©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Mittl. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde.	Band 11	S. 135–150	Obergurgl Innsbruck, Juli 1970

BÖDEN DER SUBALPINEN UND ALPINEN STUFE IN DEN TIROLER ALPEN

von

I. NEUWINGER*

Helmut GAMS und Helmut FRIEDEL gewidmet.

Zusammenfassung Sowohl in den Kalkalpen als auch in den Zentralalpen können gegenseitige Abhängigkeiten der Boden- und Vegetationsbildung beobachtet werden, die sich in kartierbaren ökologischen Einheiten darstellen lassen.
In den Kalkalpen zeigt sich starke Abhängigkeit der Bodenbildung vom Ausgangsmaterial. Infolge der großen Verbreitung der silikatischen Lockersedimente nehmen die Braunerden ein großes Areal ein.
Die Rendsinen sind vorwiegend in der subalpinen und alpinen Stufe verbreitet. Die Einflüsse des Ausgangsmaterials werden zum Teil durch die Einflüsse des Klimas überlagert und diese wiederum von der Erosion teilweise aufgehoben. Im Luv der kühlen Regenwinde bilden sich Rohhumusauflagen und auch Podsole; in den trockenen Föhnlagen finden sich flachgründige Kalkbraunerden. Bis in die subalpine Stufe lassen sich fossile, durch Erosionsvorgänge überlagerte Horizonte erkennen, die vermutlich den Wäldern der postglazialen Wärmezeit entsprechen.
Die Zentralalpen zeigen vor allem in der oberen subalpinen Podsolzone starke Reliefabhängigkeit der Bodenreife.
Die Podsole der subalpinen Stufe sind durch Wärme- und Feuchtegrenzen von den Rasenbraunerden der alpinen Stufe getrennt, die jedoch im Bereich der zusammenhängenden Rasen zum Großteil auf Resten fossiler Podsole entwickelt sind.
In der oberen alpinen und in der Nivalstufe finden sich unter Pionierrasen und Polsterpflanzen nur Anfangsbodenbildungen. Im Bereich unbesiedelter Moränen ist die Bodenbildung durch Flugsandanwehung von großer Bedeutung.

Die Bodenentwicklung in den nördlichen und südlichen Kalkalpen unterscheidet sich von der zentralalpinen nicht so scharf, wie man es dem Gesteinsaufbau nach annehmen könnte.

Infolge der Überlagerung der anstehenden Kalke durch silikatreiches Terrassen- und Moränenmaterial und durch Flugsande sind auch in den Kalkalpen die Formen der

* Anschrift der Verfasserin: Dr. Irmentraud NEUWINGER, Sadrach 25, A–6020 Innsbruck, Österreich.

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Braunerde bis in die alpine Stufe hinauf verbreitet und entwickeln sich an klimatisch entsprechend disponierten Standorten auch zu Podsolen. In den Zentralalpen dagegen nehmen zwar die Formen der Braunerde und der Podsole weitaus das größte Areal ein, doch finden sich auf den kalkhaltigen Gesteinen der Schieferhülle und des Schneeberger Zuges zumindest Initialstadien der Rendsina- und Pararendsina-Serie.

Diese gesteinsbedingten Unterschiede der Bodenbildung werden durch Klima, Erosion und anthropogene Einflüsse weiter verfeinert, sodaß ein ineinander verzahntes Mosaik von Boden- und Vegetationsformen entsteht; dessen Entstehungsgesetze zu ergründen erschien den Naturkundigen schon seit KERNER, PICHLER, SENDTNER, GREMBLICH u.a. bis in neuere Zeit zu Helmut GAMS und seinen Schülern und Mitarbeitern ein reizvolles Forschungsfeld.

Die Kalkalpen

Wie oben bereits erwähnt, sind hier Braunerdeformen auf silikatreichen Lockersedimenten und anstehenden tonreichen Sedimenten weit verbreitet. Sie erfahren durch Klimaunterschiede eine weitgehende Differenzierung, die sich am Profil an den Humushorizonten und bei der Vegetation zum Teil an der Gehölzverteilung, mehr aber noch an den Synusien der Bodenvegetation ablesen läßt: So dominieren in der Montanstufe auf trockenen, basenreichen, wenig entwickelten Braunerden und Kalkbraunerden zwergstrauchreiche Föhrenmischwälder – hierher gehören die Schneeheide-Föhrenwälder an den warmen Hängen des Inntales und seiner Seitentäler; im Kleinrelief dieser Hänge kann man in Mulden und an feuchteren Hangteilen grasreiche Inseln bemerken, die nicht zufällig verteilt sind, sondern sich an frische, tiefergründige feinerdereiche Braunerden halten. Die gras- und kräuterreichen Laubmischwälder der mittleren und oberen Montanstufe, die mit Ausläufern oder mit Relikt-Synusien in die subalpine Stufe hinaufreichen, sind an eutrophe Braunerden oder ihnen verwandte Mullrendsinen gebunden. Tiefgründige eutrophe Braunerden und Mullrendsinen sind bis in die subalpine Stufe ertragreiches Grünland so z.B. auf Liasfleckenmergeln im Tannheimer Tal und im Rofangebirge und in der Berührungszone der Bozner Eruptivgesteine und der Dolomitenkalke auf der Seiser Alm (I. THIMM 1950 und 1950/51, W. ROTTER, mündl. Mitteilung und Bodenkarte von Tirol 1 : 300 000, im Druck).

Die Braunerden in den kühl-feuchten Nordlagen sind durch Auswaschung weitgehend entbast und tragen artenarmen, moos- und zwergstrauchreiche Fichtenwälder. In extrem kühl-feuchten Lagen konnten sich sogar podsolige Braunerden und Podsole bilden, die von der Montanstufe bis in die subalpine Stufe reichen. Diese Podsole finden sich in Laubmischwäldern, in Fichtenwäldern und – an der Grenze des Buchen- und Zirbenklimas im nordwestlichen Rofan und in inneren Karwendeltälern auch unter Zirben-Alpenrosenbeständen (H. GAMS 1951). Trotz der Verschiedenartigkeit der Gehölze bleibt die für die Podsolbildung charakteristische Bodenvegetation immer gleich: ein dichter, federnder Teppich von Moosen und Zwergsträuchern, vor allem *Hylocomium splendens* und *Vaccinium Myrtillus*.

Diese Podsole reichen in Nordlagen, wie schon erwähnt, in die Montanstufe hinunter, sind aber dort durch Erosion und Aufkalkung stark gestört und offensichtlich fossil: die

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

F-Lagen der Humushorizonte sind nur in Resten erhalten, dafür aber vollständig die Eluvial- und Illuvialhorizonte; besonders gut kann man diese gestörten Podsole der Montanstufe, die vielleicht aus dem Subatlantikum stammen, im Gebiet der Buckelwiesen von Seefeld–Leutasch–Mittenwald–Garmisch beobachten. Sie finden sich hier über Moränenmaterial unter moos- und zwergstrauchreichen Buchen-Tannen-Mischwäldern, die unterbrochen werden von kleinen Felsrücken aus dolomitischen Kalken, die Rendsinen mit subalpin anmutenden Pflanzengesellschaften tragen. Rendsinen und Podsole sind ganz eng benachbart und wechseln oft auf einer Strecke von wenigen Metern. Die schattseitigen Abhänge dieser Felsbuckel weisen oft bis zu 25 cm mächtige Rohhumuslagen auf, Tangelrendsinen im Sinne von KUBIENA. Die Tendenz zur Rohhumus- und auch zur Podsolbildung ist hier also noch vorhanden. Das bedeutet, daß die ausgebildeten Podsole ein sehr hohes Alter haben und während größerer Erosionsepisoden der letzten Jahrhunderte zum Teil zerstört wurden. Vielleicht hat sich mit der Aufkalkung im Zuge der Erosionsgeschehen auch der Charakter der Wälder geändert?

In höheren Lagen finden sich in gleicher Klimadisposition ungestörte reife Podsole und Tangelrendsinen unter Latschen-Fichtenbeständen der subalpinen Stufe (H. ZÖTTL 1965).

Hier können Rohhumuslagen von mehr als einem halben Meter Mächtigkeit beobachtet werden, z.B. in der Salvesenschlucht bei Imst.

Auch die Braunerden der Südlagen weisen Störungszonen in den oberen Horizonten auf. Die Humushorizonte sind zum Teil stark erodiert, zum Teil von dünnen Kalkschuttlagen überdeckt; die darunter liegenden B-Horizonte sind oft feinsandig-schluffig und auffallend ocker bis rötlich-ocker (5 YR 6/8 und 5 YR 5/8 Munsell), sowie schwach sauer, die A- und C-Horizonte dagegen neutral bis schwach alkalisch.

Daten einer Kalkbraunerde unter Schneeheide-Föhrenwald, südexponiert, 1200 m, ob Imst: A_h pH 6,8, B pH 5,0, C pH 7,5.

Die rötlichen Horizonte sind an den Südhängen des Inntales und der Seitentäler bis in etwa 1600 m Seehöhe zu beobachten. Man könnte sie für Reste von Parabraunerden im Sinne KUBIENA's halten, die vielleicht ebenso wie die oben besprochenen Podsole im Subatlantikum entstanden sind und anschließend durch Erosionsereignisse gestört und zu Kalkbraunerden verändert wurden. Die Datierung eines Brandhorizontes aus dem Gebiet der Untermarkter Alm bei Imst, der zusammen mit einem leuchtend rötlichen B-Horizont unter kolluvialem Kalkbraunerdehumus gefunden wurde, ergab ein Alter von 1450 ± 70 Jahre, bezogen auf 1950; Probe VRI–150. Datierung durch H. FELBER, Institut f. Radiumforschung und Kernphysik, Wien.

Die tiefer liegenden Horizonte des Bodens bei der Untermarkter Alm weisen leichte Marmorierungen auf. Die auffallendsten rötlichen Horizonte wurden jedoch in Kalkbraunerden gefunden, die heute in vollkommen trockenen, wasserarmen Gegenden liegen, z.B. bei Karrösten am Tschirgant bei Imst. (Fundort 1200 m, Beobachtung dieser Horizonte bis 1500 m gegen die Karröstner Alm).

Zusammenfassend ist über die Braunerdeformen in den Kalkalpen zu bemerken, daß sie bis in die subalpine Stufe nahezu geschlossen verbreitet sind und mit Ausläufern inselartig bis in die alpine Stufe vorstoßen. Ihr Ausgangsmaterial sind silikatreiche Lockersedimente und anstehende tonreiche Sedimente, die je nach klimatischer Disposition in verschiedener Weise verändert wurden: In den kühl-feuchten Nordlagen durch

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Auswaschung, Basenverluste und Rohhumusbildung zu podsoligen Braunerden und Podsolen, in den Südlagen bei gemäßigt warm-feuchten Bedingungen zu Braunerden mit Tendenz zu Parabraunerden, bei Hangnässe zu Pseudogley-Braunerden. Wie weit in extrem warmen Lagen Ansätze zu Rubefizierungsvorgängen vorliegen, wie sie W. MOLL 1965 von alpinen Geschieben im Gardaseegebiet, im Hochrheintal, im westlichen Bodenseegebiet und in Oberschwaben beschreibt, müßte noch eingehend untersucht werden. Die von MOLL beschriebenen Böden sind rezente Bildungen, während hier die Humushorizonte durch Überlagerung mit Kalkschutt gestört wurden. Die Braunerden wurden also sekundär "aufgekalkt", auch die Podsolierungsvorgänge in den Nordlagen wurden teilweise unterbrochen.

Da für die Bildung von Podsol- und Parabraunerdeprofilen ein sehr langer Zeitraum notwendig ist, muß man annehmen, daß die Bildung dieser Formen bereits im Spätglazial begonnen hat, um dann in den postglazialen Wärmezeiten zu reifen Stadien zu führen, die im Zuge nachfolgender Klimaverschlechterung teilweise erodiert und verändert wurden. Alte Flurnamen wie "Höttinger Hart", "Absamer Aichat" u.a. weisen, wie GAMS mehrmals hervorhebt, auf Laubwaldbestände hin, die weiter und höher verbreitet waren als heute; diese Theorie würde durch Bestimmung und Kartierung von Parabraunerde- und Pseudogleyresten innerhalb der rezenten Föhrenwaldgebiete unterstützt werden. Entsprechende Untersuchungen sind im Bodenkundlichen Laborinst. der Forstlichen Bundesversuchsanstalt im Gange.

In der subalpinen und alpinen Stufe der Kalkalpen überwiegen die Formen der Rendsina-Serie, obwohl auch hier an flachen Hangstellen und in Mulden schwere, lehmige Braunerden verbreitet sind, die als Ausgangsmaterial Moränen, Flugsand oder lehmige Anschwemmungen haben und meist artenreiche Grasmatten tragen.

Diese Böden unterliegen hier stark der Solifluktion, die in den verschiedensten Formen sichtbar wird. Bei genauerer Untersuchung findet man auch in den Grasmatten Stockwerkböden, z.B. jüngere Moderrendsinen auf älteren, von Kalkschutt überlagerten Braunerde-Verwitterungshorizonten.

Der Formenkreis der Rendsinen umfaßt hier Protorendsinen der Schuttfluren, Pechrendsinen der Polsterpflanzen in Felsnischen und Moderrendsinen der Latschengebüsche und Fichtenwälder; die braunen Rendsinen und Mullrendsinen der Weiden und der gras- und kräuterreichen Wälder stehen ökologisch den Braunerden näher. In kühlfeuchten Lagen sind bis in die obere subalpine Stufe Rohhumusbildungen auf Kalk, vor allem auf dolomitischen Kalken zu finden. Diese Tangelrendsinen – nach KUBIENA – gehören als A–C-Böden zum Formenkreis der Rendsinen, stehen aber ökologisch den Podsolen näher und sind wie diese durch dichte moos- und zwergstrauchreiche Synusien gekennzeichnet.

Interessant ist es, daß sich trotz der enormen Schurfkraft des Eises in den Kaltzeiten doch noch verstreute Reste praeglazialer Bodenbildungen in Spalten und Klüften der Kalkgesteine und vielleicht auch in Anschwemmungen erhalten haben. So sind aus dem Gebiet des Frau Hitt Kars an der Nordkette bei Innsbruck und im Gebiet der Hohen Munde bei Telfs im Oberinntal bolusartige Bildungen bekannt, die als Volksheilmittel Verwendung finden. Aus dem Brandenbergtal kennt man Terra rossa Vorkommen, die seit dem Bau der neuen Straße in schönen Aufschlüssen zu sehen sind.

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Es wäre zu untersuchen, ob sich nicht in den alten, jetzt von Kalkgeröll überdeckten Lehmböden der Karwendeltäler, z.B. der Ahornböden (siehe auch A. CZELL 1966) und in den Grundwasserböden der jetzt von Moränen überdeckten alten Karrenlandschaft des Seefelder und Leutascher Plateaus tonige Reste subtropischer und tropischer Böden erhalten haben.

Alle diese Fossilböden sind in den Tiroler Kalkalpen nur mehr sehr vereinzelt zu finden, während sie in den ostösterreichischen Kalkalpen östlich der Vereisungsgrenze natürlich weit vollständiger erhalten sind, ebenso wie in den südlichen Alpenrändern und in den südosteuropäischen Kalkgebirgen (siehe auch W. KUBIENA 1948, H. FRANZ 1960, Z. GRACANIN 1956 und 1963, F. SOLAR 1964).

Überblickt man die Bodenformen in den Kalkalpen, dann muß man zunächst die große Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial feststellen, die jedoch von einer ebenso ausgeprägten Klima-Zonierung teilweise überlagert wird; so unterscheiden sich die regenreichen Nordränder in Vegetation und Böden wesentlich von den relativ niederschlagsarmen Südrändern und den inneren Tälern (H. GAMS 1931, 1949/51, V. VARESCHI 1931, 1934). Die Erosionstätigkeit unterbricht wiederum diese Klimazonierung, sodaß auf anstehenden harten Kalken und Dolomiten und auf jungen Schuttströmen subalpin anmutende Pflanzenvereine auf Protorendsinen bis in die Montanstufe hinunterreichen.

Die Zentralalpen

Die Zentralalpen bieten scheinbar das Bild einer geschlossenen Zonierung der Boden- und Vegetationsformen. Die subalpine Stufe nimmt ein breiter Gürtel von Fichten-Lärchen-Zirbenwäldern und Alpenrosen-Zirbenwäldern auf Eisenpodsolen ein. Gegen die montane Stufe ist sie durch den Übergang in zwergstrauchreiche Fichten- und Fichten-Föhrenwälder auf podsoligen und sauren montanen Braunerden abgegrenzt, gegen die alpine Stufe mit ihren Grasheiden auf alpinen Rasenbraunerden durch einen Gürtel von Zwergstrauchheiden auf Eisenhumuspodsolen; dieser Gürtel kann auch fehlen, z.B. an der Südabdachung der Alpen.

Diese schöne, klare klimatische Zonierung erweist sich bei näherer Betrachtung als potentielle Zonierung, die reellen Grenzen sind infolge ständiger Hangbewegungen, anthropogener und klimatogener Progressionen und Regressionen ineinander verzahnt oder sie überschneiden sich. Sie sind nach Helmut FRIEDEL nicht niveauorientiert, sondern relieforientiert.

Die Reliefeinflüsse sind besonders im Bereich zwischen Wald- und Baumgrenze und im darüberhinausreichenden Zwergstrauchgürtel sehr wirksam. Wie Helmut FRIEDEL nachwies, lassen sie sich durch Dominante in der Vegetation flächig erfassen, mit bestimmten Kleinklimabereichen gleichsetzen und durch Isolinien begrenzen. Diese Isolinien entsprechen der Intensität eines bestimmten Klimafaktors oder eines Faktorenbündels, z.B. der Strahlungsintensität, der Windmenge oder -stärke, der Niederschlagshöhe, der Wärme und der Schneedeckenandauer und sind photographisch und durch Klimamessungen erfaßbar.

Die Übereinstimmung dieser relieforientierten Vegetationsformen mit Bodenbildungen wurden für den Stationsbereich Gurgl der Forstlichen Bundesversuchsanstalt durch Anna

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

CZELL und die Verfasserin 1956 auf Grund der Übereinstimmung ihrer Bodenkarte mit der Vegetationskarte von Helmut FRIEDEL nachgewiesen (NEUWINGER I. und A. CZELL 1959). Durch einen weiteren Vergleich von Boden- und Vegetationsaufnahmen 1967 und durch Aufnahmen außerhalb des Stationsgebietes im Pitztal, im Sellraintal und auf dem Patscherkofel durch die Verfasserin sowie im Zillertal durch Anna CZELL wurde die Annahme gefestigt, daß diese übereinstimmenden Boden- und Vegetationsformen höhere Einheiten sind, die einen großen ökologischen Aussagewert besitzen, vor allem für die Einschätzung der Klimaeinflüsse, aber auch für die Einschätzung der Reliefenergie. Außerdem kann durch die Aufnahme von Bodenformen, die mit Vegetationsformen übereinstimmen, die Entwicklungsrichtung dieser Einheiten besser erkannt werden. Dies gilt besonders für die untere alpine Stufe, die im Laufe von Klimaschwankungen verschiedene Entwicklungen durchlaufen hat, die sich im Bodenprofil augenscheinlich abzeichnen.

Man findet im Gebiet der Gurgler Heide bis etwa 2800 m Seehöhe unter den Humushorizonten von alpinen Rasenbraunerden Reste von Podsolen, die zweifellos wärmezeitlichen Ursprungs sind, daher als fossil bezeichnet werden können, da unter den rezenten Bedingungen sicher keine Podsolierungsvorgänge mehr stattfinden können.

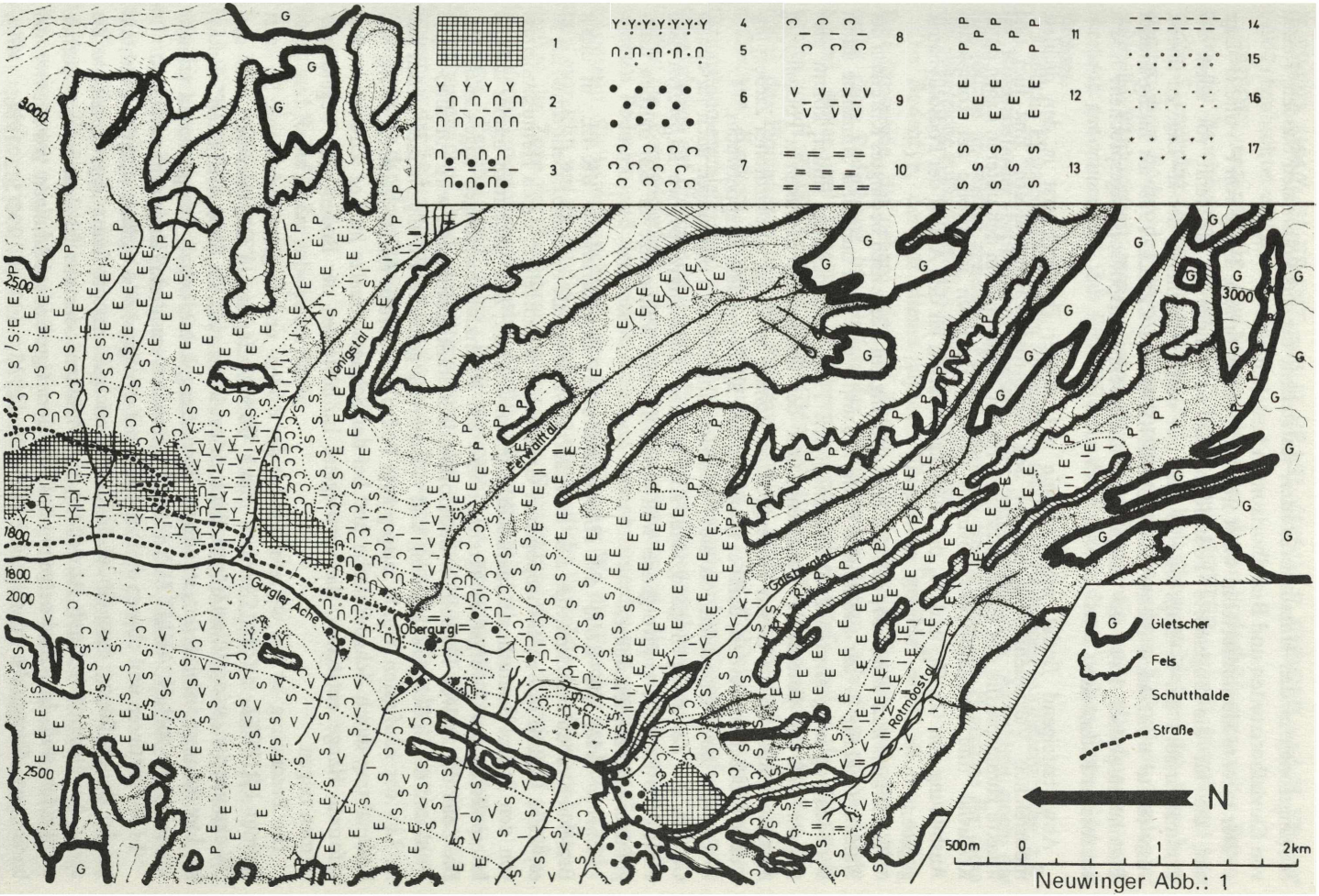
An der Obergrenze der Zwergstrauchheiden, in den Spalierheiden und Flechtenheiden von *Loiseleuria procumbens* und *Alectoria ochroleuca* findet man oft Podsolreste, die scheinbar ein völlig intaktes Profil haben; bei näherer Untersuchung muß man aber

Legende zur Karte

Die Karte stellt eine Skizze der Bodenverhältnisse in der Umgebung Obergurgls dar, die auf Grund von Luftbildern und eigenen Beobachtungen bei Begehungen ausgeführt wurde.

Zeichenerklärung:

1 Alpenrosen-Zirbenwald auf weitgehend regenerierten Podsolen
2 Lärchen-Zirben-Pionierwald auf erodierten Podsolen
3 hochstaudenreiches Grünerlen-Zirben-Pioniergehölz auf grauen Rankern und Podsolrankern in feuchten Lagen
4 Lärchen-Blockwald mit Zirbennachwuchs auf Podsolrankern
5 Zirben-Blockwald mit Podsolrankern
6 Grünerlen-Weidengehölze
7 dichte Zwergstrauchheiden, vorwiegend *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium myrtillus V. uliginosum* auf weitgehend regenerierten Posolen
8 Zwergstrauchheiden, vorwiegend *Calluna vulgaris* und *Juniperus nana* auf erodierten Podsolen und Podsolkolluvien
9 Vergrasungen beweideter und erodierter Hänge; vorwiegend *Nardus stricta* und *Deschampsia flexuosa*
10 Staunässe, Anmoore, Moore
11 Pionierrasen und Polsterrasen auf flachgründigen braunen Rankern und Flugsanden
12 alpine Rasen, vorwiegend *Curvuleten*, auf alpinen Rasenbraunerden über Resten vermutlich wärmezeitlicher Podsole
13 Zwergstrauch-Spalier- und Flechtenheiden auf abgetragenen, reduzierten Podsolen
14 Hanganrisse: Pioniervegetation auf Lockerschutt und Fels
15 grobe Blöcke, z.B. von Felsstürzen
16 junge Alluvionen
17 Düngewiesen und Gärten auf Fels und Schutthalden (einschließlich junger Moränen) vorwiegend alpine Ranker und Rohböden



Neuwinger Abb.: 1

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Störungszonen in den Humushorizonten feststellen, die aus kolluvialen Sanden, Resten von Eluvialhorizonten und Brandhorizonten bestehen.

Der rezente Humushorizont weist nicht die obligatorische Folge von F– und H–Lage auf, die für die ungestörte Podsoldynamik notwendig ist. Es fehlt vor allem der Sammelhorizont der F–Lage und es sind nur mehr Rudimente der H–Lage zu finden. Also dürfte wohl auch dieser von NEUWINGER und CZELL 1959 als flachgründiger Eisenhumuspodsol, bzw. als "Kleinform" des Eisenhumuspodsols angesprochene Boden ein fossiler Podsol sein.

Abwärtssteigend findet man Podsole mit aktiver Dynamik erst in den dichten, moosreichen Vaccinienheiden und in den Alpenrosen-Zirbenwäldern. Erst hier sind intakte Humusprofile des Eisenpodsols zu finden, wenn auch in den unteren Lagen durch Kolluvial- und Brandhorizonte oftmals gestört. Dennoch ist infolge der kompletten Ausbildung von O_f, O_h und A_h die Ausgangssituation für den Ablauf der Podsoldynamik gegeben.

Wenn man nun annimmt, daß die Podsolierung ein klimatisch bedingtes Kriterium der Waldentwicklung in der subalpinen Stufe ist, und wenn man nun diese Annahme durch Beobachtung im gesamten Zentralalpenbereich Tirols stets bestätigt findet, könnte man folgern, daß die potentielle Waldgrenze mit der Obergrenze der aktiven Podsolierung zusammenfällt. Bis zu diesen Höhengrenzen konnte in Gurgl autochthoner Zirbenjungwuchs beobachtet werden, darüber hinaus, in den Spalierheiden, Krüppelwuchs.

Es wäre noch zu prüfen, ob diese Beobachtungen und Folgerungen auch für andere Gebiete der Zentralalpen gültig sind, z.B. für die Glocknergruppe, wo KUBIENA nach FRIEDEL Podsolierungsvorgänge weit oberhalb der Waldgrenze in den mürben Kalkglimmerschiefern feststellte.

Ebenso wäre die Rolle des *Rhododendretum extrasilvaticum* BR.-BL. in dieser Beziehung zu untersuchen, das z.B. im Zillertal weite Areale einnimmt. Sehr schwierig ist es, diese Grenze in den anthropogenen Grasheiden festzustellen, deren Humushorizonte von den Podsol-Humushorizonten sehr stark abweichen; hier wird man immer auf das Interpolieren der Zwergstrauchgrenzen und auf Kleinklimamessungen angewiesen sein. Die Zone der aktiven Podsole ist außerordentlich stark gestört und wird vor allem durch Wind und durch Schneeablagerung und -ausaperung geformt. Im allgemeinen bilden sich im Luv der häufigsten Winde ausgeprägte Podsole, während durch Wächtenbildung und Bodenabtrag durch Schneerutsche und bei der Schneeschmelze im Lee schwach konkav geformte Hänge entstehen, die vorwiegend Initialstadien der Boden- und Vegetationsformen zeigen.

Die Besonnung ist ein weiterer Faktor der Boden- und Vegetationsbildung: So weist Helmut FRIEDEL auf die Gefahren durch Überhitzungen hin, die besonders in S- und SW-exponierten, windstillen Hangmulden zu erwarten sind, da diese wie "Öfen" wirken; im Luv können infolge der ständigen Bewindung keine hohen Temperaturen erreicht werden, siehe auch H. AULITZKY (1961/62), auch wenn diese Hänge sonnseitig sind.

In der mittleren und oberen alpinen Stufe hat der Wind eine weitere wichtige Funktion bei der Bodenbildung: man findet in Rasenbereichen sehr oft feinsandige Horizonte, die allem Anschein nach durch Anwehung aus Moränen oder aus frischen Hanganbrüchen entstanden sind. Im Glocknergebiet wurden derartige Bodenbildungen vor allem in der berühmten Gamsgrube durch H. FRIEDEL (1935, 1936, 1950/51, 1956, 1969),

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

H. FRANZ (1960), H. FRANZ und G. FRASL (1961), R. BURGER und H. FRANZ (1969) beobachtet und beschrieben.

FRIEDEL unterstreicht den Steppencharakter dieser Bodenbildungen unter Rasen, sodaß die Bezeichnung "alpiner Löß" (auch nach ROTTER, mündl. Mitteilung) sehr treffend erscheint; durch Anwehung aus den Kalkglimmerschiefern der Umgebung erhalten diese Böden den für die Bezeichnung Läß notwendigen Kalkgehalt. Analog ist auch die Wühltätigkeit großer Nager, der Murmeltiere, die heute allerdings so stark überhand genommen hat, daß FRIEDEL für die Existenz dieser uralten Rasenbildungen fürchtet.

Ähnliche Flugsandanwehungen können im Ötztal an Felsrippen in Gletschernähe, z.B. am Rotmoosferner beobachtet werden: hier wirkt außer der Anwehung noch die Solifluktion an stärker geneigten Partien, weshalb stellenweise die Horizonte für diese Höhenbereiche außerordentlich mächtig erscheinen.

Der Bodentyp, der auf diesen alpinen Flugsanden gebildet wird, ist eine alpine Rasenbraunerde, die neben, oder auf Resten wärmezeitlicher Podsole vorkommt. Man findet diese Podsolreste im Bereich der geschlossenen Rasen, allerdings nicht durchgehend. Böden und Vegetation in dieser oberen alpinen Stufe und in der Nivalstufe werden von H. REISIGL und H. PITSCHMANN (1958, 1959) eingehend beschrieben. Die Böden der Pionierrasen und der Polstervegetation dürften vorwiegend zu den alpinen mullartigen Rankern gehören. Interessant sind in den Gebieten der kalkhaltigen Granatglimmerschiefer und der Marmore die kalkanzeigenden Vegetationsformen, die offensichtlich auf Protorendsinen oder Proto-Pararendsinen vorkommen.

Für die Forstwirtschaft und die Lawinenverbauung ist die Grenze zwischen den rezenten Podsolen und den rezenten alpinen Rasenbraunerden aus praktischen Gründen interessant. Sie ist offensichtlich eine Feuchte-Grenze: Wo die Feuchte des Bodens nicht mehr ausreicht, um die für die Podsolierung erforderliche Perkolation in Gang zu bringen, beginnt die Zone der Rasenbraunerden, deren Entwicklung durch überwiegend physikalische Verwitterung und minimalste Stoffwanderung geprägt ist.

Wärme, Feuchte und Wind sind demnach die verantwortlichen Faktoren der Bodentypenbildung und der Begrenzung der subalpinen und alpinen Stufen. Die Reifegrade der Böden werden indes durch die Beweglichkeit der Hänge bestimmt und sind daher Anzeiger der Reliefenergie.

Böden und Relief in der subalpinen Stufe.

J. BRAUN-BLANQUET und H. JENNY 1926, H. PALLMANN und P. HAFFTER 1933, W. KUBIENA 1948, 1953 haben den Zyklus der Podsolreifung untersucht und eine enge Verknüpfung der Bodenbildung mit dem Hangabtrag und mit klimatischen und anthropogenen Ursachen gefunden. Es erscheint unmöglich, diese Ursachen voneinander zu trennen, da gegenseitige Abhängigkeiten zu bestehen scheinen.

Der Hangabtrag geht gesetzmäßig in episodischen Schüben vor sich, die durch bestimmte Klimakonstellationen ausgelöst werden. Der Einfluß der Entwaldung durch Weidegewinnung spielt hiebei sicher eine große Rolle, ist aber schwer exakt nachweisbar, da für die Nutzung stets klimatisch begünstigte Lagen ausgesucht wurden. Nachzuweisen

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

ist nur, daß die Zonen unterschiedlicher Hangbeweglichkeit den Zonen unterschiedlicher Vegetations- und Bodenreife gleichzusetzen sind. Die tätigen Hänge und Runsen sind vegetationslos. Kurz zur Ruhe gekommene feuchte Bereiche zeigen graue Ranker mit Grünerlen und Weidengebüschen, sowie Hochstaudenfluren. Auf trockenen Hängen und auf mäßig feuchten Schuttkegeln bilden sich Pionier-Rhododendreten mit Lärchen und verschiedenen Leguminosen. Die Zonen mit den längsten Rutsch-Intervallen sind die am besten regenerierten Podsole der Alpenrosen-Zirbenwälder. Die moosreichen Alpenrosenheiden auf Eisenpodsolen und die Zirbenjungwuchsgebiete in den Rauschbeerheiden auf Eisenhumuspodsolen kommen diesen Reifestadien am nächsten; auch hier darf man sehr lange Intervalle des Hangabtrags annehmen.

Die von PALLMANN als Alpweideböden bezeichneten kolluvialen Bodenbildungen auf Podsolresten, die charakteristisch für verheidete Weidegebiete extensiv genutzter Almen sind, stehen wahrscheinlich alters- und entwicklungsmäßig zwischen diesen reifen und den jüngsten Boden- und Vegetationsbildungen. Hier werden bei der Schneeschmelze häufig kleine Rutschungen im Bereich der Humushorizonte und der obersten Mineralhorizonte ausgelöst und dadurch Dauerstadien der Vegetations- und Bodenbildungen erhalten. Die Humushorizonte sind durch diese ständige Durchmischung mit frischem mineralischen Material braunerdeähnlich und wurden daher von NEUWINGER und CZELL 1959 als Podsolige Braunerden im Sinne von KUBIENA angesprochen. Diese Bezeichnung sollte aber nicht beibehalten werden, da sie zu Irrtümern Anlaß geben könnte. Alpweideboden nach PALLMANN ist treffend, müßte aber genau definiert werden. "Kolluviale Podsole" würde der Genese am besten entsprechen.

Für die Vegetations- und Bodenforschung und auch für die Praxis der Wildbachverbauung ist es interessant, die Zeiträume zu ermitteln, in welchen diese Murschübe vor sich gegangen sind und welche die Bodenformen für ihre Entwicklung benötigt haben.

Zu diesem Zweck wurden Datierungen von Brandhorizonten herangezogen, die in der oberen subalpinen und in der unteren alpinen Stufe weitgehend verbreitet sind. H. FELBER (1969, 1970), Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien und K. O. MÜNICH, 2. Physikalisches Institut der Universität Heidelberg verdanken wir eine Reihe von C–14-Daten, die für die genetische Untersuchung der Böden sehr aufschlußreich sind. Im folgenden sind die Datierungen aus Wien mit VRI, die aus Heidelberg mit H bezeichnet; alle Datierungen beziehen sich auf 1950. Bisher wurden die ältesten Brandhorizonte an der Waldgrenze in Alpenrosen-Zirbenwäldern auf weitgehend regenerierten Eisenpodsolen gefunden: VRI–151 Zirbenwald im Stationsgebiet der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 1900 m Seehöhe: 3640 ± 150 Jahre; aus nächster Umgebung H 365–507 2640 ± 90 Jahre; VRI–78 Obergurgl, Zirbenwald 2060 m Seehöhe: 2060 ± 200 Jahre.

Von der "Kampfzone", der Zwergstrauchheide mit Einzelbäumen oberhalb des geschlossenen Waldes wurden ebenfalls Brandhorizonte datiert und auch hier zeigte sich das hohe Alter der Brandhorizonte unter den weitgehend regenerierten Podsolen: VRI–77 moosreiches Alpenrosengebüsch mit Zirbenjungwuchs auf Eisenpodsol, Beer-Rinne im Stationsgebiet Gurgl der Forstlichen Bundesversuchsanstalt 2100 m Seehöhe: 1540 ± 80 Jahre; VRI–76 aus nächster Umgebung 1900 ± 80 Jahre; VRI–160, ähnlicher Standort an der Timmelsjochstraße nach Hochgurgl 2030 m Seehöhe: 1700 ± 90 Jahre. Die vergrasten, stärker beweideten Heiden weisen bis jetzt jüngere

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Brandhorizonte auf: VRI–75, beweidete Rauschbeerheide im Stationsgebiet der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Gurgl, 2080 m Seehöhe, unter flachgründigem Eisenpodsol: 650 ± 70 Jahre; VRI–79, beweidete und vergraste Besenheide (nardusreiches Callunetum) auf kolluvialen Podsolen, Taschachalm, Pitztal 1950 m Seehöhe: 890 ± 90 Jahre; H 914–787 verheidetes Nardetum bei Galtür im Paznauntal 1700 m Seehöhe: 735 ± 75 Jahre; Datierung FELBER, Probe aus nächster Nähe: 760 ± 70 Jahre.

Alle Brandhorizonte wurden unter den rezenten Humushorizonten gefunden, eingebettet oder überlagert von sandigen Horizonten, die sichtlich von Rutschungen stammen, die nach dem Brand stattgefunden haben.

Das Alter der Brandhorizonte gibt das mögliche Maximalalter der darüber gebildeten Horizonte an. Den Zeitraum, den die Rutschungen einnahmen, kann man nur indirekt durch Vergleiche mit den ältesten Gehölzen der Pflanzendecke ermitteln. Aus diesen Ermittlungen kann man schließen, daß die Beruhigung der Hänge ziemlich lange Zeit in Anspruch nahm und die rezenten Humushorizonte daher sehr viel jünger sind als die Brandhorizonte und die darunter liegenden B-Horizonte der älteren Waldböden.

Der Brandhorizont VRI–151 ist zum Beispiel von einem durchschnittlich 25 cm mächtigen, sandigen Kolluvialhorizont überlagert, der darauf liegende Humushorizont mit O_f und O_h jedoch ohne A_e und ohne B ebenfalls bis 25 cm mächtig. Die ältesten Zirben dieses Standortes sind 300–400 Jahre alt. Daraus läßt sich schließen, daß die Zeit nach der Beruhigung des Hanges wohl ausreichte, um diese Rohhumuslage zu bilden, daß der Zeitraum für die Ausbildung eines reifen Podsols mit A_e und B-Horizonten aber zu kurz war. Die Rohhumuslage dürfte dann etwa das Alter des Zirbenwaldes haben. Im Pitztal wurde in Eggenstall oberhalb St. Leonhard in 1900 m Seehöhe an der Waldgrenze unter einer 15 cm mächtigen Rohhumuslage verkohltes Lärchenholz gefunden und die Probe VRI–16 mit 710 ± 100 Jahren datiert. Das Alter der Böden im Stationsgebiet wurde von NEUWINGER und CZELL schon in ihrer Arbeit 1959 diskutiert. Damals wurde angenommen, daß der Brandhorizont H 365–507 für das ganze Stationsgebiet einheitlich angenommen werden kann und daß die darüber gefundenen kolluvialen sandigen Horizonte für eine große, katastrophenartige Rutschung im gesamten Hanggebiet der Station sprechen. Dagegen wurden schon damals Einwände gemacht, besonders von Professor W. LAATSCH, München, anläßlich einer bodenkundlichen Exkursion im Ötztal, 1964. Die neueren Ergebnisse der Brandhorizontuntersuchungen ergaben nun im Sinne von LAATSCH, daß es sich hier um einen allmählichen Hangabtrag in mehreren episodischen Abschnitten handelt, der sich vermutlich in Zusammenhang mit der Weidenutzung vollzog.

Man kann aus den Brandhorizontdatierungen weiterhin schließen, daß die B-Horizonte, soweit sie ausgeprägte Illuvialhorizonte sind, ein sehr hohes Alter haben müssen und ihre Hauptausbildung wahrscheinlich in den postglazialen Wärmezeiten erfuhren. Wo nach Brandrodungen keine Rutschungen eintraten, haben allem Anschein nach die A_e- und B-Horizonte nach der Regeneration der Rohhumusdecken ihre Funktion wieder übernommen. Humushorizonte über kolluvialen Lagen zeigen im Stationsgebiet der FBVA Gurgl nur schmale Säume von Eluvial- und Illuvialhorizonten oder auch gar keine Neubildungen. Die mächtigen A_e- und B-Horizonte, die unter erodierten Humushorizonten manchmal angetroffen werden, sind demnach fossil. Die Karte zeigt die gegenwärtige Situation der Bodenausbildung im Raum Obergurgl. Wenn man das schmale Areal der

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

reifen Boden- und Vegetationsformen mit den jungen Stadien in der Podsolzone vergleicht, kann man sich ein Bild von der großen Beweglichkeit der Hänge machen und bekommt Überblick über die Erosionszonen:

In Runsen ist die Häufigkeit kleinerer und größerer Rutschungen sehr groß; sie greifen in die Lockerschuttdecke der Hänge ein und gestatten nur kurzlebige Ausbildungen und Initialstadien der Boden- und Pflanzendecke.

Sonnseitig, im Lee der häufigsten Winde sind in fast ebenso kurzen Abständen kleine Rutschungen im Bereich der Humus- und der obersten Mineralhorizonte wirksam. Die A-Horizonte sind daher sandig kolluvial und die Pflanzendecke – wahrscheinlich auch unter dem Einfluß der Beweidung – stark vergrast, vorwiegend mit *Nardus stricta* und *Deschampsia flexuosa*.

Im schattseitigen Luv dürften die Rutschungen weniger häufig stattfinden, dafür aber tiefgreifender und großflächiger sein als im Lee; sie scheinen von der fortschreitenden Eintiefung der Runsen abhängig zu sein und daher in längeren Intervallen die weitgehende Regeneration der Boden- und Pflanzendecke zu gestatten, die hier auch durch Beweidung weniger gestört wird.

Die südost-exponierten Hänge sind nicht so stark reliefiert wie die nordwest-exponierten im Bereich der Gurgler Heide. Diese großflächigen Hangformen haben vorwiegend kolluviale Bodenbildungen in schwach ausgeprägten Girlanden und Wellen und tragen stark verheidete Weiderasen: vorwiegend *Nardus stricta, Calluna vulgaris, Juniperus nana*, sehr viel Lärchenjungwuchs bis 2200 m Seehöhe. An steilen Hängen unter der Seenplatte gleiten die gestörten Podsole in großen Schollen ab und überlagern sich zum Teil. Die Humushorizonte sind sehr dunkel, also relativ stark humos, wenn auch ohne F-Lage; für diese Böden sind dichte Überzüge von *Arctostaphylos uva ursi* und *Calluna vulgaris* charakteristisch.

Diese dynamische Betrachtung der Boden- und Vegetationsentwicklung wird noch eindrucksvoller, wenn man Einblicke in den Nährstoffhaushalt der einzelnen Ökogruppen gewinnt.

Während in den Alpenrosen-Zirbenwäldern und in den moosreichen Alpenrosenheiden auf Eisenpodsolen die leicht verfügbaren Hauptnährstoffe mit den pflanzengebundenen Nährstoffen etwa im Gleichgewicht stehen, und im Rohhumus nur Stickstoff in schwer abbaubarer Form gestapelt wird, sind in den Alpweideböden mit gestörten Humushorizonten und gestoppter Podsolierung anscheinend Stauungen im Phosphatkreislauf eingetreten und deshalb in den B-Horizonten schwer verfügbare Phosphate in großen Mengen gespeichert (NEUWINGER 1967).

Der Grund für dieses unterschiedliche Stickstoff-Phosophorverhältnis dürfte in klimatisch bedingten Verschiedenheiten der Bodenflora und -fauna liegen, die noch wenig untersucht sind. In den intakten Humushorizonten der Eisenhumuspodsole und Eisenpodsole der kühlfeuchten Lagen sind es hauptsächlich Pilzgesellschaften, die nach M. MOSER und F. GÖBL die Mineralisierung und Speicherung der Hauptnährstoffe beziehungsweise die symbiontische Ernährung der höheren Pflanzen übernehmen. Die pflanzengebundenen Stickstoffmengen sind gegenüber den Gesamtstickstoffwerten im Boden sehr niedrig, was auch der geringen Zersetzungsrate der organischen Substanz, ihrer geringen Mineralisierungsrate und dem geringen Jahreszuwachs der Bäume und Sträucher entspricht (H. OSWALD 1963, R. STERN 1964).

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

In den braunerdeähnlichen mineralreichen A-Horizonten der grasreichen Heiden in warmen Lagen sind Regenwürmer und wahrscheinlich auch Bakterien und Algen an der Aufbereitung und Mineralisierung der hier nur in geringen Mengen anfallenden organischen Substanz beteiligt. Die Holzarten zeigen größere Jahreszuwächse und die pflanzengebundenen Stickstoffmengen sind hier höher als in den Rohhumuslagen, obwohl die Gesamtstickstoffwerte im Boden vergleichsweise viel niederer sind. Man könnte vermuten, daß Rhizobionten der Pionierpflanzen auf Rohböden und auf den relativ jungen Böden der Alpweiden Stickstoff aus der Luft assimilieren.

In aufgelassenen Weidegebieten regenerieren die anthropogenen Grasheiden je nach ihren ökologischen Bedingungen verschieden schnell zu Zwergstrauchheiden und zeigen besonders in sonnseitigen Lagen spontanen Lärchenjungwuchs, der von langsamwüchsigem Zirbenjungwuchs begleitet wird. Gleichzeitig erfolgt die Regeneration der Humushorizonte, die Bildung von Rohhumuslagen und wahrscheinlich auch – unter dem von der Pflanzendecke geschaffenen neuen Bedingungen – die Umstellung des Nährstoffhaushaltes.

In letzter Konsequenz ist man hier auf theoretische Schlußfolgerungen angewiesen, da es – zumindest im inneren Ötztal – ungestörte Alpenrosen-Zirbenwälder an sonnseitigen Leehängen auf Eisenpodsolen nicht gibt; man kann sich diese Besonderheit entweder dadurch erklären, daß diese Hanglagen stärker dem Abtrag unterliegen als die schattseitigen Luvhänge oder daß sie als klimatisch begünstigte Lagen seit alters als Weiden genutzt werden und so in beiden Fällen nie über junge Sukzessionsstadien hinauskommen. In den postglazialen Wärmezeiten allerdings waren wohl alle Hänge gleichmäßig von Wald überzogen, wie man heute aus den Bodenresten rekonstruieren kann, allerdings dürfte das Relief nicht so ausgeprägt gewesen sein wie heute.

Für die Praxis der Wildbach- und Lawinenverbauung wäre es interessant, diese Gedanken im Zusammenhang mit dem Gesamtkomplex der ökologischen Forschungen in den subalpinen Wäldern weiterzuverfolgen, da sie über Möglichkeiten und Grenzen von Aufforstungsprojekten wertvolle Schlüsse zulassen.

In der vorliegenden Beschreibung der subalpinen und alpinen Böden fehlt noch die Darstellung der hydromorphen Serie und vor allem der Moore. Die erstere tritt in der subalpinen und alpinen Stufe flächenmäßig ziemlich in den Hintergrund, letztere haben eine umfangreiche Spezialforschung angeregt, es wird daher im Rahmen dieses Aufsatzes nicht näher auf diese Gebiete eingegangen.

Literaturverzeichnis

AULITZKY, H. (1961/62): Bodentemperaturverhältnisse an einer zentralalpinen Hanglage beiderseits der Waldgrenze I–III. Arch. f. Meteor., Geophys. u. Bioklim., **10**: 445–532, **11**: 301–376.

AULITZKY, H. (1963): Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zweck der Hochlagenaufforstung II. Grundlagen des vorläufigen Wind-Schnee-Okogrammes. Mitt. d. Forstl. Bundes-Vers. A. Mariabrunn, **60**: 763–834.

BRAUN-BLANQUET, J. und JENNY, H. (1926): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., **63** (2).

BRAUN-BLANQUET, J., PALLMANN, H. und BACH, R. (1954): Pflanzensoziologische und Bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des Schweizerischen Nationalparks. Bd. 4 (Neue Folge), Lüden A.G. Liestal.

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

BURGER, R. und FRANZ, H. (1969): Die Bodenbildung in der Pasterzenlandschaft. Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. Wissensch. Alpenvereinshefte, **21**: 253–264.

CZELL, A. (1964): Die Maßnahmenkarte als Grundlage für Aufforstungsprojekte oberhalb des Wirtschaftswaldes. Centralblatt f. d. ges. Forstw., **81** (3): 158–187.

CZELL, A., SCHIECHTL, M., STAUDER, S. und STERN, R. (1966): Erhaltung des Naturschutzgebietes Großer Ahornboden durch technische und biologische Maßnahmen. Jahrbuch 1966 d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere, **31**: 1–24.

FELBER, H. (1969): Altersbestimmungen nach der Radiokohlenstoffmethode am Institut für Radiumforschung und Kernphysik IV. Smn 177–7. Mitt. d. Inst. f. Radiumf. u. Kernph., Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss. Math. Nat. Kl. Abt. 2, **177** (1–3): 113–121.

FELBER, H. (1970): Altersbestimmungen nach der Radiokohlenstoffmethode am Institut für Radiumforschung und Kernphysik 4. Smn 178–19. Mitt. d. Inst. f. Radiumf. u. Kernph. 614. Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss. Math. Nat. Kl. Abt. 2, **178** (1–3): 61–76.

FRANZ, H. (1960): Feldbodenkunde. Fromme, Wien.

FRANZ, H. und FRASL, G. (1961): Das Glocknergebiet. Exkursionen durch Österreich zur Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in Wien, August 1961. In: Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., **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. d. D. u. Ö.A.V., **62**: 220–222.

FRIEDEL, H. (1936): Wirkungen der Gletscherwinde auf der Ufervegetation der Pasterze. In: Biokl. BB d. Met. Z., **3**: 21–25.

FRIEDEL, H. (1956): Die alpine Vegetation des obersten Mölltales (Hohe Tauern). Erläuterungen zur Vegetationskarte der Umgebung der Pasterze (Großglockner). Wiss. Alpenvereinshefte **16**, Innsbruck, Wagner.

FRIEDEL, H. (1963): Ökologische Vegetationskunde. In: Ökolog. Unters. in der subalpinen Stufe d. Zentralalpen. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn, **60**: 13–20.

FRIEDEL, H. (1963): Schneedeckenandauer und Vegetationsverteilung im Gelände. Ebenda. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn, **60**: 317–370.

FRIEDEL, H. (1967): Verlauf der alpinen Waldgrenze im Rahmen anliegender Gebirgsgelände. In: Ökologie der alpinen Waldgrenze, **75**: 81–171. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanst. Wien.

FRIEDEL, H. (1965): Kleinklima-Kartographie. In: Mitt. d. Forstl. Bundes-Versuchsanst. Mariabrunn, **66**: 13–32.

FRIEDEL, H. (1969): Die Pflanzenwelt im Banne des Großglockners und des Pasterzengletschers. In: Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. Wiss. Alpenvereinshefte, **21**: 232–252.

GAMS, H. (1937): Aus der Geschichte der Alpenwälder. Z. d. D. u. Ö.A.V., **68**: 157–170.

GAMS, H. (1949/51): Überblick über die Floren- und Vegetationsgeschichte Tirols. Der Schlern, **1949**: 435–438, 491–493; **1950**: 15–17, 67–72, 125–130, 325–331, 450–454; **1951**: 26–29.

GAMS, H. (1951): Baumgrenzen im Karwendel bei Schwaz. In: "Schwazer Buch", Schlernschriften, **85**: 67–74.

GAMS, H. (1950/51): Die Gamsgrube, das merkwürdigste "Hintergrasl" der Alpen. In: N. u. L., **37**: 119–124.

GÖBL, F. (1966): Mykorrhizauntersuchungen in subalpinen Wäldern. In: Ökologie der alpinen Waldgrenze. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, **75**: 335–356.

GRAČANIN, Z. (1956): Beziehungen zwischen Roterden und Waldgesellschaften des Kroatischen Karstgebirges. Rapport du VIe Congres Int. d. la Sc. du Sol., **5**: 547.

GRAČANIN, Z. (1963): Zur Nomenklatur der Bodenhorizonte erodierter skelletthaltiger Böden. Z. f. Pf. D. u. Bk., **101** (1): 42–48.

KUBIENA, W. (1948): Entwicklungslehre des Bodens. Wien, Springer.

KUBIENA, W. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Enke, Stuttgart.

MOLL, W. (1965): Problematik rubefizierter und lessivierter Böden aus alpinem Material. Habil. Schr. an der Math. Nat. Fak. d. Univ. Freiburg/Br.

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

MOSER, M. (1963): Mikrobiologie des Bodens und Forstwirtschaft. In: Ökolog. Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zweck der Hochlagenaufforstung. Teil 2. Mitt. d. Forstl. Bundesv. Anst. Mariabrunn, **60**: 683–720.

NEUWINGER, I. und CZELL, A. (1959): Standortsuntersuchungen in subalpinen Aufforstungsgebieten, I. Teil: Böden in den Tiroler Zentralalpen. Forstw. Cbl., **78** (11/12): 327–372.

NEUWINGER, I. (1965): Die Vegetations- und Bodenaufnahme als Beitrag zur Abgrenzung von Standortseinheiten. Beiträge zur subalpinen Waldforschung. Mitt. Forstl. Bundesv. Anst. Mariabrunn, **66**: 129–158.

NEUWINGER, I. (1967): Zum Nährstoffhaushalt in Vegetationseinheiten der subalpinen Entwaldungszone. In: Ökologie der alpinen Waldgrenze. Mitt. d. Forstl. Bundesvers. Anst. Wien, **75**: 269–304.

NEUWINGER, I. (1969): Gefahrenzonen der Erosion in den Alpentälern. Allgem. Forstztg., **80**: 81–85.

OSWALD, H. (1963): Verteilung und Zuwachs der Zirben an einem zentralalpinen Standort. In: Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe Teil II. Mitt. d. Forstl. Bundesv. Anst. Mariabrunn, **60**: 437–500.

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

REISIGL, H. und PITSCHMANN, H. (1958): Obere Grenzen von Flora und Vegetation in der Nivalstufe der zentralen Ötztaler Alpen (Tirol). Vegetatio, **8**: 93–128.

REISIGL, H. und PITSCHMANN, H. (1959): Zur Abgrenzung der Nivalstufe. Phyton, **8**: 219–224.

ROTTER, W. (im Druck): Bodenkarte von Tirol 1 300 000.

SOLAR, F. (1964): Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges., **8**: 1–72.

STERN, R. (1964): Anlage und Ergebnisse von Versuchspflanzungen in der subalpinen Entwaldungszone Nordtirols. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchs. Anst. Mariabrunn, **66**: 215–240.

THIMM, I. (1950): Die Vegetation der alpinen und subalpinen Stufe des Sonnwendgebirges. Diss. Univ. Innsbruck.

THIMM, I. (1950/51): Interpretation de la Carte Vegetale du Projet d'Amélioration de la Vallée du Thannheim. Ann. Fac. d. Sc. do Porto, 1–29.

VARESCHI, V. (1931): Die Gehölztypen des obersten Isartales. Ber. Nat. med. Ver. Innsbruck, **42**: 77–184.

VARESCHI, V. (1934): Waldtypen und Waldassoziation in den Bergwäldern des Obersten Isartales. Centralbl. f. d. ges. Forstw., **60**: 166–176.

ZÖTTL, H. (1965): Zur Entwicklung der Rendsinen in der subalpinen Stufe I und II. Ztschr. Pflanzenern. u. Bodenk., **110**: 109–126.

R i a s s u n t o : Suoli del piano alpino e subalpino nelle Alpi Tirolesi:
Sia nelle Alpi calcaree che nelle Alpi centrali possono venire osservate correlazioni fra la serie dei suoli e la vegetazione, che possono venir rappresentate in unità ecologiche. Nelle Alpi calcaree la formazione del suolo dipende fortemente dal materiale di partenza. Le terre brune sono assai diffuse a causa dell'abbondanza di sedimenti silicei. Le rendsine sono diffuse soprattutto nel piano subalpino ed alpino. Materiale di partenza, clima ed erosione si influenzano vicendevolmente. Nel piano dei venti freschi ed umidi si formano accumuli di humus bruto e podsoli; nei versanti esposti al Föhn terre brune calcaree poco profonde. Fino al piano subalpino si possono riconoscere orizzonti fossili ricoperti, che probabilmente corrispondono a suoli forestali della Wärmezeit postglaciale.
Le Alpi Centrali mostrano soprattutto nella zona dei podsoli subalpini forte dipendenza dai fattori del rilievo. I podsoli del piano subalpino sono separati da limiti termici e di precipitazioni dalle Rasenbraunerden del piano alpino, che tuttavia in gran parte si sviluppano su resti di podsoli fossili.
Nel piano alpino superiore e nel piano nivale si trovano solo suoli primitivi sotto prati primitivi e piante a cuscinetto. L'apporto eolico di sabbie è importante lungo le morene.

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

S a d r ž a j : Tla subalpinskog i alpinskog pojasa u tirolskim alpama:
Kako u vapnenačkim tako i u centralnim Alpama mogu se posmatrati medjusobne zavisnosti postanka tla i vegetacije, što se mogu kartografski pretstaviti u vidu ekoloških jedinica.
U Vapnenačkim Alpama postanak tla jako je zavisan od polaznog materijala. Uslijed velikog rasprostranjenja rastresitih silikatnih sedimenata zauzimaju smedja tla velik areal.
Rendzine rasprostranjene su pretežno u subalpinskom i alpinskom pojasu. Utjecaje polaznog materijala djelimicno prekrivaju utjecaji klime, ali ove poslijedne opet djelimicno odstranjuje erozija. Na stranama izloženim hladnim kišnim vjetrovima stvaraju se naslage sirovog humusa pa i podzoli; u stranama izloženim suhom fenu nalaze se plitka karbonatna smedja tla. Sve do subalpinskog pojasa mogu se ustanoviti fosilni horizonti, prekriveni erozijonim procesima, a ti horizonti odgovaraju vjerovatno šumama postglacijalnog toplog doba.
U Centralnim Alpama prokazaje se, prije svega u gornjoj subalpinskoj zoni podzola, jaka zavisnost zrijelosti tla od relijefa.
Podzoli subalpinskog pojasa odvajaju se toplotnim i vlažnim granicama od rudinskih smedjih tala alpinskog pojasa, što su ipak razvijena u području sustavnih rudina većim dijelom na ostacima fosilnih podzola.
U gornjem alpinskom i nivalnom pojasu nalaze se ispod pijonirskih rudina i jastučastih biljaka samo početne tvorevine tla. U području nenaseljenih morena velikog je znacenja postanak tla vjetrnim nanosima.

P o v z e t e k : Tla subalpinskega in alpinskega pasu v Tirolskih Alpah:
Tako v Apneniških kot v Centralnih Alpah lahko opazujemo medsebojne odvisnosti nastanka tal in vegetacije, ki jih lahko kartiramo kot ekološke enote. V Apneniskih Alpah se kaže močnejša odvisnost tvorbe tal od izhodiščnega materiala. Zaradi velike razširjenosti silikatnih rahlih sedimentov zavzemajo rjave zemlje velik areal. Rendzine so pretežno razširjene v subalpinskem in alpinskem pasu. Vpliv izhodiščnega materiala deloma prekriva vpliv klime, nad njim pa deloma spet prevladuje erozija. V hladnem deževnem privetrju nastajajo skladi surovega humusa in tudi podzoli, v suhih fenskih legah pa dobimo plitva apnenčasta rjava tla. Do subalpinskega pasu lahko prepoznamo fosilne horizonte, ki so prekriti zaradi delovanja erozije in ki verjetno ustrezajo gozdovom poledenodobnega toplega obdobja. Centralne Alpe kazejo posebno v zgornji subalpinski podzolni coni mocno odvisnost zrelosti tal od reliefa. Podzoli subalpinskega pasu so od rjavih tal pod tratami alpinskega pasu ločeni z mejami toplote in vlažnosti, ki pa so v območju strnjenih trat v največjem delu razviti na ostankih fosilnih podzolov. V zgornji alpinski in v nivalni stopnji dobimo pod pionirskimi tratami in blazinastimi rastlinami le začetne talne tvorbe. Na območju neposeljenih moren je velikega pomena tvorba tal z napihanim peskom.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Ostalpin-Dinarischen pflanzensoziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1970

Band/Volume: 11_1970

Autor(en)/Author(s): Neuwinger Irmentraud

Artikel/Article: Böden der subalpinen und alpinen Stufe in den Tiroler Alpen 135-150