

Thalgut : ein umfassendes eiszeitstratigraphisches Referenzprofil im nördlichen Alpenvorland

Autor(en): **Schlüchter, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **82 (1989)**

Heft 1

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-166377>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Thalgut: Ein umfassendes eiszeitstratigraphisches Referenzprofil im nördlichen Alpenvorland

VON CHRISTIAN SCHLÜCHTER¹⁾

ABSTRACT

The Upper Quaternary sequence at Thalgut consists – with the exception of the top-units – of lacustrine sediments. They are attributed to ice-contact, near-glacier and interglacial lacustrine environments. Two such interglacial lacustrine units contain significant pollen assemblages and are of Eemian and Holsteinian (with *Pterocarya*) age, following the palynostratigraphic classification of MAX WELTEN. In addition, an un-named interglacial in between is indicated by a relic paleosol associated with an important erosional unconformity.

RÉSUMÉ

Les accumulations du Pleistocène supérieure à Thalgut sont d'origine lacustre à l'exception des unités de couvertures. Les faciès différentes sont attribuées aux environnements glaciolacustres en sens stricte et large ou bien interglaciaire. Deux unités d'argiles lacustres interglaciaires sont caractérisées par des séquences palynostratigraphiques typiques pour l'Eemien et pour l'Holsteinien (avec *Pterocarya*) d'après la classification palyno-/climatostratigraphiques par MAX WELTEN. Un troisième interglaciaire est mis en évidence entre l'Eemien et l'Holsteinien par un paléosol relic associé à une phase d'érosion importante.

1. Einleitung

Die in der Kiesgrube Thalgut im Aaretal südlich von Bern (LK 1:25 000, Blatt 1187 Münsingen, Koord. 609.000/186.460) aufgeschlossenen Lockergesteine sind ein Profil von allgemeiner eiszeitstratigraphischer Bedeutung. Natürlicherweise muss dieses Profil aber auch im Zusammenhang mit klima- und eiszeitstratigraphischen Rekonstruktionen aus Seesedimenten gesehen werden, denn die wesentlichen stratigraphischen Befunde stammen aus limnischen Abfolgen, die ihrerseits aber in eine komplizierte, multifazielle Lithostratigraphie eingebettet sind.

Mit der Materialentnahme im Thalgut ist auch der Aufschluss als eiszeitstratigraphisches Profil bekannt gewesen. NUSSBAUM (1922) hat bereits damals im kleinräumigen Aufschluss die Komplexität der Schichtreihe erfasst und unter letzt- auch vorletzt-eiszeitliche Einheiten ausgeschieden. BECK & RUTSCH haben dann (1958) die stratigraphischen Dimensionen wiederum auf den letzten Warmzeit-/Eiszeitzyklus reduziert. Seit Mitte der Sechzigerjahre ist die Materialentnahmestelle grossräumig entwickelt worden, so dass aus Aufnahmen seit 1968 eine immer vollständigere, aber auch zunehmend komplexere Stratigraphie hervorgegangen ist. Im Rahmen stratigraphischer

¹⁾ Ingenieurgeologie, ETH – Hönggerberg, CH–8093 Zürich.

Standortsbestimmungen (u.a. WELTEN 1976, SCHLÜCHTER 1976a, 1982) haben wir festgestellt, dass das Thalgutprofil nicht nur komplex und vielfältig und dadurch vollständiger als andere Profile ist, sondern dass diese Schichtabfolge, falls weiter untersucht, ein Referenzprofil 1. Ordnung sein kann. 1983 konnte der Aufschluss in der Grube durch eine Forschungsbohrung gezielt verlängert werden. Mit den Resultaten dieser Bohrung CS-SNF-3 ist einerseits die Stratigraphie vervollständigt, andererseits der Bezugscharakter des Profils eindrücklich bestätigt worden. Über diese Resultate ist bereits mehrfach berichtet worden, so dass wir uns gestatten, die vorliegende Darstellung als Zusammenfassung zu gestalten (SCHLÜCHTER 1985, 1986, im Druck; WELTEN 1988).

2. Ein Sammelprofil

Die lithostratigraphische Abfolge wird durch eine ausgeprägte Erosionsdiskordanz in eine liegende und hangende Serie geteilt (Fig. 1). Dieser Diskordanz kommt wahrscheinlich nicht bloss eine stratigraphische, sondern in erster Linie eine landschaftsge-

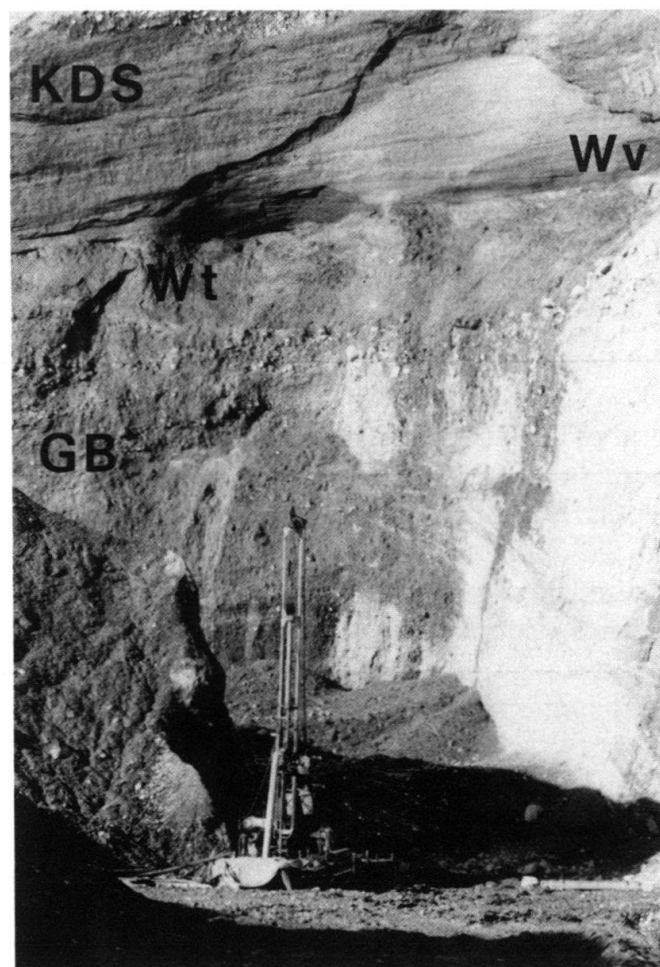


Fig.1. Der zentrale Teil des Thalgutprofils mit der Bohreinrichtung 1984. KDS: Kirchdorf-Deltaschotter, Wv: Warven im Thalgut, Wt: Waterlain till, GB: Gerzensee-Blockmoräne (Eisranddelta). Erosionsdiskordanz zwischen KDS und Wv.

netische Bedeutung zu. Sie ist aber auch ganz einfach ein auffallender Bezugshorizont innerhalb der Schichtreihe.

Im folgenden ist nun die Lockergesteinsabfolge, wie sie in der Thalgutkiesgrube aufgeschlossen ist und durch unsere Forschungsbohrung erweitert werden konnte, vom Hangenden zum Liegenden zusammenfassend dargestellt:

- eine massig ausgebildete Grundmoräne, bis 6 m Mächtigkeit, bildet den lithostratigraphischen Deckel (= Rotachewald-Grundmoräne, SCHLÜCHTER 1976b),
- darunter folgt ein grobkiesiger, fluvioglazialer (Vorstoss-)Schotter, bis 5 m mächtig. In der nördlichen Kiesgrubenwand ist eine Basisgroblage ausgebildet, mit typisch frischem alpinem geröllpetrographischem Spektrum (= Ob. Münsingen-Schotter, ob. Einheit).
- In der nördlichen Kiesgrubenwand, also zum Aaretal hin, folgt eine reliktsch erhaltene, verwitterte und offenbar zum Teil umgelagerte Aufschotterung, bis max. 2 m mächtig. Sie trägt eine ausgeprägte, erosiv gekappte Verwitterung (Ob. Münsingen-Schotter, Unt. Einheit).
- Ebenfalls auf die nördliche Kiesgrubenwand beschränkt ist die Schicht der *Thalgut-Seetone* (Fig. 2), bis max. 1,5 m mächtig, unregelmässig fein geschichtet (mm-



Fig. 2. Thalgut-Seetone, Nahaufnahme der leicht zum Aaretal geneigten, geschichteten bottom-sets. Mit Probenentnahmestellen MAX WELTENS für Pollenanalysen.

bis cm-Bereich), mit reichem Fossilinhalt (Pelecypoden, Gastropoden, Ostrakoden und reichhaltige pflanzliche Makroreste mit vielen gepressten «Laden»), sandige Schichtflächen bestehen zum Teil aus Ortrakodenschill. Die Schichtflächen sind leicht (bis 18°) zum Aaretal geneigt und sind für Instabilitäten in den hangenden Schichten verantwortlich. Die Thalgut-Seetone sind als Beckenfazies konkordant über

- den Kirchdorf-Deltaschottern entwickelt. Diese bilden den Hauptabbaukörper in der Grube und sind die mächtigste aufgeschlossene Einheit (bis 30 m). Sie bilden zum Aaretal einfallende fore-sets aus ausgeprägt geschichtetem sandigem Kies, praktisch ohne Feinanteile. Ihre geröllpetrographische Zusammensetzung widerspiegelt aufgearbeitete Molasse (Komponenten des Helvetikums und der Zentralalpen fehlen). Die Schüttung kann somit weder durch Aare, noch durch Kander/Simme erfolgt sein. An der Basis ist aufgearbeitetes Material aus den Liegendsedimenten typisch. Die Kirchdorf-Deltaschotter bilden den mächtigen, ein älteres Relief eindeckenden Deltakörper (Fig. 1, 3). Sie folgen über der ausgeprägten Erosionsdiskordanz.
- Die lithostratigraphisch höchste Einheit der «Liegendserie» wird von sandig-siltigen, horizontal geschichteten Rhythmiten gebildet (= Warven im Thalgut, SCHLÜCHTER 1976b). Sie sind im Liegenden der Erosionsdiskordanz reliktsch erhalten (bis max. 4 m, Fig. 1). Sie überlagern konkordant
- eine feinkörnige Moräne der sog. «Schlammoränen»- oder waterlaid till-facies mit der charakteristisch auftretenden «zufälligen» Schichtung, angedeutet durch geringmächtige (mm-Bereich) und horizontal wenig ausgedehnte siltige Sandlagen, sonst massig und von charakteristischer mausgrauer Farbe, max. 3 m mächtig.

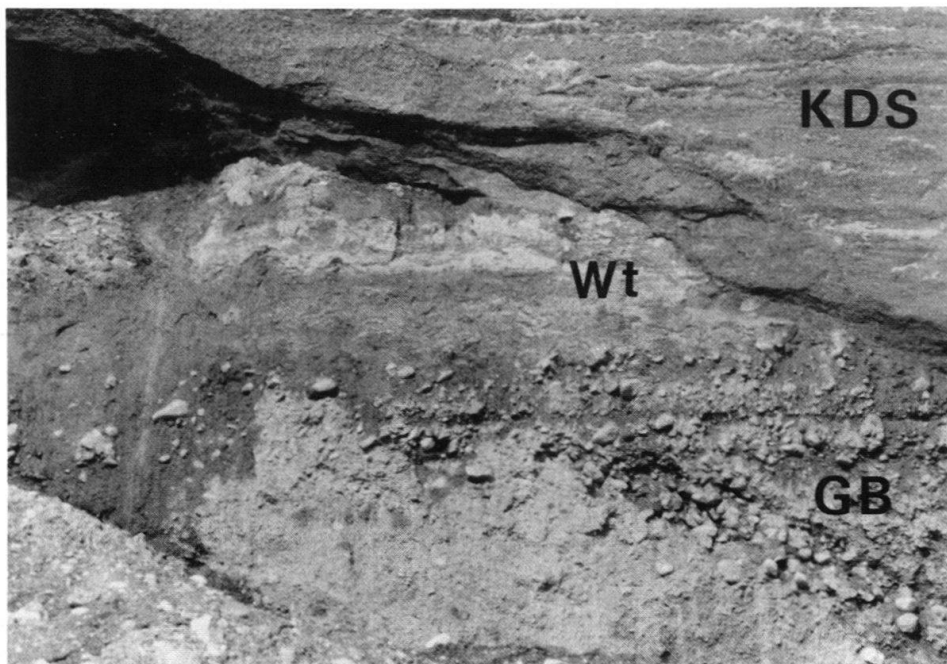


Fig. 3. Detail des Kontaktes Kirchdorf-Deltaschotter (KDS) mit Liegendserie; Wt: Waterlain till, GB: Gerzensee-Blockmoräne/Eisranddelta mit top-sets.

Diese Schlamm-Moräne überlagert mit einem komplizierten von soft-rock Deformationen geprägten Kontakt

- grobblockige Delta top-sets (bis 3 m mächtig), die von foresets unterlagert werden (Fig. 1, 3). Es handelt sich hier wiederum um ein ausserordentlich mächtiges Delta (bis 20 m im Aufschluss und weitere 45 m in der erbohrten Abfolge). Der Aufbau der einzelnen Schüttungsereignisse ist oft diamiktisch und vor allem nach oben auffallend blockreicher (coarsening upwards). Auffallend sind besondere erratische Blöcke von aufgearbeiteten älteren Lockergesteinen und compaction faulting. Der aufgeschlossene Teil des Deltas entspricht einer raschen Schüttung in einen Eisrandsee. Der direkte Gletschereinfluss leitet sich aus dem Korngrössenspektrum, der diamiktischen Schlammströme, der Geröllmorphometrie und der Geröllpetrographie ab. Die Zusammensetzung ist wiederum frisch alpin, d.h. Komponenten aus Helvetikum und zentralalpines Kristallin dominieren über wenig aufgearbeitete Molasse. Aufgrund der reduzierten Aufschlussverhältnisse ist diese Einheit früher als Blockmoräne bei Gerzensee bezeichnet worden (SCHLÜCHTER 1976b).

Diese Einheit wird in 45 m Bohrtiefe ab Grubensohle in einem kontinuierlichen Übergang abgelöst von den liegenden, zur gleichen Beckenfüllung gehörenden

- bottom-sets, oder feinkörnigen, nach unten zunehmend feiner geschichteten «Seebodenlehen». Diese werden, ab 60 m Bohrtiefe, zunehmend rhythmischer geschichtet und fossilreich (Ostrakoden, Gastropoden, reichliche Holzreste). Aufgrund der regionalen Verhältnisse handelt es sich hier um die *Jaberg-Seetone* (SCHLÜCHTER 1976b). Das Liegende dieser Einheit ist nicht erbohrt worden.

Somit lässt sich das Thalgut-Profil wie folgt zusammenfassen (vom Hangenden zum Liegenden):

Grundmoräne
 Vorstoss-Schotter
 (Paläoboden)
 Fluvioglaziale Schotter
 Thalgut-Seetone
 Kirchdorf-Deltaschotter
 (bedeutendes Paläobodenrelikt mit Erosionsdiskordanz)
 «Warven» im Thalgut
 Waterlaid Till
 Eisrand-Delta (Gerzensee Blockmoräne)
 Jaberg-Seetone.

Bis hinauf in die Thalgut-Seetone ist die ganze Abfolge praktisch ausschliesslich von limnischen Ereignissen verschiedener fazieller Prägung dominiert.

Die bedeutende Erosionsdiskordanz im mittleren Bereich der Schichtreihe widerspiegelt ein wichtiges landschaftsgenetisches Ereignis. Sie ist im Abbaugebiet grossflächig aufgeschlossen und zeigt ein räumlich stark gegliedertes Relief. Im nördlichen Grubenabschnitt sind unmittelbar ab erosivem Kontakt ins Liegende intensive und bis > 1 m mächtige Karbonatausfällungen zu beobachten, wie sie das Liegende der mächtigen Pedogenesen auf den Deckenschottern der Ostschweiz charakterisieren. Dort gehören sie als Wiederausfällung des im Hangenden pedogen gelösten Karbonats zur Bodenbildung. Diese Analogieargumentation wird hiermit auf das Thalgutprofil angewendet. Das heisst nun aber, dass die durch die Erosionsdiskordanz markierte Schichtlücke mit ihrem Paläobodenrelikt einen bedeutenden Zeitraum umfasst.

3. Altersbeziehungen

Aus den Thalgut-Seetonen ist im Laufe der Jahre eine grosse Anzahl fossiler Holzstücke, sog. Laden geborgen worden. An ausgewählten, und z.T. aus eingemessenen Horizonten herausgelösten Proben ist mit der Radiokarbonmethode das Alter bestimmt worden. Diese Altersbestimmungen waren einerseits aufsehenerregend und von grossem Einfluss auf unser damaliges stratigraphisches Modell (WELTEN 1976, SCHLÜCHTER 1976a), andererseits in Bezug auf die Lage der Proben im Profil durch weitere methodische Ansätze zu überprüfen. Wir gestatten uns hier, im Rahmen dieser Zusammenfassung, auf eine wiederholte Diskussion des «Thalgut-Effektes» zu verzichten und auf vorhandene Darstellungen hinzuweisen (SCHLÜCHTER 1982, 1986).

Somit verbleibt momentan für die Alterszuweisung der Thalgut-Lithostratigraphie nur das palynostratigraphische Erfassen von Thalgut-, resp. Jaberg-Seetonen. Die *Thalgut-Seetone* (Fig. 2) enthalten nach Max Weltens mehrmaligen Analysen eine warmzeitliche Vegetationsentwicklung, die er aufgrund der Profilabfolge der Eem-Warmzeit (oder Eem-Interglazial) zuweist (WELTEN 1982, 1988).

Die in der Tiefe erbohrten *Jaberg-Seetone* enthalten eine bisher unbekannte palynostratigraphische Profilentwicklung mit einem hohen Anteil an *Fagus* (bis 60% der Baumpollen) und mit *Pterocarya*, dem Relikt aus älteren Warmzeiten (bis 8% der Baumpollen). Damit sind die Jaberg-Seetone der Thalgutbohrung einer älteren Warmzeit zuzuordnen.

Der Versuch, basale Lagen der Kirchdorf-Deltaschotter oder die «Warven» im Thalgut palynostratigraphisch zu erfassen scheiterten an der Pollenarmut dieser Schichten, resp. dem ausschliesslich kaltzeitlichen Charakter der Vegetation.

4. Korrelationsmöglichkeiten

Die lithostratigraphische Korrelation des Thalgutprofils mit den weiteren Grossaufschlüssen in den Talflanken des mittleren Aaretals ist befriedigend abgesichert (SCHLÜCHTER 1976a, KELLERHALS & ISLER 1983). Schwierigkeiten bietet immer noch die Korrelation von Talrand- mit Rinnenmitenprofilen (SCHLÜCHTER 1984, KELLERHALS & ISLER 1983). Für überregionale Korrelationsversuche kommen zur Zeit nur palynostratigraphische Kriterien in Frage. Somit wird auch für diese Diskussion die Profilserie von Meikirch zum palynostratigraphischen Bezug (WELTEN 1982b, 1988). Die dort vorhandene palynostratigraphische Abfolge zeigt innerhalb der gleichen lithostratigraphischen Einheit (Seetone) ein Pollenprofil der Eem-Warmzeit, unterlagert von einem kaltzeitlichen Profilabschnitt, der seinerseits von einer weiteren Warmzeit, die MAX WELTEN als Holstein-Warmzeit ausgeschieden hat, unterlagert wird. Nun fehlen aber in Meikirch im dort als Holstein-Warmzeit definierten Intervall die bedeutende *Fagus*-Dominanz und *Pterocarya*, wie sie für den Polleninhalte im tieferen Bereich der Jaberg-Seetone in der Thalgutbohrung typisch sind. Daraus kann geschlossen werden, dass es sich bei den beiden tieferen, palynostratigraphisch im Thalgut und in Meikirch erfassten Warmzeiten, da vegetationskundlich unterschiedlich entwickelt, um zwei verschieden alte Interglaziale handelt. Da nun aber die beiden Warmzeiten im Profil Meikirch innerhalb der gleichen lithostratigraphischen Einheit, offenbar ohne wesentlichen Hiatus in der Sedimentbildung, liegen, ist für die *Pterocarya*-Warmzeit (=H_p) vom Thalgut höheres Alter anzunehmen.

Aus dieser komplizierten palynostratigraphischen Nomenklatorsituation ergibt sich die folgende Korrelationswahrscheinlichkeit: (1) die Eem-zeitlichen Profilabschnitte im Thalgut (= Thalgut-Seetone) und in Meikirch sind palynostratigraphisch korrelierbar, (2) das Holstein-Interglazial von Meikirch (= H_M) ohne *Pterocarya* kann dem durch Erosionsdiskordanz und Paläobodenrelikt dokumentierten Intervall im Thalgut ganz oder teilweise entsprechen. Die jetzt noch reliktisch erhaltene und an die Erosionsdiskordanz gebundene Paläopedogenese weist, im Vergleich mit den Bodenentwicklungen auf den Ostschweizer Deckenschottern, auf einen grossen zeitlichen Inhalt hin, dem nicht nur interstadialer Zeitwert zuzuordnen ist. Als zeitliches Modell-Aequivalent bietet sich somit für dieses Intervall das H_M -Interglazial von Meikirch vorläufig an. (3) das Interglazial der Jaberg-Seetone, von MAX WELTEN (1988) ebenfalls als Holstein bezeichnet (= H_P) ist in der Abfolge von Meikirch nicht enthalten. Weil in Meikirch die beiden Warmzeiten in der gleichen lithostratigraphischen Einheit enthalten sind, wird aus Gründen der lithostratigraphisch längeren Abfolge im Thalgut das H_P -Interglazial älter als das gesamte Meikirch-Profil eingestuft. – Dieser Korrelationsversuch ist als vorläufige Arbeitshypothese und als zeitliche Minimalinterpretation aufzufassen, wobei das Liegende der Erosionsdiskordanz im Thalgut und auch der zeitliche Inhalt dieser selbst, noch älter, aber nicht jünger, sein können.

5. Zusammenfassung

Die eiszeitstratigraphische Bedeutung des Thalgutprofils lässt sich in 4 Punkten zusammenfassen:

1. Die warmzeitlichen (See-)Sedimente sind in einer komplexen lithostratigraphischen Abfolge eingebettet, wobei die Beziehungen der einzelnen Einheiten zueinander im Aufschluss nachvollziehbar sind. Damit sind die Bedingungen, die an ein Bezugsprofil gestellt werden, erfüllt.
2. Zwei verschiedene Warmzeiten sind im bisher erfassten Profilbereich durch vegetationskundlich signifikante palynostratigraphische Abfolgen nachgewiesen worden. Eine dritte Warmzeit dazwischen ist durch die reliktisch erhaltene Verwitterung im Liegenden der Erosionsdiskordanz gegeben. Ein Vergleich mit den tiefgründigen Pedogenesen auf den Ostschweizer Deckenschottern macht eine interstadiale Zuordnung der reliktischen Pedogenese kaum wahrscheinlich. Ebenso ist eine sekundäre Aufkalkung der reliktischen Pedogenese nicht anzunehmen. Damit wird das Thalgutprofil zu einem umfassenden eiszeitstratigraphischen Bezugsprofil des nördlichen Alpenvorlandes.
3. Die Bedeutung des Begriffes «Riss» wird nun unklar. Ist «Riss» als chronostratigraphischer oder klimastratigraphischer Begriff für die vorletzte Eiszeit zu verwenden oder als paläogeographischer Begriff für die «Grosse Vergletscherung» der Alpen? Da die vorletzte Eiszeit nicht mehr als das grosse Eiszeitereignis dasteht, drängt sich die Neudefinition des Begriffes «Riss» und der älteren Klassifikationssysteme auf.
4. Mit dem grössenordnungsmässigen Erfassen der stratigraphischen Dimensionen der Thalgut-Schichtreihe wird deutlich, dass die maximale Tiefenerosion der nördlichen Alpenvorlandtäler mindestens einen Vergletscherungszyklus älter ist als bisher angenommen wurde.

Verdankungen

Der Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung hat mit den Krediten Nr. 2.698-0.80 und Nr. 2.093-0.83 unsere Untersuchungen im Thalgut unterstützt. Ebenso hat das Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kt. Bern die Forschungsbohrung CS-SNF-3 subventioniert. Diese grosszügigen Unterstützungen sind verbindlichst verdankt. Herzlich danke ich Herrn Prof. Dr. S. Wegmüller, Bern, für seine konstruktiv-kritischen Beiträge zu dieser Mitteilung.

LITERATURVERZEICHNIS

- BECK, P., & RUTSCH, R.F. 1958: Geologischer Atlas der Schweiz. Erläuterungen zu Atlasblatt 21. Schweiz. Geol. Komm.
- KELLERHALS, P., & ISLER, A. 1983: Profilserie durch die Quartärfüllung des Aare- und Gürbetroses zwischen Thunersee und Bern. *Eclogae geol. Helv.* 76/2, 417–430.
- NUSSBAUM, F. 1922: Exkursionskarte der Umgebung von Bern, Geologisch bearbeitet, 1:75 000, Kümmerly & Frey (Bern).
- SCHLÜCHTER, Ch. 1976: Die lithostratigraphische Gliederung der letzteiszeitlichen Ablagerungen zwischen Bern und dem Thunersee. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Führer zur Exkursionstagung des IGCP-Projektes 73/1/24 "Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere" vom 5.–13. Sept. 1976 in den Südvogesen, im nördlichen Alpenvorland und in Tirol, Stuttgart-Hohenheim (Manusk.).
- 1976b: Geologische Untersuchungen im Quartär des Aaretals südlich von Bern (Stratigraphie, Sedimentologie, Paläontologie). *Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F.*, 148.
 - 1982: Die lithostratigraphische Gliederung der Ablagerungen seit der letzten Zwischeneiszeit. *Geogr. Helv.* 1982/2, 85–92.
 - 1984: Die wissenschaftliche Kernbohrung im Aaretal bei Kiesen, Kt. Bern. *Diss. Bot.* 72 (Festschrift Welten) p. 255–273, Cramer (Braunschweig).
 - 1985: Kiesgrube Thalgut. Die vollständigste eiszeitliche Schichtenfolge im Schweizer Mittelland. In: Guidebook to the Excursions of Oct. 16 and 17, 1985. Symp. INQUA-Subcomm. Europ. Quatern. Stratigr. ETH-Zürich, Oct. 14–17, 1985.
 - 1986: Chronostratigraphy of the most complete Quaternary section in the circumalpine area. In: HURFORD, A.J., JÄGER, E., & TEN CATE, J.A.M. (Eds.): *Dating Young Sediments*, CCOP-Technical Publication 16, 23–36, Bangkok.
 - (im Druck): The most complete Quaternary Record of the Swiss Alpine Foreland. *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.* (im Druck).
- WELTEN, M. 1976: Das Jüngere Quartär im nördlichen Alpenvorland der Schweiz auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Führer zur Exkursionstagung des IGCP-Projektes 73/1/24 "Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere" vom 5.–13. Sept. 1976 in den Südvogesen, im nördlichen Alpenvorland und in Tirol, Stuttgart-Hohenheim (Manusk.).
- 1982a: Stand der palynologischen Quartärforschung am Schweizerischen Nordalpenrand. *Geogr. Helv.* 1982/2, 75–83.
 - 1982b: Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpen-Vorlandes der Schweiz. *Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F.* 156.
 - 1988: Neue pollenanalytische Ergebnisse über das Jüngere Quartär der nordalpinen Schweiz (Mittel- und Jungpleistozän). *Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F.* 162.

Manuskript eingegangen am 16. September 1988

Revision angenommen am 10. November 1988