*Monocotyledones*). Cambridge University Press, Cambridge: XXXVI + 452 S., 5 Kt.
- Wißkirchen, R. & Haeupler, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - In: Haeupler, H. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands 1. Ulmer, Stuttgart: 765 S.
- Zobel, M. (1987): The Classification of Estonian Alvars and their Plant Communities. - In: Laasimer, L. & Kull, T. (Hrsg.): The Plant Cover of the Estonian SSR - Flora, Vegetation and Ecology. Valgus, Tallinn: 28-45.

Anhang

Tab. A1: Gekürzte Stetigkeitstabelle der acht Trockenrasenassoziationen auf Saaremaa. – Die Zahlen stehen in der Spalte »ges.« und in den Assoziationsspalten für prozentuale Stetigkeitswerte, wohingegen es sich bei den Spalten der höheren Syntaxa (A, B, C) um »Stetigkeitskennwerte« handelt. Letztere werden als arithmetisches Mittel der Stetigkeitswerte der zugehörigen Assoziationen berechnet (vgl. DENGLER 2003). Bei allen angegebenen Kennwerten handelt es sich um Einschätzungen bezogen auf Saaremaa, die von der Einstufung auf überregionaler Ebene abweichen können. Man beachte, dass das Fehlen von Arten in Spalte A1 ein Artefakt der sehr geringen Aufnahmezahl sein kann. Die Kennwerte der Arten sind nach dem Vorschlag von DENGLER (2003) durch Schattierungen und Kästen gekennzeichnet.

Table A1: Abridged synoptic table of the eight dry grassland associations of the island of Saaremaa. – The constancy values in the column »ges.« (total/mean values for all relevés) and in the association columns are ordinary constancy values whereas those in the columns for the superior syntaxa (A, B, C) represent »constancy reference values«. The latter are calculated as arithmetic means of the constancy values in the subordinated associations (cf. DENGLER 2003). All diagnostic values that are indicated refer to Saaremaa and may differ from the supraregional situation. Note that the absence of species in column A1 may partly be an artifact due to a very low number of relevés. The diagnostic values of the species are indicated by frames and shadings as suggested by DENGLER (2003) (dark grey: character species; light grey: joint differential species of classes or transgressive character species; frame: differential species; frame with broken line: negatively differentiating species within a species block).

Syntaxon
 ■ = Charakterart
 ■ = Klassendifferenzialart oder transgressive Charakterart

A1 A2 A3 A4 B1 B2 B3 C1
 □ = Differenzialart
 □ = negativ differenzierende Art innerhalb eines Artenblocks

	ges.	Koelerio-Corynephoretea												C - Festuco- Brometea
		A - Koelerio-Corynephoretea				B - Sedo- Scleranthenea				C.a				
		A.a		A.b		A.c		B.a						
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1					
Anzahl Assoziationen	8	4	3	1										
Anzahl Vegetationsaufnahmen	231	85	73	73	6	12	43	24	22	37	14	73		
Mittlere Gesamtartenzahl	36	23	41	40	15	22	23	30	31	49	43	40		
Mittlere Artenzahl Gefäßpflanzen	20	10	19	30	2	8	10	21	17	22	19	30		
Mittlere Artenzahl Moose	9	4	11	8	2	4	6	5	8	16	10	8		
Mittlere Artenzahl Flechten	7	8	10	3	11	10	8	4	6	11	13	3		

A, B und C - Koelerio-Corynephoretea und Festuco-Brometea (gemeinsame Klassendifferenzialarten, teilweise gemeinsam mit einer dritten Klasse)

D	<i>Galium verum</i>	66	49	65	81	.	83	47	67	32	78	86	81
	<i>Ditrichum flexicaule</i>	58	24	88	55	.	8	49	38	86	86	93	55
	<i>Thymus serpyllum</i>	53	53	44	48	.	67	81	65	9	43	79	48
	<i>Artemisia campestris</i>	51	50	58	38	.	75	49	75	59	51	64	38
	<i>Thuidium abietinum</i>	45	26	47	47	.	.	42	63	45	54	43	47
	<i>Anthyllis vulneraria</i> ssp. <i>vulneraria</i>	44	12	60	62	.	17	7	25	36	73	71	62
	<i>Festuca ovina</i>	43	15	67	45	.	.	5	54	27	89	86	45
	<i>Tortella inclinata</i>	42	22	67	23	.	17	63	8	50	73	79	23
	<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i>	41	21	49	47	.	17	28	38	32	59	57	47
	<i>Hieracium pilosella</i>	33	11	43	56	.	8	5	29	27	24	79	56
	<i>Fissidens dubius</i>	28	.	45	37	.	.	.	.	.	84	50	37
	<i>Cladonia rangiformis</i>	13	7	23	10	.	8	.	21	9	30	29	10
	<i>Arabis hirsuta</i>	11	7	13	12	.	.	7	21	9	8	21	12
	<i>Potentilla incana</i>	10	6	10	14	.	.	2	21	5	11	14	14
	<i>Erigeron acris</i> ssp. <i>acris</i>	3	4	3	4	.	8	2	4	5	3	.	4
	<i>Trifolium campestre</i>	3	.	6	3	.	.	.	.	.	11	7	3
	<i>Viola rupestris</i>	6	3	.	14	.	.	9	4	.	.	.	14
	<i>Rhodobryum roseum</i>	2	2	.	3	.	.	.	8	.	.	.	3
	<i>Saxifraga granulata</i>	2	1	1	4	.	.	2	.	.	3	.	4

A und B - Koelerio-Corynephoretea

C	<i>Sedum acre</i>	52	50	66	26	.	58	70	71	91	57	50	26
	<i>Ceratodon purpureus</i>	47	67	48	18	67	75	88	38	68	46	29	18
	<i>Cetraria aculeata</i>	23	60	18	4	83	92	53	13	.	5	50	4
	<i>Peltigera rufescens</i>	39	23	58	14	.	.	58	33	45	78	50	14
	<i>Cladonia pocillum</i>	30	20	49	10	.	8	53	17	9	59	79	10
	<i>Brachyhectium albicans</i>	31	31	32	16	.	17	60	46	64	11	21	16
	<i>Cetraria islandica</i>	26	38	23	10	17	50	58	25	.	19	50	10
	<i>Cerastium semidecandrum</i>	22	21	28	4	.	8	30	46	41	30	14	4

A - Koelerio-Corynephoretea

C	<i>Cladonia furcata</i>	21	46	4	4	50	33	58	42	.	11	.	4
	<i>Racomitrium canescens</i>	17	47	.	1	50	67	58	13	.	.	.	1
	<i>Tortula ruraliformis</i>	27	46	11	5	.	67	91	25	18	.	14	5
	<i>Pulsatilla pratensis</i> ssp. <i>pratensis</i>	12	27	2	1	.	50	30	29	.	.	7	1
	<i>Rumex acetosella</i>	6	13	.	3	.	25	7	21	.	.	.	3
	<i>Jasione montana</i>	2	5	.	.	.	8	2	8	.	.	.	.

D	<i>Carex arenaria</i>	16	56	.	.	100	58	49	17	.	.	.	.
	<i>Cladonia pyxidata</i> agg.	28	47	16	12	33	58	58	38	9	19	21	12
	<i>Hieracium umbellatum</i>	21	42	10	5	33	67	60	8	18	5	7	5
	<i>Cephaloziella divaricata</i>	12	42	1	1	83	50	33	.	.	3	.	1
	<i>Cladonia arbuscula</i>	13	40	6	4	83	33	23	21	.	3	14	4
	<i>Cladonia phyllophora</i>	11	38	3	.	83	42	28	.	5	5	.	.
	<i>Placynthiella oligotropha</i>	11	36	.	.	67	33	37	8	.	.	.	.
	<i>Cladonia glauca</i>	9	35	2	.	83	33	21	4	5	.	.	.
	<i>Cladonia subulata</i>	10	35	4	.	83	25	30	.	9	3	.	.

A.a - Corynephoretalia canescens [Zentralordnung]

D	<i>Cladonia floerkeana</i>	3	27	.	.	83	25	.	.	.	.	.	.
	<i>Cladonia cornuta</i>	3	23	.	.	67	25	.	.	.	.	.	.
	<i>Cladonia deformis</i>	3	19	.	.	50	25	.	.	.	.	.	.
	<i>Cladonia fimbriata</i>	6	17	3	3	50	.	9	8	9	.	.	3
	<i>Cladonia pleurota</i>	2	17	.	.	50	17	.	.	.	.	.	.
	<i>Cladonia rangiferina</i>	4	20	1	.	50	25	5	.	.	3	.	.
	<i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>gracilis</i>	5	15	7	4	33	25	2	.	.	.	21	4

A.b - Sedo acris-Festucetalia

C	<i>Taraxacum</i> sect. <i>Obliqua</i>	2	4	.	.	.	8	7	.	.	.	.	.
D	<i>Hypogymnia physodes</i>	12	23	6	3	17	33	35	8	.	3	14	3

A2 - Helichryso arenarii-Jasionetum litoralis [Zentralasoziation]

C	<i>Cladonia foliacea</i>	8	18	7	4	.	58	14	.	.	.	21	4
	<i>Androsace septentrionalis</i>	2	6	2	.	.	25	.	.	5	.	.	.
D	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>arenaria</i>	2	7	.	.	.	25	.	4	.	.	.	.
	<i>Honckenya peploides</i>	2	8	.	.	.	25	5	.	.	.	.	.
	<i>Plantago maritima</i>	6	6	14	1	.	25	.	.	5	22	14	1

	ges.	A	B	C	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1
Anzahl Assoziationen	8	4	3	1								
Anzahl Vegetationsaufnahmen	231	85	73	73	6	12	43	24	22	37	14	73
A3 - Festucetum polesicae												
C <i>Festuca polesica</i>	17	23	.	.	.	.	93	.	.	.	.	.
<i>Koeleria glauca</i>	10	14	.	.	.	.	56	.	.	.	.	.
<i>Dianthus arenarius</i>	8	11	.	.	.	.	42	.	.	.	.	.
<i>Alyssum montanum</i> ssp. <i>gmelinii</i>	5	7	.	.	.	.	26	.	.	.	.	.
<i>Cetraria ericetorum</i>	5	6	1	1	.	.	23	.	3	.	.	1
<i>Gypsophila fastigiata</i>	3	4	.	.	.	.	16	.	.	.	.	.
<i>Cladonia cariosa</i>	3	4	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.
A.c Trifolium arvensis-Festucetalia ovinae												
C <i>Arenaria serpyllifolia</i> ssp. <i>glutinosa</i>	25	21	30	15	.	8	14	63	41	41	7	15
<i>Potentilla argentea</i> agg.	14	10	17	14	.	.	.	38	41	11	.	14
<i>Peltigera canina</i>	7	8	6	3	.	12	.	21	18	.	.	3
<i>Myosotis stricta</i>	2	3	.	3	.	.	.	13	.	.	.	3
D <i>Plantago lanceolata</i>	43	17	35	75	.	.	5	63	45	38	21	75
<i>Climacium dendroides</i>	10	12	7	8	.	.	7	42	14	.	7	8
<i>Poa angustifolia</i>	24	11	15	47	.	.	.	42	27	11	7	47
<i>Elymus repens</i> ssp. <i>repens</i>	12	10	11	14	.	8	.	33	23	11	.	14
<i>Agrostis capillaris</i>	5	8	.	5	.	.	.	33	.	.	.	5
<i>Vicia hirsuta</i>	9	8	8	10	.	.	2	29	23	.	.	10
A4 - Sileno otitae-Festucetum brevipilae [Zentralassoziation]												
C <i>Trifolium arvense</i>	14	18	7	11	.	8	14	50	18	3	.	11
<i>Pheleum phleoides</i>	7	6	7	8	.	.	.	25	5	8	7	8
<i>Polytrichum juniperinum</i>	3	7	.	1	.	8	.	21	.	.	.	1
<i>Dianthus deltooides</i>	3	3	.	4	.	.	.	13	.	.	.	4
<i>Vicia lathyroides</i>	2	3	.	3	.	.	2	8	.	.	.	3
B und C - Sedo-Scleranthenea (bzw. Alyso alyssoidis-Setetalia) mit Festuco-Brometea gegen Koelerio-Corynephorrea												
D <i>Achillea millefolium</i> ssp. <i>millefolium</i>	49	19	46	79	.	.	5	71	36	59	43	79
<i>Poa compressa</i>	34	7	56	42	.	8	7	13	55	57	57	42
<i>Barbula convoluta</i>	29	1	53	29	.	.	.	4	27	89	43	29
<i>Centaurea jacea</i>	32	1	38	63	.	.	.	4	14	49	50	63
<i>Linum catharticum</i>	30	2	30	58	.	.	.	8	54	36	.	58
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i>	35	10	27	67	.	.	2	38	27	32	21	67
<i>Hypericum perforatum</i>	29	8	31	47	.	.	2	29	36	43	14	47
<i>Galium boreale</i>	26	2	29	49	.	.	2	4	9	35	43	49
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	26	3	27	47	.	.	5	8	36	32	14	47
<i>Juniperus communis</i> (juv.)	16	1	22	25	.	.	.	4	5	32	29	25
B - Sedo-Scleranthenea (bzw. B.1 Alyso alyssoidis-Setetalia)												
C <i>Acinos arvensis</i>	27	6	59	16	.	.	7	17	45	68	64	16
<i>Tortella tortuosa</i>	31	2	59	30	.	.	9	.	27	78	71	30
<i>Sedum album</i>	19	.	52	5	.	.	.	.	23	70	64	5
<i>Bryum caespiticium</i>	26	9	47	16	.	.	19	17	55	51	36	16
<i>Bacidia bagliettoana</i>	16	4	30	10	.	.	9	8	27	43	21	10
<i>Erophila verna</i>	10	4	19	5	.	.	12	4	32	11	14	5
<i>Hornungia petraea</i>	3	.	10	.	.	.	.	.	14	3	14	.
<i>Collema bachmanianum</i>	2	.	7	.	.	.	.	.	5	8	7	.
<i>Collema crispum</i>	2	.	7	.	.	.	.	.	5	8	7	.
D <i>Nostoc spec.</i>	25	.	56	19	.	.	.	.	27	78	64	19
<i>Bryum argenteum</i>	16	4	34	8	.	.	9	8	32	35	36	8
<i>Echium vulgare</i>	13	.	32	15	.	.	.	.	36	16	43	15
<i>Sagina nodosa</i>	13	1	27	3	.	.	.	4	23	37	.	3
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hordeaceus</i>	10	7	22	3	.	8	2	17	41	5	21	3
<i>Arenaria serpyllifolia</i> ssp. <i>serpyllifolia</i>	11	2	21	15	.	.	.	8	36	5	21	15
B.a2 - Tortello tortuosae-Sedenion albi [Zentralunterverband]												
D <i>Linaria vulgaris</i>	3	1	8	3	.	.	2	.	23	.	.	3
B1 - Cladonia symphyrcarpiae-Sedetum albi												
C <i>Saxifraga tridactylites</i>	3	.	13	.	.	.	.	.	32	.	7	.
<i>Tortula ruralis</i>	6	1	12	5	.	.	.	4	27	3	7	5
B.a1 - Tortello regentis-Helianthemion oelandici												
C <i>Cladonia symphyrcarpa</i>	21	5	47	8	.	.	12	8	9	68	64	8
<i>Cladonia subrangiformis</i>	19	7	39	12	.	8	2	17	5	54	57	12
<i>Distichium inclinatum</i>	15	.	39	4	.	.	.	.	14	59	43	4
<i>Encalypta streptocarpa</i>	14	.	36	7	.	.	.	.	14	51	43	7
<i>Toninia sedifolia</i>	9	.	29	.	.	.	.	.	5	32	50	.
<i>Fulgensia bracteata</i>	9	.	26	.	.	.	.	.	.	43	36	.
<i>Psora decipiens</i>	8	.	24	4	.	.	.	.	5	24	43	4
<i>Riccia bifurca</i>	11	.	22	8	.	.	.	.	.	46	21	8
<i>Tortella fragilis</i>	9	.	22	3	.	.	.	.	5	41	21	3
<i>Collema tenax</i>	7	.	21	1	.	.	.	.	.	27	36	1
<i>Agonimia tristicula</i>	6	.	15	1	.	.	.	.	.	30	14	1
D <i>Agrostis stolonifera</i>	22	.	49	11	.	.	.	.	14	89	43	11
<i>Dicranum scoparium</i>	13	14	19	11	17	17	2	21	5	22	29	11
<i>Campylium sommerfeltii</i>	9	.	18	5	.	.	.	.	5	35	14	5
B2 - Crepido pumilae-Allietum alvarensis												
C <i>Artemisia rupestris</i>	16	.	31	5	.	.	.	.	.	92	.	5
<i>Weissia brachycarpa</i>	16	.	29	12	.	.	.	.	5	68	14	12
<i>Barbula unguiculata</i>	15	2	27	11	.	.	8	.	14	54	14	11
<i>Myurella julacea</i>	6	.	15	.	.	.	.	.	.	38	7	.

	ges.	A	B	C	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1
Anzahl Assoziationen	8	4	3	1								
Anzahl Vegetationsaufnahmen	231	85	73	73	6	12	43	24	22	37	14	73
<i>Agonimia globulifera</i>	8	.	16	4	.	.	.	.	.	35	14	4
<i>Encalypta rhaptocarpa</i>	5	.	10	.	.	.	.	.	.	30	.	.
<i>Allium schoenoprasum</i> var. <i>alvarensense</i>	5	.	11	.	.	.	.	.	.	27	7	.
<i>Crepis tectorum</i> "outcrop-Form"	4	.	8	.	.	.	.	.	.	24	.	.
<i>Cladonia convoluta</i>	3	.	5	.	.	.	.	.	.	16	.	.
<i>Festuca cf. oelandica</i>	0,4	.	1	.	.	.	.	.	.	3	.	.
D <i>Euphrasia stricta</i>	9	2	16	3	.	.	.	8	5	43	.	3
<i>Bryum capillare</i>	8	.	13	5	.	.	.	.	.	38	.	5
<i>Scelopodium purum</i>	7	2	10	7	.	.	2	4	5	24	.	7
B3 - Helianthemo oelandici-Galietum oelandici												
D <i>Campylyum polygamum</i>	8	.	21	8	.	.	.	.	5	14	43	8
<i>Silene nutans</i>	12	6	17	14	.	.	7	17	18	5	29	14
<i>Anthemis tinctoria</i>	3	.	12	3	.	.	.	.	14	.	21	3
C - Festuco-Bometea (bzw. C.1 - Brachypodietalia pinnati)												
C <i>Helictotrichon pratense</i>	40	16	25	85	.	.	5	58	5	19	50	85
<i>Pimpinella nigra</i>	38	17	25	79	.	33	2	33	9	24	43	79
<i>Homalothecium lutescens</i>	44	11	43	77	.	.	2	42	41	59	29	77
<i>Filipendula vulgaris</i>	32	.	25	73	.	.	.	.	5	41	29	73
<i>Medicago lupulina</i>	38	11	43	59	.	.	5	38	55	46	29	59
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	24	11	20	38	.	25	.	17	9	51	.	38
<i>Pseudolysimachion spicatum</i>	29	7	33	37	.	.	7	21	9	70	21	37
<i>Campylyum chrysophyllum</i>	14	.	10	33	.	.	.	.	.	22	7	33
<i>Asperula tinctoria</i>	17	3	20	32	.	.	.	13	.	24	36	32
<i>Cirsium acaule</i>	10	.	9	26	.	.	.	.	.	5	21	26
<i>Potentilla ×subarenaria</i>	14	4	15	26	.	.	.	17	.	16	29	26
<i>Senecio jacobaea</i> ssp. <i>jacobaea</i>	13	4	18	25	.	.	.	17	14	3	36	25
<i>Pimpinella saxifraga</i>	8	3	.	21	.	.	.	13	.	.	.	21
<i>Centaurea scabiosa</i> ssp. <i>scabiosa</i>	6	.	3	15	.	.	.	.	9	.	.	15
<i>Carex caryophyllea</i>	6	3	.	14	.	.	.	13	.	.	.	14
<i>Carex ericetorum</i>	7	5	5	11	.	.	7	13	.	.	14	11
<i>Carlina vulgaris</i>	5	.	5	11	.	.	.	.	9	5	.	11
<i>Hypochaeris maculata</i>	3	2	2	7	.	.	2	4	.	.	7	7
<i>Scabiosa columbaria</i>	2	1	2	4	.	.	.	4	5	.	.	4
D <i>Briza media</i>	21	1	3	60	.	.	.	4	.	8	.	60
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>glomerata</i>	26	5	18	56	.	.	2	17	50	5	.	56
<i>Fragaria viridis</i>	20	3	6	52	.	.	.	13	.	11	7	52
<i>Sesleria caerulea</i>	20	1	12	49	.	.	.	4	.	22	14	49
<i>Brachythecium rutabulum</i>	16	.	3	47	.	.	.	.	9	.	.	47
<i>Knautia arvensis</i>	17	7	8	40	.	8	5	13	23	.	.	40
<i>Carex flacca</i>	15	.	10	37	.	.	.	.	.	16	14	37
<i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>cornicul.</i>	13	.	5	37	.	.	.	.	5	3	7	37
<i>Carex pilulifera</i>	19	7	9	36	.	.	2	25	.	27	.	36
<i>Solidago virgaurea</i>	14	2	8	33	.	.	2	4	5	11	7	33
<i>Galium album</i> ssp. <i>album</i>	19	13	5	27	.	.	40	13	14	.	.	27
<i>Campanula rotundifolia</i>	17	6	17	26	.	8	9	8	5	24	21	26
<i>Phleum bertolonii</i>	12	3	7	26	.	.	.	13	18	3	.	26
<i>Trifolium pratense</i>	12	3	5	26	.	.	2	8	5	11	.	26
<i>Vicia cracca</i>	9	1	1	26	.	.	.	4	.	3	.	26
<i>Ctenidium molluscum</i>	15	.	19	25	.	.	.	.	.	35	21	25
<i>Luzula campestris</i>	13	12	.	25	.	.	9	38	.	.	.	25
<i>Plagiomnium affine</i>	9	2	4	23	.	.	.	8	5	.	7	23
<i>Polygala amarella</i>	9	.	4	23	.	.	.	.	.	11	.	23
C1 - Helictotrichon pratense-Gesellschaft												
C <i>Ranunculus bulbosus</i>	29	5	19	64	.	.	2	17	18	24	14	64
<i>Plantago media</i>	21	1	9	52	.	.	.	4	9	19	.	52
<i>Trifolium montanum</i>	18	2	3	49	.	.	.	8	5	5	.	49
<i>Thuidium ptilibertii</i>	13	2	5	32	.	.	.	8	.	16	.	32
<i>Helianthemum numm.</i> ssp. <i>numm.</i>	6	.	2	19	.	.	.	.	.	.	7	19
<i>Bromus erectus</i>	2	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Ononis spinosa</i> ssp. <i>spinosa</i>	2	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Campanula glomerata</i>	2	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Leontodon hispidus</i>	2	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	5
Sonstige Arten mit mehr als 10 % Stetigkeit in allen Aufnahmen												
Gefäßpflanzen												
<i>Pinus sylvestris</i> ssp. <i>sylvestris</i> (juv.)	16	6	13	23	.	.	12	13	.	24	14	23
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	2	11	19	.	.	.	8	14	5	14	19
<i>Taraxacum spec.</i>	10	4	21	10	.	8	2	4	9	11	43	10
Epigäische Moose												
<i>Bryum spec.</i>	16	5	33	10	.	.	5	13	14	49	36	10
Epilithische Flechten												
<i>Verrucaria nigrescens</i>	39	12	83	30	.	25	7	17	77	73	100	30
<i>Verrucaria muralis</i>	37	11	74	32	.	25	5	13	59	78	86	32
<i>Protoblastenia rupestris</i>	18	5	47	5	.	17	.	4	41	51	50	5

