

**Zeitschrift:** Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

**Herausgeber:** Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

**Band:** 17 (1976)

**Heft:** 2

**Artikel:** Der "Seewener See" : refraktionsseismische Untersuchung an einem spätglazialen bis fröhholozänen Bergsturz-Stausee im Jura

**Autor:** Heaberli, W. / Schneider, A. / Zoller, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1088899>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Der «Seewener See»: Refraktionsseismische Untersuchung an einem spätglazialen bis frühholozänen Bergsturz-Stausee im Jura

W. HAEBERLI, A. SCHNEIDER, H. ZOLLER

## 1 Einleitung

Der sogenannte «See» westsüdwestlich von Seewen befindet sich am Südrand des Gempenplateaus und am Fuss der hier am weitesten nach Norden vorgeschobenen Jurafalte (Homberg-Wisig-Antiklinale), ca. 15 km südlich von Basel (Landeskarte 1:25 000, Blatt 1087 Passwang, Geol. Atlas der Schweiz, Blatt 3 Laufen, Bretzwil, Erschwil, Mümliswil). Der flache Talboden ist der Überrest eines ehemals etwa 2,5 km langen und durch die Bergsturzmassen nördlich von Fulnau gestauten Sees (vgl. Abb. 1). Nach *Annaheim* und *Barsch* (1963) fallen die ersten Versuche zur Absenkung des Sees bereits in das 15. Jahrhundert und gegen das Ende des 16. Jahrhunderts wurde ein rund 200 m langer Stollen durch die Bergsturzablagerung, das «Seeloch» gegraben. Die Voraussetzung zu einem ergiebigen Anbau schuf aber erst 1919 das baselstädtische Wasserwerk, indem es den Seebach korrigierte und die Talebene drainierte. Bis heute allerdings ist der Ertrag nicht immer optimal, da spezielle hydrologisch-pedologische Probleme vorliegen (hoher Grundwasserstand und reduzierte Infiltrationsmöglichkeit in den starken Setzungsbewegungen unterworfenen Seesedimenten, vgl. *Luder* 1976). Im Rahmen des physisch-geographischen Forschungsprogrammes «TERRA» (Terrestrial Ecosystem Resources Research and Analysis) des Geographischen Instituts der Universität Basel (*Leser* 1975) wird das Ökosystem des Seegebiets intensiv untersucht (*Luder* 1975, *Mosimann* 1975), wobei neben morphologischen, geländeklimatologischen, hydrologischen und pedologischen Aspekten in Zusammenarbeit mit dem Botanischen Institut der Universität Basel auch pflanzensoziologische und vegetationsgeschichtliche Fragen behandelt werden sollen. Die vorliegende refraktionsseismische Untersuchung mit den entsprechenden Begleitarbeiten (Sondierbohrungen, einzelne Sedimentanalysen) sollte in diesem Zusammenhang in erster Linie Grundlagen für die Planung einer Kernbohrung für detaillierte sedimentologische und palynologische Untersuchungen ergeben, doch lassen sich anhand der Resultate auch einige hydrologische, morphologische und palaeoklimatische Fragen diskutieren.

## 2 Sondierbohrungen

Um erste Vorstellungen über Mächtigkeit und Alter der Sedimente sowie den Erhaltungszustand der Pollen zu bekommen, wurde vorerst etwa in der Mitte des Hauptbeckens (Bohrung 1 in Abb. 2) eine Sondierbohrung mit dem tragbaren Benzinbohrhammer «Cobra» (Atlas-Copco) des Geographischen Instituts der Universität Basel durchgeführt. Als Basis der teilweise torfähnlichen, schluffig-tonigen

Seesedimente konnten in 11 m Tiefe schwach kantengerundete Kiese festgestellt werden, nachdem die Seesedimente bereits unterhalb von 9,5 m in zunehmendem Masse mit Sand und einzelnen kleinen, kaum kantengerundeten Kalkfragmenten durchsetzt zu sein schienen. Zwischen 2 und 5 m Tiefe gestaltete sich die Probeentnahme ausserordentlich schwierig, da der sehr hohe Wassergehalt der Sedimente die Kerne immer wieder aus der Bohrhülse gleiten liess. Unterhalb von 5 m Tiefe waren die Proben nur noch mehr oder weniger feucht, was als erster Hinweis auf ein «schwappendes», auf die obersten Meter der Seefüllung beschränktes Grundwasservorkommen gelten kann.

Die erste orientierende Pollenauszählung einer Probe aus 10,69–10,70 m Tiefe ergab ein reichliches Vorkommen von Hasel (*Corylus*) und etwas Eiche (*Quercus*) bei häufigem Auftreten der Föhre (*Pinus*). Dagegen konnten Buche und Tanne nicht festgestellt werden. Der Pollengehalt dieser Probe weist auf eine Entstehung während der frühen Wärmezeit, Boreal, hin (Zeitraum zwischen ca. 6800–5500 v. Chr., vgl. *Firbas* 1949, *Zoller/Kleiber* 1971). Da diese Probe nicht die tiefste der Bohrung war und zudem die Bohrung nicht an der tiefsten Stelle des Seebeckens durchgeführt wurde (vgl. Abb. 2 und 3), ist anzunehmen, dass die Sedimentation einiges früher einsetzte und dass der Bergsturz von Fulnau vor mindestens 8000 Jahren, spätestens in der ersten Hälfte des Boreals, evtl. im Praeboreal, möglicherweise aber bereits im ausgehenden Spätglazial niedergegangen ist. Eine kurze Durchsicht von Proben aus 3,7 und 9 m Tiefe bestätigt leider, dass – wie beim eben beschriebenen Horizont – nur wenige und meist schlecht erhaltene Pollen vorhanden sind, so dass bis heute erst das genannte Mindestalter angegeben werden kann.

Als Objekt vegetationsgeschichtlicher Forschung wäre jedoch der in nur 540 m Meereshöhe gelegene Seewener See von wesentlicher Bedeutung, da geeignete Untersuchungsmöglichkeiten in der planaren, kollinen und untermontanen Stufe des nördlichen Juras und im Hochrheingebiet zwischen der Burgundischen Pforte und Nordzürich nur äusserst spärlich vorhanden sind. Weiter westwärts liegen die nächsten günstigen Torfmoore in den Freibergen (vgl. *Joray* 1942), weiter östlich zwischen Möhlin und Wallbach (vgl. *Härri* 1932). So stellte sich sofort die Frage, ob nicht an anderen Bohrpunkten im Seewener See bessere Pollenspektren ausgezählt werden könnten. In der Annahme, dass der schlechte Erhaltungszustand der Pollen in Bohrung 1 durch das oxydierende Milieu im Bereich des Frischwasserzuflusses des Seitenbaches aus dem Homberggraben bedingt sei, sind später noch zwei weitere Sondierbohrungen durchgeführt worden (Bohrungen 2 und 3 in Abb. 2), wobei jeweils nur einige Proben aus ca. 5 m Tiefe entnommen wurden. Es zeigte sich, dass zwar eine Probeentnahme infolge des hohen Wassergehaltes in 2–5 m Tiefe tatsächlich äusserst schwierig, aber die Pollenfrequenz und der Erhaltungszustand der Pollen im Strömungsschatten des Seitenbaches wesentlich besser sind. Über eine eingehende Pollenanalyse an diesen Bohrpunkten kann erst später berichtet werden. Immerhin wurden in den Proben aus 5 m Tiefe überraschend hohe Werte von Weisstannen-Pollen festgestellt. Diese Weisstannen-Dominanz ist um so bemerkenswerter, als die Tanne noch heute an den Schatt'hängen südlich des Seewener Sees sehr häufig auftritt. Es ergeben sich aus den vor-



Abb. 1: Senkrechtluftaufnahme des Untersuchungsgebietes. Der «Seewener See» (A), an dessen Ostende sich das Dorf Seewen (B) befindet, wurde am Ende der letzten Eiszeit durch den Bergsturz von Fulnau gestaut. Dieser Bergsturz ist aus dem nördlichen Malmschenkel der Homberg-Wisig-Antiklinale losgebrochen (C) und hat sich nach Nordwesten umbiegend (D) in das obere Seetal (E), auch Pelzmühlental genannt, ergossen. Ausschnitt aus der Luftaufnahme Nr. 2276 vom 7. 8. 1970 der Eidgenössischen Landestopographie. Norden ist oben.

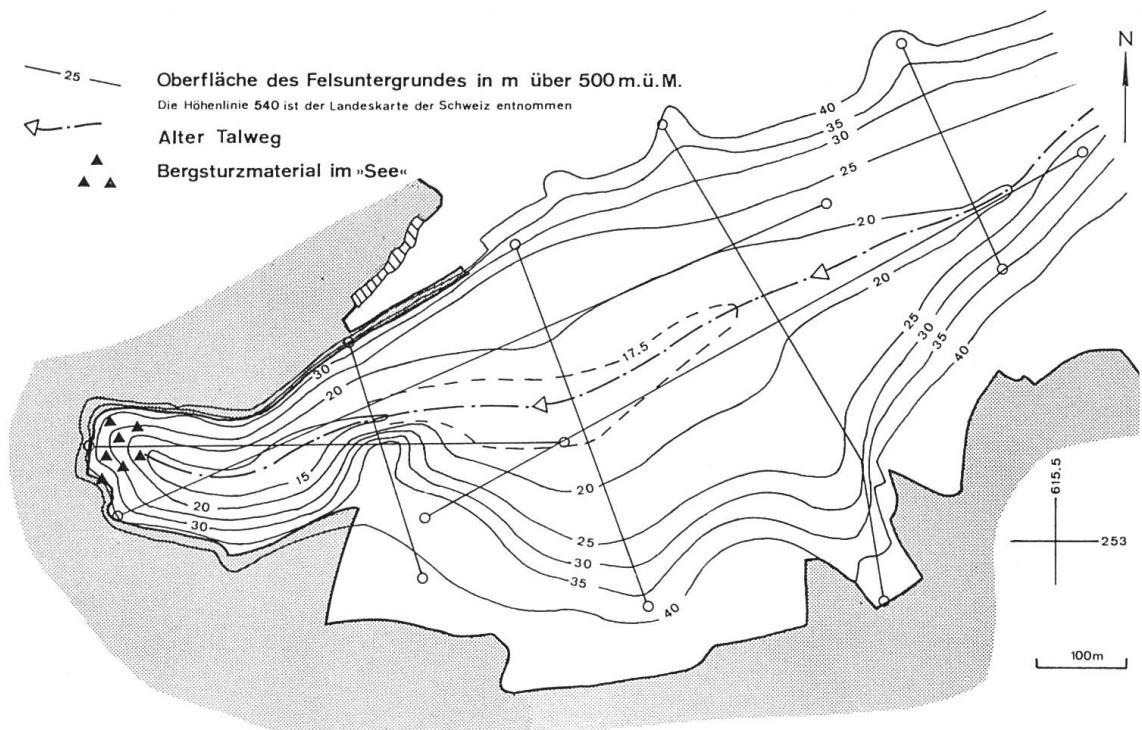


Abb. 2: Seewener See-Situation: Auslage der Seismik, Geschwindigkeiten des 1. Refraktors, Bohrungen.

liegenden Befunden gewisse Anhaltspunkte dafür, dass die Weisstanne (*Abies*) auf tonigen, zu Staunässe neigenden Böden über Oxfordien und Argovien bei schattiger Exposition verbreitet gewesen ist, wovon noch heute in ähnlicher Meereshöhe Restbestände vorhanden sein dürften (z. B. nördl. Chilpen bei Diegten, Kt. Baselland). Auf die Frage, ob das reichliche *Abies*-Vorkommen östlich Fulnau natürlich oder künstlich ist, können selbstverständlich nur detaillierte Pollenprofile eine befriedigende Antwort geben. Im Falle, dass sich die hohen *Abies*-Werte bei einer systematischen Untersuchung des Seewener Sees auch durch Makrofossilien bestätigen lassen, käme der nördliche Jura auch als Einwanderungsweg der Weisstanne in den Südschwarzwald und evtl. in die Vogesen in Betracht (vgl. hierzu Zoller 1964).

In dieser Situation wurde beschlossen, die Grundlagen für eine optimale Plazierung einer Kernbohrung mit einer refraktionsseismischen Untersuchung zu beschaffen.

### 3 Refraktionsseismik

Die refraktionsseismische Untersuchung wurde im Februar 1974 unter Mithilfe von Studenten des Geographischen Instituts der Universität Basel durchgeführt und konzentrierte sich auf das Hauptbecken (Abb. 2 und 3). In der Auslage (vgl. Abb. 2) wurden Geophonabstände von 10, 15 und 30 m verwendet. Gearbeitet wurde mit dem Sicherheitssprengstoff Gamsit A (ca. 50–100 g pro Schusspunkt)

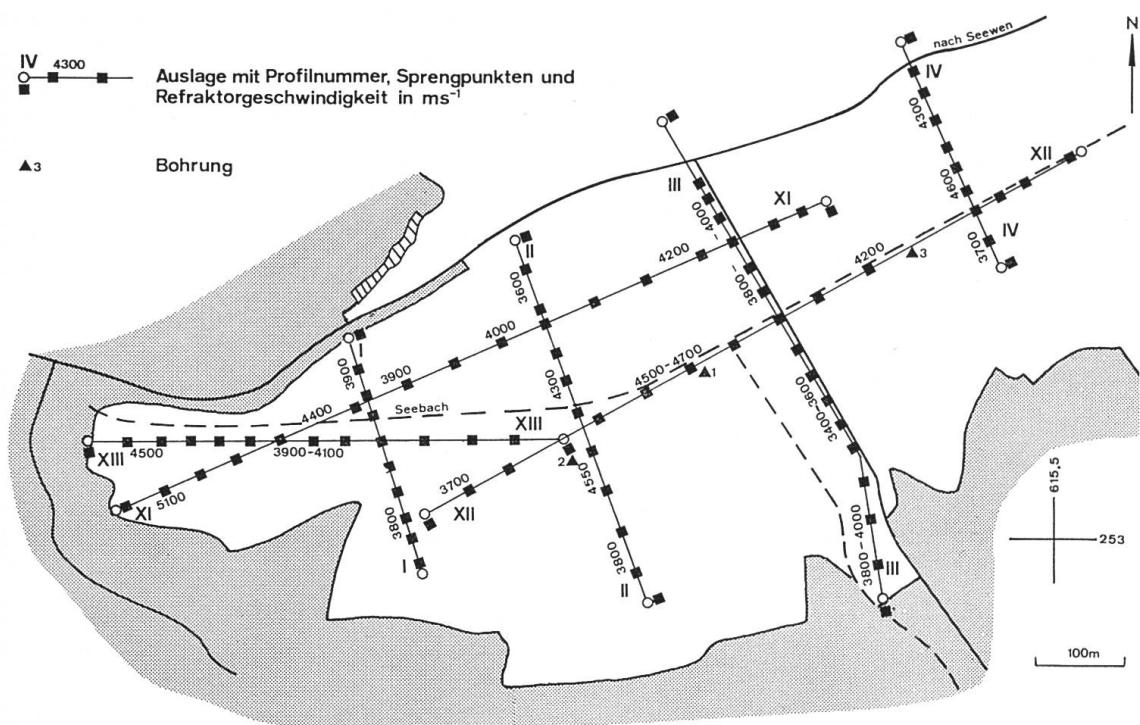


Abb. 3: Seewener See: Höhenlinienplan des Seeuntergrundes (Seeoberfläche: ca. 535 m. ü. M.).

und einer 24-Kanal-Apparatur. Die Sprenglöcher reichten bei einer durchschnittlichen Tiefe von 1,5–2 m meist bis ins Grundwasser und im kompakten, kaum wasserdurchlässigen Boden des «Sees» konnte ohne weiteres mit Wasser verdämmt werden. Insgesamt wurden bei einer totalen Profillänge von 3460 m (7 Profile) rund 100 Sprengungen an 270 Geophonen registriert. Die Auswertung der Seismogramme erfolgte durch Teilnehmer des Geographischen Praktikums der Universität Basel (P. Brodmann, R. Glauser und A. Oppliger-Back: Refraktionsseismische Untersuchungen im Seewener Seebecken, Praktikumsarbeit, Geographisches Institut Universität Basel, Sommersemester 1974) nach den üblichen Verfahren (vgl. z.B. BENTZ 1961, HAGEDOORN 1959).

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in den Seesedimenten liegen durchwegs zwischen 500 und 1000 m/s, meist bei etwa 600 m/s. Diese Werte liegen deutlich unter den Werten, die in Grundwasser zu erwarten sind (Schallgeschwindigkeit im Wasser: ca. 1500 m/s). Es bestätigt sich damit, dass im ganzen Hauptbecken nur eine wenige Meter mächtige, «schwebende» Grundwasserschicht vorhanden ist, unter der die Seesedimente mehr oder weniger trocken sind. Welcher Art die Untergrenze dieses Grundwasservorkommens ist (Grundwasserstauer innerhalb der Seesedimente?), ist ungeklärt. Eine Verbindung des Grundwassers mit den liegenden Kalken und ihrem Karstsystem dürfte sich auf die Randpartien oder lokal eng begrenzte Stellen beschränken (z. B. bei dem Ponor des Hägenloches, vgl. LUDER 1976).

Als Geschwindigkeit des ersten Refraktors treten im ganzen Untersuchungsbereich Werte auf, die den hier in Frage kommenden Malmkalken (Rauracien) zugeordnet werden können (ca. 4000 bis 4700 m/s, vgl. Heckendorf 1974). Das Verteilungsmuster der Refraktorgeschwindigkeiten zeigt allerdings insofern eine Besonderheit, dass in den randlichen Partien fast durchwegs etwas langsamere Geschwindigkeiten auftreten (ca. 3600 bis 4300 m/s, vgl. Abb. 2), was möglicherweise auf Verkarstungsphänomene zurückzuführen ist.

An einigen Stellen (vorwiegend in der Nähe des ursprünglichen Bachverlaufes und im Bereich des Seitenbaches aus dem Homberggraben) gibt es Anzeichen dafür, dass zwischen Seesedimenten und Kalk eine weitere Schicht mit Geschwindigkeiten zwischen 1500 und 1900 m/s eingeschaltet ist, die wegen ihrer geringen Mächtigkeit bei den verwendeten Geophonabständen seismisch kaum mehr auszumachen ist. Nach der Sondierbohrung 1 wurde diese Schicht als grundwasserführende Schotter- oder Kiesschicht interpretiert. Ein entsprechendes 3-Schichtmodell ergibt etwas grössere Felstiefen als hier dargestellt.

Die in Abb. 3 dargestellte Topographie des Felsuntergrundes wurde aufgrund eines 2-Schichtmodells, also ohne Berücksichtigung der nicht mit Sicherheit festgestellten Zwischenschicht gerechnet. Ohne weiteres lässt sich der ursprüngliche Bachverlauf mit leichtem Mäandercharakter erkennen, wobei etwa beim «Umlaubberg» an der Kreuzungsstelle der Profile I und XIII die Gleit- und Prallhangasymmetrie durch eine ausgeprägte Nord-Süd-Asymmetrie (nordexponierter Hang steil, südexponierter Hang flach) ersetzt ist. Eine analoge Reliefasymmetrie ist im Trockental «Chesslet» zwischen der Karstwanne von Hochwald und der Falkenfluh zu erkennen. Diese Formen müssen wahrscheinlich im Zusammenhang mit der hocheiszeitlichen Hydrographie des Gebietes (durch Permafrost blockierter Karst) gesehen werden (Haeberli 1973), doch ist die palaeoklimatische Aussagekraft solcher Talasymmetrien bis heute umstritten (vgl. z. B. Washburn 1973). Der Bergsturz von Fulnau selbst ist kaum in das Becken eingedrungen, bei weitem der überwiegende Teil ist ins «Seetel» (auch «Pelzmühletal» genannt) abgeflossen. Die Seesedimente erreichen in der Nähe des Bergsturzriegels eine maximale Mächtigkeit von rund 20 m (Seeoberfläche: ca. 535 m ü. M.). Weiter zeigt sich, dass unter den in der Sondierbohrung 1 angefahrenen Kiesen (= periglaziale Schotter?) keine weiteren Seesedimente liegen, was als weiterer Hinweis auf spätglaziales oder fröhholozänes Alter des Bergsturzes angesehen werden kann.

#### 4 Gedanken zur Entstehung des Seewener Sees

Die morphologische Situation des Bergsturzes von Fulnau ist augenfällig: Spätestens unmittelbar nach der Jurafaltung hat die Verkarstung die Homberg-Wisig-Antiklinale angegriffen. Dabei dürften die flachen Scheitelpartien und die stark geklüfteten Scharnierstellen besonders anfällig gewesen sein, während an den steilen Schenkeln der Oberflächenabfluss gefördert wurde (vgl. Aubert 1969). Heute ist der Scheitel des östlichen Teils der Homberg-Wisig-Antiklinale grösstenteils entfernt. Während so der nördliche Malmschenkel seine «Aufhängung» verlor, schnitt sich der Seebach in die schwach ausgeprägte Synklinale am Südrand des Gempenplateaus ein. Das Seebachtal nähert sich dabei ostwärts immer mehr

dem Fuss der Antiklinale. Dort, wo der Seebach diesen erreicht und bis auf die Oxfordmergel angeschnitten hat, ist der Bergsturz erfolgt (*Annaheim/Barsch* 1963). Zwischen etwa 600 und 730 m ü. M. ist auf eine durchschnittliche Breite von 350–400 m eine Korallenkalkplatte von rund 60 m Mächtigkeit losgebrochen. Bei einer mittleren Hangneigung von etwa  $25^{\circ}$  im Abrissbereich sind rund 7 bis 8 Millionen Kubikmeter Fels auf den Mergeln und Tonen des unteren Malm abgegliitten und haben sich nach Nordwesten umbiegend einige hundert Meter weit ins «Seetel» ergossen. Dabei wurde im oberen Teil des Tales der «See» aufgestaut, der sich dann bis in die letzten Jahrhunderte erhalten und dem Dorf an seinem Ostende den Namen (Seewen) gegeben hat.

Nach den vorliegenden Untersuchungen kommt nun zu dieser allgemeinen Situation noch der zeitliche Aspekt. Aus den Alpen sind viele spätglaziale Bergstürze bekannt (vgl. z. B. *Heuberger* 1966, 1975, *Jäckli* 1957), die im allgemeinen mehr oder weniger direkt mit dem Rückzug der Eiszeitgletscher in Zusammenhang gebracht werden. Ein solcher Zusammenhang kann beim Bergsturz von Fulnau ausgeschlossen werden, da das Gebiet würmzeitlich sicher unvergletschert war (vgl. dazu z. B. *Barsch* 1969). Dass der Bergsturz dennoch ausgerechnet am Ende der letzten Eiszeit niedergegangen ist, lässt vermuten, dass schmelzender Permafrost eine massgebliche Rolle gespielt hat. Schon 1948 hat *Poser* für den würmzeitlichen Jura Permafrost angegeben und nach *Kaiser* (1960) kam der Jura in den kältesten Phasen der letzten Eiszeit sogar in die Zone der kontinuierlichen Permafrostverbreitung zu liegen. 1968 wies *Barsch* aufgrund seiner Untersuchungen an periglazialen Seesedimenten in Karstwannen daraufhin, dass Permafrost in den höheren Lagen des Jura letzteiszeitlich mehr oder weniger kontinuierlich verbreitet gewesen sein muss. Gestützt in erster Linie auf *Büdel* (1953) hat er allerdings für tiefere Lagen nur sporadischen Permafrost angenommen. Kürzlich hat nun *Washburn* (1973) unter Benützung der neuen Arbeiten von *Péwé* (1966, vgl. auch *Brown* und *Péwé* 1973) über die klimatische Abhängigkeit von Eiskeilen gezeigt, dass kontinuierlicher Permafrost im Mitteleuropa der letzten Eiszeit kaum mehr in Frage gestellt werden kann und dass in den kältesten Phasen mit Depressionen der Jahresmitteltemperatur der Luft von mindestens  $15^{\circ}\text{C}$  gegenüber heute gerechnet werden muss. Da fossile Eiskeile, ja ganze Eiskeilnetze auch aus dem Hochwürm und Spätglazial der Schweiz bekannt sind (z. B. *Furrer/Fitze* 1970, *Wick* 1973), dürfte Ähnliches auch für den Jura gelten.

Die zeitliche Stellung des Bergsturzes von Fulnau ist nicht das einzige Indiz für eiszeitlichen Permafrost im Gebiet. Das ganze Trockentalsystem im südlichen Teil des Gempenplateaus (z. B. Herrenmatt–Chesslet–Wenstel) scheint unter eiszeitlichen Permafrostbedingungen zumindest reaktiviert und morphologisch überprägt worden zu sein (*Haeberli* 1973). Durch Permafrost blockierter Karst (vgl. *Barsch* 1968) hat dabei nicht nur Oberflächenabfluss in den heute trockenliegenden Tälchen ermöglicht, sondern vielleicht in der Karstwanne von Hochwald auch einen wenig tiefen See entstehen lassen. In Tabelle I sind verschiedene Sedimentanalysen aus vergleichbaren Situationen zusammengestellt. Sand-, Schluff- und Tongehalt unterscheiden die Sedimente im Seewener See und in der Mulde von Hochwald eindeutig vom Löss auf dem Bruderholz, was sich auch bei den Sor-

Tabelle 1:

	Kies (%)	Sand (%)	Schluff (%)	Ton (%)	So	Sk	Kalk (%)	pH
Seewener See	0 – 0.5	10–15	um 50	35–40	2–10	0.3 – 1.5	10–40	7–8
Mulde von Hochwald	0.7–5	10–20	50–65	15–30	3– 5	0.5 – 0.9	0.5–20	7–8
Periglaziale Seen (Jura)	0 – 1.0	2,5–10	65–75	20–28	2.5–mehr als 3.5	weniger als 0.2 – 0.8	0–25	?
Löss (Bruderholz)	0 – 0.6	2–10	75–90	6–20	1.5–2.5	0.8 – 1.0	5–40	7–8
Lösslehm (Bruderholz) (z. T. verschwemmt)	0 – 1.0	3–17	50–90	10–35	1 – 7.5	0.35–1.0	1–10	6.5–8.5

## Anmerkungen:

Die Angaben für den Seewener See umfassen 6 Proben, nämlich die Proben 83–86 aus 0.4–1.5 m Tiefe aus Luder (1976), S. 40 ff. und 2 Proben aus 1.6 und 8.1 m Tiefe aus der 1. Sondierbohrung (diese Arbeit).

Die Werte für die Mulde von Hochwald stammen aus einer 3 m tiefen Sondierbohrung an der tiefsten Stelle der Karstwanne (10 Proben) (*Haeberli*, unveröffentlicht).

Die Werte für periglaziale Seen im Jura wurden der Tabelle gegenüber S. 128 in *Barsch* (1968) entnommen (7 Proben, nämlich die Proben 44a, 55, 56, 94, 43.1, 84 und 85.1).

Die Löss- und Lösslehmwerte stammen aus einem 10 m mächtigen Profil, das beim Bau des Personalhauses des Bruderholzsitals aufgeschlossen wurde (*Haeberli*, unveröffentlicht). Dabei stand nur in den obersten 2 m nicht-entkalkter (wahrscheinlich würmzeitlicher) Löss an, die holozäne Bodenbildung war bei den Bauarbeiten entfernt worden (10 Proben Löss, 52 Proben Lösslehm).

Die Angaben für Kalkgehalt beziehen sich auf das Feinmaterial unter 0.063 mm.

Die Werte sind z. T. leicht gerundet.

tierungskoeffizienten ( $S_o$ ) widerspiegelt. Die Sortierungskoeffizienten weisen dafür Ähnlichkeit mit den Werten aus periglazialen Seesedimenten auf, bei der Mulde von Hochwald auch mit Werten aus dem Lösslehm (Schwemmlehm?). Kiesanteil, Symmetriekoeffizient ( $S_k$ ) und pH zeigen kaum markante Unterschiede, während der Kalkgehalt im Lösslehm erwartungsgemäss viel geringer ist als in den Seesedimenten von Seewen (und selbstverständlich auch als im Löss). Die Korngrößenverteilung unterscheidet auch Seewener See und Mulde von Hochwald untereinander, indem im Seewener See der Schluffanteil kleiner, der Tonanteil dagegen wesentlich grösser ist als in der Mulde von Hochwald. Der Gehalt an organischem C würde zweifellos den Unterschied zwischen holozänen und hocheiszeitlichem Seesediment am besten charakterisieren, ist aber leider für die Mulde von Hochwald bisher nicht bestimmt worden.

Es entsteht damit das Bild eines hocheiszeitlich durch Permafrost blockierten Karstes, wie das schon *Barsch* (1968, 1969) gefordert hat. Die wahrscheinlich bereits im Tertiär angelegten Trockentäler des Tafeljuras (*Annaheim/Barsch* 1963) führten im kontinuierlichen und wahrscheinlich mehr als hundert Meter dicken Permafrost (*Washburn* 1973, vgl. zur Frage der Permafrostmächtigkeit z. B. auch *Judge* 1973) wieder Wasser und in einem seichten Seelein in der Mulde von Hochwald mit Überlauf im Trockental von «Chesslet»–Falkenfluh sedimentierte Löss (?) und

Verwitterungslehm (Schluff und Ton aus den umliegenden Frostschutndecken, vgl. *Barsch* 1969). Das Schmelzen des eiszeitlichen Permafrostes hat dann wahrscheinlich den letzten Impuls für das Niedergehen des Bergsturzes von Fulnau gegeben. Eine detaillierte pollenanalytische Untersuchung der Seesedimente, nach Möglichkeit kombiniert mit Radiokarbondatierungen, könnte helfen, den Zeitpunkt dieses palaeoklimatologisch sehr interessanten Ereignisses präziser zu fassen. Darüber hinaus könnte sie ermöglichen, die holozän-morphodynamische Entwicklung zu verfolgen, wobei vor allem der Einfluss der menschlichen Rodungs- und Ackerbautätigkeit auf die Bodenerosion im Einzugsgebiet des Seewener Sees von Interesse ist.

## 5 Nachwort und Dank

W. Haeberli war für die Planung der Arbeit, die Durchführung und Auswertung der Sondierbohrungen und die morphologisch-klimageschichtliche Interpretation verantwortlich. A. Schneider stellte die seismische Apparatur zur Verfügung und leitete zusammen mit W. Haeberli die Durchführung und Auswertung der Seismik. H. Zoller übernahm die Auswertung und Interpretation der Pollenproben.

Die Feldarbeiten wurden im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprogrammes des Geographischen und des Botanischen Instituts der Universität Basel von der Freiwilligen Akademischen Gesellschaft finanziell unterstützt. Das Gas- und Wasserwerk der Stadt Basel gestattete als Grundeigentümer die Durchführung der Seismik auf dem «See» und stellte die vorhandenen Kartengrundlagen (Drainagepläne) zur Verfügung. Herr A. Schwarzentruber vom Geographischen Institut der Universität Basel half bei den Sondierbohrungen und der Seismik mit und besorgte die Aufbereitung der Sediment- und Pollenproben. Herr B. Baur, ebenfalls vom Geographischen Institut der Universität Basel, übernahm die infolge des dichten Drainagenetzes im «See» notwendige sorgfältige Vermessung der Sprengpunkte.

Ihnen allen, vor allem aber auch den hier nicht namentlich erwähnten freiwilligen Helfern unter den Studenten des Geographischen Instituts der Universität Basel, sei hiermit unser herzlicher Dank ausgesprochen.

## LITERATUR

- Annaheim, H. und Barsch, D. (1963): Geographischer Exkursionsführer der Schweiz. Gempenplateau und angrenzende Teilregionen. Geographica Helvetica 18, S. 241–267.*
- Aubert, D. (1969): Phénomènes et formes du Karst jurassien. Eclogae Geologicae Helveticae 62, S. 325–399.*
- Barsch, D. (1968): Periglaziale Seen in den Karstwannen des Schweizer Juras. Regio Basiliensis, Heft IX/1, S. 115–134.*
- Barsch, D. (1969): Studien zur Geomorphogenese des zentralen Berner Juras. Basler Beiträge zur Geographie, Heft 9, 221 S.*
- Benz, A. (1961): Lehrbuch der angewandten Geologie. Bd. 1, Stuttgart.*
- Brown, R. J. E. und T. L. Péwé (1973): Distribution of Permafrost in North America and its Relationships to the Environment: a Review, 1963–1973. Permafrost – Second International*

- Conference, North American Contribution, NAS, Washington, D. C., S. 71–100.
- Büdel, J.* (1953): Die «periglazial»-morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas auf der ganzen Erde. *Erdkunde* 7, S. 249–266.
- Firbas, F.* (1949): Waldgeschichte Mitteleuropas 1, Jena, 480 S.
- Furrer, G. und Fitze, P.* (1970): Beitrag zum Permafrostproblem in den Alpen. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, Jahrgang 115, Heft 3, S. 353–368.
- Haeberli, W.* (1973): Morphogenese des Gempenplateaus. In: Autorenkollektiv: Die Oberflächenformen der Region Basel – ein geomorphologischer Exkursionsführer, provisorische Fassung, hektographiert, Geographisches Institut der Universität Basel, Exkursion 9, S. 120–139.
- Hagedorn, J. G.* (1959): The plus-minus method of interpreting seismic refraction sections. *Geophysical Prospecting* VII, Vol. 2, S. 158–182.
- Heckendorf, W.* (1974): Zur Tektonik der Vellerat-Antiklinale (Berner Jura). Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz – Neue Folge, 147. Lieferung, 49 S.
- Heuberger, H.* (1966): Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain- und Oetztal. *Wissenschaftliche Alpenvereinshefte*, Heft 20, 126 S.
- Heuberger, H.* (1975): Das Oetztal – Bergstürze und alte Gletscherstände, kulturgeographische Gliederung. *Innsbrucker Geographische Studien* 2, S. 213–230.
- Härri, H.* (1932): Löss- und pollenanalytische Untersuchungen am Breitsee (Möhlin, Aargau). *Mitteilungen der Aargauer Naturforschenden Gesellschaft* 19, S. 99–152.
- Jäckli, H.* (1957): Gegenwartsgeologie des bündnerischen Rheingebietes. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Geotechnische Serie, Lieferung 36, 136 S.
- Joray, M.* (1942): L'Etang de la Gruyère. Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse, 25, 117 S.
- Judge, A. S.* (1973): Deep Temperature Observations in the Canadian North. *Permafrost – Second International Conference, North American Contribution*, NAS, Washington, D. C., S. 35–40.
- Kaiser, K.* (1960): Klimazeugen des periglazialen Dauerfrostbodens in Mittel- und Westeuropa. *Eiszeitalter und Gegenwart* 11, S. 121–141.
- Leser, H.* (1975): Das physisch-geographische Forschungsprogramm des Geographischen Instituts der Universität Basel in der Regio Basiliensis. *Regio Basiliensis*, Heft XVI – 1/2, S. 55–78.
- Luder, P.* (1975): Die Physiotope des Seewener Sees. Zusammenhänge zwischen ihren hydrogeographischen Verhältnissen und dem oberflächennahen Untergrund. *Arbeitsbericht. Regio Basiliensis*, Heft XVI – 1/2, S. 92–95.
- Luder, P.* (1976): Die Physiotope des Seewener Sees. Zusammenhänge zwischen ihren hydrogeographischen Verhältnissen und dem oberflächennahen Untergrund. *Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Basel*.
- Mosimann, Th.* (1975): Mikroklimatische Untersuchungen im Gebiet des Seewener Sees. *Arbeitsbericht. Regio Basiliensis*, Heft XVI – 1/2, S. 86–89.
- Péwé, T. L.* (1966): Paleoclimatic significance of fossil ice wedges. *Bulletyn Peryglacjalny* 15, S. 65–73.
- Poser, H.* (1948): Boden- und Klimaverhältnisse in Mittel- und Westeuropa während der Würmeiszeit. *Erdkunde* 2, S. 53–68.
- Washburn, A. L.* (1973): Periglacial processes and environments. Edward Arnold Ltd., London, 320 S.
- Wick, P.* (1973): Fossiles Rieseneiskeilsystem in spätglazialen Schottern im vorderen Prättigau (Graubünden/Schweiz). *Zeitschrift für Geomorphologie – Neue Folge*, Supplement-Bd. 16, S. 15–24.
- Zoller, H.* (1964): Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in der Schweiz. *Zeitschrift f. d. Forstwesen* 115, S. 681–700.
- Zoller, H. und H. Kleiber* (1971): Überblick der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte in der Schweiz. *Boissiera* 19, S. 113–128.