Die Veränderung der Flechtenvegetation in den Versuchsflächen der Schynigeplatte von 1945 bis 1954

Autor(en): **Frey, Eduard**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **- (1957)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-377569

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

18. Richard, J. J., Volcanological Observations in East Africa. – Journ. E. Afr. Nat. Hist. Soc. **81–82** (1–12), 1945.
19. Rübel, E., Pflanzengesellschaften der Erde. 1930.
20. Salt, G., A Contribution to the Ecology of Upper Kilimanjaro. – Journ. Ecol. **42** (375–423), 1954.
21. Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiolog. Grundlage. – 3. Aufl. Herausg. v. F. C. v. Faber, 1935.
22. Thormer, F., The Flowering Plants of Africa, an analytical key to the genera of African Phanerogams. – 1915.
23. Tobler-Wolff, G. u. Tobler, Fr., Vegetationsbilder vom Kilimandscharo. – G. Karsten u. H. Schenk, Vegetationsbilder **12**, 2,3, 1914.
24. Troll, C., Der asymetr. Aufbau d. Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord- und Südhalbkugel. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1947** (46–83), 1948.
25. Uhlig, C., Vom Kilimandscharo zum Meru. – Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin (627–650, 692–718), 1904.
26. vanden Berghen, C., Quelques Hépatiques, récoltées par O. Hedberg sur les Montagnes de l'Afrique Orientale. Svensk Bot. Tidskr. **47**, 2, 1953.
27. Volkens, G., Der Kilimandscharo. – 1897.

DIE VERÄNDERUNG DER FLECHTENVEGETATION IN DEN VERSUCHSFLÄCHEN DER SCHYNIGEPLATTE VON 1945 BIS 1954

Von Eduard Frey

Am 7./8. August 1954 habe ich auf Einladung von Dr. W. Lüdi die vor 9 Jahren untersuchten Quadratmeterflächen nochmals floristisch-statistisch geprüft. Gerne hätte ich in den folgenden Jahren diese Arbeit noch ergänzt, aber wegen der ungünstigen Witterung der Sommer 1955/57 hatte ich die wenigen Schönwetterzeiten für andere Zwecke nötig. Doch glaube ich 1954 die in bezug auf die Flechtenentwicklung interessantesten Flächen richtig ausgewählt zu haben. Besonders interessierten mich die Quadrate der Gruppe I, weil hier die Kombinationen der Düngung mit NK, NP und PK unterschieden wurden, ferner die Gruppe VIII, weil in diesen Flächen das starke Auftreten der *Peltigeren* auffiel im Vergleich zu den *Cladonien*, und die Gruppe IX, weil in dieser die Flechtenvegetation auf den verschiedenen Quadraten sehr ungleich in Erscheinung trat, was sich 1954 noch verstärkt hatte.

Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die Publikation von 1947, p. 25–37 verwiesen.

Die Flechtenarten und ihre Darstellung in den Tabellen

Unsere Artenliste ist im Vergleich zu der der Moose auch diesmal sehr klein. Da die meisten Rasen der Versuchsflächen seit 1945 eher noch dichter

geworden sind, so haben sich die Ansiedlungsmöglichkeiten für die Flechten noch verschlechtert. Immerhin sind zu den 1945 erwähnten Arten noch folgende hinzugekommen: *Cladonia deformis*, *decorticata*, *crispata* und *mitis*, *Peltigera canina* und *aphthosa* var. *variolosa*. Betreffend die Formen der Sammelspezies *Peltigera spuria* (Ach.) DC gelten meine Darlegungen von 1952 p. 385. Es sei hier betont, dass in den gleichen Quadraten, also bei genau gleichen Standortsbedingungen, die *erumpens*- und die *leptoderma*-Formen deutlich unterscheidbar waren.

Artenliste, vorangesetzt die Abkürzungen, wie sie in den folgenden Tabellen gebraucht werden:

fimb.	*Cladonia fimbriata* (L.) Fr. s. lat.
rad.	– – var. *radiata* (Coem.)
con.	– *coniocraea* (Flke) Vainio
pyx.	– *pyxidata* (L.) Fr. s. lat.
poc.	– – var. *pocillum* (Ach.)
chlor.	– – var. *chlorophaea* (Flke)
cost.	– – – f. *costata* (Flke) Vainio
pach.	– – – f. *pachyphyllina* (Wallr.) Vainio
pleur.	– *coccifera* var. *pleurota* (Flke) Schaer
def.	– *deformis* Hoffm.
dec.	– *decorticata* (Flke) Sprgl.
crisp.	– *crispata* (Ach.) Flot.
furc.	– *furcata* (Huds.) Schrad
Th.	Thalli von Clad. *fimbriata* und *pyxidata* s. lat.
Pod.	bedeutet, dass ausser dem Thallus gut ausgebildete Podetien vorhanden sind, also meist eine Vitalität von 2–3.
Cet.	*Cetraria islandica* (L.) Ach.
P. can.	*Peltigera canina* (L.) Willd.
P. ruf.	– *rufescens* (Neck.) Hoffm.
P. er.	– *spuria* var. *erumpens* (Tayl.) Harm.
P. lep.	– – var. *leptoderma* (Nyl.) Frey
P. Ha	– – f. *hazslinskyi* (Gyeln.) Frey
P. var.	– *aphthosa* var. *variolosa* (Mass.) Thoms.
Psor.	*Psoroma hypnorum* Gray
c. ap.	bedeutet cum apothecii, ein in den Versuchsflächen relativ seltenes Vorkommen einer Vitalität dritten Grades (V3), was für die Cladonien wie Peltigeren gilt.

Gelegentlich wird in den Tabellen hinter den Deckungsprozenten die Vitalität mit V 1–3 angegeben, besonders wenn trotz geringer Deckung die Flechten gut entwickelt sind.

Wer mit den Flechtennamen vertraut ist, wird sich diese Abkürzungen in den Tabellen leicht merken können. Zudem werden in der ersten Kolonne die summierten Deckungsprozente der *Cladonien*, einschliesslich *Cetraria islandica*, als Wert Cs und die summierten Deckungsprozente der *Peltigeren* als Wert Ps notiert. So werden mit diesen Zahlen die totalen Deckungsprozente der azidophilen *Cladonien* (+ *Cetraria*) der Gesamtdeckung der mehr euryjonen bis neutrophilen *Peltigeren* gegenübergestellt. Der Wert Cs dürfte als Standortsfaktor ungefähr einem pH von 4–5 (–5,5) entsprechen, der Wert Ps einem pH von 6–7.

Die den Tagebüchern von W. Lüdi entnommenen pH-Grade gelten für eine Bodentiefe von ca. 5 cm, sind also für das Flechtenvorkommen nicht unmittelbar massgebend.

Im Sommer 1957 hat Dr. F. Ochsner Bodenproben für pH-Bestimmungen der obersten Bodenschicht entnommen, an Stellen, wo die Bodenoberfläche von Moosen bedeckt war. Leider kommt ihnen wegen der zeitlichen Differenz nicht direkter Vergleichswert zu. Sie werden in den Tabellen mit Kursivdruck hervorgehoben und unter die pH-Werte von 1953 (–54) gesetzt.

In der dritten Kolonne der Tabellen werden die Deckungsprozente einiger Phanerogamen gegeben, die ich ebenfalls den Tagebüchern von W. Lüdi entnommen habe. Diese „Leitpflanzen", wie ich sie bezeichnen möchte, sind einesteils Magerkeits- und Aziditätszeiger, andernteils solche Arten, die einen guten Nährzustand anzeigen und eine leichte bis mässige Azidität ertragen. Ferner wählte ich solche Arten aus, die in ihrer Dominanz von 1944 bis 1953 ziemlich stark wechselten, wodurch eine bestimmte Entwicklungstendenz der Vegetation eines Quadrates, die für die Flechtenentwicklung von Bedeutung ist, angedeutet werden soll. Dadurch glaube ich einigermassen die Veränderung der physiognomisch-ökologischen Lebensbedingungen für die Flechten charakterisieren zu können. Zugleich wird ein gewisser Vergleich möglich mit den pH-Angaben aus ca. 5 cm Bodentiefe und aus der Oberflächenschicht.

Es ist ein glücklicher Zufall, dass uns die Aufnahme der Gefässpflanzenvegetation von den vorausgehenden Jahren 1944 und 1953 zur Verfügung steht, weil ja die phanerogamische Vegetationsentwicklung der Entwicklung der Flechten vorausgeht, diesen den Boden gleichsam vorbereitet. Für unsere Beurteilung ist die Kenntnis der Struktur des Rasens im vorhergehenden Jahr wichtiger als das Bild der Vegetation im gleichen Sommer.

Für die phanerogamischen Leitpflanzen gelten folgende Abkürzungen:

1. azidophile Magerkeitszeiger:
   - Nard. *Nardus stricta* L.
   - Desch. *Deschampsia flexuosa* Trin.
   - Vacc. *Vaccinium myrtillus* L.
   - Vac. V. – *vitis idaea* L.
   - Call. *Calluna vulgaris* (L.) Hull
   - Camp. *Campanula barbata* L.
   - Arn. *Arnica montana* L.
2. bezeugen einen guten Nährzustand und ertragen leichte bis mässige Azidität:
   - Fest. *Festuca rubra* ssp. *commutata* Gaud.
   - Phle. *Phleum alpinum* L.
   - Trif. *Trifolium repens* L.
   - Trif. b. – *badium Schreb.*
   - Lot. *Lotus corniculatus* L.
   - Leon. *Leontodon hispidus* L.
   - Anth. *Anthyllis vulneraria* L. basiphil bis leichte Azidität ertragend
   - Plant. *Plantago alpina* L. gedeiht gut bei schlechtem bis gutem Ernährungszustand, wird aber bei gutem Boden von der 2. Gruppe verdrängt.

Um die Tabellen übersichtlicher zu gestalten, fassen wir die Quadrate mit gleicher Düngung in Gruppen zusammen und geben die Deckungszahlen von 1945 (resp. –44) und 1954 (resp. –53) auf gleicher Zeile hintereinander. Am Ende jeder Gruppe werden die gesamten Deckungswerte der Flechten in den Jahren 1945 und 1954 in dm^2 angegeben, ebenso die mittlere Veränderung der pH-Werte (halbfett gedruckt).

Gruppe I (Tabelle 1)

Quadrate 1–8, 11–19, 21–29, 31–39. Oktober 1930 geschält und gehackt, angesät. Sechsmal (1932/37) gedüngt ohne Nutzung, seit 1937 Nutzung ohne

Tabelle 1 (Gruppe I)

Nr. der Fläche, pH (1957 kursiv), Total der Cs u. Ps der Einzelflächen in % (= dm²) u. der Teilgruppen (in dm²)			Deckungsprozente der einzelnen Flechtenarten V 1–3 = Vitalität			Deckungsprozente phanerogamischer „Leitpflanzen"			Bemerkungen, Veränderungen 1945/54 der pH-Mittelwerte (±)
			A. Teilgruppe ohne Düngung						
	1945	1954		1945	1954		1945	1954	
1.	4,4	4,55	rad.	55	1	Nard.	4	18	Inhomogen, starke
		5,21	pleur.	+	—	Vacc.	1	8	Zunahme der
	Cs = 55	1				Vacc. V.	10	15	azidophilen
						Call.	18	12	Magerkeitszeiger
						Camp.	1	4	
						Arn.	4	10	
8.	5,3	5,86	fimb.	0,2	—	in ihrem Verhalten untypische Fläche			
		6,18	chlor.	0,2	+				
	Cs = 3,4	+	furc.	3	—				
25.	4,2	4,62	fimb.	3	+	Nard.	4	6	Ab- und Zu-
		5,0	poc.	+	+	Desch.	7	2	nahmen ungefähr
	Cs = 5,5	1,9	cost.	2	1,5	Call.	4	13	ausgeglichen
			furc.	0,5	0,4	Fest.	8	2	
33.	4,6	4,61	fimb.	—	+	Nard.	3	14	
			chlor.	—	0,4 Pod.	Call.	31	18	
	Cs = 1	2,4	furc.	1	2	Camp.	21	16	
	Cs = 64,9	**5,3**							**pH + 0,28**
			B. Teilgruppe mit NK-Düngung						
4.	4,3	4,77	fimb.	—	0,25	Nard.	24	30	Trotz vieler
			rad.	0,2	—	Call.	13	26	nackter Stellen
	Cs = 1	0,5	chlor.	0,25	0,25 Pod.	Plant.	12	5	wenig Flechten
			Th.	0,55	—				
13.	4,5	4,75	fimb.	1	0,3	Nard.	23	34	Zunahme der 3
	Cs = 9	0,3	pach.	8	+	Call.	+	21	Azidophilen
			furc.	—	+	Vacc. V.	5	12	28–67 = 39 %
28.	4,1	4,64	fimb.	1	0,75	Desch.	17	4	
			chlor.	1	0,75	Call.	4	15	
	Cs = 7	4,9	furc.	2	3	Camp.	7	10	Mosaik
			Cet.	1	0,3	Fest.	8	4	
			P. er.	—	0,1	Lotus	2	6	
			Psor.	2	—	Plant.	4	15	
36.	4,5	4,7	rad.	—	0,5	Trotzdem 10 % nackte Flächen da sind,			
			poc.	2	0,2	also 10 dm², wachsen die Cladonien			
	Cs = 6	1	chlor.	4	0,3	nicht auf diesen, sondern im Schatten,			
			con.	—	+	im dichten Callunagesträuch			
			P. er.	0,1	+				
	Cs = 23	**6,7**	**Ps**	**0,1**	**0,1**				**pH + 0,36**

C. Teilgruppe mit NP-Düngung

3.	4,5	4,78	rad.	—	1 V3	Camp.	16	6	Gestörte Entwicklung und doch Cs-zunahme
Cs =	—	2	chlor.	—	1 V3	Trif. b.	7	3	
Ps =	—	1,5	P. er.	—	1	Anth.	2	7	
			P. lep.	—	0,5	nackt	18	6	
12.	4,8	4,99	chlor.	—	+	Desch.	10	3	Tendenz in den basischen Bereich
						Lotus	1	5	
Cs =	—	+				Anth.	+	9	
27.	4,4	5,07	Th.	—	0,05	Fest.	13	23	
Cs =	—	0,05	P. er.	—	0,2	Phle.	13	3	Mosaik
Ps	—	0,2				Trif.	16	1	
35.	4,7	4,81	fimb.	—	2	Fest.	14	1	Abnahme von Festuca, Zunahme der Flechten
			rad.	—	0,4	Trif.	5	4	
Cs =	0,5	4,1	con.	—	0,1	nackt	22	4	
Ps =	—	1,2	poc.	—	0,1				
			chlor.	0,5	1,5				
			P. er.	—	1,2 c.ap.				
Cs =	**0,5**	**6,15**	**Ps =**	—	**2,9**				**pH + 0,31**

D. Teilgruppe mit PK-Düngung

5.	4,9	4,85	fimb.	—	0,2	Trif.	23	+	Das Verschwinden von Trif. kann als Abnahme des N-einflusses gedeutet werden
Cs =	—	0,2	chlor.	—	+				
Ps =	—	0,5	P. lep.	—	0,5 c.ap.				
14.	4,8	4,7	fimb.	0,2	0,1	Desch.	12	7	Unentschiedene Entwicklung
			chlor.	0,2	0,1	Camp.	28	14	
Cs =	1,4	0,4	furc.	1	0,2	Fest.	9	4	
Ps =	—	1,2	P. er.	—	1,2 c.ap.				
29.	4,6	4,87	furc.	—	0,05	Trif.	13	+	Die Entwicklung der Leitpflanzen liesse ein deutlicheres Flechtenwachstum zu, aber die Rasenhöhe ist 20–30 cm
			P. er.	—	0,05	Lotus	10	4	
Cs =	—	0,1				Plant.	12	6	
Ps =	—	0,1				Camp.	16	20	
37.	4,6	4,61	pyx.	—	+	dichter, aber kurzer Rasen			
Cs =	—	+	P. Ha	1	—				
Ps =	1	—							
Cs =	**1,4**	**0,7**	**Ps =**	**1**	**1,8**				**pH + 0,03**

E. Teilgruppe mit NPK-Düngung
In ihrem Verhalten untypische Fläche

6.	4,9	5,29	chlor.	2,5	0,05	Fest.	23	5	Starker Wechsel der Leitpflanzen
		6,19				Trif.	16	3	
Cs =	2,5	0,1	P. er.	—	+	Anth.	4	12	
Ps =	—	+				Leont.	5	12	

Nr. der Fläche, pH (1957 kursiv) Total der Cs u. Ps der Einzelflächen in % (= dm²) u. der Teilgruppen (in dm²)			Deckungsprozente der einzelnen Flechtenarten V 1–3 = Vitalität			Deckungsprozente phanerogamischer „Leitpflanzen"			Bemerkungen, Veränderungen 1945/54 der pH-Mittelwerte (±)
15.	4,3	4,78	fimb.	0,25	4,8 V 2–3	Call.	7	14	Hier stimmt das
		4,69	rad.						niedrige pH von
	Cs = 0,7	7,2	poc.	0,5	2,4	Vacc.V.	4	+	1957 gut zu den
			chlor.						Deckungsprozen-
	Ps = —	2	P. er.	—	2 V 2–3	Fest.	10	3	ten der Flechten 1954
23.	4,3	4,75	fimb.	0,3	6,5	Desch.	7	3	Der Leitpflanzen-
		4,37	rad.			Call.	2	13	wechsel mit azidi-
			con.	+	0,1	Vacc. V.	1	13	philer Tendenz
	Cs = 1,8	6,8	poc.	1	0,2	Fest.	10	2	entspricht der
	Ps = 0,5	1,5	chlor.	0,5	—	Trif.	8	1	Zunahme der
			P. ruf.	0,5	—	Leont.	18	5	Flechten
			P. er.	—	1,5 c.ap.				
38.	4,6	4,69	fimb.	—	0,7	Desch.	11	7	Der Rasen ist sehr
		5,28	chlor.	—	0,3	Camp.	8	17	lückig und deutet
	Cs = —	1	P. can.	—	0,6 V 2				auf unstabile Verhältnisse
	Ps = —	1	P. er.	—	0,4 V 2				Anemone sulfurea 4/12
	Cs = 7,4	**15,1**	**Ps =**	**0,5**	**4,5**				**pH + 0,36**

Düngung bis 1945, dann nur noch Nutzung 1951 und 1954 (Ca-Flächen auch 1947 und 1949).

In den mit Ca und NPKCa gedüngten 10 Flächen fehlte sowohl 1945 als auch 1954 fast jede Spur von Flechten. Einzig in den mit NPKCa gedüngten Quadraten 7 und 32 war 1945 *Peltigera erumpens* vertreten, in 7 mit 1% und in 32 mit 2%. 1954 waren in den gleichen Quadraten auch diese verschwunden, dagegen trat in dem mit Ca gedüngten Quadrat 2 *Peltigera leptoderma* neu auf mit 0,15% bei einem Oberflächen-pH von 6,08 und in dem mit NPKCa gedüngten Quadratmeter nr. 24 neu *P. erumpens* mit 0,3%. Einige andere Flächen der Gruppe I wurden ebenfalls in der Tabelle weggelassen, weil untypisch.

In der ungedüngten Teilgruppe A fällt zunächst Quadrat 1 auf durch den extremen Rückgang der Cladonien, der sich nicht durch die minime Veränderung des pH in 5 cm Tiefe erklärt, sondern durch die angedeutete starke Zunahme von *Nardus* und seiner Begleiter (s. Kolonne 3!), die abgesehen von der zurückgehenden *Calluna* von 20 auf 55 Deckungsprozente zunehmen. In Q 8 scheint die Abweichung von den übrigen Quadraten der Gruppe A (pH 5,86, Zunahme im basischen Sinn 56 Hundertstel eines pH-Grades,

pH-Mittelwert der übrigen 3 Quadrate 4,59)[1] dem fast völligen Verschwinden der Cladonien zu entsprechen. Die Zunahme des pH von 1945 bis 1954 nach dem Neutralpunkt hin fällt zwar bei fast allen Quadraten der Gruppe I auf; die grösste Steigerung des pH besteht in der Teilgruppe B mit NK-Düngung und beträgt im Mittel 0,36 pH-Grade, in der Gruppe E mit NPK-Düngung 0,36, in Gruppe C 0,31, Gruppe A insgesamt 0,28 und Gruppe D mit PK-Düngung nur 0,03 pH-Grad[1].

Leider stehen uns nicht für alle uns interessierenden Quadrate der Gruppe I auch die 1957 in der Flechten-Moosschicht (Bodenoberfläche) gemessenen pH-Werte zur Verfügung, doch ersieht man aus den vorhandenen Angaben deutlich, wie wenig regelmässig die Differenzen zwischen dem pH-Wert in 5 cm Tiefe und in der Oberflächenschicht sich verhalten. Innerhalb der Teilgruppe E mit NPK-Düngung schwankt diese Differenz zwischen —0,38 und +0,9 pH-Graden, also um 1,28. Es ist also in keiner Weise erlaubt, die beiden Werte zu parallelisieren, und wir müssen auf das gesamte floristische Inventar in seiner Entwicklung abstellen, weshalb wir andeutungsweise die sogenannten „Leitpflanzen" unsern Tabellen einfügen. Wie wenig oft auch der pH-Wechsel in 5 cm Tiefe mit der Entwicklung der phanerogamischen Vegetation während der Periode 1945/54 parallel verläuft, zeigt eine Gegenüberstellung der Quadrate 8 und 13. Bei ersterem wechselt keine Art ihre Dekkungsprozente um nennenswerte Beträge, bei Q 13 ist diese Veränderung bei geringer pH-Differenz sehr deutlich, ebenso die Veränderung in der Deckung durch Cladonien. Dagegen zeigt gerade dieses Quadrat, wie die Zunahme der azidophilen Phanerogamen mit einer Abnahme der azidophilen Flechten einhergehen kann. Dies deshalb in diesem Fall, weil eine so starke Veränderung der Gesamtvegetation den langsam wachsenden Flechten die Existenzmöglichkeit raubt. Schon 1947 (p. 30 unten/31 oben) habe ich betont, dass für die Flechten eine gewisse Stabilität der Rasendecke, der Gesamtvegetation, von grösstem Vorteil ist. Diese biotischen Faktoren überwiegen weitgehend die chemisch-physikalischen edaphischen Faktoren.

Der Einfluss der P-Düngung auf die azidophilen Cladonien im Verhältnis zur Wasserstoffionenkonzentration des Bodens wurde 1947 p. 27 vielleicht etwas überschätzt. Auch in der B-Gruppe mit NK-Düngung, in der 1945 noch eine merkliche azidophile Cladonienbedeckung vorkam, nimmt diese total von 23 auf nur 6,7 dm^2 ab, also auf 4 m^2 verteilt, auf nur 1,7%. In den beiden Teilgruppen C und D mit NP- und PK-Düngung wechselt die Cla-

[1] Es sei hier auf die Arbeit von W. Lüdi 1941 hingewiesen, wo die allzu präzise Wertung der pH-Messungen kritisch beleuchtet wird. Immerhin verwenden wir hier Mittelwerte, und zudem sind auch die pH-Messungen in entsprechenden Zeiten der Boden- und Vegetationsentwicklung vorgenommen worden.

donienbedeckung mit zwar nicht erheblichen Differenzen entgegengesetzt. Bei NP-Düngung und einer deutlichen Abnahme der H-Jonen im Boden nimmt der Faktor Cs deutlich zu, bei PK-Düngung in der D-Gruppe nimmt der Faktor Cs um weniges ab. Aus diesem Beispiel könnte man schliessen, dass N den schädigenden Einfluss von P abschwäche, K ihn verstärke, was rein chemisch verständlich wäre.

Wenn 9 Jahre später der Cladonien-feindliche Einfluss von P nicht mehr so auffällig ist, so kann das vielleicht darauf zurückzuführen sein, dass P in Form von Superphosphat rascher im Boden ausgewaschen und rascher von der phanerogamischen Vegetation ausgenützt wird als die im Boden schon vorhandenen und durch die andern Dünger zugeführten Nährstoffe. Sofern diese Annahme berechtigt ist, darf wohl die Behauptung von 1947 p. 27 zur Hauptsache weiter gelten: „Somit gibt nicht das pH 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 Bodenazidität.“ Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass die Volldüngung ohne Ca, also mit NPK, wie schon 1947 erwähnt, geeignet ist, den P-Einfluss abzuschwächen. Das zeigt sich durch den Vergleich der Quadrate der E-Gruppe, besonders in den beiden Flächen 15 und 23, wobei Q 6 ausser Betracht fällt wegen seinem starken Vegetationswechsel und dem hohen pH der Oberflächenschicht. In 15 und 23 ist dieser Wert sehr niedrig und infolgedessen der Wert Cs in deutlicher Zunahme, womit übereinstimmt, dass das pH der Flechtenmoosschicht niedriger ist als das in 5 cm Tiefe.

Wie sehr die biotischen Einflüsse die P-Wirkung verdecken können, zeigt sich beim Vergleich der Flächen 35 und 36. Bei schwach veränderter Bodenazidität in 5 cm Tiefe nimmt der Cs-Wert bei NP-Düngung in Q 35 zu um 4%, in Q 36 bei NK-Düngung um 5% ab. Doch spielt hier der Einfluss der dichten Calluna die Hauptrolle. Während in Q 35 die sich vermindernden Nacktflächen teils durch die Cladonien und Peltigeren in Anspruch genommen wurden, wussten in Q 36 die Cladonien die 10% Nacktflächen nicht auszunützen.

Zusammenfassend ergibt sich doch trotz der vielen wirklichen und scheinbaren Widersprüche, dass bei PK-Düngung der Wert Cs, also die Deckung der azidophilen Cladonien weitaus am geringsten ist. Bei NK- und NP-Düngung ist Cs 1954 ungefähr gleich gross, nachdem Cs bei NK-Düngung 1945 erheblich, bei NP-Düngung minim war. Auffällig ist ferner, dass Cs bei NPK-Düngung fast 3 mal so gross ist wie auf den ungedüngten Quadraten. Schon 1947 habe ich (p. 33 unten/34 oben) auf diese Wirkung der NPK-Düngung ohne Ca hingewiesen.

Gruppe II (Tabelle 2)

Quadrate 41 bis 60. Juni 1931 geschält und angesät. Düngung von 1932 bis 1942 und 1946 bis 1956, wobei die Düngung von 1946 an teils gewechselt wurde. Regelmässige Nutzung seit 1933.

Wir geben die Einzelresultate nur für die ungedüngte Teilgruppe; weil die übrigen Quadrate nach einer Pause von 4 Jahren von 1946 an weiter gedüngt wurden, die NPK-Quadrate nun mit NPKCa, die Ca-Quadrate nun mit NPK und die NPKCa-Quadrate weiterhin gleich behandelt wurden, so ist es leicht verständlich, dass in diesen fast ständig gedüngten Flächen die Flechtenvegetation radikal verschwand. Viele dieser Quadrate boten dem Auge 1954 ziemlich üppige, auf jeden Fall ganz geschlossene Kleewiesenbestände.

Da die Abnahme der Flechtenvegetation von 1945 bis 1954 in den ungedüngten Probeflächen der Gruppe II ungefähr im gleichen Mass wie in

Tabelle 2 (Gruppe II, ungedüngte Quadrate)

Nummer pH Cs, Ps			Deckungsprozente der einzelnen Flechtenarten			Deckungsprozente einiger Leitpflanzen und andere Bemerkungen		
	1945	1954		1945	1954		1945	1954
41.	4,7		con.	0,5	—	Desch.	3	2
			chlor.	1	+ c.ap.	Fest.	2	14
Cs =	3,7	+	furc.	0,2	—	Phle.	1	4
Ps =	1	—	Psor.	2	—	Trif.	+	27
			P. er.	1	—	Plant.	30	2
45.	4,5		fimb.	0,5	0,5	wenig Änderung		
			rad.	—	0,5			
Cs =	3	3	chlor.	1	0,5			
			furc.	1,5	1,5			
49.	4,4		fimb.	0,6	—	wenig Änderung		
			chlor.	0,6	0,2 cost.			
Cs =	2	0,4	furc.	0,8	0,2 c.ap.			
53.	4,4		fimb.	3	0,2	Call.	3	7
			rad.	—	+	Arn.	9	22
Cs =	6	0,3	chlor.	0,5	+	Plant.	15	6
			cost.	2	—			
			furc.	0,5	0,1			
57.	4,6		fimb.	+	0,5	wenig Änderung		
			rad.	—	+			
Cs =	1,5	0,5	chlor.	0,4	—			
			pleur.	0,8	—			
			furc.	0,3	+			
Cs =	**16,2**	**4,2**	**Ps =**	**1**	—			

Gruppe I sich vollzog, so geht daraus hervor, dass die Beeinflussung durch die Nachbarquadrate nicht so sehr ins Gewicht fällt, wie ich 1947 p. 29 vermutet habe. Die Abnahme der Cladoniendeckung ist in den verschiedenen Quadraten sehr ungleich. In Q 41 lässt sich das fast gänzliche Verschwinden der Flechten durch die Veränderung der Leitpflanzen leicht erklären, einzig schon durch das Auftreten von *Trifolium repens* und der beiden Gramineen *Festuca rubra* ssp. *commutata* und *Phleum alpinum*. Es ist fast verwunderlich, dass *Cladonia chlorophaea* noch vereinzelt zur Apothezienbildung kommen kann. Im Gegensatz hierzu bleibt im Q 45 die Flechtenbedeckung bestehen entsprechend der geringen Veränderung der phanerogamischen Vegetation, ähnlich verläuft die Entwicklung im Quadrat 57. Der starke Rückgang der azidophilen Cladonien in Q 53 ist teils durch das Zunehmen der *Arnica* zu erklären. Doch dürfen wir hier *Arnica* nicht in erster Linie ihrer Azidophilie wegen erwähnen, sondern müssen ihre biotische Wirkung berücksichtigen. Mit ihren niedergedrückten Blattrosetten nimmt sie den Cladonien Raum und Licht. So sind in Q 41 die Cladonien und vor allem die schuppige Kruste von *Psoroma hypnorum* von *Festuca*, *Phleum* und *Trifolium repens* erdrückt worden.

Ich muss hier noch meine Bemerkung zu Gruppe II (Zustand 1945, Frey 1947 p. 31) widerrufen, wonach „wir für die Oberflächenschicht, welche das Wachstum der Flechten bestimmt, die pH-Werte... als unwesentlich abweichend betrachten können". Diese unwesentliche Abweichung bezog sich dort (1947 p. 31) auf das pH in verschiedenen Tiefen. In unseren jetzigen Bemerkungen zu den Ergebnissen von Gruppe I haben wir diese damalige Ansicht schon weitgehend widerlegt. Die damalige Behauptung stützte sich auf Messungen in mit Ca gedüngten Flächen und mit einem pH von 6,9 bis 7,3. Die Ergebnisse von Gruppe I zeigen, dass zwischen der Oberflächenschicht und einer Tiefenschicht von 5 cm, wahrscheinlich auch schon von 1,5 bis 2,5 cm deutliche pH-Gefälle vorkommen können. Immerhin sind sie natürlich nicht so gross, wie ich sie im Nationalparkgebiet unter dem *Cladonietum alpestris* auf Ca-Schutt gemessen habe (Frey 1958), wo bei 2–3 cm Tiefendifferenz das pH-Gefälle 1–2 pH-Grade betragen kann. In einem alpinen Weideboden von bedeutender Tiefgründigkeit, wie er in Quadratflächen der Schynigeplatte vorherrscht, wird durch das Wurzelwerk und die im Boden tätige Kleinlebewelt mehr ausgleichende Wirkung ausgeübt als in einer extrem sauren Flechten-Moosschicht auf grobem Kalkkarbonatrohboden.

Gruppe III wird am Schluss behandelt und Gruppe IV, welche schon 1945 nur spärliche Flechtenanflüge aufwies, war 1954 sozusagen flechtenleer, so dass sie mir kein Interesse bot. Merkwürdigerweise waren auch die nicht-

gedüngten Quadrate 1954 ohne Flechten. Da alle Flächen mit Ausnahme der ungedüngten seit 1945 Ca bekamen, so ist hier vielleicht doch an eine seitliche Beeinflussung zu denken.

Gruppe VIII (Tabelle 3)

Quadrate 191–210. September 1931 geschält, gehackt und angesät, viermal gedüngt (1932/35), Nutzung seit 1935 bis 1946, dann ungenützt bis 1953, 1953 noch einmal gemäht.

Vorerst fällt auf, dass im Gegensatz zu den Gruppen I und II die Azidität in 5 cm Tiefe von 1944 bis 1954 eher zunimmt, besonders deutlich in den Teilgruppen mit Ca- und NPKCa-Düngung, bei Ca-Düngung im Extrem um 0,92 pH-Grad. Einzig in den Böden der Teilgruppe B mit NPK-Düngung ist eine leichte Abnahme der freien H-Jonen vorhanden, die aber praktisch nichts bedeutet. Leider stehen uns keine pH-Messungen aus der Oberflächenschicht unter Moosen zur Verfügung. Dem pH-Wechsel in 5 cm Tiefe in den 4 Teilgruppen entspricht die Ab- und Zunahme der Cs-Werte, die wieder als Indikatoren für die Azidität der Oberflächenschicht gelten können, nur teilweise und nicht in entsprechendem Masse. In der ungedüngten Gruppe A bleibt sich total oder im Durchschnitt genommen die Deckung der azidophilen Cladonien fast gleich und würde somit dem pH-Verlauf in 5 cm Tiefe ungefähr entsprechen. Aber das Quadrat 199 mit der stärksten pH-Schwankung zeigt eine ebenso geringe Veränderung des Cs wie Q 207 mit fast gleichbleibendem pH, und das pH der Fläche 203 mit der stärksten azidophilen Flechtenbedeckung bleibt im Durchschnitt des pH-Wertes der ganzen Gruppe. Umgekehrt zeigt Q 191 mit der stärksten Abnahme des Cs-Wertes keine wesentliche Veränderung des pH.

Am auffälligsten ist die Zunahme von Cs im Q 209 mit NPK-Düngung, wobei die Abnahme des pH-Wertes im Vergleich zu den meisten anderen Flächen der ganzen Gruppe VIII relativ gering ist, vor allem im Vergleich zu Q 208, bei dem das pH in 5 cm Tiefe um 0,92 pH-Einheiten abnimmt und die Zunahme der Cladonienbedeckung nur 2% beträgt. Besser entspricht diesem pH-Wechsel die Zunahme von *Nardus* von 0 auf 17% und die Abnahme von *Lotus* von 10 auf nur 2%.

Im Vergleich zu Gruppe I ist in den Teilgruppen C und D mit Ca- und NPKCa-Düngung die Cladonienbedeckung zum Teil recht bemerkenswert, und zwar hat sie bei Ca-Düngung noch etwas mehr zugenommen. Es fällt auf, wie in vier von fünf Quadraten eine merkliche Zunahme des Cs stattfindet, d. h.: weil die Flächen bei der zweiten Kontrolle 1954 gegenüber 1945 neun weitere Jahre ohne Ca-Düngung geblieben sind, so ist die Oberflächenschicht um so saurer geworden und hat den azidophilen Cladonien den Boden vor-

Tabelle 3 (Gruppe VIII)

Nr. der Fläche, pH, Total der Cs u. Ps der Einzelflächen in % (= dm²) u. der Teilgruppen (in dm²)			Deckungsprozente der einzelnen Flechtenarten V 1–3 = Vitalität			Deckungsprozente phanerogamischer „Leitpflanzen"			Bemerkungen, Veränderungen 1945/54 der pH-Mittelwerte (±)
			A. Teilgruppe ohne Düngung						
	1945	1954		1945	1954		1945	1954	
191.	4,64	4,55	fimb.	0,5	0,2 V1	Nard.	4	22	Sehr unhomogen
			chlor.	0,9	+ V1	Call.	9	23	Clad.podetien im
	Cs = 8	4,1	pleur.	6	3,5 Pod.	Camp.	10	15	Schutz von
			furc.	0,5	0,2 V1				Calluna besser
			Cet.	0,1	0,2				entwickelt
195.	5,11	5,10	chlor.	—	1	Nard.	3	10	Podetien von
			Th.	0,1	0,2	Fest.	27	5	C. furcata bis 1 cm,
	Cs = 0,9	1,2	furc.	+	+ Pod.				beblättert
199.	4,94	4,55	fimb.	0,5	0,1	Nard.	9	20	
			chlor.	0,3	0,6	Call.	3	25!	
	Cs = 1	0,9	Th.	—	0,2	Fest.	1	1	
			furc.	0,2	+				
203.	4,6	4,56	fimb.	1	0,5	Nard.	2	9	Starke Entwick-
			chlor.	1	1,5	Desch.	21	1	lung der Cladonien
	Cs = 8	10	Th.	2	1,35	Call.	3	25	trotz starkem
			pleur.	4	6 V 1–2				Wechsel der
			furc.	—	0,5				phanerog.
			Cet.	—	0,15				Leitpflanzen
			P. er.	0,2	—				
207.	4,87	4,77	fimb.	1	0,75	Nard.	5	25	Geschlossener
			con.	0,1	—				Rasen 20 cm
	Cs = 3,3	3,25	chlor.	1	1				
	Ps = 0,5	+	Th.	1	0,5				
			furc.	0,2	1				
			P. er.	0,5	+				
	Cs = 20,9	**19,45**	**Ps =**	**0,7**	+				**pH — 0,13**
			B. Gruppe mit NPK-Düngung						
193.	4,74	4,86	fimb.	—	0,7	Nard.	3	10	Übrige Konsti-
			chlor.	—	0,2	Fest.	27	5	tuenten nur in
	Cs = —	1	Th.	—	0,1				kleinen Deckungs-
	Ps = 2	0,5	furc.	—	+ Pod. bis 2 cm				prozenten
			P. er.	2	0,5				
197.	4,98	5,2	keine Spur von Flech-			Fest.	17	8	Lotus 12 3
			ten auf Mooskissen			Trif.	3	7	Leont. 7 18
201.	4,67	4,92	fimb.	—	0,1	Nard.	3	19	
			chlor.	—	0,2	Camp.	19	12	

	Cs = 0,2	0,4	Th.	0,2	0,1	Plant.	8	22	
	Ps = 0,4	+	furc.	—	+				
			P. er.	0,4	+				
205.	5,07	4,87	fimb.	+	+	Rasen dicht, 15 cm hoch			
	Cs = +	+	chlor.	—	+				
	Ps = +	+	Cet.	—	+				
			P. er.	+	+				
209.	4,67	4,48	fimb.	0,1	10,5 c.ap.	Nard.	5	20	Rasen lückig,
			pyx. } chlor. }	0,1	3	Vit. 2			bis 15 cm hoch
	Cs = 1	15,6!	Th.	0,3	0,5				
	Ps = 5	+	pleur.	—	1				
			furc.	0,5	0,2				
			crisp.	—	0,3				
			Cet.	—	0,1				
			P. er.	5	+				
	Cs = 1,2	**17**	**Ps =**	**7,4**	**0,9**				**pH + 0,04**

C. Gruppe mit Ca-Düngung

192.	5,84	5,04	chlor.	—	1,0	Fest.	27	18	
	Cs = —	1,2	Th.	—	0,2	Plant.	10	24	
	Ps = 1,5	—	furc.	—	+ Pod. bis 1 cm				
			P. er.	—	1,5				
196.	6,05	5,53	P. er.	1	—	Nard.	1	1	Lotus 12 2
	Ps = 1	—				Fest.	28	10	Leont. 6 18
200.	5,78	5,33	fimb.	+	0,6 }	Nard.	—	3	Steil, Ca abge-
			pyx.	—	0,2 } Pod.	Fest.	—	8	spült? Polygala
	Cs = 0,2	1,4	cost.	+	0,3 }	Plant.	5	12	chamaebuxus
	Ps = 0,5	—	Th.	+	0,3	Leont.	9	14	4/10
			P. er.	0,5	—				
204.	5,51	5,56	fimb.	—	+	Fest.	8	8	Mäuseschaden
			chlor.	—	+	Plant.	12	17	
	Cs = —	+	Cet.	—	+	nackt	4	10	
	Ps = 0,5	+	P. er.	0,5	+				
208.	6,08	5,16	fimb.	+	0,8	Nard.	—	17	
			chlor.	+	1,2	Call.	1	4	
	Cs = 0,2	2,8	pleur.	+	+	Camp.	5	10	
	Ps = 0,5	+	furc.	0,2	0,8 * Pod.	Lotus	10	2	* furcata-Podetien
			P. er.	0,5	+	Plant.	5	12	bis 3 cm
	Cs = 0,4	**5,4**	**Ps =**	**3**	1,5				**pH — 0,53**
194.	5,9	5,18	fimb.	—	0,1	Nard.	2	1	
			pyx.	—	1,2	Fest.	10	9	übrige Rasen-
	Cs = —	1,4	Th.	—	0,1	Leont.	11	14	bildner
	Ps = 2 %	—	furc.	—	+				unentschieden
			P. er.	2	—				

Nr. der Fläche, pH, Total der Cs u. Ps der Einzelflächen in % (= dm²) u. der Teilgruppen (in dm²)			Deckungsprozente der einzelnen Flechtenarten V 1–3 = Vitalität			Deckungsprozente phanerogamischer „Leitpflanzen"			Bemerkungen, Veränderungen 1945/54 der pH-Mittelwerte (±)
			D. Gruppe mit NPKCa-Düngung						
198.	5,81	5,73	fimb.	—	+ Pod.	Fest.	25	12	
Cs =	—	+	P. er.	1,5	+	Plant.	3	8	
Ps =	1,5	+				Leont.	15	25	
202.	5,89	5,28	fimb.	—	0,1	Fest.	15	3	
			chlor.	—	0,1	Agr.*	2	9	* Agrostis capillaris
Cs =	0,1	0,2	Th.	0,1	+	Plant.	8	20	
Ps =	0,1	+	P. er.	0,1	+	Leont.	13	25	
206.	5,89	5,58	P. er.	1,5	—	Fest.	17	25	sehr dichter Rasen
Ps =	1,5	—							
210.	5,76	5,22	fimb.	—	0,4	Nard.	—	—	Rasen geschlossen 2–15 cm hoch
			pyx.	—	1,2	Fest.	19	7	
Cs =	+	1,6	Th.	+	—	Leont.	6	25	
Ps =	2	+	P. er.	2	+				
			P. var.	—	+				
Cs =	**0,1**	**3,2**	**Ps =**	**7,1**	+				**pH — 0,45**

bereitet. Und wenn beim Ausbleiben der NPKCa-Düngung die Cs-Zunahme etwas geringer ist als bei fehlendem Ca, so könnte dies wie schon früher erwähnt, auf einen die Ca-Wirkung hemmenden Einfluss von NPK hindeuten. Ob das reichlichere Vorkommen der azidophilen Flechten in Gruppe VIII nur die Wirkung ist von der nur 4- statt 6-maligen Düngung und der um 2 Jahre früheren Nutzung, oder ob hier von vornherein etwas andere Verhältnisse bestunden, muss ich Lüdi entscheiden lassen.

Der Parallelismus zwischen den Deckungsprozenten der Cladonien und der phanerogamischen „Leitpflanzen" stimmt auch nicht überall, sofern man diese nur als Zeiger für den pH-Zustand des Bodens beurteilt; am wenigsten bei Q 191, wo die azidophilen Cladonien auf die Hälfte ihrer Deckung zurückgehen, *Nardus* und seine Begleiter stark zunehmen. In 199, wo *Nardus* und *Calluna* stark zunehmen, verändert sich die schwache Cladonienbedeckung kaum. Am besten stimmen die beiden Entwicklungen in bezug auf den Aziditätszustand in Q 209 überein. In Q 191 wird die ausgesprochene Inhomogenität schuld sein an der Nichtübereinstimmung, und allgemein lassen sich die Unstimmigkeiten damit erklären, dass die biotischen Faktoren die chemisch-physikalischen überdecken. Der vorhandene Raum, der Lichtgenuss und die raschere oder langsamere Entwicklung der Vegetation sind Hauptfaktoren für die Ansiedlung der Flechten.

Auf das konsequente Zurückgehen der Peltigeren in Gruppe VIII wollen wir im Zusammenhang mit ihrem Verhalten in allen übrigen Gruppen zu sprechen kommen. Vereinzelte Ergebnisse sind in der 4. Kolonne der Tabelle erwähnt.

Gruppe IX (Tabelle 4)

Quadrate 211 bis 230. Behandlung wie Gruppe VIII, aber nur zweimalige Düngung: 1932/33.

Bei den Kontrollen im Sommer 1945 wurden wegen Zeitmangel von der 9. Gruppe nur je 3 Quadrate einer Teilgruppe statt 5 wie bei Gruppe VIII statistisch aufgenommen. Dabei wurden je zwei Quadrate mit geringster Flechtenbedeckung weggelassen. Um die Cs-Werte der beiden Gruppen vergleichen zu können, berücksichtigen wir von Gruppe VIII entweder die Mittel aus 5 Quadraten (a) oder wählen aus den Teilgruppen von VIII auch nur 3 Quadrate mit der stärksten Cladonienvegetation (Tabelle 5b).

In Tabelle 5 zeigt sich die stärkere Cladoniendeckung in Gruppe IX im Vergleich zu VIII nach 9 Jahren deutlicher als 1945. Vor allem verwischen sich die gegensätzlichen Abweichungen von den zu erwartenden Verhältnissen der A- und B-Gruppe von VIII im Verlauf der 9 Jahre. 1945 wies die B-Gruppe in IX eine ca. 2,6mal grössere Cladoniendecke auf als die ungedüngte Gruppe A. 1954 hat sich dieses Verhältnis verringert, wie es gemäss den übrigen Ergebnissen zu erwarten war. Auffallend ist der Unterschied im Verhalten der A- und B-Teilgruppen in VIII und IX. Während in Gruppe VIII die A-Werte 1945 ein Mehrfaches der B-Werte sind, besteht entsprechend in Gruppe IX die unerwartete Umkehrung. Aber, wie schon betont, verwischen sich diese Unstimmigkeiten bis 1954, wenn auch nicht in demselben Masse. 1947 (p. 33) haben wir uns gefragt, ob wohl die grössere Düngermenge oder das um 2 Jahre später aufhörende Düngen von grösserem Einfluss sein könnte. Wahrscheinlich würden sich nach 9 weiteren Jahren die beiden Möglichkeiten der Einwirkung der Düngergaben ausgeglichen haben.

Eigentümlich ist die Tatsache, dass der Wert Cs in der Teilgruppe B in VIII und IX so stark zunimmt, er erreicht in IX sehr ansehnliche Dominanz. Es kann kaum anders sein, als dass in diesen Flächen doch von vornherein besondere Bodeneigenschaften vorhanden waren. Man kann sich kaum vorstellen, dass die NPK-Düngung 21 Jahre später noch eine so starke Nachwirkung haben könnte, dass die Flechten-Moosschicht um so viel saurer geworden wäre als in den ungedüngten Flächen der Teilgruppen A. Demgegenüber zeigen die Cs-Werte in den Gruppen C und D eine recht gleichmässige Entwicklung. Die Total- und Mittelwerte von Gruppe IX sind fast durchweg doppelt so gross wie in Gruppe VIII. In der D-Gruppe verstärkt

Tabelle 4 (Gruppe IX)

Nr. der Fläche, pH (1957 kursiv) Total der Cs u. Ps der Einzelflächen in % (= dm²) u. der Teilgruppen (in dm²)			Deckungsprozente der einzelnen Flechtenarten V 1–3 = Vitalität			Deckungsprozente phanerogamischer „Leitpflanzen"			Bemerkungen, Veränderungen 1945/54 der pH-Mittelwerte (±)
			A. Teilgruppe ohne Düngung						
211.	4,87	4,79	fimb.	0,4	+	Nard.	2	15	* furcata-Podetien
		4,67	chlor.	0,2	0,1	Desch.	9	—	3–4 cm
	Cs = 1	0,3	Th.	0,2	+	Fest.	11	4	
			furc.*	0,2	0,2 Pod.	Leont.	6	15	
			Cet.	+	+	Plant.	18	5	
215.	4,66	4,74	fimb.	0,2	0,5	Nard.	7	20	Ähnliche
			pyx.*			Call.	7	14	Entwicklung wie
	Cs = 3	16	poc.	2,5	14 V 3	Camp.	14	9	in Q 209 Gruppe
			pach.			Plant.	20	12	VIII nebenan
	Ps = +	+	pleur.	—	0,5	*pyx.			
			furc.	0,2	0,5	c. ap.			
			Cet.	+	0,4				
			P. er.	+	+				
219.	4,5	4,42	fimb.	0,5	0,5	Nard.	2	5	
			pyx.			Desch.	8	8	
	Cs = 4,5	14	chlor.	0,5	5	Call.	8	25	Rasen 2–5(–15) cm
			pleur.	2,5	6,5	Camp.	16	5	
	Ps = +	+	furc.	1	2	Plant.	15	8	
			Cet.	—	+	nackt	3	10	
			P. er.	+	+				
	Cs = 8,5	**30,3**	**Ps =**	+	+				**pH + 0,04**
			B. Gruppe mit NPK-Düngung						
213.	4,63	4,74	fimb.	+	0,5	Nard.	11	25	Rasenhöhe nimmt
		4,29	rad.			Call.	9	10	stark ab. In Cal-
			pyx.	+	1	Camp.	17	15	luna verkümmert
			chlor.	1	1	Arn.	5	8	der Thallus von
			pleur.	2	2,2	Plant.	10	2	Cl. pyx. u. chlor.,
	Cs = 4	4,9	Th.	1	—				die Podetien wer-
			def.	+	+				den beblättert
			dec.	—	+				
			furc.	+	0,2				
217.	4,48	4,41	fimb.	2	0,5	Nard.	9	25	Starke Zunahme
		4,53	rad.			Desch.	8	1	von Nardus, auf
			con.	+	0,1	Camp.	16	3	Kosten der mei-
			pyx.	3	8 V 1–3	Arn.	2	7	sten Kräuter,
	Cs = 8	41,1	pleur.	3	28 c. ap.	Leont.	8	12	ähnlich Q 216
			def.	+	2 c. ap.	Plant.	15	10	
			furc.	—	1,0				
			Cet.	—	1,5				

229.	4,54	4,55	fimb.	5	3	Nard.	1	5	Starke Zunahme
		4,35	rad.	+	0,2	Call.	4	30	von Calluna, z. B.
			Th.	2	—	Camp.	12	3	auf Kosten von
			chlor.	3	0,5	Arn.	1	4	Crepis conycifolia
	Cs = 10 %	10,4	poc.	+	3,2	Plant.	13	3	25/8!
			pleur.	+					
	Ps = —	+	furc.	+	3,4 c. ap.				
			Cet.	+	0,1				
			P. er.	—	+				
	Cs = 22	**55,4**	**Ps =**	—	+				**pH ± ausgeglichen**

C. Gruppe mit Ca-Düngung

212.	5,49	5,29	chlor. }			Fest.	14	8	dichtrasig
		5,15	furc. }	+	+	Trif. b.	2	10	stabil
	Cs = +	+	Cet. }			Lotus	12	10	
216.	5,45	4,91	fimb. }	—	0,5	Nard.	3	20	Phanerogamen-
		4,87	rad. }			Desch.	16	5	entwicklung
			pyx. }	+	5,5	Fest.	8	2	ähnlich wie in 217
	Cs = 0,1	6,3	chlor. }						
	Ps = 2	1,2	pleur.	—	+				
			furc.	+	0,3				
			Cet.	—	+				
			P. er.	2	+				
			P. ruf.	+	1,2				
220.	5,03	4,88	fimb.	0,2	0,6	Trif. b.	8	1	Phanerogamen
		5,20	chlor.	—	0,3	Plant.	7	15	sonst wenig
	Cs = 0,7	2	Th.	0,5	0,5				verändert
			furc.	+	0,6				
			Cet.	—	+				
	Cs = 0,8	**8,3**	**Ps = 2**	**1,2**					**pH + 0,04**

D. Gruppe mit NPKCa-Düngung

214.	5,31	4,91	fimb.	+	0,1	Nard.	1	7	Rasen zum Teil
			chlor.	+	6 V 3	Desch.	2	7	geschlossen
	Cs = 0,1	6,2	furc.	—	0,1	Fest.	9	4	
	Ps = 2	0,1	P. er.	2	0,1 abst.	Lotus	10	8	
218.	5,17	4,7	fimb. }	+	1,2	Nard.	1	10	Wenig verändert,
			rad. }			Camp.	14	16	ähnlich
			con.	+	0,2	Fest.	9	2	
	Cs = 0,1	3,3	chlor.	+	1,8	Leont.	7	13	
			pleur.	—	+				
			furc.	+	+				
			Cet.	—	+				
230.	5,27	4,92	fimb.	—	0,5	Fest.	15	2	viel Crepis
	Cs = —	0,6	chlor.	—	0,1	Trif.	*10	1	conycifolia
						Leont.	11	20	*Trif. pratense
	Cs = 0,2	**10,1**	**Ps = 2**	**0,1**					**pH — 0,4**

Tabelle 5 (Cs-Werte)

	Gruppe VIII				Gruppe IX	
	a) Mittel von 5 Quadraten		b) Mittel von 3 Quadraten		Mittel von 3 Quadraten	
	1945	1954	1945	1954	1945	1954
A. ohne Dünger	4,18	3,89	5,67	5	2,83	10,1
B. mit NPK	0,24	3,4	0,4	5,3	7,33	18,47
C. mit Ca	0,08	1,1	0,13	1,5	0,27	2,77
D. mit NPKCa	0,02	0,64	0,03	1,07	0,07	3,37
Mittel A–D	1,13	2,26	1,56	3,23	2,63	8,67

sich dieses Verhältnis noch beträchtlich. Es ist also hier ein entgegengesetztes Verhalten zu Gruppe VIII festzustellen, und somit müssten wir hier die Annahme wiederrufen, als ob die NPK-Kombination den Ca-Einfluss zum Teil überdecken könnte.

Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass die pH-Mittelwerte der Teilgruppen und somit auch der ganzen Gruppe 1945 und 1954 einander entsprechen, im Gegensatz zu Gruppe I, wo sie nach dem Neutralpunkt zunahmen, und in Gruppe VIII, wo sie wenigstens in den Teilgruppen C und D deutlich abnahmen.

Verfolgen wir noch statt der Total- und Mittelwerte der Teilgruppen die Veränderung der Cs-Werte in den einzelnen Quadraten, so zeigen sich auch da wieder recht grosse Unterschiede, so z. B. in den 3 Quadraten der Teilgruppe A. In Q 211 sinkt der kleine Cs-Wert noch etwas ab, während in 215 und 219 diese Werte stark wachsen, obschon in allen 3 Flächen die Leitpflanzen einen ähnlichen starken Wechsel in ihrer Dominanz aufweisen. In 211 mag es vor allem das starke Zurückgehen der horstbildenden Gräser *Deschampsia* und *Festuca* sein, das den Cladonien hinderlich ist, wie wir schon 1947 (p. 30/31 und 33) betont haben. Die Zunahme der niedrigen, kompakten *Nardus*horste ist dabei für die Flechten weniger nachträglich. Das zeigt sich am besten in Fläche 217, wo bei starker *Nardus*dominanz ein Maximum von Cladoniendominanz vorkommt. Ähnlich, wenn auch in geringerem Mass, entsprechend der Nachwirkung der Ca-Düngung, geht die Entwicklung in Q 216. Im übrigen sei noch hervorgehoben, wie in den C- und D-Teilgruppen die Unterschiede von Fläche zu Fläche bedeutend sind. Dies ist um so eigentümlicher, weil wie oben betont, die Total- und Mittelwerte dieser beiden Gruppen in VIII und IX ein so regelmässiges Verhalten zeigen.

Gruppe III (Tabelle 6)

Von dieser Gruppe, die 1931 geschält und gehackt, aber nicht angesät wurde, interessiert uns nur die Gruppe b ohne Düngung, denn die andern

Tabelle 6 (Teilgruppe b aus Gruppe III)

	61		62		63		64		65		Total dm²	
	1945	1954	1945	1954	1945	1954	1945	1954	1945	1954	1945	1954
Cladonia fimb.	1	4	1	2	8	4V1	2	1	1	0,2	13	11,2
– – radiata	2,5	0,5	—	0,1	—	—	—	—	—	—	2,5	0,6
– chlorophaea	0,5	3	—	0,2	1	0,2	1	+	4	—	6,5	3,4
– – costata	0,7	0,5	0,5	—	—	—	—	+	—	—	1,2	0,5
– pyxidata	+	5	—	—	+	—	+	+	+	2,5*	+	7,5
– pleurota	0,5	+	—	0,5	1	—	+	2,2	0,5	+	2	2,7
– Thalli	0,5	+	1	—	2	—	2	—	1	—	6,5	+
– furcata	0,3	1,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,4	1,1	3,3
– mitis	—	0,2	—	+	—	—	—	+	—	—	—	0,2
Cetraria isl.	+	0,1	+	+	—	+	—	—	+	—	+	0,1
Psoroma hypn.	—	—	1,5	—	0,5	—	—	—	—	—	2	—
Peltigera er.	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—	—	0,1	—
Collema sp.	—	—	—	—	0,8	—	—	—	—	—	0,8	—
Azidophile	6	14,8	4,2	3,0	12,7	4,4	5,2	4,2	6,7	3,1	34,8	29,5
Ab- u. Zunahme	**+8,8 dm²**		**—1,2**		**—8,3**		**—1**		**—3,6**		**—5,3**	
Nardus stricta	1	8	2	12	2	14	3	12	6	17	14	63
Deschampsia fl.	6	6	8	3	9	2	8	3	5	5	36	19
Calluna vulg.	—	7	7	22!	4	9**	8	8	4	15	23	67
Campanula barb.	16	18	15	13	13	21	6	14	14	19	64	85
Festuca r. comm.	6	1	9	1	8	1	6	1	6	1	35	5
Plantago alp.	45	12	31	11	33	18	37	19	29	7	175	67
pH 1943 in 5 cm T.	4,47		4,68		4,45		4,45		4,51			
pH 1957 Oberfläche	4,55		4,54		4,43		4,61		4,47			

* Cladoniapodetien c. ap., aber der Thallus absterbend
** zu Calluna kommt hier noch Vaccinium myrtillus mit 6 %

Flächen tragen üppige phanerogamische Vegetation, weil sie mit NPKCa oder mit Stallmist gedüngt wurden. Selbstverständlich sind sie ohne jede Spur von Flechten. Die Q 61–65 wurden regelmässig gemäht bis 1946, dann nur noch 1950 und 1954.

Ausser den pH-Messungen von 1945 in 5 cm Tiefe stehen uns die Ergebnisse der pH-Messungen von 1957 zur Verfügung, für die Dr. F. Ochsner an der Bodenoberfläche unter der Flechtenmoosschicht Bodenproben entnommen hat. Die in Tabelle 6 unten enthaltenen Zahlen sind die Mittelwerte von 4 Messungen, wobei von ca. 1 dm² grossen Oberflächen-Bodenproben unter Moosbestand zwei Messungen ausgeführt wurden, die eine von humoser Beschaffenheit mit möglichst wenig Mineralerde, die andere von der blossen Mineralerde. Nach brieflicher Mitteilung von Ochsner waren den Moosen stets Cladonien beigemischt. Es fällt auf, wie diese pH-Werte sehr gleichmässig sind, auch diejenigen in 5 cm Tiefe von 1945. Auch die Einzelwerte, die Ochsner für seine Mittelwerte benützte, waren sehr ausgeglichen, die-

jenigen von Q 61 und 63 differierten um nur 11, die von 62 und 64 um 14 und die von Q 65 um 29 Hundertstel einer pH-Einheit.

Auch die Entwicklung der phanerogamischen Vegetation verläuft in den 5 Quadraten ziemlich gleichmässig: sie ist gekennzeichnet durch das stete Zunehmen von *Nardus*, *Calluna* und *Campanula*, das starke Abnehmen von *Festuca* und *Plantago* und damit durch die zunehmende Entwicklung zum Nardetum. Papilionaceen fehlen. Die Bilanz der Cs-Werte ergibt eine Abnahme der azidophilen Cladonien, wohl auch hier aus biotischen Gründen, weil die dichtere Rasendecke das Flechtenwachstum hinderte.

Das Verhalten der Arten und Artgruppen unter sich (Tabelle 7)

„Die Cladonien und Peltigeren scheinen einander in ihrem Vorkommen fast auszuschliessen", schrieb ich 1947 (p. 36). Diese Annahme hat sich durch die Entwicklung von 1945–1954 als richtig erwiesen (s. auch Tabelle 7). Im allgemeinen sind überall dort, wo die Cs-Werte steigen, die Ps-Werte im Abnehmen, einzig in der NPK-Gruppe von I steigen die Cs- und Ps-Werte gleichzeitig, wenn auch nicht in demselben Mass. In Gruppe VIII B, C und D

Tabelle 7 Frequenz und Gesamtdeckung in den verschieden gedüngten Teilgruppen

Düngungsart	0		NPK		NPKCa		Ca		Total Frequenz		
Flächenzahl (je 1 m²)	22		12		8		8		und Deckung		
Jahrzahl	1945	1954	1945	1954	1945	1954	1945	1954	1945	1954	
1. C. fimbr. s. lat.	20	18	9	10	—	6	3	6	32	40	mal
	84,3	16,5	7,7	27,5	—	2,6	0,3	2,5	92,3	49,1	dm²
2. – pyxid. s. lat.	20	20	7	11	2	6	3	7	32	44	mal
	33	38,8	0,1	10,8	+	7,9	+	8,5	33,1	66	dm²
3. – pleurota ...	9	8	3	3	1	1	1	2	14	14	mal
	15,3	19,2	7	4,2	+	+	+	+	22,3	23,4	dm²
4. – furcata	19	17	3	6	1	3	4	5	27	31	mal
	10,2	10,0	0,5	0,3	+	0,1	+	+	10,7	10,4	dm²
5. Cetraria isl. ...	3	5	1	4	—	1	1	4	5	14	mal
	0,1	0,3	+	1,7	—	+	+	+	0,1	2,1	dm²
Peltigeren	3		5	8	5	3	5	4	18	16	mal
	1,7	+	7,4	0,5	7,1	+	4	1,2	20,2	1,7	dm²
Totalwerte 1–5 ..	71	68	23	34	4	17	12	24	110	143	mal
	142,9	84,8	15,3	34,5	+	10,6	0,3	11	298,5	161	dm²

Bei jeder Art gibt die obere Zeile an, in wie vielen Flächen der betreffenden Düngungsform die Art gefunden wurde (Frequenz) und die untere Zeile die gesamte Deckung (dm²) in den untersuchten Flächen der gleichen Düngungsform. Der Vergleich der Frequenz zur Deckung gibt ein Mass für die Dichte, in der die Art vorkommt. Frequenz, Deckung und Dichte sind am höchsten in der *pyxidata*-Gruppe. In der Tabelle fehlen die B-, C- und D-Quadrate der Gruppe I. Ferner sind einige seltene Arten nicht mit einbezogen.

entspricht der Verlauf sehr deutlich unserer Annahme, ebenso in den Teilgruppen C und D von IX. In den stark mit Cs durchsetzten A- und B-Gruppen von IX sind die Spuren der Peltigeren praktisch ohne Bedeutung. Dagegen kommen diese da und dort noch in einer Deckung von 1–2 und mehr % in Quadraten vor, wo keine Spur azidophiler Cladonien gedeiht. Da die Totalwerte der Flechtenbedeckung in keinem der Quadrate so bedeutend sind, wäre jeweils noch genügend Platz für Peltigeren vorhanden, auch wenn die Cladonien im Zunehmen begriffen sind, und zudem kommt das Überwachsenwerden von Peltigeren durch Cladonien nicht in Frage, dagegen ist es den locker dem Boden aufliegenden Peltigeren ein leichtes, die Cladonienthalli zu überwachsen. Infolge dieser weniger engen Verwachsung der Peltigeren mit dem Boden ist es auch eher möglich, dass sie ausnahmsweise an Orten vorkommen, die ihrem pH-Bedarf nicht ganz entsprechen, was z. B. die Abweichung des Verhaltens in Gruppe I E erklären könnte.

Die totalen Vorkommen sind zu gering, um Sicheres über die Ansprüche der verschiedenen Cladonienarten unter sich auszusagen. Wenn die neutrobasiphile *Clad. symphycarpia* und die azidophile *C. macrophyllodes*, die beide in nicht allzu grosser Entfernung (einige 100 Meter) vorkommen, in den Versuchsflächen fehlen, so erklärt sich das erstens, weil sie nicht Humus- sondern Rohbodenpflanzen sind und weil zweitens die Wanderung der Flechtenarten selten so rasch geschieht, wie man es sich theoretisch vorstellt, auch wenn diese, wie die vorkommenden Cladonien, günstige Propagationsorgane haben (Soredien und kleinste Bruchstücke). So fällt z. B. auf, wie *Clad. pleurota* fast nur in den 2 nebeneinander liegenden Gruppen VIII und IX vorkommt und in den Quadraten der Gruppen I–III nur sehr spärlich oder gar nicht, und doch wäre gerade diese Art mit ihrer reichen Soredienproduktion beim Wandern im Vorteil. Zwar habe ich 1947 erwogen, ob nicht *pleurota* besonders extrem azidophil sei. Doch ist durch viele Messungen diese weit verbreitete Art als ziemlich plastisch in bezug auf pH-Ansprüche erkannt worden. Es ist also nicht der Aziditätsanspruch, der die Lokalisation von *C. pleurota* erklärt, sondern eher die langsame Ausbreitung.

Zusammenfassung

In 62 Versuchsflächen von je 1 m² wurde 1945 und 1954 die Flechtenvegetation statistisch untersucht und die Entwicklung während 9 Jahren festgestellt und mit der phanerogamischen Gesamtvegetation, geprüft durch W. Lüdi und seine Mitarbeiter, verglichen.

Die Zahl der photophilen Flechtenarten ist verhältnismässig klein im Vergleich zu den ziemlich vielen Moosarten. Die vorhandenen Cladonien, einschliesslich *Cetraria islandica*, können in ihrer Wertung als azidophile

Artengruppe den mehr neutro-basiphilen Peltigeren gegenüber gestellt werden. Unter diesen dominiert *P. erumpens*, die dank ihrer Soredienproduktion sich am besten in den meist dichten Rasen ausbreiten und halten kann.

Die mehr oder weniger deutliche Dominanz der Arten und Artgruppen ergibt sich in erster Linie aus dem Zustand der phanerogamischen Vegetation, wobei deren Stabilität wichtiger ist als die pH-Verhältnisse der obersten Bodenschicht der Flechten und Moose. Die biotischen Zustände in den einzelnen Quadraten überwiegen die physikalisch-chemischen Bodenverhältnisse. Die Lokalisation in einzelnen benachbarten Quadratgruppen zeigt, dass die Ausbreitung der Arten, auch der durch ihre reiche Soredienproduktion ausgezeichneten Spezies, auch auf kleinem Raum nicht so rasch erfolgt, wie man sich denken könnte.

Erwähnte Literatur:

FREY, Ed.: 1947, in LÜDI, FREY u. OCHSNER: Flechten und Moose in den Versuchsflächen einer Nardusweide auf der Schynigeplatte bei Interlaken. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel Zürich **1946** (25–37).

FREY, Ed.: 1958. Die Flechtenflora und -vegetation des Nationalparks im Unterengadin, II. Teil. Die Entwicklung der Flechtenvegetation auf photogrammetrisch kontrollierten Dauerflächen. – Ergebn. wissensch. Unters. Schweiz. Nationalpark **6**, im Druck.

LÜDI, W.: 1941. Untersuchungen über die jahreszeitliche Schwankung der Bodenazidität. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel Zürich **1940** (31–51).

LÜDI, W.: 1948. Die Pflanzengesellschaften der Schinigeplatte bei Interlaken und ihre Beziehungen zur Umwelt. – Veröff. Geobot. Forsch. Inst. Rübel Zürich **23** (400 p.).

DIE VERÄNDERUNGEN DER MOOSFLORA IN DEN VERSUCHSFLÄCHEN DER SCHINIGEPLATTE VON 1945 BIS 1954

Von Fritz OCHSNER, Muri/Aargau

Auf Anregung des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel in Zürich untersuchte ich in den Sommern 1954, 1955 und 1957 nochmals die Bryophytenvegetation in der Versuchsweide der Schinigen Platte ob Interlaken (Bern), und zwar die gleichen Quadrate wie 1945/46. Im Sommer 1957 machte ich zu zwei Malen noch einige ergänzende Beobachtungen und entnahm den untersuchten Flächen (mit wenigen Ausnahmen) an Stellen des Vorkommens bestimmter Moose Bodenproben. Herr SIEGL, Laborant am Geobotanischen Forschungsinstitut, bestimmte das pH dieser Proben. Dafür sei ihm der beste Dank ausgesprochen.