

Atmosphärische Moosdiatomeen in den Alpen.

Von HERBERT BEGER (*Bertin*).

Manuskript eingegangen am 5. Februar 1928.

Im Gegensatz zur Zoologie, die sich namentlich in neuerer Zeit eingehend mit der Erforschung der Lebewelt der aerischen Moose befasst und besonders in systematischer Beziehung wertvolle Ergänzungen unseres Wissens über die in Moosen lebenden Rhizopoden, Rotatorien, Tardigraden, Nematoden, Harpacticiden usw. zutage gefördert hat (vergl. z. B. die Arbeiten von HARNISCH, HEINIS, MENZEL, UHBAUD), sind von botanischer Seite entsprechende Untersuchungen bisher verhältnismässig wenige durchgeführt worden, Hinsichtlich ihrer Diatomeenvegetation liegen fast nur für arktische und antarktische Moospolster umfassendere Befunde vor, so von LAGERSTEDT, BRUN, CLEVE, PERAGALLO, CARLSON u. a.

Eine eingehendere Darstellung der in Baum-, Fels-, Mauern und Erdmoosen Nord- und Mitteldeutschlands auftretenden Kieselalgen wurde von mir kürzlich a. a. O. veröffentlicht (1). Es zeigte sich bei diesen Untersuchungen, dass die in der Luft lebenden (aerischen) Moose häufig von Diatomeen belebt sein können und dass ihre Individuenzahl 'dabei bisweilen erstaunlich hoch ist, während die Zahl der Arten häufig unter 10 bleibt. So enthielt eine daraufhin untersuchte *Hypnum cupressiforme*-Decke von einem Eichenstamm bei Potsdam in 1 cm²-Moosfläche rund 240 zu 8 Arten gehörige Diatomeen, eine *Diplophyllum*

¹ Die entsprechende Untersuchungen von hydrophilen Moosen beziehen sich vorwiegend auf Sphagnen. Über die Besiedlung der Flachmoosmoose berichtet z. B. KRASSEM (1), über die epiphytischen Diatomeen der untergetauchten und flutenden Laubmoose (namentlich von *Fontinalis*) z. B. GEITLER und HUSTEDT (1). LIMANOWSKA bringt einige Angaben über die Besiedlung von Ufermoosen. Einzelne Hinweise auf die Literatur von überrieselten Moosen an Felsen vgl. BEGER (1), OLTMANN.

albicans-Decke von einer nordgelegenen, feuchtschattigen Felswand des Elbsandsteingebirges in 1 cm² rund 11 000 zu 11 Arten gehörige Diatomeen. Es ergab sich ferner, dass die Arten zu fest verknüpften, durch den Feuchtigkeitsgrad der Moosstandorte bedingten Kombinationen zusammentreten und die Fassung von Vegetationseinheiten (Typen und Fazies) gestatten. Die bezeichnendste Kombination der atmosphärischen Diatomeen findet sich in den Moosen trockener Standorte (xerotischer Typus). Zu den Konstanten zählen dort *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys*, zu den häufig anzutreffenden Arten *Navicula mutica*, *Microneis minutissima*, *M. lanceolata* und *Melosira Roeseana*, zu den seltener wiederkehrenden *Achnanthes coarctata*, *Navicula contenta*, *N. cincta* und *Microneis exigua*. Diese Arten finden sich zum grössten Teile, wenn auch unter Veränderung ihrer Konstanzverhältnisse, im mesophytischen Typus wieder, der durch eine Anzahl von neu erscheinenden «Zusatzarten» ausgezeichnet ist und fazielle Verschiedenheiten aufweisen kann. Eine sehr bezeichnende Kieselalge dieses zweiten Typus ist die eigenartige, durch Kappenbildungen ausgezeichnete *Melosira Dickiei*, die unseren Kenntnissen zufolge bisher nur in Moosen nachgewiesen worden ist und dementsprechend als sehr selten gilt. Auch verschiedene Arten des oben genannten xerotischen Typus, die als Wasserorganismen nicht häufig sind (z. B. *Pinnularia borealis*, *Achnanthes coarctata*, *Melosira Roeseana*) haben zweifellos ihren Hauptsitz in den Moospolstern, wo sie in der obersten Humus- und Erdschicht zwischen den Moosrhizomen und unteren Stengelteilen als «Moosseinmieter» (BACHMANN) leben. Die Polster können mit CHAPPUIS als subcavernicole Lebensräume betrachtet werden. Die atmosphärischen Diatomeen zeichnen sich durch ihre relative Kleinheit gegenüber der Hauptmenge der Wasserformen, sowie durch die Fähigkeit aus, Trockenperioden längere Zeit ungeschädigt zu überdauern. So konnten z. B. *Pinnularia borealis* und *Melosira Roeseana* nach fast einjähriger Lufttrockenheit in der Kultur wieder zum Leben und zur Vermehrung gebracht werden. Ähnliche Feststellungen hat bereits PETIT gemacht.

Diese an Hand der Untersuchung von rund 130 Moosen

nord- und mitteldeutscher Herkunft gewonnenen allgemeinen Ergebnisse wurden als Festgeschenk für meinen hochverehrten Lehrer und väterlichen Freund, Herrn Prof. Dr. HANS SCHINZ, an Moosen der Alpen nachgeprüft und stellen zugleich einen ergänzenden und erweiternden Beitrag zur Ökologie und Soziologie der luftlebigen (atmophytischen) Kieselalgen dar. Die Materialbeschaffung bot insofern einige Schwierigkeiten, als mir zunächst nur eine bei der pflanzen-soziologischen Untersuchung des Schanfigg (2) gelegentlich gesammelte kleine Zahl von Moosen (etwa 30) zur Verfügung standen. Später sandte mir Herr Prof. KoLRwiTz-Berlin etwa 30 Moosproben aus Südtirol, Herr Dr. BETHGE-Potsdam übermittelte mir 5 Proben aus Sölden (Nordtirol) und Herr Prof. Dr. HEGT-Zürich aus dem Kanton Zürich 4 Proben. Eine wertvolle Aufsammlung von 75 Moosen, die zum grössten Teile aus dem Grimselgebiete, vereinzelt aus dem Engadin stammten, stellte mir Herr Dr. FREY-Bern zur Verfügung. Die unten mitgeteilten Moose aus Salzburg entstammen dem Herbar und sind von SAUTER gesammelt.¹ Insgesamt wurden etwa 160 Proben untersucht, von denen sich aber bereits mehr als der vierte Teil bei der mikroskopischen Voruntersuchung nach dem Ausdrücken der Moose in mit Wasser gefüllten Schalen als frei von oder so arm an Diatomeen erwies, dass von der Weiterbehandlung (Kochen mit Schwefelsäure, Auswaschen, Anfertigen der endgültigen Präparate mit Hilfe des KOLBESchen Piperin-Einbettungsmittels [18]) abgesehen wurde. Eine weitere Anzahl von Moosen entstammte Schneetälchen, Trichophoreten, feuchten Nardeten und Quellfluren, so dass die in ihnen gefundenen Diatomeen nur mittelbar für die Frage der atmophytischen Kieselalgen in Betracht kommen konnten. Mehrfach waren die Moosproben auch so klein, dass ihr Besatz auf eine Vollständigkeit keinen Anspruch machen kann, zumal mit der Säu-

¹ Für die Nomenklatur der Moose wurde das jüngst erschienene Werk von W. MÖNCHEMEYER, Die Laubmoose Europas (IV. Band, Ergänzungsband von L. RABENHORST'S Kryptogamenflora, Leipzig, 1927) zu Grunde gelegt. Der Bestimmung eines grossen Teils der Moose aus Nord- und Südtirol, dem Sohanligg und dem Kanton Zürich unterzog sich besonders H. REImEns-Berlin, sowie L. LoEsRE-Berlin. Beiden Herren, sowie auch den Sammlern der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Moose sei an dieser Stelle nochmals mein Dank abgestattet.

berung des gekochten Materials von den in mehr oder minder grosser Menge vorhandenen Sandkörnern und Gesteinsplittern stets auch ein Verlust an Kieselalgen verknüpft ist. Aus dem Reste von 80 voll untersuchten Proben sind nachfolgend 57 in den Tabellen und einige weitere im Text mitgeteilt worden.

Einige der in den Alpenmoosen angetroffenen Moosdiatomeen liessen (zum Teil teratologische) Abweichungen von ihrer normalen Ausbildungsform erkennen, wie sie ähnlich bereits a. a. O. (1) mitgeteilt wurden. So fanden sich in einem von einer Feldsteinmauer bei Langwies im Schanfigg entnommenen *Didymodon*-Rasen Frusteln von *Microneis lanceolata*, die gleich denen aus einem Brunnen von Porst (Pommern, a. a. O., pag. 403) unsymmetrisch gekrümmt waren und auf der konvexen Seite unterhalb der beiden Enden je eine deutliche Einschnürung aufwiesen. *Hantzschia amphioxys* trat wiederum vorwiegend in kleinen, 20 bis 30 μ langen Zwergformen auf, die meist zur var. *pusilla*, zum Teil auch wegen ihrer starken Einknickung zur var. *constricta* zu stellen sind. In einem *Barbula gracilis*-Rasen von der Ponale (Gardasee) fand sich vereinzelt auch eine zwergige, 22 bis 23 μ lange Form mit auffallend stark gekopften Enden. Die Länge der *Pinnularia borealis*-Schalen schwankt im allgemeinen zwischen 28 und 40 μ . Die kleinsten Formen wurden in einer aus dem Salzburger Gebiete stammenden *Plagiothecium denticulatum*-Decke mit 25,5 sowie in einem Gemisch verschiedener Moose vom Pflugstein bei Erlenbach (Zürich, vergl. pag. 390) mit 24,4 μ gefunden. *Melosira Roeseana* hat sich auch bei der Untersuchung der Alpenmoose als eine Art erwiesen, deren Siedlungsplätze vorwiegend in den Moosen liegen und die viel verbreiteter ist, als die vorwiegend auf Plankton und Benthos-Untersuchungen begründeten Übersichtsfloren, wie die von DALLA TORRE und SARNTHEIN für Tirol und Liechtenstein und MEISTER für die Schweiz,¹ vermuten lassen. Auf der

¹ Ausser den wenigen Angaben in den «Kieselalgen der Schweiz» führt MEISTER *Melosira Roeseana* in seiner Abhandlung: Zur Pflanzengeographie der schweizerischen Bacillardaceen (Bericht der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik für das Jahr 1917 und 1918, Leipzig 1919) ein weiteres Vorkommen aus dem See auf Chanrion im Wallis aus 2400 in an.

Vernachlässigung von Untersuchungen aerisch lebender Moose beruht zweifellos auch der nur einmalige Fund dieser Art im Appenzeller Mittel- und Vorderlande, wo sie von KURZ in kalten Brunnen auf Ruhsitz angetroffen wurde. Ebenso fand dieser Autor *Pinnularia borealis* nur ein einziges Mal (kalte Brunnen auf Kürstein). Möglicherweise handelt es sich in beiden Fällen um Einschwemmungen aus Moosen der Brunnenwände. Unter den Arten aerophiler Standorte wird aus diesem Gebiete nur *Hantzschia amphioxys* genannt.¹

In den folgenden Listen kehrt *Melosira Roeseana* 20 mal aus Tirol und Salzburg und 16 mal aus der Schweiz wieder. Im Grimselgebiet fand sie sich auch in einem *Pohlia commutata*-Polster aus einem Schneetälchen an den Juchlistöcken in 2480 m mit *Tetracyclus Braunii*, *Cyclotella Meneghiniana*, *Diatoma elegans*, verschiedenen *Eunotien* (vorwiegend), *Cymbellen* und *Gomphonemen*, ferner in einem sonnig gelegenen *Cephaloziella grimsulana*-Rasen aus einem Trichophoretum-Initialstadium einer Lawinenrutschstelle auf der Oberaaralp in 2400 m mit *Pinnularia borealis*, *P. Brebissonii*, *T ab ellaria flocculosa*, *Frustulia saxonica*, mehreren *Eunotien*, *Gomphonema intricatum* u. a. A., sehr reichlich auch in einer *Distichium capillaceum*-Decke von nordgelegenen Molassesandstein im Schwarzwassertal bei Bern (620 m). Auch die durch spiralige Anordnung der Zuwachsringe der Gürtelbänder vom Typus abweichende und anscheinend bisher nur als Seltenheit nachgewiesene var. *spiralis* (vergl. HUSTEDT 2, pag. 268) wurde mehrfach angetroffen, z. B. im Salzburger Material sehr reichlich in einem *Anomodon longifolius*-, spärlicher in dem bereits oben erwähnten *Plagiothecium denticulatum*-Polster, sowie mehrfach in einem *Brachythecium rutabulum*-Rasen von Oberholz (Zürcher Oberland). Die Frusteln von *Melosira Roeseana* erlangen in den aerisch lebenden Moosen nie die maximalen Grössenwerte von 70 „, die sie in den Adhäsionsbeständen überrieselter Felsen oder an Bach- und Seeufern zu erreichen vermögen. Vielmehr schwankt ihr Schalendurchmesser in der Regel zwischen 12 und 25,5 μ ; gelegentlich

¹ Erwähnt sei, dass auch STEINICKE als Bewohner aerisch lebender Moose im Zehlanbruch nur *Pinnularia borealis* angibt.

kann er bis auf 6,5 *lt* herabsinken. Auch die var. *spiralis* wurde im Oberholzer Moose in dieser zwergigen Form beobachtet.

In einem von FREY an feuchten, nordgelegenen Gneisfelsen des Macunplateaus im Unter engadin in 2300 m Höhe gesammelten *Blindia acuta*-Polster fanden sich auch Kieselalgen mit inneren Schalen. Solche Bildungen gehören in der Regel zu den Seltenheiten (vgl. aber KRASSKE 2) und sind nach HUSTEDT (2) bei Diatomeen aus überrieselten Moosen und von Felsen der Hochgebirge bisher überhaupt noch nicht oder nur selten beobachtet worden. In dem *Blindia acuta*-Polster, dessen Diatomeen-Besatz aus *Tetracyclus Braunii*, *Melosira ambigua*, *Diatoma hiemale*, *Tabellaria flocculosa*, *Fragilaria virescens*, *Eunotia praerupta* var. *curta*, *E. lunaris*, *E. pectinalis*, *E. exigua*, *E. bigibba*, *E. arcus*, *Microneis minutissima*, *Frustulia saxonica*, *Stauroneis phoenicenteron*, *Caloneis* sp., *Anomoioneis serians*, *Navicula perpusilla*, *N. Rotaeana*, *Pinnularia borealis*, *P. subcapitata*, *P. Brebissonii*, *Cymbella ventricosa* u. a., *Hantzschia amphioxys* und *Nitzschia palea* bestand, traten die inneren Schalenbildungen auf:

1. bei einer *Eunotia praerupta*-Form, bei der sich 2 Schalenpaare im Inneren fanden;
2. bei einer *Eunotia arcus*-Form, die 1 inneres Schalenpaar enthielt;
3. bei einer *Pinnularia*, die wegen ihrer ungünstigen Lage im Pimperinpräparat nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte, die aber wahrscheinlich zu *P. Brebissonii* gehört. Sie enthielt 1 inneres Schalenpaar.

Die Entstehung dieser inneren Schalen dürfte, wie a. a. 0. näher ausgeführt wurde, ursächlich im Zusammenhang mit ungewohnten, plötzlich aufgetretenen Schwankungen des Wassergehaltes und damit auch der Nährstoffkonzentration in den Moospolstern stehen. Auch die Untersuchungsergebnisse von KRASSKE (2) lassen diesen Schluss zu. Er traf solche inneren Schalenbildungen häufig bei Brackwasserdiatomeen des Binnenlandes, besonders bei den Bewohnern von Gradierwänden an, deren Siedlungsorte von Solwässern mit wechselndem Salzgehalt überrieselt werden.

Bemerkenswert ist ferner das Auffinden von *Melosira Dickiei*, die bisher weder aus der Schweiz noch sonst aus den

Alpen bekannt war. Ihre besonders im Kappenverbande leicht kenntlichen Frusteln fanden sich in allerdings geringer Zahl in einer *Brachythecium Starkei-Decke* aus einer Balme des Aarbodens in 1850 m Höhe. Die sie begleitenden Arten sind in der Tabelle 4, Probe 49 wiedergegeben. Dieser Fund bestätigt von neuem, dass *Melosira Dickiei* eine ausgeprägte Moosdiatomee ist. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Diatomeen-Veröffentlichung der zweiten französischen Antarktix-Expedition 1908 bis 1910 verwiesen. Es werden dort von M. PERAGALLO unter anderem die Kieselalgen besprochen, die in den Moosen der südamerikanischen Antarktis festgestellt wurden und es ist bemerkenswert, dass auch in jenem Gebiete *Melosira Dickiei* nur in Moosen angetroffen wurde. Unter ihren Begleitern erscheinen wie in den europäischen Moosen *Achnanthes coarctata* (in einer abweichenden Form), *Eunotia lunaris*, verschiedene Formen, von *Hardzschia ar,phioxys*, *Melosira Roeseana*, *Pinnularia appendiculata*, *P. borealis*, *P. Brebissonii*, *P. subcapitata* und die formenreiche *N avicula mutica*. Daneben finden sich eine Anzahl von neu beschriebenen Arten, die bisher nur aus Moosen bekannt sind, sowie Arten, die bei uns als reine Plankton- und Benthosformen auftreten. Weiterhin zeichnen sich die antarktischen Moose durch einen mehr oder minder grossen Reichtum an Salzdiatomeen aus, die durch zoochore Verbreitung (z. B. durch den Nestbau der Kormorane) in die Moose gelangen. Nach PERAGALLO ist mit der Möglichkeit zu rechnen, dass verschiedene dieser zufälligen Moosmieter in den Moosen vegetieren und sich sogar vermehren können. Ein ähnliches Bild liefert auch die Diatomeenvegetation der Moose von Südgeorgien und von den Falklandsinseln (vgl. CARLSEN). Über die Ursachen der Entstehung' der auffallenden Frustelkappen, die für *Melosira Dickiei* bezeichnend sind, bestehen zurzeit nur Vermutungen (vergl. BEGER, 1). HUSTEDT betrachtet sie als innere Schalen, mit denen sie offenbar weitgehende Übereinstimmung besitzen.

Die bei der Untersuchung der Moose trockener Standorte in Deutschland festgestellte Kombination von atmosphärischen Diatomeen, die einen periodischen Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit ohne sichtbare Schädigung ertragen können und die als xerotischer Typus zusammengefasst wurden,

kehrt auch in den Alpenmoosen in häufig völlig übereinstimmender Form wieder. Die sie enthaltenden Moose stammten:

Tab. I, 1 bis 13 aus Südtarol:

1. *Barbula gracilis*-Polster an der Ponale-Strasse bei Riva, 80 m.
2. *Ctenidium molluscum*/*Grimmia pulvinata*-Gemisch, mit *Selaginella helvetica* durchspannen, von •trockenem Fels bei Saturn, 230 in.
3. *Camptothecium lutescens*-Rasen von einem trockenen Hang am Ufer bei der Ruine Sigmundskron, 260 in.
4. *Tortella tortuosa*-, *Barbula rigidula* und *Grimmia campestris*-Polster von einer trockenen, staubigen Weinbergsmauer bei Moratzing, 260 m.
5. *Madotheca* sp. aus dem Fugenbachtat bei Bozen, 300
6. *Bartramia pomiformis*, *Entodon Schreberi*, *Ptilium crista castrensis*, *Frullania Tamarisci* und *Tortella tortuosa* von Felsen bei Schloss Runkelstein, 300 m.
7. *Ceratodon purpureus* und *Saelania caesia*-Rasen vom Montiggler See, etwas feucht, 400 in.
8. *Ctenidium molluscum*- und *Camptothecium lutescens*-Decken von einem etwas feuchten Hang bei Virgl, 400 in.
9. *Bartramia pomiformis* var. *crispa*-Polster von einem etwas feuchten Hang bei Kampenn, 500 in.
10. *Hypnum cupressiforme* von Kohlern, 550 in.
11. *Grimmia elatior*- und *Hedwigia albicans*-Polster von völlig trockenen Hängen am Ginitzschnerberg bei Bozen, 600 m.
12. *Homalothecium sericeum*-, *Hypnum cupressiforme*- und *Pohlia cruda*-Rasen aus Mauerfugen bei Sarnthein, 1000 m.
13. *Bryum et alpinum*-Polster vom Ritten, 1200 in.

14 bis 16 aus dem Kanton Zürich:

14. Gemisch von *Hypnum cupressiforme*, *Homalothecium sericeum* und *Brachythecium rutabulum* vom Pflugstein bei Erlenbach, erratischer Sernifitblock.
15. Gemisch von *Plagiothecium silvaticum*, *Homatia trichomanioides* und *Brachythecium populorum* vom Zollikerberg bei Zürich.
16. *Ctenidium molluscum* von Oberholz im Züricher Oberland, 850 ci.

Tab. II, 17 bis 29 aus dem Schanfigg (Kanton Graubünden):

17. *Funaria hygrometrica*-Rasen an einem alten *Alnus incana*-Stamm oberhalb Molinis, 1070 m.
18. *Tortula subulata*-, *Tortella tortuosa*- und *Hypnum cupressiforme*-Rasen von einer Mauer in den Reckboldern bei Castiel, 1100 in.
19. *Mnium spinnlosem*-, *Bryum* sp.- und *Georgia pellucida*-Rasen von einer beschatteten, feuchten Mauer an der Strasse Castiel-St. Peter, 1200 in.
20. *Mnium punctatum*-, *Plagiochila asplenioides*- und *Distichum capillaceum*-Rasen von einer besonnten trockeneren Mauer ebenda, 1200 in.

Tabelle 1.

	Südtirol													Kt. Zürich			0/ /	D%,,	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
<i>!Pinnularia borealis</i>	2	+	2	+	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	+	+	100	100	
<i>!Hantzschia amphioxys</i>	3	2	2	2	2	1	2	2	2	1	+	1	1	1	2	+	100	100	
<i>!Melosira Roeseana</i>	+	±	-	1	1	1	3	1	-	±	1	+	-	1	-	4	75	48	
<i>!Navicula contenta</i>		-	3	3	-	1	1	5	-	1	-	1	1	2	--	2	69	35	
<i>!Microneis minutissima</i>	-	-	1	3	-	1	2	2	+	1	-	-	1	-	-	2	50	57	
<i>!Navicula lanceolata</i>	1	1	-						+	+	1	-	+	-	2	+	1	50	52
<i>Navicula atomus</i>	1	1	-	±	- ²	1	4	-	-	+	-	1	-	1	-	-	50	-	
<i>!Navicula mutica</i>	2	1	1	+	-	-	1	-	±	1	-	-	-	-	-	1	50	65	
<i>Cocconeis pediculus</i>																	13	-	
<i>Eunotia robuste</i>								+	-	-	-			-			13	-	
<i>!Achnanthes coarciata</i>																	6	39	
<i>!Navicula cincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	17	
<i>!Microneis exigua</i>			1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	22	
<i>Navicula radiosa</i>			±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
<i>Denticula elegans</i>						1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
<i>Amphora ovalis</i>						+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	

Festschrift HANS SCHINZ.

Die durch ein vorgesetztes ! gekennzeichneten Arten gehören dem Grundstock der xerotischen Artenkombination an. Die Zahlen 1 bis 5 geben einen groben Annäherungswert des Mengenverhältnisses in aufsteigender Richtung, ein + bezeichnet das nur ganz vereinzelte [sehr stark zurücktretende] Vorkommen der betreffenden Art. Die mit 7₀ bezeichnete Kolonne gibt die sich aus der Summe der untersuchten Proben ergebenden Konstanzverhältnisse an. D% die entsprechenden Verhältnisse in den deutschen Moosen (cf. BEGER 1, pag.397).

Tabelle 2.

	Schanrgg											Sölden						°/0
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
<i>Pinnularia borealis</i>	2	3	1	+	3	+	+	4	±	3	1	1	2	2	3	2	2	100
<i>Hantzschia amphioxys</i>	4	2	1	4	3	1	—	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	94
<i>Microneis lanceolata</i>	+	1	—	+	3	+	+	—	+	1	1	1	2	—	—	4	+	81
<i>Melosira Roeseana</i>	—	+	4	+	—	5	—	+	—	2	3	1	+	+	—	1	—	65
<i>Navicula conienta</i>	2	—	—	—	2	1	+	—	—	+	2	—	2	1	—	1	+	59
<i>Navicula mutica</i>	3	1	—	+	—	—	—	—	—	+	2	—	—	1	1	1	—	47
<i>Achnanthes coarctata</i>	2	—	—	+	—	—	—	+	—	1	+	—	1	—	—	—	—	35
<i>Microneis minutissima</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	+	—	3	—	—	1	—	—	—	35
<i>Navicula atomus</i>	—	+	—	—	1	—	—	+	+	1	1	—	—	2*	—	—	—	35
<i>Navicula rhynchocephala</i>								+	±	—	+	1	1	1	+	—	—	35
<i>Microneis exigua</i>	—	+	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	23
<i>Nitzschia palea</i>	1	—	1	—	—	1°	1°	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	23
<i>Navicula cincta</i>	—	—	—	+	1	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	18
<i>Caloneis fasciata</i>																		18
<i>Eunotia exigua</i>										+	+	—	—	—	—	+	—	18
<i>Cocconeis pediculus</i>						+							+	—	+	—	—	18
<i>Nitzschia dubia</i>			1	—	—						1							18
<i>Eunotiapraerupta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±	—	—	—	14
<i>Denticula elegans</i>														+	—	—	—	7
<i>Amphora ovalis</i>					—											+	—	7

2*

Navicula maptiza° = *Nitzschia amphibia*

21. *Tortella tortuosa*- und *Erythrophyllum rubellum*-Polster auf alten *Oraetagus*-Stämmen am Geiss eggobel bei Peist, 1200 m.
22. Gemisch von *Tortula ruralis*, *Bryum* sp., *Mnium punctatum*, *Brachythecium salubrosum*, *Dicranum scoparium* und *Hedwigia albicans* von einer Mauer bei St. Peter, 1230 in.
23. *Tortula ruralis*, *Tortella* sp., *Erythrophyllum rubellum*-, *Bryum argenteum*- und *Brachythecium* sp.-Gemisch von einer Mauer zwischen Peist und Langwies, 1300 in.
24. Gemisch von *Ctenidium molluscum*, *Weisia* sp., *Madotheca platyphylla*, *Tortella tortuosa*, *l'. subulata*, *Dicranum scoparium* an einer Mauer zwischen Paletsch und Gründje bei Langwies, 1340 m.
25. *Lophozia lycopodioides*, *Tortula ruralis*, *Tortella tortuosa*, *Funaria hygrometrica*, *Erythrophyllum rubellum* und *Brachythecium* sp. von einer Mauer unterhalb Langwies-Platz, 1350 m.
26. *Homalothecium secliceum*-, *Leucodon sciuroicles*-, *Badula complanata*-, *Orthotrichum speciosum*-Gemisch an Fichten östlich vom Gründjetobel bei Langwies, 1400 m.
27. *Leskia nervosa*-, *Orthotrichum spectosum*-, *Leucodon sciuroides*-Gemisch an Fichten im Wald ob Langwies, 1450 in.
28. *Rhacomitrium canescens*-Polster von Felsblöcken in der Plessur unterhalb des Arosener Untersees, 1630 in.
29. *Tortella tortuosa*-Polster, reichlich mit *Cladonia pyxidata* durchsetzt, aus dem Fichtenwald in der Nähe des Arosener Untersees, 1700 m.

30 bis 33 aus der Umgebung von S ö l d e n im O e t z t a l (Nordtirol) aus rund 1350 bis 1400 in Höhe :

30. *Hypnum cupressiforme*.
31. *Hylocomium proliferum (splendens)*-Decke.
32. *Rhatometum hypnoides*- und *Dicranum longifolium*-Decke.
33. *Campylopus flexuosus*.

Die Kombination der den xerotischen Typus bildenden atmosphärischen Kieselalgen findet sich also vorwiegend im Hügellande und in der Bergstufe, reicht aber auch noch in die Voralpenstufe. Sie erscheint vorwiegend an Südhängen (z. B. für das Schanfigg die Proben 17 bis 27). Auf Grund der vorliegenden Proben lässt sie sich vom warmen Bozener Kessel südwärts bis zum Gardasee, um Sölden in Nordtirol, in Graubünden im Schanfigg aufwärts bis Arosa und an mehreren Punkten des Kantons Zürich verfolgen.¹ Die 10 als mehr oder weniger cha-

¹ Nach Abschluss des Manuskriptes erhielt ich durch Herrn 'Dr. Ochs-NEu-Wohlen eine weitere Anzahl von Moosen aus dem Kanton Zürich, die z. T. ebenfalls Kieselalgen des xerotischen Typus enthielten. In einem *Barbula rigidula*-Rasen von Siblwald fand sich u. a. *Achnanthes coarctata*.

rakteristische Vertreter des xerotischen Typus zusammentretenden (vergl. pag. 2) und in den Tabellen durch ein vorgesetztes ! gekennzeichneten Arten erscheinen sämtlich in der ideellen Artenkombination der beiden Tabellen. Unter den übrigen nachgewiesenen Kieselalgen finden sich keine, die einen Hinweis für die Herkunft der Proben aus den Alpen bieten. In den Proben von Arosa fanden sich als Plankton-Einsprengsel vereinzelt *Melosira granulata*, *Diatoma vulgare*, *Epithemia arcus*, *Cymbella ventricosa* und *Surirella* sp. Mebr als der Nachweis dieser Artenkombination in deutschen Moosen spricht ihr Auftreten in dem warmen, namentlich über Sommer niederschlagsarmen Südtirol und an den sonnigen Südlehnen des Schanfigg für die Widerstandsfähigkeit ihrer Komponenten gegen Trockenheit. Besonders bemerkenswert erscheint ihre Anwesenheit in dem *Barbula gracilis*-Polster von der Ponale-Strasse (Tab. 1, 1) in den Moospolstern von der Weinbergsmauer in Moritzing (1, 4) und vom Guntzschnaberg (1, 11), in allen drei Fällen von Orten, die sich durch grosse Trockenheit auszeichnen. Die genannten Moosproben, namentlich die von der Ponale, waren dicht eingepudert mit Kalkstaub und brausten bei Zusatz von Salzsäure stark auf. Die Gewinnung der in ihnen lebenden Diatomeen erforderte vor dem Kochen mit Schwefelsäure eine Entfernung des Kalkes mit Hilfe von Salzsäure. Auch die Moosproben aus dem unteren Schanfigg stammen fast ausschliesslich aus dem Gebiete der kalkhaltigen Bündnerschiefer.

In diesem Zusammenhang muss besonders darauf hingewiesen werden, dass in allen Proben *Pinnularia borealis* in mehr oder weniger grosser Häufigkeit auftritt. Die Vermutung von GRUNOW und die Behauptungen anderer Schriftsteller nach ihm, dass diese Art kalkscheu oder -feindlich sei, lässt sich demnach nicht aufrecht erhalten. Die a. a. O. (1, pag. 392, 397) mitgeteilte Anwesenheit in *Thuidium abietinum*-Rasen von Kalkplatten des Rüdersdorf er Kalkberges (östlich von Berlin) spricht ebenfalls gegen eine derartige Auffassung. *Die Pinnuläria* fand sich ferner in einer stark mit Kalk inkrustierten Cratoneurum filicinum-Decke vom Ufer der Forellenzuchtanstalt in Torbole am Gardasee zusammen mit *Tetracyclus Braunii*, *Denticula elegans*, *Grunowia sinuata* f. *tabellaria*, *Synedra ulna*, *Microneis minutissima*, *M. lan-*

ceolata, *Caloneis fasciata*, *C. alpestris*, *Navicula atomus*, *Pinnularia major*, *Gomphonema intricatum* (vorherrschend), *G. lanceolatum*, *G. parvulum*, *Cymbella parva* und *Amphora ovalis*(häufig). Ferner konnte sie auch neben *Hantzschia amphioxys* in kalkhaltiger Erde festgestellt werden, die durch Ausschwemmen von *Saxifraga Burseriana-Polstern* (von Salurn stammend) gewonnen wurde.

Eine Kombination von Diatomeen mit wesentlich gesteigerten Feuchtigkeitsansprüchen ergaben die im Gebiete von Salz-

Tabelle 3.

	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	%
<i>!Melosira Roeseana</i>	+	+	-	-	1	-	1	+	1	1	3	73
<i>!Microneis minutissima</i>	-	+	↑	↑	↑	-	1	2	2	-	1	73
<i>!Pinnularia borealis</i>	1	1	-	-	1	-	+	-	1	2	+	64
<i>!Hantzschia amphioxys</i>	1	1	-	-	1	-	1	1	1	-	+	64
<i>!Navicula mutica</i>	-	1	-	1	1	1	1	1	-	-	1	64
<i>Denticula elegans</i>	2	1	-	-	1	3	1	-	-	1	+	64
<i>!Navicula contenta</i>	1	1	-	-	1	-	1	1	2	+	+	64
<i>Gomphonema intricatum</i>	-	1	-	1	-	2	+	-	+	1	1	55
<i>Eunotia praerupta</i>	-	-	2	+	-	2	+	-	+	-	+	45
<i>!Navicula cincta</i>	1	1	-	-	-	-	1	+	-	-	+	45
<i>Navicula atomus</i>	-	+	-	-	-	-	1	+	1	-	-	45
<i>Tetracyclus Braunii</i>	-	+	1	-	+	1	+	-	-	-	-	45
<i>Cocconeis pediculus</i>	+	-	1	3	-	+	+	-	-	-	+	45
<i>!Microneis lanceolata</i>	-	1	1	-	-	-	-	+	-	-	1	45
<i>Nitzschia palea</i>	+	+	-	+	1	-	+	-	-	-	1	45
<i>Cymbella ventricosa</i>	-	-	1	2	-	-	2	-	-	-	+	36
<i>Cymbella microcephala</i>	-	+	1	-	3	1	1	-	-	-	1	36
<i>Eunotia lunaris</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	27
<i>Cymbella Austriaca</i>	-	-	±	-	-	1	1	-	-	-	-	27
<i>!Achnanthes coarctata</i>							1	1	-	-	-	18
<i>!Microneis exigua</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	18
<i>Tabellaria flocculosa</i>	-	↑	-	-	-	-	3	-	-	-	-	18
<i>Denticula tenuis</i>			↑	-	-	-	-	-	1	-	-	18
<i>Navicula rhynchocephala</i>	-	-	↑	-	-	↑	-	-	-	-	-	18
<i>Anomoioneis serians</i>	-	-	↑	-	-	-	-	-	-	-	-	18
<i>Gomphonema subclavatum</i>	-	-	↑	-	-	-	-	-h	-	-	-	18
<i>'Epithemia Zebra</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
<i>Gyrosiyma scalproides</i>	-	-	+	↑	-	-	-	-	-	-	-	18
<i>Microneis trinodes</i>												

C. maximus

burg von SAUTER gesammelten Moosproben. Zur Untersuchung gelangten:

34. *Hymenostylium curvirostre* von mässig feuchten Kalkfelsen.
35. *Orthothecium intricatum* von nassen Kalkfelsen.
36. *Cirriophyllum crassinervium* von Kalkfelsen der bewaldeten Hügel um Salzburg.
37. *Eurhynchium rusciforme* von Kalkfelsen.
38. *Anomodon longifolius* von feuchten Kalkfelsen.
39. *Barbula tophacea* von nassen Kalkfelsen.
40. *Cratoneurum filicinum* von nassem Gestein.
41. *Amblystegium subtile* von Baumstäben in Wäldern bei Salzburg.
42. *Plagiothecium denticulatum* und *P. Silesiacum* von faulendem Holz.
43. *Platygyrium repens* von Schindel- und Strohdächern.
44. *Pseudoleskia atrovirens* von feuchtem, steinigem Boden der Kalkalpen.

Die Herkunft dieser Moose von vorwiegend feuchten und nassen Kalkfelsen gibt sich in der Zusammensetzung ihrer Diatomeenvegetation (Tab. 3) in erster Linie durch das Auftreten einer recht beträchtlichen Zahl von «Zusatzarten» kund, die dem xerotischen Typus fehlen und unter denen *Denticula elegans*, *Gomphonema intricatum*, *Eunotia praerupta*, *Navicula Mmus*, *Tetracyclus Braunii*, *Cocconeis pediculus*, *Cymbella ventricosa* und *C. microcephala* zu den häufig bis mässig oft wiederkehrenden Gliedern zählen. Ausser den in der Tabelle verzeichneten Diatomeen fanden sich noch folgende Arten

- in 34: *Amphora ovalis*;
 in 35: *Fragilaria capucina*, *Eunotia gracilis* und *Melosira granulata*;
 in 36: *Stephanodiscus astraea*, *Tabellaria fenestrata*, *Anomoioneis zellensis*,
Navicula gracilis und *Cymbella Helvetica*;
 in 39: *Synedra radians*, *Eunotia avcus*, *Anomoioneis exilis*, *Diploneis ovalis*,
Cymbella *O. gracilis*, *O. Cesatii*, *Rhopalodia gibba*;
 in 40: *Diatoma hiemale*, *Grunowia sinuata* und *Cymbella affinis*;
 in 41: *Eunotia pectinalis* und *Tryblionella debilis*;
 in 43: *Synedra ulna*, *Melosira granulata*, *Epithemia arcus* und *E. turgida*.

Von den genannten Zusatzarten gehören zu den charakteristischen Arten der hydrotischen Kombination besonders *Tetracyclus Braunii*, *Denticula elegans* und die in den Proben selten verzeichnete *Grunowia sinuata*. Diese Arten geben auch, gleich *Diatoma hiemale* und *Cymbella delicatula*, einen Anhaltspunkt für die Herkunft der Proben aus einer Gebirgsgegend. Einen sicheren Schluss auf die alpine Abstammung dürfte nur die Anwesenheit von *Cymbella Austriaca* gewähren. Dass auch in Moo-

sen feuchter Standorte die Diatomeen bisweilen vollkommen fehlen können und dass ihre Anwesenheit von unbekanntem Ursachen abhängig ist, ergab die fruchtlose Untersuchung eines *Hymenostylum curvirostre*-Polsters von feuchten Schieferfelsen im Pinzgau, eines *Entodon orthocarpus*-Rasens von feuchten Felsen bei Mittersiel und eines *Timmia Bavarica*-Polsters aus Kalkspalten des Reinberges. Andererseits enthielt ein von einem Wasserfall der Salzburger Kalkalpen stammender *Meesia longiseta*-Rasen folgenden reichen Diatomeenbesatz, der kaum noch seine Herkunft aus einem Moose erkennen lässt: *Tabellaria flocculosa*, *Denticula elegans*, *Grunowia sinuata*, *Meridion circulare*, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria* ***Synedra ulna***, ***Eunotia lunaris***, *Microneis minutissima*, *M. lanceolatum*, *Cocconeis pediculus*, *Diploneis ovalis*, *Navicula atomus*, *Pinnularia subcapitata*, *Pleurostauron legumen*, *Gomphonema intricatum*, *G. subclavatum*, *G. acuminatum*, *Cymbella microcephala*, *O. ventricosa*, *C. Austriaca*, *C. Cescaii*, *Amphora perpusilla*, *A. ovalis*, *Epithemia Zebra*, *Nitzschia amphibia* und *Hantzschia amphioxys*.

Der Artenkomplex des xerotischen Typus tritt in der hydrotischen Kombination mit sämtlichen ihm angehörigen Arten auf, doch bietet die zum Teil merkliche Verschiebung in den Konstanzverhältnissen bei einzelnen seiner Arten ein deutliches Anzeichen für die veränderten Lebensverhältnisse. *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys* fehlen in einer Anzahl von Proben. Es ist jedoch zu beachten, dass die erste dieser beiden Arten auch in den Salzburger Proben auf Kalk auftritt. Eine Steigerung ihrer Konstanz weisen namentlich *Microneis minutissima* und auch *Navicula cincta* auf.

Eine von der vorangehenden Kombination wesentlich abweichende Diatomeen - tegetation weisen folgende aus dem Grimselgebiete aus 1700 bis 2900 m stammende Moose auf:

45. *Andreaea crassinervia*, *Marsupella sphacelata* und *Gymnomitrium alpinum* von zeitweise überrieselten Gletscherschliffen auf Granit, Grimsel, W. Exp. 1700 in.
46. *Alicularia scalaris* von tiefend feuchten Granitstirnfläohen bei Bielen, 1860 in N. Exp.
47. *Frullania dilatata* von mehr von Luftfeuchtigkeit als von direkter Benetzung betroffenen Muscovit-Sericit-Stirnflächen der Steinhausalp bei Guttannen (Haslital), 2050 in.

Tabelle 4.

	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	90
<i>Navicula perpusilla</i>	2	—	—	4	5	1	—	2	1	1	—	—	—	69
<i>Eunotia praeurpta</i>	—	1	—	2	1	1	+	3	—	—	—	—	+	69
<i>Pinnularia Brebissonii</i>	—	1	—	—	—	1	—	1	—	+	+	+	1	69
! <i>Navicula contenta</i>	—	1	2	1	—	1	—	1	2	—	—	—	1	62
<i>Frustulia saxonica</i>	2	2	—	—	1	1	2	+	—	—	—	—	2	62
<i>Tabellaria flocculosa</i>	2	+	-1-	—	—	—	4	+	—	2	—	2	2	62
! <i>Pinnularia borealis</i>	—	—	—	—	2	2	—	3	2	1	1	1	—	62
<i>Tetracyclus Braunii</i>	1	—	+	+	—	—	+	—	—	—	—	+	+	46
<i>Navicula atomus</i>	—	1	1	—	—	—	—	3	1	4-	—	—	+	46
<i>Eunotia bigibba</i>	—	—	2	1	—	—	—	1	1	1	—	1	—	46
<i>Eunotia arcus</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	+	—	—	1	1	46
! <i>Hantzschia amphioxys</i>	1	—	—	2	1	3	—	—	—	—	—	—	—	38
! <i>Melosira Eoeseana</i>	—	—	—	1	2	+	—	1	4	—	—	—	—	38
<i>Eunotia lunaris</i>	—	—	—	1	—	—	—	1	—	-1-	—	1	—	38
! <i>Microneis minutissima</i>	—	—	—	1	2	—	—	1	2	—	—	—	—	38
<i>Cymbella gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	1	38
<i>Cymbella microcephala</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	31
<i>Pinnularia parva</i>	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	23
<i>Melosira distans</i> var. <i>nivults</i>	—	—	—	—	±*	—	+	—	—	—	—	1	—	23
<i>Navicula rhynchocephala</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-f-	23
<i>Eunotia tetraodon</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-f-	—	15
! <i>Microneis exigua</i>	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	15
<i>Eunotia pectinalis</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
<i>Stauroneis anceps</i>	—	—	—	—	—	—	—	-4-	—	—	—	—	—	15
<i>Gomphonema subclavatum</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	15
<i>Pinnularia subcapitata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
! <i>Microneis lanceolata</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	8

* *Melosira Dickiei*.

48. *Pohlia longicolla* von schattigen Grottenflächen aus einer Balme der Unteraaralp, 1840 m, E. Exp.
49. *Brachythecium Starkei* aus einer Balme des Aarbodens in Nischen der Aplitfelsen, 1850 in, SE. Exp.
50. *Brachythecium Starkei* aus einer Bahne der Obaraaralp, 2475 in, S. Exp.
51. *Blindia acuta* aus einer südlich geöffneten, schmalen, stark feuchten Granit spalte des Unteraarbodens, 1860 m.
52. *Bryum ventricosum* aus einer tiefen, am Grunde mit Wasser gefüllten Quarzithöhle am sonnseitigen Talhang des Aarbodens, 1920 in.
53. *Bartramia ithyphylla* und *Pohlia tongicolla* aus humuserfüllten Phyllit-Spalten in der Ewigschneehornkette, 2850 in, S. Exp.
54. *Lophozia porphyroleuca* auf Torf vom Fuss einer Granitneigungsfläche des Aarbodens, 1850 in.
55. *Bryum paltescens* von einem Feinerdeanflug am Fusse von Serecit- und Gneisswänden der Ewigschneehornkette, SW-Hang, 2900 in.
56. *Aulacomnium palustre* var. *imbricatum* aus einem steilen Pionierrasen einer Schutthalde auf serecitischem Gneise und Glimmerschiefer am Unteraargletscher an der Ewigschneehornkette, 2900 m, SW. Exp.
57. *Philonotis seriata* von flachen Bachalluvionen des Gelmerbodens, 1835 in.

An Diatomeen wurden weiterhin beobachtet

- in 45: *Eunotia exigua* und *Rhopalodia gibba*;
 in 47: *Cymbella affinis*;
 in 49: *Eunotia triodon* und *Pinnularia major*;
 in 51: *Denticula elegans*, *Eunotia parallela*, *Anomoioneis serians* und *Comphonema intricatum*;
 in 54: *Eunotia Faba*, *Neidium Iridis* und *Cymbella ventricosa*;
 in 57: *Cymbella Cesatii* und *Ceratoneis arcus*.

Im Komplex der vom xerotischen Typus übernommenen Arten sind weitgehende Veränderungen eingetreten. Durch das Fehlen von *Navicula mutica*, *Achnanthes coarctata* und *Navicula cincta* ist ihre Zahl von 10 auf 7 gesunken. Unter den verbleibenden Arten erreichen *Pinnularia borealis* und *Navicula contenta* den relativ höchsten Konstanzgrad, dann folgen in weitem Abstand *Hantzschia amphioxys*, *Melosira Roeseana* und *Microneis minutissima*. Am seltensten sind *Microneis exigua* und auffälligerweise auch *Microneis lanceolata*.

Unter den «Zusatzarten» geben *Eunotia*- und *Pinnularia*-Arten, gemeinsam mit *Navicula perpusilla*, *N. atomus*, *Frustulia saxonica*, *Tabellaria flocculosa* und *Tetracyclus Braunii* den Ton an, während die *Cymbellen* zurücktreten. Ein ähnliches Bild dystrophen Charakters weisen auch die Schneetälchen-, Trichophoretum- und feuchten Nardetum-Moose auf (vergl. pag. 3).

Auch ein *Sphagnum compactum*-Polster von der Oberaaralp aus 2480 m Höhe enthielt einen vorwiegend aus Eunotien und Pinnularia bestehenden Besatz (*Eunotia paludosa*, *E. praerupta* var. *inflata*, *E. bigibba*, *E. gracilis*, *E. exigua*, *Pinnularia appendiculata*, *P. borealis*, *P. major* und *P. viridis*, dazu *Frustulia saxonica*, mehrere *Cymbellen* und *Anomoioneis serians*), unter denen aber ausgesprochen sphagnophile Formen fehlen. Beachtenswert ist ferner das Auftreten von *Melosira distans* var. *nivalis* in Moosen, in denen sie bis 2900 m (Probe 56) steigt. Ziemlich zahlreich fand sie sich auch in einem auf der Gelmeralp (1835 m) zwischen Blöcken in tiefem Schatten gewachsenen *Alicularia compressa*-Polster in Gesellschaft von *Tetracyclus Braunii*, *Tabellaria flocculosa*, *Neidium dubium*, *Anomoioneis serians*, *Eunotia parallel*«, *Eunotia praerupta* var. *curta*, *E. triodon*, *E. major*, *E. exigua*, *E. lunaris*, *Frustulia saxonica*, *Pinnularia appendiculata*, *E. subcapitata*, *P. major*, *Cymbella microcephala*, *C. ventricosa* und *Surirella linearis*, ferner auch ziemlich häufig in einem *Philonotis*-Rasen aus einer *Cardamine amara*-Quellflur vom Gletschboden am Rhönegletscher (1750 m) mit verschiedenen *Eunotien* (auch *E. Faba*), *Eucoconeis minuta* var. *minor*, *Neidium affinis* f. *minor*, *Frustulia saxonica* und *F. vulgaris*, *Anomoioneis brachysira*, *Pinnularia parva* u. a., *Gomphonemen*, *Surirellen* und *Stenopterobia anceps*. Als höchstansteigende Diatomeen erwiesen sich nach den untersuchten Proben *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys*, die in einem *Grimmia sessitana*-Pölsterchen vom Zinkenstockgipfel in 3107 m, sowie in Rasen von *Barbula rigidula*, *Ditrichum flexicaule* var. *densum* und *Ctenidium procerrimum* vom Oberaarhorn in 3300 m in geringer Zahl zu finden waren. Weitere in die Nivalstufe reichende Kieselalgen wurden bereits von EHRENBERG (cit. nach SCHRÖTER) aus selbst und von SCHLAGINTWEIT gesammelten Moosen gewonnen.¹

Von den Moosen des Grhnselgebietes erwiesen sich frei an Diatomeen vor allem solche, die sich als erste Pioniere auf den durch den Rückgang des Aaregletschers blossgelegten, humus-

¹ G. HUBER-PESTALOZZI (Die Schwebeflora [das Phytoplankton] von Seen und Kleingewässern der alpinen und nivalen Stufe, in SCHRÖTER) nennt als höchstansteigende Kieselalgen der Schweiz (aus dem Lej della Pischa aus 2770 m Höhe) *Melosira italica* und *Tabellaria fenestrata*.

armen Quarzsanden angesiedelt hatten (über deren Sukzessionen vergleiche die eingehende Monographie von FREY), wie *Aongströmia longipes* und *Pohlia gracilis*. Auch *Anthelis julacea-Gymnomitrium varians* - Decken junger Alluvion-Schneetälchen auf fast reinem Quarzsande vom Bächliboden (2170 m) waren noch nicht von Diatomeen belebt, ebenso nicht eine ebensolche in etwa 2 km Entfernung des Unteraargletschers (1860 m), in welcher ausserdem *Aplozia Schiffneri*, *Webera gracilis* und *Blasia pusilla* vertreten waren. Dasselbe negative Resultat ergaben z. B. auch zwischen *Cladonia crispata*-Rasen gewachsene *Pohlia nutans*-Polster von trockenen, rohhumusbedeckten Rundhöckern des Unteraarbodens (1940 m), in einem Aspicietum cinereae trockener Gneißschliffflächen des Aarebodens (1850 m) angesiedelten *Grimmia sessitana*-Pölsterchen u. a. m.

Kurz hingewiesen sei noch auf die Proben 48, 49 und 50, die aus Halmen stammen und einen Beitrag für den in neuester Zeit erblühenden Zweig der speläologischen Forschung bieten, zumal die Untersuchungen über Höhlen und Halbhöhlen bewohnende Diatomeen noch sehr spärlich sind. MowroN und GAMS führen in ihrer Darstellung der pflanzlichen Höhlenbewohner nur einen Besatz aus der Lurhöhle bei Peggau an, der vorwiegend aus *Fragilaria mutabilis* bestand, neben der vereinzelt, nicht näher bestimmte Exemplare anderer Gattungen (z. B. *Pinnularia*) auftraten. Als weitere Höhlenbewohner nennt SCHRÖDER aus einer natürlichen Grotte des Zobten *Melosira Roeseana*, *Fragilaria virescens*, *Pinnularia borealis* und *Hantzschia amphioxys* HUsTEDT (3) aus einer Hängestehöhle desselben schlesischen Gebirgsstockes *Melosira Roeseana*, *Navicula Kotschyi* (dom.) und *Pinnularia borealis*, sowie aus einer Grotte derselben Herkunft in einer Probe *Eunotia bigibba*, *Navicula contenta* und var. *biceps* und *Pinnularia borealis*, in einer zweiten Probe folgende reiche Diatomeenansammlung: massenhaft *Fragilaria construens* var. *venter*, sehr häufig *Navicula perpusilla*, häufig *Microneis lanceolata*, *Caloneis Schroederi*, *Diploneis ovalis* var. *oblongella*, *Pinnularia nodosa*, vereinzelt *Eunotia praerupta*, *E. gracilis*, *Cocconeis placentula*, *Diploneis ovalis* (typ.), *Caloneis fasciata*, *Frustulia vulgaris*, *Navicula pseudobacillum*, *Pinnularia lata* und var. *latestriata*, *P. borealis*, *P. stauroptera*, *P. viridis*, *Stauroneis*

acuta, *S. Smithii*, *Cymbella aspera*, *C. ventricosa*, *Gomphonema subelavatum*, *Nitzschia dissipata* und *N. Frustulum*. HERZBAUD führt *Surirella spiralis* und *Campylodiscus hibernicus* var. *noricus* aus Höhlen der Auvergne auf. PEDICINO traf in Thermalhöhlen an feuchten Wänden Massenkulturen von *Rhopalodia gibberula*, gemeinsam mit *Navicula ambigua*, *Surirella* und *Nitzschia thermalis* an. Unter den Arten der Grimselbalmen zählt *Melosira Dickiei* zweifellos zu den interessantesten Formen. Sie findet anscheinend an ihrem lichtarmen Standorte ähnliche Lebensbedingungen wie in den engen, feuchten Felsentälern des Elbsandsteingebirges. Erwähnt sei an dieser Stelle noch, dass eine Rasenprobe von *Desmatodon cernuum*, die ich in einer *Saxifraga arachnoidea*-Balme am Monte Tombea in Südtirol in 1870 m sammelte, keine Diatomeen enthielt. Das Moos überzieht in dichtem Rasenschluss die vorderen, lichtreichen, gegen Süden geöffneten Balmenteile, während weiter einwärts im Halbschatten die hygrophile Saxifrage in hunderten von Exemplaren den feinen Kalkgrus als zarte zusammenhängende Decke überspinnt.

Zusammenfassend ergeben die vorliegenden Untersuchungen die Anwesenheit von zwei Typen von Diatomeenkombinationen in Moosen, eines xerotischen Typus, der an Moose trockener Standorte geknüpft ist und in seinem Artenbestande mit dem der deutschen Moose übereinstimmt, und eines hydrotischen Typus, der in den Moosen feuchterer Standorte anzutreffen ist. Für letzteren liefern die meso- bis hygrophilen Moose von Salzburg eine Fazies auf Kalk, die Moose der subalpinen bis nivalen Stufe des Grimselgebietes eine solche auf Urgestein. Als typischste, wenn auch sehr seltene Moosbewohnerin erwies sich *Melosira Dickiei*, neben der *Tetracyclus Braunii*, *Denticula elegans*, *D. tenuis*, *Grunowia sinuata*, *Navicula perpusilla*, *N. Rotaeana*, *N. atomus*, *Pinnularia Brebissonii* und einige *Eunotien* und *Cymbellen* für feuchte Moose bezeichnend sind. Auf die Herkunft der beiden unterschiedenen hydrotischen Fazies aus den Alpen deutet vor allen das Vorkommen von *Melosira distans* und *Cymbella Austriaca*, in geringerem Grade dasjenige von *Tetracyclus*, der *Denticula*-Arten, von *Grunowia*, *Diatoma hemale*, *Eunotia bigibba* und *Cymbella delicatula*. Der xerotische, Typus, dessen Hauptindikator en *Pinnularia borealis*, *Hantzschia*

amphioxys, *Melosira Roeseana* und *Achnanthes coarctata* sind, tritt in den Alpenmoosen, abgesehen von vereinzelt neuerscheinenden Arten, in derselben Zusammensetzung auf wie in den nord- und mitteldeutschen Moosen. Die Verteilung und die wechselnden Konstanzverhältnisse seiner Glieder in den verschiedenen Typen sind an Hand der vorliegenden Untersuchung und der früheren über die deutschen Moose (1) folgende:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Pinnularia borealis</i>	100	100	100	100	42	83	64	62
<i>Hantzschia amphioxys</i> □	100	94	100	67	92	42	64	38
<i>Belosira Roeseana</i>	75	65	48	50	8	58	73	38
<i>Navicula contenta</i>	69	59	35	—	42	50	55	62
<i>Illicr oneis minutissima</i>	50	35	57	100	67	50	73	38
<i>Navicula tanceolata</i>	50	81	52	33	83	25	45	8
<i>Navicula mutica</i>	50	47	65	83	83	42	64	
<i>Achnanthes coarctata</i>	6	35	39	33	8	—	18	
<i>Navicula cincta</i>	6	18	27	17	8	17	45	—
<i>illicroneis exigua</i>	6	23	22	50	17	—	18	15

In dieser Liste geben die Kolonnen I und II die prozentualen Konstanzverhältnisse des xerotischen Typus der Alpen (vergl. Tab. 1 und 2), III diejenigen der deutschen Moose, IV, V und VI diejenigen des mesophytischen Typus deutscher Moose und VII und VIII diejenigen des hydrotischen Typus der Alpenmoose (vergl. Tab. 3 und 4) wieder. So grob diese Vergleichswerte auch sein mögen, so gewähren sie doch einen Einblick in die bevorzugten Standorte der einzelnen Arten und bieten damit gleichzeitig gewisse Anhaltspunkte, die auf die Lebensansprüche dieser Kieselalgen schliessen lassen.

In ökologischer Beziehung wurde ferner festgestellt, dass ausser verschiedenen *Eunotien* auch mehrere als silikol bezeichnete *Pinnularien* weder kalkscheu oder kalkfeindlich sind, noch dass namentlich *Pinnularia borealis* Kalk sehr gut verträgt. Die Eingliederung dieser und einiger anderer Arten des xerotischen Typus in die Gruppe der stenothermen Kaltwasser- oder psrophilen Arten kann auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nur mit Vorbehalt gemacht werden. Diese Arten treten zwar gern in Begleitung von staktophilen Arten an feuchten oder überrieselten, durch geringe und wenig veränderliche Tempera-

turschwankungen ausgezeichneten Felswänden auf, doch spricht ihre Wiederkehr in Moosen von trockenen Standorten, die sich zum Teil durch die Insolation stark erwärmen, nicht dafür, dass sie zu ihrem Gedeihen an ein schmales und tiefliegendes Temperaturoptimum gebunden sind.

Als neu für die Alpen wurde *Melosira Dickiei* und *Eunotia Faba* festgestellt; als wesentlich häufiger, als bisher angegeben wurde, erwiesen sich besonders *Pinnularia borealis* und *Melosira Roeseana*. Bei *Eunotia praeurupta*, *E. arcus* und *Pinnularia* cf. *Brebissonii* konnten innere Schalen festgestellt werden.

Berlin-Dahlem,

Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.

Schriftenverzeichnis.

- BACHMANN, II. Beiträge zur Algenflora des Süßwassers von Westgrönland. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, B. 8, 1921.
- BEGER, H. Beiträge zur Ökologie und Soziologie der luitlebigen (ahnophylischen) Kieselalgen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, B. XLV, 1927.
- Assoziationsstudien in der Waldstufe des Schanfigg. Jahresberichte der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden. NF. B. LXI, LXII, 1921/23.
- BRUN, J. Diatomees d'eau douce de File de Jan Mayen. K. Svensk, Vet.-Akad. Handlingar B. 26, 1900.
- CARLSON, G. W. F. Süßwasseralgen aus der Antarktis, Südgeorgien und den Falklandsinseln. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901-1903, B. IV, 14, 1913.
- CHAPPUIS, P. A. Die Tierwelt der meterirdischen Gewässer. In A. TRENKLE, Die Binnengewässer. B. III, 1927.
- CLEVE, A. Beiträge zur Flora der Bären-Insel I, Die Diatomeen. K. Svensk Vet.-Akad. Handlingar, B. 26, 1900.
- DALLA TORRE, K. W. v. und SARNTHEIM, L. Gr. v. Die Algen von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein, Innsbruck, 1901.
- FREY, E., Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiete der zukünftigen Stauseen, Bern, 1922.
- GEITLER, L. Die Microphyten-Biocoenose der Fontinalis-Bestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Licht. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 10, 1922.
- HARNISCH, O., Einige Daten zur recenten und fossilen testaceen Rhizopodenfauna der Sphagneen. Archiv für Hydrobiologie. Bd. XVIII, 1927.
- HEINIS, F. Systematik und Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardegraden der Umgebung von Basel... Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, B. V, 1900.

- HERIBAUD, J. J. Les diatomees d'Auvergne. Clermont-Ferrand, Paris, 1893.
- HUSTEDT, FR. Die Bacillariaceen-Vegetation des Lunzer Seengebietes (Niederösterreich). Internationale Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie, B. 10, 1922.
- Die Kieselalgen. In L. RABENHORST, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, B. VII, 1927.
- Racillariales aus Schlesien I. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, B. XL, 1922.
- KRASSKE, G. Die Bacillariaceen-Vegetation Niederhessens. Abhandlungen und Bericht LVI des Vereins für Naturkunde zu Kassel, 1925.
- Diatomeen deutscher Solquellen und Gnadierwerke, Archiv für Hydrobiologie, B. XVIII, 1927.
- KOLBE, R. W. Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Seengebietes. In R. KOLKOWITZ, Pflanzenforschung, H. 7, Jena, 1927.
- Kunz, A. Grundriss einer Algenflora des appenzellischen Mittel- und Vorderlandes. Jahrbuch der St. Gallischen Naturforschenden Gesellschaft; B. 58, 1922.
- LAGERSTEDT, N. G. W. Sötvattens-Diatomaceer från Spetsbergen och Beeren I hand. Bih. till K. Svensk Vet.-Akad. Handlingar. B. 1, 1873.
- LIMANOWSKA, H. Die Algenflora der Limmat vom Zürichsee bis unterhalb des Wasserwerkes. Archiv für Hydrobiologie, B. VII, 1912.
- MEISTER, FR. Die Kieselalgen der Schweiz, Bern, 1912.
- MENZEL, R. über die mikroskopische Landfauna der schweizerischen Hochalpen, Diss. Basel, Berlin, 1914,
- MOBTON, FR. und GAMS, H., Höhlenpflanzen. In G. KYRLE. Speläologische Monographien, B. V. Wien, 1925.
- OLTMANN, FN., Morphologie und Biologie der Algen, B. III, 2. Aufl. 1923.
- PEDICINO, N. A. Pochi studi sulle Diatomee viventi presso alcune Ferme dell' Isola Ischia. Atti Acad. Scienze Fisiche-Napoli, 1867.
- PERAGALLO, M., Diatomées d'eau douce et diatomées d'eau salée. Deuxième expédition antarctique Traneaise (1908-1910), Paris 1921.
- PETIT, P. Journal de Micrographie, 1877.
- SCHRÖDER, B. Melosira, Roseana Rabh., eine leuchtende Bacillariacee. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, B. 34, 1914.
- STEINECKE, FR. Die Algen des Zehlaubruches in systematischer und biologischer Hinsicht. Schriften der physik.-ökonom. Gesellschaft in Königsberg, B. 56, 1915.
- TIMBAUD, M. Sur quelques haivacticides muscicoles des Alpes de Savoie. Bull. Isoc. zool. de France, B. LII, 1927.
-