©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	166./86. Jahrgang	S. 339–371	Klagenfurt 1976

Beziehungen zwischen Pflanzendecke und Nährstoffhaushalt im Boden am Beispiel einiger subalpiner und alpiner Gesellschaften im Raum des Tappenkars (Salzburg) und der Fragant (Kärnten)

Von Thomas PEER und Helmut HARTL

(Mit 2 Abbildungen)

Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr. H. WAGNER zum 60. Geburtstag

In einer Zeit der zunehmenden Landschaftszerstörung durch Zersiedelung und Übertechnisierung wird es immer dringender notwendig, nicht nur die verbleibenden natürlichen Pflanzengemeinschaften in ihrer floristischen Zusammensetzung zu betrachten, sondern auch die verschiedenen Standortsfaktoren in ihren kausalen Zusammenhängen mehr als bisher zu berücksichtigen. Dabei ist gerade die Erfassung des Nährstoffhaushaltes im Wurzelraum von besonderer Bedeutung, nicht nur weil dieser einen sehr wichtigen ökosystembildenden Faktor darstellt und dadurch ein erweiterter ökologischer Aussagewert des Standortes gewährleistet wird, sondern weil sich daraus auch eine Reihe von Aussagen ableiten lassen, die von praktischem Wert sind, betreffend vor allem Fragen der Aufforstung und Bodenverbesserung durch Düngung (CZELL 1963; MAIR 1966; NEUWINGER 1963, 1964, 1967; FRIEDEL 1961; MOSER-GÖBL 1861; GIGON 1971).

Nachstehende Ausführungen, die vor allem auf den Nährstoffgehalt im Boden ausgerichtet sind, sollen nun versuchen, einerseits Beziehungen zwischen den verschiedenen Pflanzengesellschaften und dem Boden zu finden, andererseits zu erheben, inwieweit sich bodenkundliche Gemeinsamkeiten in räumlich getrennten Gebieten feststellen lassen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Dazu folgt zunächst eine kurze Beschreibung der einzelnen Gebiete mit ihren boden- und vegetationskundlichen Besonderheiten und als Synthese die Beschreibung des Nährstoffhaushaltes und die Diskussion der Ergebnisse.

METHODEN

1. Bodenreaktion
   Elektrometrische Messung des lufttrockenen Bodens in wäßriger Suspension (pH: H_2O) und in verdünnter Salzlösung mit 1n KCL (pH: KCl).

2. Organische Substanz
   Bestimmung durch Glühen im Muffelofen bei 500°C (aus STEUBING 1965). Humus % = Tiegelgewicht + Bodeneinwaage vor dem Glühen minus Tiegelgewicht + Bodeneinwaage nach dem Glühen × 100 durch Bodeneinwaage. Humus-% = C×1,724

3. Gesamtstickstoff: N_{tot}
   Methode n. KJELDAHL aus SCHLICHTING und BLUME (1966) und STEUBING (1965). 0,5–2 g lufttrockener Boden (je nach Humusgehalt) wird durch Kochen mit konz. H_2SO_4 aufgeschlossen (Katalysator Selenreaktionsgemisch) und mit 33 % NaOH in ges. Borsäure als Vorlage destilliert. Titration der unverbrauchten Säurevorlage gegen 0,1 n HCl. 1 ml 0,1 n HCl entspricht 1,4 mg N.

4. Ammoniumfixierung: NH_{4fix}.
   Bestimmung n. ALVA-Vorschrift. Extraktion mit NH_4Cl und KCl; Aufschluß mit konz. H_2SO_4 und Selenreaktionsgemisch als Katalysator. Destillation mit 40 % NaOH in 2 % Borsäure als Vorlage. Titration mit 0,02 n HCl. 1 ml 0,02 HCl entspricht 0,2813 mg N.

5. Nitratbestimmung n. AUTENRITH mit Brucin-Schwefelsäure. Aufschluß durch Ausschütteln mit 1 % K-Al-Sulfatlösung; Weiterbehandlung des Filtrats mit Brucin-Schwefelsäure und konz. H_2SO_4. Messung der Farbintensität mit dem Spektralphotometer (PERKIN-ELMER 46).

6. Laktatlösliches Phosphat und Kalium
   P_2O_{5L}, K_2O_L n. EGNER-RIEHM aus SCHLICHTING-BLUME (1966). Ausschütteln der Probe mit AL-Lösung; Weiterbehandlung des Filtrats für die P_2O_5-Bestimmung mit Reduktionslösung und Messung der blau gefärbten Lösung im Spektralphotometer; für die K_2O-Bestimmung wird das Filtrat direkt im Flammenphotometer bzw. in Atomabsorption (Fragant-Proben) versprüht.

7. Austauschbares Ca und Na n. EGNER-RIEHM
   Extraktion wie bei K mit AL-Lösung. Messung des Filtrats im Flammenphotometer bzw. mittels Atomabsorption.

8. Austauschbares Mg n. SCHACHTSCHABEL
   Austausch mit $CaCl_2$. Bestimmung photometrisch mit Titangelb (ALVA-Vorschrift) bzw. mittels Atomabsorption.

Untersuchungen im Gebiet Tappenkar

Geographie, Geologie und Geomorphologie

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich des „Tappenkars", das innerhalb der Radstädter Tauern zwischen Draugstein (2356 m), Gling Spitze (2433 m), Schiereck (2366 m) und Weißgrubenkopf (2369 m)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

eingebettet ist. Dieses sehr weitläufige Hochalmgebiet verdankt seine heutige Ausgestaltung der glazialen Überprägung; dabei strömten gewaltige Gletschermassen mit einer Eishöhe von 2200 m von der Nordseite der Glingspitze über die breite Lücke des Haselloches (2149 m) und des Karteistörls (2149 m) in das Kleinarltal und formten einen Hochtrog mit charakteristischen Trogschultern, die in einer Höhe zwischen 1900 m und 2000 m den Troggrund umrahmen. In ihm liegt in 1763 m Höhe der Tappenkarsee, dessen Entstehung an die markante Quarzit-Dolomit-Grenze geknüpft ist (SEEFELDNER 1961).

Die geologische Strukturierung ist, wie den Karten von TOLLMANN (1962) und EXNER (1957) zu entnehmen ist, sehr vielgestaltig. Es herrschen im wesentlichen Schwarzphyllite vor; ihnen sind schollenförmig Dolomite aufgelagert, die die markante Schwelle an der Nordseite des Hochtrogs gebildet haben und die Gipfel des Maierkogels (2168 m) und des Weißgrubenkopfs (2369 m) aufbauen.

Die Schwarzphyllite bilden weitgehend den Untergrund der untersuchten Böden. Sie werden als stärker metamorphe Tonschiefer der Pyritschiefergruppe aufgefaßt. Sie sind feinblättrig, häufig gewellt und die s-Flächen sind von glänzenden Serizithäutchen überzogen (Glanzschiefer); zudem treten sehr oft Verzahnungen mit Quarziten, Quarzitschiefern, Chloritserizitschiefern und Kalkphylliten auf, deren graduelle Unterschiede zwar morphologisch kaum in Erscheinung treten, jedoch als Quellhorizonte nicht unbedeutend sind.

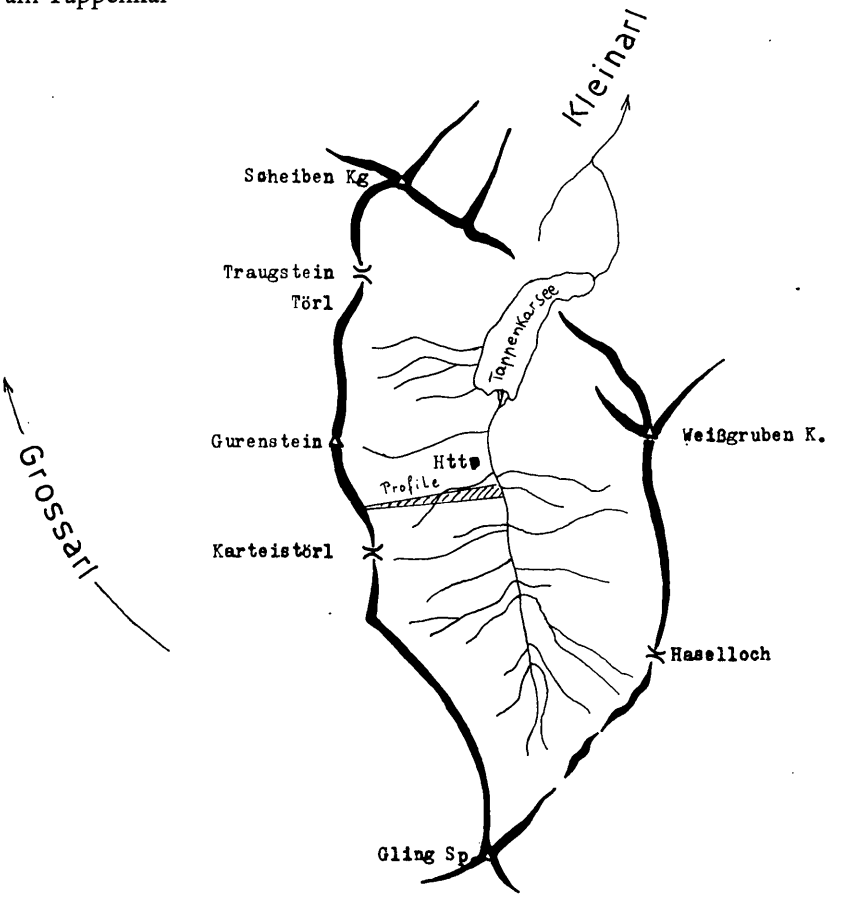
Bodenbildung und Vegetation

Die Bodenprofile wurden am Osthang südlich der Tappenkarseehütte vom Talboden (1795 m) bis zum Grat zwischen Karteistörl (2149 m) und Gurenstein (2220 m) aus den verschiedenen Pflanzengesellschaften genommen (Skizze).

Bezüglich der Bodenentwicklung lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene Prozesse unterscheiden, die jedoch eng miteinander verknüpft sind: die Podsoldynamik, charakterisiert durch einen unvollständigen Humusabbau, Tonzerstörung und solförmige Auswaschung der Zerfallsprodukte in den Untergrund, unterliegt in den meisten Fällen einem zusätzlichen Vergleyungsprozeß, der in den deutlich ausgeprägten Eisen- und Mangan-Oxydationsherden, die über das ganze Profil verteilt sind, zum Ausdruck kommt. Dies hat seinen Grund einerseits in den dünnblättrig-schmierig verwitternden Phylliten, die vornehmlich in Mulden und Flachlagen sehr bald eine Stauwirkung hervorrufen und bei den sehr reichlich fallenden Niederschlägen (ca. 1700 mm im Jahr) den Vergleyungsprozeß einleiten; andererseits kommt es gerade in den Anreicherungshorizonten der Podsole oft zu sekundären Dichtelagerungen, die ihrerseits ein rasches Versickern der Niederschlagswasser verhindern

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LAGESKIZZE DER BODENPROFILE
am Tappenkar



(LAATSCH 1944). Auch der gefrorene Untergrund spielt gerade im alpinen Bereich eine Rolle. Dadurch kommt es nach dem Auftauen der oberen Bodenschichten auf dem noch gefrorenen Untergrund zum Tagwasserstau, der den Böden eine Pseudogleydynamik aufprägt (FRANZ 1960).

Ein weiterer wesentlicher Faktor der Bodenbildung sind die Denudationsvorgänge. Durch die Art der Verwitterung kommt es an den steilen Hängen unter Einwirkung von Wasser und Frost zu Rutschungserscheinungen, die sich zungenförmig, von unterschiedlicher Breite und Länge, einander oft gegenseitig überlappend, talwärts bewegen. Sie nehmen ihren Ausgang von vegetationsfreien Abrißnischen, aus denen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

immer wieder neues Schwemmaterial nachgeliefert wird, und bewirken, daß die Bodenprofile zum größten Teil gestört und von reichhaltigem Kolluvienmaterial durchsetzt sind.

Was nun die Ausbildung der verschiedenen Bodentypen und Vegetationseinheiten betrifft, so zeigt sich, daß weniger die Exposition als vielmehr das Relief mit seinem Wechsel von Flachstellen und Steilhängen von entscheidendem Einfluß ist. Drei große Gruppen lassen sich unterscheiden: I. Podsol-Gruppe, II. Pseudogley-Podsol-Gruppe, III. Gley-Gruppe (NEUWINGER 1963; BRAUN–BLANQUET–PALLMANN–BACH 1954; PALLMANN–HAFFTER 1933; BURGER–FRANZ 1972).

I. Podsol-Gruppe

Gut ausgebildete Eisenpodsole (Nomenklatur nach KUBIENA 1953) treten vor allem unter den Alpenrosen-Beständen auf. Sie besitzen einen ziemlich großen Auflagehorizont von 6 bis 7 cm, in dem zum größten Teil unzersetzte Streu vorliegt; nach unten nimmt der Humusanteil laufend zu und geht im A_h-Horizont in einen fein aufbereiteten Rohmoder über, der sich schmierig zerreiben läßt und sich im Optimalfall bis zum krümelig modrigen Mull weiterentwickelt. Die Mineralhorizonte sind schluffig-sandig, im E-Horizont strukturlos bis körnig-blockig, im B_s-Horizont lehmreicher, scharfkantig-blockig und kaum mehr durchwurzelt. Sowohl der E- als auch der B_s-Horizont sind schwach rostfleckig, was auf eine gehemmte Wasserleitfähigkeit und periodischen Stau im Perkolationsraum schließen läßt. Durch starke Abtragungsvorgänge kommt es häufig zu einer Kappung der Profile und kolluvialer Einschwemmung. Dadurch entstehen Stockwerkprofile mit einem fossilen B_s-Horizont, über dem das Kolluviummaterial liegt, das eine neuerliche Podsolentwicklung erkennen läßt (Profil 1).

Die Vegetation ist dem Rhododendro-Vaccinietum subass. extrasilvaticum nardetosum (PALLMANN-HAFFTER 1963; HARTL 1963) zuzuordnen. Diese durch anthropogene Eingriffe sekundär baumfrei gewordene Gesellschaft nimmt den größten Teil des untersuchten Gebietes ein, bildet einen schmalen Gürtel unterhalb der Grünerlenbestände zwischen 1800 und 1840 m, schließt oberhalb wieder an und überzieht in mehr oder weniger lockerer Form – wobei lediglich die als Weideflächen genutzten Flachstellen größere Aussparungen aufweisen – die Hänge bis ca. 1970 m. Sie gehen dann in die alpinen Rasengesellschaften über. Durch die Beweidung kommt es zu einer starken Reliefbildung und zu einer engen Verzahnung zwischen *Rhododendron-ferrugineum*-reichen Kuppen und *Nardus-stricta*-reichen Trittstellen.

Nachstehende zwei Aufnahmen, die im unmittelbaren Umkreis des Profils Nr. 1 gemacht wurden, mögen das verdeutlichen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

	a	b		a	b
Rhododendron ferrugineum	2	·	*Ligusticum mutellina*	+	+
Vaccinium myrtillus	3	·	*Arnica montana*	+	+
Vaccinium vitis-idaea	1	·	*Luzula campestris*	+	+
Vaccinium uliginosum	1	·	*Avenella flexuosa*	1	2
Loiseleuria procumbens	+	·	*Nardus stricta*	·	3
Polytrichum juniperinum	+	·	*Deschampsia cespitosa*	·	1
Cetraria islandica	+	·	*Anthoxantum odoratum*	·	1
Hupertia selago	+	·	*Luzula alp. pilosa*	·	1
Cladonia rangiferina	+	·	*Festuca violacea*	·	+
Leucorchis albida	+	·	*Campanula barbata*	·	+
Gentiana punctata	+	·	*Primula minima*	·	+
Veratrum album	1	+	*Soldanella pusilla*	·	1
Leontodon helveticus	1	1	*Aster bellidiastrum*	·	+
Homogyne alpina	+	1	*Crepis aurea*	·	+
Hieracium piliferum	+	1	*Euphrasia*	·	+
Geum montanum	+	1	*Campanula scheuchzeri*	·	+
Potentilla aurea	+	1	*Tanacetum alpinum*	·	+
Leontodon hispidus	+	1			

(a = Von *Rhododendron* bewachsene Kuppe; b = *Nardus-stricta*-reiche Trittstelle)

Besonders frische Standorte zeichnen sich durch relativen Moosreichtum aus, mit *Rhytidiadelphus triquetrus, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi* und *Dicranum scoparium.*

Eine wesentlich schwächere Podsoldynamik weisen die Böden unter den Empetro-Vaccinietum- bzw. Loiseleurietum-Beständen auf (BRAUN-BLANQUET, PALLMANN und BACH 1954). Die starke Exponiertheit dieser Gesellschaften bewirkt einen unvollständigen Podsolierungsprozeß, sodaß es zu einer geringeren Tonzersetzung und Sesquioxydverlagerung kommt. Der Auflagehorizont dieser podsoligen Braunerde beträgt nur mehr 2–4 cm; dabei ist der Humifizierungsprozeß schon weitgehend bis zum Rohmoder fortgeschritten. Dieser von dichtem Wurzelfilz durchsetzte O_h-Horizont liegt über einem 8–12 cm mächtigen A_h-Horizont, dessen Humusform einem gut krümeligen, modrigen Mull entspricht. Bereits im A_2-Horizont zeigen vereinzelte fahle Flecken eine beginnende Tonzerstörung und Sesquioxydauswaschung an. Der E-Horizont ist nur sehr gering entwickelt (1–2 cm), sandig-schluffig, wenig strukturiert und sehr skelettreich. Er geht ohne scharfe Grenze in den B_s-Horizont über, der recht mächtig werden kann, einen wesentlich höheren Lehmanteil aufweist und von dem stark verwitterten Phyllit des Untergrundes durchsetzt ist. Auch hier treten vereinzelt Rostflecken auf, die über das ganze Profil verteilt sind; zudem sind gekappte Profile nicht selten anzutreffen (Profil 2).

Auf Grund der floristischen Zusammensetzung tendiert der untersuchte Bestand eher zum Cetrario-Loiseleurietum (PALLMANN-HAFFTER 1933) als zum Empetro-Vaccinietum. Die Abgrenzung wird dadurch sehr erschwert, daß der sonst für das Cetrario-Loiseleurietum charakteristische hohe Deckungsgrad von Flechten nicht sehr ausgeprägt ist. Die Ursache dürfte in der makroklimatisch günstigen Lage sowie in dem

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

relativen Windschutz durch die Alpenrosen-Bestände liegen. Nachstehende zwei Aufnahmen wurden noch innerhalb des Rhododendro-Vaccinietum extrasilvaticum in 2000 m Höhe gemacht, einerseits auf einer extremen Kuppe (Aufnahme a), andererseits im Windschatten einer Bürstling-reichen Alpenrosen-Vergesellschaftung (Aufnahme b).

	a	b		a	b
Rhododendron ferrugineum	·	+	*Linaria alpina*	·	+
Vaccinium myrtillus	·	1	*Ligusticum mutellina*	+	+
Soldanella pusilla	·	2	*Vaccinium vitis-idaea*	+	+
Anthoxantum odoratum	·	2	*Campanula barbata*	+	+
Nardus stricta	·	2	*Oreochloa disticha*	+	+
Avenella flexuosa	·	2	*Luzula alpino-pilosa*	+	+
Deschampsia cespitosa	·	1	*Homogyne alpina*	+	1
Leontodon helveticus	·	1	*Tanacetum alpinum*	+	1
Hylocomium splendens	·	+	*Polytrichum juniperinum*	+	2
Pleurocium schreberi	·	+	*Loiseleuria procumbens*	3	2
Dicranum scoparium	·	+	*Primula minima*	2	1
Potentilla aurea	·	+	*Juncus trifidus*	2	·
Geum montanum	·	+	*Cetraria islandica*	1	·
Euphrasia minima	·	+	*Cetraria cucullata*	+	·
Ranunculus montanus	·	+	*Cladonia silvatica*	+	·
Campanula scheuchzeri	·	+	*Cladonia pyxidata*	+	·
Gentiana punctata	·	+	*Thamnolia vermicularis*	+	·

Nimmt die Bodenmächtigkeit weiter ab, wie etwa in den an Krummseggen reichen Gesellschaften des Gratbereichs, so kommt es zu einer weiteren Reduzierung des E- und des B_s-Horizontes: In diesem als Podsolranker bezeichneten Rohboden liegt der durch einzelne Bleichkörner gekennzeichnete A_e-Horizont unmittelbar auf dem stark verwitterten C-Horizont auf. Ein B_s-Horizont ist kaum ausgebildet. Leichte Verbraunungserscheinungen können durch Humuseinwaschung entstanden sein (Profil 3).

Auf die im Gebiet weit verbreitete Schafweide ist es zurückzuführen, daß sich kein reines Caricetum curvulae (BROCKMANN-JEROSCH 1907; BRAUN-BLANQUET 1926) ausbilden konnte und sich der Bürstling als extrem konkurrenzstarke Grasart mit sehr weiter ökologischer Amplitude in die Bestände einmischte. Wir können daher bei der folgenden Aufnahme von einem Curvulo-Nardetum (OBERDORFER 1959) sprechen, da sowohl Arten aus dem Hochlagen-Nardetum als auch aus dem Curvuletum typicum enthalten sind.

Nardus stricta	3	*Campanula barbata*	1
Anthoxantum odoratum	2	*Tanacetum alpinum*	1
Deschampsia cespitosa	1	*Gnaphalium supinum*	1
Carex curvula	1	*Vaccinium uliginosum*	+
Luzula alp. pilosa	1	*Homogyne alpina*	+
Avenella flexuosa	+	*Ligusticum mutellina*	+
Oreochloa disticha	+	*Gentiana kochiana*	+

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phleum alpinum	+	*Euphrasia picta*	+
Soldanella alpina	2	*Senecio incanus*	+
Primula minima	1	*Phyteuma hemisphaericum*	+
Leontodon helveticus	1	*Hieracium piliferium*	+
Potentilla aurea	1	*Huperzia selago*	+
Geum montanum	+		

II. Pseudogley-Podsol-Gruppe

An Verflachungen, in Muldenlagen sowie in den Viehgangeln kommt es immer wieder zu periodischen Wasseransammlungen; dieses verstärkte Wasserangebot bewirkt in Verbindung mit einer Bodenverdichtung durch den Viehtritt eine verzögerte Versickerung und es treten Vergleyungserscheinungen auf, die zu der sogenannten pseudovergleyten podsoligen Braunerde führen. Charakteristisch für diesen Bodentyp ist ein dünner, stark verdichteter feuchter Moder im A_h-Horizont, der nicht selten im A_g-Horizont bereits leichte Vergleyungserscheinungen aufweist. Darunter liegt ein stark gebleichter, sandig-schluffiger Horizont, der von zahlreichen Rostflecken durchsetzt ist, dicht gelagert und kaum mehr durchwurzelt ist. Ihm folgt der ebenfalls stark rostfleckig marmorierte Anreicherungshorizont, durch dessen dichte, blockige Struktur und Lehmreichtum die Staufunktion hervorgerufen wird (Profil 4).

Bei längerer Staueinwirkung erfolgt ein Übergang zum alpinen Pseudogley.

Die am weitesten verbreiteten Pflanzengesellschaften über diesem Bodentyp sind die feuchten Nardeten, die vor allem zwischen den von Rhododendron besetzten Kuppen auftreten, aber auch großflächig an Verflachungen in unmittelbarer Nachbarschaft zum Caricetum fuscae verbreitet sind. Diese im weitesten Sinne als Aveno-Nardetum (OBERDORFER 1954; BRAUN-BLANQUET 1949) zu bezeichnende Gesellschaft unterscheidet sich vom Curvulo-Nardetum durch das Fehlen einiger alpiner Arten, wie *Carex curvula, Senecio incanus, Gnaphalium supinum* usw., dafür kommen einige Düngerzeiger vor, z. B. *Gentiana punctata, Veratrum album* sowie Arten aus dem Caricetum fuscae.

Nardus stricta	3	*Bartsia alpina*	+
Deschampsia cespitosa	2	*Gentiana kochiana*	+
Avenella flexuosa	1	*Vaccinium myrtillus*	+
Carex fusca	1	*Potentilla erecta*	+
Poa alpina	+	*Geum montanum*	+
Anthoxantum odoratum	+	*Tofieldia calyculata*	+
Luzula campestris	+	*Leucorchis albida*	+
Leontodon helveticus	1	*Crepis aurea*	+
Soldanella pusilla	1	*Gentiana punctata*	+
Homogyne alpina	2	*Veratrum album*	+
Potentilla aurea	+	*Arnica montana*	+
Ligusticum mutellina	+		

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Eine stark gestörte Bodenentwicklung zeigen auf Grund der kolluvialen Beeinflussung die steilen Grünerlen-Hänge. Die Podsoldynamik wird hier durch die Pseudovergleyung überprägt. Dadurch entstehen stark pseudovergleyte, kolluvial überprägte podsolige Braunerden mit einem trotz des überwiegenden Laubanfalls humusarmen und sehr skelettreichen Auflagehorizont, der auf einem graubraunen grobblockigen Auswaschungshorizont aufliegt. Der Illuvialhorizont ist völlig mit Kolluviummaterial durchmischt und läßt sich nur auf Grund des höheren Lehmgehaltes von dem stark verwitterten Untergrund abtrennen. Das gesamte Profil ist zudem von zahlreichen Rostflecken durchsetzt, die bis zur Krume hinaufreichen. Häufig kommt es auch vor, daß sich über einem ehemaligen Podsolsockel ein mehr oder weniger reiner Pseudogley entwickelt hat, wie etwa unter den Alpendostbeständen. Hier lassen sich keine ausgeprägten Auswaschungs- und Einwaschungshorizonte mehr unterscheiden, sondern das ganze Profil ist von verschieden großen Oxidationsflecken in einer eintönigen, graubraunen, stark schluffigen und skelettreichen Matrix durchsetzt (Profil 5).

Die beherrschende Pflanzengesellschaft der steilen Trogwände ist das Alnetum viridis (BRAUN-BLANQUET 1918). Es bildet zwischen 1850 und 1950 m einen ca. 100 m breiten Gürtel und ist an den Quellaustritten mit dem Cardaminetum amarae, an überdüngten Lägerstellen mit dem Rumicetum alpinae vergesellschaftet. An Lichtungen wird *Adenostyles alliariae* vorherrschend und besitzt einen Deckungsgrad von 90 %. Folgende zwei Aufnahmen, in Profilnähe gemacht – Aufnahme a im dichten Alnetum-Bestand, Aufnahme b im Adenostyletum –, sollen die Artenzusammensetzung dieser Gesellschaften aufzeigen.

	a	b		a	b
Alnus viridis	2	·	*Ligusticum mutellina*	+	+
Adenostyles alliariae	2	4	*Soldanella pusilla*	+	+
Peucedanum ostruthium	1	1	*Solidago virgaurea*	+	+
Senecio fuchsii	1	1	*Geranium silvaticum*	+	1
Dryopteris dilatata	1	1	*Hypericum maculatum*	+	+
Rumex acetosa	1	1	*Rumex alpinus*	·	1
Chaerophyllum hirsutum	1	+	*Cirsium spinosissimum*	·	1
Deschampsia cespitosa	2	1	*Potentilla aurea*	·	+
Poa alpina	1	1	*Stellaria nemorum*	·	+
Veratrum album	1	1	*Geum rivale*	·	+
Aconitum napellus	+	+	*Pedicularis rostrato-capitata*	·	+
Doronicum austriacum	+	+			
Alchemilla vulgaris	1	1	*Plagiothecium* sp.	+	+
Saxifraga rotundifolia	1	+	*Brachythecium reflexum*	+	+
Cardamine amara	1	+	*Brachythecium velutinum*	+	+
Epilobium alpestre	1	+	*Conocephalum* sp.	+	+
Viola biflora	1	+	*Drepanocladus sp.*	×	
Ranunculus platanifolius	+	+			

Einen nur schwer einzuordnenden Bodentyp stellt das Profil unterhalb der Alnetum-Rhoderetum-Übergangsgesellschaft dar. Es befindet sich direkt im Übergangsbereich zwischen dem mit Grünerlen bestande-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

nen Steilhang und dem flach geneigten Hang, auf dem die Alpenrose überwiegt. Auch hier steht der Podsol weitgehend unter Tagwassereinfluß bzw. wurde ein ehemaliger alpiner Pseudogley durch den hohen Rohhumusanfall nachträglich podsoliert. Der Auflagehorizont ist gut entwickelt (4–6 cm) und geht nach unten in einen Feinmoder über; E- und B_s-Horizont sind gut unterscheidbar, wenn auch durch den hohen Kolluviumanteil in den Übergängen stark verwischt und von Gleyflecken durchsetzt (Profil 6).

Diesen Übergangscharakter spiegelt auch die Vegetation wider, die in ihrer Artenzusammensetzung sowohl feuchtigkeitsliebendere Elemente aus den Alneten als auch mehr Nährstoff beanspruchende Arten aus den Rhodereten enthält.

Rhododendron ferrugineum	1	*Hieracium piliferum*	+
Alnus viridis	+	*Campanula barbata*	+
Vaccinium myrtillus	1	*Luzula campestris*	+
Deschampsia cespitosa	1	*Gentiana punctata*	+
Anthoxantum odoratum	2	*Veratrum album*	+
Nardus stricta	2	*Aconitum napellus*	+
Avenella flexuosa	1	*Adenostyles alliariae*	+
Viola biflora	1	*Senecio fuchsii*	+
Homogyne alpina	1	*Dryopteris dilatata*	+
Geum montanum	1	*Solidago virgaurea*	+
Potentilla erecta	1	*Epilobium alpestre*	+
Leontodon helveticus	1	*Euphrasia rostkoviana*	+
Ligusticum mutellina	+	*Alchemilla vulgaris*	+
Campanula scheuchzeri	+		

III. Gley-Gruppe

Diese Gruppe tritt ausschließlich in den Vernässungszonen auf, die entweder nur periodisch wassergesättigt sind oder ständig unter Wassereinfluß stehen. Dementsprechend muß zwischen dem sogenannten Pseudogley, der vornehmlich durch das Niederschlagswasser geprägt wird, und dem echten Gley, der durch das Grundwasser beeinflußt wird und im Unterboden nie austrocknet, unterschieden werden. Kolluvial geprägte Pseudogleye mit Übergang zum Stagnogley und schwach entwickelten Gley treten vor allem unter Caricetum fuscae-Beständen und Lägerfluren auf. Der Auflagehorizont ist stark humos, gut durchmischt und durchwurzelt und entspricht einem modrigen Mull. Darunter folgt in der Regel ein schwach ausgebleichter, von zahlreichen Eisenkonkretionen – vor allem entlang von Wurzelkanälen – durchsetzter stark sandiger Schluff, der dann in den 30–40 cm mächtigen, dicht gelagerten und intensiv gefleckten P-Horizont übergeht, die eigentliche Stauzone, die schluffig-lehmig, undeutlich blockig und kaum mehr durchwurzelt ist. Den eigentlichen Staukörper (S-Horizont) bildet der fein verwitterte tonreiche Phyllit, der während eines Großteils des Jahres wassergesättigt ist, in den dazwischenliegenden Perioden jedoch kurzfristig austrocknet.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Wo das nicht mehr der Fall ist, etwa im Bereich der Quellmoore, kommt es zur Ausbildung eines Reduktionshorizontes, in dem das Eisen ständig in reduzierter Form vorhanden ist und zum größten Teil ausgewaschen wurde. Dieser Horizont ist gekennzeichnet durch eine blaugraue Farbe und weist zahlreiche Wasseraustrittsstellen auf. Erst im Oberboden, der nicht ständig wassergesättigt ist, treten Oxydationsherde auf, die auf Grund des hohen Gehaltes an Feinporen einen Durchmesser bis zu 4 cm erreichen können. Die Auflagehorizonte unterliegen durch Staunässewirkung anaeroben Zersetzungsbedingungen und sind äußerst humusarm (Profil 7 und 8).

Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Flachmoorgesellschaften sind durch das Vorherrschen von *Carex fusca* geprägt. Die Artenzusammensetzung zeigt jedoch weder eine klare Zuordnung zur azidophilen Caricetalia fuscae-Ord. (KOCH 1926), noch zur neutro- bis basiphilen Caricetalia davallianae-Gruppe (BR.-BL. 1949). Es dürfte sich also hier um eine Mischgesellschaft handeln, was auf den Austritt kalkhaltiger Quellen zurückzuführen ist, die die sauren Eigenschaften des Bodens weitgehend kompensieren.

Je nach Feuchtigkeitsgrad, Nährstoffgehalt und Beweidungseinfluß lassen sich eine Reihe von Übergängen feststellen, die durch entsprechende Arten charakterisiert sind: im Bereich des offenen Wassers sind es vor allem *Juncus triglumis, Eriophorum angustifolium, Juncus filiformis, Caltha palustris, Carex fusca* und *Carex flava;* im Übergangsbereich sind es *Carex davalliana, Carex frigida, Tofieldia calyculata* und *Bartsia alpina.* Mit zunehmender Anlandung und steigendem Beweidungseinfluß kommen *Nardus stricta, Soldanella pusilla, Primula minima* . . . vermehrt hinzu.

Nachstehende Aufnahme mag die Vielgestaltigkeit dieser Feuchtgesellschaften verdeutlichen.

Carex fusca	3	*Tofieldia calyculata*	+
Carex frigida	1	*Gentiana bavarica*	+
Carex flava	1	*Bellidiastrum michelii*	+
Carex davalliana	+	*Cardamine amara*	+
Juncus triglumis	1	*Saxifraga stellaris*	+
Juncus filiformis	+	*Epilobium nutans*	+
Deschampsia cespitosa	+	*Bartsia alpina*	+
Nardus stricta	+	*Alchemilla coriacea*	+
Ranunculus aconitifolius	1	*Trifolium badium*	+
Leontodon helvetius	1	*Pinguicula alpina*	+
Soldanella pusilla	1	*Bryum* sp.	+
Caltha palustris	+		
Homogyne alpina	+	*Philonotis* sp.	+
Euphrasia picta	+	*Drepanocladus* sp.	+

Eine besonders nitrophile Variante stellt die Lägerflur am Hangfuß dar, in der *Carex fusca* weitgehend zurückgedrängt wird und dafür

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Deschampsia cespitosa zusammen mit *Ranunculus aconitifolius* und *Rumex alpinus* mit großer Stetigkeit vorkommen.

Eine Aufnahme in diesem Bereich zeigt folgende Artenzusammensetzung:

Poa alpina	3	*Taraxacum officinale*	+
Deschampsia cespitosa	3	*Veronica bellidioides*	+
Ranunculus aconitifolius	2	*Luzula multiflora*	+
Rumex alpinus	1	*Coeloglossum viride*	+
Alchemilla vulgaris	1	*Aconitum napellus*	+
Leontodon helveticus	1	*Achillea millefolium*	+
Ligusticum mutellina	+	*Trifolium badium*	+
Soldanella pusilla	+	*Trifolium pratense*	+
Carex fusca	+	*Trifolium reptans*	+
Carex ferruginea	+	*Campanula scheuchzeri*	+
Gentiana bavarica	+		

Profil 1:

Eisenpodsol mit Stockwerksprofil an mäßig steil geneigtem NO-Hang (30°); Seehöhe 1800 m; Rhoderetum-Kuppe.

O_{f+l} 4–10 cm; unzersetzte bis halbzersetzte Streuauflage mit *Vaccinium*-Resten und Moosen; pH 1,9

O_h 0–4 cm; humusreiche Streuauflage, mäßig zersetzt, schwarzbraun, hoher Grusanteil

A_{h1} 0–6 cm; dunkelbrauner bis schwarzer Rohmoder, feucht schmierig, intensiv durchwurzelt, pH 2,3

A_{h2} 6–8 cm; hellbrauner modriger Mull, krümelig, gut durchwurzelt

E 8–20 cm; hellgrau-brauner sandiger Schluff, mittel-porös, kaum strukturiert, mäßig durchwurzelt, vereinzelt Fe-Spuren, pH 2,7

B_s 20–40 cm; ockerbrauner schluffiger Lehm, krümelig-blockig, deutlich ausgebildete Sesquioxidflecken, pH 3,0

CK 40–50 cm; graubrauner stark sandiger Schluff mit hohem Skelettanteil, kolluviale Beeinflussung

B_{foss} 50–60 cm; fossiler brauner Illuvialhorizont, sandig-schluffig, scharfkantig-blockig, vereinzelt rostfleckig, übergehend in den stark verwitterten C-Horizont.

Unterhalb von Trittstellen kommt es zu einer starken Verdichtung des A-Horizontes und zu ausgeprägten Vergleyungserscheinungen (Profil 4).

Profil 2:

Podsolige Braunerde an steil geneigtem NO-Hang (40°); Rippe innerhalb des Rhoderetum extrasilvaticum in 2000 m Höhe; Loiseleurietum.

O_{f+l} 2–6 cm; unzersetzte bis halbzersetzte Streuauflage, grauschwarz mit *Loiseleuria*-Resten und Flechten, pH 4,5

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

O_h 0–2 cm; dunkelbrauner bis schwarzer Rohhumus, intensiv durchwurzelt, hoher Grusanteil, pH 4,8

A_{h1} 0–12 cm; feinkörniger dunkelbrauner modriger Mull, gut durchwurzelt, krümelig, pH 5,4

A_{h2} 12–14 cm; lockerer modriger Mull mit gebleichten Körnchen, mäßig durchwurzelt

E 14–16 cm; fahlgrauer sandiger Schluff bis lehmiger Sand, locker, wenig strukturiert, kaum mehr durchwurzelt

B_s 16–25 cm; hellbrauner-ockeriger lehmiger Schluff, blockig, stark rostfleckig, pH 5,5, übergehend in

BC_v stark verwitterten Phyllit

Profil 3:

Podsolranker an steil geneigtem NO-Hang (40°) unterhalb des Grates in 2100 m; Curvulo-Nardetum.

A_h 0–3 cm; graubrauner, feinkörniger modriger Rohhumus, stark durchwurzelt, mittlerer bis hoher Grusbesatz, pH 5,2

A_e 3–5 cm; humusreicher Rohmoder mit vereinzelten Bleichkörnern, stark durchwurzelt, schwach krümelig

BK 5–12 cm; gelblich bis brauner schluffiger Lehm, scharfkantig-blockig, vereinzelt Rostflecken, starke kolluviale Überprägung, nach unten übergehend in den

C_v stark verwitterten Phyllit, pH 5,4–5,8

Profil 4:

Pseudovergleyte podsolige Braunerde an der leicht NNO abfallenden Verflachung oberhalb des Weges zum Karteistörl in 2000 m; stark beweidetes feuchtes Nardetum.

A_h 0–3 cm; stark verdichteter dunkelbrauner, feuchter Moder, dichter Wurzelfilz, krümelig-fest, pH 4,8

A_g 0–5 cm; aufgehellter Humushorizont, krümelig, stark durchwurzelt mit vereinzelten Oxidationsherden entlang von Wurzelröhren

EP 5–15 cm; graubrauner Bleichhorizont, phyllitreicher sandiger Schluff, schwach blockig bis körnig, deutlich rostfleckig, mäßig durchwurzelt, pH 5,3

B_s 15–30 cm; ockerbrauner, sesquioxidreicher Anreicherungshorizont, sandig-lehmiger Schluff, dicht blockig-scharfkantig, marmoriert, kaum mehr durchwurzelt, pH 5,4

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

BC_v 30–45 cm; graubrauner skelettreicher sandiger Schluff, locker grobkörnig, rostfleckig, ab 45 cm in den unverwitterten Phyllit übergehend, pH 5,5

Profil 5:

Stark pseudovergleyte, kolluvial überprägte podsolige Braunerde an steil geneigtem NO-Hang (50°) mit deutlichen Rutschungserscheinungen; Alnetum viridis; Seehöhe 1860 m.

A_h 0–4 cm; schwarzbrauner Rohmoder, körnig-krümelig, feucht-dicht, stark durchwurzelt, hoher Skelettanteil, pH 5,0

EP 4–15 cm; graubrauner stark sandiger Schluff, schwach blockig, intensiv rostfleckig, mäßig durchwurzelt

BK 15–35 cm; hellbrauner sandig-schluffiger Lehm mit hohem Anteil an stark verwittertem Phyllitmaterial, grobkörnig-blockig, schwach rostfleckig, kaum mehr durchwurzelt, pH 5,7, begräbt den

B_{foss} 35–40 cm; dunkelbrauner sandiger Schluff, scharfkantig-blockig, ohne Grobanteile, vereinzelte Rostflecken

BC_v 40–55 cm; graubrauner schluffiger Sand, hoher Anteil an verwittertem Phyllit, schwach fleckig

Profil 6:

Schwach pseudovergleyte podsolige Braunerde mit Stockwerkprofil an mäßig steil geneigtem NO-Hang im Übergangsbereich vom Rhoderetum zum Alnetum; Seehöhe 1920 m.

O_h 0–5 cm; noch wenig zersetzter Rohhumus, schwarzbraun, krümelig mit dichtem Wurzelfilz, pH 4,6

A_h 0–6 cm; schwarzbrauner Moder, gut krümelig, schmierig-feucht, intensiv durchwurzelt, pH 5,1

A_e 6–8 cm; schwach ausgebleichter, noch stark humoser lehmiger Schluff, dicht, kaum strukturiert, vereinzelt rostfleckig, gut durchwurzelt

B_s 8–30 cm, hellbrauner schluffiger Lehm, undeutlich blockig, dicht, stark rostfleckig, gering durchwurzelt, pH 5,4

BC 30–35 cm; deutlich abgegrenzter, graubrauner stark sandiger Schluff, hoher Anteil an blättchenartig verwittertem Phyllit

B_{foss} 35–60 cm; ockrigbrauner begrabener Illuvialhorizont, schluffiger Lehm, blockig, marmoriert, übergehend in stark verwitterten

C_v Phyllit

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Profil 7:

Schwach entwickelter Stagnogley in kleiner Mulde am Rande des Schwemmkegels, oberhalb des Baches zum Tappenkarsee; Seehöhe 1780 m. Caricetum fuscae.

A_h 0–5 cm; stark durchfeuchteter modriger Mull (Anmoorhumus), gut durchwurzelt, dunkelbraun, pH 5,8

AP 5–15 cm; humusreicher Bleichhorizont mit Rostflecken entlang der Wurzelhaare, feinsandiger, phyllitreicher Schluff, mäßig durchwurzelt, pH 5,3

P 15–40 cm; graubrauner schluffiger Lehm, dicht-blockig, hoher Anteil an Fe- und Mn-Konkretionen, pH 5,4

S 40–60 cm; lehmreicher, stark verdichteter phyllitreicher Staukörper, nicht mehr durchwurzelt

Profil 8:

Stark ausgeprägter, kolluvial beeinflußter Gley im Quellbereich der oberen Verflachung bei 2000 m, ständige Wasserbedeckung.

A_g 0–10 cm; schwarzbrauner Anmoorhumus, naß, dichter Wurzelfilz, hoher minerogener Anteil durch periodische Überschüttung, pH 6,1

G_o 10–40 cm; fahler graubrauner schluffiger Sand, blockig-dicht, intensiv rostfleckig (Ø 2–4 cm), hoher Grobanteil, kaum mehr durchwurzelt

CG_r blaugrauer Reduktionshorizont, schluffiger Lehm, dichtblockig, zahlreiche Wasseraustrittsstellen, keinerlei Rostflecken mehr, hoher Anteil an verwittertem Phyllit

Profil 9:

Kolluvial beeinflußter alpiner Pseudogley mit schwacher Verbraunung an schwach NO abfallendem Schwemmfächer oberhalb des Baches in 1780 m; stark überdüngte Lägerflur.

A_h 0–8 cm; schwarzbrauner modriger Mull, feucht-plastisch, dichter Wurzelfilz, vereinzelt kleine Steinchen, pH 4,8

AP 8–20 cm; graubrauner humusreicher sandiger Schluff, undeutlich blockig, stark rostfleckig, mäßig durchwurzelt, pH 4,2

BP 20–60 cm; ockrigbrauner schluffiger Lehm, blockig-fest, hoher Grobanteil, zahlreiche Fe- und Mn-Konkretionen, pH 4,7–5,1, kaum mehr durchwurzelt

SK stark kolluvial durchmischtes Schwemmaterial in dichter Lehmpackung, gering porös, dicht, keine Durchwurzelung mehr.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Untersuchungen im Gebiet Großfragant

Geographische Lage:

Das Gebiet der Großfragant liegt in der Goldberggruppe (im engeren Sinn: Sadniggruppe), südöstlich des Sonnblicks (Hohe Tauern). Wegen ihrer landschaftlichen Schönheit wurde der Großteil der Großfragant von der Kärntner Landesregierung zum Landschaftsschutzgebiet erklärt, die landschaftsökologisch wertvollsten Bereiche wie der Bretterich und das Striedental genießen Vollnaturschutz.

Geologie:

Am Südrand des Tauernfensters gelegen, bietet das Gebiet der Großfragant einen interessanten geologischen Querschnitt vom penninischen Fensterinneren im Norden über das Unterostalpin, hier Matreier Zone genannt, bis zum oberostalpinen Altkristallin der Sadniggruppe im Süden.

Die wesentlichsten anstehenden und bodenbildenden Gesteine sind daher die dem Penninikum zuzuordnende Schieferhülle sowie altkristalline Gesteine wie Glimmerschiefer und Gneise. Die zentral gelegene Matreier Zone ist äußerst kompliziert gebaut und weist vor allem permtriadische Schiefergesteine, dunkle kalkige Schiefer und Bretterichmarmor (Jura) sowie Grünschiefer auf. In ihr liegen auch Kupfererz- und Schwefelkies führende Gesteine.

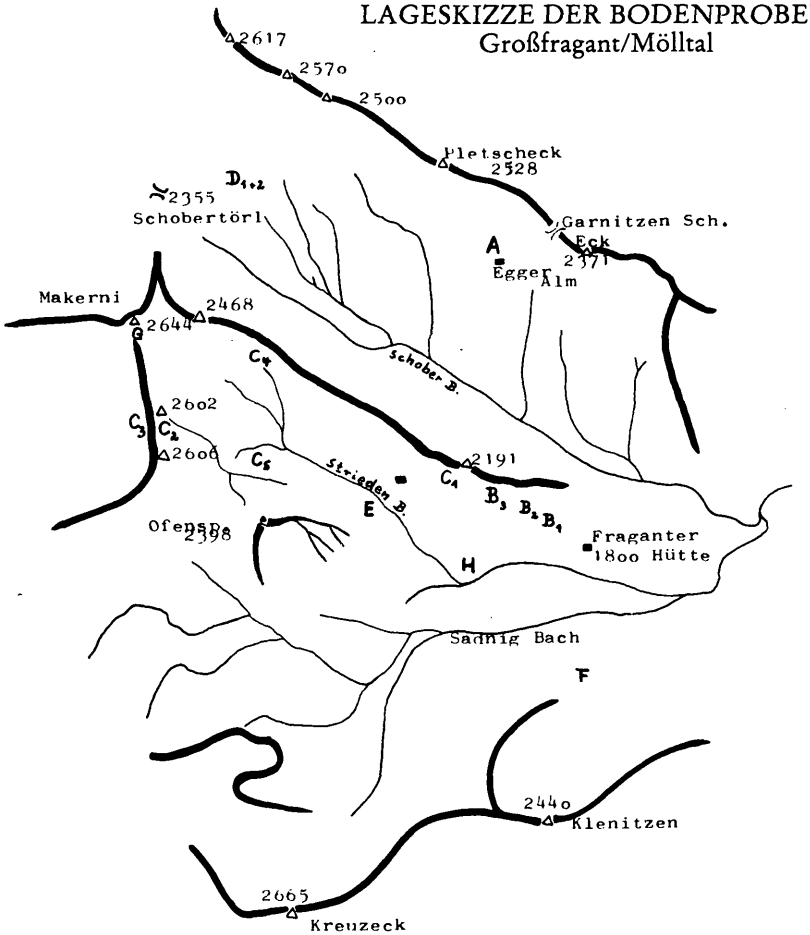
Vegetationsverhältnisse und Bodentypen

Die Waldgrenze ist im Gebiet auf Grund des ehemaligen Bergbaues und aus almwirtschaftlichen Gründen stark herabgedrückt und liegt jetzt bei ca. 1800 m. Vom einstigen Zirben-Lärchen-Fichten-Wald (Larici-Cembretum) sind nur mehr Reste vorhanden, ein breiter baumfreier Alpenrosengürtel (Rhododendro-Vaccinietum extrasylvaticum nardetosum) deutet die potentielle Waldgrenze an. Feuchte, lawinenzügige Hänge besiedelt ein Grünerlengebüsch (Alnetum viridis), zwischen dem üppige Hochstaudenfluren (Adenostyletum s. l.) gedeihen.

Den ehemals stark beweideten Höhenbereich zwischen 1800 und 2200 m bedeckt zum Großteil der Bürstlingsrasen (Aveno-Nardetum). Die noch vor wenigen Jahrzehnten gemähten warmen Steilhänge am Südfuß des Bretterichs und des Ecks besiedelt der Goldschwingelrasen (Festucetum spadiceae), im oberen Teil herrscht auf kalkhältiger Unterlage eine etwas untypische Blaugrashalde (Seslerio-Semperviretum) vor. Inwieweit ein Hallers Schwingelrasen (Festucetum halleri) im Gebiet verbreitet ist, werden zukünftige Untersuchungen erweisen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LAGESKIZZE DER BODENPROBEN
Großfragant/Mölltal



Als Klimaxgesellschaft der Alpinen Stufe ist der Krummseggenrasen weit verbreitet. Kleinflächiger sind im Gebiet zu finden: Gemsheideteppich (Cetrario-Loiseleurietum s. l.), Nacktriedrasen (Elynetum s. l.) als Windeckengesellschaften, Schuttgesellschaften (Luzuletum spadiceae, Oxyrietum digynae), Schneetälchengesellschaften (Polytrichetum sexangularis, Salicetum herbaceae), Polsterpflanzenfluren (Androsacetum alpinae), Lägerfluren (Rumicetum alpinae, Poetum alpinae), Quellfluren u. a. m.

Als Besonderheiten seien schließlich die zahlreichen Moore, meist Quellmoore (Caricetum davallianae, Caricetum ferrugineae, Caricetum fuscae, Kobresietum simpliciusculae, Caricetum rostratae), und ein kleines Hochmoor (Sphagnetum medii, Trichophoretum) hervorgehoben.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

So wie am Tappenkar sind auch im Bereich der Großfragant vor allem Böden der Podsol-, Pseudogley-Podsol-Gruppe und Gley-Gruppe vertreten. Hiezu kommen über Kalkglimmerschiefern auch Anfangsserien der Rendzinaserie, z. B. Kalk- und Rasenbraunerden.

Um die Nährstoffwerte der Böden eindeutig bestimmten Vegetationstypen zuordnen zu können, seien die pflanzensoziologischen Aufnahmen einiger der erwähnten Pflanzengesellschaften hier wiedergegeben. Die Aufnahmestellen bzw. Entnahmestellen der Bodenproben sind aus der Lageskizze ersichtlich.

Aveno-Nardetum

obere Egger Alm/Eck
1920 m, S, 10°, 100 m², 100 %

Nardus stricta	4	*Juniperus communis alpina*	+
Calluna vulgaris	1	*Campanula barbata*	+
Lotus corniculatus	1	*Ranunculus montanus*	+
Vaccinium vitis-idaea	1	*Potentilla aurea*	+
Potentilla erecta	1	*Carlina acaulis*	+
Geum montanum	1	*Trifolium hybridum*	+
Leontodon helveticus	1	*Luzula campestris*	+
Festuca rubra nigrescens	+	*Thymus pulegioides*	+
Festuca halleri pseudodura	+	*Trollius europaeus*	+
Festuca rubra rubra	+	*Achillea millefolium*	+
Anthoxanthum odorat. alpin.	+	*Leucorchis albida*	+
Festuca paniculata	r	*Vaccinium uliginosum*	+
Arnica montana	+	*Hieracium aurantiacum*	+
Briza media	+	*Polygonum viviparum*	+
Trifolium badium	+	*Ranunculus nemorosus*	+
Hieracium pilosella	+	*Nigritella nigra*	+
Linum catharticum	+	*Trifolium montanum*	+
Vaccinium myrtillus	+	*Orchis mascula*	+
Galium pusillum pumilum	+	*Hypochoeris uniflora*	+
Thesium alpinum	+	*Pulsatilla vernalis*	+
Helianthemum alpestre	+	*Carex sempervirens*	r
Helianthemum grandiflorum	+	*Platanthera bifolia*	r

Festucetum spadiceae

Bretterich
B_1: 1900 m, S, 30°, 100 m², 100 % / B_2: 2010 m, SSO, 30°, 100 m², 100 % / B_3: 2130 m, S, 10°, 20 m², 80 %

	B_1	B_2	B_3		B_1	B_2	B_3
Festuca paniculata	3	3	1	*Ranunculus nemorosus*	1	2	·
Anthoxanthum alpinum	1	1	+	*Trifolium montanum*	+	+	·
Vaccinium vitis-idaea	1	+	r	*Phyteuma orbiculare*	+	+	·
Arnica montana	+	+	+	*Polygonum viviparum*	+	+	·
Potentilla aurea	+	+	+	*Thesium alpinum*	r	r	·
Galium pusillum pumilum	+	+	r	*Alchemilla hybrida*	+	+	·
Carlina acaulis	+	1	+	*Pulsatilla vernalis*	+	1	·
Gymnadenia conopsea	+	+	r	*Potentilla erecta*	1	+	·
Achillea millefolium	+	+	+	*Campanula barbata*	+	+	·
Trollius europaeus	+	+	+	*Avenochloa versicolor*	+	+	·
Geum montanum	+	1	1	*Nigritella nigra*	r	+	·

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Pulsatilla alpina	+	+	1	*Cerastium fontanum*	+	r	·
Carduus defloratus	+	r	r	*Thalictrum minus*	+	r	·
Hieracium pilosella	+	+	+	*Dianthus superbus*	r	r	·
Myosotis alpestris	+	+	r	*Scorconera aristata*	r	r	·
Geranium sylvaticum	r	r	1	*Juncus jacquinii*	r	+	·
Euphrasia picta	+	r	r	*Salix hastata*	r	r	·
Euphrasia rostkoviana	r	r	·	*Salix alpina*	r	·	r
Carex sempervirens	+	+	·	*Avenella flexuosa*	1	·	2
Festuca rubra rubra	+	r	·	*Lotus corniculatus*	+	·	r
Luzula campestris	r	+	·	*Silene vulgaris*	+	·	+
Nardus stricta	+	r	·	*Gentiana kochiana*	+	·	+
Luzula sylvatica sieberi	r	r	·	*Botrychium lunaria*	r	·	r
Calluna vulgaris	1	+	·	*Soldanella alpina*	r	·	+
Helianthemum grandiflorum	+	1	·	*Campanula scheuchzeri*	+	·	r
Biscutella laevigata	+	r	·	*Homogyne alpina*	r	·	+
Anthyllis vulneraria	+	+	·	*Knautia longifolia*	r	·	1
Leontodon hispidus	r	+	·	*Bartsia alpina*	r	·	r
Leontodon helveticus	r	+	·	*Rumex alpestris*	r	·	+
Hypochoeris uniflora	r	1	·	*Ajuga pyramidalis*	r	·	r

Nur in B_1: *Briza media:* r, *Sesleria varia:* +, *Festuca halleri pseudodura:* 1, *Festuca rubra nigrescens:* +, *Coeloglossum viride:* +, *Platanthera bifolia:* r, *Trifolium pratense:* +, *Rhinanthus aristatus:* +, *Thymus praecox polytrichus:* 1, *Antennaria dioica:* +, *Pedicularis tuberosa:* r, *Libanotis montana:* r, *Valeriana officinalis angustifolia:* r, *Juniperus communis alpina:* +, *Viola rupestris:* r, *Pimpinella saxifraga:* +, *Leucorchis albida:* r, *Achillea clavenae:* r, *Veronica chamaedrys:* r, *Phleum alpinum:* r, *Lychnis flos-cuculi:* r.

Nur in B_2: *Silene vulgaris:* +, *Centaurea phrygia:* r.

Nur in B_3: *Crocus albiflorus:* +, *Vaccinium myrtillus:* r, *Ranunculus montanus:* 1, *Lilium martagon:* r, *Hypericum maculatum:* r, *Erigeron alpinus:* r.

Seslerio – Semperviretum

C_1-Bretterich 2120 m, SSO, 35°, 100 m², 70 %.

C_2-Hirtenkopf 2320 m, O, 35°, 10 m², 100 %.

	C_1	C_2		C_1	C_2
Carex sempervirens	3	1	*Androsace obtusifolia*	r	·
Sesleria varia	3	1	*Lilium martagon*	r	·
Phyteuma orbiculare	1	2	*Primula halleri*	+	·
Ranunculus montanus	1	2	*Leontopodium alpinum*	+	·
Aster bellidiastrum	r	1	*Gentiana kochiana*	+	·
Leontodon helveticus	+	+	*Pimpinella saxifraga*	r	·
Bartsia alpina	+	+	*Gymnadenia conopsea*	+	·
Gentiana verna	r	+	*Coeloglossum viride*	r	·
Saxifraga paniculata	+	r	*Arnica montana*	+	·
Festuca halleri pseudodura	+	·	*Saxifraga caesia*	+	·
Vaccinium vitis-idaea	1	·	*Botrychium lunaria*	r	·
Calluna vulgaris	2	·	*Thamnolia vermicularis*	+	·
Achillea clavenae	+	·	*Cladonia sylvatica*	+	·
Silene rupestris	r	·	*Festuca violacea picta*	·	+
Antennaria dioica	+	·	*Hedysarum hedysaroides*	·	1
Nigritella nigra	+	·	*Astragalus penduliflorus*	·	2
Pulsatilla vernalis	+	·	*Homogyne alpina*	·	1
Potentilla crantzii	+	·	*Soldanella alpina*	·	1
Hieracium morisianum	+	·	*Geum montanum*	·	+
Anthyllis vulneraria alpestris	+	·	*Alchemilla hybrida*	·	r

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Polygala alpestris	+	·	*Myosotis alpestris*	+	·
Silene acaulis	r	·	*Salix reticulata*	+	·
Leontodon hispidus	+	·	*Potentilla aurea*	r	·
Pedicularis rostrato capitata	+	·	*Soldanella pusilla*	r	·
Biscutella laevigata	+	·	*Ranunculus nemorosus*	1	·
Hypochoeris uniflora	+	·	*Ajuga pyramidalis*	r	·
Pinguicula alpina	+	·	*Arabis pumila*	+	·
Viola biflora	+	·			

Caricetum curvulae

Schobertörl

2400 m, SO, 3°, 100 m², 90 %

Carex curvula	4	*Gnaphalium supinum*	r
Primula minima	2	*Ligusticum mutellinoides*	r
Oreochloa disticha	+	*Agrostis rupestris*	r
Veronica bellidioides	1	*Gentianella tenella*	r
Leontodon helveticus	1	*Potentilla aurea*	r
Tanacetum alpinum	1	*Oxytropis campestris*	r
Primula glutinosa	+	*Poa alpina*	r
Senecio carniolicus	+	*Salix retusa*	r
Phyteuma hemisphaericum	+	*Geum montanum*	r
Saponaria pumila	+	*Cetraria islandica*	1
Pulsatilla alpina	r	*Cetraria nivalis*	r
Sedum atratum	r	*Cladonia sylvatica*	+
Erigeron uniflorus	r	*Thamnolia vermicularis*	+

Lägerflur (Poetum alpinae)

Makernispitze

2644 m, SSO, 10°, 10 m², 100 %

Poa alpina	4	*Myosotis alpestris*	r
Festuca rubra	2	*Gentiana verna*	r
Aconitum napellus	1	*Draba fladnizensis*	r
Polygonum viviparum	+	*Sesleria ovata*	r
Arabis alpina	+	*Taraxacum officinalis*	r
Alchemilla vulgaris	r	*Galium pusillum*	r
Cerastium fontanum	+	*Hieracium morisianum*	(r)

Alnetum viridis

Rollbahn

1750 m, N, 35°, 20 m², 90 %

Alnus viridis	4	*Rumex alpestris*	r
Sorbus aucuparia	1	*Homogyne alpina*	r
Rubus idaeus	+	*Adoxa moschatellina*	r
Calamagrostis villosa	1	*Veratrum album lobelianum*	r
Avenella flexuosa	+	*Chrysosplenium alternifolium*	r
Stellaria nemorum	3	*Peucedanum ostruthium*	r
Dryopteris dilatata	3	*Streptopus amplexifolius*	r
Oxalis acetosella	2	*Aconitum paniculatum*	r
Solidago virgaurea	+	*Doronicum austriacum*	r

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Viola biflora	+	*Polytrichum attenuatum*	+3
Gymnocarpium dryopteris	+	*Hylocomium splendens*	+3
Cystopteris fragilis	+	*Dicranum scoparium*	r
Huperzia selago	r	*Mnium* sp.	r
Athyrium distentifolium	r		

Cetrario – Loiseleurietum

Striedental

2050 m, SO, 5°, 5 m², 60 %

Loiseleuria procumbens	4	*Anthoxanthum odoratum alpinum*	r
Calluna vulgaris	2	*Carex sempervirens*	r
Vaccinium uliginosum	1	*Vaccinium myrtillus*	r
Juncus trifidus	+	*Juniperus communis alpina*	r
Vaccinium vitis-idaea	+	*Leucorchis albida*	r
Antennaria dioica	+	*Leontodon helveticus*	r
Homogyne alpina	+	*Pulsatilla vernalis*	r
Primula minima	+	*Gentiana kochiana*	r
Arnica montana	+	*Polytrichum piliferum*	+
Hieracium morisianum	+	*Cetraria islandica*	1
Pulsatilla alpina	+	*Cladonia sylvatica*	1
Senecio carniolicus	+	*Cladonia pyxidata*	+
Phyteuma hemisphaericum	+		

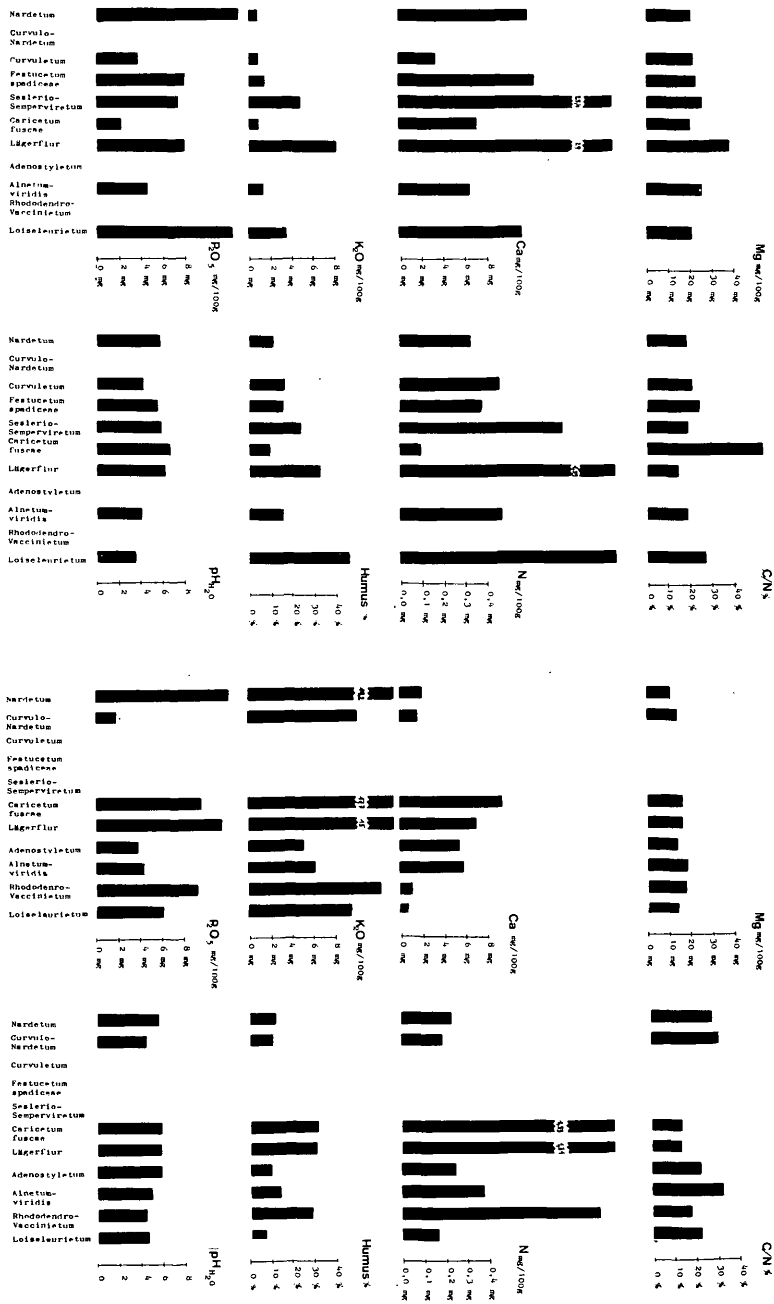
BODENCHEMISMUS

1. Allgemeines

Um möglichst vergleichbare Werte zu erhalten, wurden mittels eines Stechzylinders aus den obersten Bodenhorizonten Mischproben entnommen, die sowohl Bestandteile aus der Humusschicht als auch aus dem Unterboden enthalten. Die Zeit der Probenentnahme war einheitlich in beiden Gebieten der Frühsommer (Juli); die chemischen Untersuchungen wurden nach ausreichender Lufttrocknung der Proben einerseits am Botanischen Institut in Salzburg, andererseits im Institut für Seenforschung (Leiter: Kustos Dr. Hans SAMPL) in Klagenfurt von Oktober bis Dezember 1975 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 und in einem Blockdiagramm zusammengestellt. Wurden mehrere Proben aus einer Gesellschaft entnommen, wurden die Werte gemittelt. Es sei vorweggenommen, daß die Untersuchungsergebnisse beim „Loiseleurietum" in beiden Gebieten so sehr differieren, daß eine Deutung nicht sinnvoll erscheint; diese Gesellschaft wird daher in einer späteren Arbeit noch gesondert behandelt werden. Ähnliches gilt auch für das „Caricetum fuscae", das auf Grund unterschiedlicher Standortsbedingungen völlig verschieden ausgefallen ist. Die Quellflur am Tappenkar wurde nur in der Tabelle 1 berücksichtigt und ist als extrem nährstoffarm zu bezeichnen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Bodenchemische Analysen aus verschiedenen alpinen Pflanzengesellschaften (Mittelwerte) links: Fragant rechts: Tappenkar



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1
Bodenchemische Analysen der Tappenkar-Böden (durchgeführt von T. Peer und W. Strobl)

Hor.	Pflanzen-Ges.	Höhe m	pH H_2O	pH KCl	V %	Humus %	C %	N_{tot} mg/100	C/N %	NH_4^+-N mg/100	NO_3^--N mg/100	P_2O_5 mg/100	K_2O mg/100	Ca mg/100	Mg mg/100
A_h	Nardetum	2000	5.5	5.4	32.7	11.3	6.5	230	28.5	21.9	7.4	22.2	34.6	13.8	13.6
$\overline{B}P$	Nardetum	2000	5.7	5.6	29.5	3.9	2.2	53	42.6	18.0	0,7	2.2	3.8	7.3	8.0
A_h	Curvulo-Nard.	2100	4.3	4.0	25.4	10.2	5.9	190	31.1	17.1	9.3	3.0	17.6	12.4	16.5
BK	Curvulo-Nard.	2100	4.5	4.2	10.9	7.8	4.5	84	53.8	11.1	0.9	0.6	2.8	4.2	10.5
A_h	Caric. fuscae	1780	5.9	5.7	53.0	31.6	18.3	1330	13.7	39.0	> 20	14.3	34.5	83.5	31.0
P	Caric. fuscae	1780	5.9	5.6	43.9	6.4	3.71	150	24.7	22.3	3.1	4.9	1.0	10.5	9.8
A_h	Lägerflur	1780	5.8	5.6	51.1	30.7	17.8	1316	13.5	29.2	> 20	16.1	28.7	63.0	30.8
BP	Lägerflur	1780	6.0	5.5	47.7	5.0	2.9	154	18.8	14.6	0.3	7.0	1.2	7.0	1.2
A_h	Adenostyletum	1900	5.9	5.7	43.5	9.9	5.7	250	22.9	15.1	4.2	5.8	6.8	45.0	13.6
BK	Adenostyletum	1900	5.7	5.6	44.0	7.2	4.1	133	31.3	11.8	0.9	1.8	3.6	9.6	13.6
A_h	Alnetum viridis	1850	4.9	4.7	31.9	15.2	8.8	450	33.7	22.3	3.4	6.8	10.7	30.8	24.8
BK	Alnetum viridis	1850	4.7	4.2	22.9	10.4	6.0	245	24.6	8.3	3.5	5.3	3.3	7.2	4.2
A_h	Alnetum viridis	1860	5.0	4.8	40.0	12.8	7.4	310	41.3	20.8	2.2	3.8	7.6	52.4	29.3
PK	Alnetum viridis	1860	6.0	5.7	43.2	7.6	4.4	140	31.4	7.6	2.9	1.2	3.8	27.6	14.3
O_h	Alnetum-Rhod.	1920	4.2	4.0	25.9	19.2	11.1	460	24.2	25.1	8.3	7.2	11.8	13.8	17.9
B_s	Alnetum-Rhod.	1920	4.7	4.4	20.0	6.5	3.7	98	38.4	7.0	1.1	2.0	2.5	2.4	6.0
B_{foss}	Alnetum-Rhod.	1920	4.7	4.1	23.5	5.0	2.9	77	37.6	9.3	1.2	1.1	1.2	2.1	6.0
O_h	Rhodoretum-Kup.	1800	4.1	3.4	13.3	28.2	16.3	910	17.9	27.8	6.5	15.3	24.2	11.2	29.4
E	Rhodoretum-Kup.	1800	4.5	3.8	33.6	10.6	6.1	235	26.1	9.0	1.3	5.6	3.7	-	4.7
B_s	Rhodoretum-Kup.	1800	4.4	3.9	33.3	9.6	5.5	189	29.5	7.4	2.2	3.8	2.2	-	6.9
O_h	Rh.-Vaccinietum	1950	4.6	3.9	18.8	42.2	24.4	622	39.3	22.3	5.7	12.2	13.8	9.9	21.2
BP	Rh.-Vaccinietum	1950	5.4	4.9	44.3	4.8	2.8	63	44.1	9.7	0.6	2.7	2.4	-	13.0
AC	Loiseleurietum	2000	4.7	4.0	25.6	6.5	3.7	168	22.4	16.6	0.2	0.7	9.6	3.5	13.2
G_o	Quellflur	2000	5.4	5.2	27.7	5.2	3.0	56	53.7	7.3	1.0	2.1	2.1	2.1	12.5

2. Bodenreaktion

Wenn auch eine direkte Wirkung der H-Ionenkonzentration auf die Pflanze bisher nicht festgestellt werden konnte (ELLENBERG 1958, MENGEL 1968), so erlaubt doch die Kenntnis des pH-Wertes, sich ein Bild zu machen vom maximalen Gehalt des Bodens an verfügbaren Spurenelementen, vom Maximalgehalt des Bodenwassers an freien Al-Ionen, von der Form, in der der Stickstoff voraussichtlich im Boden vorliegt, der Aufnehmbarkeit verschiedener Ionen, von kolloidchemischen Bodeneigenschaften, Intensität des Mikroorganismenlebens usw. (zitiert aus GIGON 1971).

Die pH-Werte der untersuchten Böden am Tappenkar zeigen bei mehr oder weniger gleichbleibender Reaktion des Untergrundes (pH: 3,8–4,5) eine deutliche Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgrad. So treten in den Feuchtgesellschaften des Caricetum fuscae, der Lägerflur, des Adenostyletum und des feuchten Nardetum Höchstwerte mit 5,5–5,7 auf, während in den Gesellschaften des Rhodendro-Vaccinietum und Curvulo-Nardetum die pH-Werte zwischen 3,8 und 4,0 liegen. Die höheren

Bodenchemische Analysen der Fragant-Böden (durchgeführt von H. Hartl u. H. Wutte)

dor. Pflanzengesellsch.		Höhe m	pH H_2O	pH KCl	Ca mg/100	Mg mg/100	K_2O mg/100	Na mg/100	P_2O_5 mg/100	Humus %	N mg/100	C/N %
A Nardetum	A	2260	5,8	5,2	11,98	19,92	0,72	0,64	13,0	10,34	0,329	18,2
A Festucetum spadiceae	B_1	1800	5,2	4,4	12,4	22,8	1,68	0,8	7,1	15,26	0,406	21,8
A Festucetum spadiceae	B_2	1810	5,7	4,5	12,62	22,48	1,12	0,72	-	14,48	0,340	24,7
A Festucetum spadiceae	B_3	2100	7,7	6,7	48,2	14,64	6,08	1,12	9,1	17,14	0,484	20,5
A Seslerio-Semperviret.	C_1	2190	5,3	4,2	16,82	21,56	2,56	0,72	0,85	27	0,595	26,3
A Seslerio-Semperviret.	C_2	2590	6,4	5,5	39,6	29,48	7,92	1,48	5,8	31,05	1,001	18
A Seslerio-Semperviret.	C_3	2600	6,1	5,3	36	39,4	10,96	0,96	16,3	23,76	1,008	13,7
A Seslerio-Semperviret.	C_4	2400	5,4	4,2	20,8	15,04	1,6	0,744	12,0	26,86	0,714	21,8
A Seslerio-Semperviret.	C_5	2100	6,0	5,2	13,9	20,88	1,12	0,75	2	12,5	0,434	16,7
A Caricet-Curvulae	D	2100	4,2	3,0	3,24	21,6	0,76	0,8	3,8	16,27	0,455	20,7
B Caricet-Curvulae	D	2400	4,8	4,0	1,86	20,44	0,76	0,672	5,4	9,8	0,140	40,6
A Loiseleurietum	F	2100	3,5	3,0	11,24	20,4	3,52	0,96	12,4	46,66	0,994	27,2
A Alnetum viridis	F	1850	4,0	3,0	6,46	25,4	1,28	0,8	4,6	15,3	0,469	18,9
A Lägerflur	G	2640	6,2	5,4	29	38,12	8,08	1,36	8,0	33,33	1,330	14,5
H Caricetum fuscae	H	1800	6,8	5,9	7,06	19,32	0,8	0,8	2,1	9	0,098	53,2

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Werte in den stärker durchfeuchteten Gesellschaften hängen mit dem basenreicheren Quellwasser zusammen, das bei verschiedenen Messungen an Quellaustritten Werte von 6,9–7,3, in einem Fall sogar einen pH-Wert von 7,7 aufwies.

In der Fragant sind die Unterschiede zweifellos auf den Untergrund zurückzuführen. So zeigt sich, daß in den Gesellschaften des Seslerio-Semperviretum, Caricetum fuscae und in der Lägerflur, die alle stark durch Kalkglimmerschiefer und Kalkmarmor beeinflußt werden, die pH-Werte relativ hoch sind und zwischen 5,8 und 6,8 liegen. Dies äußert sich auch beim Nardetum und Festucetum spadiceae, die trotz reiferer Bodenbildung noch vom Untergrund beeinflußt werden. Der pH-Wert im Curvuletum ist ähnlich wie am Tappenkar niedrig und beträgt nur 4,2.

Auffallend niedrig sind die pH-Werte im Alnetum viridis mit 4,0 und 4,7. Zwar bedingt die Zersetzung der Laubstreu eine ganz oberflächliche Anreicherung von Basen, diese werden jedoch im Frühjahr vor allem während der Schneeschmelze an den steilen Hängen sehr rasch ausgewaschen. Zudem bilden die Mikroorganismen im vernäßten Oberboden bevorzugt saure Abbauprodukte, was zu einer weiteren Erniedrigung des pH-Wertes führen kann (KLÖTZLI 1969).

3. Humusgehalt

Der Humusabbau ist gerade im Hochgebirge starken Schwankungen unterworfen: Durch die niederen Temperaturen, die lange Schneebedekkung und die hohe Wassersättigung sowie durch den damit verbundenen Sauerstoffmangel geht die Mineralisierung nur sehr langsam vor sich (zitiert aus BURGER 1972).

In den Untersuchungsgebieten treten im Rhododendro-Vaccinietum sowie in der Lägerflur und dem Caricetum fuscae schlechteste Mineralisierungsbedingungen und damit höchste Werte an organischer Substanz auf (28–33 %). Während in den Rhodoreten der hohe Lignin-Gehalt der Ericaceen-Streu und das weite Basen-Säure-Verhältnis für den langsamen Abbau entscheidend sind, dürfte in den Feuchtgesellschaften der periodische Krumeneinstau humuskonservierend wirken. Wesentlich bessere Verhältnisse liegen im Nardetum, Curvulo-Nardetum und Curvuletum vor, in denen es durch die Beweidung, Kotdüngung und verstärkte Lichtstellung zu einer Erhöhung der biologischen Aktivität und damit zu günstigeren Mineralisierungsbedingungen kommt (10–16 %). Sehr gute Zersetzungsbedingungen weist auch das Festucetum spadiceae durch seinen relativen Basenreichtum und die Südlage auf. Nach JENNY (1960) erhöht sich mit dem Anstieg der mittleren Jahrestemperatur nicht nur die Produktion, sondern vor allem der mikrobielle Abbau von organischer Substanz; daher liegt an den klimatisch begünstigteren Südhängen in der Regel eine geringere Humusmächtigkeit vor als in den Nordlagen. Äußerlich wird dieser Faktor auch durch den hohen Artenreichtum

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

innerhalb des Festucetum spadiceae dokumentiert. Die etwas höheren Werte im Seslerio-Semperviretum sind auf die höhere Lage, Flachgründigkeit und Vegetationsarmut zurückzuführen.

Eine gewisse Sonderstellung nehmen die Alneten ein, in denen es wohl zu günstigeren Zersetzungsbedingungen auf Grund der Laubstreu und des Wasserangebotes kommt, in denen aber durch die Steilheit des Geländes sehr leicht organisches Material ausgewaschen werden kann; es treten hier Humusmengen zwischen 14 und 16 % auf.

4. Stickstoffgehalt

Art und Menge der Stickstoffversorgung im Boden hängen von sehr vielen Faktoren ab; so können z. B. die Art der Streu, die Qualität und Quantität des Humus, die Vegetationszusammensetzung, die Bodenreaktion sowie Temperatur, Feuchtigkeit und Durchlüftung des Bodens eine entscheidende Rolle spielen (PFADENHAUER 1971, GIGON 1971, KLÖTZLI 1969). Der Stickstoff liegt dabei vorwiegend in organischer Form vor, da die höchsten Werte durchwegs in den Auflagehorizonten enthalten sind und eine deutliche Abnahme mit zunehmender Profiltiefe zeigen.

Innerhalb der verschiedenen Pflanzengesellschaften unterliegt die N-Akkumulation starken Schwankungen. So treten die höchsten Werte mit einem Gesamtstickstoffangebot von 1,31 bis 1,33 % in der stark überweideten Lägerflur auf, was eindeutig auf den Nitrifizierungseinfluß durch das Vieh sowie in geringerem Ausmaß auf den Leguminosenanteil zurückzuführen ist. Das C/N-Verhältnis ist auch dementsprechend eng und liegt zwischen 13,5 und 14,0. Große Unterschiede zeigt das Caricetum fuscae, das am Tappenkar einen N_{tot}-Wert von 1,33 % aufweist, während in der Fragant nur 0,09 % N_{tot} gefunden wurden (vgl. hiezu KLÖTZLI 1969). Diese Diskrepanz ist zweifellos auf die unterschiedlichen Standortsbedingungen zurückzuführen; so liegt die Gesellschaft am Tappenkar in unmittelbarer Nachbarschaft zum Nardetum und unterliegt daher noch stark dem Beweidungseinfluß, während die Gesellschaft in der Fragant einen für das Vieh unzugänglichen tiefen Morast darstellt. Dies wird auch durch das C/N-Verhältnis dokumentiert, das einerseits 13,7 %, andererseits 53,2 % beträgt.

Sehr N-reich ist auch das Rhododendro-Vaccinietum, was auf die mächtige Rohhumusdecke und das darin reichlich vertretene Pilzmyzel zurückzuführen ist (ELLENBERG 1964). Das C/N-Verhältnis beträgt hier 17,9 % und entspricht damit gut den Werten, die von NEUWINGER (1963) für die Tiroler Zentralalpen gefunden wurden.

Bei den alpinen Rasengesellschaften sind die N-Gehalte in der Fragant deutlich höher als am Tappenkar (Fragant: 0,3–0,75 % N_{tot}; Tappenkar: 0,19–0,23 % N_{tot}). Die Ursachen dürften in der vorwiegenden Südexposition und im höheren Leguminosenanteil liegen. Nach REHDER

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

(1970) kommt es gerade an südexponierten und früher ausapernden Hängen zu einer ungehemmten N-Akkumulation, wobei geringer Skelettanteil diesen Prozeß noch fördert.

Die Alneten zeigen trotz Wurzelknöllchen *(Rhizobium leguminosarum)* und Strahlenpilzen *(Actinomycetes alni)*, die beachtliche Mengen von molekularem N zu binden vermögen, relativ geringe Werte, die jedoch noch immer über denen der alpinen Rasengesellschaften liegen. Der Grund dafür dürfte einerseits in der starken Erosion und der ständigen kolluvialen Überprägung liegen, andererseits in der noch frühen Jahreszeit, die noch keine vollständige Mineralisierung des N herbeiführen konnte, da durch die lange Schneebedeckung und die niederen Temperaturen die Entwicklung der nitrifizierenden Bakterien weitgehend gehemmt wird. Der Gehalt an Gesamtstickstoff ist auch hier in der Fragant höher und liegt mit 0,47 % deutlich über dem am Tappenkar mit 0,38 % N_{tot}. Die Mineralisierung ist intensiver. Analog dazu auch das C/N-Verhältnis mit 18 % bzw. 32,7 %. Noch ungünstiger sind die Verhältnisse im Adenostyletum, das weitgehend frei von Grünerlen ist, und daher nur sehr geringe Mengen an N zu binden vermag: N_{tot} = 0,25 %.

Bezüglich der Form des N-Angebotes konnte bei der Untersuchung der Proben des Tappenkars festgestellt werden, daß in praktisch allen Böden die Ammonifikation überwiegt; sie wird vor allem auf Böden mit stärkerer Durchfeuchtung, schlechterer Durchlüftung und niederem pH-Wert begünstigt, während die Nitrifikation auf gut durchlüfteten Böden mit schwach saurer bis neutraler Reaktion optimale Bedingungen hat. Die hohen NO_3^--Werte in der Lägerflur und dem Caricetum fuscae von über 20 mg NO_3^--N/100 g Boden dürften in erster Linie auf das hohe Gesamtstickstoffangebot (Düngerwirkung) und die geringe Auswaschung zurückzuführen sein. Vor allem die Auswaschung spielt für den NO_3^--Gehalt eine große Rolle, da der NO_3^--N auf Grund seiner chemischen und strukturellen Zusammensetzung nicht so festgehalten wird wie der NH_4^+-N, der ähnlich wie K^+ zwischen den Schichtpaketen fixiert werden kann. Auch folgende Tatsache kann nach YERLY und DYLIS (1964) eine Rolle spielen, daß sich während des Winters reichlich Eiweißprodukte ansammeln, die in der ersten warmen Frühjahrsperiode schnell zu NH_4^+-N abgebaut werden, so daß es im Frühsommer zu einer erhöhten NH_4^+-Konzentration kommt („Vernalisation").

5. Gehalt an austauschbarem Phosphat und Kalium

Bei dem mittels Laktatverfahren im Boden bestimmten Phosphor handelt es sich ausschließlich um Orthophosphate, die in anorganischer und organischer Bindung in Form von Fe- oder Al-Phosphaten – bei schwach alkalischer bis neutraler Reaktion in Form von Ca-Phosphaten –

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

und als sorptiv an Bodenkolloide gebundene Phosphat-Ionen im Boden vorliegen. Diese neigen bei niederen pH-Werten sehr leicht zur Festlegung und gehen mit den beim Zerfall sekundärer Tonminerale frei werdenden Fe^{3+}- und Al^{3+}-Ionen schwer lösliche Verbindungen ein, sie sind dann für die Pflanze kaum zugänglich. Die in den Bodenproben bestimmten Werte entsprechen daher nur teilweise der tatsächlich von der Pflanze aufnehmbaren Menge (MENGEL 1968).

In den beiden Untersuchungsgebieten zeigen übereinstimmend hohe P_2O_5-Werte die Böden der Nardeten, die mit 12,2 bzw. 13,0 mg P_2O_5/100 g Boden Spitzenwerte einnehmen. Dieses Phänomen hat schon BRAUN-BLANQUET (1948) festgestellt, wonach Phosphorreichtum den Bürstling zu begünstigen scheint. Der Grund dafür könnte in dem hohen NH_4^+-Angebot liegen, das nach SCHEFFER-ULRICH (1960) die Pflanzenverfügbarkeit von Phosphat entscheidend erhöht. Dazu kommt noch, daß die Nardeten wesentlich stärker beweidet werden als die übrigen alpinen Rasengesellschaften; in ihnen wurden Werte von 1,8 (Curvulo-Nardetum), 7,4 (Seslerio-Semperviretum) und 8,1 (Festucetum spadiceae) mg P_2O_5/100 g Boden gebunden. Die höheren Gehalte in den Kalkgesellschaften sind einzig auf P_2O_5-reicheres Ausgangsgestein zurückzuführen.

Die Werte des Caricetum fuscae, der Lägerflur und des Rhododendro-Vaccinietum zeigen eine gute Übereinstimmung mit dem Humusgehalt. So ist bekannt, daß es mit der Zufuhr von organischer Substanz zu einer verstärkten Freisetzung des Phosphors kommt (Humateffekt). Außerdem sind in dem Podsol-Profil unter dem Rhodoretum (Profil 1) deutlich zwei Akkumulationszentren der Phosphorsäure festzustellen; hier kommt es im Illuvialhorizont zu einem zweiten Sammelzentrum, in dem die Phosphorsäure in Form von Fe- und Al-Verbindungen gespeichert wird.

Die Alneten und das Adenostyletum zeigen wieder auf Grund der starken kolluvialen Beeinflussung und des geringen Humusgehaltes eher niedrige P_2O_5-Werte, die zwischen 3,8 und 4,5 mg P_2O_5/100 g Boden liegen.

Kalium ist zum größten Teil zwischen den Schichtpaketen der Tonminerale fixiert und kann nur durch allmähliches Aufweiten der Schichten freigesetzt werden; dies wird durch anhaltende Durchfeuchtung beschleunigt, während Trockenheit die Fixierung verstärkt. Die Menge des fixierten Kaliums übersteigt dabei um ein Vielfaches den K-Anteil der in einem Laktatauszug vorkommt. Gerade in den alpinen Böden, die zum größten Teil Mineralböden sind, ist das Verhältnis „Gesamt-K/laktatlösliches K" sehr hoch (zitiert aus MENGEL 1968).

Vergleicht man die beiden Untersuchungsgebiete, so fällt zunächst der wesentlich höhere K-Gehalt der Tappenkarböden auf. Dies ist zweifellos auf die höheren Kali-Gehalte des Ausgangsgesteins und auf den höheren Tongehalt zurückzuführen. Die K-Verteilung in den verschiedenen Gesellschaften läßt deutliche Parallelen zu den P_2O_5-Werten erken-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

nen. Wir haben auch hier die höchsten Werte im Nardetum (19,2 mg), Caricetum fuscae (17,7 mg), in der Lägerflur (14,9 mg) sowie im Rhododendro-Vaccinietum (12,3 mg/100 g Boden). Auch das Curvulo-Nardetum besitzt auf Grund des hohen Anteils an stark verwittertem, K-reichem Skelettmaterial noch beträchtliche Kaligehalte, während das Alnetum und Adenostyletum durch die Denudationsvorgänge deutlich K-ärmer ist; immerhin kommen auch hier noch Werte von 6,3 bzw. 5,2 mg K_2O/100 g Boden vor.

In den Fragant-Proben sind Korrelationen zum P_2O_5 nicht feststellbar. Die K_2O-Gehalte sind allgemein sehr niedrig und liegen unter den P_2O_5-Werten, durchschnittlich zwischen 0,5 und 1,5 mg/100 g Boden. Höhere Werte konnten nur in der Lägerflur und im Seslerio-Semperviretum festgestellt werden, was auf möglicherweise höheren Tongehalt zurückzuführen ist. Eine genauere Deutung kann jedoch erst nach chemischer Analyse des Ausgangsgesteins erfolgen.

6. Gehalt an austauschbarem Kalzium und Magnesium

Kalzium liegt im Boden meistens in schwer löslicher Form, sei es als Gitterbaustein (vor allem bei basischen Gesteinen), sei es als Salz, vor und wird nur langsam durch den Verwitterungsprozeß in Freiheit gesetzt. Es hat weniger für die direkte Pflanzenernährung als für die Bodenbildung und -entwicklung eine Bedeutung. Für die Bodenfruchtbarkeit ist vor allem wichtig, daß die Sorptionskomplexe weitgehend mit Ca^{++}-Ionen abgesättigt sind, wodurch eine hohe Basensättigung gewährleistet wird und durch die Bildung stabiler Krümel die Auswaschung der Basen weitgehend verhindert wird.

Die Böden der Fragant sind daher auf Grund ihrer höheren Ca-Gehalte als insgesamt nährstoffreicher und fruchtbarer anzusehen, was sich auch in dem wesentlich größeren Artenreichtum ausdrückt. Die Unterschiede in den verschiedenen Gesellschaften sind weitgehend durch den Untergrund bedingt. So treten die höchsten Ca-Werte mit 145 und 127,1 mg/100 g Boden im Seslerio-Semperviretum und in der unter dem Gipfel des Makerni gelegenen Lägerflur auf Kalkmarmor auf. Auch das Festucetum spadiceae und das Nardetum besitzen ähnliches Ausgangsgestein, während das Curvuletum in der Tauern-Schieferhülle liegt und daher wesentlich tiefere Werte von nur 3,4 mg Ca/100 g Boden aufweist.

Am Tappenkar zeigen die Feuchtgesellschaften (Caricetum fuscae, Lägerflur, Alnetum viridis, Adenostyletum) auffallend höhere Werte von 47,0, 35,0, 29,5 und 27,3 mg Ca/100 g Boden, was durch den Einfluß kalkhältiger Grundwasser zu erklären ist. Der A_h-Horizont zeigt dabei eine starke Ca-Anreicherung, die nach unten rasch abnimmt. Das läßt auf eine relativ gute Humusform schließen. Die übrigen Böden sind als Ca-arm zu bezeichnen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Auch das Magnesium kommt ähnlich wie das Ca entweder als Gitterbaustein oder als Salz im Boden vor. Die Wasserlöslichkeit der Mg-Karbonate ist jedoch höher als die der Ca-Karbonate, sodaß ein Boden bei Auswaschung immer zuerst an Mg und dann an Ca verarmt. Das im Kristallgitter der Mineralien eingebaute Mg wird dagegen nicht so leicht durch Verwitterungsprozeß freigelegt wie das Ca. Unter normalen Bedingungen ist daher der Anteil der Mg^{++}-Ionen am Sorptionsbelag und in der Bodenlösung zwar wesentlich niedriger als der der Ca^{++}-Ionen, aber höher als der der K^{+}-Ionen (MENGEL 1968).

Diese Verhältnisse kommen in den Fragant-Böden vor, während am Tappenkar die Mg-Werte deutlich unter den K-Werten und in den Feuchtgesellschaften auch unter den Ca-Werten liegen; ein Umstand, der auf den hohen Kali-Gehalt des Ausgangsgesteins zurückzuführen ist. Im allgemeinen sind die Mg-Gehalte sehr einheitlich und liegen am Tappenkar zwischen 10,8 und 18,1 mg, in der Fragant zwischen 19,0 und 38,0 mg/100 g Boden.

7. Ergebnisse und Diskussion

Versucht man abschließend festzustellen, welche Schlußfolgerungen sich aus der Kenntnis des Nährstoffhaushaltes für den Standort ergeben, so lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

1. Die Nährstoffverteilung und -menge ist weitgehend gesteinsabhängig; so weisen die Böden am Tappenkar hohe Kali-Gehalte auf, während die Böden in der Fragant sich durch relativen Ca-Reichtum auszeichnen. Die dadurch bedingte höhere Basensättigung führt zu einem größeren Artenreichtum in den verschiedenen Pflanzenbeständen.

2. Von großer Bedeutung ist die Exposition; dadurch kommt es an den klimatisch begünstigten S-Hängen zu wesentlich besseren Mineralisierungsbedingungen als an den schattigen N-Hängen. Dies drückt sich nicht nur im Humusgehalt, sondern auch im Nährstoffgehalt aus (Festucetum spadiceae, Seslerio-Semperviretum).

3. An sehr steil geneigten Hängen treten häufig Denudationsvorgänge auf, die zu einer starken Auswaschung der Nährstoffe führen (Alnetum, Adenostyletum).

4. Die einzelnen Pflanzengesellschaften reagieren nur bedingt auf den verschiedenen Nährstoffgehalt im Boden. Eine deutliche Abhängigkeit konnte zwischen dem P_2O_5-Gehalt und dem Nardetum festgestellt werden sowie zwischen dem N_{tot} und den weidebeeinflußten Gesellschaften, vor allem der Lägerflur.

Ob Ca und Mg für das Auftreten bestimmter Gesellschaften entscheidend sind, ist sehr fraglich (vgl. hiezu GIGON 1971). Eventuell könnte eine diesbezügliche Beziehung für das Seslerio-Semperviretum angenommen werden.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

5. Keinerlei Übereinstimmung zeigten auf Grund unterschiedlicher Standortsbedingungen die Gesellschaften des Loiseleurietum und des Caricetum fuscae; die Werte sind daher nicht vergleichbar.

6. Auf Grund der vorhandenen Nährstoffgehalte ist eine Aufforstung in beiden Untersuchungsgebieten durchaus möglich, zumal viele Pflanzen den Mangel an pflanzenverfügbaren Nährstoffen durch Symbiose mit Wurzelpilzen überbrücken können (GÖBL 1966). Die klimatischen Bedingungen sind in der subalpinen Stufe keineswegs baumfeindlich; erst durch die starke Weidetätigkeit wurde der Wald weit hinuntergedrückt. Eine Volldüngung würde jedoch vor allem auf humusärmeren Böden die Zuwachssteigerung der Jungpflanzen fördern.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden die Nährstoffverhältnisse von alpinen und subalpinen Pflanzengesellschaften in zwei räumlich getrennten Gebieten des Alpenhauptkammes untersucht. Auf eine kurze Beschreibung der Pflanzengesellschaften bzw. der dazugehörenden Bodenprofile folgen Nährstoffanalysen. Dabei ergibt sich, daß

1. Nährstoffverteilung und Nährstoffmenge weitgehend gesteinsabhängig sind,

2. die einzelnen Pflanzengesellschaften nur bedingt auf unterschiedlichen Nährstoffgehalt im Boden reagieren. Direkte Abhängigkeit zeigt nur das Nardetum zum Phosphatgehalt bzw. die Lägerflur zum Stickstoffgehalt.

Die vegetations- und bodenkundlichen Untersuchungen zeigen deutlich die anthropogen bedingte Herabsetzung der Waldgrenze an.

SUMMARY

The relationship of alpine and subalpine plant societies has been examined in two different areas of the Alps. A brief description of plant societies and their respective soils are followed by nutrient analyses:

1. distribution and amount of nutrient depend on the quality of rocks,

2. individual plant societies react differently on amount of nutrient only under certain conditions. Only Nardetum shows direct dependence on the amount of phosphate and Lägerflur to the amount of nitrogen.

Vegetation and soil examinations clearly indicate the anthropologically caused lowering of the tree-line.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LITERATUR

ALBRECHT, J. (1969): Soziologische und ökologische Untersuchungen alpiner Rasengesellschaften, insbesondere an Standorten auf Kalksilikat-Gesteinen. Diss. Botanicae *5*, Lehre, 91 S.

BRAUN-BLANQUET, J. (1948–1950): Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens. Vegetatio *1 u. 2*, Den Haag.

BRAUN-BLANQUET, J., PALLMANN, H., und BACH, R. (1954): Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. II. Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (Vaccinio-Piceetalia). Ergebnis der wiss. Untersuchung des schweiz. Nationalparks. Bd. *IV* (Neue Folge), Liestal.

BRAUN-BLANQUET, J., und JENNY, H. (1926): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae). Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. *63*, Zürich.

BROCKMANN-JEROSCH, H. (1907): Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften, Leipzig.

BURGER, R., und FRANZ, H. (1972): Die Böden der Pasterzenlandschaft im Glocknergebiet. Mitt. Österr. Bod. Ges., H. *16*, Wien.

CZELL, A. (1963): Die forstliche Eignung von Böden oberhalb des Wirtschaftswaldes. Mitt. d. naturwiss.-med. Ver. Festschrift Gams, Bd. *53*, Innsbruck.

ELLENBERG, H. (1958): Bodenreaktion (einschließlich Kalkfrage). Handb. Pflanzenphys., *4*:638–708, Berlin, Göttingen, Heidelberg.

– (1964): Stickstoff als Standortsfaktor. Ber. Dt. Bot. Ges., *77*:82–92.

EXNER, Ch. (1957): Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Gastein 1:50.000. Geol. B. A. Wien (Ausgabe 1956).

FRANZ, H. (1960): Feldbodenkunde. Wien–München, 583 S.

FRIEDEL, H. (1961): Hochlagen-Aufforstung. Veröff. d. Mus. Ferdinandeum in Innsbruck, Bd. *41*.

– (1961): Ökologische Vegetationskunde. Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe, Teil I. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt, Mariabrunn, H. *59*.

GIGON, A. (1971): Vergleich alpiner Rasen auf Silikat- und auf Karbonatboden. Konkurrenz- und Stickstofformenversuche sowie standortskundliche Untersuchungen im Nardetum und im Seslerietum bei Davos. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Rübel, H. *48*, Zürich.

GÖBL, F. (1966): Mykorrhizauntersuchungen in subalpinen Wäldern. Mitt. d. forstl. Bundesversuchsanstalt Wien. „Ökologie der alpinen Waldgrenze", H. *75*, Innsbruck.

HARTL, H. (1965): Das Rhododendro-Vaccinietum Br.-Bl. 27. Der Fichten-Lärchen-Zirben-Wald. Carinthia II, Mitt. d. Naturwiss. Vereins für Kärnten, *75*. bzw. *155*, Klagenfurt.

JENNY, H. (1958): Role of plant factor in the pedogenic functions. Ecology *39*:5–16.

KLÖTZLI, F. (1969): Zur Ökologie schweizerischer Bruchwälder unter besonderer Berücksichtigung des Waldreservates Moos bei Birmensdorf und des Katzensees. Ber. Geob. Inst. ETH, Rübel, Zürich, *39*.

– (1969): Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz, *52*.

KUBIENA, W. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Madrid–Stuttgart, 392 S.

LAATSCH, W. (1944): Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig, 289 S.

MAIR, N. (1960): Zuwachs und Ertragsleistung subalpiner Wälder. Allg. Forstztg. *77*, F. *6*.

MENGEL, K. (1968): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer, Stuttgart, 436 S.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

MOSER, M., und GÖBL, F. (1961): Die Fermententwicklung von Wald- und Aufforstungsböden und ihre Bedeutung für die forstwirtschaftliche Praxis. Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe, T. I, Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn. H. *59.*

NEUWINGER, I., und CZELL, A. (1959): Standortsuntersuchungen in subalpinen Aufforstungsgebieten. I. Teil: Böden in den Tiroler Zentralalpen. Forstw. Cbl. *78.* Jg. *(11/12).*

NEUWINGER, I. (1963): Beziehungen zwischen Relief, Pflanzendecke und Boden an der Obergrenze des Zirben-Lärchenwaldgürtels. Ber. d. naturwiss.-med. Ver. in Innsbruck, Bd. *53,* Festschrift H. Gams.

– (1967): Zum Nährstoffhaushalt in Vegetationseinheiten der subalpinen Entwaldungszone. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, H. *75.* Ökologie der alpinen Waldgrenze.

OBERDORFER, E. (1959): Borstgras- und Krummseggenrasen in den Alpen. Beitr. z. naturkundl. Forschung in Südwestdeutschland. Bd. *XVIII,* Hf. *1.*

PALLMANN, H., und HAFFTER, P. (1933): Pflanzensoziologische bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin mit besonderer Berücksichtigung der Zwergstrauchgesellschaften der Ordnung Rhodoreto-Vaccinietalia. Ber. Schw. Bot. Ges., Bd. *42,* Bern, S. 357–466.

PFADENHAUER, J. (1971): Vergleichend ökologische Untersuchungen an Plateau-Tannenwäldern im westlichen Aargauer Mittelland. Veröff. d. Geobot. Inst. ETH, Rübel, H. *47,* Zürich.

REHDER, H. (1970): Zur Ökologie insbesondere Stickstoffversorgung subalpiner und alpiner Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet Schachen (Wettersteingebirge). Diss. Botanicae, Bd. *6,* J. Cramer, Lehre.

RUNGE, M. (1965): Untersuchungen über die Mineralstickstoffnachlieferung an nordwestdeutschen Waldstandorten. Flora, *155:*353–386.

SCHEFFER, F., und SCHACHTSCHABEL, P. (1973): Lehrbuch der Bodenkunde. Ferd. Enke, Stuttgart, 448 S.

SCHEFFER, F., und ULRICH, B. (1960): Humus und Humusdüngung. 1. Morphologie, Biologie, Chemie und Dynamik des Humus. Lehrb. Agrik. chem. u. Bodenkde. F. Enke, Stuttgart, 266 S.

SCHIECHTEL, H. M. (1961): Die Vegetationskartierung im Rahmen der Wiederbewaldungsprobleme in der subalpinen Stufe. Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe. Teil I. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt, Mariabrunn. H. *59,* Wien.

SCHLICHTING, E., und BLUME, H. P. (1966): Bodenkundliches Praktikum. P. Parey, Hamburg und Berlin, 207 S.

SEEFELDNER, E. (1961): Salzburg und seine Landschaften. „Das Bergland Buch", Salzburg-Stuttgart.

SOLAR, F. (1972): Die Böden des Raumes Großglockner–Zell am See. Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges., H. *16,* Wien, S. 93–110.

STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum. P. Parey. Berlin und Hamburg, 262 S.

TOLLMANN, A. (1962): Das Westende der Radstädter Tauern (Tappenkarberge). Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, *55.* Band.

WAGNER, H. (1970): Zur Abgrenzung der subalpinen gegen die alpine Stufe. Mitt. Ostalp-din. Ges. f. Vegetationskde. Bd. *11:*225–234.

YERLY, M. (1970): Ecologie comparée des prairies marécageuses dans les Préalpes de la Suisse occidentale. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *44.*

Anschrift der Verfasser: Univ.-Ass. Dr. Thomas PEER, Univ.-Doz. Dr. Helmut HARTL, beide Botanisches Institut der Universität, A-5020 Salzburg, Freisaalweg 16.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 166_86

Autor(en)/Author(s): Peer Thomas, Hartl Helmut

Artikel/Article: Beziehungen zwischen Pflanzendecke und Nährstoffhaushalt im Boden am Beispiel einiger subalpiner und alpiner Gesellschaften im Raum des Trappenkars (Salzburg) und der Fragant (Kärnten). (Mit 2 Abbildungen)Herrn Prof.Dipl.-Ing. Dr.H.Wagner zum 60.Geb. 339-371