

Die Bodenformen im Sonderschutzgebiet Piffkar

Thomas Peer

1 Zusammenfassung

Entlang eines Gradienten werden im Sonderschutzgebiet Piffkar zwischen 1.773 und 2.577 m einige Bodentypen profilmorphologisch beschrieben und in Form von Profilskizzen dargestellt. Über Rauhwanke dominieren Rendsinen und Pararendsinen, über Silikat podsolige Braunerden, alpine Rasenbraunerden und alpine Pseudogleye. Die Besonderheiten des Untersuchungsgebietes liegen in der kleinräumigen petrochemischen Varianz und in der Reliefdynamik. Dadurch ist es an vielen Stellen zu Abtragungsvorgängen und zu Stockwerkprofilen mit unterschiedlich alten, begrabenen Horizonten gekommen.

2 Summary

Soil types in the nature reserve area of Piffkar (Hohe Tauern, Austria)

The profile morphology of some soil units situated along a gradient from 1.773 to 2.577 m in the nature reserve Piffkar (Großglockner, Hohe Tauern) is described. The predominant soil types in the investigated area are: over rauhwanke rendzina and pararendzina; over siliceous rock podzol, alpine brownearth and alpine pseudogley. A considerable variation is found in the petrochemical composition and in the relief dynamic. The multilayer profile resulted from colluvial processes, which are the main characteristics of the Piffkar.

3 Keywords

Hohe Tauern National Park, alpine soil-series, Großglockner, Piffkar

4 Einleitung

Die vielfältige Naturraumausstattung des Piffkars, östlich der Großglockner-Hochalpenstraße in der Gemeinde Fusch, hat eine Reihe interessanter subalpiner und alpiner Bodenserien entstehen lassen, an deren Ausprägung die sehr kleinräumig wechselnden Gesteinsunterschiede, die Geländemorphologie, das Klima und die Bewirtschaftungsform mitgewirkt haben. Im gesamten Hochkar sind an den Hängen solifluidale Erscheinungen (Erdströme) und im Übergang zu den Verebnungen Schwemmfächer und -kegel erkennbar, die z.T. mehrere Bodengenerationen unter sich begraben haben.





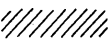
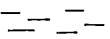

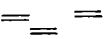


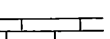
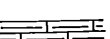
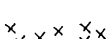
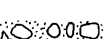
Im Rahmen eines Projektes zur Erfassung der naturräumlichen Gegebenheiten im Sonderschutzgebiet Piffkar wurden in den Jahren 1986 und 1990 entlang eines Gradienten, ausgehend von der Piff-Hochalm (1.773 m) bis zur Edelweißspitze (2.577 m), mehrere Bodenprofile gegraben und profilmorphologisch beschrieben. Ergänzend dazu wurden pH-Messungen durchgeführt und wurde der Kalkgehalt bestimmt. Die Ergebnisse sind als Beitrag zur Kenntnis der alpinen Bodentypen im Nationalpark Hohe Tauern zu werten und schließen an die Arbeiten von FRIEDEL 1934 und 1936, FRANZ & FRASL 1961, BURGER & FRANZ 1972, POSCH 1977 und 1980, MÜLLER 1980 und 1983, und NEUWINGER 1989 an, die an der Südabdachung des Großglockners (Pasterze, Wallackhaus, Hochtor)

durchgeführt wurden. Geologisch gehört das Piffkar zur Seidlwinkltrias, bestehend aus Karbonatgesteinszügen (Rauhwanke, Dolomit, Kalkmarmor, Gips), in die ältere Gesteine wie Quarzite, helle quarzitishe Chloritschiefer sowie dunkle Phyllite und Glimmerschiefer eingefaltet sind (CLAR & CORNELIUS 1935 und 1939, FRANK 1969).

5 Methode

Die Horizonte wurden nach den Empfehlungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft (FINK 1969) bezeichnet. Die Bestimmung der Bodenfarbe erfolgte im erdfeuchten Zustand mit Hilfe der MUNSELL Soil Color Charts. Der pH-Wert wurde im CaCl₂-Extrakt (ÖNORM L 1083), der Karbonatgehalt wurde nach SCHEIBLER (ÖNORM L 1084) bestimmt.

Legende zu den Abbildungen:

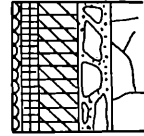
	lockere organische Auflage
	kompakte organische Auflage
	Mull
	Moder- und Modernull
	Verbraunung
	Auswaschung
	Fahlflecken
	Anreicherung, Sesquioxide
	Grobskelett
	Sand
	Karbonatgestein, Rauhwanke
	Dolomit
	Silikatgestein
	Moräne bzw. Kolluvium

6 Ergebnisse und Diskussion

6.1 Bodensequenz entlang eines mäßig steil geneigten Hanges aus Rauhwanke (Abb. 1)

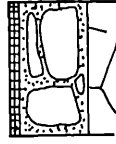
Durch den für Hochkare charakteristischen Wechsel von steilen und flachen Hangzonen reicht die Bodentypenabfolge im Piffkar vom Rohboden bis zur tiefgründigen kolluvialen Pararendsina. Auf den von windgeprägten Rasengesellschaften ("Elyneten") und Spalierheiden eingenommenen Gratlagen dominieren über Rauhwanke sandig-schluffige, 10 bis 20 cm tiefe alpine Rasenbraunerden. Die Humusform entspricht einem Modernull mit oberflächennahem, unzersetztem Rasenfilz. Die Struktur ist feinkrümelig und durch den hohen koprogenen Anteil schmierigfeucht. Zwischen den Humusbestandteilen ist kalkhaltiger Flugsand aus den Erosionsflächen im Gratabereich eingelagert.

Alpine Rasenbraunerde



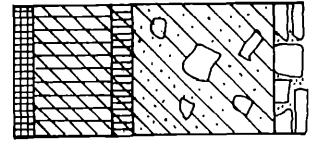
Oh/A: 0-4 cm, pH 6,0
7,5 YR 1,7/1-2/1, 0,1 % Karb.
A/Bv: 4-10 cm, pH 6,6
10 YR 3/3-3/4, 5 % Karb.
Cv: 10-15 cm, pH 7,3
10 YR 5/4-6/4, 15 % Karb.

Rohboden



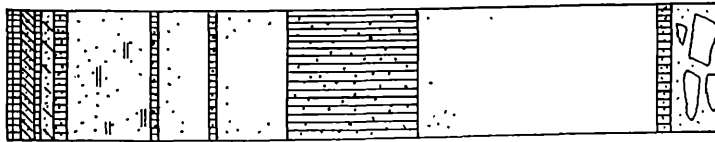
A: 0-1/2 cm, pH 6,3
10 YR 3/1, 5 % Karb.
Cv/Cn: 2-10 cm, pH 7,2
22-35 % Karb.

Braunerdekolluvium



A: 0-5 cm, pH 5,0
7,5 YR 2/2, 0 % Karb.
A/Bv1: 5-15 cm, pH 5,2
7,5 YR 3/3-3/4, 0 % Karb.
Abeg.: 15-18 cm, pH 5,5
7,5 YR 2/2-2/3, 0,1 % Karb.
Bv2: 18-40 cm, pH 6,8
10 YR 4/4, 15 % Karb.
Cv: 40-46 cm, pH 7,3
35 % Karb.

Kolluviale Pararendsina



A: 0-2 cm, pH 6,6
10 YR 2/2, 6,7 % Karb.
Bv/Cv: 2-4 cm, pH 6,9
10 YR 5/4, 18 % Karb.
A1beg.: 4-5 cm, pH 6,3
10 YR 2/2-2/3, 5 % Karb.
B1beg.: 5-7 cm, pH 7,0
10 YR 6/6, 19 % Karb.
A2beg. 7-9 cm, pH 6,2
Cv1: 9-22 cm, pH 7,5
10 YR 7/6, 10 % Karb.
A3beg. 22-23 cm, pH 6,1
Cv2: 23-31 cm, pH 7,5
10 YR 7/6, 12 % Karb.
A4beg. 31-32 cm, pH 6,3
Cv3: 32-43 cm, pH 7,3
A5beg.: 43-63 cm, pH 5,2
5 YR 2/2, 0 % Karb.
Cv4: 63-100 cm, pH 5,7
7,5 YR 6/6-7/6, 2 % Karb.
A6beg.: 100-102 cm, pH 5,3
5 YR 2/2, 1 % Karb.
Cv5: ab 102 cm, pH 6,0
7,5 YR 7/6, 12 % Karb.

Abb. 1: Bodensequenz entlang eines mäßig geneigten Hanges aus Rauhacke.

Fig. 1: Soil sequence along a moderate slope derived from "Rauhacke"

An den steilen Schutthängen löst sich die Rasenbraunerde in Girlanden- und Streifenböden auf. Sie sind skelett- und karbonatreich (über 20 % CaCO₃) und nur bei silikatischem Fremdeintrag etwas verbraunt. Typologisch handelt es sich um Rendinen unterschiedlichen Entwicklungsgrades, wie sie von KUBIENA 1943 und GRACANIN 1972 aus den Kalkalpen beschrieben wurden. In den Rohböden entspricht die Humusform einem sandigen, schwach karbonathältigen Grobmoder ohne jede Auflage. Grusiges, teilweise hangparallel eingeregelttes Material reicht an vielen Stellen bis an die Oberfläche, die nur von einigen wenigen Phanerogamen wie *Salix serpyllifolia*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga oppositifolia*, *Draba hoppeana* oder *Linaria alpina* besiedelt wird.

Der Hangfuß wird von sich überlappenden Solifluktionszungen und von Stockwerkprofilen mit unterschiedlich alten Horizonten geprägt. Dabei handelt es sich, entsprechend den nomenklatorischen Richtlinien von FINK und Mitarbeitern im Heft 13 der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft (FINK 1969), um "begrabene" und nicht um "fossile" Horizonte, da bisher keine älteren als postglaziale Bodenbildungen im periglazialen Raum der Hohen Tauern und des Schweizerischen Nationalparks festgestellt werden konnten (PATZELT 1977 und 1980, FURRER 1977, VEIT 1987, GAMPER 1981).

In dem von mir als "Braunerdekolluvium" bezeichneten Bodentyp haben phyllitische Anteile im Hangenden einen intensiv gefärbten B-Horizont (7,5 YR 3/3-3/4) geschaffen, der sich deutlich vom helleren Unterboden aus Rauhwanke (10 YR 4/4) absetzt. Bei dem dazwischen liegenden Humushorizont dürfte es sich um einen im Zuge der Überlappung von oben in den Unterboden eingefalteten Humushorizont handeln, da er einerseits vom aufliegenden Material farblich geprägt wird, andererseits Kalkspuren enthält (pH: 5,5; CaCO₃: 0,1%). Das Vorkommen von einem oder mehreren Humushorizonten in der Profilsäule von Solifluktionszungen und Schwemmkegeln wird von VEIT, FURRER & GAMPER (l.c.) auf wechselnde Klimaverhältnisse im Postglazial zurückgeführt. Kaltphasen sind dabei durch solifluidale Abtragungsprozesse, Kappung von Profilen und Überschüttung vorhandener Böden gekennzeichnet, Warmphasen durch Bodenbildung und Humusaufbau.

Tiefgründige kolluviale Pararendsinen sind vor allem in den flachen, häufig überschwemmten Karmulden verbreitet. Die begrabenen Humushorizonte treten deutlich als dunkle Bänder zwischen den hellen, mehligten Sandschichten der Rauhwanke hervor. Der zwischen 40 und 60 cm Tiefe im A-Horizont festgestellte Farbwechsel von 10 YR nach 5 YR sowie die nachgewiesene Kalkfreiheit könnten auf ein höheres Alter und eine längere ungestörte Vegetationsentwicklung hinweisen. In den oberen lehmig-sandigen Deckschichten sind vereinzelt Fe-Konkretionen ausgebildet, die eine hydromorphe Dynamik mit periodischer Wassersättigung und Stoffverlagerung anzeigen.

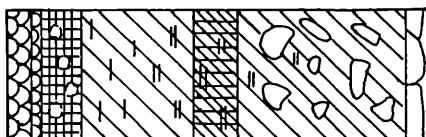
Im Gegensatz zur Braunerde ist in der Pararendsina der B-Horizont heller gefärbt und karbonatreicher.

In der Humusform und -farbe unterscheiden sich die beiden Bodentypen kaum. In vielen Fällen erschweren die kleinräumige petrochemische Varianz sowie die Verlagerungsdynamik (allochthon, paraautochthon) eine klare typologische Zuordnung. Dazu kommt das Problem der fossilisierten Bodenreste, die immer wieder in rezenten Bodenbildungen enthalten sind.

6.2 Bodensequenz bei kleinräumig petrographischer Varianz und intensiver Morphodynamik (Abb. 2)

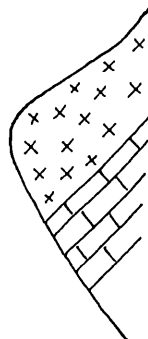
Im Kontaktbereich verschiedener Gesteine kommen im Zusammenhang mit den mechanischen Bodenbewegungen Stockwerkprofile mit teilweise atypischen Horizontabfolgen vor. Beim Beispiel der "Podsoligen Braunerde", einem Bodentyp im Waldgrenzbereich bei 2.000 m, wurde quarzitisches Material über anstehende Rauhwanke abgelagert. Die aus Grobmoder und fermentiertem Rohhumus zusammengesetzte Streuauflage ist von hellen Pilzhyphen und kleinen koprogenen Anteilen durchdrungen. Der A-Horizont ist von Fahlflecken durchsetzt und geht in einen zunächst schwach (7,5 YR 3/3-4/3) dann intensiv gefärbten B-Horizont (5 YR 2/4) über. Der Farbunterschied und der tiefe pH-Wert im Oberboden deuten auf eine Sauerbleichung mit entsprechender Verlagerung der Eisen-

Podsolige Braunerde

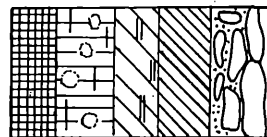


Of+h: 3-0 cm, pH 4,5
7,5 YR 3/2, 0 % Karb.
Ae: 0-8 cm, pH 4,1
7,5 YR 4/2, 0 % Karb.
Bsl: 8-25 cm, pH 4,7
7,5 YR 3/3-4/3, 0 % Karb.
ABs2: 25-32 cm, pH 5,2
5 YR 2/4, 0 % Karb.

Bbeg. 32-60 cm, pH 5,9
10 YR 3/3-3/4, 1,5 % Karb.
BCv: ab 60 cm, pH 6,0
10 YR 5/4-6/4, 10 % Karb.
Rauhwaacke



Alpiner Pseudogley



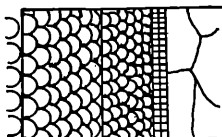
A: 0-6 cm, pH 4,7
10 YR 3/2, 0 % Karb.
AP: 6-15 cm, pH 4,9
10 YR 4/2, 0 % Karb.
B1: 15-22 cm, pH 5,1
10 YR 4/3-4/4, 0 % Karb.
B2: 22-30 cm, pH 5,2
10 YR 3/4, 0 % Karb.
CV: 30-45 cm, pH 5,5
Moräne, 0,5 % Karb.

Pararendsina



Oh/A: 0-2 cm, pH 5,2
10 YR 2/2, 0 % Karb.
A: 2-10 cm, pH 5,7
10 YR 2/1, 0,5 % Karb.
Bg/Cv1: 10-20 cm, pH 5,8
10 YR 4/3-5/4, 2,5 % Karb.
Bv: 20-30 cm, pH 5,0
7,5 YR 2/3-3/3, 0 % Karb.
Cv2: ab 30 cm, Phyllit

"Tangelrendsina"



Of/01: 12-0 cm, pH 4,7
10 YR 3/2, 0 % Karb.
Oh: 0-8 cm, pH 5,3
10 YR 2/2-2/3, 0,1 Karb.
A: 8-10 cm, pH 6,5
7,5 YR 2/1, 0,5 % Karb.
Cn: ab 10 cm, Dolomit

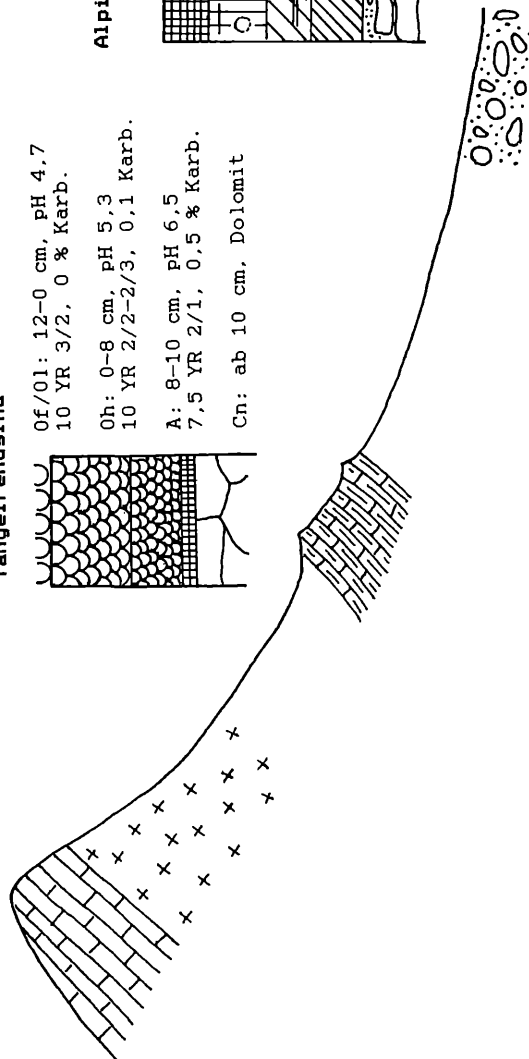


Abb. 2: Bodensequenz bei kleinräumiger petrographischer Varianz und intensiver Morphodynamik.

Fig. 2: Soil sequence in areas of small scale petrographic variance and intensive morphodynamics.

und Aluminiumoxide hin. Die Anreicherung und die Ausfällung hängen mit dem nach unten zunehmenden Karbonatgehalt zusammen, der zu einer besonders kräftigen ockerbraunen Farbausfällung geführt hat. Das gesamte Bodenprofil ist gut durchwurzelt, wobei durch den Umstand, daß ab 32 cm Tiefe basischere Verhältnisse auftreten, eine Reihe von Kalkzeigern (z.B. *Rhododendron hirsutum*, *Erica herbacea*, *Sesleria varia*) gute Wachstumsbedingungen vorfinden.

Genau umgekehrt liegen die Verhältnisse in der sog. "Pararendsina", die aus Rauhwaschenmaterial über anstehendem Phyllit entstanden ist. Der Humushorizont erreicht eine Mächtigkeit von 10 cm und ist schwarz und schmierig. Der B-Horizont ist mit 10 YR 4/3-5/4 nur schwach verbraunt und weist auf Grund der stauenden Wirkung der Phyllite vereinzelt helle Reduktionszonen auf. Das darunter liegende dunklere Verwitterungsmaterial ist ebenfalls leicht gefleckt und besitzt eine intensive Durchwurzlung. Es scheinen in dieser Zone besonders günstige Nährstoffverhältnisse vorzuliegen, mit einer hohen Ca-Beteiligung aus dem Oberboden. Die Vegetation ist entsprechend reichhaltig ausgebildet und enthält sowohl azidophile als auch basiphile Vertreter.

Pseudovergleyung tritt sowohl über Glimmerschiefer und Phyllit als auch über Moräne bei hohem Feinerdeanteil auf. Von "Alpinem Pseudogley" spricht man nach BURGER & FRANZ (l.c.) dann, wenn durch den Frost die hydromorphierende Wirkung verstärkt wird. Die Humusform entspricht im vorliegenden Profil einem relativ sauren, dunkelbraun gefärbten Modernmull, unter dem sich ein gebleichter Horizont mit Rostflecken und -äckerchen anschließt. Die Intensität der Braunfärbung nimmt nach unten hin deutlich zu, was auf eine verstärkte Eisenverlagerung und Tonanreicherung, eventuell auch auf ältere Bodenreste mit einem höheren Anteil an kristallinen (pedogenetischen) Eisen-, Mangan- und Aluminiumoxiden bzw. -hydroxiden (vgl. MÜLLER & BLUM 1981) zurückzuführen ist. Alpine Pseudogleye sind häufig in Schneetälchen ausgebildet, in denen zur Zeit der Schneeschmelze der Wasserabfluß durch Frostkerne verzögert wird. Als Vegetationstyp dominieren artenarme Schneebodengesellschaften.

Im Gegensatz zur Rauhwasche fehlen über dem harten Dolomitgestein mineralische Verwitterungshorizonte. Es überwiegen torfige, teilweise pulverige Humusauflagen, die mit zunehmender Tiefe dichter werden und sich mit dem Messer scharfkantig schneiden lassen. In ihnen gedeihen hauptsächlich Latschengebüsche (*Pinus mugo*). Das Profil unterhalb "Der Troi", in einer Seehöhe von 1.900 m, wurde als "Tangelrendsina" im Sinne von KUBIENA 1953 eingestuft, obwohl die Humusschicht mit 20 cm nicht allzu mächtig und auch die räumliche Differenzierung von Fermentierung und Humifizierung nicht sehr deutlich sind. Der von BOCHTER 1984 in Anlehnung an PALLMANN, RICHARD & BACH 1948 für einen derartigen Bodentyp gewählte und besser zutreffende Begriff "Mör-Ren-Petrosol" hat sich in der österreichischen Bodensystematik bisher nicht durchgesetzt. Ausschlaggebend für das Fehlen einer deutlichen Rohhumusaufgabe könnte die höhere biologische Aktivität auf Grund der ganzjährig guten Durchfeuchtung sein. Die Effektivität der biogenen Durchmischung wird auch in den bis in den O_h-Horizont hineinreichenden Kalkspuren deutlich.

6.3 Bodensequenz entlang eines Höhenprofils

Der relative Höhenunterschied von rd. 800 Metern ist in der aktuellen Vegetationsabfolge: Wald, Zwergsträucher und alpiner Rasen gut sichtbar. Bodentypologisch sind die Waldstandorte im Silikatbereich durch podsolige Böden mit hoher Biomasseakkumulation und Eisenverlagerung gekennzeichnet. Innerhalb der silikatischen Rasen werden sie von mehr oder weniger tiefgründigen alpinen Rasenbraunerden - teilweise mit konservierten (?) Podsolresten - abgelöst. Immer wieder wird die aktuelle Bodendynamik von den petrographisch-lithologischen Gegebenheiten und vom Relief überprägt. Über Karbonatgestein dominieren im Wald Mull- und Mullmoderrendsinen, wobei auf Grund der günstigeren mikroklimatischen Verhältnisse ein höherer Dispersionsgrad der Huminstoffe und eine tiefere zoogene Durchmischung gegeben sind als in den alpinen Rasenböden, in denen Grob- und Feinmoder mit einem deutlich geringeren amorphen Anteil die vorherrschenden Humusformen sind (vgl. JANIK & SCHILLER 1960, ZÖTTL 1965, BOCHTER 1984).

Genaue Profilbeschreibungen aus der Wald- und Zwergstrauchstufe des Piffkars liegen noch nicht vor.

6.4 Ökologische Bewertung der Böden im Piffkar

© Naturschutz Hohe Tauern Nationalpark unter www.biologiezentrum.at

Das Piffkar ist ein traditionelles Almgebiet mit deutlichen landschaftsökologischen Auswirkungen. Besonders in den leicht verwitterbaren Rauhacken haben die Viehgangeln tiefe Gräben und an steilen Hängen Plaiken verursacht. Die hohe Mobilität des Materials kommt ferner in zahlreichen Solifluktionen zum Ausdruck, die sich mehrmals überlappend in Richtung Kargrund bewegen. Der speziell in den Pararendsinen sehr schmale Humushorizont und der hohe Sandanteil verleihen dem Boden nur geringe Stabilität. Der Boden trocknet in der Regel rasch aus, Nährstoffe werden leicht nach unten transportiert und fallen z.T. als Karbonate in tieferen Schichten wieder aus. Immer wieder konnten Kalkstege zwischen einzelnen Sandkörnern festgestellt werden. Aus landwirtschaftlicher Sicht sind diese leichten Böden nicht sehr ertragreich und sollten aus Gründen der Erosionsgefahr nur eine eingeschränkte Bestoßung durch Großvieh erfahren.

In den alpinen Rasenbraunerden verbessern die silikatischen Anteile die chemischen und die physikalischen Eigenschaften. Die Böden sind auf Grund des höheren Ton- und Humusgehaltes sorptionsstärker und neigen kaum zu Rutschungen. Sie sind durch eine reichhaltige, im wesentlichen basiphil getönte Flora gekennzeichnet, deren hohe Biomasseproduktion gute almwirtschaftliche Erträge verspricht. Vernässungen treten nur dort auf, wo Moränen einen dichten Untergrund bilden oder wo Feinmaterial angeschwemmt und verdichtet wurde. Die Hydromorphierung der Böden äußert sich in mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Gleyhorizonten. Diese Standorte werden entweder von artenarmen Schneebodengesellschaften oder von Staunässe anzeigenden Lägerfluren eingenommen.

Wirklich saure Böden kommen nur an einigen Stellen über Quarzit, Glimmerschiefer und Phyllit unter Nadelwald vor. Sie zeigen zwar eine Podsoldynamik, sind aber nicht sehr tief ausgebleicht. Möglicherweise hängt dies mit der sehr kleinräumigen petrographischen Varianz sowie mit den an vielen Stellen austretenden karbonathältigen Quellen zusammen, durch die die eluvierende und komplexierende Wirkung der niedermolekularen Säuren gemildert wird. Der Wald findet an den unteren Hängen des Piffkars allgemein gute Standortbedingungen vor und ist dementsprechend reich strukturiert. Die meisten Böden unter Wald befinden sich noch im Silikat-Pufferbereich und besitzen dadurch hohe chemische Stabilität. Probleme entstehen nur dort, wo Rauhacke ansteht und mechanische Rasennarbenverletzungen zur Plaikenbildung geführt haben.

7 Dank

Für die finanzielle Unterstützung danke ich dem Institut für Ökologie des Hauses der Natur.

8 Literatur

BOCHTER, R. (1984): Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatischen Substraten. - Forschungsberichte 6, Nationalpark Berchtesgaden: 212pp.

BURGER, R. & FRANZ, H. (1972): Die Böden der Pasterzenlandschaft im Glocknergebiet. Mitt.österr. Bodenkdl.Ges. Wien 16:23-70.

CLAR, E. & CORNELIUS, H.P. (1935): Erläuterungen zur geologischen Karte des Großglocknergebietes 1:25.000. Wien.

CLAR, E. & CORNELIUS, H.P. (1939): Geologie des Großglocknergebietes, Teil 1. - Abh. der Zweigst. Wien der Reichsstelle für Bodenforschung Bd. 35: 306pp.

FINK, J. (1969): Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs. Mitt.österr.Bodenkndl.Ges. 13: 94pp.

FRANK, W. (1969): Geologie der Glocknergruppe. - Wissenschaftliche Alpenvereinshefte 21:95-114.

FRANZ, H. & FRASL, G. (1961): Das Glocknergebiet. Exkursionen durch Österreich zur Tagung der Deutschen Bodenkndl.Ges. in Wien. - Mitt.Österr.Bodenkndl.Ges.Wien 6:102-120.

- FRIEDEL, H. (1934): Boden- und Vegetationsentwicklung am Pasterzenufer. = Carinthia II, 123/124:29-41.
- FRIEDEL, H. (1936): Ein bodenkundlicher Ausflug in die Sandsteppe der Gamsgrube. - Mitt. des D.-u.ÖAV., 62: 220-222.
- FURRER, G. (1977): Klimaschwankungen im Postglazial im Spiegel fossiler Böden. Ein Versuch im Schweizerischen Nationalpark. - In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwiss. Forsch. 13:267-270
- GAMPER, M. (1981): Heutige Solifluktionsträger von Erdströmen und klimamorphologische Interpretation fossiler Böden. - Ergebn.wiss.Unters. im Schweizerischen Nationalpark 15:355-443.
- GRACANIN, Z. (1972): Vertikale und horizontale Verteilung der Bodenbildung auf Kalken und Dolomiten im mittleren Abschnitt der Alpen. - Mitt. Deutsch.Bodenkundl.Ges. 15:19-40.
- JANIK, V. & SCHILLER, H. (1960): Charakterisierung typischer Bodenprofile der Gjalldalm. Mitt.österr.Bodenkd. Ges. Wien 4:31-44.
- KUBIENA, W. (1943): Beiträge zur Bodenentwicklungslehre; Entwicklung und Systematik der Rendzinen. Zs.f.Bodenkde.u.Pflanzenernähr. 24:108-119.
- KUBIENA, W. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. - Stuttgart, 392pp.
- MÜLLER, H.W. (1980): Die Böden im Einzugsgebiet des Grantenbaches südwestlich des Hochores (Hohe Tauern). Veröff.des österr.MaB-Hochgebirgsprogrammes Hohe Tauern Bd. 3: Untersuchungen an alpinen Böden in den Hohen Tauern 1974-1978. Stoffdynamik und Wasserhaushalt. österr. Akad. Wiss., Innsbruck: 29-35.
- MÜLLER, H.W. (1983): Erläuterungen zu den Bodenkarten Pasterzenvorfeld und Umgebung, Wallackhaus-Hochtor 1:5.000. Veröff. des österr. MaB-Hochgebirgsprogrammes, Bd.7: MaB-Kartenband "Hohe Tauern" d. Österr.Akademie der Wissenschaften, Innsbruck: 23-27.
- MÜLLER, H.W. & BLUM, W.E.H. (1981): Pedogenetische Kennzeichnung der Exkursionsprofile mittels mineralogischer und bodenchemischer Kennwerte. 3. Sonderheft der Mitt.Österr.Bodenkundl.Ges., Führer zur Exkursion durch das Glocknergebiet und die Karnischen Alpen in Kärnten: 124-139.
- NEUWINGER, I. (1989): Ökologische Kennzeichnung von Boden-Reliefserien längs eines Höhengradienten im Gebiet des Tauernbaches am Großglockner (Hohe Tauern, österreichische Alpen). - Veröff. des Österr. MaB-Hochgebirgsprogrammes Bd. 13: Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. Österr. Akademie der Wissenschaften, Innsbruck: 49-95.
- ÖNORM L 1083 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung der Acidität. - Wien: 3pp.
- ÖNORM L 1084 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung von Carbonat. - Wien: 5pp.
- PALLMANN, H., RICHARD, F. & BACH, R. (1948): Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. - 10. Kongress des Internationalen Verbandes forstlicher Versuchsanstalten, Zürich: 57-95.
- PATZELT, G. (1977): Der zeitliche Ablauf und das Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Alpen. - In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwiss. Forsch. 13:248-259.
- PATZELT, G. (1980): Neue Ergebnisse der Spät- und Postglazialforschung in Tirol. - Jahresber. Österr.Geogr. Ges., Zweigverein Innsbruck: 11-17.
- POSCH, A. (1977): Bodenkundliche Untersuchungen im Bereich der Glocknerstraße in den Hohen Tauern (2.300-2.600 mMH). - Veröff. des Österr.MaB-Hochgebirgsprogrammes Hohe Tauern, Bd. 1: Alpine Grasheiden Hohe Tauern, Österr. Akademie der Wissenschaften, Innsbruck: 111-121.
- POSCH, A. (1980): Bodenkundliche Untersuchungen im Bereich der Glocknerstraße in den Hohen Tauern. Veröff. des Österr.MaB-Hochgebirgsprogrammes Hohe Tauern Bd. 3: Untersuchungen an alpinen Böden in den Hohen Tauern 1974-1978. Stoffdynamik und Wasserhaushalt. - Österr.Akademie der Wissenschaften, Innsbruck: 91-109.
- VEIT, H. (1987): Postglaziale Schwankungen der periglazialen Morphodynamik in den südlichen Hohen Tauern. - 46. Deutscher Geographentag München, Tagungsbericht und wissenschaftl. Abhandlungen. Stuttgart: 408-413.
- ZÖTTL, H. (1965): Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe. - Zs. Pflanzenernähr., Düngung u.Bodenkde. 110:107-126.

Adresse des Autors:

Univ.-Doz. Dr. Thomas Peer
Institut für Botanik
Universität Salzburg
Hellbrunnerstr. 34
A-5020 Salzburg
Austria