Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung
UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen

Zur Morphologie und Vegetation nw-deutscher Binnendünen (nach Untersuchungen auf den Dünen des Naturschutzgebietes von Neumühlen bei Verden a.d. Aller)

Behmann, Georg

1930

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-88291

Visual Library

Zur Morphologie und Vegetation nw-deutscher Binnendünen.

(Nach Untersuchungen auf den Dünen des Naturschutzgebietes von Neumühlen bei Verden a. d. Aller.)

Von G. Behmann, Adenstedt.

Etwa 3 km sö des Zusammenflusses von Aller und Weser zieht sich ein Binnendünengebiet von der Linie Verden—Halsmühlen hart an Neumühlen und Uhlemühlen vorbei bis in die Nähe von Kirchlinteln (Meßtischblatt Verden, 1527). Auf Veranlassung der Provinzialstelle für Naturdenkmalpflege in Hannover wurde im Jahre 1929 ein etwa 18 ha großer Teil dieses Geländes unter Naturschutz gestellt. Das geschützte Gebiet liegt s von Neumühlen zwischen dem Halsebach und dem Wege Verden—Uhlemühlen. Es wird zum großen Teil von Wanderdünen eingenommen, die eine Höhe von 3 bis 4 m erreichen. Charakteristisch für das Schutzgebiet sind weite nackte Flugsandflächen, unterbrochen von ± großen und lichten Kiefernbeständen, zwischen und unter denen sich vielfach große und kleine Rasen von Flechten und Moosen ausbreiten.

Die Verden-Neumühlener Dünen gehören einem größeren Dünenzuge an, der sich, durch größere und kleinere Lücken unterbrochen, auf dem NO-, weiterhin auch auf dem SW-Ufer der Aller, etwa von der Weser stromaufwärts bis über die Leinemündung hinaus erstreckt. Er folgt also, wie die weitaus überwiegende Mehrzahl aller n-deutschen Binnendünengebiete, einem diluvialen Talzuge (Wahnschaffe-Schucht 1921, 428—29).

Über die Entstehungsgeschichte der deutschen Binnendünen gehen die Ansichten noch auseinander (Solger 1910, Keilhack 1918, Wahnschaffe-Schucht 1921). Mehr Einigkeit besteht jedoch über die Frage nach der Entstehungszeit der nw-deutschen Binnendünen, die allgemein in das frühe Postglazial verlegt wird.

Es steht außer Frage, daß unter den heute herrschenden Klimaverhältnissen ohne Eingriffe des Menschen alle nw-deutschen Dünengebiete von Vegetation bedeckt sein würden, und daß alle Flugsandfelder und Sandverwehungen auf Zerstörungen dieser Vegetationsdecke durch den Menschen zurückzuführen sind: Anlage von Wegen, Exerzierplätzen, Sandgruben usw. (vgl. Buchenau 1873, 279—80, Solger 1910, Tüxen 1928, 75).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Neben dieser ersten Voraussetzung ist für das Zustandekommen von Sandverwehungen nötig, daß der Wind freien Zutritt zu den ihrer Pflanzendecke beraubten Dünen hat. Innerhalb eines zusammenhängenden Waldbestandes werden Verwehungen erst auf einer recht großen entblößten Fläche entstehen, während in einem Gebiete mit niedriger Pflanzendecke (*Calluna*, Gräser, Flechten) schon ein verhältnismäßig kleiner Fleck genügen kann. Seine wirksame Größe hängt also wesentlich von den Angriffsmöglichkeiten des Windes ab, daneben aber auch von der Jahreszeit und der Wuchskraft der als Wiederbesiedler zur Verfügung stehenden Pflanzen.

An den entblößten Stellen werden die Sandkörner je nach Windstärke und Korngröße hochgehoben und fortgeführt oder nur Stück für Stück weitergerollt. Dadurch entsteht eine Vertiefung („Windriß"). Nun kann der Wind den noch unter der schützenden Vegetationsdecke liegenden Sand von der Seite her angreifen. Das Wurzelwerk der Pflanzen, selbst starker Bäume, wird, wie zahlreiche Beispiele zeigen, bloßgelegt und damit zum Absterben gebracht. „Bei unregelmäßig wehenden Winden entsteht so durch Ausweitung und Austiefung der ursprünglichen Lücke eine weite „Windmulde". Bei Vorhandensein einer bestimmten Windrichtung wird die Ausweitung hauptsächlich in dieser vor sich gehen, und es entsteht ein ‚Windgraben', der allmählich auch an Breite zunimmt" (Solger 1910, 30).

Der ausgeblasene Sand wird hinter dem Windriß aufgehäuft, und zwar so, daß das bekannte Dünenprofil mit flacher Luv- und steiler Leeseite entsteht. Da die Wirkung des Windes in der Mitte dieser Sandanwehung am größten ist, nimmt sie die Form einer nach der Windrichtung geöffneten Parabel an. Entsprechend den in NW-Deutschland vorherrschenden W-Winden sind auch die im Verden-Neumühlener Dünengebiet durch sekundäre Verwehung der alten Dünen entstandenen Parabeln alle nach W bis SW geöffnet.

Fig. 1 zeigt die Skizze eines Teiles eines etwa 75 m langen Windrisses (Parabel) im Naturschutzgebiet von Neumühlen. Die Hauptausblasung findet, der vorherrschenden Windrichtung entsprechend, an der NO-Seite statt. Dort wird das Wurzelwerk einiger auf der alten Düne stehenden Kiefern angenagt. Die Böschung ist hier deshalb recht steil (teilweise über 30°). Zahllose in die Luft ragende Wurzeln legen Zeugnis ab von der Zerstörungsarbeit des Windes. Der Sand wird vornehmlich am O-Rand abgelagert.

Aus der Zeichnung ist zu erkennen, daß am O- und NO-Rande der großen Parabel neue Sandzungen angehäuft werden. Be-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

sonders deutlich ist eine dieser Zungendünen bei Z_1. Sie ist etwa 25 m lang und fällt nach O flach, an den Seiten (N und S) dagegen steiler ab. Ihre langgestreckte Gestalt verdankt sie vermutlich dem dichten Kiefernbestand an ihrer S-Seite (Windhindernis!).

Wahrscheinlich ist der in Fig. 1 dargestellte Windriß nur eine sehr große Nebenparabel des Hauptflugsandfeldes unseres Naturschutzgebietes, das ebenfalls als e i n e große, freilich durch

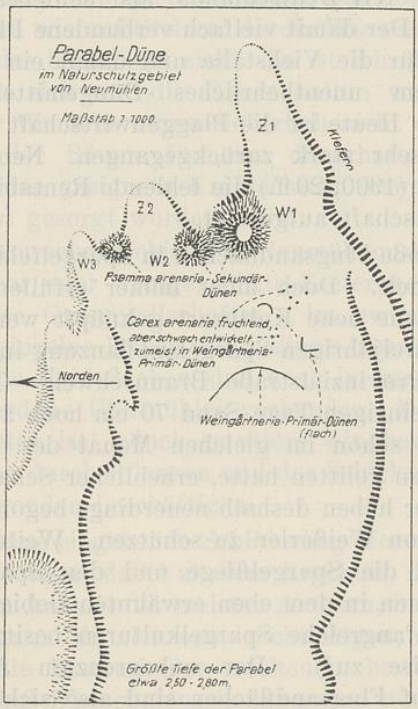


Fig. 1.

Ausblasung vielfach zerrissene und verwehte Parabel anzusprechen ist. Ihre ursprüngliche Form ist allerdings kaum noch festzustellen. Ganz deutlich sind außer dieser noch in Bildung begriffenen noch zwei alte nebeneinander liegende, in viele kleine Hügel zerlegte Parabeln an der Landstraße Verden—Kirchlinteln (M.-Bl. Verden, Nr. 1527) zu erkennen.

Da die heutigen Wanderdünen im nw-deutschen Seeklimagebiet lediglich auf menschliche Einflüsse zurückzuführen sind, ist von vornherein wahrscheinlich, daß sie im Laufe der Zeit spontan wieder unter einer festen Pflanzendecke erstarren. Es ist eine

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Aufgabe der Pflanzensoziologie, nachzuweisen, wie die natürliche Besiedlung im einzelnen verläuft, und welche Pflanzengesellschaften am Ende dieser Entwicklung stehen. Abgesehen von dem wissenschaftlichen Interesse, das derartigen Untersuchungen zukommt, haben sie auch eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung.

Der Flugsand stellt infolge seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften in wirtschaftlicher Hinsicht einen sehr geringwertigen Boden dar. Lange Zeit hindurch wurden große Flugsandflächen NW-Deutschlands als heidebestandene Schaftriften genutzt. Der damit vielfach verbundene Plaggenhieb ergab zugleich Streu für die Viehställe und damit ein für das übliche Wirtschaftssystem unentbehrliches Düngemittel (Borggreve 1873, 221—22). Heute ist die Plaggenwirtschaft als zu wenig ergiebig überall sehr stark zurückgegangen. Neben anderen hat vor allem Rabe (1900, 20ff.) die fehlende Rentabilität (Raubbau!) der Plaggenwirtschaft aufgezeigt.

Heute sind große Flugsandflächen in Spargelfelder oder Kiefernforsten verwandelt. Doch nicht immer erfüllen sich die Hoffnungen, die an die neue Kulturart geknüpft werden. So wurde z. B. auf einer dreijährigen Spargelanpflanzung in der Gemarkung Horst an der Provinzialstraße Braunschweig—Celle im April[1]) 1929 an einem einzigen Tage Sand 70 cm hoch aufgeweht und in der Kultur, die schon im gleichen Monat des Vorjahres durch Sandverwehungen gelitten hatte, erheblicher Schaden angerichtet. Einzelne Besitzer haben deshalb neuerdings begonnen, ihre Felder durch Hecken von Weißerlen zu schützen. Weitere Gefahr droht vielleicht durch die Spargelfliege und den Spargelrost. Beide Schädlinge nehmen in dem eben erwähnten Gebiet, das schon seit Jahrzehnten umfangreiche Spargelkulturen besitzt, in besorgniserregender Weise zu[2]). Der unbegrenzten Ausdehnung der Spargelfelder auf Flugsandflächen sind also sicherlich bestimmte Schranken gesetzt. Und wie ist es mit den einst so viel gepriesenen Kiefernaufforstungen? Es ist daher auch wirtschaftlich wichtig, sich mit der Natur der Flugsandböden bekannt zu machen, und damit Hand in Hand die natürliche Vegetation und ihre Abhängigkeit von den wirksamen ökologischen Faktoren zu studieren.

Zu diesem Zwecke aber ist unbedingt notwendig, Schutzgebiete zu schaffen, in denen jegliche menschliche Bewirtschaftung aus-

[1]) Der April ist in NW-Deutschland die Hauptverwehungszeit offenen Flugsandes.

[2]) Die auf die Spargelfelder bezüglichen Mitteilungen verdanke ich Herrn Lehrer Schaper, Wipshausen, Kr. Peine.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

geschaltet wird, damit hier die erforderlichen wissenschaftlichen Untersuchungen vorgenommen werden können, nicht allein der Wissenschaft wegen, sondern letzten Endes zum Wohle unserer Volkswirtschaft (vgl. z. B. Tüxen 1930 und H. 2 der Prov.-St. für Naturd. Hannover, Hildesheim 1929, S. III).

Welche Fehler übrigens durch künstliche Eingriffe ohne Kenntnis der natürlichen Vorgänge und Verhältnisse begangen werden können, zeigt eine junge Birkenanpflanzung im nackten Sande auf der Kuppe einer mehrere Meter hohen Düne bei Neumühlen. Die Bäumchen stehen wie auf Stelzen, da die Wurzeln durch das Fortwehen des Sandes bloßgelegt sind. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die Birken sich auf die Dauer halten werden. Die Auswehungen ihrer Wurzeln wären sicherlich nicht erfolgt, wenn vor dem Pflanzen der Bäume für eine dauerhafte Festlegung des Bodens durch eine geeignete Krautschicht (etwa aus *Weingaertneria canescens*) gesorgt worden wäre.

Soweit im Naturschutzgebiet von Neumühlen der Sand gefestigt ist, trägt er mehr oder weniger lichte Kiefernbestände, Flechten- oder stellenweise Grasgesellschaften. Im nw angrenzenden Gebiet sind auch einzelne Dünen mit *Calluna* bewachsen. Große zusammenhängende Heideflächen sind noch im ungeschützten Areal ö des Weges Verden—Uhlemühlen vorhanden. Der weitaus größte Teil des Gebietes ist jedoch nackter, windbewegter Flugsand. Seine Besiedlung durch Pflanzen und das Schicksal dieser Pioniere soll uns im folgenden beschäftigen.

Tüxen gibt eine eingehende Schilderung dieser Vorgänge (1928 [1], 76 ff.). Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß, entgegen der bisher geltenden Ansicht der meisten Autoren, in NW-Deutschland (und wohl in ganz Mitteleuropa) nicht Algen, Moosprotonemata und Flechten die Erstbesiedler trockenen, bewegten Flugsandes sind, sondern daß *Weingaertneria canescens* und *Carex arenaria*, also Phanerogamen, als erste Pionierpflanzen auf derartigen Standorten auftreten. Auf schwach bewegtem bis ruhendem Sand erscheint auch *Polytrichum piliferum* als Pionier. Die früher oder später einsetzende Sukzession kann danach zum *Weingaertnerietum* oder gar darüber hinaus zu einer Flechtengesellschaft, dem *Cladonio-Cornicularietum* führen (Näheres s. Tüxen 1928, 1).

Die Beobachtungen Sloffs (1925, 131) aus Holland stimmen dagegen sehr gut mit denen Tüxens überein. Trotz des beweglichen Bodens der Wanderdünen findet sich darauf Pflanzenwuchs. Aber „niet van groenwieren (*Pleurococcus*, *Ulothrix*, *Zygogonium*), die elders wel als pionniers optreden, maar van hoogere planten". Als solche nennt er in erster Linie *Carex arenaria*. „In de lagere

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

plekken" tritt nach ihm auch *Polytrichum piliferum* als Erstbesiedler auf, doch „*Polytrichum* blijkt tegen overstuiven bestand te zijn, als er maar niet te veel in eens komt. Komt er een dikkere laag overheen, dan is het uit en de begroeiing moet geheel opnieuw beginnen met van buiten af komende sporen" (S. 133). Diese lockere Haarmoosvegetation entwickelt sich nun entweder zu einem *Weingaertnerietum* oder zu einer Flechtenassoziation und letztere wieder zu einem „*Callunetum*" (Sloff benennt die Gesellschaften nach der dominierenden Art). Es ist nicht unsere Aufgabe, hier näher auf sein Sukzessionsschema einzugehen, das wie folgt aussieht:



In Schleswig-Holstein haben W. Christiansen (1928) teilweise und in Polen Jurascek (1927) vor kurzem die gleichen Beobachtungen gemacht.

Auch meine eigenen Beobachtungen im Schutzgebiet von Neumühlen bestätigen durchaus die eben geschilderte Tatsache, daß auf bewegtem Flugsande *Carex arenaria* und *Weingaertneria canescens* Erstbesiedler sind. Das Vorkommen von *Ammophila arenaria* bleibt bei dieser Untersuchung unberücksichtigt, da diese Pflanze in Verden durch den Menschen eingeführt[3]) ist und dort auch stets nur ± solitär auftritt. Auf Fig. 1 sind an etwas weniger windbewegter Stelle nicht nur Dünenembryonen von *Weingaertneria*, sondern auch flache, bogenförmige *Weingaertneria*-Dünen von teilweise recht beträchtlicher Länge (bis zu 15 m) zu erkennen. Ebenso gedeiht dort, zumeist in den *Weingaertneria*-Beständen, *Carex arenaria*. Immer wieder kann man im Schutzgebiet diese beiden Pflanzen, entweder allein oder beide zusammen, als einzige Besiedler des der Verwehung unterworfenen Sandes beobachten.

Dadurch dürfte endlich die alte Schulmeinung, die ohne Nachprüfung von einem Buche in das andere überging, daß die Besiedlung nackten Flugsandes in der Reihenfolge über Algen, Moose, Flechten zu Phanerogamen führe, endgültig widerlegt sein.

[3]) Tüxen mdl. gelegentlich der Exkursion mit der florist.-soziol. Arbeitsgemeinschaft am 27. 7. 1929.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Wenn trotz der vorliegenden Arbeiten von Sloff, Jurascek, Christiansen und Tüxen erneut derartige Sukzessionsreihen wie die folgende — und noch dazu in volkstümlichen, für die Hand des Lehrers bestimmten Schriften — aufgestellt werden, so muß gerade von seiten der Schule gegen derartige unwissenschaftliche Arbeitsweise energisch Einspruch erhoben und etwas genauere Berücksichtigung der neueren grundlegenden Literatur gefordert werden. Hueck stellt folgendes Sukzessionsschema auf (S. 192):

Nackter Sand:
↓
Rasen von Widertonmoos und Renntierflechten
↓
Silbergrasflur
↓
Buschiger Kiefernwald vom Typ der Bauernheiden
↓
Kiefernhochwald.

Leider wird keinerlei Begründung für die Sukzession bis zur Silbergrasflur gegeben, es sei denn, daß eine solche in der auf S. 126—27 gegebenen Vegetationsaufnahme liegen solle. Dann dürfte aber die Entwicklung verkannt sein; denn erst, wenn *Weingaertneria* den Boden genügend befestigt hat, können sich m. E. die fraglichen Flechten ansiedeln, nicht umgekehrt. *Weingaertneria* ist in ausgezeichneter Weise dem Leben auf dem Flugsande angepaßt: derbe Struktur, großes, weit verzweigtes Wurzelwerk, starke Regenerationsfähigkeit und rasches Wachstum. Bei den Flechten dagegen fehlen derartige Anpassungserscheinungen fast gänzlich.

Wenn auch Hueck sein Sukzessionsschema selbst einschränkt, so bleibt doch die ganze Darstellung irreführend, und das Wesentliche wird nicht erkannt, wenn er S. 191 sagt: „Bei Rüdnitz sahen wir [4]), wie dieser Silbergrasflur Pioniergesellschaften von Flechten und Moosen voraufgehen und den Boden etwas mit Humus anreichern können[5]), doch ist diese vorbereitende Tätigkeit der Kryptogamen für das Gedeihen der Silbergrasflur nicht unbedingt[5]) nötig."

Von größerer Bedeutung sind die Beobachtungen von Erichsen (1928, 1, 304—6), nach denen gewisse Flechten als Besiedler des nackten Sandes in Frage kommen.

[4]) Was übrigens dort (S. 124—32) nicht gesagt wird.
[5]) Sperrungen vom Verf.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Er nennt *Lecidea uliginosa* (Schrd.) Ach. var. *chthonoblastes* (A. Br. et Kg.) Erichs., außerdem auch *Lecidea granulosa, Stereocaulon condensatum, Cladonia verticillata* var. *cervicornis, Cladonia destricta* und *Cladonia uncialis.* Nach seiner Beschreibung handelt es sich stets um besondere, dem Flugsand angepaßte Kümmerformen. „Fast immer geht diese Flechtenbesiedlung vom Fuße der Wanderdünen, und zwar der Windabtragflächen aus, trägt also nicht wenig zur Festigung der beweglichen Dünen bei" (S. 306). Wenn auch nach diesen Angaben nicht daran zu zweifeln ist, daß Flechten spontan nackten, wohl sicher nicht stark bewegten Flugsand besiedeln können, so scheint es doch, daß die Bedeutung der Flechten für die Festigung des Sandes zumindest reichlich hoch eingeschätzt ist. Sicherlich kommt aber diesen „Kümmerformen", wie sie Erichsen selbst nennt (s. o.), keine große aufbauende „Pionier"-Wirkung zu. Sie sind vielleicht ± ephemere Erscheinungen, durch die eine wesentliche Veränderung des Substrats nicht bewirkt wird, und die damit für die Sukzession ziemlich belanglos sind. Wichtiger erscheint dagegen das Vorkommen von *Racomitrium canescens* als Erstbesiedler (Erichsen, 1928, [2]) — aber ebenfalls nur auf ruhendem oder schwach bewegtem Sand. Weitere soziologische Beobachtungen in der Flechtenfrage von seiten eines Flechtenspezialisten wären sehr erwünscht.

Um die Keimungs- und Wachstumsbedingungen von *Weingaertneria canescens* näher kennenzulernen, wurde eine Reihe von Bodenproben untersucht:

	pH[6])	Humus %[7])
1. Nackter Flugsand neben *Weingaertneria*-Primär-Düne	4,5	0,25
2. *Weingaertneria*-Primär-Düne von 20 cm Durchmesser	4,5	0,34
3. *Weingaertneria*-Bestand, 50—60 % vegetationsbedeckt	4,55	0,40

Die Wasserstoffionenkonzentration ist bei den drei Proben fast völlig gleich. Der Humusgehalt des nackten Flugsandes (0,25 %) dürfte den bescheidenen Ansprüchen der *Weingaertneria* genügen. Wie die schwachgraue Färbung des Dünensandes in der Gegend von Neumühlen zeigt, ist er stets humushaltig. Selbst der unter Aufnahme Nr. 2 der Tabelle I in 0,95 m Tiefe angetroffene weißgelbliche Sand enthielt noch 0,19 % Humus. Es ist deshalb durch-

[6]) Die pH-Bestimmungen wurden mit dem Wulffschen Folienkolorimeter ausgeführt.

[7]) Die Bestimmung des Humus erfolgte durch Glühen der lufttrockenen Bodenproben.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

aus nicht erforderlich, ein Algen-, Flechten- oder Moosstadium vorauszusetzen, das dem Boden erst die für das Gedeihen höherer Pflanzen nötigen Humusmengen zuführt. Humus ist hier, auf dem sekundär vegetationslos gewordenen Sande, stets in genügender, wenn auch geringer Menge, vorhanden, und deshalb können anspruchslose Pflanzen als Pioniere auftreten (vgl. Däniker, 1928, 414).

Die in der obigen Zusammenstellung zum Ausdruck kommende Steigerung des Humusgehaltes von 0,25 % über 0,34 % auf 0,40 % ist sehr wahrscheinlich auf die Ansammlung von Humus durch *Weingaertneria* zurückzuführen.

Für das Gedeihen der *Weingaertneria* sind weiterhin wegen ihres verhältnismäßig tief in den Boden eindringenden weitverzweigten Wurzelwerks genügend Feuchtigkeit und loser, gut durchlüfteter Boden erforderlich (Jurascek, 1927, 592). Diese Bedingungen finden sich auf dem nackten, humusarmen Flugsande verwirklicht. Je höher der Gehalt des Bodens an saurem, absorptiv ungesättigtem Humus ist, desto ungünstiger werden die Feuchtigkeits- und Lüftungsverhältnisse (Düggeli, 1928, 310; Jurascek, 1927, 592 u. 600). Trotzdem meinen Untersuchungen in Neumühlen im Oktober 1929 eine monatelange Trockenperiode voraufgegangen war, konnte ich immer wieder feststellen, daß der vegetationslose Flugsand schon in ganz geringer Tiefe deutlich feucht war. Die nachstehenden Ergebnisse der Bestimmung der Korngrößen zeigen, daß sich *Weingaertneria* auf mittelfeinen Sanden angesiedelt hat, die neben ausreichender Durchlüftung gute Kapillarität besitzen. Nach Ramann ist der hohe Feuchtigkeitsgehalt des Flugsandes auch darauf zurückzuführen, daß dieser Wasserdampf aus der Luft aufzunehmen vermag. Jentzsch (1900) nimmt zur Erklärung die Bildung von Bodentau an.

Korngrößen einiger Sandproben.

1. Unter *Weingaertneria*-Primär-Düne	2. Unter *Weingaertneria*-Bestand	3. Unter Aufn. 10 (Tab. I S. 176)	4. Unter Aufn. 11 (Tab. I S. 176) *(Corn. stuppea)*
über 2 mm = 0,6 %	—	0,1 %	—
2—1 mm = 3,3 %	0,1 %	0,3 %	—
1—1/2 mm = 20,6 %	5,20 %	8,5 %	1,52 %
1/2—1/4 mm = 45,2 %	53,9 %	54,2 %	47,25 %
<1/4 mm = 30,3 %	40,8 %	37,0 %	51,28 %

Probe 1 wurde so gewonnen, daß die Pflanze ausgezogen und der Wurzelballen in eine Pergamenttüte ausgeschüttelt wurde. Nr. 2 wurde aus 10 bis 20 cm Tiefe entnommen, 3 und 4 von der Oberfläche (0 bis 5 cm).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 1.

Kiefernwald mit *Dicranum scoparium* u. *Cladonio-Cornicularietum* bei Verden

	Unter Kiefern				In der Nähe von Kiefern						
Nr. der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
% vegetationsbedeckt . .	80	80	90	90	90	85	95	95	90	80	95
Größe d. Probefläche in m²	4	10	1/4	1/4	1	1/4	2	1/4	1/4	1/4	1
Exposition		N 10°			N 5-6°	NO 3°		N 5°	N 4°	N 4°	SSW 5°
pH-Wert		3,1	3,5		4,5					4,2	4,2
% Humus			1,35		0,92					0,42	0,90
% $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ . . .			0,45								
Cladonia mitis			1·2	4·4	5·5	3·3	1·1-2	+·1°	+·1°		1·1
Polytrichum piliferum . .				+·1	2·2	3·3	5·5	3·3	3·3	3·3	2·2
Cornicularia stuppea . .							+·1	+·1	3·3	3·3	4·4
Racomitrium canescens .								3·3-4	2·2	1·1	2·2(?)
Pinus silvestris	4·4	4·4	nicht berücksicht.								
Weingaertneria canescens						(+·1)	1·1°				(+·1°)
Cladonia gracilis var. *chordalis*			5·5	3·3		1·2					
Cladonia uncialis				+·1	1·1	+·1					
Cornicularia aculeata . .			+·1	+·2							(1·1)
Dicranum scoparium . .	1·2	+·2	+·1								
Carex arenaria		1·1									
Quercus robur, Keiml. . .		+·1									
Cladonia pleurota					+·1						
Cladonia-cornuto-radiata .			+·1								
Cladonia sp.					+·1						

Nach dieser Zusammenstellung ist der Boden unter den Flechtenrasen feinkörniger als in der *Weingaertneria*-Primär-Düne. Das erklärt sich ohne weiteres daraus, daß hier der feine Sand verweht wird. Je feiner er aber ist, desto größer ist seine Kapillarkraft, desto geringer andererseits die Durchlüftung und die Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen. Daraus ergibt sich vielleicht folgendes: Auf feinen Sanden sind die Lebensbedingungen für die nur oberflächlich haftenden Flechten und Moose (besonders *Cornicularia stuppea*?) günstiger als für die tiefer in den Boden eindringenden Phanerogamen, vor allem *Weingaertneria*. Auf grobkörnigem Boden ist es dagegen umgekehrt, so daß hier u. U. die Flechten schon aus diesem Grunde überhaupt nicht Fuß fassen können. Weitere Untersuchungen zur Klärung dieser Frage erscheinen wünschenswert.

Die Aufnahmen stammen von folgenden Standorten (Naturschutzgebiet Neumühlen):

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

1. Kiefernbestand auf ebenem Flugsandgelände.
2. Kiefernbestand auf Dünenabhang. N-Seite.
3. Kiefernbestand auf ebenem Flugsandgelände. Zone II zu Aufnahme 1 (Fig. 2).
4. Kiefernbestand auf ebenem Flugsandgelände. Zone III zu Aufnahme 1 (Fig. 2).
5. Kiefernbestand auf ebenem Flugsandgelände. Zone IV zu Aufnahme 1 (Fig. 2).
6. In einem weiten Tal zwischen Dünen auf einem flachen Hügelchen.
7. Außerhalb des Schutzgebietes, am NW-Rand. Zwischen einer Viehweide und lockerem Kiefernwald. *Weingaertneria* z. T. abgestorben, z. T. lebend.
8. In einem Zwischendünental auf einem flachen, etwa 25 bis 30 cm hohen und 15 m langen Sandhügel, 4 m n einer kleinen Ausblasungsstelle. Etwa 7 m n eines Kiefernbestandes.
9. Ebenda, 1½ m ö der Ausblasungsstelle. Etwa 5 m n eines Kiefernbestandes.
10. Ebenda, 1 m nö der Ausblasungsstelle. Schwache Überwehung. 4 m n von Kiefern.
11. Ebenda, ½ m ö der Ausblasungsstelle. Etwas stärkere Überwehung. Dasselbe.
12. Auf einer Düne. Nach NNW ein steiler Hang mit Kiefern bestanden. Außerhalb *Weingaertneria*, abgestorben, nur 1 St. lebend.

Erstbesiedlung von nacktem Sande durch *Polytrichum piliferum* konnte in Neumühlen verschiedentlich, in Übereinstimmung mit Sloff (1925) und Tüxen (1928, 1) nur auf ganz schwach bewegtem oder völlig ruhendem Sand beobachtet werden.

Von Christiansen, Jurascek, Kolumbe, Sloff und besonders ausführlich von Tüxen (1928, 1) ist übereinstimmend in verschiedenen Gebieten Mitteleuropas erkannt worden, daß die Entwicklung der Binnendünenvegetation NW-Deutschlands über Anfangsstadien mit *Weingaertneria* oder *Carex arenaria* u. U. über das *Weingaertnerietum* zu Flechtengesellschaften führen kann. Auch diese Beobachtungen konnte ich im Neumühlener Dünengebiet vollauf bestätigen.

Die Aufnahmen 7 und 11 der Tabelle I zeigen die verringerte Lebenskraft von *Weingaertneria* in einem „Rasen von Widertonmoos und Renntierflechten“ (vgl. S. 173). Zur Erklärung dürfte die Beobachtung wichtig sein, daß unmittelbar nach stundenlangem starken Regen am 27. 10. 1929 im Verdener Dünengebiet

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

der Boden unter *Cladonien* und *Polytrichum* (Aufn. 8 bis 10) völlig trocken war. Die Feuchtigkeit war nur in die oberste Sandschicht eingedrungen. Hiernach besteht durchaus die Möglichkeit, daß etwa vorhandene *Weingaertneria* allmählich vertrocknet, weil Flechten und Moose nicht genügend Feuchtigkeit in den Wurzelbereich gelangen lassen. Daß daneben Moos- und Flechtenrasen auch die für *Weingaertneria* bedeutungsvolle Durchlüftung erschweren, ist wohl ebenfalls anzunehmen. Nach Christiansen und Levsen (1928, 298) verhindern die Flechten nur eine Ausbreitung der höheren Pflanzen, ohne sie direkt zu schädigen. Diese Autoren halten die Phanerogamen nur für vorübergehende Besiedler, die auf zufällig entblößten Stellen (Fußtritt, Regen, Wind) Fuß gefaßt haben, aber wieder verschwinden, weil diese Stellen (S-Hänge!) für das Fortkommen von Flechten besser geeignet sind. Auch Kolumbe (1925, 283) sagt ausdrücklich: „Ein von Flechten erobertes Areal wird von höheren Pflanzen nicht zurückgewonnen."

Auch das *Polytrichum*-Stadium kann, wie schon Sloff zum Ausdruck bringt, in eine Flechtengesellschaft übergehen. Obwohl Tüxen (1928, 86) feststellt, daß *Cornicularea stuppea* „besonders häufig *Polytrichum piliferum* durch ihr konzentrisches Wachstum überwuchert und zum Absterben bringt", läßt er in seinem Sukzessionsschema das *Polytrichum*-Stadium stets in ein *Weingaertnerietum* übergehen. M. E. ist aber gerade *Cornicularea stuppea* durch die von Tüxen geschilderte Tätigkeit Wegbereiter für das *Cladonio-Cornicularietum.*

Das von T. gegebene Sukzessionsschema müßte also in folgender Weise ergänzt werden:

Polytrichum-Stadium

↙ ↘

Weingaertnerietum *Cladonio-Cornicularietum,*

wie von ihm übrigens auch während der Exkursion der Arb.-Gem. in Neumühlen betont wurde. Die Aufnahmen 7 bis 11 (Tab. I) deuten die Möglichkeit dieser Entwicklung an. In Aufnahme 11 ist offensichtlich *Polytrichum piliferum* dominierend gewesen; denn *Cornicularia stuppea* wuchs vielfach auf abgestorbenem Haarmoos. Ob in diesem Falle *Polytrichum piliferum* Erstbesiedler war, wage ich allerdings nicht zu entscheiden. Es ist sehr gut möglich, daß dieser Bestandsfleck zu den weiter unten beschriebenen Flechtengesellschaften gehört, die sich unter *Pinus silvestris* entwickeln. Die Aufnahme wurde deshalb auch in jene Entwicklungsreihe aufgenommen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in Neumühlen die natürliche Wiederbesiedlung des Flugsandes in erster Linie durch die beiden Phanerogamen *Weingaertneria canescens* und *Carex arenaria* beginnt. Von den Kryptogamen ist dort bislang nur *Polytrichum piliferum* als Pionier, und zwar lediglich auf ruhendem bis schwach bewegtem Sande, beobachtet. Die Flechtengesellschaften stellen kein Pionierstadium dar, sondern sie sind eine dem *Weingaertneria-* (bzw. *Weingaertnerietum*) oder dem *Polytrichum*-Stadium folgende Dauergesellschaft. Da die Sukzessionsverhältnisse vom *Weingaertnerietum* zur Flechtengesellschaft auch für Polen zutreffen, dürften sie für Mitteleuropa im Normalfalle die Regel sein (vgl. aber S. 174).

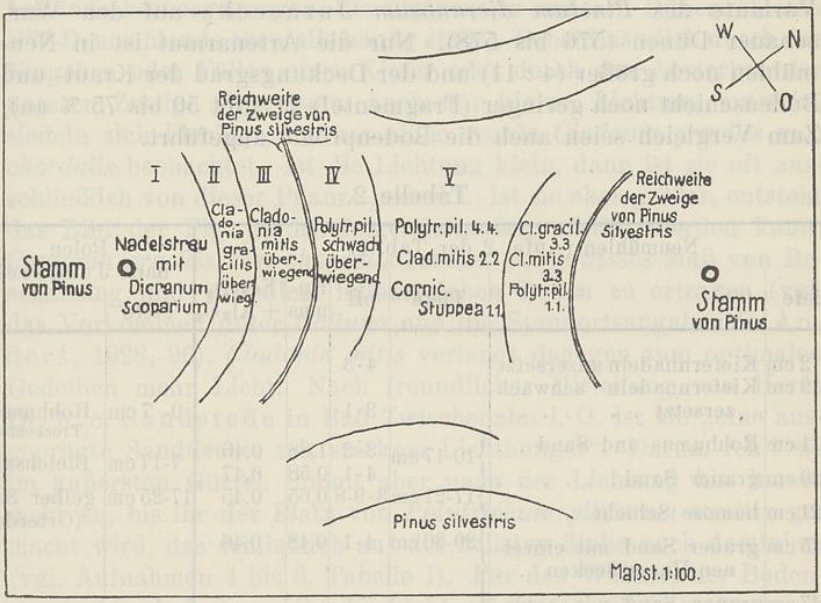


Fig. 2. Zonierung der Vegetation unter *Pinus silvestris* auf Dünen im Naturschutzgebiet Neumühlen.

Typisch entwickelte Assoziationsindividuen des *Weingaertnerietums* kommen nur ganz vereinzelt im Naturschutzgebiet vor, Stadien der Weiterentwicklung zum *Quercus*-Krüppelwald überhaupt nicht.

Die im Schutzgebiet außer den vegetationslosen Flugsandflächen herrschenden Flechtenbestände dürften nur z. T. als Degenerationsphasen des *Weingaertnerietums* anzusprechen sein. Die Mehrzahl dieser Flechtenrasen verdankt vermutlich dem das ganze Gebiet überziehenden ± lichten Kiefernwald seine Entstehung (vgl. Fig. 2).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Im Schatten der Kiefern und auf der von ihren schwer verwesenden Nadeln gebildeten Rohhumusdecke (bis 9 cm stark!) gedeihen nur wenige oder gar keine Pflanzen. Die Aufnahmen 1 bis 4 der Tabelle I zeigen, wie außerordentlich artenarm die Vegetation hier ist. Charakteristisch sind ferner der geringe Deckungsgrad der Kraut- und Bodenschicht (unter 50 %) und das völlige Fehlen der Strauchschicht. *Quercus robur* ist nur als Keimling beobachtet worden. Nachwuchs von *Pinus silvestris* fehlt völlig. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Oberförster Dr. Hartmann, Harburg, keimt die Kiefer auch nur selten auf Rohhumus und geht darauf meist bald wieder ein.

Diese Fazies des Kiefernwaldes entspricht der durch das Dominieren von *Dixranum scoparium* gekennzeichneten xerophytischen Variante des *Pinetum dicranosum* Jurasceks auf den Warschauer Dünen (576 bis 578). Nur die Artenarmut ist in Neumühlen noch größer (4 : 11) und der Deckungsgrad der Kraut- und Bodenschicht noch geringer (Fragmente!) (J. gibt 50 bis 75 % an). Zum Vergleich seien auch die Bodenprofile angeführt.

Tabelle 2.

Neumühlen (Aufn. 2 der Tab. I)						Polen nach Jurascek	
Tiefe		Tiefe	pH	Humus	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	Tiefe	
0- 2 cm	Kiefernnadeln unzersetzt		4·3				
2- 9 cm	Kiefernnadeln schwach zersetzt		3·1			0- 7 cm	Rohhumus (Trockentorf)
9-11 cm	Rohhumus und Sand . .	10-17 cm	3·2	1,88	0,46	7-17 cm	Bleichsand
11-20 cm	grauer Sand		4·1	0,58	0,47		
20-21 cm	humose Schicht	17-21 cm	3·9-8	0,65	0,45	17-25 cm	gelber Sand (Orterde)
22-45 cm	grauer Sand mit einzelnen Humusflecken . .	20-30 cm	4·1	0,48	0,46		
45-47 cm	grauer Sand mit zahlr. schwärzl. Humusflecken	40-50 cm	4·25	0,58	0,44		
47-95 cm	grauer Sand m. einzelnen dunklen Humusflecken						
95 cm	hellgelber Sand, sehr scharf abgesetzt . . .		4·7-6	0,19	0,19		

Das Neumühlener Profil scheint durch mehrmalige stärkere und schwächere Überwehung eines ehemals dort vorhandenen Moosrasens oder einer mit Moosen untermischten Flechtengesellschaft gestört zu sein. Immerhin zeugt die Mächtigkeit der Nadeldecke und das Alter der Bäume (mindestens 30 bis 40 Jahre) von einer längeren Dauer des jetzigen Zustandes. Orterdebildung findet hier

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

im Gegensatz zu dem von Jurascek mitgeteilten Profil augenscheinlich noch nicht statt. Dies letztere ist allerdings der etwas feuchteren Varietät mit vorherrschendem *Dicranum undulatum* und *Hypnum Schreberi* entnommen, und im übrigen ist unser Profil dafür wohl noch zu jung.

Hinsichtlich der weiteren Entwicklung der Vegetation ist Jurascek für Polen der Meinung, daß „diese Assoziation von längster Dauer ist und die Schlußassoziation (Klimax) bildet". Er fügt jedoch hinzu: „Die jetzt bestehenden Wälder sind schon menschliche Kunsterzeugnisse." (Gleiches Alter aller Bäume, gleiche Geschlossenheit des Baumbestandes.)

Aus den oben geschilderten Kiefernbeständen ist nun m. E. die Mehrzahl der für das Schutzgebiet so charakteristischen Flechtenbestände hervorgegangen, die übrigens in anderen Dünengebieten NW-Deutschlands ebenfalls häufig sind[8]). Sobald nämlich durch das Eingehen oder Fällen einer Kiefer oder durch das Absterben der unteren Zweige eine, wenn auch nur kleine, Lichtung entsteht, siedeln sich Flechten an, vor allem wurde *Cladonia gracilis* var. *chordalis* beobachtet. Ist die Lichtung klein, dann ist sie oft ausschließlich von dieser Pflanze bedeckt. Ist sie aber größer, entsteht das Bild der Fig. 2, das folgendermaßen erklärt werden kann: *Cladonia gracilis* var. *chordalis* scheint ein gewisses Maß von Beschattung und vor allem humusreichen Boden zu ertragen (vgl. das Vorkommen unter *Calluna* und die Standortsangaben in Anders, 1928, 96). *Cladonia mitis* verlangt dagegen zum optimalen Gedeihen mehr Licht. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. h. c. Sandstede in Bad Zwischenahn i. O. ist sie „eine ausgeprägte Sandflechte mit starkem Lichthunger". Darum fehlt sie im äußersten Gürtel, nimmt aber nach der Lichtung hin immer mehr zu, bis ihr der Platz von *Polytrichum piliferum* streitig gemacht wird, das schließlich auf der hellsten Stelle noch dominiert (vgl. Aufnahmen 4 bis 6, Tabelle I). Für den Wechsel der Bodenvegetation sind aber nicht die Lichtverhältnisse allein maßgebend, sondern, wie aus Tabelle I hervorgeht, anscheinend auch der geringere Humusgehalt und der dadurch niedrigere Säuregrad unter *Polytrichum* (vgl. hierzu Fig. 3 und Tabelle III). Die Abnahme des Humusgehaltes findet auch unabhängig von der Mitwirkung der Flechten hinreichende Erklärung durch die raschere Zersetzung der Nadelstreu infolge stärkerer Sonnenstrahleneinwirkung, besseren Luft- und Windzutritts, die stärkere Regeneinwirkung und durch die geringere, schließlich fast völlig fehlende Zufuhr frischer Nadelstreu. Auch in Flechtenbeständen, die bei ober-

[8]) Vgl. hierzu auch das *Pineto-Gladinetum* Jurasceks.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

flächlicher Betrachtung zunächst nicht auf einen Kiefernbestand zurückzuführen waren, deuteten Kiefernwurzeln und -stümpfe auf das ehemalige Vorhandensein dieses Baumes hin.

Bei Überwehungen gehen die Flechten höchstwahrscheinlich ein (mit Ausnahme von *Cornicularia stuppea*?), so daß nur ein ± lockerer Bestand von *Polytrichum piliferum*, oftmals untermischt mit *Racomitrium canescens*, bleibt (Aufn. 9 und 10, Tab. I). Die etwaige Wiederbesiedlung kann dann vermutlich in der auf S. 178 geschilderten Weise durch *Cornicularea stuppea* eingeleitet werden.

Das etwa 50 qm große Areal, dem Aufnahme 7 entnommen ist, ist allerdings gegen Überwehungen völlig geschützt. Trotzdem gewinnt man den Eindruck, daß *Cladonia mitis* durch *Polytrichum piliferum* erstickt wird. Die dort deutlich erkennbaren Wagenspuren — durch einmaliges Fahren entstanden — sind dagegen völlig von *Cladonia mitis*, der wenig *Cornicularea stuppea* beigemengt ist, bewachsen, *Weingaertneria canescens* ist innerhalb und außerhalb der Wagenspur höchstens mit 1,1 vertreten. Z. T. sind ihre Horste grün, z. T. abgestorben. Augenscheinlich dringt von den Seitenrändern der Radspuren aus *Polytrichum* wieder vor. Ob dann später eine Entwicklung zum *Cladonio-Corniculariетum* stattfindet, muß durch längere Beobachtung festgestellt werden (Dauerquadrat!).

Den Bodencharakter dieser Flechtenbestände weisen die folgenden beiden Bodenprofile aus. Sie sind etwa 4 m voneinander entfernt.

Aufnahme 5
(*Cladonia mitis* dominierend)

0—11 cm grauer Sand;
11—22 cm gelblicher Sand mit gelbbraunen Flecken und Streifen;
22—30 cm grauer Sand mit dunklen schwarzen und hellgrauen Flecken;
30—41 cm hellgrauer Sand;
41—42 cm Sand gelblicher;
Bei 40 u. 10 cm Pinus-Wurzeln.

Aufnahme 10
(Moose dominierend)

0—10 cm dunkler humoser Sand, allmähl. übergehend in:
10—30 cm Sand heller, mit dunklen Netzen;
30—57 cm dunkler als voriger, mit dunkleren und dickeren Netzadern;
57—75 cm heller Sand mit gelbbraunen Bändern und Streifen;
75—1,25 cm heller Sand mit schmalen wagerechten u. senkrechten Wellenlinien.

Die Humus- und pH-Bestimmungen ergeben folgende Werte:

0—6 cm pH = 4,5 Humus 0,92 %

0— 5 cm pH = 4,2 Humus 0,42 %
5—10 cm pH = 4,3 Humus 0,37 %
10—20 cm pH = 4,3 Humus 0,47 %

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Beiden Proben fehlt die Rohhumusschicht. Die bodenbildenden Prozesse sind nur schwach erkennbar und haben scheinbar abbauende Wirkung.

Um die schon mehrfach aufgeworfene Frage nach der Abhängigkeit der Flechtenassoziationen von der Exposition zu klären, wurde diese bei 51 Standorten nachgeprüft. Dabei wurde so verfahren, daß nicht die Exposition des Gesamthanges festgestellt wurde, sondern lediglich diejenige des betreffenden Flechtenareals. Die Zählung hatte folgendes Ergebnis:

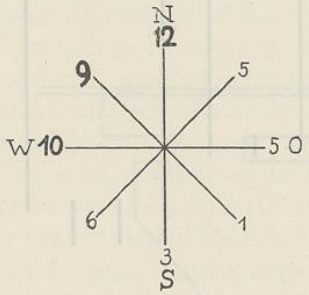


Fig. 2a. Danach ist im Naturschutzgebiet Neumühlen deutlich die nw Richtung bevorzugt.

Danach ist im Naturschutzgebiet Neumühlen deutlich die NW-Richtung bevorzugt.

Der Flugsandboden im Neumühlener Schutzgebiet ist stark sauer (pH 4,6 bis 3,1). Bei der Zusammenstellung von 23 auf Humusgehalt und Azidität untersuchten Bodenproben zeigte sich deutlich, daß die Wasserstoffionenkonzentration mit dem Humusgehalt steigt. Das trifft sowohl für den Boden in der obersten Wurzelschicht als auch in den tieferen Lagen zu. Fig. 3 veranschaulicht

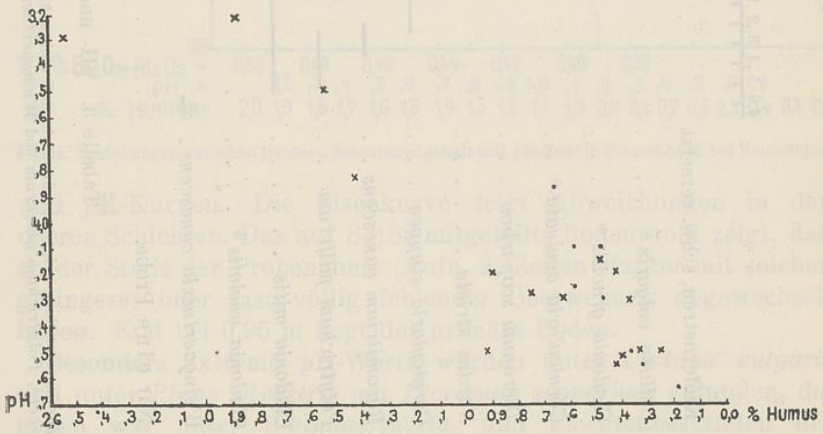


Fig. 3. Beziehungen zwischen Humusgehalt und pH-Wert in Dünenböden bei Neumühlen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

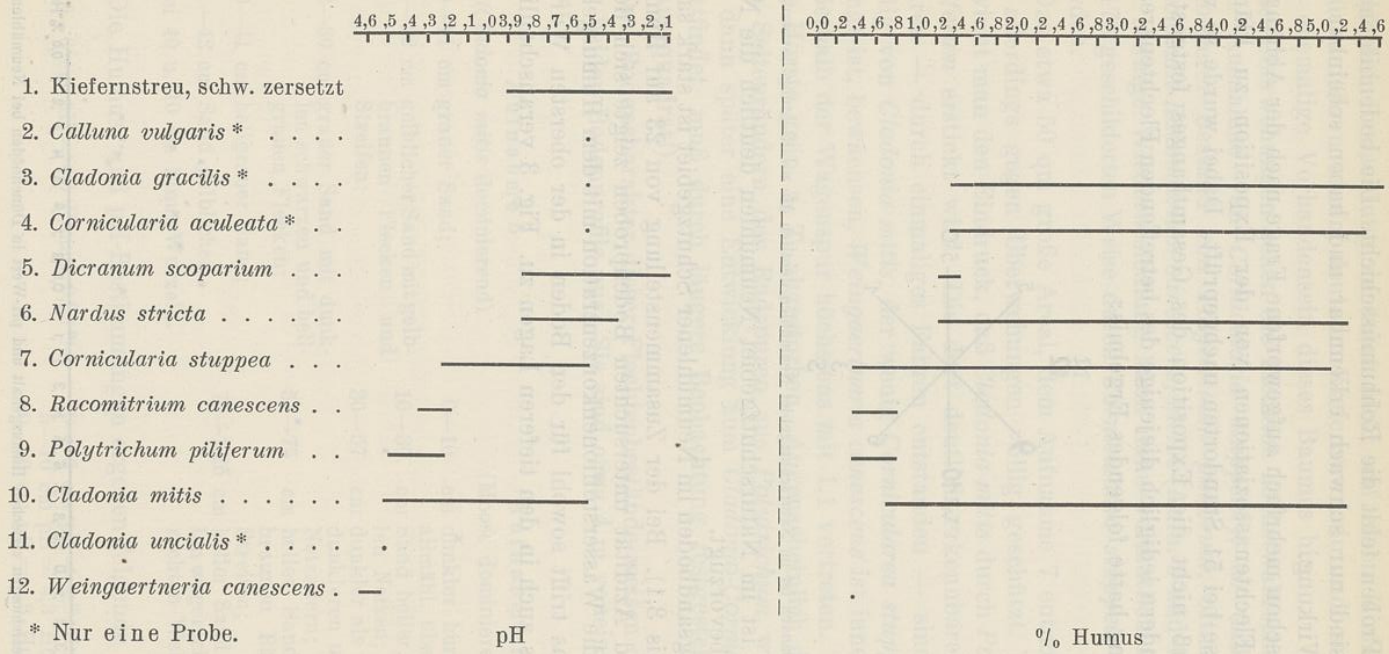


Tabelle 3. pH- und Humusbereich einiger Pflanzen der Neumühlener Dünen.

Die Zusammenstellung zeigt sehr deutlich, daß einige Arten mit ganz schwachem Humusgehalt auszukommen vermögen, wie *Cornicularia stuppea*, *Racomitrium canescens*, *Polytrichum piliferum* und *Weingaertneria*. (Pioniere.) Die meisten Flechten besiedeln jedoch erst den humusreicheren Standort! (Sukzession!)

diese Beziehungen. Salisbury hat die gleiche Erscheinung in Eichenwäldern nachgewiesen (z. B. S. 227 f.).

Fig. 4 zeigt die Beziehungen zwischen Humus-, Sesquioxydgehalt und pH-Zahl: deutliche Abnahme des Gehaltes an Humus, Zunahme von $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ und ein anfangs rasches, dann aber langsames Aufsteigen der pH-Zahl nach der Tiefe zu (vgl. Braun-Blanquet, 1928, 147). Nur in der Schicht 20 bis 30 cm ergibt sich eine Abweichung in dem sonst parallelen Verlauf der Humus-

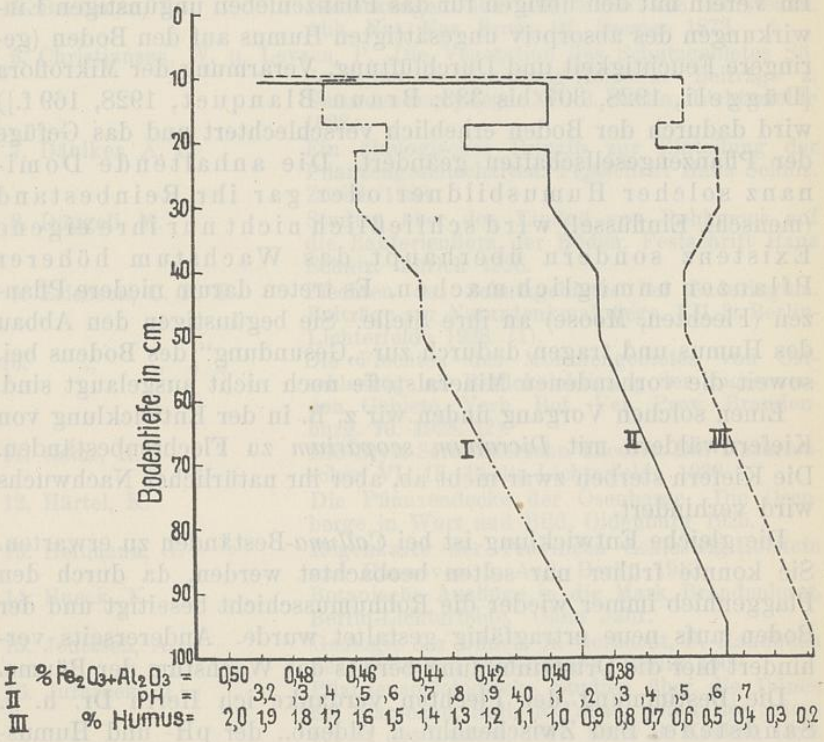


Fig. 4. Beziehungen zwischen Humus-, Sesquioxydgehalt und pH-Zahl in Dünenböden bei Neumühlen.

und pH-Kurven. Die Eisenkurve zeigt Abweichungen in den oberen Schichten. Das auf S. 182 mitgeteilte Bodenprofil zeigt, daß an der Stelle der Probenahme (Aufn. 2) Zeiten starker mit solchen geringerer oder fast völlig fehlender Überwehung abgewechselt haben. Erst bei 0,95 m liegt der primäre Boden.

Besonders extreme pH-Werte wurden unter *Calluna vulgaris* und unter *Pinus silvestris* mit *Dicranum scoparium* gefunden, dagegen war unter *Weingaertneria-* und Flechtenbeständen der Boden am wenigsten sauer. In diesen beiden letzten Fällen war

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

das Bodenprofil auch am ausgeglichensten. Unter *Calluna* wurden folgende Werte in 0 bis 6 cm Tiefe gefunden: Humus: 5,65 %, $Fe_2O_3 + Al_2O_3$: 0,92 %, pH: 3,5. Zersetzte Kiefernnadelstreu hatte einen pH-Wert von 3,1 (!) gegenüber 4,3 in der obersten unzersetzten Schicht.

Aus den Bodenuntersuchungen können nachstehende Schlußfolgerungen abgeleitet werden:

Pflanzen mit starker Humusbildung erhöhen im nw-deutschen Seeklimagebiet die saure Reaktion des Flugsandbodens erheblich. Im Verein mit den übrigen für das Pflanzenleben ungünstigen Einwirkungen des absorptiv ungesättigten Humus auf den Boden (geringere Feuchtigkeit und Durchlüftung, Verarmung der Mikroflora [Düggeli, 1928, 307 bis 333; Braun-Blanquet, 1928, 169 f.]) wird dadurch der Boden erheblich verschlechtert und das Gefüge der Pflanzengesellschaften geändert. Die anhaltende Dominanz solcher Humusbildner oder gar ihr Reinbestand (menschl. Einflüsse!) wird schließlich nicht nur ihre eigene Existenz sondern überhaupt das Wachstum höherer Pflanzen unmöglich machen. Es treten darum niedere Pflanzen (Flechten, Moose) an ihre Stelle. Sie begünstigen den Abbau des Humus und tragen dadurch zur „Gesundung" des Bodens bei, soweit die vorhandenen Mineralstoffe noch nicht ausgelaugt sind.

Einen solchen Vorgang finden wir z. B. in der Entwicklung von Kiefernwäldern mit *Dicranum scoparium* zu Flechtenbeständen. Die Kiefern sterben zwar nicht ab, aber ihr natürlicher Nachwuchs wird verhindert.

Die gleiche Entwicklung ist bei *Calluna*-Beständen zu erwarten. Sie konnte früher nur selten beobachtet werden, da durch den Plaggenhieb immer wieder die Rohhumusschicht beseitigt und der Boden aufs neue ertragfähig gestaltet wurde. Andererseits verhindert hier die Ortsteinbildung bereits das Wachstum der Bäume.

Die Bestimmung der Flechten verdanke ich Herrn Dr. h. c. Sandstede, Bad Zwischenahn i. Oldenb., der pH- und Humus-Werte Herrn Dr. Tüxen, Hannover. Für briefliche Auskunft bin ich außer den Genannten den Herren Oberförster Dr. Hartmann, Harburg-Wilhelmsburg, und Lehrer Schaper, Wipshausen, Kr. Peine, Dank schuldig.

Die botanischen Namen entsprechen folgenden Floren:

1. Flechten: Anders, J., Die Strauch- und Laubflechten Mitteleuropas. Jena 1928.
2. Phanerogamen: Garcke, A., Illustrierte Flora von Deutschland. 22. Aufl. Berlin 1922.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Literatur-Verzeichnis.

1. Anders, J. Die Strauch- und Laubflechten Mitteleuropas. Jena 1928.
2. Bertsch, K. Klima, Pflanzendecke und Besiedlung Mitteleuropas in vor- und frühgeschichtlicher Zeit nach den Ergebnissen der pollenanalytischen Forschung. **XVIII.** Ber. d. Röm.-Germ. Kom. 1928. Frankfurt a. M. 1929.
3. Borggreve, B. Über die Haide. Abh. Nat. Ver. Brem. **III.** Bremen 1873.
4. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. Berlin 1928.
5. Buchenau, F. Bemerkungen über die Flora von Fürstenau. Abh. Nat. Ver. Brem. **III.** Bremen 1873.
6. Christiansen, W. u. Levsen, P. Die Vegetation des Schutzgebietes Süderlügum in Schleswig-Holstein. Beiträge z. Naturdenkmalpflege. **XII.** 3. Berlin - Lichterfelde 1928.
7. Däniker, A. U. Ein ökologisches Prinzip zur Einteilung der Pflanzengesellschaften. Festschrift Hans Schniz. Zürich 1928.
8. Düggeli, M. Studien über den Einfluß von Rohhumus auf die Bakterienflora der Böden. Festschrift Hans Schniz. Zürich 1928.
9. Erichsen, C. F. E. Flechten des Schutzgebietes bei Süderlügum. Beiträge zur Naturdenkmalpflege. **XII.** 3. Berlin-Lichterfelde 1928. (1).
10. „ „ „ „ Die Flechten des Moränengebietes von Ostschleswig mit Berücksichtigung der angrenzenden Gebiete. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg. **70.** 1928. (2).
11. Gams, H. Die Blytt-Sernandersche Theorie. Der Naturforscher **VI.** 12. Berlin-Lichterfelde 1930.
12. Härtel, K. Die Pflanzendecke der Osenberge. Die Osenberge in Wort und Bild. Oldenburg 1925.
13. Hellmann, G. Regenkarte der Provinzen Schleswig-Holstein und Hannover. 2. Aufl. Berlin 1913.
14. Hueck, K. Botanische Ausflüge in die Mark Brandenburg. Berlin-Lichterfelde. Ohne Jahr.
15. Jentzsch, A. Geologie der Dünen. In Gerhardt, P. Handbuch des deutschen Dünenbaues. Berlin 1900.
16. Jurascek, H. Pflanzensoziologische Studien über die Dünen bei Warschau. Bull. de l'acad. polon. des Sciences et des Lettres. 1927. Série B. Krakau 1928.
17. Kolumbe, E. Vegetationsverhältnisse d. Inlanddünen Schleswig-Holsteins. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1925. 6.
18. Rabe, L. Die Lüneburger Heide und die Bewirtschaftung der Heidhöfe. Inaug.-Diss. Jena 1900.
19. Ramann, E. Bodenkunde. Berlin 1911.
20. Salisbury, E. J. Stratification and hydrogen-ion concentration of the soil in relation to leaching and plant succession with special reference to woodlands. Journ. of Ecol. **9.** Cambridge 1922.
21. Sloff, J. G. De Borgvlietsche Duintjes, de „Sahara“ van Bergen-op-Zoom. Bergen-op-Zoom, 1925.
22. Solger, Fr. Studien über nordostdeutsche Inlanddünen. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. **19.** 1. 1910. Stuttgart 1910.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

22. Tüxen, R. Vegetationsstudien im nw-deutschen Flachlande. Jahrb. d. Geogr. Ges. Hannover. Hannover 1928. (1).

24. „ „ Mitt. d. flor.-soziol. Arbeitsgem. Niedersachsen. Hannover 1928. (2).

25. „ „ Über einige nw-deutsche Waldassoziationen von regionaler Verbreitung. Jahrb. d. Geogr. Ges. Hannover. Hannover 1930. (1).

26. „ „ Naturschutz in der Provinz Hannover. Der Naturforscher. VII. 1. Bln.-Lichterfelde 1930. (2).

27. Wahnschaffe-Schucht. Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. Stuttgart 1921.

28. Walter, H. Allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1927.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen

Jahr/Year: 1930

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Behmann Georg

Artikel/Article: Zur Morphologie und Vegetation nw-deutscher Binnendünen (nach Untersuchungen auf den Dünen des Naturschutzgebietes von Neumühlen bei Verden a.d. Aller) 167-188