

Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen offener Sandstandorte im östlichen Aller-Flachland (Ost-Niedersachsen)

– Thilo Heinken –

Zusammenfassung

Im östlichen Aller-Flachland sind offene und trockene Sandstandorte vor allem auf Binnendünen und in den Sandgruben der Moränengebiete anzutreffen. Die Sandflächen werden nicht nur von reinen Sand-trockenrasen (*Spergulo-Corynephorum*, *Polytrichum piliferum*-Ges., *Jasione montana-Corynephorus canescens*-Ges., *Festuca ovina*-Ges.), sondern auch von ruderalen Sandtrockenrasen (*Senecio viscosus-Corynephorus canescens*-Ges., *Oenothera biennis-Corynephorus canescens*-Ges.), Ruderalgesellschaften (*Lactuco-Sisymbrietum altissimi*) oder Zwergstrauchheiden (*Genisto-Callunetum*) bewachsen.

Alle Pflanzengesellschaften treten als Sukzessionsphasen auf Sand-Rohböden auf. Es lassen sich mehrere Sukzessionsreihen unterscheiden, die mit dem *Spergulo-Corynephorum typicum* auf armen Sanden und der *Senecio viscosus-Corynephorus canescens*-Ges. auf basenreicheren und feuchteren Standorten ihren Anfang nehmen. Reine Ruderalgesellschaften entstehen auf isolierten offenen Sandstandorten, die die *Sedo-Scleranthetea*-Arten aus verbreitungsökologischen Gründen nicht erreicht haben. Während der Sukzession reichert sich in den Böden Humus an, und in den Beständen kommt es zu charakteristischen Verschiebungen der floristischen Zusammensetzung, die durch den Vergleich von Lebensformenspektren, soziologischen Spektren und Statuspektren verdeutlicht werden. Schutzmöglichkeiten für Sandtrockenrasen in Sandgruben werden abschließend diskutiert.

Abstract

In the eastern Aller Lowland region (eastern Lower Saxony, north central Germany), bare and dry sandy sites are to be found on inland dunes and in sand-pits in moraine areas. These sandy soils are covered with open mixed-herb swards (*Sedo-Scleranthetea*: *Spergulo-Corynephorum*, *Polytrichum piliferum* community, *Jasione montana-Corynephorus canescens* community and *Festuca ovina* community), open ruderal swards (*Senecio viscosus-Corynephorus canescens* community, *Oenothera biennis-Corynephorus canescens* community), ruderal plant-communities (*Lactuco-Sisymbrietum altissimi*) or dwarf-shrub heath (*Genisto-Callunetum*).

All of these plant communities occur as successional stages on the bare sandy soils. Several successions can be distinguished, some originating with *Spergulo-Corynephorum typicum* on poor sands and another with *Senecio viscosus-Corynephorus canescens* community on sites better supplied with water and nutrients. Due to limitations on dissemination, ruderal communities develop on isolated open sand areas, which cannot be reached by *Sedo-Scleranthetea* species. During succession, the concentration of humus in the soil increases and characteristic changes of the floristic configuration can be found in the stands, which can be shown by comparing spectra of life forms, sociological groups and status. Finally, conservation possibilities of open swards in sand-pits are discussed.

Einleitung

Offene und trockene Sandstandorte werden gewöhnlich von Sandtrockenrasen bewachsen. Deren Vegetation und Ökologie sind in Norddeutschland eingehend untersucht worden (*Spergulo-Corynephorum*: TÜXEN 1928, BEHMANN 1930, BERGER–LANDEFELDT & SUKOPP 1965, KRAUSCH 1968 und LACHE 1976; *Armerion elongatae*, *Thero-Airion*: KRAUSCH 1968, JECKEL 1984). In der vorliegenden Arbeit werden die wichtigsten Pflanzengesellschaften offener Sande sowie ihre Ökologie und Sukzession in einem ausgesuchten Raum Nordwestdeutschlands dargestellt. Da in der Untersuchung nicht nur Binnendünen als die klassischen Untersuchungsobjekte berücksichtigt wurden, sondern das gesamte Spektrum

von Sandböden, zeigte sich, daß in der Kenntnis der Vegetation solcher Standorte noch erhebliche Lücken bestehen.

Das Untersuchungsgebiet

1. Geographische Lage und naturräumliche Gegebenheiten

Das Untersuchungsgebiet mit einer Gesamtfläche von ca. 2500 Quadratkilometern liegt im Bereich der Städte Hannover, Celle, Wolfsburg und Braunschweig (Abb. 1) und gehört zur nordwestdeutschen Altmoränenlandschaft. Es hat Anteil an drei unterschiedlichen Landschaftsräumen (Abb. 1; vgl. MEYNEN et al. 1962):

Der Nordteil (Süd- und Osteide) gehört zur Lüneburger Heide und besteht aus Geestplatten, in denen mächtige glazifluviale Quarzsande (feingeschichtete, sandig-kiesige Schmelzwassersande als Vorschüttsande des vordringenden Saale-Inlandeis) vorherrschen.

Im Aller-Urstromtal wurden dagegen feinkörnige diluviale Talsande abgelagert. Die Feinsande wurden im Spätglazial und in historischer Zeit bei fehlender Vegetationsdecke z.T. ausgeblasen und in der Nähe als Flugsanddecken abgelagert oder zu Dünen aufgeweht. Die größten Dünengebiete liegen westlich von Gifhorn und Celle; die Aller wird auf ganzer Länge von weiteren Dünenketten begleitet.

Der Südtteil des UG ist wie die Südheide eine Moränenlandschaft. Die Bodenoberfläche der Burgdorf-Peiner Geestplatten wird meist von glazifluviatilen Ablagerungen gebildet; allerdings treten in Annäherung an die Lößgrenze verstärkt lehmigere Substrate bzw. Sandlößbeimengungen auf. Im Ostbraunschweigischen Flachland herrschen Geschiebelehmdecken vor,

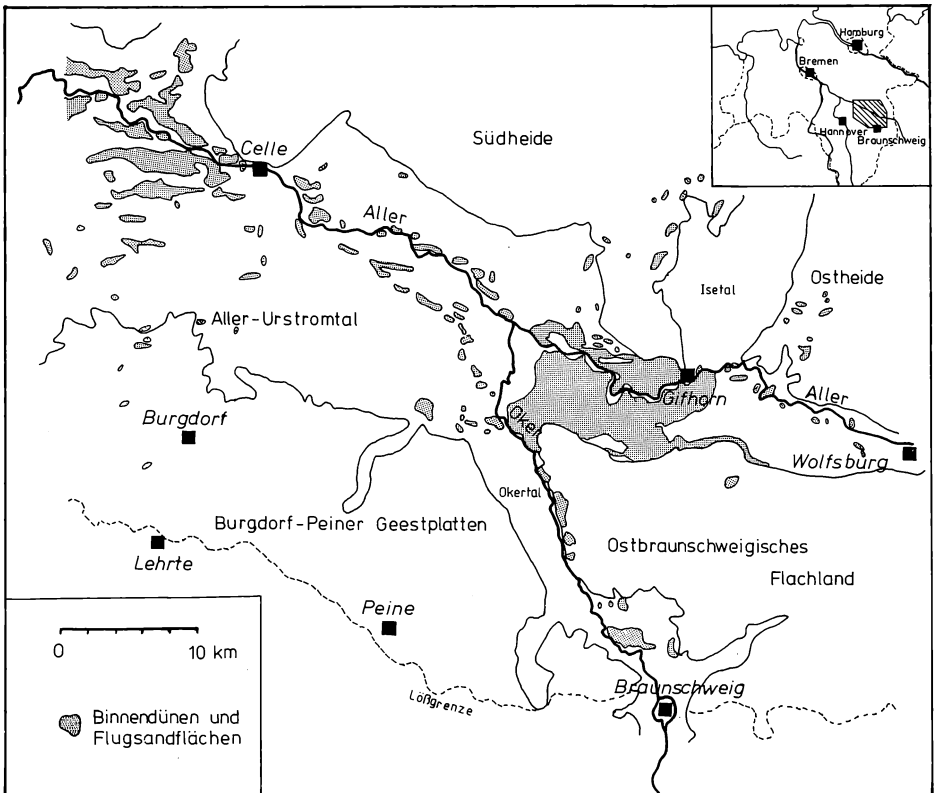


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet und seine naturräumliche Gliederung.

sofern nicht ältere Sedimentgesteine an die Oberfläche treten. Die Burgdorf-Peiner Geestplatten sind vom Ostbraunschweigischen Flachland durch die Oker-Talsandebene getrennt, an deren Ostrand eine Kette von Binnendünen an der Moränenkante aufgeweht wurde.

Auf den nährstoffarmen Sanden des Aller-Urstromtals und der südlichen Lüneburger Heide wechseln sich große, monotone Kiefernforsten mit Agrarflächen ab. Dagegen sind die südlichen Geestplatten aufgrund ihrer im allgemeinen besseren Böden wesentlich intensiver landwirtschaftlich genutzt und waldfarm. Heiden und Magerrasenreste fehlen dort im Gegensatz zu den beiden nördlichen Landschaftsräumen fast vollständig.

2. Ökologische Bedingungen und Vorkommen offener Sandstandorte

Als offene Sandstandorte werden gering entwickelte, humusfreie oder humusarme Sandböden mit meist lückiger Vegetation bezeichnet, die gewöhnlich von Sandtrockenrasen besiedelt sind. Sie können in den Dünengebieten und in den Moränenlandschaften auftreten:

Dünensand ist sehr homogener Feinsand von einheitlicher Korngröße fast ohne Schluff- und Tonanteile (s.a. Korngrößendiagramme von Binnendünenböden Norddeutschlands bei BEHMANN 1930, v. MÜLLER 1956 und BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965), was eine sehr niedrige nutzbare Wasserkapazität (nWK) und eine geringe Kationenaustauschkapazität (KAK) und damit schlechte Nährstoffversorgung zur Folge hat. Die Bodenreaktion ist stark sauer, und das sehr lockere Substrat kann bei Austrocknung vor allem vom Wind jederzeit umgelagert werden, solange es nicht dicht bewachsen ist.

Moränensande, d. h. vor allem die glazifluvialen Ablagerungen, umfassen dagegen ein weites Spektrum in Korngrößenzusammensetzung und bodenchemischen Eigenschaften. Grundsätzlich gibt es einen Grobsand- und Kiesanteil, auf der anderen Seite aber meist auch Schluff- und Tongehalte. Dementsprechend sind nWK und KAK sehr unterschiedlich, meist jedoch wesentlich günstiger als beim Dünensand. Die Bodenreaktion schwankt von stark sauer (reine Quarzsande) bis neutral (silikathaltige Sande), wobei die sauren Sande gewöhnlich feinkornreicher und somit trockener als die reicheren Moränensande sind. Die glazifluvialen Ablagerungen sind festliegende Sande.

Bei den offenen Sandstandorten lassen sich Primär- und Sekundärstandorte unterscheiden:

Als Primärstandorte werden die Reste der ehemals großflächigen Sandtrockenrasen bezeichnet, die im Mittelalter und in der Neuzeit aufgrund von Waldzerstörung und historischen landwirtschaftlichen Nutzungsformen in den Dünengebieten entstanden waren (vgl. HESMER & SCHROEDER 1963 und KRAUSCH 1968). Die Dünen sind heute fast vollständig aufgeforstet, so daß es keine zusammenhängenden größeren Sandtrockenrasen mehr gibt. In den sandig-kiesigen Moränengebieten fanden sich Sandtrockenrasen auch früher nur kleinflechtig.

Sekundärstandorte sind zahlreiche Sand- und Kiesgruben, die in den letzten Jahrzehnten durch den großen Bedarf an Sand und Kies entstanden sind und in denen große Flächen von Sand-Rohböden freigelegt wurden. Aufgrund ihres Kiesgehaltes werden bevorzugt die glazifluvialen Schmelzwassersande in den Moränengebieten abgebaut (s. DINGETHAL et al. 1985), wobei die meisten Gruben in der Nähe der größeren Städte liegen. Im allgemeinen herrscht Naßabbau (im Grundwasserbereich) vor; besonders an Endmoränenzügen gibt es aber auch Trockenabbau. Die Erschließung zahlreicher neuer Abbaubereiche dauert bis heute an. In den Dünengebieten gibt es nur kleinere Sandgruben; auf den Talsandflächen fehlen sie völlig.

Untersuchungs- und Auswertungsmethoden

1. Pflanzensoziologische und floristische Methoden

Während der Vegetationsperiode 1988 wurden alle Dünenbereiche und Sandabbaubereiche nach Sandtrockenstandorten abgesucht, die Pflanzenbestände nach der Braun-Blanquet-Methode (BRAUN-BLANQUET 1964) pflanzensoziologisch aufgenommen und die Vegetationsaufnahmen nach floristisch-soziologischen Kriterien geordnet (ELLENBERG 1956). Pflan-

zengesellschaften an sekundär durch Tritt oder Eutrophierung gestörten Stellen werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Diejenigen Pflanzenbestände, die sich keiner Assoziation zuordnen ließen, sind als ranglose Gesellschaften beschrieben worden, die nach zwei hochsteten und kennzeichnenden oder aber einer dominierenden Art benannt sind. Die Nomenklatur der Phanerogamen richtet sich nach EHRENDORFER (1973), die der Moose nach FRAHM & FREY (1983) und die der Flechten nach WIRTH (1980).

Aus den Vegetationstabellen wurden die Anteile bestimmter Artengruppen am Gesamtartenbestand der jeweiligen Vegetationseinheit ohne Berücksichtigung der Deckungsgrade berechnet:

- a) Die Anteile der verschiedenen Lebensformen (Lebensformenspektren). Die Zuordnung der Phanerogamen richtet sich nach ELLENBERG (1979a). Bei den Kryptogamen wurden nur Moose und Flechten unterschieden.
- b) Die Anteile soziologischer Artengruppen. Die soziologischen Spektren geben die prozentualen Anteile einzelner syntaxonomischer Einheiten am Aufbau der Gesellschaften an.
- c) Die Anteile einheimischer und adventiver Arten (Statusspektren). Es wurden Idiochorophyten, Archäophyten und Neophyten unterschieden (s. SCHROEDER 1969). Die Statusangaben für die einzelnen Arten sind ROTHMALER (1976) entnommen.

2. Bodenuntersuchungen

Für jeden erkennbaren Vegetationstyp wurden einige Probeflächen zur Entnahme von Bodenproben (einheitlich pro Fläche zwei Mischproben für die Bodentiefen 0–5 cm und 5–15 cm) ausgewählt. Von den so entnommenen Bodenproben sind Bodenreaktion und Humusgehalt als zwei leicht zu ermittelnde und ökologisch aussagekräftige Parameter bestimmt worden.

Der pH-Wert wurde in wässriger Suspension elektrometrisch gemessen (STEBING 1965). Wegen der jahreszeitlichen Schwankungen der Bodenreaktion erfolgte die Probenahme auf allen Flächen innerhalb von 72 Stunden, so daß die pH-Werte für verschiedene Vegetationseinheiten direkt miteinander verglichen werden können.

Die Humusakkumulation wird als organischer Kohlenstoffgehalt (in Gew.-% des Feinbodens) angegeben. Auf den eigentlichen Humusgehalt kann unter der Annahme, daß der Humus etwa 58% Kohlenstoff enthält, geschlossen werden (SCHEFFER & SCHACHT-SCHABEL 1979). Der Gesamt-Kohlenstoffgehalt wurde auf konduktometrischem Weg in einem Gasanalysengerät (Fa. Wösthoff) bestimmt (vgl. SCHLICHTING & BLUME 1966). Aufgrund unterschiedlicher Humusakkumulation können Pionierstadien von älteren Sukzessionsstadien unterschieden werden.

Die Pflanzengesellschaften

1. Sedo-Scleranthetea Br.-Bl. 1955 em. Th. Müller 1961

1.1. *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis* Tx. (1928) 1955 (Tabelle 1)

Über das *Spergulo-Corynephorum*, eine artenarme und lückige Pioniergesellschaft offener, trockener und nährstoffarmer Sandböden, liegt bereits umfangreiche Literatur aus Nordwestdeutschland vor (s.u.a. TÜXEN 1928, BEHMANN 1930, HOFMEISTER 1970, SOMMER 1971 und BURRICHTER et al. 1980). Daher ist aus dem UG nur eine Übersichtstabelle aufgeführt. Die einzige Charakterart ist *Spergula morisonii*; den Aspekt bestimmt meist *Corynephorus canescens* selbst, der wie *Carex arenaria* Ordnungscharakterart der *Corynephoralia* ist. Die beiden auch im Gebiet auftretenden Subassoziationen unterscheiden sich stark in Artenzusammensetzung, Physiognomie und Ökologie:

Das Aussehen des *Spergulo-Corynephorum typicum* (Sp. 1–2) ist meist von einzelnen grauen Horsten von *Corynephorus* auf dem freiliegenden Sand-Rohboden bestimmt, der hier optimal gedeiht. Als weitere häufigere Arten treten neben *Spergula* und *Carex arenaria* noch

Tabelle 1: Spergulo morisonii-Corynephoretum canescentis Tx. (1928) 1955

1. Spergulo-Corynephoretum typicum, Typische Variante
2. Spergulo-Corynephoretum typicum, Variante von Festuca ovina agg.
3. Spergulo-Corynephoretum cladonietosum

Nummer der Einheit		1	2	3
Zahl der Aufnahmen		35	7	13
Mittlere Artenzahl der Phanerogamen		3	6	5
Kryptogamen		1	3	12
A	Spergula morisonii	IV	IV	IV
V/O	Corynephorus canescens	IV	V	V
	Carex arenaria	II	III	III
D2,3	Festuca ovina agg.	+	V	V
M	Ceratodon purpureus	+	V	III
F	Cladonia subulata et coniocraea	.	III	IV
F	Cladonia chlorophaea et fimbriata	.	II	IV
D3	F Cladonia mitis et portentosa	.	I	V
F	Cladonia pleurota	.	I	V
F	Cladonia uncialis	.	.	V
F	Cladonia furcata	.	.	IV
M	Cephaloziella cf. divaricata	.	.	IV
F	Cladonia floerkeana	.	.	III
F	Cladonia gracilis	.	.	III
F	Cladonia phyllophora	.	.	III
M	Pohlia nutans	.	.	II
F	Cladonia verticillata	.	.	II
F	Cladonia bacillaris	.	.	II
F	Cladonia foliacea	.	.	II
F	Cladonia zopfii	.	.	II
M	Campylopus introflexus	.	.	II
F	Cetraria islandica	.	.	I
F	Cladonia arbuscula	.	.	I
K	Rumex acetosella agg.	III	IV	IV
M	Polytrichum piliferum	III	III	V
F	Cornicularia aculeata	II	IV	V
	Teesdalea nudicaulis	I	III	II
	Agrostis stricta	+	II	II
	Cerastium semidecandrum	.	III	.
B	Agrostis tenuis	I	I	I
	Pinus sylvestris (Kr.)	I	.	I
	Hypochoeris radicata	.	III	.

Außerdem mit geringer Stetigkeit: Agropyron repens, Aira praecox, Anthoxanthum puelii, Artemisia campestris, Dicranum scoparium (M), Erophila verna, Holcus lanatus, Jasione montana, Juncus tenuis, Polytrichum juniperium (M), Pycnothelia papillaria (F), Scleranthus perennis, Senecio vernalis, Viola tricolor.

Rumex acetosella, *Polytrichum piliferum* und *Cornicularia aculeata* auf. Die Bestände der Variante von *Festuca ovina* (Sp. 2) sind wesentlich dichter als die der Typischen Variante (Sp. 1). Neben *Festuca ovina* treten weitere Kryptogamen, vor allem *Ceratodon purpureus*, hinzu. Die Variante von *Festuca ovina* ist als Folgegesellschaft der Typischen Variante aufzufassen und leitet zur *Cladonia*-Subassoziation über.

Das *S.-C. typicum* kommt meist auf offenen Binnendünen vor. Auf dem ständig vom Wind umgelagerten, lockeren und stark austrocknenden Sand können nur die wenigen Pionierpflanzen wachsen und die Sukzession zu dichteren und artenreicheren Pflanzenbeständen einleiten (vgl. TÜXEN 1928, BEHMANN 1930). Die Gesellschaft hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im UG daher auch in den Dünengebieten. Ersatzstandorte für die heute seltenen offenen Dünen sind Sandgruben. Neben solchen, in denen Dünensand abgebaut wird bzw. wurde, sind dies auch eine Reihe von Sandgruben in den Geestgebieten, allerdings nur im Bereich der nährstoffärmsten, sauersten und wohl trockensten Moränensande, die es fast nur in der Südheide gibt. Auf den festliegenden und meist etwas kiesigen Moränensanden spielt die Umlagerung des Substrats keine Rolle.

Gegenüber dem *S.-C. typicum* ist das *Spergulo-Corynephoretum cladonietosum* (Sp. 3) durch eine große, das Aussehen der Bestände bestimmende Zahl von Kryptogamen deutlich differenziert. Die krautigen Arten besitzen meist nur einen geringen Deckungsgrad. *Corynephorus canescens* zeigt Alterungserscheinungen (kümmerlicher Wuchs, bräunliche Farbe). Das

auffälligste Moos ist *Polytrichum piliferum*. Zwischen den Moosen und auf ihnen wachsen die verschiedenen Strauchflechten, neben *Cornicularia aculeata* vor allem zahlreiche *Cladonia*-Arten.

Das *S.-C. cladonietosum* entsteht aus dem *S.-C. typicum*, indem die Flechten langsam den verbleibenden Raum zwischen den locker stehenden Phanerogamen vollständig bewachsen (TÜXEN 1928, BEHMANN 1930). Sie können nur den von *Corynephorus* bereits festgelegten Sand besiedeln, sind also niemals Pioniere wie bei der Besiedlung von Festgesteinen.

Im UG ist das *S.-C. cladonietosum* nur noch selten und kleinflächig anzutreffen. Es kommt nur auf Dünen sand vor und besiedelt die in bezug auf Wasser- und Nährstoffhaushalt ungünstigsten Standorte. Die größten Bestände befinden sich auf den Kuppen (also den trockensten Teilen) von zwei Dünen bei Gifhorn bzw. im Okertal.

1.2. *Polytrichum piliferum*-Gesellschaft (Tabelle 2)

Das auch in anderen *Sedo-Scleranthetea*-Gesellschaften hochstete *Polytrichum piliferum* bildet auf sehr trockenen und stark sauren, meist weiß gefärbten Moränensanden z. T. ausgedehnte Rasen. In diesen eintönig schwarzbraunen Dominanzbeständen sind andere Arten nur in geringer Zahl beigemischt.

Die *Polytrichum piliferum*-Ges. ist die Folgegesellschaft des *Spergulo-Corynephorum typicum* auf festliegenden Moränensanden, entsprechend dem *S.-C. cladonietosum* auf Dünen sand, und wird als *Corynephorotalia*-Gesellschaft aufgefaßt. *Corynephorus canescens* kommt in den Rasen oft noch vor, meist an Stellen, die durch Tiere offengehalten sind. Trennarten gegen das *Spergulo-Corynephorum* sind *Calluna vulgaris* und *Avenella flexuosa*, die die Gesellschaft mit *Calluna*-Heiden gemeinsam hat. *Calluna*-Bestände (s. 3.) treten oft in kleinräumigem Wechsel mit den Moosrasen auf. *Polytrichum piliferum* bildet in dichten Beständen durch seinen Rhizoidfilz eine stark verhärtete Bodenoberfläche, so daß andere Arten nur schwer eindringen können. Wenige, meist bereits vor der Konsolidierung der Gesellschaft gekeimte Kiefern zeigen oft nur einen außerordentlich geringen Zuwachs.

Bei kleinerer Aufnahme fläche kann man die Bestände auch als Moosgesellschaft auffassen. Sie werden dann als *Polytrichetum piliferi* (v. d. DUNK 1972) oder als *Rhacomitrio-Polytriche-*

Tabelle 2: *Polytrichum piliferum*-Gesellschaft

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	5	7	8	9	10	11	12	13
Aufnahme fläche (m ²)	16	8	16	4	8	12	9	8	9	16	4	9	9
pH-Wert (H ₂ O)	4,3	4,2								4,0			
Deckung der Phanerogamen (%)	10	5	8	5	3	8	4	5	4	5	2	5	7
Deckung der Kryptogamen (%)	70	75	65	60	90	80	80	80	95	80	70	70	95
Artenzahl der Phanerogamen	3	3	3	3	3	3	5	5	5	6	6	8	10
Artenzahl der Kryptogamen	1	1	2	1	3	3	2	1	3	1	2	2	4
M <i>Polytrichum piliferum</i>	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5
K <i>Corynephorus canescens</i>	.	.	2	.	1	2	+	.	+	.	.	1	+
<i>Agrostis stricta</i>	.	.	.	.	.	1	1	+	1	.	.	.	2
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	1	+	+
<i>Ornithopus perpusillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
<i>Spergula morisonii</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Teesdalea nudicaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
K Nardo-Callunetea													
<i>Avenella flexuosa</i>	1	.	+	.	.	.	1	1	.	1	r	+	.
<i>Festuca tenuifolia</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	1
<i>Calluna vulgaris</i>	2	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Übrige													
F <i>Cladonia subulata et coniocraea</i>	.	.	.	.	2	1	1	.	1	.	+	.	+
<i>Pinus sylvestris</i> (Kr. + Str.)	1	1	1	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+
<i>Agrostis tenuis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	r	+	+
M <i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	.	.	2
F <i>Cladonia chlorophaea et fimbriata</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Betula pendula</i> (Kr.)	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r
<i>Hypochoeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
M <i>Pohlia nutans</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Quercus robur</i> (Kr.)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Populus tremula</i> (Kr.)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

tum piliferi (v. HÜBSCHMANN 1967, 1975, NÖRR 1969, NEUMAYR 1971, PREISING & DREHWALD 1985) bezeichnet und sind als solche auch aus Nordwestdeutschland beschrieben worden. Die Gesellschaft wächst im UG fast ausschließlich in Sandgruben. Entsprechend ihrer Bindung an die ärmsten Moränensande hat sie ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Süd- und Ostheide.

1.3. *Jasione montana*-*Corynephorus canescens*-Gesellschaft (Tabelle 3)

Diese Pflanzengesellschaft ist zwar häufig noch vom Silbergras dominiert und besitzt oft auch die übrigen *Corynephorretalia*-Arten, wird aber aufgrund des Vorkommens vieler Arten, die den eigentlichen Silbergrasfluren fehlen, nicht mehr zu diesen, sondern zu den *Festuco-Sedetalia* gerechnet.

Es handelt sich um mehr oder weniger geschlossene Magerrasen auf längere Zeit nicht mehr gestörtem Sand. Neben *Corynephorus* treten mit den *Festuca*- und *Agrostis*-Arten eine Reihe weiterer Gräser auf. Dazu kommen Sandtrocken- und Magerrasenarten wie *Jasione montana*, *Ornithopus perpusillus*, *Hieracium pilosella* und *Hypochoeris radicata*, die alle Trennarten gegen die Silbergrasfluren sind. Diese Artengruppe deutet auf im Vergleich zur Silbergrasflur weniger extreme Standortsbedingungen hin. Zum Grundstock an Kryptogamen gehören *Polytrichum piliferum* und *Ceratodon purpureus* sowie einige Cladonien.

Wie das *Spergulo-Corynephorretum* ist auch die *Jasione-Corynephorus*-Ges. aus Nordwestdeutschland häufig beschrieben und daher nur durch eine Übersichtstabelle wiedergegeben worden. Allerdings wurde die Gesellschaft synsystematisch sehr unterschiedlich bewertet (vgl. auch BURRICHTER et al. 1980). *Corynephorretum agrostidetosum caninae* (TÜXEN 1937), *Corynephorus-Agrostietum coarctatae*, *Spergulo-Corynephorretum festucetosum* (SOMMER 1971), *Agrostis coarctata*-Gesellschaft (HOFMEISTER 1970, JECKEL 1975) und *Agrostietum coarctatae* (= *strictae*) (DIERSSEN 1973, JECKEL 1984) sind Synonyme. Es wurde nicht versucht, die Bestände des Untersuchungsgebietes einer dieser Assoziationen zuzuordnen, da es für sie keine brauchbare Charakterart gibt.

Das Aussehen der Trockenrasen bestimmen die grau- bis bräunlichgrünen, niedrigwüchsigen Gräser, an offenen Stellen zudem die dunklen *Polytrichum*-Rasen. Im Gegensatz zu den Silbergrasfluren gibt es hier aber einige auffälligere Blühaspekte im Sommer. Wie im *Spergulo-Corynephorretum cladonietosum* zeigt *Corynephorus* Alterungserscheinungen. Es ist als Relikt von Initialstadien der Sandbesiedlung anzusehen, hält sich aber über Jahrzehnte in den Magerasen (z. B. an Öffnungen der Pflanzendecke durch Kaninchenbauten). Im einzelnen kann die *Jasione montana-Corynephorus canescens*-Ges. allerdings ein sehr unterschiedliches Bild zeigen, das auf verschiedene Varianten zurückzuführen ist:

Die Typische Variante (Sp. 1) hat keine eigenen Trennarten. Die Bestände besiedeln zerstreut und fast immer kleinflächig recht basen- und nährstoffarme Sande im Bereich von Magerrasenresten und Sandgruben in allen Landschaftsräumen des Untersuchungsgebietes, vorzugsweise aber, wie die Silbergrasflur, in den Dünengebieten.

Die *Cladonia*-Variante (Sp. 2) zeichnet sich durch die gleiche Trennartengruppe wie das *S.-C. cladonietosum* aus. Die Flechten sind meist aspektbestimmend, die Phanerogamen aber im allgemeinen deutlich stärker vertreten als im *S.-C. cladonietosum*. Möglicherweise geht die *Cladonia*-Variante aus der Typischen Variante durch Einwanderung der Flechten in die Vegetationslücken hervor. Sie kommt nur im Norden des Untersuchungsgebietes auf Dünen- und Moränensand vor.

Die Variante von *Achillea millefolium* (Sp. 3) unterscheidet sich von der Typischen Variante durch eine Reihe etwas anspruchsvollerer Sandtrockenrasen-, Grünland- und Ruderalpflanzen. Neben *Achillea* sind das vor allem *Plantago lanceolata*, *Hypericum perforatum*, *Trifolium arvense* und *Brachythecium albicans*. Von den *Corynephorretalia*-Arten fällt *Spergula morisonii* weitgehend aus. Die *Achillea millefolium*-Variante kommt auf basen- und nährstoffreicheren, nicht extrem trockenen Böden vor. Dabei tritt sie vorzugsweise als fortgeschrittenes Besiedlungsstadium mineralreicherer Moränensande in Sandgruben auf. Dünensand ist wahr-

Tabelle 3: *Jasione montana*-*Corynephorus canescens*-Gesellschaft

1. Typische Variante
2. Variante von *Cladonia*-spec.
3. Variante von *Achillea millefolium* agg.

Nummer der Einheit	1	2	3
Zahl der Aufnahmen	16	12	20
Mittlere Artenzahl der Phanerogamen	10	11	16
Kryptogamen	5	11	5
Corynephoretalia			
<i>Corynephorus canescens</i>	V	V	V
<i>Spergula morisonii</i>	II	III	I
<i>Carex arenaria</i>	II	II	II
O/K			
<i>Rumex acetosella</i> agg.	V	V	V
M <i>Polytrichum piliferum</i>	V	V	V
M <i>Ceratodon purpureus</i>	IV	IV	V
<i>Jasione montana</i>	IV	III	V
<i>Ornithopus perpusillus</i>	IV	II	IV
<i>Agrostis stricta</i>	IV	IV	II
<i>Teesdalea nudicaulis</i>	III	III	III
F <i>Cornicularia aculeata</i>	III	IV	II
<i>Cerastium semidecandrum</i>	II	II	III
F <i>Cladonia furcata</i>	II	III	II
<i>Filago minima</i>	I	+	II
d2			
F <i>Cladonia pleurota</i>	I	V	.
M <i>Pohlia nutans</i>	I	III	+
M <i>Cephaloziella cf. divaricata</i>	I	III	I
F <i>Cladonia uncialis</i>	.	IV	.
F <i>Cladonia verticillata</i>	.	IV	.
F <i>Cladonia mitis et portentosa</i>	.	IV	.
F <i>Cladonia gracilis</i>	.	IV	.
F <i>Cladonia phyllophora</i>	r	III	.
F <i>Cladonia floerkeana</i>	.	III	.
F <i>Cladonia bacillaris</i>	.	II	.
F <i>Cetraria islandica</i>	.	II	.
d3			
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	I	IV
<i>Hypericum perforatum</i>	I	I	III
<i>Plantago lanceolata</i>	.	+	III
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	III
M <i>Brachythecium albicans</i>	+	.	II
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	II
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	II
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	II
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	II
B			
F <i>Cladonia subulata et coniocraea</i>	IV	V	IV
F <i>Cladonia chlorophaea et fimbriata</i>	V	V	IV
<i>Hieracium pilosella</i>	IV	V	V
<i>Hypochoeris radicata</i>	V	III	III
<i>Agrostis tenuis</i>	III	II	IV
<i>Festuca ovina</i> agg.	IV	III	III
<i>Festuca tenuifolia</i>	I	III	II
M <i>Polytrichum juniperinum</i>	I	II	II
<i>Pinus sylvestris</i> (Kr. + Str.)	II	III	+

Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Acer platanoides*, *Anthoxanthum odoratum*, *A. puelii*, *Arenaria serpyllifolia*, *Arrhenatherum elatius*, *Artemisia campestris*, *A. vulgaris*, *Asparagus officinalis*, *Avenella flexuosa*, *Betula pendula*, *Berteroa incana*, *Brachythecium rutabulum* (M), *Bromus tectorum*, *Calamagrostis epigejos*, *Calluna vulgaris*, *Campylopus introflexus* (M), *Carex hirta*, *C. pilulifera*, *Cerastium arvense*, *C. fontanum*, *Cirsium arvense*, *Cladonia foliacea* (F), *C. scabriuscula* (F), *Conyza canadensis*, *Convolvulus arvensis*, *Cytisus scoparius*, *Dactylis glomerata*, *Danthonia decumbens*, *Daucus carota*, *Dicranum polysetum* (M), *D. scoparium* (M), *Epilobium angustifolium*, *Equisetum arvense*, *Erodium cicutarium*, *Fallopia convolvulus*, *Festuca rubra*, *F. trachyphylla*, *Genista pilosa*, *Helichrysum arenarium*, *Hieracium laevigatum*, *H. umbellatum*, *Holcus mollis*, *Hypnum spec.* (M), *Leontodon autumnalis*, *Linaria vulgaris*, *Luzula campestris*, *Medicago lupulina*, *Oenothera biennis* agg., *Peltigera praetextata* (F), *P. rufescens* (F), *Poa angustifolia*, *Quercus robur*, *Rumex thyrsiflorus*, *Scleranthus annuus*, *S. perennis*, *Sedum acre*, *Senecio vernalis*, *Silene alba*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium campestre*, *T. repens*, *Vicia angustifolia*, *V. hirsuta*, *V. lathyroides*, *Viola arvensis*.

scheinlich nur dann als Standort geeignet, wenn er leicht eutrophiert ist (Straßenränder, alte Brachäcker).

1.4. *Festuca ovina*- und *Festuca tenuifolia*-Gesellschaft (Tabelle 4)

Bei diesen Rasen handelt es sich um meist artenarme und eintönig wirkende Dominanzbestände einer der beiden *Festuca*-Arten, die selten gemeinsam auftreten. Ansonsten sind die Bestände floristisch schlecht charakterisiert und relativ heterogen. Sie haben den gleichen Artengrundstock wie die *Jasione montana*-*Corynephorus canescens*-Ges. und werden ebenfalls zu den *Festuco-Sedetalia* gerechnet. Als Trennarten gegen die *Jasione*-*Corynephorus*-Ges. können die mesophileren Laubmoose *Dicranum scoparium* und *Hypnum spec.* gelten, die unter den *Festuca*-Horsten der grundsätzlich dicht geschlossenen Rasen ein günstiges Mikroklima vorfinden. Andererseits fehlen einige Therophyten der offeneren Gesellschaften wie *Spergula morisonii*, da sie hier nicht keimen können. *Corynephorus* wächst in geringer Zahl nur noch dort, wo Bodenverletzungen (Kaninchenbauten etc.) vorhanden sind.

Sowohl die *Festuca ovina*- wie die *Festuca tenuifolia*-Gesellschaft sind aus Nordwestdeutschland von JECKEL (1984) beschrieben worden. Über *Festuca ovina*-Dominanzbestände gibt es außerdem Aufnahmen von v. MÜLLER (1956) und LACHE (1976).

Von den *Festuca*-Rasen werden sehr unterschiedliche Standorte in allen Landschaftsräumen des UG besiedelt: Die *Festuca ovina*-Ges. hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Dünengebieten, wo sie oft recht großflächig auf noch nicht bewaldeten Dünenrücken wächst, manchmal im Kontakt zum *Spergulo-Corynephorum cladonietosum*, das die Kuppen einnimmt. Andererseits gibt es Bestände in älteren Sandgruben der Moränengebiete. Hier werden auch mineralreichere Sande besiedelt, wie das für die *Achillea*-Variante der *Jasione-Corynephorus*-Ges. zutrifft. Brauchbare Trennarten für diese ökologisch deutlich verschiedenen Standorte der *Festuca ovina*-Ges. gibt es aufgrund der *Festuca*-Dominanz jedoch nicht. Die *Festuca tenuifolia*-Ges. ist seltener und bevorzugt Moränensande. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt in der Südheide.

1.5. Ruderale Sandtrockenrasen der Moränensandgruben (Tabelle 5)

Neben den bisher beschriebenen *Sedo-Scleranthetea*-Gesellschaften kommen im UG Sandtrockenrasen vor, die aus einem Gemisch von Ruderalpflanzen (*Stellarietea mediae* und *Artemisietea vulgaris*) und *Sedo-Scleranthetea*-Arten bestehen. Die Sand-Trockenstandorte mit Ruderalpflanzen sind nährstoffreicher als diejenigen der reinen Sandtrockenrasen. So finden sich ruderale Sandtrockenrasen entweder an gestörten bzw. eutrophierten Standorten (z.B. Brachäckern und Schutzstellen in Dünengebieten) oder aber als Pioniergesellschaften auf silikatreicheren Sanden, die in Sandgruben der Geestlandschaften abgebaut werden. Nur letztere werden im folgenden behandelt.

In der vegetationskundlichen Literatur werden ruderale Sandtrockenrasen zwar genannt (u.a. BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965, BRANDES 1980), wegen der Schwierigkeit syntaxonomischer Zuordnung meist aber nicht mit Vegetationsaufnahmen oder Tabellen belegt.

Für fast alle Bestände (Aufn. 1–23) ist *Corynephorus canescens* kennzeichnend; oft ist es auch die dominante Pflanze. Dazu kommt ein Grundstock von *Sedo-Scleranthetea*-Arten (v. a. *Rumex acetosella*, *Trifolium arvense* – manchmal faziesbildend, s. Aufn. 16,23,26 –, *Filago minima*, *Cerastium semidecandrum* und *Arenaria serpyllifolia*) sowie von Ruderalpflanzen (*Coryza canadensis*, *Tripleurospermum inodorum*, *Tanacetum vulgare*). Es lassen sich genau wie bei den reinen Sandtrockenrasen in Abhängigkeit vom Standort mehrere, im einzelnen sehr verschiedene Gesellschaften unterscheiden. Sie alle sind als Besiedlungsstadien der Moränensande vieler Abbaugelände sowohl in den nördlichen wie südlichen Geestplatten des

Übrige

Agrostis tenuis	.	+	+	1	1	1	.	+	1	1	+	1	+	1	+	1	2	1	+	
Hypochoeris radicata	.	.	.	.	r	.	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Taraxacum officinale	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Holcus lanatus	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium fontanum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calamagrostis epigejos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus sylvestris (Kr.)	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium angustifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agropyron repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium dubium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa angustifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis capillaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Medicago lupulina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tussilago farfara	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Betula pendula (Kr.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Holcus mollis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca rubra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Senecio sylvaticus	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Quercus robur (Kr.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carduus crispus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon autumnalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Geranium molle	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa compressa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum juniperinum	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium laevigatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca tenuifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Asparagus officinalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
M Bryum argenteum	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem in 1: Epilobium montanum r; in 4: Convolvulus arvensis +; in 5: Alopecurus geniculatus +, Poa trivialis r; in 6: Cirsium vulgare +; in 8: Brachythecium cf. rutabulum (M) +; in 11: Anthemis arvensis r; in 12: Echium vulgare +, Anthoxanthum puelii r; in 14: Linaria vulgaris +; in 15: Berteroa incana +, Vicia villosa +; in 16: Equisetum arvense +, Poa pratensis +; in 17: Leucanthemum vulgare +; in 18: Erysimum cheiranthoides r; in 20: Solidago canadensis +; in 21: Digitalis purpurea 1; in 22: Peltigera cf. rufescens (F) +, Cladonia macilenta (F) +; in 23: Aira caryophyllata 1, Anthoxanthum odoratum +; in 24: Matricaria chamomilla +, Reseda luteola r; in 25: Daucus carota +, Melilotus alba +, Acer platanoides (Kr.) +; in 26: Vulpia myuros +, Salix viminalis (Kr.) r; in 27: Geranium pusillum +, Plantago major 1, Vicia cf. cracca +, Ranunculus repens; in 28: Aphanes arvensis +, Verbascum thapsus r.

UG zerstreut anzutreffen, gut ausgebildet vor allem in einigen größeren und längere Zeit in Betrieb befindlichen Sandgruben.

1.5.1. *Senecio viscosus*-*Corynephorus canescens*-Gesellschaft

Sie (Aufn. 1–11) ist die Pioniergesellschaft aller mit Basen, Nährstoffen und Wasser etwas besser versorgten Moränensande und ersetzt auf diesen Standorten das *Spergulo-Corynephorum typicum*. Diese festliegenden, sowohl Kies wie geringe Mengen an Schluff und Ton enthaltenden Sande können außer von *Sedo-Scleranthetea*-Arten von Ruderalpflanzen vor allem des *Sisymbrium*-Verbandes bewachsen werden. Die wichtigsten sind neben *Conyza* und *Tripleurospermum Senecio viscosus* und *Bromus tectorum*.

Die Vegetation besteht meist nur aus vereinzelter Pflanzen auf dem Rohboden (s. Deckungsgrade). *Corynephorus* zeigt wie in allen Pionierbeständen einen optimalen Wuchs bei graugrüner Farbe. Mit der Zeit wird die Vegetation dichter und die *Senecio-Corynephorus*-Ges. nach spätestens 2 bis 3 Jahren von den Folgegesellschaften abgelöst. Im Kontakt zu ruderalen Silbergrasfluren stehender, frisch freigelegter Sand wird aber sofort wieder von der Pioniergesellschaft besiedelt. Ob die Gruppe der Ruderalpflanzen oder die der Sandtrockenrasenarten überwiegt, hängt wohl vom Samenvorrat des jeweiligen Sandbodens ab.

1.5.2. *Oenothera biennis*-*Corynephorus canescens*-Gesellschaft

Die dichter geschlossenen Bestände der Sande gleicher Eigenschaften werden nach den beiden auffälligsten Arten *Oenothera biennis* und *Corynephorus canescens* benannt (Aufn. 12–23). Der verbleibende Rohboden zwischen den Phanerogamen wird rasch von *Ceratodon purpureus* mit einem dichten Rasen überzogen. Statt der *Sisymbrium*-Arten siedeln sich Pflanzen ausdauernder Gesellschaften an. Neben *Oenothera* sind das v.a. *Artemisia vulgaris*, *Hypericum perforatum* und *Achillea millefolium*. Es lassen sich zwei verschiedenen Sukzessionsphasen entsprechende Varianten unterscheiden:

In der Variante von *Bromus tectorum* (Aufn. 12–17) gibt es noch genügend offenen Rohboden, auf dem einige der für die Pionierbestände typischen Therophyten keimen können (*Bromus tectorum*, *Apera spica-venti* und *Senecio vernalis*).

Die Variante von *Ornithopus perpusillus* (Aufn. 18–23) zeichnet sich dagegen durch verschiedene für die *Festuco-Sedetalia*-Sandmagerrasen kennzeichnende Arten aus. Mit *Jasione montana*, *Ornithopus perpusillus*, *Hieracium pilosella*, *Polytrichum piliferum* und zwei weit verbreiteten *Cladonien* haben diese Bestände bereits große Ähnlichkeit mit der *Achillea*-Variante der *Jasione-Corynephorus*-Ges. Die *Ornithopus perpusillus*-Variante ist langlebiger als die beiden vorherigen Gesellschaften, oft entwickelt sie sich aber infolge ständiger Bodenumlagerung in den Sandgruben nicht.

1.5.3. *Conyza canadensis*-*Trifolium arvense*-Gesellschaft

Die ruderalen Sandtrockenrasen der Sandgruben ohne *Corynephorus* sind an der rechten Tabellenseite aussortiert (Aufn. 24–30). Bei dieser Gesellschaft, die sich nicht in die Sukzessionsreihe einordnen läßt, handelt es sich durchweg um artenreiche und noch relativ offene Bestände, in denen *Corynephorus* an sich wachsen könnte. Das gehäufte Auftreten trittverträglicher Arten läßt vermuten, daß die hier meist etwas lehmigen Sandböden durch Befahren verfestigt sind.

2. *Stellarietea mediae* Br.-Bl. 1931

Sisymbrium officinalis Tx. et al. in Tx. 1950

(Tabelle 6)

Neben den verschiedenen Sandtrockenrasen gibt es auf offenen trockenen Sand-Rohböden vieler Sandgruben in den Moränengebieten auch Pioniergesellschaften, die zum großen Teil aus Ruderalpflanzen bestehen.

Die meisten der aufgenommenen Ruderalfluren gehören zum *Lactuco-Sisymbrietum altissimi* Lohm. in Tx. 1955 n. inv. Lohm. in Oberd. et al. 1957 (Aufn. 1–28). Assoziationscharakterart und oft auch die dominante Pflanze ist *Sisymbrium altissimum*. Neben den kennzeichnenden Arten des Verbandes, *Conyza canadensis* und *Senecio viscosus*, bestimmen *Tripleurospermum inodorum*, *Apera spica-venti*, *Chenopodium album* und *Epilobium adenocaulon* das Bild der Gesellschaft. Mit *Sisymbrium altissimum*, *Descurainia sophia* und *Senecio vernalis* besitzt die Assoziation einige subkontinental bis kontinental verbreitete Arten, die in Deutschland fast nur in trockenen und sommerwarmen Sandgebieten vorkommen (s. BRANDES 1980, 1990, HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988).

Während die Typische Variante (Aufn. 1–15) keine eigenen Trennarten besitzt, ist die Variante von *Polygonum aviculare* (Aufn. 16–28) durch eine Reihe von Trittpflanzen ausgezeichnet. Diese Bestände besiedeln durch Fahrspuren verfestigte oder auch verschlammte Sandböden. Da dies am ehesten auf feinmaterialreicherem Substrat möglich ist, tritt die Variante von *Polygonum aviculare* vor allem auf lehmigeren Sandböden auf. Die Übergänge zwischen den Varianten sind fließend.

Jeweils links in Tabelle 6 stehen die im ersten Jahr besiedelten, noch fast vegetationsfreien Flächen, rechts die dichteren und etwas älteren, in denen vermehrt ausdauernde Ruderalpflanzen wie *Artemisia vulgaris* auftreten. Sie deuten die mögliche Weiterentwicklung zum *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* (vgl. BRANDES 1990) an, die sich innerhalb weniger Jahre vollziehen würde. Tatsächlich findet sie aber infolge ständiger Abbauarbeiten und Mutterbodenabdeckungen nur selten statt.

Das *Lactuco-Sisymbrietum altissimi* ist in den letzten Jahren in Nord- und Westdeutschland häufig beschrieben worden (s. BORNKAMM 1974, KIENAST 1978, HÜLBUSCH 1980, BRANDES 1980, 1982, TÜLLMANN & BÖTTCHER 1985, DETTMAR 1986, GÖDDE 1986). Eine Übersicht über Nordwestdeutschland gibt BRANDES (1990). Da Ruderalgesellschaften in Sandgruben bisher kaum bearbeitet wurden, stammen die meisten dieser aufgenommenen Bestände von trockenen Standorten großstädtischer Industriegebiete, die im einzelnen von den anthropogen nicht weiter beeinflussen Sandböden der Abbauggebiete stark abweichen. Die Bestände des UG lassen sich der von BRANDES (1990) beschriebenen Subassoziation von *Bromus tectorum* grobsandiger Böden zuordnen, während sich die dort genannten Varianten für das UG nicht bestätigen lassen.

Bestände, denen *Sisymbrium altissimum* fehlt (Aufn. 29–35), werden als *Senecio viscosus*-Ges. (vgl. TÜLLMANN & BÖTTCHER 1985) bezeichnet. Ökologische Unterschiede zwischen dem *Lactuco-Sisymbrietum* und der *Senecio viscosus*-Ges. bestehen nicht. Das Vorkommen einzelner Arten in den Probeflächen bzw. an verschiedenen Wuchsorten ist bei kurzlebigen Pioniergesellschaften zufallsbedingt.

Die *Sisymbrien*-Gesellschaften besiedeln nur frisch freigelegte, meist kiesige Moränen-sande, die relativ gut mit Wasser, Basen und Nährstoffen versorgt sind (vgl. *Senecio viscosus-Corynephorus canescens*-Ges.). Alle Fundorte liegen in Sandabbaugebieten im Südteil des UG (infolge fehlender Gruben kaum im Ostbraunschweigischen Flachland), die sich meist inmitten intensiv genutzter Agrarlandschaften befinden.

Die Standorte in den Sandgruben weisen hinsichtlich ihrer Wasser- und Nährstoffversorgung keine prinzipiell anderen Eigenschaften als viele Sandtrockenrasen-Standorte des Untersuchungsgebietes auf. Die Ruderalpflanzen wachsen keinesfalls unter optimalen Bedingungen und können sich offensichtlich nur infolge fehlender Konkurrenz einstellen. Gerade *Sisymbrium altissimum* vermag oft nur zu sehr kleinen und in Trockenperioden früh absterbenden Pflanzen heranzuwachsen. Die Wuchsorte der *Sisymbrien*-Gesellschaften sind im Winter praktisch vegetationsfrei (Therophyten-Gesellschaften!), und die Vegetationsentwicklung beginnt erst ab Mai.

3. Nardo-Callunetea Prsg. 1949

Genisto pilosae-Callunetum Oberd. 1938 nom. inv.

(Tabelle 7)

Nur in der Südheide und in räumlicher Nähe zu Heideresten treten *Calluna vulgaris*-Bestände auf sehr sauren und nährstoffarmen Moränensanden einiger Sandgruben auf. Diese Heiden als Sukzessionsstadium auf offenem Sandboden besitzen im Gegensatz zum typischen *Genisto-Callunetum* des UG statt eines Podsol nur einen Podsol-Regosol. Floristisch bestehen jedoch keine nennenswerten Unterschiede, so daß sie ebenfalls als *Genisto-Callunetum* (*Genisto-Callunetum typicum* sensu TÜXEN 1937) bezeichnet werden können. Angaben über *Calluna*-Heiden als Sukzessionsstadien in Sandgruben finden sich bei HORST (1982).

Neben *Calluna* gibt es nur wenige säuretolerante Phanerogamen wie *Avenella flexuosa*; auf der unter *Calluna* gebildeten, noch dünnen Rohhumusdecke siedeln jedoch zahlreiche Moose und Strauchflechten. Die Cladonien sind im wesentlichen dieselben Arten wie in den flechtenreichen Sandtrockenrasen. Der zahlreich aufkommende Baumjungwuchs zeigt, daß die *Calluna*-Bestände langsam durch einen kiefernreichen Eichen-Birkenwald ersetzt werden.

Das *Genisto-Callunetum* wächst in den Sandgruben meist in kleinräumigem Wechsel zusammen mit dem *Spergulo-Corynephoretum typicum* und der *Polytrichum piliferum*-Ges.

Die Sukzession auf Sandrohböden

Alle beschriebenen Pflanzengesellschaften treten im Verlauf der Vegetationsentwicklung auf offenen Sandböden auf und lassen sich daher in ein Sukzessionsschema mit verschiedenen Sukzessionsreihen (Abb. 2) einfügen. Diese jeweils von Sand-Rohböden ausgehende Vegetationsentwicklung ist eine primär progressive Sukzession. Der Aufbau des Schemas und die ver-

Tabelle 7: *Genisto pilosae-Callunetum* Oberd. 1938 nom. inv.

Laufende Nummer		1	2	3	4	5
Aufnahmefläche (m ²)		15	40	35	30	12
pH-Wert (H ₂ O)			4,1		4,2	4,0
Deckung der Phanerogamen (%)		70	75	85	85	75
Deckung der Kryptogamen (%)		70	70	60	40	25
Artenzahl der Phanerogamen		6	8	8	8	5
Artenzahl der Kryptogamen		12	10	11	14	6
A-K	<i>Calluna vulgaris</i>	5	4	4	4	5
M	<i>Hypnum jutlandicum</i>	3	3	2	2	1
	<i>Avenella flexuosa</i>	+	r	1		+
M	<i>Pleurozium schreberi</i>	2	3	.	.	.
	<i>Festuca tenuifolia</i>	.	1	1	.	.
	<i>Danthonia decumbens</i>	1	.	.	1	.
M	<i>Ptilidium ciliare</i>	.	2	.	.	.
	<i>Genista pilosa</i>	.	.	.	.	r
übrige						
M	<i>Pohlia nutans</i>	1	1	3	1	1
M	<i>Dicranum scoparium</i>	+	2	2	2	.
M	<i>Polytrichum piliferum</i>	2	.	2	2	2
F	<i>Cladonia chlorophaea et fimbriata</i>	1	1	+	2	.
F	<i>Cladonia subulata et coniocraea</i>	2	+	1	+	.
	<i>Pinus sylvestris</i> (Kr. + Str.)	.	+	+	+	+
	<i>Agrostis tenuis</i>	.	+	+	+	.
	<i>Quercus robur</i> (Kr.)	.	+	+	+	.
F	<i>Cladonia portentosa et mitis</i>	+	1	.	1	.
F	<i>Cladonia pleurota</i>	+	.	+	1	.
M	<i>Polytrichum juniperinum</i>	2	.	1	.	.
M	<i>Polytrichum formosum</i>	.	1	2	.	.
M	<i>Dicranum polysetum</i>	2	.	.	.	1
F	<i>Cladonia bacillaris</i>	+	.	.	1	.
F	<i>Cladonia floerkeana</i>	.	.	+	+	.
F	<i>Cladonia gracilis</i>	.	.	+	+	.
	<i>Agrostis stricta</i>	+	.	.	+	.
	<i>Festuca ovina</i> agg.	+	.	.	+	.
	<i>Betula pendula</i> (Kr.)	.	.	+	.	r
	<i>Calamagrostis epigejos</i>	r	r	.	.	.

Außerdem in 2: *Cetraria islandica* (F) +, *Carex arenaria* +; in 3: *Rumex acetosella* agg. r; in 4: *Ceratodon purpureus* (M) 1, *Cephaloziella* cf. *divaricata* (M) 1, *Cladonia* cf. *crispata* (F) +; in 5: *Lophocolea bidentata* (M) 1, *Campylopus introflexus* (M) +.

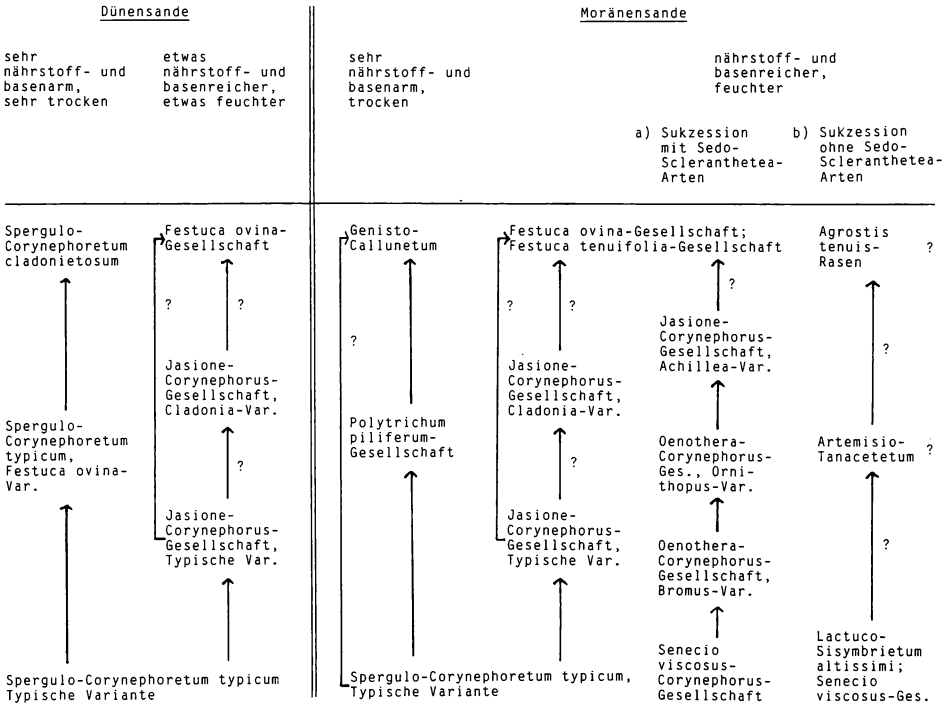


Abb. 2: Sukzessionsschema der Besiedlung von Sand-Rohböden im Untersuchungsgebiet.

wendeten Symbole richten sich nach ELLENBERG (1979b). Da Dünen- und Moränensande große ökologische Unterschiede aufweisen (s. Beschreibung des UG), sind sie im Sukzessionsschema getrennt aufgeführt (vgl. TÜXEN 1928). Die Vegetation auf Dünensand ist aufgrund seiner einheitlichen Bedingungen weniger differenziert als auf den Moränensanden. Nicht alle Sukzessionsschritte sind mit Sicherheit nachzuweisen, da die Sukzession nur aus Bodenanalysen, floristischen Vergleichen und räumlichem Nebeneinander in einjähriger Untersuchung rekonstruiert werden konnte. Die Vegetationsentwicklung ist mit charakteristischen Änderungen der floristischen Zusammensetzung und der Standortsbedingungen verbunden. Die einzelnen Sukzessionsreihen werden im Anschluß an den Vergleich der Pioniergesellschaften beschrieben und begründet.

1. Vergleich der Pioniergesellschaften

Die Pionierbestände lassen sich leicht durch den lockeren Bewuchs von allen anderen Rasen unterscheiden. In Tabelle 8 sind die Pioniergesellschaften zusammengestellt, wobei die Typische Variante des *Lactu-co-Sisymbrietum* und die *Senecio viscosus*-Ges. in einer Spalte zusammengefaßt wurden, da sie sich nur durch das Vorkommen bzw. Fehlen von *Sisymbrium altissimum* unterscheiden (s.o.). Für die aufgeführten Vegetationseinheiten sind in Abb. 3 die Lebensformen-, Status- und soziologischen Spektren sowie Bodenreaktion und Gehalt des Bodens an organischem Kohlenstoff angegeben.

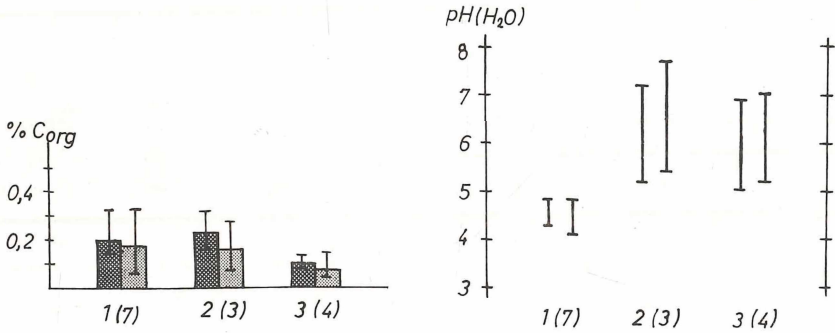
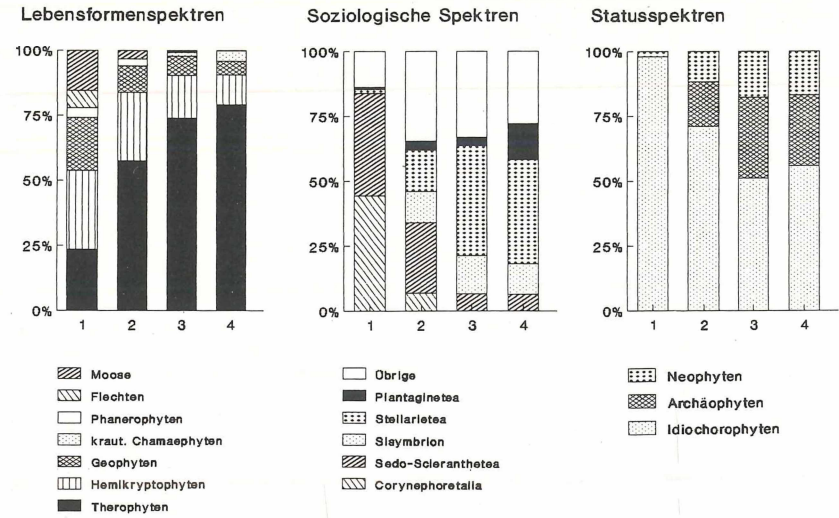
Die größten Unterschiede in der Artenzusammensetzung bestehen zwischen dem *Spargulo-Corynephorum typicum* und den ruderalen Beständen. Die drei ruderalen Gesellschaften gleichen sich in ihrer hohen Artenzahl und setzen sich deutlich gegen die extrem artenarme Silbergrasflur ab, deren Standorte nur von wenigen Pionierarten besiedelt werden können; *Carex arenaria*, *Cornicularia aculeata* und *Polytrichum piliferum* treten nur dort auf. Ihnen

Tabelle 8: Pioniergesellschaften der Sandbesiedlung

1. Spergulo-Corynephorum typicum, Typische Variante
2. Senecio viscosus-Corynephorus canescens-Gesellschaft
3. Typische Variante des Lactuco-Sisymbrietum altissimi und Senecio viscosus-Gesellschaft
4. Lactuco-Sisymbrietum altissimi, Variante von Polygonum aviculare

Nummer der Einheit	1	2	3	4
Zahl der Aufnahmen	35	11	22	13
Mittlere Artenzahl der Phanerogamen	3	19	17	22
Mittlere Artenzahl der Kryptogamen	1	1	0	0

	II	.	.	.
F	II	.	.	.
	III	I	.	.
M	IV	II	.	.
	IV	V	.	.
	I	II	.	.
	.	IV	r	.
	.	III	r	.
	.	IV	I	I
	.	III	I	I
	.	IV	II	II
	.	V	V	V
	.	V	IV	III
	.	IV	IV	IV
	.	III	IV	V
	.	III	V	V
	.	III	IV	V
	.	III	III	IV
	.	I	III	IV
	r	II	II	II
	.	II	III	II
	.	I	III	I
	.	I	II	II
	.	I	II	II
	.	II	I	II
	.	II	I	+
	.	II	I	+
	.	I	II	+
	.	+	I	II
	.	I	+	II
	.	II	r	I
	.	+	+	II
	.	+	+	II
	.	+	r	II
	.	+	III	IV
	.	+	II	III
	.	+	II	III
	.	+	II	III
	.	+	II	III
	r	+	II	III
	.	.	I	III
	.	.	II	II
	.	.	II	I
	.	.	I	II
	.	.	II	+
	.	.	r	II
	.	.	r	II
	.	+	II	IV
	.	.	II	IV
	.	.	r	III
	.	+	r	III
	.	.	r	III
	.	.	.	II
	III	V	II	II
	I	IV	II	II
	+	II	II	+
M	+	II	r	.
	.	II	r	.



Zahlen in Klammern: Anzahl der Messungen angegeben sind jeweils die Mittel- und Extremwerte bzw. die pH-Spannen für 0-5 cm (links) und 5-15 cm (rechts)

Abb. 3: Spektren (oben) und bodenchemische Standortverhältnisse (unten) der Pioniergesellschaften.
 1: *Spergulo-Corynephorum typicum*, Typische Variante
 2: *Senecio viscosus-Corynephorus canescens*-Ges.
 3: Typische Variante des *Lactuco-Sisymbrietum altissimi* und *Senecio viscosus*-Ges.
 4: *Lactuco-Sisymbrietum altissimi*, Variante von *Polygonum aviculare*

steht die große Gruppe von anscheinend anspruchsvolleren Sandtrockenrasenarten (*Filago minima*, *Trifolium arvense* etc.) und Ruderalpflanzen (*Coryza canadensis*, *Tripleurospermum inodorum*, *Senecio viscosus*, *Apera spica-venti*, *Sisymbrium altissimum* etc.) gegenüber, die nur als Pioniere vieler Moränensande vorkommen. Die reinen Ruderalfluren sind gegenüber der *Senecio-Corynephorus*-Ges. hauptsächlich negativ gekennzeichnet; die *Polygonum aviculare*-Variante des *Lactuco-Sisymbrietum* unterscheidet sich allerdings durch eine Reihe von Trittpflanzen.

Während das *Spergulo-Corynephorum typicum* zu etwa gleichen Anteilen aus Therophyten, Hemikryptophyten und Geophyten zusammengesetzt ist, sind die *Sisymbrium*-Bestände fast reine Therophyten-Gesellschaften. Moose und Flechten spielen in allen Pionierbeständen nur eine untergeordnete Rolle. Die Arten der Silbergrasflur sind fast ausschließlich ursprünglich-

che Bestandteile unserer Flora; bei den Ruderalgesellschaften besteht fast die Hälfte des Arteninventars aus Archäophyten und Neophyten. Die ruderalen Silbergrasfluren nehmen, wie in der pflanzensoziologischen Zusammensetzung, eine intermediäre Stellung ein.

Bei allen untersuchten Pioniergesellschaften liegt als Bodentyp ein Sand-Rohboden (Serosem) vor. Mit Gehalten von 0,1–0,3 % organischem Kohlenstoff sind alle Böden praktisch humusfrei. Die pH-Werte dagegen liegen beim *Spergulo-Corynephorum* alle zwischen 4.3 und 4.8; auf den Standorten von *Senecio-Corynephorus*-Gesellschaft wie *Sisymbrium*-Gesellschaften findet sich eine weite pH-Spanne von 5 bis über 7. Ein bodenökologischer Unterschied zwischen ruderalen Silbergrasfluren und Ruderalgesellschaften besteht anscheinend nicht.

Da die Standortsbedingungen für die *Senecio-Corynephorus*-Ges. und die nicht trittbeeinflussten *Sisymbrium*-Gesellschaften offensichtlich gleich sind, kann die Ausbildung von zwei Vegetationstypen nicht edaphisch bedingt sein. Der Grund liegt vielmehr in den Verbreitungsmöglichkeiten der *Sedo-Scleranthetea*-Arten: Das vollständige Arteninventar bei der Besiedlung von reicheren Moränensanden stellt die *Senecio-Corynephorus*-Ges. dar. In vielen Sandgruben fehlen die *Sedo-Scleranthetea*-Arten jedoch fast vollständig. Alle Wuchsorte der *Sisymbrium*-Gesellschaften befinden sich auf den südlichen Geestplatten des UG in intensiv genutzten Agrarlandschaften. Hier gibt es oft in der Nähe keinerlei Restflächen von Sandtrockenrasen, von denen aus die Arten in kurzer Zeit hätten einwandern können. Die Ruderalpflanzen und Ackerwildkräuter dagegen sind mit großem Diasporenvorrat in der Umgebung vorhanden.

Die Differenzierung zwischen *Spergulo-Corynephorum typicum* und den ruderalen Gesellschaften ist dagegen durch die Bodenfaktoren bedingt. Die extremen Standortsverhältnisse der Silbergrasfluren sind eingehend untersucht worden (s. BEHMANN 1930, VOLK 1930/31, v. MÜLLER 1956, BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965 und LACHE 1976). Über ruderaler Silbergrasfluren bzw. vergleichbare Ruderalgesellschaften gibt es dagegen bisher keine ökologischen Untersuchungen. Es ist davon auszugehen, daß nutzbare Wasserkapazität, Basen- und Nährstoffversorgung der Sande mit ruderalen Trockenrasen wesentlich günstiger sind. Auf Sanden mit pH-Werten unter 5, die im Untersuchungsgebiet zugleich die trockensten Böden sind, können alle charakteristischen Arten der anspruchsvolleren Pionierbestände (darunter auch viele *Sedo-Scleranthetea*-Arten!) nicht mehr wachsen.

Im Prinzip bieten ungesättigte Pflanzenbestände wie offene Pioniergesellschaften gute Wuchsmöglichkeiten gerade für Neophyten (SUKOPP 1962, BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965). Neophyten wurden aber vor allem in Sandtrockenrasen des subkontinentalen Bereichs eingebürgert (BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965), wo die Standorte meist basenreich sind. Die meisten Archäophyten und Neophyten stammen aus mediterranen oder kontinentalen Gebieten, wo es keine sauren Böden gibt, wie sie für die Silbergrasflur typisch sind. An diese Standortsbedingungen sind sie nicht angepaßt.

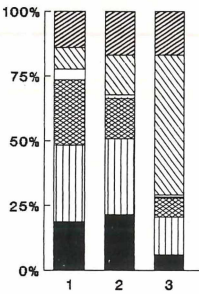
2. Vegetationsentwicklung auf nährstoffarmem Dünen sand

Die Entwicklung von Pionierbeständen des *Spergulo-Corynephorum typicum* zum *S-C. cladonietosum* ist die Sukzessionsreihe auf den trockensten und nährstoffärmsten Dünen. Im Gegensatz zu Tabelle 1 sind in Tabelle 9 nur diejenigen Aufnahmen mit einbezogen wurden, die von Dünen sand-Standorten stammen.

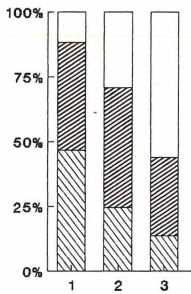
Während die Artenzahl der Phanerogamen im Verlauf der Vegetationsentwicklung nur leicht zunimmt, beginnen Moose und Flechten die Lücken zwischen den Pionierpflanzen auszufüllen (s.o.), so daß das *Spergulo-Corynephorum cladonietosum* eine überwiegend von Kryptogamen aufgebaute Gesellschaft ist (s. Abb. 4). Da die Bestände so lockerwüchsig bleiben, daß auch Therophyten wie *Spergula morisonii* noch vorkommen, fällt bei der Sukzession keine einzige Pionierart aus. In keiner Sukzessionsphase spielen adventive Pflanzen eine Rolle.

Während der Sukzession findet eine Humusakkumulation von ca. 1 % organischem Kohlenstoff vor allem in den obersten 5 cm des Bodenprofils statt; aus dem Rohboden des *Sper-*

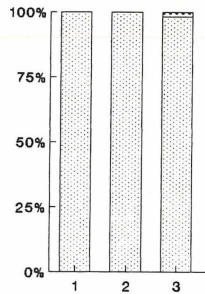
Lebensformenspektren



Soziologische Spektren



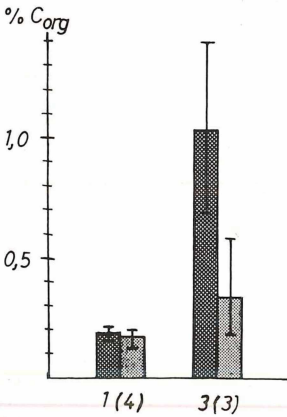
Statusspektren



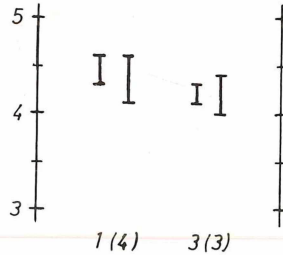
Moos
 Flechten
 Phanerophyten
 kraut. Chamaephyten
 Geophyten
 Hemikryptophyten
 Therophyten

Übrige
 Sedo-Scleranthetea
 Corynephorretalia

Neophyten
 Idiochorophyten



pH (H₂O)



Zahlen in Klammern: Anzahl der Messungen
 angegeben sind jeweils die Mittel- und Extremwerte bzw. die pH-Spannen für 0-5 cm (links) und 5-15 cm (rechts)

Abb. 4: Spektren (oben) und bodenchemische Standortverhältnisse (unten) der Sukzessionsphasen auf nährstoffarmem Dünen sand.

1: *Spergulo-Corynephorretum typicum*, Typische Variante

2: *Spergulo-Corynephorretum typicum*, Variante von *Festuca ovina*

3: *Spergulo-Corynephorretum cladonietosum*

Spergulo-Corynephorretum typicum entwickelt sich der Regosol des *S.-C. cladonietosum*. Die bei der Humusbildung entstehenden sauren Humifizierungsprodukte (vgl. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1979) sind die Ursache des leichten Absinkens der pH-Werte. Die im UG ermittelten Humusgehalte und pH-Werte liegen im Bereich der Ergebnisse, wie sie von BEHMANN (1930), LACHE (1976) und JECKEL (1984) für die verschiedenen Untereinheiten der Silbergrasflur angegeben wurden.

Tabelle 9: Vegetationsentwicklung auf nährstoffarmem Dünensand

1. Spergulo-Corynephoretum typicum, Typische Variante
2. Spergulo-Corynephoretum typicum, Variante von Festuca ovina
3. Spergulo-Corynephoretum cladonietosum

Nummer der Einheit	1	2	3
Zahl der Aufnahmen	25	7	13
Mittlere Artenzahl der Phanerogamen	3	6	5
Mittlere Artenzahl der Kryptogamen	1	3	12

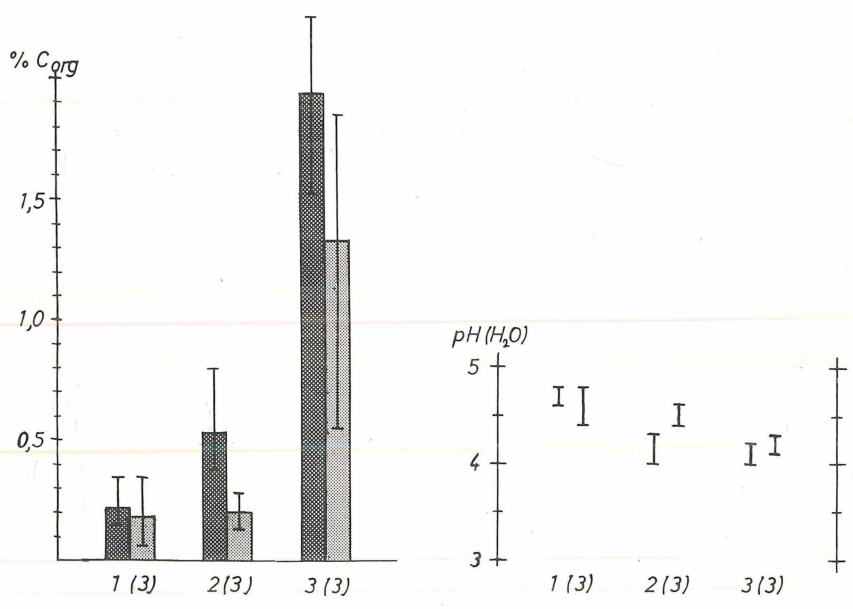
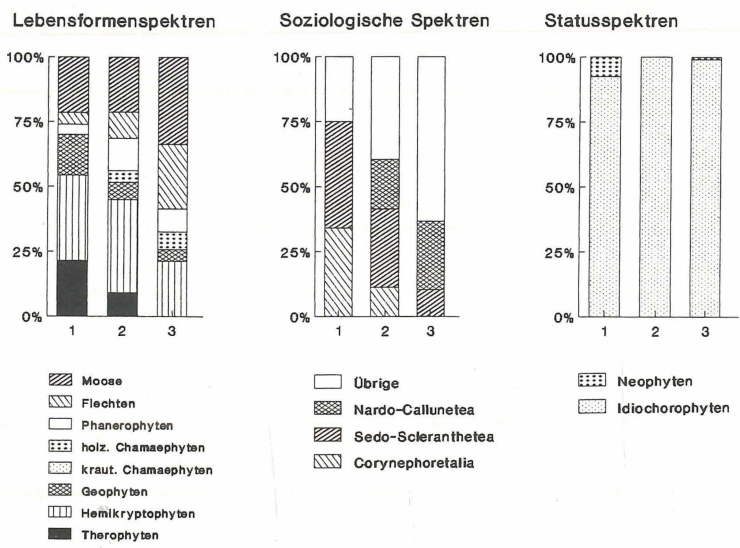
Corynephorus canescens	IV	V	V
Spergula morisonii	IV	IV	IV
Carex arenaria	III	III	III
Rumex acetosella agg.	III	V	IV
M Polytrichum piliferum	III	III	V
F Cornicularia aculeata	II	IV	V
Festuca ovina agg.	+	V	V
M Ceratodon purpureus	+	V	III
F Cladonia subulata et coniocraea	.	III	IV
F Cladonia chlorophaea et fimbriata	.	II	IV
Teesdalea nudicaulis	+	III	II
Agrostis stricta	+	II	II
Cerastium semidecandrum	.	III	.
Hypochoeris radicata	.	III	.
F Cladonia uncialis	.	.	V
F Cladonia pleurota	.	I	V
F Cladonia mitis et portentosa	r	I	V
F Cladonia furcata	.	.	IV
M Cephaloziella divaricata	.	.	IV
F Cladonia phyllophora	.	.	III
F Cladonia gracilis	.	.	III
F Cladonia floerkeana	.	.	III
F Cladonia verticillata	.	.	II
F Cladonia bacillaris	.	.	II
F Cladonia foliacea	.	.	II
F Cladonia zopfii	.	.	II
M Campylopus introflexus	.	.	II
M Pohlia nutans	.	.	II

Tabelle 10: Vegetationsentwicklung auf den nährstoffärmsten Moränensanden

1. Spergulo-Corynephoretum typicum, Typische Variante
2. Polytrichum piliferum-Gesellschaft
3. Genisto pilosae-Callunetum

Nummer der Einheit	1	2	3
Zahl der Aufnahmen	10	13	5
Mittlere Artenzahl der Phanerogamen	4	5	7
Mittlere Artenzahl der Kryptogamen	1	2	11

Teesdalea nudicaulis	II	+	.
Corynephorus canescens	V	III	.
Spergula morisonii	III	II	.
Pinus sylvestris (Kr. + Str.)	I	III	II
Avenella flexuosa	.	III	V
F Cladonia subulata et coniocraea	.	III	IV
F Cladonia chlorophaea et fimbriata	.	II	IV
Festuca tenuifolia	.	III	II
Agrostis stricta	.	II	II
M Polytrichum juniperinum	+	II	II
Betula pendula (Kr. + Str.)	.	II	II
Calluna vulgaris	.	II	V
M Pohlia nutans	.	II	V
M Hypnum jutlandicum	.	.	V
M Dicranum scoparium	.	.	IV
Quercus robur (Kr. + Str.)	.	+	III
F Cladonia mitis et portentosa	.	.	III
F Cladonia pleurota	.	.	III
F Cladonia floerkeana	.	.	II
F Cladonia gracilis	.	.	II
F Cladonia bacillaris	.	.	II
M Polytrichum formosum	.	.	II
M Dicranum polysetum	.	.	II
M Pleurozium schreberi	.	.	II
Danthonia decumbens	.	.	II
Festuca ovina agg.	.	.	II
M Polytrichum piliferum	IV	V	IV
Agrostis tenuis	II	II	III
Rumex acetosella agg.	III	II	I
Calamagrostis epigejos	.	+	II
Ornithopus perpusillus	.	II	.



Zahlen in Klammern: Anzahl der Messungen
angegeben sind jeweils die Mittel- und Extremwerte bzw. die pH-
Spannen für 0-5 cm (links) und 5-15 cm (rechts)

Abb. 5: Spektren (oben) und bodenchemische Standortverhältnisse (unten) der Sukzessionsphasen auf den nährstoffärmsten Moränensanden.
1: *Spergulo-Corynephorretum typicum*, Typische Variante
2: *Polytrichum piliferum*-Ges.
3: *Genisto pilosae-Callunetum*

3. Vegetationsentwicklung auf den nährstoffärmsten Moränensanden

In Tabelle 10 sind die Vegetationstypen festliegender, extrem armer Sande aufgeführt, die oft gemeinsam in Sandgruben vorkommen. Beim *Spergulo-Corynephorum typicum* wurden also nur die Bestände der Moränensande (*Carex arenaria* fehlt hier) berücksichtigt. Die Vegetationsentwicklung läuft vom *S.-C. typicum* über die *Polytrichum piliferum*-Ges. zum *Genisto pilosae-Callunetum*. Während die *Polytrichum piliferum*-Ges. noch die Arten des *Spergulo-Corynephorum* enthält, wachsen diese in den dichten *Calluna*-Beständen mit Rohhumusdecke nicht mehr. Dafür treten vor allem Moose und Strauchflechten in großer Zahl auf.

Wie auf Dünen sand sind alle Sukzessionsphasen artenarm, und im ältesten überwiegen die Kryptogamen. Allerdings können sich die Therophyten nicht mehr halten (Abb. 5), da sie nicht in der Lage sind, auf dem Rohhumus zu keimen. Die Sukzession verläuft von einer *Sedo-Scleranthetetea* zu einer *Nardo-Callunetea*-Gesellschaft, anders als auf den Dünen, wo ein Sandtrockenrasen bestehen bleibt. Die Aussagekraft der Spektren ist weniger eindeutig, da bei ihrer Berechnung die Deckungsgrade nicht mit einbezogen wurden und die *Polytrichum piliferum*-Ges. und das *Genisto-Callunetum* Dominanzbestände einer Art sind.

Aus dem Rohboden des *Spergulo-Corynephorum typicum* entsteht bei der *Polytrichum piliferum*-Ges. ein schwach humoser Regosol. Sie ist also keine Pioniergesellschaft, wie von PREISING & DREHWALD (1985) vermutet wird. Unter *Calluna* findet dagegen eine viel stärkere Humusakkumulation als unter den sehr wenig produktiven Sandtrockenrasen statt; hinzu kommt die Bildung der Rohhumusauflage. Der Bodentyp ist ein Podsol-Regosol. Wiederum ist mit der Anreicherung saurer Humifizierungsprodukte der Aufbau eines pH-Gradienten verbunden. Die Bodenversauerung ist unter *Calluna* am stärksten und betrifft – anders als bei der *Polytrichum*-Ges. – nicht nur die obersten 5 cm des Bodenprofils.

4. Vegetationsentwicklung auf etwas nährstoffreicheren Dünen- und Moränensanden

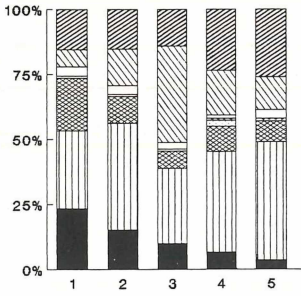
Auch die meisten *Festuco-Sedetalia*-Sandmagerrasen müssen aus Silbergrasfluren hervorgegangen sein. In Tabelle 11 sind sie daher mit dem *Spergulo-Corynephorum typicum* zusammengestellt worden. Alle Gesellschaften kommen auf Dünen- und Moränensand vor. Die meisten Kenn- und Trennarten der *Festuco-Sedetalia* sind bezüglich der Nährstoff- und Wasserversorgung etwas anspruchsvoller als die Arten der Silbergrasflur (s. Zeigerwerte von ELLENBERG 1979a); die Sukzession zu *Festuco-Sedetalia*-Rasen läuft daher wahrscheinlich auf etwas günstigeren Standorten ab. Von den *Festuco-Sedetalia*-Arten tritt keine in den Pionierbeständen auf. Gegenüber den älteren Sukzessionsphasen ärmster Sande ist hier die Phanocrogenen-Artenzahl wesentlich höher.

Mit der Dichte der Vegetation nimmt der Therophytenanteil ab, während Moose und Flechten in älteren Sukzessionsstadien an Bedeutung gewinnen (Abb. 6). Der Anteil der *Sedo-Scleranthetetea*-Arten geht in den Magerrasen nur relativ zurück, denn die Gesamtartenzahl steigt deutlich an. In allen Gesellschaften spielen adventive Pflanzen wiederum nur eine geringe Rolle.

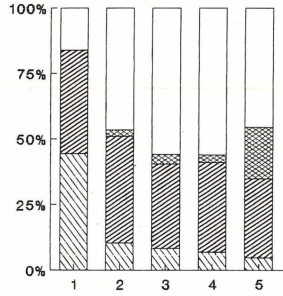
Die Messungen des Kohlenstoffgehalts weisen alle *Festuco-Sedetalia*-Gesellschaften als Bestände schon entwickelter Böden (Regosole) aus. Die Humusmenge ist bei der *Festuca ovina*-Ges. zwar durchschnittlich am höchsten, signifikante Unterschiede zur *Jasione-Corynephorus*-Ges. bestehen jedoch nicht. Der dichtere Wuchs und geringere Anteil an Therophyten und *Corynephoralia*-Arten lassen die Vermutung zu, daß *Festuca ovina*-Rasen in der Sukzession auf die *Jasione-Corynephorus*-Ges. folgen (vgl. KRAUSCH 1967).

Wie bei den vorherigen Sukzessionsreihen ist mit der Bodenbildung meist ein Absinken des pH im Oberboden zu beobachten. Die untersuchten Standorte der *Cladonia*-Variante der *Jasione-Corynephorus*-Ges. sind grundsätzlich basenreicher als die Böden des *S.-C. cladonietosum*. Die *Festuca ovina*-Ges. kommt in bezug auf Basen- und Nährstoffhaushalt auf einem sehr breiten Standortsspektrum vor (s.o.). Die Bestände mit den hohen pH-Werten können daher nicht aus dem *S.-C. typicum* hervorgegangen sein.

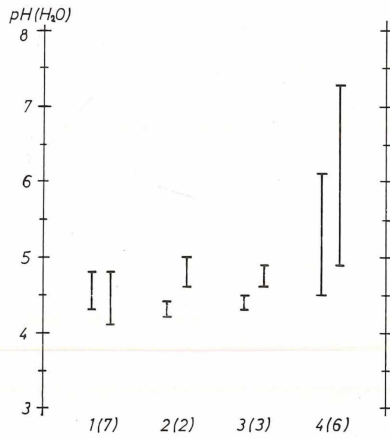
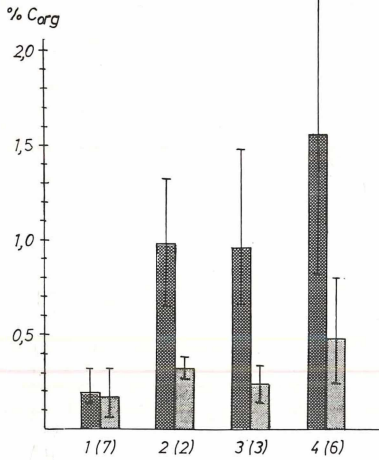
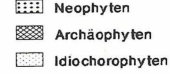
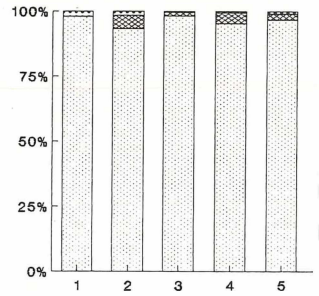
Lebensformenspektren



Soziologische Spektren



Statusspektren



Zahlen in Klammern: Anzahl der Messungen
angegeben sind jeweils die Mittel- und Extremwerte bzw. die pH-Spannen für 0-5 cm (links) und 5-15 cm (rechts)

Abb. 6: Spektren (oben) und bodenchemische Standortverhältnisse (unten) der Sukzessionsphasen auf etwas nährstoffreicheren Dünen- und Moränensanden.

- 1: *Spergulo-Corynephorretum typicum*, Typische Variante
- 2: *Jasione montana-Corynephorus canescens*-Ges., Typische Variante
- 3: *Jasione montana-Corynephorus canescens*-Ges., Cladonia-Variante
- 4: *Festuca ovina*-Ges.
- 5: *Festuca tenuifolia*-Ges.

Tabelle 11: Vegetationsentwicklung auf etwas nährstoffreicheren
Dünen- und Moränensanden

1. Spergulo-Corynephorum typicum, Typische Variante
2. Jasione montana-Corynephorus canescens-Gesellschaft, Typische Variante
3. Jasione montana-Corynephorus canescens-Gesellschaft, Cladonia-Variante
4. Festuca ovina-Gesellschaft
5. Festuca tenuifolia-Gesellschaft

Nummer der Einheit	1	2	3	4	5
Zahl der Aufnahmen	35	16	12	21	6
Mittlere Artenzahl der Phanerogamen	3	10	11	10	9
Mittlere Artenzahl der Kryptogamen	1	5	11	7	6

Spargula morisonii	IV	II	III	r	.
Teesdalea nudicaulis	I	III	III	+	I
Ornithopus perpusillus	.	IV	II	I	I
Jasione montana	.	IV	III	IV	IV
Hypochoeris radicata	.	v	III	IV	III
Hieracium pilosella	.	IV	v	IV	III
Agrostis stricta	+	IV	IV	III	I
F Cladonia subulata et coniocraea	.	IV	v	v	IV
F Cladonia chlorophaea et fimbriata	.	v	v	v	IV
M Ceratodon purpureus	+	IV	IV	v	IV
Festuca ovina agg.	+	IV	III	v	I
Festuca tenuifolia	.	I	III	.	v
M Cephalozia divaricata	.	I	III	III	II
M Pohlia nutans	.	I	III	II	II
M Polytrichum juniperinum	r	I	II	II	III
F Cladonia furcata	.	II	III	II	II
F Cladonia pleurota	.	I	v	+	.
F Cladonia uncialis	.	.	IV	.	.
F Cladonia verticillata	.	.	IV	.	.
F Cladonia mitis et portentosa	r	.	IV	r	.
F Cladonia gracilis	.	.	IV	I	.
F Cladonia phyllophora	.	r	III	.	.
F Cladonia floerkeana	.	.	III	I	.
F Cladonia bacillaris	.	.	II	.	.
F Cetraria Islandica	.	.	II	.	.
M Dicranum scoparium	.	+	+	III	II
M Hypnum cupressiforme et jutlandicum	.	.	.	III	III
Luzula campestris	.	I	+	+	III
Corynephorus canescens	IV	v	v	III	III
Rumex acetosella agg.	III	v	v	v	v
M Polytrichum piliferum	III	v	v	v	v
F Cornicularia aculeata	II	III	IV	II	I
Carex arenaria	II	II	II	III	I
Agrostis tenuis	I	III	II	II	v
Pinus sylvestris (Kr.)	I	+	II	III	I
Hypericum perforatum	.	I	I	II	I
Cerastium semidecandrum	.	II	II	I	.
Plantago lanceolata	.	.	I	I	II
M Brachythecium albicans	.	+	.	II	.

5. Vegetationsentwicklung auf nährstoffreichen Moränensanden

Die Vegetationsentwicklung auf den reichsten und am besten wasserversorgten Sanden nimmt ihren Ausgang von der *Senecio viscosus-Corynephorus canescens*-Ges. Neben den ruderalen Silbergrasfluren ist, räumlich oft eng verzahnt, auf diesen Standorten auch die *Achillea*-Variante der *Jasione-Corynephorus*-Ges. zu finden. Sie schließt sich wahrscheinlich in der Sukzession an die *Oenothera-Corynephorus*-Ges. an. Tabelle 12 zeigt, daß sich die beiden Gesellschaften nur durch das weitgehende Fehlen einiger Ruderalpflanzen (v.a. *Coryza canadensis*, *Oenothera biennis*, *Artemisia vulgaris*) in der *Achillea*-Variante unterscheiden. Andererseits gibt es mit *Achillea millefolium*, *Hypericum perforatum*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium arvense*, *Filago minima*, *Tanacetum vulgare* etc. hier eine ganze Reihe anspruchsvollerer Arten, die allen Folgegesellschaften des *Spargulo-Corynephorum typicum* vollständig fehlen. Die Artenzahlen sind durchgängig höher als auf den ärmeren Sanden.

Wie in allen Sukzessionsreihen ist eine stete Abnahme des Therophytenanteils zugunsten von Hemikryptophyten, Moosen und Flechten festzustellen (Abb. 7); Moose und Flechten treten hier aber nie bestandsbildend auf. Die *Stellarietea*-Arten der Pionierbestände werden in den dichteren Rasen zunehmend zurückgedrängt und durch ausdauernde Arten der *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisiete*, *Sedo-Scleranthetea* und weit verbreitete Magerrasen-Pflanzen ersetzt. Aus stark ruderalen Pionierbeständen entstehen also Magerrasen mit nur noch wenigen

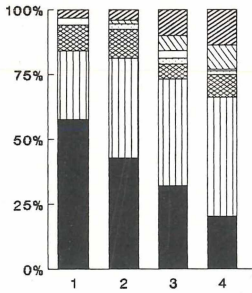
Tabelle 12: Vegetationsentwicklung auf nährstoffreichen Moränensanden

1. Senecio viscosus-Corynephorus canescens-Gesellschaft
2. Oenothera biennis-Corynephorus canescens-Gesellschaft, Variante von Bromus tectorum
3. Oenothera biennis-Corynephorus canescens-Gesellschaft, Variante von Ornithopus perpusillus
4. Jasione montana-Corynephorus canescens-Gesellschaft, Variante von Achillea millefolium

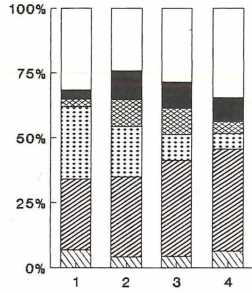
Nummer der Einheit	1	2	3	4
Zahl der Aufnahmen	11	6	6	20
Mittlere Artenzahl der Phanerogamen	19	22	19	16
Mittlere Artenzahl der Kryptogamen	1	2	4	5

Senecio viscosus	V	.	.	.
Poa annua	III	.	I	.
Epilobium adenocaulon	III	.	.	.
Sisymbrium altissimum	III	.	.	.
Spergula morisonii	II	.	.	+
Bromus tectorum	IV	IV	.	r
Apera spica-venti	IV	III	.	.
Senecio vernalis	II	IV	.	r
Cirsium arvense	II	III	.	r
Conyza canadensis	V	V	V	I
Tripleurospermum inodorum	III	I	II	.
Arenaria serpyllifolia	III	IV	II	I
Artemisia vulgaris	I	IV	IV	+
Oenothera biennis agg.	.	III	V	I
Vicia angustifolia	I	III	III	I
M Ceratodon purpureus	II	V	V	V
Achillea millefolium agg.	.	III	IV	IV
Hypericum perforatum	+	V	II	III
Agrostis stricta	.	I	II	II
M Brachythecium albicans	.	II	I	II
Jasione montana	I	I	V	V
Ornithopus perpusillus	.	I	V	IV
Hieracium pilosella	.	I	IV	V
M Polytrichum piliferum	I	.	IV	V
F Cladonia subulata et coniocraea	.	I	IV	IV
F Cladonia chlorophaea et fimbriata	.	I	III	IV
Teesdalea nudicaulis	+	.	III	III
M Polytrichum juniperinum	.	.	II	II
Plantago lanceolata	.	I	I	III
Corynephorus canescens	V	V	V	V
Rumex acetosella agg.	V	V	V	V
Trifolium arvense	IV	V	III	III
Filago minima	V	III	IV	II
Cerastium semidecandrum	III	V	III	III
Agrostis tenuis	IV	V	III	IV
Hypochoeris radicata	II	II	III	III
Tanacetum vulgare	II	IV	III	II
Festuca ovina agg.	I	II	I	III
Holcus lanatus	II	II	I	II
Bromus hordeaceus	II	II	I	II
Calamagrostis epigejos	I	III	I	I
Cerastium fontanum	+	I	II	r
Trifolium campestre	I	III	.	+
Viola arvensis	I	.	II	r
Crepis capillaris	+	II	I	.
Festuca tenuifolia	.	I	I	II
Trifolium dubium	.	II	I	.
Poa angustifolia	.	III	.	r
Veronica arvensis	II	.	I	.
Arabidopsis thaliana	II	.	I	.
Hieracium laevigatum	.	.	II	.
Potentilla argentea	.	.	.	II
Carex arenaria	.	.	.	II
Sedum acre	.	II	.	I

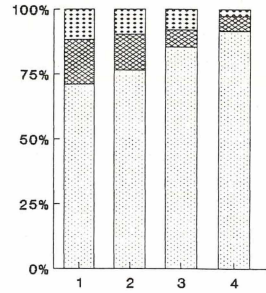
Lebensformenspektren



Soziologische Spektren



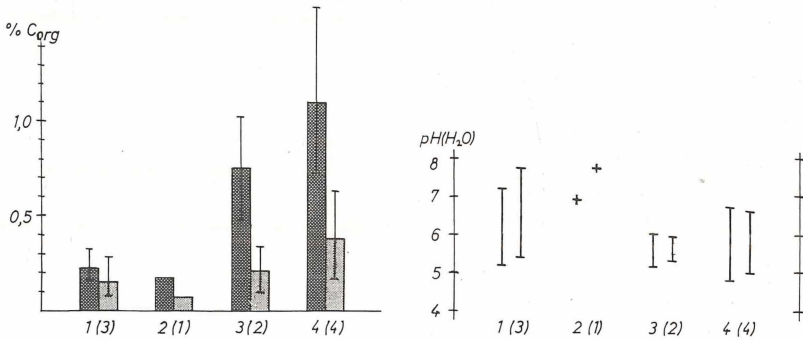
Statusspektren



Moos
 Flechten
 Phanerophyten
 kraut. Chamaephyten
 Geophyten
 Hemikryptophyten
 Therophyten

Oubrige
 Molinio-Arrhenatheretea
 Artemisialeeta
 Stellarialeeta
 Sedo-Scleranthetea
 Corynephorretalia

Neophyten
 Archäophyten
 Idiochorophyten



Zahlen in Klammern: Anzahl der Messungen
 angegeben sind jeweils die Mittel- und Extremwerte bzw. die pH-Spannen für 0-5 cm (links) und 5-15 cm (rechts)

Abb. 7: Spektren (oben) und bodenchemische Standortverhältnisse (unten) der Sukzessionsphasen auf nährstoffreichen Moränensanden.

- 1: *Senecio viscosus-Corynephorus canescens*-Ges.
- 2: *Oenothera biennis-Corynephorus canescens*-Ges., Variante von *Bromus tectorum*
- 3: *Oenothera biennis-Corynephorus canescens*-Ges., Variante von *Ornithopus perpusillus*
- 4: *Jasione montana-Corynephorus canescens*-Ges., Variante von *Achillea millefolium*

Ruderalpflanzen, was sich auch im kontinuierlichen Rückgang von Archäophyten und Neophyten ausdrückt.

Mit der Sukzession der Pflanzengesellschaften ist wiederum die Bodenbildung vom Rohboden zum Regosol verbunden. Die Bestände weitgehend ohne Ruderalpflanzen zeigen im Durchschnitt die höchste Humusakkumulation und weisen sich damit als Vegetation der ältesten Böden aus. Die Bodenreaktion liegt auf den reicheren Moränensanden nur in Ausnahmefällen unter pH 5 und setzt sich damit deutlich gegenüber dem *Spergulo-Corynephorretum typicum* und seinen Folgegesellschaften ab. Die großen Schwankungen bis in den basischen Bereich wirken sich nicht erkennbar auf die Vegetation aus.

Die Sukzession der reinen Ruderalgesellschaften (von den *Sisymbrium*-Gesellschaften ausgehend) konnte im Untersuchungsgebiet nicht verfolgt werden, da keine ausreichende Anzahl

guter Bestände älterer Vegetationsstadien vorlag. Soweit es sich durch Geländebeobachtungen beurteilen läßt, entstehen ohne Vorhandensein der meisten *Sedo-Scleranthetea*-Arten *Onopordion*-Gesellschaften (*Artemisio-Tanacetetum* oder *Berteroetum incanae*) und artenarme *Agrostis tenuis*-Magerrasen.

6. Vergleich der Vegetationsentwicklung auf den verschiedenen Sanden

Als allgemein gültige Prinzipien bei der Besiedlung offener Sande ergeben sich:

- 1) Die Pionierbestände sind Phanerogamen-Gesellschaften mit einem hohen Therophytenanteil.
- 2) In den Folgebeständen werden die Therophyten zurückgedrängt. Auf den extrem armen Böden entstehen von Kryptogamen dominierte Gesellschaften, auf den reicheren Sanden kryptogamenreiche Hemikryptophyten-Gesellschaften.
- 3) Die Trockenrasen der extremsten Standorte sind die artenärmsten.
- 4) Nur auf den reicheren Sanden und hier vornehmlich in offenen Pionierbeständen können Archäophyten und Neophyten in größerer Zahl Fuß fassen.
- 5) Mit der Sukzession ist eine meist geringe Humusbildung und eine Bodenversauerung in den obersten Zentimetern des Bodenprofils verbunden.
- 6) Das *Spergulo-Corynephorretum typicum* besiedelt alle ärmeren Sande unabhängig von ihren sonstigen Eigenschaften. Die Trennungslinie zu den ruderalen Pioniergesellschaften läuft also nicht entlang der deutlich sichtbaren Substratunterschiede Dünen sand – Moränen sand, sondern hängt hauptsächlich mit den bodenchemischen Eigenschaften der Standorte zusammen.
- 7) Aus nur drei Pioniergesellschaften lassen sich mehrere Sukzessionsreihen ableiten. Da in den Folgebeständen des *Spergulo-Corynephorretum typicum* mehr Arten wachsen können, ist dort auch eine stärkere Differenzierung der Vegetation entsprechend den Standortbedingungen möglich.

Bedeutung der Sandabbaugelände für den Schutz von Sandtrockenrasen

Sandtrockenrasen gehören heute in Nordwestdeutschland zu den gefährdeten Vegetationstypen. Wie aus der Beschreibung der einzelnen Pflanzengesellschaften hervorgeht, findet sich ein großer Teil von ihnen im UG in Sandabbaugeländen, die daher eine wichtige Funktion im Schutz von Sandtrockenrasen übernehmen können (s.a. HEYDEMANN 1982, KAULE 1986).

Vornehmlich beim Trockenabbau besteht also die Möglichkeit der spontanen Besiedlung durch verschiedene Sandtrockenrasen. Sie gehören damit zu den wenigen Vegetationstypen, die teilweise auf Sekundärstandorten ersetzbar sind (KAULE 1986). Zwei Gründe sind hierfür ausschlaggebend: Sandtrockenrasen können in kurzer Zeit entstehen (Pionierstadien in wenigen Jahren, geschlossene Sandmagerrasen in wenigen Jahrzehnten); fast alle Arten der Sandrasen haben eine hohe Samenproduktion und sind anemochor (KAULE 1986, s.a. MÜLLER-SCHNEIDER 1986), d. h. zur Fernverbreitung in der Lage. Allerdings sind nur wenige Gruben dazu geeignet, als Sekundärstandorte für Sandtrockenrasen zu dienen, und es treten dort auch nicht alle Trockenrasen-Gesellschaften auf:

Im UG gibt es ca. 150 zum großen Teil stillgelegte Sand- und Kiesgruben, aber nur in 57 dieser Gruben konnten Vegetationsaufnahmen angefertigt werden. Die Ursachen für das Fehlen ausgeprägter Sand-Trockenvegetation in den übrigen Gebieten sind teilweise noch während des Abbaus stattfindende Rekultivierungsmaßnahmen, die die Sand-Trockenstandorte zerstören (Abdeckung der Sandflächen mit Mutterboden und Bepflanzung mit Gehölzen), und Verfüllung der Gruben mit Bauschutt.

In 18 der 57 Gruben mit Sand-Trockenvegetation fanden sich nur Ruderalgesellschaften. In der Nähe dieser ausschließlich auf den südlichen Geestplatten gelegenen Flächen sind aufgrund intensiver Bodennutzung keine ausreichenden Sandtrockenrasen-Reste mehr vorhanden, von denen aus eine Besiedlung mit *Sedo-Scleranthetea*-Arten möglich wäre (s.o.).

Nur in den übrigen 39 Abbaugruben wachsen Sandtrockenrasen aus einer oder mehreren der beschriebenen Sukzessionsreihen, je nach Art der abgebauten Sande (Dünensand, nährstoffarme und nährstoffreiche Moränensande) und Alter der Sandflächen. Allerdings kommt das *Spergulo-Corynephorum cladonietosum*, das als charakteristische Pflanzengesellschaft der Dünen Nordwestdeutschlands in Sandgruben von Dünengebieten zu erwarten gewesen wäre, wohl aufgrund des langen Zeitraums, der zu seiner Entstehung notwendig ist, in keiner Sandgrube des UG vor. Desgleichen fehlt das *Diantho-Armerietum elongatae* als floristisch wertvollster Sandtrockenrasen Nordwestdeutschlands (s. JECKEL 1984) in den Sandabbaugebieten vollständig, da es nicht im Verlauf der Sukzession auf offenem Sand auftritt und zu seiner Erhaltung gewöhnlich extensive Beweidung notwendig ist (HEINKEN 1989).

Bedeutung für den Naturschutz haben deshalb vor allem diejenigen Abbaugruben, in denen bereits Sandtrockenrasen in ausreichender Fläche vorhanden sind. Diese sollten statt einer Rekultivierung (s.o.) renaturiert, d. h. weitgehend sich selbst überlassen werden (s. HEYDEMANN 1982, dort auch Pflegemaßnahmen). Pionierstadien der Sandbesiedlung können nach Einstellung des Abbaus ohne aufwendigere Maßnahmen kaum erhalten werden; sie entwickeln sich an anderen geeigneten Plätzen dafür neu (vgl. KAULE 1986).

Ich danke Herrn Prof. Dr. H. DIERSCHKE (Göttingen) für wertvolle Anregungen zum Inhalt der vorliegenden Arbeit und die abschließende kritische Durchsicht des Manuskripts.

Literatur

- BEHMANN, G. (1930): Zur Morphologie und Vegetation nordwestdeutscher Binnendünen. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Nieders. 2: 167–188. Hannover.
- BERGER-LANDEFELDT, U., SUKOPP, H. (1965): Zur Synökologie der Sandtrockenrasen, insbesondere der Silbergrasflur. – Verh. Bot. Ver. Brandenburg 102: 41–98. Berlin.
- BORNKAMM, R. (1974): Die Unkrautvegetation im Bereich der Stadt Köln I. Die Pflanzengesellschaften. – Decheniana 126 (1/2): 267–306. Bonn.
- BRANDES, D. (1980): Verbreitung und Soziologie von *Senecio vernalis* W. & K. im östlichen Niedersachsen. – Gött. Flor. Rundbr. 14 (1): 18–25. Göttingen.
- (1982): Die synanthrope Vegetation der Stadt Wolfenbüttel. – Braunschw. Naturk. Schr. 1 (3): 419–443. Braunschweig.
- (1990): Verbreitung, Ökologie und Vergesellschaftung von *Sisymbrium altissimum* in Nordwestdeutschland. – Tuexenia 10 (dieser Band). Göttingen.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. – Springer; Wien, New York. 865 S.
- BURRICHTER, E., POTT, R., RAUS, T., WITTIG, R. (1980): Die Hudelandschaft „Borkener Paradies“ im Emstal bei Meppen. – Abh. Landesmus. Naturk. 42 (4). Münster/Westf. 69 S.
- DETTMAR, J. (1986): Spontane Vegetation auf Industrieflächen in Lübeck. – Kieler Notizen z. Pflanzenkd. in Schleswig-Holstein u. Hamburg 18 (3): 113–148. Kiel.
- DIERSSEN, K. (1973): Die Vegetation des Gildehäuser Venns (Diss. TU Hannover). – Beih. Ber. Naturhist. Ges. 8. Hannover: 120 S.
- DINGETHAL, F. J., JÜRGING, P., KAULE, G., WEINZIERL, H. (1985): Kiesgrube und Landschaft. 2. Aufl. – Parey; Hamburg, Berlin: 285 S.
- DUNK, K. v. d. (1972): Moosgesellschaften im Bereich des Sandsteinkeupers in Mittel- und Ostfranken. – Ber. Naturw. Ges. Bayreuth 14: 7–100. Bayreuth.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. – Fischer; Stuttgart: 318 S.
- ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. – Ulmer; Stuttgart: 136 S.
- (1979a): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. – Scripta Geobot. 9. Göttingen: 122 S.
- (1979b): Begriffe der Sukzessionsforschung. – In: TÜXEN, R., SOMMER, W.-H. (Red.): Gesellschaftsentwicklung (Syndynamik). Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1967: 5–10. Vaduz.
- FRAHM, J.-P., FREY, W. (1983): Moosflora. – Ulmer; Stuttgart: 522 S.
- GÖDDE, M. (1986): Vergleichende Untersuchung der Ruderalvegetation der Großstädte Düsseldorf, Essen und Münster. – Diss. Düsseldorf: 273 S.
- HAEUPLER, H., SCHÖNFELDER, P. (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Ulmer, Stuttgart: 768 S.

- HEINKEN, T. (1989): Flora und Vegetation offener Sandstandorte im Bereich des östlichen Aller-Flachlandes. – Dipl.-Arb. Univ. Göttingen: 152 S.
- HESMER, H., SCHROEDER, F.-G. (1963): Waldzusammensetzung und Waldbehandlung im Niedersächsischen Tiefland westlich der Weser und in der Münsterschen Bucht bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. – *Decheniana Beih.* 11. Bonn: 304 S.
- HEYDEMANN, B. (1982): Die Bedeutung der Kiesgruben als Renaturierungsgebiete. – *Jb. Natursch. Landschaftspf.* 32: 93–99. Bonn-Bad Godesberg.
- HOFMEISTER, H. (1970): Pflanzengesellschaften der Weserniederung oberhalb Bremens. – *Diss. Bot.* 10. Lehre: 116 S.
- HORST, K. (1982): Freilandlabor Kiesgrube. Modellbiotop für Ökologieunterricht vor Ort. – *Jb. Natursch. Landschaftspf.* 32: 100–123. Bonn-Bad-Godesberg.
- HÜBSCHMANN, A. v. (1967): Über die Moosgesellschaften und das Vorkommen der Moose in den übrigen Pflanzengesellschaften des Moseltales. – *Schriftenr. Vegetationskd.* 2: 63–121. Bonn-Bad Godesberg.
- (1975): Moosgesellschaften des nordwestdeutschen Tieflandes zwischen Ems und Weser. II. Teil: Erdmoos-Gesellschaften. – *Herzogia* 3: 275–326. Lehre.
- HÜLBUSCH, K. H. (1980): Pflanzengesellschaften in Osnabrück. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 22: 51–75. Göttingen.
- JECKEL, G. (1975): Die Sandtrockenrasen (Sedo-Scleranthetea) der Allerdünen bei Celle-Boye. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 17: 103–110. Todenmann-Göttingen.
- (1984): Syntaxonomische Gliederung, Verbreitung und Lebensbedingungen nordwestdeutscher Sandtrockenrasen (Sedo-Scleranthetea). – *Phytocoenologia* 12 (1): 9–153. Stuttgart-Braunschweig.
- KAULE, G. (1986): Arten- und Biotopschutz. – Ulmer; Stuttgart: 461 S.
- KIENAST, D. (1978): Die spontane Vegetation der Stadt Kassel in Abhängigkeit von bau- und stadtstrukturellen Quartiertypen. – *Urbs et Regio (Kasseler Schr. z. Geographie u. Planung)* 10. Kassel: 414 S.
- KRAUSCH, H.-D. (1967): Die Pflanzengemeinschaften des Stechlinseegebietes. III: Grünlandgesellschaften und Sandtrockenrasen. – *Limnologica* 5 (3): 331–366. Berlin.
- (1968): Die Sandtrockenrasen (Sedo-Scleranthetea) in Brandenburg. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 13: 71–100. Todenmann.
- LACHE, D.-W. (1976): Umweltbedingungen von Binnendünen- und Heidegesellschaften im Nordwesten Mitteleuropas. – *Scripta Geobot.* 11. Göttingen: 64 S.
- MEYNEN, E. et al. (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands Bd. II. – Bundesanstalt f. Landeskd. u. Raumforschung: 609–1340. Bonn-Bad Godesberg.
- MÜLLER, A. v. (1956): Über die Bodenwasser-Bewegung unter einigen Grünlandgesellschaften des mittleren Wesertales und seiner Randgebiete. – *Angew. Pflanzensoz.* 12. Stolzenau/Weser: 85 S.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1986): Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. – *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel* 85:1–263. Zürich.
- NEUMAYR, L. (1971): Moosgesellschaften der südöstlichen Frankenalb und des Vorderen Bayerischen Waldes. – *Hoppea* 29. Regensburg: 364 S. + Tabellenband.
- NÖRR, M. (1969): Die Moosvegetation des Naturschutzgebietes Bodetal. – *Hercynia* 6: 345–435. Leipzig.
- PREISING, E., DREHWALD, U. (1985): Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme der Pflanzengesellschaften in Niedersachsen. Teil II: Moosgesellschaften. – *Mskr. vervielf.* Hannover: 326 S.
- ROTHMALER, W. (1976): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 4. – *Volk und Wissen*; Berlin: 811 S.
- SCHAEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1979): Lehrbuch der Bodenkunde. 10. Aufl. – Enke; Stuttgart: 394 S.
- SCHLICHTING, E., BLUME, H. P. (1966): Bodenkundliches Praktikum. – Parey; Hamburg, Berlin: 209 S.
- SCHROEDER, F.-G. (1969): Zur Klassifizierung der Anthropochoren. – *Vegetatio* 16: 225–238. The Hague.
- SOMMER, W.-H. (1971): Wald- und Ersatzgesellschaften im östlichen Niedersachsen. – *Diss. Bot.* 12. Lehre: 101 S.
- STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum. – Parey; Berlin, Hamburg: 262 S.
- SUKOPP, H. (1962): Neophyten in natürlichen Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. – *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 75: 193–205. Stuttgart.
- TÜLLMANN, G., BÖTTCHER, H. (1985): Synanthropic Vegetation and Structure of Urban Subsystems. – *Colloques Phytosoc.* 12: *Végétations nitrophiles*. Bailleul 1983: 481–523. Berlin, Stuttgart.

- TÜXEN, R. (1928): Vegetationsstudien im nordwestdeutschen Flachlande: I. Über die Vegetation der nordwestdeutschen Binnendünen. – Jahresber. Geogr. Ges. Hannover 1928: 71–93. Hannover.
- (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen 3: 1–170. Hannover.
- VOLK, O. H. (1930/31): Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der Oberrheinischen Tiefebene. – Z. Bot. 24: 81–185. Jena.
- WIRTH, V. (1980): Flechtenflora. – Ulmer; Stuttgart: 552 S.

Dipl.-Biol. Thilo Heinken
Abteilung für Vegetationskunde
Systematisch-Geobotanisches Institut
Untere Karspüle 2
D-3400 Göttingen