Flechten und Moose in den Versuchsflächen einer Nardusweide auf der Schiningeplatte bei Interlaken : Einführung

Autor(en): **Frey, Eduard / Ochsner, Fritz / Lüdi, Werner**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich**

Band (Jahr): **- (1946)**

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-377507

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

FLECHTEN UND MOOSE IN DEN VERSUCHSFLÄCHEN EINER NARDUSWEIDE AUF DER SCHINIGEPLATTE BEI INTERLAKEN

Von *Eduard Frey*, Bern, und *Fritz Ochsner*, Muri/Aargau,
mit einer Einführung von *Werner Lüdi*, Zollikon

Einführung

Von *Werner Lüdi*

Im Jahre 1930 pachtete ich auf der Schinigeplatte bei Interlaken ein Stück Großviehweide mit der Absicht, in langjährigen Versuchen die Bedingtheit des subalpinen Nardetums näher zu untersuchen. Die Weide liegt an einem sanft geneigten Südhange in 1930 bis 1950 m Meereshöhe. Die Bodenunterlage wird von unterem Dogger gebildet, der einen feinerdigen und meist tiefgründigen, stark sauren Boden abgibt (pH etwa 4,5), mit einem beträchtlichen Gehalt an gebundenen Nährstoffen. Im Rasen dominierte das Borstgras, *Nardus stricta*, und mit ihm zusammen eine Anzahl weiterer Magerkeitszeiger, wie *Arnica montana*, *Campanula barbata*, *Luzula multiflora*, *Sieversia montana*, *Gentiana Kochiana*, *Potentilla erecta*, *P. aurea*, und die azidophilen Zwergsträucher *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *uliginosum* und *vitis idaea* waren sehr verbreitet. Der Bestand ist zum sogenannten subalpinen Nardetum zu rechnen. Nur wenige Flecke der Vegetation zeigten günstigeres Gedeihen, mit vorherrschenden Arten der Frischwiese. Diese befanden sich an Stellen mit etwas anderer Bodenbeschaffenheit, die sich namentlich in geringerer Azidität äußerte.

Die Versuche, die wir in diesem Nardetum ausführten, bezogen sich auf Düngungen verschiedener Art sowohl im bestehenden Rasen als auch in Flächen, auf denen nach der Entfernung des Nardetumrasens die Ansaat eines neuen Rasens aus einer Mischung guter, einheimischer Futterpflanzen und Nardetum-Unkräutern vorgenommen wurde. Ebenso wurde die Rasenerneuerung ohne Ansaat auf dem bloß geschäl-

ten oder auf geschältem und gründlich umgehacktem, von Pflanzenresten gesäubertem Grunde verfolgt. In einzelnen Versuchsgruppen wurde jedes Jahr gedüngt und geerntet. In andern wurde während zwei, vier oder sechs Jahren nur gedüngt, so daß sich ein Nährstoffkapital im Boden ansammeln und der Rasen auf die neuen Existenzbedingungen umstellen konnte. Dann hörte die Düngung auf und in den folgenden Jahren nutzten wir regelmäßig ohne Düngung, mit dem Ziel, den wieder einsetzenden Vermagerungsprozeß des Rasens zu verfolgen.

Eine Versuchsgruppe umfaßte in der Regel Flächen, die ungedüngt blieben, solche mit Kalkkarbonat-Düngung, mit NPK-Düngung und mit NPKCa-Düngung. Außerdem wurden Versuche mit einzelnen oder einer Verbindung von zwei Düngstoffen ausgeführt. Als normales Düngungsquantum galten pro Quadratmeter Rasen: 20 g Ammonsulfat (20%), 40 g Superphosphat (etwa 20%), 40 g Kalisalz (30%), 200 g Kalziumkarbonat, 50 g Thomasschlacke. Neben diesen Quanten wurden auch die halben, doppelten, drei- und vierfachen Düngermengen in Anwendung gebracht und außer dem Mineraldünger frischer Stallmist, im Gehalt etwa der mineralischen Volldüngung entsprechend und saurer Kompost aus dem geschälten Rasen verwendet. In einer weiteren Versuchsreihe sättigten wir die Azidität des Bodens teilweise oder bis zum Neutralpunkt ab. Insgesamt erhielten wir 17 Versuchsreihen.

Die einzelnen Versuchsflächen maßen nur 1 Quadratmeter; aber innerhalb einer Reihe wurde jeder Versuch fünfmal ausgeführt, um Mittelwerte zu erhalten und Ungleichheiten in den Umweltbedingungen auszuschalten, wie sie sich etwa aus den einleitend erwähnten lokalen Bodenverschiedenheiten ergeben konnten. Um jede Fläche herum behandelten wir einen Rasenstreifen von 30 cm Breite gleich wie die Versuchsfläche. Dadurch sollten direkte Einwirkungen des umliegenden Rasens auf die Versuchsfläche verhindert werden. Auch wurden im Randbezirk die Proben zur Bodenuntersuchung entnommen. Die Anordnung der Dauerflächen erfolgte in nebeneinanderliegenden Reihen von zehn am Hang übereinanderliegenden Quadraten. Die einzelnen Flächen waren jeweilen 1 m voneinander entfernt, so daß neben den behandelten Rändern von 30 cm Breite noch 40 cm unbeeinflußter Zwischenraum verblieb. Die ganze Anlage war also schachbrettartig geordnet und die verschieden behandelten Flächen jeder Reihe wurden in regelmäßigem Mosaik verteilt.

Seit dem Beginn der Arbeiten sind 16 Sommer verflossen. Einige Ergebnisse wurden bereits als vorläufige Mitteilungen veröffentlicht; sie betreffen nur die Blütenpflanzenvegetation [1]. In den Versuchsflächen traten aber auch Moose und Flechten auf, wobei die Flächen zum Teil, je nach der Behandlung, auffallende Unterschiede aufwiesen. Bereits vor Jahren haben die Herren Dr. Ed. Frey (Flechten), Dr. Ch. Meylan, Dr. M. Jäggli, Dr. F. Ochsner (Moose) die Freundlichkeit gehabt, von mir gesammelte Proben dieser Moos-Flechtenflora zu bestimmen. Ein solches Vorgehen war sehr lückenhaft und unbefriedigend. So habe ich denn die Herren Dr. Frey und Dr. Ochsner eingeladen, die Versuchsweide zu besuchen und dort die wegen ihrer Kryptogamenvegetation interessanteren Versuchsreihen selber durchzuarbeiten. Das geschah in den Sommern 1945 und 1946. Ich möchte hiermit den beiden Herren für ihre Bemühungen den besten Dank aussprechen. Wir bringen im Nachstehenden die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die auch als Basis dienen sollen zu einer weiteren Kontrolle gegen Ende der noch für fünf Jahre vorgesehenen Arbeiten in der Versuchsweide.

Die Flechtenvegetation

Von *Eduard Frey*

Dr. W. Lüdi, Direktor des Geobotanischen Instituts Rübel in Zürich, hat mich im Sommer 1945 beauftragt, in seinen Versuchsflächen auf der Schinigeplatte ob Interlaken die Flechtenbedeckung zu bestimmen. Dieser Aufgabe unterzog ich mich um so freudiger, als man wohl annehmen durfte, daß die seit vielen Jahren gründlich angelegten und durchgeführten Versuche auch für die Ökologie einiger Flechtenarten wertvolle Ergebnisse zeitigen würden. Am 13./14. August 1945 habe ich die Versuchsgruppen I bis IV und VII bis IX mit insgesamt 150 Flächen untersucht.

Meinem Freund Lüdi danke ich an dieser Stelle für die Einführung in seine Versuchsprobleme, die Einsicht in sein großes statistisches

[1] Vgl.: Werner Lüdi, Förderung der Selbstversorgung unseres Landes durch die Verbesserung der Alpweiden. Schweiz. Landw. Monatshefte **19** 1941 (6 S.). – Experimentelle Untersuchungen im subalpinen Nardetum. Verhandl. Schweiz. Naturf. Ges. Locarno 1940 (S. 160–162). – Alpweideverbesserungsversuche auf der Schinigeplatte bei Interlaken. Sitzungsber. Bern. Bot. Ges. aus dem Jahre 1941, in Mitt. Naturf. Ges. Bern **1941** 1942 (XVII–XX).

Material, das ich in den folgenden Ausführungen mitverwendet habe und für die freundliche Aufnahme auf der Schinigeplatte. Zugleich sei der Stiftung Rübel für diese Studiengelegenheit gedankt.

Die Versuchsflächen

Die verschiedenen Behandlungsweisen sind gekürzt in Lüdi, 1941, beschrieben. Eine abschließende Arbeit Lüdis wird später erscheinen. Die Einzelheiten, soweit sie die von mir untersuchten Quadrate betreffen, ergeben sich aus den Legenden zu den Tabellen 1 bis 6.

Die Flechtenarten

In rund 250 Quadratmeter ziemlich einheitlichem und dichtschließendem alpinem Weiderasen kann man keine große Zahl von Flechtenarten erwarten. Um so mehr, da ja auch die Umgebung des Alpengartens stark beweidet und außerdem von menschlicher Wirtschaft und menschlichem Verkehr stark beeinflußt ist. Unten ist die Weide begrenzt von Felsabsätzen und vom subalpinen Fichtenwald. Die benachbarten Gratfelsen tragen hauptsächlich kalkholde Flechten, die in einem sauren Weiderasen keine Existenz finden. Heidige Stellen mit Erdblößen sind in der Umgebung wenig vorhanden, und so ist für Ansiedlung einer etwas variierenden Flechtenflora keine Gelegenheit.

Artenliste	Abkürzungen in den Tabellen
Cladonia fimbriata (L.) Fr.	*fimbr.*, *fi.*
– – var. *radiata* Coem.	*fi. rad.*
– *coniocraea* (Flk.) Wainio	*con.*, *conioc.*
– *pyxidata* var. *pocillum* (Ach.)	*poc.*
– – var. *chlorophaea* Flk.	*chl.*, *chlor.*
– – – f. *costata* Flk.	*chl.* cost., cost.
– – – f. *pachyphyllina* (Wallr.) Wainio	*chl. p.*, *pach.*
– *coccifera* var. *pleurota* (Flk.) Schaer.	*pleur.*
– *furcata* (Huds.) Schrad.	*fu.*, *furc.*
Cladonia Thalli (meist *fimbriata* + *chlorophaea*)	*Th.*
Cetraria islandica (L.) Ach.	*Cet. isl.*
Peltigera rufescens (Weis.) Humb.	*P. ruf.*, *P. r.*
– *erumpens* (Tayl.) Wainio	*P.*, *Pelt.*
– *Hazslinskyi* Gyeln.	*P. Hazsl.*
Psoroma hypnorum Gray	*Psoroma*

Collema sp. und eine Flechtenkruste (in Quadrat 41) mit Perithezien, bei denen schwer zu entscheiden ist, ob es sich um zugehörige Früchte handelt oder um einen parasitischen Pilz auf einer morbiden Flechtenkruste.

Über das Artrecht der *Peltigera Hazslinskyi* möchte ich mich in einer späteren Arbeit äußern. „Peltigera" in den Tabellen 1–6 kann *P.erumpens* oder *P.Hazslinskyi* bedeuten.

Gruppen I und IV

Tabelle 1

Gruppe I. Quadrate 1–8, 11–19, 21–29, 31–39. Die Quadrate 17, 21 und 31 fallen weg (siehe Text!). Oktober 1930 geschält und gehackt, angesät. Sechsmal gedüngt (1932 bis 1937) ohne Nutzung; seit 1937 Nutzung ohne Düngung. *p*H-Bestimmung 1945, ebenso die letzte floristische Aufnahme [1].

Düngung O	Ca	NP	NK	PK	NPK	NPKCa
1. **55** *4,4* 55 fimb. rad. + pleurota	2. **0** *6,7*	3. **0** *4,5* + Th.	4. **1** *4,3* 0,55 Thalli 0,2 fi.rad. 0,25 chl.p.	5. **0** *4,9*	6. **2,5** *4,9* 2,5 chlor.	7. **0** *6,1* 1 Pelt.
8. **3,4** *5,3* 3 furcata 0,2 chlor. 0,2 fimbr.	11. **0** *6,6* 18. **0** *6,0*	12. **0** *4,8* 19. **0** 1 P.r.	13. **9** *4,5* 8 chlor.p. 1 fimbr.	14. **1,4** *4,8* 1 furcata 0,2 chl. 0,2 fimb.	15. **0,75** *4,3* 0,5 chl.p. 0,25 fimb.	16. **0** *5,5*
25. **5,5** *4,2* 3 fimbriata 2 chl.cost. 0,5 furcata + pocillum	26. **0** *6,4*	27. **0** *4,4*	28. **7** *4,1* 2 furcata 1 fimbriata 1 chlor. 1 Cet.isl. 2 Psoroma	22. **0** *4,6* 29. **0** *4,6*	23. **1,8** *4,3* 1 pocillum 0,5 chlor. 0,3 fimbriata + coniocr. 0,5 P.ruf.	24. **0** *5,7* 32. **0** *6,8* 2 Pelt.
33. **1** *4,6* furcata	34. **0** *6,8*	35. **0,5** *4,7* chl.	36. **6** *4,5* chlor.pa.	37. **0** *4,6* 1 P.Hazsl.	38. **0** *4,6*	39. **0** *6,3*

[1] Legende zu den Tabellen 1–6. Die erste Zahlenreihe links in jeder Kolonne = Nummer der Versuchsfläche. Die zweite Zahl (**halbfett**) = Gesamtdeckung in % aller azidophilen Arten: Cladonien, Cetrarien und Psoroma (also ohne Peltigera). Die Zahlen vor den Flechtennamen geben die % der Deckung der einzelnen Arten oder Varietäten an, d.h.: 1 = 1 dm² im m². Ein + vor dem Namen heißt: Deckung weniger als 0,1 %. Die *kursiv* gedruckten Zahlen geben das *p*H der Flächen an (Mittel zwischen 2 Proben). Die Proben für die *p*H-Bestimmungen wurden in ca. 5 cm Bodentiefe entnommen.

Die Cladonien verschwinden selbstverständlich unter dem Einfluß der Ca-Düngung, um so mehr, weil ja dadurch der Boden fast neutralisiert wird (*p*H 6,6–6,8). Aber sie verschwinden auch ganz bei der NP-Düngung, obschon das *p*H des Bodens fast genau gleich ist wie in den Quadraten ohne Düngung (*p*H 4,2–5,3, mit NP: 4,6–4,8). Bei NK-Düngung ist das *p*H 4,1–4,5, die Flechtenbedeckung 1–9%, bei PK-Düngung ist das *p*H 4,6–4,9, die Cladonienbedeckung in drei Quadraten = 0, nur in einem Quadrat = 1,4%, also auch gering. Somit gibt nicht das *p*H den Hauptausschlag, sondern die Anwesenheit oder das Fehlen von Ca und P. Phosphor ist also den Cladonien besonders ungünstig; der Einfluß von P überwiegt teilweise den Einfluß der Boden-

Tabelle 2

Gruppe IV. Quadrate 66 bis 70, 76 bis 90. Juni 1931 geschält, nicht gehackt, nicht angesät. Erste Düngung 1931/32, 1934 keine Düngung, von 1935 an regelmäßig, von 1939 bis 1942/43 wird die NPKCa-Düngung dreifach gegeben. Nutzung seit 1934, *p*H-Bestimmung 1943.

Düngung O	Ca	NPK	NPKCa
66. **2** *4,5* 1 chlor. 1 fimbr. + furcata	67. **0** *6,7*	68. + *4,5* Thalli	69. **0** *6,8*
70. **1** *4,9* 0,8 fi.rad. 0,2 chlor.	76. **0** *6,4*	77. **0** *4,4* (nackt 17 %) stark rasig)	78. **0** *6,7*
79. **0,5** *4,9* 0,4 fimbr. 0,1 chlor. + furcata	80. **0** *6,7*	81. **0,25** *4,4* 0,1 fimbr. 0,1 chlor. + con. + fu.	82. **0** *6,9* 1 Collema
83. **0,5** *4,6* Cl. thalli 0,5 Peltig. 5 Polytr. jun.	84. **0** *6,8*	85. **1** *4,5* 0,5 Thalli 0,3 fimbr. 0,2 chlor.	86. **0** *7,2*
87. **0,5** *4,7* 0,3 pleurota 0,1 fimbr. 0,1 chlor. + Thalli	88. **0** *6,8*	89. **1** *4,7* 0,9 fimbr. 0,1 Thalli	90. **0** *7,1*

azidität. Die kleinen Unterschiede zwischen der NP- und der PK-Düngung fallen nicht ins Gewicht, dagegen ist interessant, daß die NK-Düngung bei einem *p*H von 4,1–4,5 eine Cladonienbedeckung von 1–9% erlaubt. Es scheint sogar, als ob N und K die Wirkung von P zum Teil aufheben könnten, wenn man die Quadrate 6 und 23 berücksichtigt. Die Vegetation in Quadrat 6 ist ein dichter, qualitativ guter Rasen, allerdings mit einigen Lücken von abgestorbenen Horsten (6% nackt nach Lüdi).

Bei NPK-Düngung und einem *p*H von 4,3–4,9 ist die Cladonienbedeckung 0–2,5%. Nach Lüdi führte die NPK-Düngung „anfänglich zu einem üppigen Wachstum, besonders mit gewaltiger Entwicklung von *Festuca rubra*. Dann gingen die Horste auf einen kleinen Bruchteil zurück oder starben ganz ab, worauf Lücken entstunden, die sich gar nicht oder nur sehr langsam auffüllten". Solche absterbene Grashorste

sind aber ein ungünstiges Substrat für die Ansiedlung der langsam wachsenden Cladonienthalli. Bei NPKCa-Düngung fehlen die Cladonien gänzlich, was ebenso gut zu verstehen ist wie bei reiner Ca-Düngung.

Die *Peltigeren erumpens* und *rufescens* erweisen sich schon in dieser Gruppe als mehr neutrophile Arten. Aus dem einzigen Vorkommen von *Peltigera Hazslinskyi* c.fr. in Quadrat 37 bei einem *p*H von allerdings nur 4,6 wird man kaum ableiten dürfen, daß sie im Gegensatz zu ihren verwandten Arten *rufescens* und *erumpens* ausgesprochen azidophil sei. Mattik (1932) gibt für *P. erumpens* von zwei Standorten aus Tirol *p*H 6,24–6,32 und nennt sie azidophil. Nach ihrer Häufigkeit in recht verschiedenen Assoziationen ist sie wohl eher als euryion zu bezeichnen.

Auffällig ist die bedeutend schwächere Cladonienbedeckung in Gruppe IV, auch in den nie gedüngten Quadraten. Weil die Gruppe IV bis 1942/43 gedüngt wurde (Gruppe I nur bis 1937) und dazu noch die NPKCa-Düngung von 1939 an dreifach gegeben wurde, so frägt man sich, ob nicht doch beim Ausstreuen des Düngers Verwehungen desselben in die Nachbarquadrate vorkamen. Die *p*H-Werte sind allerdings bei den entsprechend behandelten Quadraten der Gruppen I und IV nahezu gleich. Aber die Cladonien sind sehr empfindlich gegen Bestreuung mit mineralischem Staub. Auf die oberflächliche Schicht kann eine Wirkung stattfinden, die sich in einer Tiefe von $\pm$ 5 cm, in welcher die *p*H-Proben entnommen wurden, nicht bemerkbar macht. Die Beeinflussung durch die Düngung von den Nachbarquadraten her ist also nicht absolut ausgeschlossen, obschon umgekehrt auch Beispiele dafür zeugen, daß die 40 cm breite Zwischenzone genügend isolieren kann. So grenzt zum Beispiel Quadrat 1 mit 55% *Cladonia fimbriata radiata* an die zwei mit Ca gedüngten Quadrate 2 und 11, die einen neutralen Boden besitzen und keine Flechten tragen. Wenn man aber bedenkt, daß die Quadrate 70, 79, 83 und 87 hangaufwärts je an ein Quadrat mit dreifacher NPKCa-Düngung grenzten, so war doch vielleicht eine Beeinflussung möglich.

Lüdi macht mich brieflich noch darauf aufmerksam, daß die ungleiche Behandlung ein Grund sein könnte. „Da Gruppe IV nicht angesät wurde, blieb der Boden viel länger locker als da, wo sich gleich im ersten Jahre überall kleine Horste bildeten. Nach Erfahrungen, die ich bei einem anderen Versuche machte, lösten sich die eingepflanzten Moos- und Flechtenrasen jeden Winter durch die Frostwirkung wieder

völlig los." Dies wird sicher im Anfangsstadium der Besiedlung wichtig sein. Später scheint aber die Entwicklung im umgekehrten Verhältnis zu verlaufen. In den floristischen Aufnahmen taxierte Lüdi im August 1943 die Erdblößen in Quadrat 66 mit 0%, Quadrat 70, 79 und 87 mit je 1 %und Quadrat 83 mit 2%, während er im August 1945 in der Gruppe I folgende Erdblößenprozente konstatierte: Quadrat 8: 4%, Quadrat 13: 6%, Quadrat 25: 5%, Quadrat 28: 12% und Quadrat 36 sogar 15%. Demnach wäre die dichtere Berasung in Gruppe IV vor allem als Konkurrenzerscheinung, als biotischer Faktor schuld an dem geringeren Flechtenbewuchs. So versteht man auch, daß nur in einem einzigen Quadrat der Gruppe IV *Peltigera* auftritt, während man gerade sie als raschwüchsige Blattflechte in einem lockeren Rasen erwarten sollte. Vielleicht war sie anfänglich da, wurde aber verdrängt. So raschwüchsig die Peltigeren sind, so rasch können sie auch wieder verschwinden, wie ich es im Nationalpark vor allem auf verlassenen Kohlenmeilern konstatiert habe, wo sie die Konkurrenz der Phanerogamen wenig zu fürchten hatten.

Abweichende Ergebnisse in den Gruppen I und IV und ihre Erklärung

Die Quadrate 17, 21 und 31 sind auch in ihrer Phanerogamenvegetation so abweichend, daß sie in den Tabellen weggelassen wurden. Ihr Boden enthielt größere Kalkbrocken, die entfernt wurden, um die Homogenität der ganzen Versuchsfläche nicht allzusehr zu stören. Dadurch wurden die Bodenverhältnisse doch stark beeinflußt. Eine ziemlich üppige Papilionaceenvegetation weist auf den begünstigten Bodenzustand hin und verunmöglicht die Ansiedlung von Flechten.

Der magere, niedrige Rasen von Quadrat 1 enthält 18% *Calluna*, 10% *Vaccinium vitis Idaea*, 12% *Campanula barbata*, 4% *Potentilla erecta* und andere Magerkeitszeiger. Quadrat 33 trägt 31% *Calluna*, 21% *Campanula barbata* usw. Hier ist das Wachstum der Weideunkräuter so stark, daß die Flechten gar nicht aufkommen. In den Quadraten 4 und 13 bedecken *Nardus* und *Calluna* je 24 (23) und 13%, in Quadrat 4 sind 8% und in Quadrat 13 6% Erdblößen vorhanden. So könnte man auch eine ähnliche Flechtenbedeckung erwarten, und doch ist der Unterschied deutlich. Beide Flächen haben von 1937 bis 1945 eine starke Gesamtveränderung durchgemacht. Die starke Verschiebung in der Vegetation kann sehr ungleiche Verhältnisse schaf-

fen. Flechten entwickeln sich dort am besten, wo stabile Verhältnisse bestehen; raschem Wechsel vermögen sie sich nicht anzupassen. Wenn zum Beispiel Quadrat 38 ganz ohne Flechten ist, obschon nach Lüdi im August 1945 28% Erdblößen vorkommen, so ist dies schon daraus zu verstehen, daß im Sommer 1937 *Festuca rubra* ssp. *commutata* und *Phleum alpinum* zusammen 60% deckten, im Sommer 1945 nur noch 11%. Solche Veränderungen ertragen die Flechten nicht.

Gruppen II, VIII und IX

Tabelle 3

Gruppe II. Quadrate 41 bis 60. Juni 1931 geschält und angesät. Düngung von 1932 bis 1942, Nutzung regelmäßig seit 1933. *p*H-Bestimmung 1945, und zwar wurde das *p*H in den Quadraten 42, 46, 50, 54 und 58 in drei Tiefen bestimmt, nämlich in 1,5 bis 2,5 cm, 5 bis 6 cm und 10 bis 11 cm. Es betragen die *p*H-Werte im Mittel 7,12, 7,00 und 6,95. Der Unterschied ist also so klein, daß wir für die Oberflächenschicht, welche das Flechtenwachstum bestimmt, die *p*H-Werte in allen unseren Tabellen 1 bis 5 als unwesentlich abweichend betrachten können. Die letzte floristische Aufnahme stammt vom August 1945.

Düngung O	Ca	NPK	NPKCa
41. **3,7** *4,7* 1 chlorophaea 0,5 coniocraea 0,2 furcata 2 Psoroma 1 Peltigera	42. **0** *7,3*	43. **1** *4,6* chlorophaea	44. **0** *6,9*
45. **3** *4,5* 1,5 furcata 1 chlorophaea 0,5 fimbriata	46. **0** *6,9*	47. **0,1** *4,5* chlorophaea	48. **0** *6,8*
49. **2** *4,4* 0,8 furcata 0,6 chlorophaea 0,6 fimbriata	50. **0** *7,3*	51. **0,1** *4,4* chlorophaea	52. **0** *6,6*
53. **6** *4,4* 3 fimbriata 2 chlor.costata 0,5 chlorophaea 0,5 furcata	54. **0** *7,0*	55. **1,5** *4,5* 0,4 fimbriata 0,3 chlorophaea 0,3 conioc. u. Th. 0,1 pleurota 0,1 furcata	56. **0** *6,8*
57. **1,5** *4,6* 0,8 pleurota 0,4 chlor. u. Th. 0,3 furcata	58. **0** *7,0*	59. **0** *4,3*	60. **0** *6,7*

Tabelle 4

Düngung O	Ca	NPK	NPKCa
Gruppe VIII			
191. **8** *4,8* 6 pleurota 0,9 chlorophaea 0,5 fimbriata 0,5 furcata 0,1 Cetr.isl.	192. **0** *5,8* 1,5 P.	193. **0** *4,7* 2 P. erumpens	194. **0** *5,9* 2 P.
195. **0,9** *5,1* + furcata 0,1 Thalli 0,8 Cetr. isl.	196. **0** *6,1* 1 P.	197. **0** *5,0* + Peltigera	198. **0** *5,8* 1,5 P.
199. **1** *4,9* 0,5 fimbriata 0,3 chlorophaea 0,2 furcata	200. **0,2** *5,8* fi.u.Th. 0,5 P.	201. **0,2** *5,0* Clad. thalli 0,4 Peltigera	202. **0,1** *5,9* Thalli 0,1 P.
203. **8** *4,6* 4 pleurota 2 Thalli 1 fimbriata 1 chlorophaea 0,2 Peltigera	204. **0** *5,5* 0,5 P.	205. **0** *5,1* + Peltigera	206. **0** *5,9* 1,5 P.
207. **3,3** *4,9* 1 fimbriata 1 chlorophaea 1 Thalli 0,1 coniocraea 0,2 furcata 0,5 Peltigera	208. **0,2** *6,1* furcata + fimbr. + chlor. + pleur. 0,5 P.	209. **1** *4,7* 0,5 furcata 0,3 Thalli 0,1 chlorophaea 0,1 fimbriata 5 Peltigera	210. + *5,8* Thalli 2 P.
Gruppe IX			
211. **1** *4,9* 0,4 fimbriata 0,2 chlorophaea je 0,2 furc. u. Thalli + Cet.isl.	212. + *5,9* + chl. + Cet. isl.	213. **4** *4,6* 2 pleurota 1 chlorophaea 1 Thalli je + fimb. u. furc.	214. **0,1** *5,3* Thalli 2 Pelt.
215. **3** *4,7* 0,5 pocillum 2 chlorophaea je 0,2 fimb. u. furc. je + Cet.isl u. P.	216. **0,1** *5,4* furcata 2 P.	217. **8** *4,5* 3 chlorophaea 3 pleurota 2 fimbriata je + coniocr.u.furc.	218. **0,1** *5,2* Th. u. furc. + Peltigera
219. **4,5** *4,5* 2,5 pleurota 1 furcata 0,5 fimbriata 0,5 chlorophaea + Peltigera	220. **0,7** *5,0* 0,5 Th. 0,2 fi. + furc.	229. **10** *4,5* 5 fimbriata 3 chlorophaea 2 Thalli 0,1 coniocraea je + pleur. u. poc.	230. **0** *5,3*

Gruppe VIII. Quadrate 191 bis 210. September 1931 geschält, gehackt und angesät, viermal gedüngt (1932/35), Nutzung seit 1935. Letzte floristische Aufnahme und *p*H-Bestimmung August 1944.

Gruppe IX. Quadrate 211 bis 230. Wie VIII, aber nur zweimal Düngung: 1932 und 1933.

Gruppe II. Eigentümlicherweise sind die Flächen ohne Düngung trotz der um fünf Jahre länger dauernden Düngung der übrigen Quadrate dieser Gruppe kaum schwächer mit Flechten bedeckt als in Gruppe I, wenn man dort das extrem beschaffene Quadrat Nr. 1 ausschließt. Eine Beeinflussung durch Nachbarquadrate scheint hier ausgeschlossen. Vielleicht entspricht das im Durchschnitt etwas niedrigere und homogenere *p*H der ungedüngten Quadrate in Gruppe II einem anderen biotischen Zustand. Die mit Ca und NPKCa gedüngten Quadrate sind ganz ohne Flechten, auch ohne Peltigera. Da ihr *p*H-Wert deutlich höher ist als in den entsprechenden Flächen von Gruppe I, so sind doch auch die Peltigeren insgesamt als leicht azidophil zu bezeichnen.

Gruppen VIII und IX. Man kann sich beim Vergleich der NPK-Flächen von Gruppe VIII und IX fragen, ob die größere verabreichte Düngermenge (4 statt 2 Jahre) mehr bedeutet oder das um 2 Jahre spätere Aufhören der Düngung. Die Gruppe VIII ist ein Invasionszentrum von *Peltigera erumpens*, die sich mit ihren Soredien in den niedrigen Rasen rasch einnisten kann. In Quadrat 209 tritt diese Art bei einem *p*H von nur 4,7 sogar mit 5% auf und erweist sich hier deutlich als azidophil. Der große Unterschied zwischen Quadrat 191 und 195 wird zum Teil dadurch verständlich, daß *Festuca rubra* ssp. *commutata* in Quadrat 191 nur 2% deckt, in Quadrat 195 10% (nach Lüdi, 1944), in Quadrat 199 deckt *Deschampsia flexuosa* 20%. Solche Horste sind den Flechten immer feindlich. Auch in den Flächen der Gruppe IX ist das Deckungsverhältnis von Festuca und Flechten reziprok, es beträgt in

Nr. 211	11% Festuca	1 % Flechten
Nr. 215	6% Festuca	3 % Flechten
Nr. 219	2% Festuca	4,5% Flechten.

Besonders auffällig äußert sich in dieser Gruppe auch die schlechte Nachwirkung der NPK-Düngung ohne Ca. Die Böden sind sehr sauer

(*p*H 4,5–4,6) und dazu unter allen Quadraten (ausgenommen Nr. 1) am stärksten mit Cladonien bewachsen. Dagegen zeigen die nur zweimal mit NPKCa gedüngten Flächen trotz ihres niedrigen *p*H-Wertes (5,2–5,3) nur Spuren von Cladonien. Kann man sich denken, daß noch Spuren des Ca-Gehaltes hier nachwirken? Man muß wohl, sonst wäre auch nicht der *p*H-Unterschied zu den NPK-Flächen so deutlich.

Tabelle 5

Gruppe III. Juni 1931 geschält und gehackt, nicht angesät. Düngung regelmäßig von 1932 bis 1942 (VIII.). Nutzung seit 1934.
Abt. a: Quadrate 9, 10, 20, 30, 40. Düngung mit Kuhmist, von 1937 an mit NPKCa.
Abt. b: Quadrate 61 bis 65. Ohne Düngung.
Abt. c: Quadrate 71 bis 75. Düngung bis 1937 mit NPKCa, dann mit Kuhmist.
In den Quadraten der Abt. a und c finden sich keine Flechten!

Gruppe b	61	62	63	64	65
Cladonia fimbriata ...	1	1	8	2	1
– *fimbriata radiata* ...	2,5	–	–	–	–
– *chlorophaea*	0,5	–	1	1	4
– *chlorophaea costata* .	0,75	0,5	–	–	–
– *pyxidata*	+	–	+	+	+
– *pleurota*	0,5	–	1	+	0,5
– *furcata*	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2
– *Thalli*	0,5	1	2	2	1
Cladonien total	**6**	**3,2**	**12,2**	**5,2**	**6,7**
Cetraria islandica ...	+	+	–	–	+
Psoroma hypnorum ..	–	1,5	0.5	–	–
Collema sp.	–	–	0,8	–	–
Peltigera erumpens ..	–	–	–	0,1	–

Die Zahlen bedeuten Deckungsprozente

Die Gruppe III (Tabelle 5) mit den drei Untergruppen a, b und c liefert ein eindeutiges Ergebnis. Der Kuhmist ist ein ausgesprochener Cladonienfeind. Es ist dies eine experimentelle Bestätigung einer alten praktischen Erfahrung. Daß die volle NPKCa-Düngung die gleiche Wirkung hat, haben schon alle andern Quadrate gezeigt. Die Wirkung erfolgt auf zwei Wegen: Erstens wird der Boden entsäuert und zweitens wird durch die beiden Düngungen ein dichter Rasen erzeugt, in dem Flechten unbedingt untergehen müssen. Dies zeigt sich in der folgenden Zusammenstellung:

Durchschnittswerte in den Abteilungen a, b und c nach Aufnahmen von Lüdi 1943 (Frey 1945)

	Rasenhöhe in cm	Festuca rubra + Phileum alp.	Klee-arten	Plantago alpina	Flechten
Abt. a	20–40	45%	28%	+	—
Abt. b	kaum 5	7%	—	35%	7,1%
Abt. c	20–40	55%	18%	1%	—

Die niedrigen Rasen von *Plantago alpina* gönnen den lichtliebenden Flechten noch einige Existenz, in den höheren Grashorsten ersticken diese.

Tabelle 6

Gruppe VII. 1931 im Juni gehackt, im September angesät. Die Quadrate 171 bis 180 wurden durch Ca-Gaben auf *p*H 5,3 abgesättigt, die Quadrate 181 bis 190 auf *p*H 7. Die ungeraden Nummern wurden nicht gedüngt, die geraden Nummern mit NPK. Erste Düngungen 1932/33, von 1935 an jährlich bis 1942.

	ungedüngt						mit NPK		
	*p*H 5,3				*p*H 7		*p*H 5,3		*p*H 7
	171	173	175	179	181	183	172	174	182
Cladonia fimbriata .	+	+	0,05	–	–	–	–	–	–
– *chlorophaea*	+	+	–	–	–	–	0,05	–	–
– *pleurota*	+	–	–	–	–	–	–	–	–
– Thalli	+	+	0,1	0,1	–	–	–	0,2	–
Cladonien total ...	**1**	**0,1**	**0,15**	+	+	–	+	**0,2**	–
Cetraria islandica .	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Peltigera erumpens.	–	–	–	–	5	7	–	–	1

die nicht aufgeführten Flächen sind ganz ohne Flechten.

Gruppe VII (Tabelle 6). Hier fällt wieder die äußerst geringe Cladonienbedeckung auch der ungedüngten Flächen auf. Obschon die Quadrate zum Teil bis auf *p*H 5,3 abgesättigt wurden, sind nur Spuren von azidophilen Flechten da. Es fehlen auch die Peltigeren. Es ist also mehr der Kalk selber, der die Flechten verdrängt, weniger seine indirekte entsäuernde Wirkung. Deutlich ist nun hier das Vorkommen der *Peltigera erumpens*. Sie benimmt sich hier ausgesprochen neutrophil, eine Bestätigung dafür, daß wir sie nicht als azidophil, sondern als euryion bezeichnen müssen. Dies ist wohl daraus erklärlich, daß sie mehr noch als andere Peltigeren dem Boden nur leicht anhaftet und somit vom *p*H-Zustand des Bodens weniger beeinflußt wird.

Das Verhalten der Arten und Formen unter sich.

Die Cladonien und Peltigeren scheinen einander in ihrem Vorkommen fast auszuschließen. Dies beruht, wie wir sahen, auf dem *p*H-Zustand, aber vor allem auf dem Vorkommen von Kalzium. *Peltigera erumpens* scheint auch N und P nicht sehr zu lieben; wenn Ca und K dabei sind, tritt sie eher wieder auf. Die Cladonien vertreten sich untereinander ziemlich gleichmäßig; bald dominiert die eine, bald die andere Art. Und doch ist im Gesamtanteil der einzelnen Arten in den Flächen ein deutlicher Unterschied. Addiert man alle geschätzten Prozente (= dm^2) in den ungedüngten Quadraten und in denen mit NK- und NPK-Düngung, so ergeben sich folgende Gesamtflächen:

Düngungsform	0	NK	NPK
Cladonia fimbriata (inklus. *radiata* u. *coniocraea*) ...	84,3	2,2	9,5 dm^2
– *chlorophaea* (inkl. *costata u. pachyphyllina*)	22,5	15,5	12,5 dm^2
– *pleurota*	19,6	–	5,1 dm^2
– *furcata*	10,1	2,0	0,6 dm^2

Das ist insgesamt eine geringe Fläche. Es kämen noch dazu die Flächen mit bloßen Thallusschuppen. Von diesen muß man annehmen, daß sie, vielleicht ungefähr zu gleichen Teilen zu *Cladonia fimbriata* und *chlorophaea*, vielleicht aber auch mehr zu *Cladonia fimbriata* gehören. Die Thallusschuppen von *Cladonia pleurota* lassen sich unterscheiden, diejenigen der ersten zwei Arten nicht. Die Podetienbildung war fast immer eine kümmerliche, Apothecien sind sehr selten, auch bei der sonst gut entwickelten *Cladonia chlorophaea* f. *costata*. Man kann aus der Zusammenstellung kaum schließen, daß *Cladonia fimbriata* wegen ihrer größten Abundanz die azidophilste der Cladonien sei. Im Gegenteil: eher ist es *Cladonia pleurota*, die hier seltenste, weil sie vielleicht eher einen noch saureren Boden vorzieht, ebenso *Cladonia furcata*, die ihrer Verstrauchung wegen für rasige Bestände sich eignet.

Cladonia pyxidata v. *pocillum* tritt so spärlich auf, daß ihr Vorkommen nicht viel beweist. Sie liebt mehr den Rohboden und offene, sonnige Lagen. Nach meinen Erfahrungen im Nationalpark im Unterengadin gehört sie mit *Cladonia symphycarpia* zu den fast kalkholden, mehr neutrophilen Cladonien wie etwa *Cladonia convoluta* der xerothermen Gebiete. Zwischen Grashorsten kann *Cladonia pocillum* ihr krustig-schuppiges Lager nicht ausbilden.

Ansiedlung und Wachstum der Flechten

Es wurde einleitend betont, daß die Umgebung der Versuchsflächen der Ansiedlung einer etwas variableren Flechtenvegetation nicht günstig ist. Weil der Boden bei der Vorbereitung der Versuchsflächen teilweise gehackt wurde, hat er sich zu wenig stabilisiert. Dichte Grashorste bilden nie ein günstiges Flechtensubstrat. Die mageren, kurzrasigen, durch die Vegetation gefestigten Quadrate mit kleinen Erdblößen, die einigermaßen das Licht zulassen, sind die besten Flechtenstandorte. Weil aber der Rasen doch immer wieder über die kümmerlichen Flechtenanfänge siegt, können diese nie zur vollen Entwicklung kommen wie in dem niederschlagsärmeren Unterengadin, wo in mageren Rasen die Flechten weitgehend die Physiognomie der Bestände bestimmen.

Das Wachstum in 1930 m Meereshöhe ist schon stark gehemmt. Der Zuwachs der Cladoniapodetien beträgt an der Waldgrenze nach meinen Messungen im Nationalparkgebiet nur ganz wenige Millimeter. Zur Bildung eines 1 cm hohen Podetiums braucht es meist schon mehrere Jahre. Die Bestimmung der Arten und Formen in diesem reduzierten Zustand ist daher sehr schwierig und auch für einen Lichenologen nicht leicht, wenn ihm nur Bruchstücke aus solchen Proben vorgelegt werden.

Es wäre interessant, die gleichen Versuchsflächen nach einigen Jahren nochmals auf ihre Flechtenbedeckung hin zu untersuchen und die Veränderungen je nach der Behandlung der Flächen zu verfolgen. Dabei müßte man auch die Umgebung der Versuchsweide genauer studieren, um die Ansiedlungsbedingungen besser beurteilen zu können.

Zitierte Literatur

Mattik, F. Bodenreaktion und Flechtenverbreitung. Beihefte zum Bot. Zentralblatt; Ergänz.-Bd. **XLIX**» 241–271 (Dresden 1932).

Die Moosflora

Von *Fritz Ochsner*

Im August 1945 und im Juli 1946 hatte ich Gelegenheit, einen Teil der Versuchsflächen der Versuchsweide auf der Schinigeplatte auf ihren Moosgehalt hin zu prüfen. Meine Felduntersuchungen erstreckten sich auf die Flächen der Gruppen I (1–40), III (61–65), V (91–150) und VII (171–190). Einbezogen wurden ferner die in früheren Jahren gesammel-

ten Moose der Gruppen I, II, III, IV, VII, VIII und IX, welche von Altmeister Ch. Meylan, dem Tessiner Bryologen Jäggli und von Herrn B. Stüßi bestimmt worden waren. Bei der Sichtung dieses Materials ergaben sich fühlbare Lücken, die nur geschlossen werden könnten durch Felduntersuchungen sämtlicher Quadrate. Trotzdem will ich versuchen, die aus den Aufnahmen sich ergebenden Resultate im folgenden darzulegen.

Im ganzen wurde die Moosflora von 150 Quadraten (150 m²) verarbeitet. In jedem der Quadrate wurde mindestens ein Moospflänzchen gefunden. An sicher bestimmbaren Moosarten wurden an die 50 festgestellt (Tab. 7). Aber nur eine geringe Zahl wies eine größere Frequenz auf. Die meisten dieser Moose sind Kosmopoliten, mesotherm-boreale Elemente. Als subalpin, ± arktisch-alpin wären anzusprechen: die var. *alpinum* von *Dicranum scoparium*, die var. *brevifolium* und *neglectum* von *Dicranum Mühlenbeckii*, *Desmatodon latifolius*, *Bryum elegans*, *Mnium spinosum*, die var. *imbricatum* von *Aulacomnium palustre*, die var. *alpinum* von *Polytrichum juniperinum*, *Heterocladium squarrosulum* und das Lebermoos *Lophozia lycopodioides*. Von allen Arten besitzt *Brachythecium salebrosum* die höchste Frequenz. In der Gesamtvegetation sind aber weder dieses noch die andern Moose in größerer Menge vorhanden. In den Tabellen figurieren sie meist mit einem Kreuz (+ = spärlich, vereinzelt).

Tabelle 7: Artenliste der Moosflora der Versuchsflächen

	Frequenz		Frequenz
Brachythecium salebrosum Br. eur.	71 %	*Dicranum scoparium* L. var. *alpinum*	9 %
– *velutinum* Br. eur. var. *praelongum* Br. eur.	30 %	*Tortella inclinata* (Hedw. fil.) Limpr.	7,5 %
Polytrichum juniperinum Willd. var. *alpinum* Schimp.	27,5 %	*Bryum argenteum* L.	7,5 %
Ceratodon purpureus Brid.	26 %	*Mnium punctatum* Hedw.	7 %
Chrysohypnum chrysophyllum Loeske var. *tenellum* Schimp.	23 %	*Lophozia lycopodioides* Cog.	6 %
Heterocladium squarrosulum Lindb.	20,5 %	*Weisia viridula* Hedw.	6 %
Bryum caespiticium L. var.	20 %	*Mnium stellare* Reich.	4 %
– *elegans* Nees	17 %	*Fissidens cristatus* Wils.	4 %
– *capillare* L. var. *flaccidum* Br. eur.	17 %	*Dicranum Mühlenbeckii* Br. eur. var.	unter 4 %
– *capillare* L. var. *typicum*	11 %	*Tortella tortuosa* Limpr.	unter 4 %
		Rhacomitrium canescens Brid. var.	unter 4 %
		Bryum pendulum Schimp.	unter 4 %
		Mnium affine Bland. var.	unter 4 %
		– *spinosum* Schwgr.	unter 4 %

	Frequenz
Aulacomnium palustre Schwgr. var. *imbricatum* Br. eur.	unter 4 %
Brachythecium glareosum Br. eur.	
Rhytidiadelphus triquetrus Warnst.	
Radula complanata Dum.	
Desmatodon latifolius Br. eur. var.	
Pohlia nutans Lindb.	
– *commutata* Lindb.	
– *cruda* Lindb.	
– *gracilis* Lindb.	
Leskuraea atrovirens Moenkem.	
Cephalozia bicuspidata Dum.	
Fissidens osmundoides Hedw.	
Bryum inclinatum Br. eur.	

	Frequenz
Eurhynchium Swartzii Hobkirk. var.	unter 4 %
Polytrichum alpinum L.	
Ditrichum flexicaule Hpe. var.	
Dicranum elongatum Schlch.	
Barbula fallax Hedw.	
Bryum erythrocarpum Schwgr.	
Thuidium abietinum Br. eur.	
Drepanocladus uncinatus Hedw.	
Entodon Schreberi Moenkem.	
Hylocomium pyrenaicum Lindb.	
Pogonatum aloides P. B.	
Polytrichum piliferum Schreb.	
Lophozia Mülleri Dum.	
Lophocolea heterophylla Dum.	
Cephaloziella sp.	

Physiognomisch treten daher die wenigsten Moose in Erscheinung. Es sind dies nur die xerophil-heliophilen Arten, die sich an offenen Stellen der Rasen ansiedeln, am Rande von Maulwurfshaufen, Mäuselöchern, abgestorbenen Nardushorsten usw.

Der Pflanzensoziologe wird in erster Linie die Moos- und Flechtensiedelungen an solchen Stellen zu erfassen suchen und sie in seinen Aufnahmen auswerten. Der Bryologe betrachtet daneben auch das Moosnetz unter der Krautschicht. Dieses erlangt bisweilen eine größere Ausdehnung als die Moosvegetation offener Stellen. Letztere besitzt fast stets nur Pioniercharakter und wird früher oder später wieder von höheren Pflanzen verdrängt.

Mikrorelief und Mikroklima bieten vielen Moosen unter der Krautschicht günstige Entwicklungsbedingungen, zum Beispiel große Luft- und auch Bodenfeuchtigkeit. Besonders die pleurocarpen Moose mit Kriechsprossen vermögen sich rasch den wechselnden Konkurrenzverhältnissen im Kräutergewirr anzupassen. Sie schlängeln sich zwischen Stengeln und Blättern durch und versuchen mit ihrem zierlichen Laubwerk das spärlich eindringende Licht für die Assimilation nutzbar zu machen. Ihre morphologisch-ökologische Plastizität (Braun) ist groß und deshalb sind sie im Lebenskampf besonders begünstigt. Im Frühjahr, zur Zeit der Schneeschmelze, wenn die Blütenpflanzen ihre oberirdischen Teile noch wenig entwickelt haben, dann genießen auch diese Moose eine größere Lichtfülle als später. – Aspekt und Deckung ändern sich im Laufe des Jahres, wie bei den Phanerogamen.

Brachythecium salebrosum scheint sich besonders gut an diese Verhältnisse anpassen zu können. Helle, gelblichgrüne, regelmäßig gefiederte, stark wurzelhaarige Formen wechseln mit dunklergrünen, lokker beblätterten Exemplaren ab.

Das Vorkommen der meisten pleurocarpen Moose hängt, wie das die Deckungszahlen dartun, in keiner Weise von der mehr oder weniger starken Vegetationsbedeckung ab. Bei den xerophil-heliophilen Arten hingegen, die gern an offenen Stellen auftreten, ist eine solche Abhängigkeit festzustellen. Abgesehen von der Art der Düngung des Bodens bestehen in der physikalischen Struktur der obersten Bodenschichten wesentliche Unterschiede zwischen offenen und bedeckten Stellen, was auch in der Moos- und Flechtenbesiedelung zum Ausdruck kommt. Durch heftige Regengüsse, aber auch durch starke Sonnenbestrahlung, durch Frostwirkungen werden die obersten Bodenschichten, die Wurzelorte von Moosen und Flechten, in der Struktur und auch in der chemischen Beschaffenheit einem schnellen Wechsel unterworfen, auf den viele Moose mehr oder weniger rasch reagieren. Sei es, daß empfindliche Arten absterben, ihre Vitalität verändern, oder daß neue Arten hinzukommen. Die offenen Flächen in den Rasen werden gerne von Rohbodenbesiedlern (Pioniermoosen), wie *Polytrichum juniperinum* oder Unkrautmoosen (Bryotherophyten), wie *Bryum argenteum*, *Bryum caespiticium*, *Ceratodon purpureus* und andern besetzt. Die Standortsverhältnisse der vegetationsbedeckten Stellen sind, wie schon früher dargetan, gleichartiger, besonders in ihrem Mikroklima. Darauf mag vielleicht gerade die hohe Frequenz von *Brachythecium salebrosum* zurückzuführen sein, welche Art sich überdies wenig empfindlich zeigt auf die chemische Reaktion des Bodens.

Die Vitalität der meisten Moosarten in der Versuchsweide war schwach. Nur wenige Arten fruktifizierten, so zum Beispiel *Ceratodon purpureus*, *Astomum crispum*, *Weisia viridula*, *Desmatodon latifolius*, *Bryum pendulum*, *Bryum inclinatum*, *Bryum caespiticium*, *Bryum capillare*. Hingegen fanden wir die häufigen Pleurocarpen, *Brachythecium salebrosum*, *Brachythecium velutinum*, *Chrysohypnum chrysophyllum* und *Heterocladium squarrosulum* nirgends mit Kapseln.

Die Düngversuche zeigen uns, daß auch in chemischer Hinsicht zwischen der Moosvegetation und den oberen Bodenschichten engere Bindungen bestehen. Vergleichen wir die am besten untersuchten Gruppen I, III, V und VII (IX), und zwar zunächst die ungedüng-

ten Versuchsflächen der Gruppe I, welche 1930 durch Ansaat angelegt wurden (Tab. 8). In allen fünf Quadraten (1, 8, 17, 25, 33) wurde *Polytrichum juniperinum* angetroffen, auch in den Flächen mit hoher Deckung; hier allerdings mit verminderter Vitalität. *Astomum crispum*, eine kleine Weisiacee erreicht in der Weide in Fläche 17 einen besonders hoch gelegenen Standort. Die nicht gedüngten Quadrate 61–65 der Gruppe III wurden geschält und gehackt, aber nicht angesät. Es erlangten *Brachythecium salebrosum* und das nitrophile *Ceratodon purpureus* eine Frequenz von 100%. Diese läßt eine Stickstoffanreicherung, mindestens an den offenen Stellen der obersten Bodenschichten, vermuten. In einem Quadrat stellten wir *Thuidium abietinum* in einer Kümmerform fest. Gegenüber Gruppe I ist das vollständige Fehlen von *Chrysohypnum chrysophyllum* zu konstatieren. Dafür ist das Erscheinen von *Lophozia lycopodioides*, *Dicranum scoparium* und *Rhacomitrium canescens* bemerkenswert. Letztere Art, ein sonst gemeines Moos, war nur in dieser Gruppe III vorhanden.

Die Quadrate der Gruppe V, auf natürlichem Rasen angelegt, wurden seit 1932 ununterbrochen genutzt. Verglichen mit den Gruppen I und III sind einige wesentliche Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung festzustellen. In den ungedüngten Flächen dieser Gruppe fehlen *Ceratodon purpureus*, ferner alle in I und III vorhandenen *Bryum*-Arten. Hingegen erscheinen neu in dieser Abteilung *Heterocladium squarrosulum* (80%), *Dicranum Mühlenbeckii*, *Mnium punctatum*, *Radula complanata*, *Fissidens cristatus*, *Tortella inclinata*, und *Brachythecium velutinum*. Diesen Unterschieden in der Moosflora gehen (sicherlich) solche in der Phanerogamenflora parallel. Einen stärkeren auslesenden Einfluß auf die Zusammensetzung der Moosflora mag schon der größere Deckungsgrad (Rasendichte) in Gruppe V gegenüber demjenigen der Gruppen I und III ausüben. Die heliophilen Arten, wie *Ceratodon*, werden zurückgedrängt oder verschwinden ganz. In den natürlichen Rasen der Gruppe V (ungedüngt und mit Ca gedüngt) konnten sich anderseits gewisse Moose, wie zum Beispiel *Heterocladium squarrosulum* und *Dicranum Mühlenbeckii* besser entwickeln und ausbreiten als in anderen Abteilungen, wo man die ursprüngliche Vegetation durch Schälen zerstörte. Eine Neubesiedelung durch die fraglichen Arten wurde so erschwert oder doch verzögert, insbesondere da die Verbreitung dieser Moose in unseren Versuchsflächen durch vegetative Teile und nicht durch Sporen vor sich geht.

Tabelle 8

Häufigkeit: + sehr spärlich, 1 wenig häufig, 2 reichlich. Frequenz: Prozentzahl der Flächen = normales Gedeihen, c.fr. = fruktifizierend, 0 = schlecht gedeihend, 1 = besser gedeihend

Versuchsgruppe	I					
Quadrat-Nr.	1	8	17	25	33	Mittel
pH	4,42	5,26	5,57	4,22	4,63	4,82
Deckung (inkl. Kryptog.) %	85	99	< 100	98	99	96
	Häufigkeit					Frequenz %
Brachythecium salebrosum			+	1–2	1	60
– *velutinum*						
Polytrichum juniperinum	+–1	+–1	+–1°	1–2′	+°	100
Ceratodon purpureus	+–1′	+				+
Chrysohypnum chrysophyllum		+	1	+	1	80
Heterocladium squarrosulum						+
Bryum caespiticium				+ –1		20
– *capillare*		+				20
– *elegans*			+			20
Fissidens cristatus						
Dicranum scoparium						
– *Mühlenbeckii*						
Astomum crispum c.fr.			+–1			20
Tortella inclinata						
Rhacomitrium canescens						
Bryum inclinatum						
– *argenteum*						
Mnium punctatum						
Aulacomnium palustre						
var. *imbricatum*						
Thuidium abietinum						
Brachythecium glareosum						
Rhytidiadelphus triquetrus		+				20
Pogonatum aloides		+				20
Lophozia lycopodioides						
Lophocolea heterophylla					+	20
Cephalozia bicuspidata					+	20
Radula complanata						
Nackt. Bod. (Erdblößen, tote Grashorste) %	15	<1	<1	1–2	<1	
Deckung der Moose (an offenen Stellen) %	<1	<1	<1	1–2	<1	
Gesamtdeckung der Moose %	1	1	0,5	–3	1	
Bemerkungen	viel Calluna	viel Calluna	gute, dichte Frischwiese			

Ungedüngte Versuchsflächen

der betreffenden Gruppe, in denen eine Art vorkommt. Vitalität: wenn nichts bemerkt aber steril (kleine Indexzahlen).

III						V					
61	62	63	64	65	Mittel	91	103	115	127	139	Mittel
4,47	4,68	4,44	4,45	4,51	4,51	4,30	4,27	4,34	4,59	4,41	4,48
> 95	95	95	< 95	95	95	< 100	98	99	100	100	99,4
Häufigkeit					Frequenz	Häufigkeit					Frequenz
					%						%
1	1	1	1	1	100		1^1		1°	1	60
						1°					20
1	2	+	1		80	1	+ –1	+			60
1	1	1	1°	1	100						
									+		20
							+	+	+	+	80
1			1	1	60						
	+				20						
+	+				40						
										$+^o$	20
+	+			+	60						
						+	+				40
									+		20
	+	1(1-2 dm²)		+	60						
	+ c.fr.				20						
		+			20						
									+	+	40
		+			20	+					20
$+^o$					20						
$+^1$				+	40						
+	+			+	60						
						+			$+f^o$		40
5	5	<5	5	5		–	<2	<1	–	–	
2–3	2	2	>2	>2		<1	>1	<1	<1	<1	
3	2–3	2–3	2–3	3		–1	±2	0,5	±0,5	0,5	
viel Plantago	viel Plantago Calluna		Calluna	Calluna Nardus		viel Calluna	viel Calluna	viel Nardus und Calluna	Moose vorwieg. unter Kräutern		

Tabelle 9 Mit Ca gedüngte Versuchsflächen

Versuchsgruppe	I						V					
Quadrat-Nr.	2	11	18	26	34	Mittel	95	107	119	131	143	Mittel
*p*H	6,66	6,57	4,61	5,46	6,77	5,99	6,53	6,72	6,67	6,64	6,96	6,7
Deckung (inkl. Kryptog.) %	<100	<99	100	100	>99	99-100	99	100	100	97	100	99,2
	Häufigkeit					Frequenz %	Häufigkeit					Frequenz %
Brachythecium salebrosum		+°			1	40			+–1	+°	+	60
– *velutinum*										1	1	40
Polytrichum juniperinum							+	+				40
Ceratodon purpureus		+–1	+			40						
Chrysohypnum chrysoph.		+	+–1		1	60		1	1		+–1	60
Heterocladium squarrosul.							1	+–1	+–1	1	1	100
Bryum caespiticium		1c.fr.	+–1	+		60						
– *capillare*	+			+		40		+–1		1		40
Dicranum scoparium								+°				20
– *Mühlenbeckii*							+					20
Tortella tortuosa		+	+			40						
– *inclinata*		+				20						
Weisia viridula		+c.fr.		+c.fr.		40						
Pohlia cruda	+					20						
– *nutans*		+				20						
Bryum argenteum		+	+			40						
– *pendulum*		+				20						
Mnium punctatum			+		+	40						
– *stellare*				+		20						
– *spinosum*									+		+	40
Leskuraea atrovirens												
Brachythecium glareosum							+–1					20
Rhytidiadelph. triquetrus				+°		20						
Polytrichum piliferum var. *Hoppei*												
Lophozia lycopodioides												
Nackter Boden %	<1	1	<1	<1	1		<1	–	–	<3	–	
Deckung der Moose (an offenen Stellen) %	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1	<1	
Gesamtdeckung der Moose %	1	1	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	3	0,5	
Bemerkungen:	viele, gute Futterkräuter						viele Futtergräser und Kräuter		viele Glockenblumen		Glockenblumen und Labkräuter vorherrschend	

(für Zeichen vgl. Tabelle 8)

VII$_1$						VII$_2$						IX					
171	173	175	177	179	Mittel	181	183	185	187	189	Mittel	212	216	220	224	228	Mittel
5,54	5,52	5,50	5,36	5,47	5,47	6,74	6,54	6,54	6,65	7,24	6,74	5,49	5,45	5,03	5,44	5,49	5,32
95	97	98	98	100	97	98	97	98	100	100	98	97	95	98	99	93	96
Häufigkeit					Frequenz	Häufigkeit					Frequenz	Häufigkeit					Frequenz
					%						%						%
	1–2	1	1–2	1–2	80	1	1	1	1–2	1	100		1	1		1	60
1				1	40												
	1–2	+–1		+	60			+–1			20			+–1			20
															+	1°	40
				1	20			1	1	1	60	1			1		40
	1	1		1	60			1			20			1		1	40
			+–1		20							1			+–1	1	60
		+			20	1					20						
1	1		+		60												
				+	20	+–1					20	+–1				+–1	40
							1				20				+		20
		+			20												
+					20												
	+				20												
							+	+			40						
										+	20						
												+					20
	+				20												
+					20												
<5	<3	<2	<2	–		2	3	2	–	–		<3	<5	<2	1	<7	
<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1	<1		.	.	.	.	.	
0,5	1	1	1	0,5		1	2	1	0,5	0,5		.	.	.	.	.	

Tabelle 10 Mit NPK gedüngte Versuchsflächen

Versuchsgruppe	I						V					
Quadrat-Nr.	6	15	23	31	38	Mittel	99	111	123	135	147	Mittel
*p*H	4,80	4,31	4,28	4,76	4,57	4,54	4,34	4,37	4,36	4,73	4,48	4,46
Deckung (inkl. Krytog.) %	96	86	81	98	88	90	80	90	92	85	86	86,6
	Häufigkeit					Frequenz %	Häufigkeit					Frequenz %
Brachythecium salebrosum		1	+–1	1	1	80		1	1		+	60
– *velutinum*	1°				+–1	40		1°			1°	40
Polytrichum juniperinum		+				20						
Ceratodon purpureus	1	1	1	1	1	100						
Chrysohypnum chrysoph.					+	20						
Heterocladium squarrosul.												
Bryum caespiticium		1–2°				20	+–1			1 c.fr.		40
– *capillare*			1¹	1	1	60				1	+–1	40
Dicranum scoparium												
– *Mühlenbeckii*												
Tortella tortuosa												
Weisia viridula				c.fr. +–1		20						
Desmatodon latifolius										+–1		20
Pohlia nutans												
– *cruda*									+			20
Bryum argenteum			+–1		+–1	40						
– *erythrophyllum*												
– *pendulum* c.fr.												
– *elegans*	1-2c.fr.					20						
Mnium stellare												
Pogonatum aloides												
Cephalozia bicuspidata					+	20						
Nackter Boden %	<4	14	19	2	12		20	10	8	15	14	
Deckung der Moose (an offenen Stellen) %	<1	1–2	1	<1	1		<1	<1	<1	<1	<1	
Gesamtdeckung der Moose %	2	4	1	0,5	1		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Bemerkungen:	Rasen dicht	Zahlreiche Wurzelnarben	Alte Grashorste	Rasen, rel. üppig doch ziemlich lückig	Rasen, sehr lückig, alte Grashorste		lückig, viel Nardus	viel Nardus	viel Nardus		viel Nardus	

(für Zeichen vgl. Tabelle 8)

VII$_1$						VII$_2$						IX					
172	174	176	178	180	Mittel	182	184	186	188	190	Mittel	213	217	221	225	229	Mitte
4,76	5,39	5,28	6,06	4,89	5,28	6,72	6,36	6,75	6,24	6,53	6,52	4,63	4,48	4,75	4,59	4,54	4,60
83	76	76	86	97	83	96	91	99	93	98	95	85	83	90	92	88	87
Häufigkeit					Fre-quenz	Häufigkeit					Fre-quenz	Häufigkeit					Fre-quen z
					%						%						%
	1	1	1	1	80	1	1	1	1		80				1	1	40
									+		20						
1–2					20							+	+	+	+		80
1–2	2	2°	2°		80					1	20	1	1	1	1	1	100
												+				+	40
							1		1		40	1				1	40
						1					20						
	+–1				20												
														+–1			20
												1			+–1		40
						+–1			+–1		40						
														+–1			20
	+–1				20							+	1	+			60
				1	20							+–1			+		40
														+			20
+–1					20												
				+	20												
													+–1				20
												+–1					20
17	24	24	14	3		4	9	1	7	2		15	7	10	8	12	
1–2	1–2	<1	<1	<1		<1	1–2	<1	1–2	<1							
2	2	0,5	0,5	0,5		1	2	1	2	0,5							
viel Nardus	viel Nardus	viel Nardus		viel Nardus			Rasen lückig										

Wenden wir uns nun den mit Kalziumkarbonat gedüngten Quadraten der bereits untersuchten Gruppen zu und betrachten daneben noch die Flächen der Gruppe IX (Tab. 9). Der Einfluß des Ca in der Moosvegetation macht sich auch in der Artenliste bemerkbar, indem eine Reihe calciphiler Moose in vermehrtem Maße auftreten. In allen untersuchten Gruppen (I, V, VII und IX) finden wir *Chrysohypnum chrysophyllum*, welches Moos auf schwach saurem bis neutralem Boden am besten gedeiht. Fast ausschließlich war die Varietät *tenellum* vertreten, welche für die subalpin-alpinen Gebiete kennzeichnend ist und seltener im Tiefland angetroffen wird. *Heterocladium squarrosulum*, vorwiegend als kalkfliehend betrachtet, kommt in den kalkgedüngten Flächen der Gruppe V mit 100%, in Gruppe VII mit *p*H 5,3 mit 60%, in den Flächen mit *p*H 7 nur mit 20%, in Gruppe IX mit 40% vor, fehlt aber in Gruppe I, in der hingegen die Nitrophilen *Ceratodon purpureus* und *Bryum argenteum* in zwei Quadraten auftreten. Bei den ungedüngten Flächen der Gruppen I und V waren ähnliche Parallelerscheinungen festzustellen. Als typisch kalkholde Moose, die in den vier oben genannten Gruppen vorkommen, sind zu erwähnen: *Dicranum Mühlenbeckii* in den Varietäten *brevifolium* und *neglectum*, *Weisia viridula*, *Tortella tortuosa*, *Tortella inclinata*. Das Ca-Ion macht sich in ähnlicher Weise auch in den Quadraten bemerkbar, die mit NPKCa gedüngt sind, wobei sich der Einfluß des N ebenfalls zeigt.

Stickstoffgaben in Form von N, NP, NK, NPK und NPKCa lassen ein vermehrtes Vorkommen der stickstoffholden Moose erwarten, was größtenteils auch zutrifft (Tab. 10). Es wird aber schwierig sein zu entscheiden, welchen Einfluß die andern Ionen ausüben. Das nitrophile *Ceratodon purpureus* tritt mit hundertprozentiger Frequenz auf in den mit NPK gedüngten Flächen der Gruppen I und IX, in vier Quadraten der Abteilung VII mit *p*H 5,3, in nur einer Fläche derselben Gruppe mit *p*H 7, fehlt aber in Gruppe V gänzlich. Meist finden wir neben *Ceratodon* auch *Bryum argenteum*, *Bryum caespiticium* und *Desmatodon latifolius* var. *brevicaulis*, ein alpines nitrophiles Moos. In allen NPK-Gruppen fällt die vollständige Abwesenheit von *Heterocladium squarrosulum* auf, welche Art auch in den mit NK gedüngten Flächen gänzlich fehlt, aber in den mit NP, P oder K gedüngten Quadraten vorkommt. Interessant ist die Feststellung, daß in 99% der untersuchten Fälle sich *Ceratodon purpureus* und *Heterocladium squarrosulum* ausschließen.

Die Düngung mit Stallmist scheint auf die Mehrzahl der Moose verheerende Wirkungen auszuüben. Treten doch in allen mit Stallmist gedüngten Quadraten der Gruppe V zusammen nur vier Arten auf (Tab. 11). Zwei von ihnen, *Bryum capillare* var. *flaccidum* und *Mnium punctatum*, mit stark verminderter Vitalität. Durch die üppige Vegetationsdeckung (98,8%) in diesen Flächen sind alle heliophilen Moose verdrängt worden oder konnten gar nicht aufkommen. Die schattenertragenden Brachythecien hingegen vermochten sich, wenn auch mit verminderter Lebenskraft, durchzusetzen. Auffallend ist das völlige Fehlen der nitrophilen Arten.

Tabelle 11: Mit Stallmist gedüngte Versuchsflächen

Versuchsgruppe	V					
Quadrat-Nr.	102	114	126	138	150	Mittel
pH	5,07	5,12	5.56	5,73	5,52	5,4
Deckung%	98	97	99	100	100	98,8
	Häufigkeit					Frequenz %
Brachythecium salebrosum	+–1	1°	1		1	80
– *velutinum*	1		1	+	1	80
Bryum capillare var. *flaccidum*				+	1°	40
Mnium punctatum			+°			20
Nackter Boden %	2	3	1	–	–	
Deckung der Moose (an offenen Stellen) %	–	–	–	–	–	

Vegetationsaufnahmen von Weiden und Frischwiesen außerhalb der Versuchsweide ließen in der Artenliste keine wesentlichen Unterschiede erkennen gegenüber den Quadraten der letzteren. Zwei Aufnahmen von je einem Quadratmeter mögen dies illustrieren (Tab. 12).

Die meisten in unseren Aufnahmen vorhandenen Moose finden sich in verschiedenen alpinen Rasengesellschaften, wenn auch vielfach in anderen Artenkombinationen. Aus dem Seslerieto-Semperviretum werden (nach Braun-Blanquet) angegeben: *Brachythecium salebrosum*, *Polytrichum juniperinum*, *Tortella tortuosa*, *Tortella inclinata*, *Desmatodon latifolius*. Letztere Art, *Polytrichum juniperinum* und *Dicra-*

Tabelle 12: Schinigeplatte, Moosflora eines Nardetums (I) und einer Frischwiese (II) in der Nähe der Versuchsweide. Größe der Aufnahmefläche je 1 m²

	I	II		I	II
Fissidens osmundoides	+	–	*Chrysohypnum chrysophyllum*	–	+
Ceratodon purpureus	–	+	*Drepanocladus uncinatus*	–	+
Dicranum Mühlenbeckii	+	+	*Brachythecium salebrosum*	+	+
Tortella inclinata	+	–	*Entodon Schreberi*	+	–
Rhacomitrium canescens	–	–	*Rhytidiadelphus triquetrus*	+	–
Bryum elegans	+	–	*Hylocomium pyrenaicum*	–	+
Mnium punctatum	+	–	*Polytrichum juniperinum*	–	+
– *spinosum*	+	–	*Lophozia lycopodioides*	–	+
Aulacomnium palustre var. *imbricatum*	–	+	*Radula complanata*	+	–

num Mühlenbeckii var. *neglectum* gehen auch ins Curvuletum. Im Luzuletum spadiceae sind *Dicranum Mühlenbeckii*, *Heterocladium squarrosulum* und *Lophozia lycopodioides* vertreten.

Die Untersuchungen der Moos- und Flechtenflora in den verschiedensten Pflanzengesellschaften tragen dazu bei, die floristische Struktur dieser letzteren näher zu präzisieren. Sie werden uns Hinweise zu geben vermögen für die Beurteilung der obersten Bodenschichten und deren Entwicklungstendenzen.

Um diese Aufgaben erfüllen zu können, bedarf es der engen Zusammenarbeit von Pflanzensoziologen, Kryptogamenkennern und Bodenforschern.

Zum Schlusse möchte ich noch Herrn Prof. Dr. E. Rübel und Herrn Direktor Dr. W. Lüdi meinen besten Dank aussprechen für das Interesse und die Hilfe, welche sie den Moos- und Flechtenuntersuchungen zuteil werden ließen.

Literatur

Amann, J. et Meylan, Ch., Flore des Mousses de la Suisse. Lausanne 1912.
Amann, J. Bryogéographie de la Suisse. Zurich 1928.
Braun-Blanquet, J., Pflanzensoziologie. Berlin 1928.
Greter, F. P., Die Laubmoose des oberen Engelbergertales. Engelberg 1936.
Lüdi, W., Experimentelle Untersuchungen an alpiner Vegetation, Ber. der Schweiz. Bot. Gesellsch., Festband Ed. Rübel, Bd. 46, Zürich 1936.
Lüdi, W., Manuskript über die Versuchsflächen auf der Schinigeplatte.
Meylan, Ch., Les Hépatiques de la Suisse. Zurich 1924.
Mönkemeyer, W., Die Laubmoose Europas. Leipzig 1927.