

Beitrag zu den Beziehungen zwischen Vegetation und Zustand des Bodens im westlichen Berner Oberland

Autor(en): **Lüdi, Werner**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **37 (1928)**

Heft 37

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-25066>

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.

Beitrag zu den Beziehungen zwischen Vegetation und Zustand des Bodens im westlichen Berner Oberland.

Von Werner Lüdi.

Seit einigen Jahren gehen die Bestrebungen der Pflanzenökologen in steigendem Masse dahin, *die gesetzmässigen Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Vegetation zahlenmässig festzulegen*. Die Grundlage zu diesen Untersuchungen gibt die moderne Auffassung des Bodens und der Bodenbildung, wie sie für unsere Verhältnisse namentlich von E. Ramann ¹⁾ und G. Wiegner ²⁾, neuestens auch von H. Jenny ³⁾ ausgearbeitet worden ist. Sie lehrt uns, dass der Boden in dem humiden Klima unserer Gegenden von dem Vorgange der Auswaschung beherrscht wird, der alle beweglichen Bodenteile in Bodentiefen entführt, die den Wurzeln der Pflanzen meist unerreichbar sind. Dadurch verarmen die oberen Bodenschichten an Nährsalzen, und die ganze physikalisch-chemische Konstitution des Bodens wird verschlechtert. Der Umfang der beweglichen, auswaschbaren Bodenbestandteile wird um so grösser, je humider das Klima ist; die Auswaschbarkeit nimmt mit dem Sinken der Temperatur und der Vergrösserung der Niederschläge in den höheren Alpen rasch zu. In den späteren Reifestadien dieser alpinen Böden häufen sich hochdisperse Humusstoffe (ungesättigter Humus, Rohhumus), unter deren Herrschaft die Auslaugung ihre extremen Werte erreicht. Es werden nicht nur leichter lösliche Mineralsalze ausgewaschen, sondern auch kolloide Körper wie das färbende Eisen und Aluminiumhydroxyd

¹⁾ *Bodenkunde*. 3. Aufl. 1911 Berlin (Springer). *Bodenbildung und Bodeneinteilung*. Berlin (Springer) 1918.

²⁾ *Boden und Bodenbildung in kolloidchemischer Betrachtung*. 4. Aufl. 1926 Dresden und Leipzig (Steinkopf).

³⁾ *Reaktionsstudien an schweizerischen Böden*. Landwirtsch. Jahrb. d. Schweiz 1925. *Bemerkungen zur Bodentypenkarte der Schweiz*. Ibid. 1928. Ferner in *Braun & Jenny*, cit. S. 18.

und Kieselsäure, wodurch die Bildung des Tones verhindert werden kann. Der Eisenverlust offenbart diese höchste Stufe der Auslaugung dem Auge, da in der Folge der Boden ausbleicht, das heisst eine aschgraue Farbe annimmt (Podsol), ein Vorgang, der allerdings in den alpinen Böden durch die starke Humuseinlagerung, welche die Böden dunkel färbt, oft verdeckt ist. Die elektrolyt-armen Böden reagieren sauer, weshalb die meisten alpinen Böden, in Urgesteinsgebieten beinahe alle, mehr oder weniger sauer sind.¹⁾

Naturgemäss haben diese Vorgänge der Bodenreifung ihre Rückwirkung auf die von ihnen abhängige Vegetation. Während die erste Vegetation, die mineralischen Rohboden besiedelt, noch verhältnismässig reichlich Nährsalze mit Ausnahme des Stickstoffes vorfindet, wird ihre Entfaltungsmöglichkeit beschränkt durch den Mangel an Stickstoff und gewöhnlich durch die geringe Organisation des Bodens und die Armut der Bodenlebewelt, die zum grossen Teil von der Humuseinlagerung abhängig ist. Die Wirkung der Vegetation verbessert zunächst den Boden und damit die Lebensverhältnisse der auf ihm stehenden Pflanzen, womit gewöhnlich ein Wechsel in der floristischen Zusammensetzung verbunden ist. Doch macht sich früher oder später die Wirkung von Auslaugung und steigender Humushäufung geltend, was zur fortschreitenden Verschlechterung des Bodens führt und wiederum einen Wechsel in der Vegetation nach sich zieht. Die Vegetation erleidet also, entsprechend den Vorgängen der Bodenreifung, eine Reihe von Veränderungen, die sich in eine Sukzessionsserie zusammenfassen lassen, wobei allerdings auch noch andere Faktoren auf den Gang der Sukzession bedingend einwirken können, namentlich in tieferen Lagen. Die Anfangsglieder der Sukzessionsreihe (Anfangsgesellschaften) besiedeln den mineralischen Rohboden, die Folgeglieder (Übergangsgesellschaften) die Böden der günstigsten Zusammensetzung, die auch die höchste Produktion an organischen Stoffen aufweisen, die Schlussglieder (Schlussgesellschaften) finden sich auf dem bereits vermagerten, in seiner Produktionskraft stark geschwächten Boden. Die Zeit, die zur Abwicklung des ganzen Entwicklungszyklus notwendig ist, hängt von der Dauer der Boden-

¹⁾ Vgl.: W. Lüdi, *Die Sukzession der Pflanzenvereine*. Mitt. Naturf. Ges. Bern aus dem Jahre 1919 (S. 43).

reifung ab. Diese kann erst auf dem einigermaßen stabilisierten Boden einsetzen, und ist von topographischen, lokalklimatischen und lokaledaphischen Verhältnissen (wie zum Beispiel Exposition, Dauer der Schneebedeckung, Wasserabfluss, Gesteinsunterlage, Lokalwinde) abhängig. Sie benötigt im allgemeinen in höheren Lagen kürzere Zeit bis zu den vermagerten Endgliedern, umfasst allerdings dort auch wenige unterscheidbare Sukzessionsstadien. Unter ungünstigen Verhältnissen, namentlich wenn auch der mineralische Rohboden nährsalzarm ist oder sehr langsam verwittert, können die Erstbesiedler direkt in die Schlussgesellschaften überleiten.

Theoretische Überlegungen dieser Art haben mich im Jahre 1919¹⁾ bei der Gliederung der Vegetation des Lauterbrunnentales geleitet; sie forderten aber noch ihre Bestätigung und zahlenmässige Festlegung durch Untersuchung der Böden. Dabei sind vorerst nicht chemische Ganzanalysen des Bodens notwendig, sondern es genügt, diejenigen Eigenschaften festzustellen, welche die Bodenveränderungen am besten wiedergeben können. Als sehr zweckmässig hat sich dabei die Bestimmung der Bodenazidität, des Karbonatgehaltes und des Humusgehaltes gezeigt, ferner die Feststellung, ob das Eisen ausgelaugt sei oder nicht, was sich in der Regel am geglühten Boden ohne weiteres sehen lässt.²⁾ Für feinere Untersuchungen werden in der Zukunft auch die physikalischen Bodenverhältnisse genauer gefasst werden müssen, etwa in der Weise, wie es von H. Burger³⁾ an Waldböden geschieht, ferner die Bestimmung der verschiedenen im Boden enthaltenen Mineralstoffe (und namentlich Pflanzennährstoffe) und der Art ihrer Bindung.

In der Schweiz sind bereits einige Studien von Pflanzengeographen erschienen, die sich mit den Parallelerscheinungen zwischen Bodenreifung und Sukzession befassen. Fernand

¹⁾ loc. cit.; vgl. ferner: *Die Untersuchung und Gliederung der Sukzessionsvorgänge in unserer Vegetation*. Verh. Naturf. Ges. Basel 35 1923.

²⁾ Auch die kalkreichen Böden erscheinen oft nach dem Glühen grau (vgl. Proben 26—29, 33).

³⁾ *Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden*. Mitt. Schweiz. Zentralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen 13 1922.

Chodat ¹⁾ hat in der Westschweiz in einer grossen Zahl von Pflanzengesellschaften die Bodenazidität bestimmt und daraus in einigen Fällen (Moorvegetation) Schlüsse auf die Sukzessionsverhältnisse gezogen, insbesondere aber festgestellt, dass sich homologe Pflanzengesellschaften im Sinne von R. Chodat auch nach der Azidität ihrer Böden in Reihen zusammenfassen lassen, deren R. Chodat zwei unterscheidet, die Maquis-Heide-Reihe und die Garide-Steppe-Reihe, die sich beide von den mediterranen und südatlantischen Gebieten in ihren Ausläufern bis in die alpine Stufe der Walliser Alpen verfolgen lassen. Ferner haben H. Gessner und R. Siegrist ²⁾ versucht, die Sukzession der Pflanzengesellschaften an der Aare und am Tessinfluss in Beziehung zu bringen zu den Vorgängen der Bodenreifung. Hier finden wir sehr eingehende Untersuchung der Böden, vor allem auch den Nachweis der weitgehenden Entkalkung auf älteren Schotterterrassen, ja des Auftretens von Bleicherdehorizonten; aber wir vermissen oft die kausale Verknüpfung mit den Sukzessionsvorgängen, die, wie Siegrist ³⁾ früher gezeigt hat, auf den Alluvionen vor allem durch Beschattung, fortschreitende Verwitterung, Humus- (resp. Sand- und Schlamm-) Einlagerung, Tieferlegung des Grundwasserspiegels hervorgerufen werden, gegen welche Faktoren die Karbonatauslaugung und Zunahme der Azidität hier an Bedeutung ganz zurücktreten. Die enge Verknüpfung von Sukzession und Bodenreifung bildet dagegen das Kennzeichen der von Jos. Braun-Blanquet und H. Jenny ⁴⁾ im Nationalparkgebiet des Unterengadins ausgeführten Arbeit. Sie bestätigen im allgemeinen in schönster Weise die für das Lauterbrunnental vorwiegend auf theoretische Überlegungen hin festgestellten Gesetzmässigkeiten.

¹⁾ *La concentration en ions Hydrogène du sol et son importance pour la constitution des formations végétales.* Thèse Univ. de Genève 1924.

²⁾ *Bodenbildung, Besiedlung und Sukzession der Pflanzengesellschaften auf den Aareterrassen.* Mitt. Aarg. Naturf. Ges. 17 1925. *Über die Auen des Tessinflusses, Studie über die Zusammenhänge der Bodenbildung und der Sukzession der Pflanzengesellschaften.* Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 3 1925 (Festschrift C. Schröter 127—169).

³⁾ *Die Auenwälder der Aare.* Mitt. Aarg. Naturf. Ges. 1913.

⁴⁾ *Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen.* Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 58 1926.

Ungefähr zur gleichen Zeit (1924—1926) wurden von mir im Tanzbodengebiete des Lauterbrunnentales¹⁾ ähnliche Untersuchungen vorgenommen, die bei weitgehender Übereinstimmung mit den Braun-Jenny'schen Ergebnissen doch charakteristische Unterschiede zeigten und mich veranlassten, im Sommer 1927 im westlichen Berner Oberlande eine Anzahl Böden auf die gleiche Weise zu untersuchen. Als weitere Bausteine zum grossen Problem mögen die Ergebnisse hier veröffentlicht werden. Die Bodenuntersuchungen erfolgten durch den Verfasser in der agrikulturchemischen Anstalt Liebefeld, Bern, und den Herren Dr. E. Truninger und K. Keller, Chemiker, sei ihr weitgehendes Entgegenkommen bestens verdankt. Die pH-Bestimmungen wurden kolorimetrisch mit dem vom schweizerischen Seruminstitut herausgegebenen Jonoskop und elektrometrisch mit Chinhydronelektrode ausgeführt. Die elektrometrisch ermittelten Werte stimmen meist mit den kolorimetrischen überein, geben aber zum Teil eine etwas alkalischere Reaktion, namentlich bei den annähernd neutralen Böden. In der Tabelle S. 5, welche die Zusammenstellung der Bodenproben enthält, werden, um den Vergleich mit anderen Arbeiten zu erleichtern, die kolorimetrischen Werte aufgeführt. Die Bodenproben stammen, wenn nichts anderes bemerkt wurde, aus 5—10 cm Bodentiefe. Da, wie die Erfahrung lehrt, die Bodenwerte für den ganzen, homogen ausgebildeten Bestand annähernd gleichbleiben, so wurden nicht nur die Arten angegeben, die unmittelbar auf der entnommenen Bodenprobe wuchsen, sondern in der Regel die knappe, floristische Analyse des ganzen Lokalbestandes hingesetzt, was die pflanzengeographische Auswertung der Ergebnisse erleichtert. Bei den Bestandesaufnahmen wird der Deckungsgrad (D) nach der Skala 1—5 angegeben (1=Deckung $< \frac{1}{16}$; 2= $\frac{1}{16} - \frac{1}{8}$, 3= $\frac{1}{8} - \frac{1}{4}$, 4= $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$, 5= $> \frac{1}{2}$), ferner meist die Vitalität (V) nach 3 teiliger Skala (3=normales Gedeihen, 2=Gedeihen gehemmt, insbes. Fruktifikation verringert, 1=schlechtes Gedeihen, meist steril).

¹⁾ *Der Assoziationsbegriff in der Pflanzensoziologie* (S. 32, 53 ff., Tab. 1).
Bibl. Bot. 96 1928.

Tabelle 1.

Übersicht
über die untersuchten Bodenproben aus der Umgebung von
Gsteig bei Saanen, gesammelt im Sommer 1927.

Nr.	Herkunft der Bodenprobe	Wasser- gehalt im luft- trocke- nen Zustand ‰	Boden bei 110° getrocknet enthält		pH	Färbung des Glührückstandes
			Glüh- verlust ‰	CaCO ₃ ‰		
1	Salicetum retusae, Olden- alp, 2270 m	3,5	19	16,1	6,8	rötlich
2	Dryadetum humidum, Ol- denalp, 1930 m.	17,3	66	—	6,3	graubraun
3	Seslerieto - Semperviretum, Oldenalp, 2020 m	11,5	38	—	6,7	rot
4	Ebenda auf Fluhband . .	13,9	48	—	6,9	rot
5	Ebenda in Ca-Fels-Tasche	15,8	63	—	6,5	bräunlich
6	Caricetum ferrugineae, Ol- denalp, 1980 m.	14,4	65	—	6,8	rötlichbraun
7	Caricetum firmae, Oldenalp, 1950 m	16,0	58	—	6,5	bräunlich
8	Ebenda	15,8	65	—	6,4	bräunlich
9	Ebenda, 2000 m	18,2	68	—	6,6	bräunlich
10	Salicetum herbaceae, Iffi- genhorn, 2370 m	3,2	8	—	6,3	rot
11	Ebenda	4,0	12	—	6,1	rot
12	Ebenda	3,5	13	—	6,1	rot
13	Elynetum myosuroidis, Nä- gelihorn, 2595 m	6,9	23	—	6,5	rötlich
14	Ebenda	7,3	21	—	6,4	rötlich
15	Loiseleurietum, Oldenalp, 1930 m	17,3	90,5	—	5,0	grau
16	Ebenda	17,1	90	—	5,3	grau
17	Ebenda, 2000 m	16,6	86	—	4,6	grau
18	Nardetum, Seeberghorn, 1920 m, 2—5 cm Tiefe .	6,0	25	—	4,9	rötlich
19	Ebenda, 5—7 cm Tiefe. .	4,0	12	—	4,7	rötlich
20	Ebenda, 10—15 cm Tiefe .	3,2	7	—	5,1	rotbraun
21	Nardetum, Blattialp, 1650m	4,7	16	—	4,7	rotbraun
22	Ebenda	4,8	14	—	4,8	rotbraun
23	Ebenda, 1800 m	4,9	17	—	4,6	rotbraun

Nr.	Herkunft der Bodenprobe	Wasser- gehalt im luft- trocke- nen Zustand ‰	Boden bei 110° getrocknet enthält		pH	Färbung des Glührückstandes
			Glüh- verlust ‰	CaCO ₃ ‰		
24	Festucetum rubrae com., Blattalp, 1670 m. . . .	4,1	13	—	5,4	rotbraun
25	Ebenda, vermagerte Stelle mit Nardus	3,7	13	—	5,3	rotbraun
26	Eleocharitetum pauciflorae, Gsteig, 1190 m.	3,2	19	19,6	7,0	grau
27	Schoenetum ferr., ebenda, verarmt, 2—5 cm Tiefe.	6,2	39	29,5	6,9	graubraun
28	Ebenda, 10 cm Tiefe . .	7,1	44	27,7	6,8	graubraun
29	Ebenda, 15—20 cm Tiefe .	6,8	43	25,4	6,8	graubraun
30	Schoenetum ferr., ebenda, normal, 2—5 cm Tiefe .	10,8	46	5,3	6,6	rötlich
31	Ebenda, 10 cm Tiefe . .	11,0	42	Spur	6,4	rötlich (stärker)
32	Ebenda, 15—20 cm Tiefe	10,1	40	—	6,2	rötlich
33	Molinietum, ebenda, ± trocken	2,6	26	31,5	7,0	grau
34	Ebenda, feucht	2,2	23	35,0	7,1	rötlich

Probe 1: Salicetum retusae auf der oberen Oldenalp bei Gsteig, 2270 m, flach N-Exp. auf Kalkschuttboden. Artenarmes Spalier, das floristisch nicht analysiert wurde. Der Boden ist dunkel, sandig-staubig mit vielen Kalksplintern und, wie die Analyse zeigt, auch im Feingerüst noch ziemlich kalkreich.

Probe 2: Dryadetum humidum auf der Oldenalp, 1930 m, E-Expos., 3—10 cm schwärzlicher Humus, ohne Splitter, aber mit viel Wurzeln, auf dem Kalkfels eines alten Karrenfeldes. Die Analyse zeigt einen sehr ungünstigen Boden, in dem nicht nur alle Karbonate ausgewaschen sind, sondern auch die Ausbleichung bereits eingesetzt hat. Zusammensetzung des Rasens (Fläche ca. 1 m²):

	D.	V.		D.	V.
Selaginella selagino-			Primula Auricula . .	1	2
ides	1	—3	Androsace Chamaejasme	1	3
Agrostis alpina . .	1	2	Gentiana Clusii . . .	1	1

	D.	V.		D.	V.
<i>Sesleria coerulea</i> . . .	1	2—	<i>Pedicularis verticillata</i> .	1	2
<i>Carex rupestris</i> . . .	1	2—	<i>Campanula Scheuchzeri</i> .	1	2
<i>Carex sempervirens</i> . .	1	2	<i>Galium pumilum</i> . . .	1	—3
<i>Carex firma</i>	1	1	<i>Hieracium</i> sp.	1	
<i>Chamorchis alpina</i> . .	1	—3	<i>Tortella tortuosa</i> . . .	1	
<i>Dryas octopetala</i> . . .	5	3	<i>Ctenidium molluscum</i> .	1	
<i>Anthyllis Vulneraria</i> .	1	2	<i>Cladonia silvatica</i> . . .	1	
<i>Linum alpinum</i>	1	2—	<i>Cetraria islandica</i> . . .	1	
<i>Vaccinium Vitis idaea</i> .	1	1	<i>Thamnolia vermicularis</i> .	1	
<i>Vaccinium uliginosum</i> .	1	1			

Der Bestand ist für das Dryadetum humidum ziemlich typisch, zeigt aber bereits Spuren der Vermagerung, die ihn in das Loiseleurietum überführen werden, das sich ringsum an ähnlichen Standorten bereits vielerorts ausgebreitet hat (vgl. Proben 15/16, S. 27). Der Sukzessionsgang scheint für die Besiedelung alpiner Karrenfelder sehr charakteristisch zu sein: *Dryas* überspinnt mit ihren Spalieren den Kalkfels und häuft auf der mehr oder weniger glatten Felsoberfläche schwarzen, nährstoffarmen Humus, der bald versauert und den Rohhumusbewohnern, vor allem den *Vaccinien* und *Loiseleuria* das Eindringen ermöglicht, die sich ausbreiten in dem Masse, wie der *Dryasrasen* abstirbt.

Proben 3—5: Seslerieto—Semperviretum der Oldenalp bei Gsteig, auf steil gegen SE und S abfallenden, felsigen Rasenbändern, 2020 m Höhe. Unterlage homogener Kalk. Der Rasen zeigte auf einer Fläche von rund 100 m² folgende Zusammensetzung:

	D.	V.		D.	V.
<i>Agrostis alpina</i>	1	2	<i>Androsace Chamaejasme</i> .	1	3
<i>Calamagrostis varia</i> . .	1	2	<i>Gentiana Clusii</i>	1	3
<i>Sesleria coerulea</i> . . .	2	3	<i>Gentiana campestris</i> . .	1	3
<i>Festuca ovina</i>	1	2	<i>Thymus Serpyllum</i> . . .	1	3
<i>Festuca rubra</i> com-			<i>Prunella grandiflora</i> . .	1	2
<i>mutata</i>	1	3	<i>Euphrasia salisburgensis</i>	1	3
<i>Festuca pumila</i>	1—	3	<i>Euphrasia drosocalyx</i> .	1	3
<i>Carex sempervirens</i> . .	5	3	<i>Pedicularis verticillata</i> .	1	3
<i>Polygonatum officinale</i> .	1	1	<i>Pedicularis ascendens</i> .	1	3
<i>Thesium alpinum</i> . . .	1	3	<i>Globularia nudicaulis</i> .	1	3

	D.	V.		D.	V.
<i>Polygonum viviparum</i>	1	2	<i>Globularia cordifolia</i> . . .	1	2
<i>Anemone alpina</i> . . .	1	3	<i>Galium pumilum</i> . . .	1	3
<i>Ranunculus montanus</i>	1	3	<i>Scabiosa lucida</i> . . .	1	3
<i>Biscutella levigata</i> . .	1	3	<i>Phyteuma orbiculare</i> . .	1	3
<i>Saxifraga aizoon</i> . . .	1	3—	<i>Campanula Scheuchzeri</i> .	1	3
<i>Potentilla Crantzii</i> . .	1	3	<i>Aster alpinus</i> . . .	1	3
<i>Anthyllis Vulneraria</i> .	1	3	<i>Erigeron polymorphus</i> .	1	3
<i>Lotus corniculatus</i> . .	1	3	<i>Leontopodium alpinum</i> .	1	3
<i>Hippocrepis comosa</i> . .	1	3	<i>Chrysanthemum</i>		
<i>Linum alpinum</i> . . .	1	3	<i>montanum</i> . . .	1	3
<i>Helianthemum alpestre</i>	1	2	<i>Senecio Doronicum</i> . .	1	3
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	1	3	<i>Carlina acaulis</i> . . .	1	3
<i>Bupleurum ranunculo-</i>			<i>Carduus defloratus</i> . .	1	3
<i>ides</i>	1	3	<i>Centaurea Scabiosa</i> var.		
<i>Athamanta cretensis</i> .	1	1	<i>alpina</i>	1	3
<i>Laserpitium latifolium</i>	1	1	<i>Hieracium villosum</i> . .	1	3
<i>Primula Auricula</i> . . .	1	2—	<i>Hieracium dentatum</i> . .	1	3

Es handelt sich also um einen gut und reich ausgebildeten Bestand. Bodenprobe 3 wurde einem ausgeglichenen Rasenfleck entnommen, mit zurücktretender *Sesleria*. Der Boden war schwärzlich-braun, mit guter Krümelung, ohne Gesteinssplitter. Bodenprobe 4 stammte von einem weniger fixierten, steilen Fluhband; der Boden war ähnlich beschaffen wie bei 3, doch noch besser gekrümelt und leichter zerfallend. Probe 5 stammt aus einer kleinen Tasche des Kalkfelses, die von dichtem Wurzelfilz völlig ausgefüllt war, so dass es Mühe bereitete, überhaupt die genügende Menge Feinerde zu gewinnen. Die ungünstigere Beschaffenheit dieser letzteren Probe, die nicht mehr als für den Bestand typisch genannt werden kann, gegenüber den beiden ersten, zeigt sich deutlich; doch bildete gerade hier *Sesleria* den Hauptteil des Rasens und auch *Carex*, *Potentilla*, *Hippocrepis*, *Bupleurum*, *Linum*, *Gentiana campestris*, *Senecio* waren beigemischt, also ein typischer *Seslerieto-Semperviretum*-Bestand auf untypischem Boden. Jedenfalls ist der durch das Wasser an den Wänden der Tasche stetsfort gelöste kohlensaure Kalk, ferner das Eindringen der Wurzeln in alle die feinen Spalten des Gesteines für die Erklärung der

Erscheinung von Bedeutung. Alle drei Proben sind trotz des hohen Humusgehaltes annähernd neutral oder wenig sauer, was auf Absättigung durch reichliche Karbonatzufuhr zurückgeführt wird. Der Wassergehalt nimmt im ausgetrockneten Boden mit steigendem Humusgehalt zu.

Probe 6: Caricetum ferrugineae, am gleichen Orte am Ostabfall des Grates, 1980 m, ca. 20 m² Fläche. Boden aus dunkelbraunem, wurzelreichem, getrocknet mehligem Humus, splitterreich. Zusammensetzung des Rasens:

	D.	V.		D.	V.
Selaginella selaginoides	1	3	Linum alpinum	1	—3
Sesleria coerulea	2	2	Ligusticum Mutellina	1	3
Poa alpina	1	2	Rhododendron ferrugineum	1	1
Festuca violacea	3	3	Primula farinosa	1	2
Festuca rubra commutata	1	2	Soldanella alpina	1	3
Luzula silvatica	1	1—	Gentiana campestris	1	2
Carex ferruginea	5	3	Euphrasia drosocalyx	1	3
Carex sempervirens	3	2	Pedicularis verticillata	1	3
Tofieldia calyculata	1	2	Bartsia alpina	1	2
Gymnadenia conopsea	1	2	Globularia nudicaulis	1	2
Salix retusa	1	3	Scabiosa lucida	1	3
Salix reticulata	1	3	Campanula Scheuchzeri	1	2
Salix hastata	1	2	Bellidiastrum Michellii	1	2
Polygonum viviparum	1	3	Homogyne alpina	1	2
Anemone arcisiflora	1	3	Leontodon hispidus	1	2
Ranunculus montanus	1	3	Hieracium sp.	1	
Ranunculus alpestris	1	3	Fissidens osmundoides		
Saxifraga aizoon	1	2	Trichostomum crispulum		
Parnassia palustris	1	3	Tortella tortuosa		
Saxifraga aizoides	1	.	Meesea trichodes var. alpina		
Alchemilla Hoppeana	1	3	Orthothecium rufescens		
Biscutella levigata	1	—2	Cylindrothecium concinnum		
Anthyllis Vulneraria	1	1	Ptychodium plicatum		
Phaca frigida	1	3	Ctenidium molluscum		
Hedysarum hedysar.	1	3	Lophozia cf. Mülleri		
			Solorina saccata		

Der Bestand ist typisch ausgebildet.

Proben 7—9: Caricetum firmae auf Oldenalp. Proben 7 und 8 aus Bestand *a* auf kleinen Fluhbändern in N-Expos., 1950 m, ca. 5 m² Fläche, mehr oder weniger zusammenhängend. Unterlage homogener Kalk. Probe 9 aus Bestand *b* auf Kalk-Rundbuckel in NE-Expos., 2000 m, ca. 2 m², an den Rändern in *Loiseleurietum* oder *Sesleriето-Semperviretum* in allen Mischungen übergehend. Der Boden ist in beiden Beständen schwärzlicher, wurzelreicher Humus, der beim Trockenen torfartig-bröckelig wird und nur sehr wenige Splitter enthält. Alle diese Eigenschaften sind im Bestande *b* stärker ausgeprägt. Zusammensetzung des Rasens:

	D.		V.
	<i>a</i>	<i>b</i>	
<i>Selaginella selaginoides</i>	1	1	3
<i>Lycopodium Selago</i>		1	2—
<i>Agrostis alpina</i>		1	2
<i>Sesleria coerulea</i>	1—	1	2
<i>Festuca pumila</i>	1	1	2—
<i>Carex firma</i>	5	5	3
<i>Salix reticulata</i>	1	1	2
<i>Polygonum viviparum</i>	1	1	2
<i>Silene acaulis</i>	1	1	2—
<i>Ranunculus alpestris</i>	1	1	2—3
<i>Tofieldia palustris</i>		1	2
<i>Biscutella levigata</i>		1	1
<i>Saxifraga Aizoon</i>	1		1—
<i>Saxifraga caesia</i>	1		1
<i>Dryas octopetala</i>	1	2	1—2
<i>Anthyllis Vulneraria</i>	1	1	1
<i>Hedysarum obscurum</i>	1	1	1
<i>Vaccinium uliginosum</i>		1	1
<i>Arctostaphylos alpina</i>	1	1	1—
<i>Loiseleuria procumbens</i>		1	1
<i>Primula Auricula</i>	1	1	2
<i>Androsace Chamaejasme</i>	1	1	2—
<i>Gentiana Clusii</i>	1	1	2
<i>Bartsia alpina</i>	1	1	1
<i>Pedicularis verticillata</i>	1	1	1—
<i>Pinguicula alpina</i>		1	2—3

	D.		V.
	a	b	
Galium pumilum		1	1
Tortella tortuosa	1	2	
Ctenidium molluscum	1		
Drepanium Bambergeri	1		
Cetraria islandica	1	1	
Cetraria juniperina	1		

Die Bestände sind typisch ausgebildet, der zweite in seiner Erscheinung weniger geschlossen als der erste, und wohl in einer Vorstufe zur Verheidung begriffen.

Proben 10—12: Salicetum herbaceae am Iffigenhorn zwischen der Lenk und Lauenen, 2370 m, N-Exp. Unterlage Nummuliten-Sandstein. Boden etwas tonig (getrocknet staubig), feucht, stellenweise mit viel Wurzeln. Auffallend ist der geringe Humusgehalt, sowie der geringe Wassergehalt des lufttrockenen Bodens. Die Reaktion ist schwach sauer; aber von Ausbleichung ist noch keine Spur zu bemerken. Zusammensetzung des Rasens (mehrere m², mehr oder weniger zusammenhängend):

Poa alpina (spärlich)	Veronica alpina
Luzula spadicea (allg. dominant)	Taraxacum alpinum
Salix herbacea	Polytrichum juniperinum
Cerastium cerastioides	Pohlia commutata
Saxifraga stellaris .	Brachythecium Starkei
Alchemilla pentaphyllea	Drepanocladus uncinatus.

Diesen Salix herbacea—Luzula spadicea—Schneetälchen sind nun oft eine Anzahl Kalkpflanzen reichlich beigemischt, so

Ranunculus alpestris	Hedysarum hedysaroides (wenig)
Hutchinsia alpina	Achillea atrata.

Die eigentümlichen Mischungen veranlassten mich, mehrere Bodenproben zu untersuchen. Probe 10 wurde unter typischem Salicetum herbaceae, mit Luzula, Salix, Alchemilla und den angeführten Moosen entnommen, Probe 11 unter Luzula und Alchemilla, aber ohne Salix, und Probe 12 unter Salicetum wie Probe 10, aber mit reichlicher Beimischung von Kalkpflanzen. Wie man sieht, zeigen weder Bodenreaktion noch Humusgehalt wesentliche Unterschiede,

die etwa das Auftreten der Kalkpflanzen erklären könnten. Möglicherweise verhält sich die Sache so, dass die physikalische Beschaffenheit des Bodens, in Verbindung mit der schwachen, aber deutlichen Azidität, die Ausbildung des Salicetums ermöglicht (das übrigens eher ärmlich zusammengesetzt ist, aber wohl, weil einzelne Konstituenten inmitten dieses grossen Kalkgebietes fehlen), während die starke Absättigung mit Kalkstaub den kalkliebenden Arten das Gedeihen erlaubt.

Proben 13—14: Elynetum myosuroidis vom Nägelhorn bei Gsteig, 2595 m, steil SE-Exp. Unterlage homogener Kalk. Boden braun, getrocknet leicht staubig zerfallend, enthält viel Wurzelfasern und Gesteinssplitter, die zum Teil im Bruch mit HCl brausen. Zusammensetzung des Rasens (ca. 10 m²):

	D.	V.		D.	V.
Agrostis alpina . . .	2	3	Ranunculus alpestris . .	1	1
Sesleria coerulea . . .	2	2	Potentilla Crantzii . . .	1	2
Festuca pumila . . .	2	2—	Hedysarum hedysaroides	1	1
Carex nigra	1	3	Ligusticum simplex . . .	1—	3
Elyna myosuroides . . .	5	3	Primula farinosa	1	3
Salix serpyllifolia . . .	1	2	Gentiana brachyphylla . .	1	3
Polygonum viviparum . .	1	1—	Bartsia alpina	1	1
Silene acaulis	1	3	Pedicularis verticillata .	1	2
Arenaria ciliata	1	3	Campanula Scheuchzeri . .	1	2
Ranunculus montanus . .	1	2	Erigeron uniflorus	1	3

Der Bestand ist recht homogen zusammengesetzt und ziemlich typisch.

Die Kalkpflanzen zeigen im allgemeinen schlechtes Gedeihen.

Proben 15—17: Loiseleurietum procumbentis auf der Oldenalp. Proben 15 und 16 in Bestand *a*, E-Exp. 1930 m, 10-15 cm Humus auf dem Fels eines Kalkkarrenfeldes. Probe 17 in Bestand *b*, 2000 m, NE-Exp., 30 cm Humus auf dem Kalkfels eines Rundbuckels. Der Humus ist in allen Proben dunkelbraun, enthält viel holzige Rhizome, aber keine Gesteinssplitter und trocknet wie Torf aus. Zusammensetzung des Rasens (in Bestand *a* und *b* je ca. 2 m²):

	D.		V.
	a	b	
Selaginella selaginoides	1	1	—3
Agrostis alpina	1	1	2—
Anthoxanthum odoratum		1	2
Avena versicolor	1	1	3
Sesleria coerulea	1	1	1—
Festuca pumila	1	1	—2
Carex ferruginea		1	1
Luzula silvatica		1	1
Salix retusa		1	2
Polygonum viviparum		1	2
Biscutella levigata		1	1
Dryas octopetala	1	1	—2
Anthyllis Vulneraria		1	1
Empetrum nigrum	1		3
Astrantia minor	1	1	2
Ligusticum simplex		1	2—
Loiseleuria procumbens	5	5	3
Arctostaphylos alpina	3	3	3
Vaccinium Vitis idaea	1	1	1
Vaccinium Myrtillus	1	1	1
Vaccinium uliginosum	2	5	—3
Androsace Chamaejasme		1	1—
Gentiana purpurea	1		1
Phyteuma hemisphaericum	1	1	2—
Campanula Scheuchzeri	1	1	1—
Homogyne alpina	1	1	1
Leontodon pyrenaicus	1	1	2

	D.			D.	
	a	b		a	b
Dicranum Bonjeani var.			Ptilidium ciliare	1	
juniperifolium	1		Cladonia rangiferina	1	1
Dicranum scoparium var.			Cladonia silvatica	2	4
paludosum	1		Peltigera aphthosa		1
Dicranum congestum	1		Cetraria cucullata		1
Hylocomium splendens	1		Cetraria islandica	2	1
Hylocomium Schreberi	1	2	Thamnolia vermicularis	1	1
Hylocomium triquetrum	1	1			

Diese Loiseleurieteta sind ohne Zweifel vorzugsweise durch Verheidung von Spalierrasen der *Dryas* und der *Salix retusa* hervorgegangen, Bestand *b* vielleicht zum Teil aus *Caricetum firmae*. Übergangsbestände sind häufig zu finden, ebenso halb erstickte Spaliere von *Dryas* oder *Salix retusa* im *Loiseleuria-Vaccinium*-Teppich. Beide Bestände enthalten noch Reste der kalkliebenden Flora aus früheren Sukzessionsstadien. Die Probe 16 wurde einem Teil des Loiseleurietums entnommen, in dem *Dryas* noch verhältnismässig gut zu gedeihen schien (neben *Loiseleuria*, *Arctostaphylos*, *Vaccinium uliginosum*); wie man sieht, ist der Boden nur unwesentlich günstiger als im *Dryas*-freien Bestande der Probe 15. In allen Fällen handelt es sich um saure, ausserordentlich humusreiche Aschenböden. In bezug auf die *Dryas* ist gut möglich, dass sie in mineralischer Erde der tieferliegenden Spalten wurzelt, eine Annahme, die auch für einzelne andere der Kalkpflanzen nicht auszuschliessen ist angesichts der geringen Mächtigkeit der Humusschicht.

Proben 18—23: Nardetum strictae von der Blattihorn-Seeberghornkette bei Gsteig. Die Bodenunterlage besteht überall aus kalkarmem Flyschschiefer. Proben 18—20 vom flachgeneigten Osthang des Seeberghornes gegen das Studelhorn, in 1920 m Höhe (Bestand *a*). Sie stammen aus demselben Bodenprofil, das oben 3 cm dunklen Humus zeigt, mit fest verfilzten Wurzeln (Probe 18), darunter 2 cm leicht gebleichte Erde, mit Wurzeln (Probe 19), und darunter eine rötlichgelbe, lehmig-sandige, leicht zerfallende Erde mit wenig Wurzeln (Probe 20 aus zirka 15 cm Tiefe). Proben 21—22 von der Blattialp, E-Hang, 1650 m, Exp. wenig steil E, Boden tonig, bräunlich, ohne Ausbleichhorizont (Bestand *b*). Probe 23 von der Blattialp in 1800 m Höhe, Exp. ziemlich steil E, Boden wie bei Proben 21—22, doch oberste 2 cm dunkler, dann gleichmässig braun mit grauen Flecken bis 20 cm Tiefe (Bestand *c*). Wir geben die floristische Zusammensetzung der Bestände *a* und *b*; Bestand *c* schliesst sich eng an *b* an, enthält aber keine *Carex montana* mehr und sehr wenig Zwerggesträuch, dagegen mehr *Nardus*, *Plantago alpina*, *Leontodon pyrenaicus* u. a. Fläche je zirka 50 m².

	D.		V.
	a	b	
Lycopodium clavatum		1	2
Anthoxanthum odoratum		1	2
Agrostis tenuis		1	1—2
Avena versicolor	1		2
Sieglingia decumbens		1	2
Briza media		1	1—2
Phleum alpinum	1		2
Poa alpina	1	1	1—2
Festuca rubra	1	1	2
Nardus stricta	5	5	3
Carex pallescens	1	1	3
Carex montana		2	2
Luzula multiflora	1	1	3
Luzula spicata	1		2
Luzula silvatica		1	1
Gymnadenia albida	1	1	3
Salix caprea		1	1
Polygonum viviparum	1		2
Trollius europaeus		1	1
Ranunculus montanus	1	1	1—2
Potentilla aurea	1	1	3
Potentilla erecta	2	1	3
Sieversia montana	1		3
Alchemilla vulgaris		1	1—2
Trifolium pratense		1	1—2
Trifolium repens		1	1
Polygala vulgaris		1	1—2
Hypericum maculatum		1	1—2
Calluna vulgaris		1	2—
Vaccinium Vitis idaea		1	2
Vaccinium Myrtillus		2	2
Vaccinium uliginosum	1	1	2
Gentiana Kochiana	2	1	3
Gentiana purpurea	2	1	3
Ajuga reptans		1	1
Prunella vulgaris		1	1—2

	D.		V.
	a	b	
Euphrasia Rostkoviana		1	2
Plantago alpina	2	2	3
Campanula barbata	2	1	3
Campanula Scheuchzeri		1	—2
Gnaphalium silvaticum var. alpestre	1	1	3
Chrysanthemum montanum		1	1
Homogyne alpina	1	1	2
Arnica montana	2	2	3
Antennaria dioeca		1	2—3
Carlina acaulis		1	1
Leontodon hispidus		1	2
Leontodon pyrenaicus	1	1	3
Crepis conyzifolia	1	1	2
Hieracium Pilosella		1	2
Hieracium auricula	1	1	3
Hieracium sp.		1	

Beide Bestände zeigen die charakteristische Artenverbindung des Nardetums; aber die Unterschiede sind in den akzessorischen Arten doch wesentlich, teilweise infolge des Unterschiedes in der Höhenlage, hauptsächlich aber infolge des ziemlich reichlichen Gehaltes von Arten der Frischwiesen im Bestande *b*. Während wir den Bestand *a* nach seiner Lage und Ausbildung mit grosser Wahrscheinlichkeit als primäres Nardetum ansprechen können, ist der Bestand *b* durch Reutung von Fichtenwald und nachherige Vermagerung der zuerst entstandenen Frischwiese zu erklären. Ohne die fortgesetzte Beweidung und damit zusammenhängende Beeinflussung würde er in kurzer Zeit in Vacciniumheide und voraussichtlich wieder in Wald übergehen. Die Vermagerung ist zwar recht intensiv, aber vermutlich in dieser Intensität noch nicht von langer Dauer. Darum findet sich noch kein Ausbleichhorizont, und die Auswaschung des Eisens ist noch nicht wesentlich fortgeschritten, wie es bei *a* doch in den obersten 5 cm deutlich der Fall ist.

Der Hauptteil der Blattalp ist gute Weide mit Frischwiese vom Typus des Festucetum rubrae commutatae und Übergängen zum Agrostidetum tenuis. Aus einem solchen Bestande wurden zwei Bodenproben untersucht.

Proben 24—25: Festucetum rubrae commutatae auf Blatti-
alp, 1670 m, E-Exp., Boden wie in Probe Nr. 21. Probe 24 stammt
aus einer typischen Stelle mit

Cynosurus cristatus	Lotus corniculatus (dominant)
Festuca rubra commutata	Prunella vulgaris
Carex montana	Plantago montana
Ranunculus montanus	Plantago alpina
Alchemilla vulgaris	Plantago media
Trifolium pratense	Prunella vulgaris.

Die Probe 25 stammt aus einer vermagerten Stelle dieser
Frischwiese und wurde entnommen unter *Nardus stricta*, *Carex*
pallens, *Plantago alpina*. Ein Vergleich der aus diesen beiden
Proben erhaltenen Werte mit denen des ausgebildeten *Nardetums*
zeigt deutliche, aber doch geringe Schwankungen im pH, die
erst bei starker Vermehrung der Messungen sichere Schlüsse er-
lauben würden. Aber immerhin scheint es, dass bei diesen, schon
von Natur aus sauren Tonböden der subalpin-alpinen Höhenstufe
schon eine kleine Verschlechterung genügt, um die Vermagerung ein-
zuleiten. Wesentlich ist jedenfalls der Betrag des jährlichen Elektrolyt-
Zuschusses aus höheren Niveaus durch das im Boden und vor
allem über dem Boden zirkulierende Wasser und durch den Flugstaub.

Proben 26—34: Subalpines Flachmoor in der Talsohle bei
Gsteig, 1190 m. Das Untersuchungsgebiet liegt auf der rechten
Seite der Saane und steht unter der Wirkung ihres Grundwassers,
sowie eines rechtsseitigen Zuflusses und zum Teil des vom rechten
Talhang heruntersickernden Grundwasserstromes. Bei Hochwasser ist
auch teilweise Überflutung möglich. Nutzung als Streuwiesen. Die
Proben verteilen sich auf die verschiedenen Pflanzengesellschaften.

*Probe 26: Eleocharitetum pauciflorae.*¹⁾ 3—10 cm stehendes
Wasser mit irisierendem Häutchen. Boden grau, kalkig-tonig, stin-

¹⁾ W. Koch (*Die Vegetationseinheiten der Linthebene*. Jahrb. St. Gall.
Naturw. Ges. 61 [1925] 1926) schliesst *Eleocharitetum* wie *Schoenetum ferru-*
ginei als Nebentypen dem *Schoenetum nigricantis* an. Wir nehmen mit unserer
Gliederung, die dem besondern Zweck der Untersuchung angepasst ist, nicht
Stellung zu dieser Frage. Hervorgehoben sei die gute floristische Überein-
stimmung unseres *Schoenetum ferr. norm.* mit den nordostschweizerischen Be-
ständen, die Koch aufführt (S. 68).

kend, mit wenig Wurzeln; trocknet hart aus, lässt sich aber völlig zerreiben. Der lockere, ganz im Wasser stehende Rasen setzt sich zusammen aus (Fläche zirka 4 m²):

	D.	V.		D.	V.
Triglochin palustris . .	2	3	Eleocharis pauciflora . .	5	3
Schoenus ferrugineus . .	1	2	Juncus alpinus	2	3
Carex fusca	1	2			

Der Boden ist kalkreich und reagiert alkalisch.

Proben 27—29: Schoenetum ferruginei, verarmte Variante.

In flachen Depressionen, die zum Teil oberflächlich Wasser zeigen, zum Teil auch trocken sind, oft mit Cyanophyceendecke. Erde fein, graubraun, kalk- und humusreich. Probe 27 aus 2—5 cm Tiefe enthält vorwiegend Wurzelfilz; Probe 28 aus 10 cm Tiefe enthält immer noch viele Wurzeln; Probe 29 aus 15—20 cm Tiefe enthält weniger Wurzeln. Der Rasen ist sehr mager, etwa 5—15 cm hoch; die Pflanzen sind vorwiegend steril. Eine Fläche von zirka 20 m² zeigte folgende floristische Zusammensetzung:

1 Triglochin palustris	1 Juncus alpinus
1 Molinia coerulea	1 Parnassia palustris
1 Eriophorum latifolium	1 Potentilla erecta
5 Schoenus ferrugineus	1 Pinguicula vulgaris
1 Carex fusca	5 Cyanophycean-Decke.

Proben 30—32: Schoenetum ferruginei in normaler Ausbildung. Es besiedelt kleinere, meist flache Erhebungen von wenigen cm bis etwa 1 dm Höhe und findet sich in allen Übergängen zu der vorangehenden und der folgenden Pflanzengesellschaft. Die Erde verhält sich wie im verarmten Schoenetum, doch ist sie in den oberen Schichten dunkler, da der Humusgehalt etwas grösser ist (ein kleiner Teil des Glühverlustes beim verarmten Schoenetum kann auf die Kohlensäureaustreibung beim Glühen zurückgeführt werden, doch wurde das Glühen so sorgfältig ausgeführt, dass grössere Verluste dieser Art unwahrscheinlich sind). Die genauere Untersuchung zeigt, dass dieser Boden nur in den obersten Schichten noch kleine Mengen nachweisbares Karbonat enthält und dass er etwas sauer ist, mit nach unten zunehmender Azidität. Mangels an weiteren untersuchten Bodenproben aus diesem Bestande bleibt es zweifelhaft, ob wir das Ergebnis ver-

allgemeinern dürfen. Ferner ist in Betracht zu ziehen, dass den Wurzeln der meisten Arten auch tiefere nicht untersuchte Bodenschichten zugänglich sind. Der Rasen ist im Gegensatz zum vorigen Bestande dicht und im allgemeinen üppig gewachsen (ca. 20-30 cm hoch). Die Bodenoberfläche ist trocken bis etwas feucht. Hin und wieder treten auch hier kleinere Cyanophyceendecken auf. Moosrasen sind spärlich. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die Zusammensetzung des Rasens von 10 Probestflächen von je 4-9 m² Grösse. K. bedeutet die Bestandeskonstanz der Arten in Prozent.

	K.	D.	V.
Selaginella selaginoides . . .	90	1	3
Triglochin palustris . . .	100	1—2	3
Sesleria coerulea	30	1	—2
Phragmites communis	40	1	1—
Molinia coerulea	100	2	2
Briza media	10	1	2
Festuca ovina ssp. vulgaris .	80	1	3
Eriophorum latifolium . . .	30	1	2
Schoenus ferrugineus	100	5	3
Carex dioeca	90	1—2	3
Carex Davalliana	10	1	—2
Carex fusca	90	1	2
Juncus alpinus	70	1	3
Tofieldia calyculata	40	1	3
Helleborine palustris	10	1	1
Ranunculus (breyninus) . . .	10	1	1
Parnassia palustris	100	1	3
Potentilla erecta	100	1	2—
Sanguisorba officinalis . . .	30	1	1
Trifolium montanum	10	1	1
Lotus corniculatus	30	1	1
Linum catharticum	100	1	3
Primula farinosa	100	1—	3
Gentiana verna	60	1	3
Prunella grandiflora	50	1	2
Euphrasia picta	60	1	3
Pedicularis palustris	10	1	1
Pinguicula vulgaris	100	1	3

	K.	D.	V.
Galium boreale	100	1	3
Scabiosa Columbaria	20	1	1
Centaurea Jacea	100	1	2
Leontodon hispidus	90	1	2

Proben 33—34: Molinietum Phragmitosum. Diese Bestände sind ziemlich ausgedehnt, vor allem in den dem Flusse benachbarten Teilen des Sumpfgeländes, auf trockenerem bis nassem Boden. Der Boden ist graubraun, fein kalkig-tonig und hart eintrocknend, alkalisch und ziemlich humusreich. In 5—15 cm Tiefe, wo die Proben entnommen wurden, enthält er viele Wurzeln und Rhizome. Die aus dem trockenen Boden (33) und aus dem nassen (34) entnommenen Proben sind nicht wesentlich verschieden. Die Vegetation dagegen schwankt in ihrer Zusammensetzung je nach der Nässe des Bodens merklich. Die folgende Aufnahme stammt aus den feuchteren Teilen und umfasst eine Fläche von ungefähr 100 m².

	D.	V.		D.	V.
Equisetum palustre	1	2	Helleborine palustris	1	3
Selaginella selaginoides	1	2	Salix sp.	1	(1)
Phragmites communis	4	2	Ranunculus (breyninus)	1	2
Molinia coerulea	4	3	Parnassia palustris	1	3
Briza media	1	3	Potentilla erecta	1	2
Festuca ovina ssp. vulgaris	1—	3	Sanguisorba officinalis	1	3
Eriophorum latifolium	1	2	Trifolium montanum	1	2
Eleocharis uniglumis	1	2	Lathyrus pratensis	1	2
Schoenus ferrugineus	4	3	Vicia Cracca	1	2
Carex dioeca	1	2	Linum catharticum	1	2—
Carex Davalliana	1	2	Primula farinosa	1	3
Carex fusca	1—	2	Gentiana asclepiadea	1	—3
Carex distans	1	3	Gentiana verna	1	2—
Tofieldia calyculata	1	2—	Sweertia palustris	1	3
Colchicum autumnale	1	(2)	Bartsia alpina	1	2
Orchis incarnatus	1	3	Rhinanthus Crista galli	1	3
Orchis Traunsteineri	1	3	Pedicularis palustris	1	3
Gymnadenia conopea	1	3	Euphrasia picta	1	3
			Pinguicula vulgaris	1	2—

	D.	V.		D.	V.
Galium boreale . . .	1	3	Cirsium acaule . . .	1	2
Tussilago Farfara . .	1	2	Centaurea Jacea . .	1	2
Crisium palustre . . .	1	3	Leontodon hispidus .	1	2

Auf trockenerem Boden treten Festuca, Trifolium, Rhinanthus, Centaurea, Leontodon stärker hervor, auf nassem die Cyperaceen und Pedicularis; aber eine deutliche Grenze ist nicht zu ziehen. Phragmites als Oberwuchs und Molinia als Unterwuchs gehen gleichmässig durch den ganzen Bestand, und die Cyperaceen fehlen auch in den trockeneren Teilen nicht, vor allem nicht Schoenus ferrugineus.

Zusammenfassung.

a) Die alpinen Böden.

Die Bodenprobe 1 stammt aus einer Anfangsgesellschaft, 2—14 und 25—26 aus Übergangsgesellschaften, 15—23 aus Schlussgesellschaften. *Für alle untersuchten Böden ist charakteristisch die völlige Entfernung der Karbonate.* Wir finden solche nur in den Pioniergesellschaften der mineralischen Rohböden in messbarer Menge, unter unseren Beispielen im Salicetum retusae der Oldenalp. Das Dryadetum humidum (Probe 2) vereinigt Eigenschaften der Anfangs- und Übergangsgesellschaften: es ist Pioniergesellschaft, indem es die Erstbesiedlung vornimmt, leitet aber direkt zur Schlussgesellschaft (hier Loiseleurietum) über. Deshalb ist es in der Jugend als Anfangsgesellschaft zu werten, später, ohne wesentliche floristische Veränderungen, als Übergangsgesellschaft. Ähnliche Verhältnisse können bei abgekürztem Ablauf der Sukzessionsreihe verschiedentlich auftreten.

Ferner ist die *starke Humuseinlagerung* in den Böden der Übergangsgesellschaften und Schlussgesellschaften bemerkenswert, die in der Schlussgesellschaft des Loiseleurietums ausserordentlich hohe Werte erreicht. Eine *Ausnahme machen die Böden der Salix herbacea-Schneetälchen und des Nardetums*, in denen entweder keine Humus-Anreicherung zu bemerken ist oder nur eine solche in der Oberflächenschicht (Probe 18), verbunden mit einem leichten Ausbleichhorizont. Die Ursache für dieses verschiedene Verhalten kann nicht im ungleichen Alter der Böden liegen, auch nicht nur in der verschiedenen Menge der erzeugten organischen

Substanz, sondern ist meines Erachtens in der tonigen Beschaffenheit des Untergrundes zu suchen, welche das meiste Wasser zum oberirdischen Abflusse veranlasst, wobei der Grossteil der Humusprodukte ausgeschwemmt, vielleicht auch die obersten Mineralbodenschichten stets wieder entfernt werden. Jedenfalls geht nach Messungen, die ich im Sommer 1928 auf Schynige Platte ausgeführt habe, das Einsickern des Wassers in die tonigen Nardetumböden ausserordentlich langsam vor sich. Die Frage kann nur durch eingehendere Untersuchung geklärt werden. Bei den Schneetälchen, die häufig in der alpinen Stufe auf weitgedehnten, flachen Böden zu finden sind, auf denen das Wasser hartnäckig stagniert und den Boden ganz durchtränkt, spielt vielleicht doch die als Ganzes, trotz der starken Entwicklung der unterirdischen Teile, sehr kleine organische Stoffproduktion eine bedeutende Rolle für die geringe Humuseinlagerung in die Böden. Die Verwesungsvorgänge würden infolge kurzer Vegetationszeit und niedriger Bodentemperatur jedenfalls trotz reichlichen Bakteriengehaltes (Düggeli)¹⁾ nicht genügen, um grössere Mengen von Pflanzenleichen zu zersetzen. Braun²⁾ (1926, S. 217) findet im Engadin das *Salix herbacea*-Schneetälchen auch durch schwachen Humusgehalt ausgezeichnet (im Mittel 12,5 ‰, bei starken Schwankungen 2,5—21 ‰) und ausserdem durch hohen Feinerdegehalt, den er auf Einschwemmung zurückführt, eine Annahme, die in unserem Beispiel kaum zutrifft, da die Schneetälchen am ziemlich steilen Hang unmittelbar unterhalb des Gipfels des Iffighornes liegen. Die Feinerde kann bei schieferiger Unterlage durch Verwitterung an Ort und Stelle in mächtiger Schicht entstehen.

Der *Wassergehalt* unserer lufttrockenen Böden, also das kapillar oder absorptiv festgehaltene, für die Ernährung der Pflanzen nicht in Betracht fallende Wasser, geht dem Humusgehalt ziemlich parallel.

Die *Reaktion der Bodenlösung* der Anfangsgesellschaft (Nr. 1) ist neutral oder etwas alkalisch (die elektrometrische Bestimmung ergab 7,1); die der Übergangsgesellschaften schwach sauer bis

¹⁾ Studien über die Bakterienflora alpiner Böden. Festschrift Carl Schröter. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 3. Zürich 1925.

²⁾ Braun und Jenny, 1926, loc. cit.

annähernd neutral, trotz der hohen Humusprocente, was auf weitgehende Absättigung der Böden durch Kalkstaub oder Kalkwasser hinweist. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass die sauersten Böden der eigentlichen alpinen Übergangsgesellschaften im humusarmen Salicetum gefunden wurden, wohl eine Folge des reichen Tongehaltes. Aus dem gleichen Grunde sind die *Festuca rubra*-Wiesen (Nr. 24) ausgesprochen sauer. In diesen Böden ist auch das Eisen noch nicht oder doch nur zum kleineren Teil ausgelaugt; sie sind noch zu den Braunerdeböden im weiteren Sinne zu rechnen. Ausgesprochen sauer sind die Böden der Schlussgesellschaften, wobei die Humusböden des Loiseleurietum gebleicht sind, die lehmigen Mineralböden des Nardetums noch nicht oder nur im obersten Horizont, was vorhin teilweise durch die Verschiedenheit des Wasserabflusses zu erklären versucht wurde. Auch setzen die Humusböden, die wir als Vorstufe zum Loiseleurietum gefunden haben, infolge ihres geringen Gehaltes an mineralischen Stoffen der Ausbleichung wenig Widerstand entgegen, sind eigentlich prädestinierte Aschenböden, oft von Anfang an mineralstoffarm.

Beim Vergleich der Ergebnisse dieser Bodenproben mit denen vom Lauterbrunnental und vom Engadin (s. S. 18) fällt uns die grosse Übereinstimmung mit dem Lauterbrunnental auf. Die besonders vielgestaltigen Anfangsgesellschaften, über welche nicht genug Untersuchungen vorliegen, müssen wir dabei auf der Seite lassen; aber in bezug auf die in beiden Gebieten untersuchten Übergangsgesellschaften und die Schlussgesellschaft des Loiseleurietums verhalten sich Lauterbrunnental und Saanenland beinahe identisch, eine Übereinstimmung, die übrigens auch in bezug auf die floristische Zusammensetzung der Gesellschaften besteht. Das Engadin dagegen grenzt sich, wie schon früher ausgeführt wurde,¹⁾ deutlich ab durch die geringere Humushäufung in den Böden, die ausgeprägtere Differenzierung der Azidität und die langsamere Auslaugung der Karbonate. Die nebenstehende Zusammenstellung (Tabelle 2) bringt dies zum Ausdruck. Die Bodenverhältnisse einiger Pflanzengesellschaften zeigen sich im Berner Oberland und im Engadin wesentlich verändert. Dies ist besonders im Firmetum der

¹⁾ Lüdi, 1928, loc. cit., S. 58.

Tabelle 2.

**Vergleich
von Bodenwerten einiger Pflanzengesellschaften im Unterengadin
und im Berner Oberland (Mittelwerte).**

Art	Unterengadin				Lauterbrunnen				Saanen			
	P	pH	H	K	P	pH	H	K	P	pH	H	K
Seslerieto-Semperviretum .	?*	6,9	?	+	4	6,7	45	±0	3	6,7	49	0
Caricetum ferrugineae . .					2	6,8	66	0	1	6,8	65	0
Caricetum firmae	(7*)	7,2	22	+**	3	6,5	64	0	3	6,5	64	0
Loiseleurietum proc. . .	(7)	4,5	44	0	4	5,6	94	0	3	4,9	89	0
Elynetum myosuroidis . .	11	6,0	36	0					2	6,5	22	0
Salicetum herbaceae . .	4	5,3	14	?					3	6,2	11	0

* Gesamtzahl der untersuchten Proben zahlreich.
P = Gesamtzahl der untersuchten Proben.
pH = Wasserstoffionenkonzentration.
H = Glühverlust %.
K = Karbonatgehalt %.

** Wir finden bei Braun & Jenny, S. 233: 11—92 %.

Fall, das im Engadin ausgesprochen basiphil ist und auf eigentlichen Kalkböden vorkommt, im Berner Oberland dagegen auf leicht sauren, ausgelaugten und zum Teil in Ausbleichung begriffenen Böden. Eine Ausnahme machen die Elynetum- und Salicetumproben, indem bei ihnen im Berner Oberland der geringeren Azidität auch ein geringerer Humusgehalt parallel geht. Doch erhebt gerade hier die kleine, nur aus einem Bestande herrührende Probenzahl keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit, während dies in den anderen Pflanzengesellschaften infolge der Übereinstimmung zwischen Lauterbrunnen und Saanen eher der Fall ist. Weitergehende Untersuchungen dieser Art sind sehr erwünscht und werden erlauben, allgemeine Schlüsse zu ziehen. Wir neigen dazu, die gesetzmässigen Unterschiede, die sich hier zwischen Engadin und Berner Oberland darzutun scheinen, auf klimatische Unterschiede zurückzuführen, indem das Klima im feucht-kühlen Berner Oberland jedenfalls wesentlich humider ist als im trockenen Engadin und infolgedessen Auslaugung und Humushäufung rascher fortschreiten.

Die weniger scharfe Ausprägung der Böden in den verschiedenen Pflanzengesellschaften wird auch zur Folge haben, dass die

floristischen Grenzen zwischen den Assoziationen im Berner Oberlande nicht so deutlich sind wie im Engadin. Die Assoziationen lassen sich zwar auch im Berner Oberland durch ihre floristische Zusammensetzung völlig befriedigend abgrenzen; aber die Zahl der Arten, die eine ausgeprägte Gesellschaftstreue zeigen, sich also ausschliesslich oder weit vorwiegend nur in bestimmten Assoziationen finden, ist verhältnismässig gering. Ich habe auf diesen Punkt schon eingehend hingewiesen (1928, S. 76 ff.). Wir haben hier eine Parallele zu der bekannten Verwischung der Höhenverbreitungsgrenzen der Arten im ozeanischen Klima. Ein Vergleich der Angaben über Gesellschaftstreue, wie sie aus den Tabellen von Braun (1926) für das Engadin und von mir (1928) für das Tanzbodengebiet festgestellt worden ist, lässt den Unterschied scharf hervortreten. Die Ergebnisse aus dem Saanenland sind nur dazu angetan, die Ergebnisse des Tanzbodengebietes noch zu unterstreichen. Ich erinnere an die erwähnte Tatsache, dass *Loiseleurietum-Vaccinietum* einerseits, *Caricetum firmae* und *Dryadetum* andererseits sich im Gebiete der Oldenalp völlig durchdringen können, wobei die Arten der einen wie der andern noch ein erspriessliches Gedeihen zeigen, ferner an die reichlich und gut gedeihenden Kalkpflanzen in den *Salix herbacea*-Schneetälchen des Iffighornes. Das sind Extreme; aber ins Kleine übersetzt, führen sie doch dazu, dass die Sonderung der Arten nach Assoziationen grösserenteils nur wenig scharf ist.

Während für die meisten der untersuchten Pflanzengesellschaften die Stellung im Sukzessionsgefüge klar ist (wir verweisen diesbezüglich auf die Studie aus dem Tanzbodengebiet;¹⁾ für die dort nicht besprochenen Gesellschaften des *Salicetum herbaceae* und *Elynetum* verhält sich die Sache auch im Berner Oberland so, wie sie von Braun²⁾ für das Engadin angegeben wird), können wir das vom *Nardetum* nicht ohne Einschränkung sagen. Die *Nardeta* auf Blattialp sind nicht echte Schlussgesellschaften, trotz der starken Versauerung der Böden. Sie sind durch menschliche Beeinflussung entstanden und erhalten und würden bei selbständiger Entwicklung in einen offenen, mehr oder weniger verheideten (Alpenrosen, *Vacci-*

¹⁾ Lüdi, loc. cit., 1928.

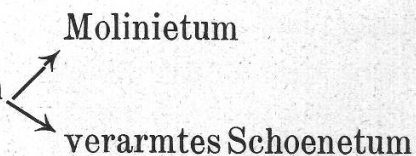
²⁾ Braun und Jenny, loc. cit., 1926.

nien) Fichtenwald übergehen. Anders das Nardetum vom Seebergshorn, von dem gesagt wurde, es mache den Eindruck des Ursprünglichen. Hier haben kaum je Bäume gestanden und wahrscheinlich auch nie Zwerggesträuch. Aber vermutlich bildet das Nardetum auch hier nicht das absolute Endglied der Sukzessionsreihe, sondern nur ein langdauerndes, schon zu den Schlussgesellschaften zu rechnendes Zwischenglied, das später einmal der Alpenheide, sei es nun Rhodoretum ferruginei oder Loiseleurietum, Platz machen muss. Das treibende Agens zu einer solchen Veränderung kann nicht in weitergehender Versauerung liegen, da dieser Boden schon jetzt ebenso sauer ist, wie der des Loiseleurietums auf Oldenalp. Dagegen ist möglich, dass mit fortschreitender Podsolierung der oberen Bodenschichten und Humuseinlagerung die Konkurrenzkraft der Ericaceen gegenüber Nardus vergrößert wird und schliesslich die Ericaceenheide die Grasheide ablöst. Allerdings haben wir für diesen Vorgang vorläufig noch keine Anhaltspunkte, und wir dürfen ruhig dieses Nardetum als Schlussgesellschaft bezeichnen.

b) Die subalpinen Flachmoorböden.

Die verschiedenen, im Flachmoorgebiete nebeneinander liegenden Pflanzengesellschaften legen uns eine genetische Verbindung nahe. Nach Habitus und floristischer Zusammensetzung geben sich zwei Möglichkeiten, diese Gesellschaften in Sukzessionsreihen einzuordnen:

a) Eleocharitetum → verarmtes Schoenetum → normales Schoenetum → nasses Molinietum → trockenes Molinietum

b) Eleocharitetum → normales Schoenetum 

In diesem zweiten Falle würde also das verarmte Schoenetum als Vermagerungserscheinung aufgefasst werden, als ein Übergang zu ausgeprägteren Moorbildungen.

Die Bodenuntersuchungen zeigen, dass die Auffassung des verarmten Schoenetums als Vermagerungserscheinung unmöglich

ist. Dieser Bestand besitzt einen Boden, der sehr reich ist an Kalk und ärmer an Humus als der üppigere und reicher zusammengesetzte Normalbestand, und die Entwicklung kann nur den umgekehrten Weg, wie er im Schema *a* angedeutet ist, gehen. Als entwicklungsbedingender Faktor kommt dabei die Tieferlegung des Grundwasserspiegels (eventuell durch fortgesetzte Übersättigung mit mineralischem Feindetritus) in Betracht, deren Folge eine rasche Auslaugung der Hauptmenge des Kalkkarbonates sein wird. Wahrscheinlich ist die Hauptursache für das kümmerliche Gedeihen der Vegetation im verarmten Schoenetum gerade in der Übersättigung der Böden mit staubfeinem Kalkkarbonat zu suchen. Gesichert ist die Rolle des Eleocharitetums als Pioniergesellschaft.

Die Vergleichen der Böden legt uns nun aber nahe, hier die sukzessionistischen Betrachtungen überhaupt in den Hintergrund treten zu lassen. Jede der Pflanzengesellschaften, so wie sie gegenwärtig ausgebildet und verteilt sind, erscheint als das Endprodukt einer langedauernden und selbständigen Entwicklung, offenbar ausgelöst und stabilisiert durch die Wirkung des Grundwassers von Saane und Nebenbach und gelegentliche, partielle oder gänzliche Überflutungen, verbunden mit starkem Kalkschlammabsatz. So hat das vermutete Endglied der lokalen Entwicklung, das Molinietum, wohl infolge grösster Nähe des befruchtenden Flusswassers, den höchsten Kalkgehalt und alkalische Reaktion, bei kleinerem Humusgehalt als das Schoenetum. Zur Not lässt sich eine Weiterentwicklung des untersuchten Eleocharitetums in ein Phragmitetum denken, besser seine Umwandlung in ein Schoenetum bei entsprechender Umwandlung der noch veränderungsfähigen, massgebenden Aussenfaktoren (in erster Linie Erhöhung des Bodens; das Eleocharitetum ist im Hochsommer gänzlich überflutet). Aber eine Umwandlung des untersuchten Schoenetums in das untersuchte Molinietum Phragmitosum scheint unwahrscheinlich, wenn nicht gänzlich unmöglich, da das Schoenetum in allen Teilen den ausgereifteren Boden aufweist. Insbesondere ist in seinen tieferen Schichten nicht nur alles Karbonat ausgelaugt, sondern es ist auch eine deutliche Ansäuerung vorhanden. Die hohe Humushäufung im verarmten Schoenetum macht es wahrscheinlich, dass auch dieser Bestand als solcher eine lange und selbständige Entwicklung zurückgelegt hat. Sollte der Grundwasserspiegel sich für längere Zeit senken, so würde ver-

mutlich das Schoenetum normale infolge des Ausbleibens des befruchtenden Wassers in eine anspruchslose Moorgesellschaft (z. B. *Trichophoretum caespitosi*) übergehen, die verarmte Variante würde sich zuerst zur üppigeren Normalfazies entwickeln, nach Auslaugung des Kalkes aber sicher das gleiche Schicksal erleiden.

Im Gegensatz zu den vorher besprochenen alpinen Pflanzengesellschaften können wir also in diesem Flachmoorgebiet nach Einsicht in die Bodenverhältnisse über die genetischen Zusammenhänge nichts Bestimmtes aussagen und werden am besten tun, den ganzen Komplex als eine *morphogenetische Formation* im Sinne R. Scharfettters¹⁾ aufzufassen, das heisst, als durch die Geländebildung, die hier im besondern die Verteilung des Wassers regelt, bedingt und erhalten. Die Ausbildung der einzelnen Pflanzengesellschaften bis zur Herstellung des heutigen Gleichgewichtes kann in der Vorzeit nach dem Schema *a* vor sich gegangen sein; sie kann aber auch, im Wechsel der Verhältnisse seit dem Rückzuge des Gletschers, ganz andere Wege eingeschlagen haben. Nur eine Niveauveränderung des Grundwasserspiegels im einen oder anderen Sinne würde Leben in den stabilen Komplex bringen, Sukzessionen auslösen und damit die hier nur statisch zu fassenden Probleme in dynamische verwandeln.

¹⁾ *Die Vegetation der Turracherhöhe.* Österr. Bot. Zeitschr. 1921, S. 90.