

FOSSILE BÖDEN (fAh) IN MORÄNEN (GÄLI EGGA, ROSSBODENGEBIET SIMPLON VS)

von Hans-Niklaus Müller ¹

RESUME

La moraine latérale gauche du glacier de Rossboden au Gäli Egga (Simplon, VS) est érodée entre 2100 et 2300 m. Cette éraillure permet de voir d'anciennes surfaces recouvertes par le matériel d'avancées plus récentes du glacier.

Ces surfaces, horizons A de sols fossiles (fAh), sont les témoins de périodes de calme, qui ont permis la formation de sols. La datation d'un horizon a donné un âge de 2165 ± 130 BP.

D'autres datations, ainsi que des analyses chimiques et palynologiques, doivent apporter des indications précises sur le développement de la végétation, les changements climatiques et les variations de la position du glacier durant le Postglaciaire alpin.

ZUSAMMENFASSUNG

In der anerodierten nördlichen Moränen-Innenwand des Rossbodengletschers an der Gäli Egga (Simplon, VS) fanden sich auf 2100-2300 mM ehemalige Moränenoberflächen, welche durch Material weiterer Gletschervorstösse zugeschüttet und fossilisiert wurden.

Diese A-Horizonte fossiler Böden (fAh) sind — morphogenetisch betrachtet — Ausdruck von Zeiten relativer Ruhe im Postglazial, welche hier Bodenbildungen ermöglichten. Die Datierung eines Horizonts ergab das Alter von 2165 ± 130 BP.

¹ Dipl. nat., Geographisches Institut Universität Zürich, Blümlisalpstr. 10, 8006 Zürich.

Durch notwendige weitere Datierungen und die chemischen und pollenanalytischen Untersuchungen werden gezielte Angaben zum Verhalten von Gletscher und Vegetation und damit zu den Klimaschwankungen im alpinen Postglazial möglich.

1. Einführung

Am gleichen Gletscher, an dem VENETZ (1821/33) als erster feststellte, dass aufgrund der mächtigen Moränenwälle die Alpengletscher früher eine weit grössere Ausdehnung eingenommen haben mussten (RICHTER 1901, S 460), fand ich 1973 im Rahmen meiner Diplomarbeit bei Prof. Dr. G. Furrer am Geographischen Institut der Universität Zürich in der Moränen-Innenwand der Gäli Egga (Abb. 1) A-Horizonte fossiler Böden (fAh). Solche ehemaligen Moränenoberflächen wurden inzwischen im Wallis auch an anderen Gletschern gefunden (RÖTHLISBERGER: Zermatt, SCHNEEBELI: Val de Bagnes, unveröffentlicht).

Die hier dargelegten Ergebnisse sind das Resultat der bisherigen Untersuchungen. Die Arbeit wird weitergeführt und ausserdem auf andere Gletschervorfelder ausgedehnt.

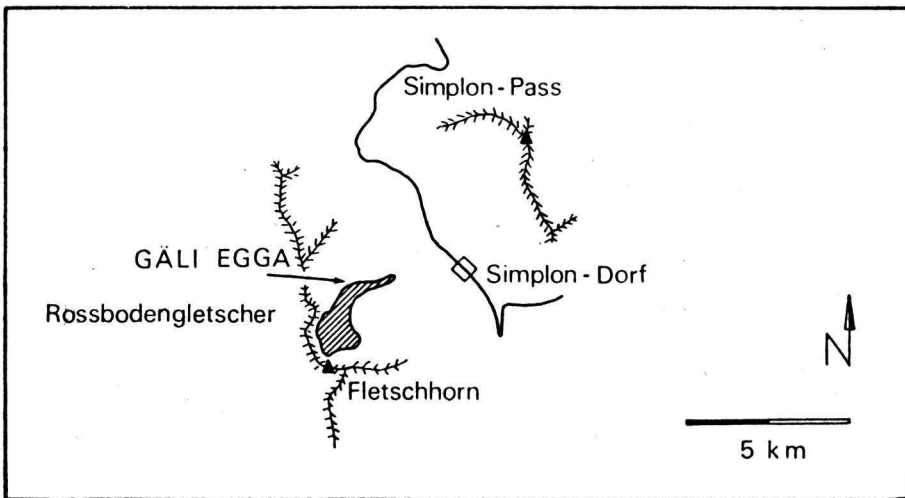


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebiets GÄLI EGGA am Rossbodengletscher, Simplon (Koord: 664 300/115 800).

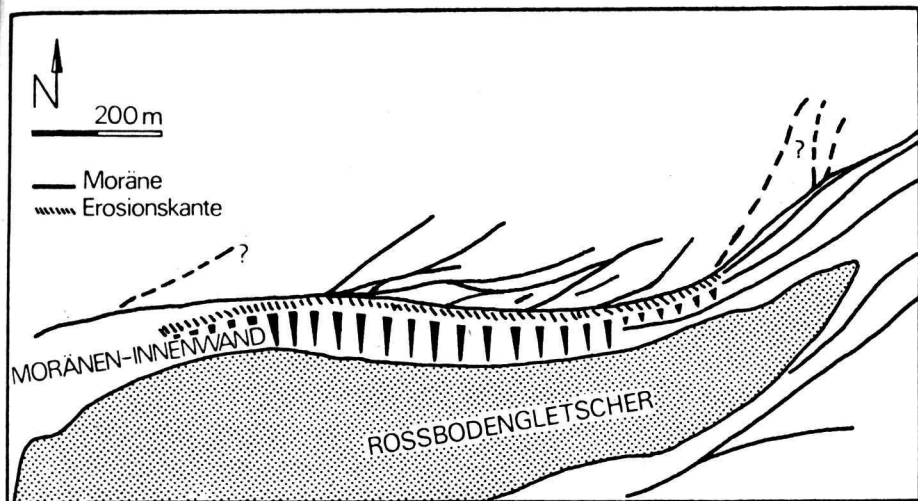


Abb. 2. Situation GÄLI EGGA, Moränen-Innenwand und ausscherende Moränen.

Für anregende und klärende Diskussionen zum Bodenchemismus danke ich Herrn Waldemar A. Keller, Geographisches Institut Universität Zürich. Die C-14-Datierung eines Horizonts verdanke ich Herrn Dr. M. A. Geyh, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover, und die Pollenanalysen wie auch die kritische Durchsicht dieses Manuskripts Herrn Meinrad Küttel, Systematisch-geobotanisches Institut Universität Bern.

2. Arbeitsgebiet und Untersuchungsmethoden

An der nördlichen Seite des Rossbodengletschers liegen auf 2100 bis 2300 mM ausgeprägte Moränenwälle (Abb. 2). Sie weisen einen dichten Vegetationsbewuchs und eine beträchtliche Bodenbildung auf. Ihre Oberflächen sind mit etlichen Felsblöcken bestückt, die grosse Flechtenbildungen zeigen. Auf den Moränenaußenseiten haben sich bereits einige Erdströme entwickelt, welche fossile Böden enthalten. Die Moräneninnenwand (Abb. 4, 5) wird durch den abschmelzenden Gletscher der Verwitterung und der Erosion freigegeben (Abb. 3). *Dadurch kommen fossile Bodenhorizonte (fAh) zum Vorschein, welche alte Moränenoberflächen darstellen.*

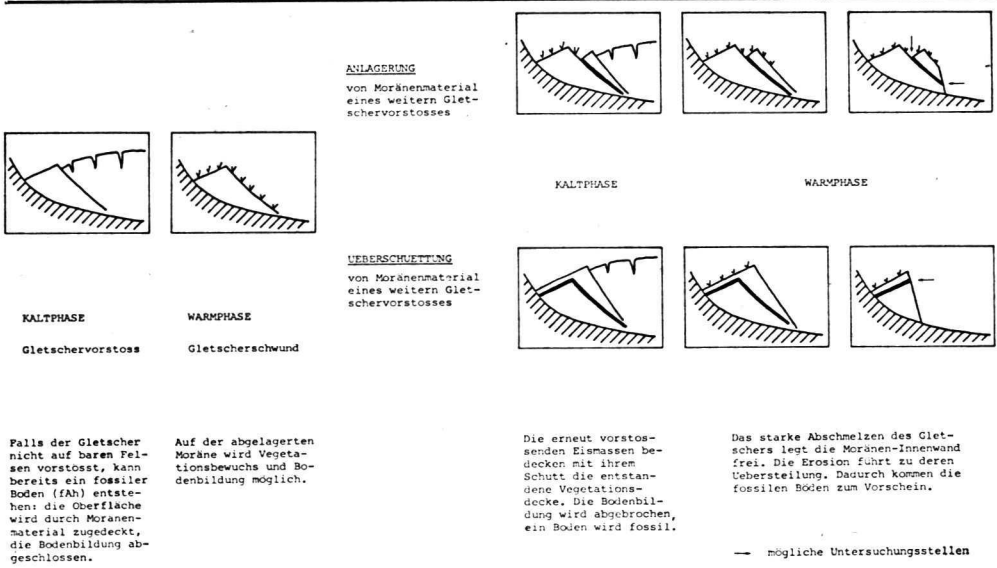


Abb. 3. Entstehungsmöglichkeiten fossiler Böden (fAh) in Moränen.

Die Tatbestände

- Morphographie (Verbandsverhältnisse)
- Vegetation und Bodenbildung (PATZELT 1973, PATZELT/BORTENSCHLAGER 1973)
- Flechtenbewuchs (BESCHEL 1950, 1957, KING/LEHMANN 1973)
- Erdströme (FURRER ua 1971, 1975)
- fossile Moränenböden (fAh)

weisen auf ein Alter hin, das sicher älter als neuzeitlich ist. Die Radiokarbondatierungen (C-14) der verschiedenen A-Horizonte werden Differenzierungen dieser Moränenwälle ermöglichen.

Die Profilhorizonte analysierte ich im Labor auf ihren Gehalt an:

- organischem Kohlenstoff nach der Methode von Walkley-Black (in JACKSON 1958): Oxidation des Kohlenstoffs mit $K_2Cr_2O_7$ in schwefelsaurer Lösung. Dabei werden gegenüber der trockenen Veraschung nur 75 bis 80 % des organischen Kohlenstoffs erfasst.
- Calcium und Magnesium (Ca^{2+} / Mg^{2+}): Titration mit Komplexon III.
- pH: in 1-n KCl-Lösung mit Glaselektrode.



Abb. 4. Gáli Egga, Anerodierte Seitenmoräne und Rossbodengletscher.



Abb. 5. Gáli Egga, Moräneninnenwand mit fossilem Moränenboden (fAh): Profil 34.

Zusätzliche Untersuchungen galten der

- Korngrößenverteilung einzelner Horizonte, wobei für die Sandfraktion (2—0,06 mm) die Nasssiebung (20 min) und für die Schluff- und Tonfraktionen (<0,06 mm) die Aräometeranalyse angewandt wurden
- Palynologie
- Altersbestimmung (C-14), vorläufig eines A-Horizonts.

3. Die fossilen Moränenböden

Die gefundenen fossilen Horizonte, deren Entstehungsmöglichkeiten aus Abb. 3 hervorgehen, wurden direkt von Moränenmaterial überlagert und stehen damit eindeutig in Zusammenhang mit Gletschervorstößen. Aufgeschlossen sind zur Zeit bis vier übereinanderliegende Böden (fAh), die ebensovielen verschiedenen Bodenbildungsphasen angehören (Abb. 6).

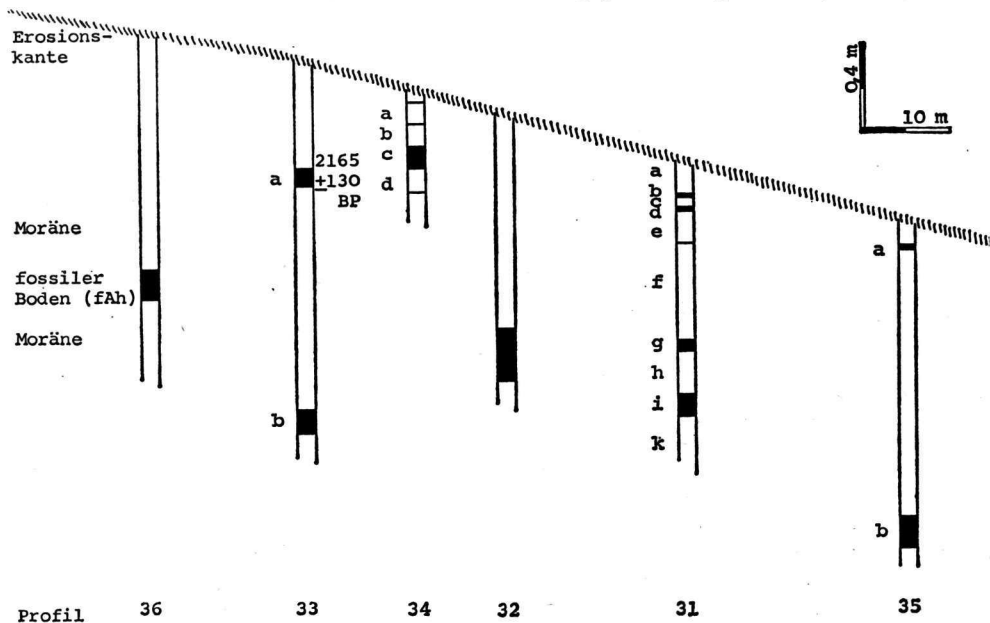


Abb. 6. Stratigraphische Lage der fossilen Böden (fAh) in der Moränen-Innenwand der GÄLI EGGA.

Die Radiokarbondatierung eines zugedeckten Bodens zeigt den ungefähren Abschluss seiner Bildung. Die Daten können Angaben über Warm-

phasen — und morphogenetisch betrachtet relative Ruhephasen — im postglazialen Klimaverlauf liefern, in denen Bodenbildung möglich war. Vorläufig liegt die Datierung eines Bodens (33 a, s. Abb. 6) vor, die das Alter 2165 ± 130 BP (Hv-6136) ergab und mit der Pollenanalyse (Auftreten von Juglans: römerzeitlich oder jünger) in Einklang steht. Damit wird eine Warmphase belegt, welche vor die Göschener Kaltphase II (ZOLLER ua 1966) zu liegen kommt.

Die Datierung der übrigen A-Horizonte fossiler Moränenböden wird es ermöglichen, Gletscherhochstände zeitlich festzulegen und differenzierte Angaben über die postglazialen Schwankungen des Rossbodengletschers zu gewinnen.

Die stratigraphische Lage der bisher gefundenen und analysierten elf fossilen Böden zwischen Moränen wird aus Abb. 6 ersichtlich.

Die Böden lassen sich über einige Meter verfolgen, ohne dass jedoch klare Verbindungen zu vollständig durchziehenden Horizonten nachgewiesen wurden. Es scheint vielmehr, dass diese fossilen Böden in Zusammenhang stehen mit den — auf Abb. 2 gut erkennbaren — ausseren und einen vor-neuzeitlichen Aspekt zeigenden Moränenwällen. Damit könnten diese Ablagerungen früherer Gletscherausdehnungen datiert werden. Eindeutige Zuordnungen gelangen mit den zur Verfügung gestandenen Mittel und Methoden noch nicht. Genaue Ausmessungen sowie Dünnschliffuntersuchungen sollten hier weiterhelfen können. Gleichzeitig würde die An-Ort-Bildung dieser ehemaligen Moränenoberflächen belegt.

Tab. 7. Analysenwerte der fossilen Moränenböden (fAh), Gälli Egga.

Boden	org C %	Ca ⁺⁺ %	Mg ⁺⁺ %	pH
31 b	3,8	0,2	0,3	4,3
31 d	2,9	0,4	0,5	4,4
31 g	0,9	0,2	0,6	4,7
31 i	0,8	0,2	0,5	4,8
32	0,8	0,4	0,4	4,7
33 a	0,4	0,2	0,6	5,1
33 b	0,6	0,4	0,8	5,4
34 c	1,1	0,2	0,5	4,4
35 a	1,5	0	0,6	4,7
35 b	0,3	0,2	0,6	5,2
36	0,4	0,4	0,9	4,9

Die Analysenergebnisse (s. Abb. 7, 8, 9) sämtlicher Böden — und von zwei Profilen auch aller dazwischen liegenden Horizonte — lassen die Bodenbildungen besonders durch die Untersuchungen des organischen C-Anteils, der Pollendichte und der Korngrößen deutlich erkennen. Weniger markante Hinweise lieferten die Ca/Mg-Bestimmungen. Dabei zeigte sich, dass diese Werte als Verwitterungsprodukte der kristallinen Gesteine betrachtet werden müssen. Die sich durchweg im mässig bis stark sauren Bereich bewegenden pH-Werte weisen auf karbonatfreie Böden. Deshalb ist eine Gesamtkarbonatbestimmung zwecklos und die Angabe der Ionenkonzentration sinnvoller, als deren Umrechnung in Karbonate.

Die pH-Analysen zeigten — entgegen der in karbonathaltigem Gestein festgestellten starken Versauerung der Verwitterungs- und Bodenbildungshorizonte (FURRER ua 1971) — für die Böden neutralere Werte an. Die pH-Unterschiede liegen in der Grössenordnung von 0,5 Einheiten. Möglicherweise wurden durch Meteorwasser Alkali- und Erdalkaliionen in die liegenden Bodenschichten eingeschwemmt und teilweise in die Tonmineralien eingebaut, was den leichten pH-Anstieg erklären könnte. Möglich wäre auch eine Karbonatisierung durch vorhandenes Boden-CO₂, was sich allerdings wegen der geringen Mengen mit den zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden nicht überprüfen lässt.

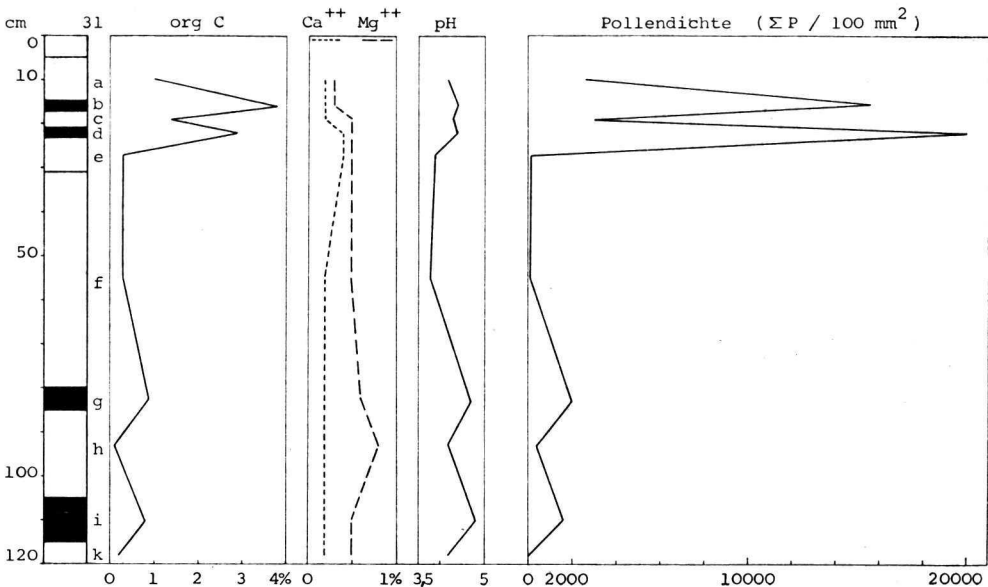


Abb. 8. Profil 31, Analysen.

Profil 31

Eine ausserordentlich gute Ansprache der Böden erlauben die Analysenwerte des organischen C-Gehalts (Abb. 8). Selbst in den obersten, sehr eng übereinanderliegenden Horizonten lassen sich die Bodenbildungen klar auseinanderhalten. Die pH- und Mg-Werte ermöglichen deutliche Differenzierungen erst im untern Profilabschnitt.

Interessante Ergebnisse bringt die *Pollenanalyse*. Während das Pollenspektrum für alle Proben ein ziemlich gleichförmiges Bild ergibt (alpine Rasen, zT mit einzelnen Dominanten, zB Ericaceen, Salix), scheint sich zur Unterscheidung von aktiven und passiven Phasen in der Bodenbildung die *Pollendichte* anzubieten.

Die Pollendichte im Präparat (Pollensumme pro 100 mm²) ist ein ungefähres Abbild der Pollendichte im Sediment. Da die Aufbereitung nicht streng quantitativ erfolgte, sind nur grosse Schwankungen in der Dichte relevant.

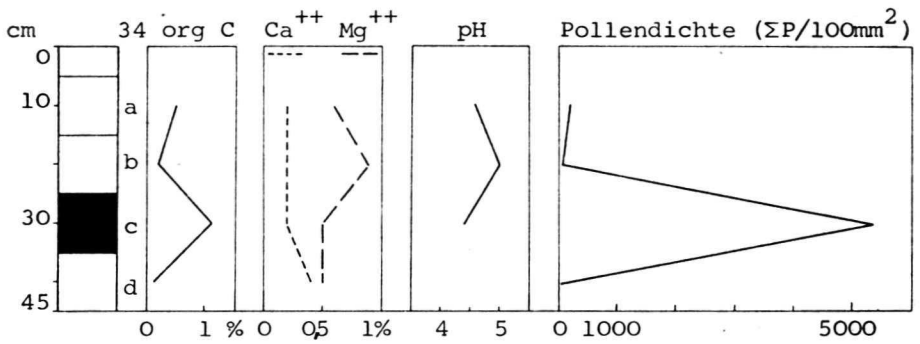
Alle Böden heben sich durch eine zum Teil extrem hohe Pollendichte von den dazwischenliegenden Horizonten ab. Eine grosse Pollendichte kann bei kleinem Sedimentationszuwachs (d.h. morphogenetisch betrachtet in relativen Ruhephasen) entstehen, sofern pollenproduzierende Pflanzen vorhanden sind und die Möglichkeit einer Verschwemmung ausgeschaltet ist.

Daraus ergibt sich, dass Pollen- wie Bodenanalysen übereinstimmende Ergebnisse brachten. Allein von der Pollendichte auf einen Boden zu schliessen, wäre aber verfehlt, muss doch berücksichtigt werden, wie diese zustande kam, und wie das Pollenspektrum aussieht (ev Dominanz einer Art, zB Salix: auch auf Rohschutt möglich).

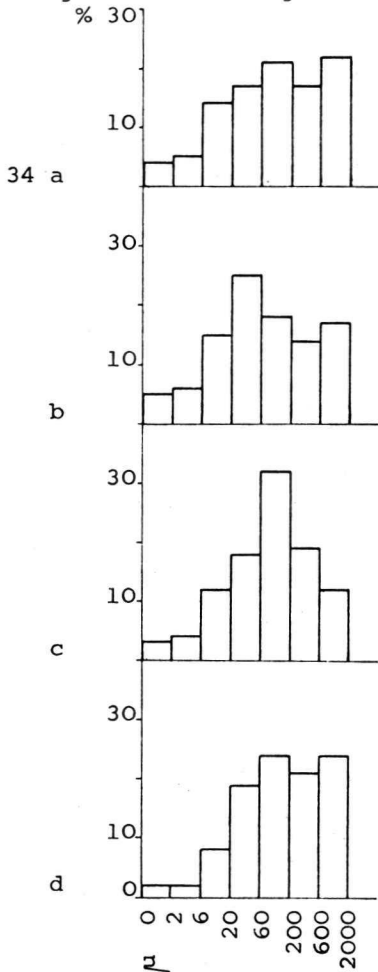
Aus der Analyse folgt mit Sicherheit, dass die Lokalität über den gesamten Profilverlauf nie von Wald bestanden war, d.h. dass die Waldgrenze stets tiefer lag.

Profil 34

Der fossile Bodenhorizont c tritt durch den organischen C-Anteil, die sehr hohe Pollendichte und die Untersuchung der Korngrössen deutlich hervor. Er zeigt in der Summationsdarstellung einen erhöhten Prozentanteil der Grössen < 1000/μ und durch das Granulogramm im 60-200/μ-Bereich. Gegenüber dem Ausgangshorizont d kommt die Verwitterung durch die Zunahme kleinerer Korngrössen zum Vorschein (Abb. 9).



Korngrößen-Granulogramme



Korngrößen-Summation

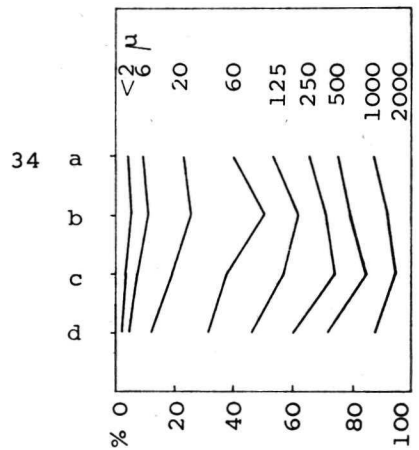


Abb. 9. Profil 34, Analysen.

4. Ergebnis

Deutlicher Ausdruck von Gletscherschwankungen im Postglazial sind die durch Gletschervorstösse überschütteten ehemaligen Moränenböden (fAh).

Die Analysen ihres Chemismus und Pollengehalts zeigen, dass sich deren Ergebnisse ergänzen und unterstützen. Zur Unterscheidung aktiver und passiver Phasen der Bodenbildung kann die Pollendichte herangezogen werden.

Zusammen mit diesen Untersuchungen wird die Radiokarbondatierung aller fossilen A-Horizonte Angaben über die postglazialen Klimaschwankungen am Simplon ermöglichen.

5. Literatur

- BESCHEL, R. 1950. *Flechten als Altersmassstab rezenter Moränen*. Z. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, I, 152-161, Innsbruck.
- 1957. *Lichenometrie im Gletschervorfeld*. Jb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpfl. u. -tiere, 22, 164-185.
- FURRER, G., F. BACHMANN und P. FITZE. 1971. *Erdströme als Formelemente von Solifluktsdecken im Raum MuntChavag/MuntBuffalora (Schweiz. Nationalpark)*. Erg. d. wiss. Unters. i. Schw. Nat. park. 11, (65). Liestal.
- FURRER, G., H. LEUZINGER und K. AMMANN. 1975. *Klimaschwankungen während des alpinen Postglazials im Spiegel fossiler Böden*. Vjs. d. Naturforsch. Ges. Zürich, 120, (1). Zürich.
- JACKSON, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. London.
- KING, L. und R. LEHMANN. 1973. *Beobachtungen zur Ökologie und Morphologie von Rhizocarpon geographicum (L) DC und Rhizocarpon alpicola (Hepp) Rabenh. im Gletschervorfeld des Steingletschers*. Ber. Schw. Bot. Ges. 83, (2).
- MÜLLER, H.-N. 1975. *Untersuchungen ehemaliger Gletscherstände im Rossbodengebiet, Simplon VS*. Diplomarbeit, Manuskript am Geogr. Institut Uni. Zürich.
- PATZELT, G. 1973. *Die neuzeitlichen Gletscherschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen)*. Z. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, IX, (1-2), 5-57. Innsbruck.
- PATZELT, G. und S. BORTENSCHLAGER. 1973. *Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen)*. Z. Geomorph. NF. Suppl. Bd. 16, 25-72. Berlin, Stuttgart.
- RICHTER, E. 1970. *Der Gletschersturz von Simpeln am 19. März 1901*. Geogr. Z. VII, 459-461. Leipzig.
- VENETZ, I. 1833. *Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse*. Rédigé en 1821. Denkschr. d. allg. Schw. Ges. f. d. ges. Naturwiss. 1, 2. Zürich.
- ZOLLER, H., C. SCHINDLER und H. RÖTHLISBERGER. 1966. *Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet*. Verh. Natf. Ges. Basel. 77 (2), 97-164. Basel.