

Zur Entwicklung der Horwer Bucht und des angrenzenden Steinibachriedes

Autor(en): **Küttel, Meinrad / Lorenz, Hans Georg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern**

Band (Jahr): **31 (1990)**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-523519>

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.

Zur Entwicklung der Horwer Bucht und des angrenzenden Steinibachriedes

MEINRAD KÜTTEL & HANS GEORG LORENZ

Zusammenfassung

Die Ergebnisse basieren auf einer 156,45 m tiefen Bohrung im Steinibachried, der geologischen Interpretation der Schichtenfolge und auf Pollenanalysen. Die Molasse wurde in einer Tiefe von 285 m ü. M. erreicht. Daraus resultiert eine glaziale Übertiefung von 149,25 m. Die Beckenfüllung besteht vom Liegenden zum Hangenden aus Schotter, Moräne, Seesedimenten, Deltaablagerungen und Verlandungsbildungen. Die Auffüllung war diskontinuierlich. Der grösste Teil der Ablagerungen, mindestens 100 m, wurde im Atlantikum und Subboreal geschüttet.

Résumé

Les résultats se basent sur un forage profond de 156,45 m dans le Steinibachried, sur une interprétation géologique de la suite des couches et sur l'analyse des pollens. On est arrivé à la molasse à une profondeur de 285 mètres au-dessus du ni-

Einleitung

Der Vierwaldstättersee besitzt am nördlichen Ende zwei Arme, wobei der eine heute wesentlich länger ist als der andere (Abb.1).

veau de la mer. Il en résulte une déformation glaciaire profonde de 149,25 m. Le bassin est rempli de pierres concassées, de moraine, de sédiments du lac et du delta et de matériaux provenant du terrement. Le remplissage s'est fait d'une manière discontinue. La plus grande partie des sédiments, 100 m au minimum, fut déposé au cours de l'Atlantique et du Subboreal.

Abstract

The results are mainly based on the geological interpretation and pollen analysis of the sediments of a 156.45 m long core at the Steinibachried. The molasse is situated 285 m above sea level, which points to a pleistocene overdeepening of 149.25 m. The filling of the trough consists of gravels, moraine deposits, lake sediments, delta gravels and fen deposits. The most part of the filling, at least about 100 m, has been deposited discontinuously during the Atlantic and the Subboreal.

Der eine ist der Luzerner See und der andere die Horwer Bucht. Beide sind in Bruchzonen angelegt, die quer zum Streichen der Molasse verlaufen und die in der südlichen Fortsetzung auch für den Durchbruch Stans

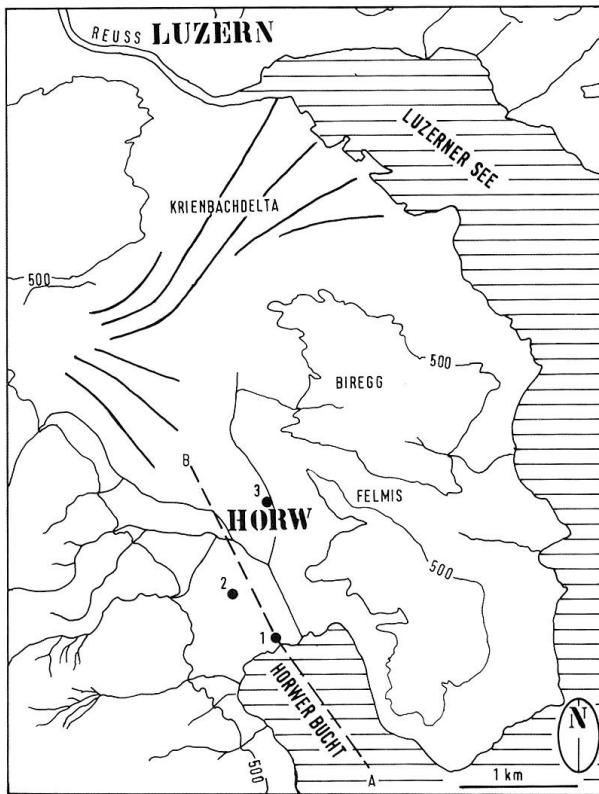


Abb.1: Geographische Übersicht. A–B: Lage des Profils der Abb.3. Punkte 1, 2, 3: Lage der Bohrungen der Abb.3.

–Stansstad mitverantwortlich sind (HANTKE 1980). Die generelle Richtung der beiden Vierwaldstätterseearme ist ähnlich, nämlich von SSE nach NNW.

Eine leicht gewölbte Ebene verbindet Horw mit Luzern. Sie steigt von Horw aus allmählich an, kulminiert in der Gegend der Luzerner Allmend kaum 20m über dem Spiegel des Vierwaldstättersees und fällt dann flach gegen den Ausfluss der Reuss in Luzern ab. Unter der Ebene verbirgt sich ein breiter Trog. Läge die Geländeoberkante der Trogfüllung nur etwa 30m tiefer, so wäre die Horwer Bucht mit dem Luzerner See verbunden und die Gegend Bireggwald –Kastanienbaum eine Insel.

Die heutige Morphologie ist stark beeinflusst einerseits von den präquartären und pleistozänen Vorgaben sowie der holozänen Dynamik der Pilatusbäche, insbesondere des Krienbaches und seiner Zuflüsse, die auf

dem linksufrigen Stadtgebiet von Luzern ein grosses Delta schütteten (LÜDI 1938, KOPP 1962, HANTKE 1980).

Die Fragen, die nun aufgeworfen werden können, sind etwa: Wo verläuft der Felsuntergrund, d. h. die Quartärunterlage und wie ist die Quartärfüllung zeitlich gegliedert?

Eine Reihe von Bohrungen, die zwar zu andern Zwecken abgeteuft worden sind, haben zur teilweisen Klärung dieser Fragen beigetragen. Im folgenden werden die Befunde, die speziell an einer dieser Bohrungen gewonnen worden sind, dargelegt. Sie ergänzen eine frühere Arbeit über das Spätglazial von Luzern (KÜTTEL 1982).

Ergebnisse

Bohrung Steinibachried, Gemeinde Horw LU:

(Interne Bezeichnung: Sondierung Nr.1 bei Rammsondierung 4, Koordinaten 666250/206960; 434.25 m ü. M., LK 1:25000 Blatt Luzern.)

Das Steinibachried mit dem angrenzenden Seeufer (Abb.1 u. 3) ist ökologisch sehr wertvoll und steht zu Recht unter Naturschutz. Die Flachwasserzone ist durch eine ausserordentliche Vielfalt und eine hohe Abundanz von Wasserpflanzen gekennzeichnet (LACHAVANNE et al. 1985, 1986). Das Ried ist für das nördliche Vierwaldstätterseegebiet auch heute noch verhältnismässig ausgedehnt und zudem überaus artenreich.

Die Bohrung wurde im Zusammenhang mit der Grundwasserprospektion für die Gemeinde Horw zwischen dem 25.8. und dem 16.9.1981 durch die Firma Gebr. MENGIS AG, Luzern, abgeteuft und zwar zwischen 0 und 42m im Kernbohrverfahren, darunter im Rotaryspülverfahren, wobei auf 150,5m und 165,5m Bohrkern mit Doppelkernrohr entnommen wurden.

Lithologische Ergebnisse

Die lithologischen Ergebnisse sind aus der Tabelle 1 ersichtlich (s. auch Abb. 3).

Tab.1: Lithologie der Bohrung Steinibachried (Angaben in m, 0 = Oberkante Terrain, d. h. 434,25 m ü. M.)

<i>Tiefe (m)</i>	
0 – 3,45	grauer Silt mit viel organischen Beimengungen, teilweise zersetzt, einzelne Feinsandschichten
3,45 – 5,15	grauer, geschichteter bis leicht siltiger Fein- und Mittelsand mit viel organischen Beimengungen und wenig Kies, locker gelagert
5,15 – 20,95	grauer, stark geschichteter, fast sauberer Sand mit vielen Fein- und Mittelkies-schichten und vielen organischen Beimengungen, locker gelagert
20,95 – 22,45	grauer, geschichteter, siltiger Fein- und Mittelsand mit cm-starken Lagen von stark zersetztem Torf
22,45 – 24,75	Wechsellagerung von siltigem Ton und stark siltigem Fein- und Mittelsand, deutlich geschichtet, steif
24,75 – 26,95	dito, mit mm-starken Lagen von schwach zersetztem Torf
26,95 – 31,65	bräunlichgrauer Silt mit viel Feinsand in Wechsellagerung mit stark siltigem Feinsand, fein geschichtet, organische Beimengungen
31,65 – 36,45	grauer Sand mit viel angerundetem Kies, lagenweise stark siltig, dazwischen leicht siltig mit feinen Zwischenschichten von Silt und Feinsand, viele organische Beimengungen
36,45 – 39,45	gelblichgrauer, leicht siltiger bis siltiger Sand mit vereinzelt Kieskörnern und vielen organischen Beimengungen
39,45 – 45,95	grauer, leicht siltiger gerundeter Kies mit viel Sand und Zwischenschichten aus siltigem Sand
45,95 – 59,45	gelblichgrauer Silt mit viel Feinsand, leicht tonig, mit organischen Beimengungen
59,45 – 66,45	grauer, stark siltiger Feinsand mit wenig Mittelsand und organischen Beimengungen
66,45 – 73,45	dito, etwas weniger siltig mit vielen organischen Beimengungen
73,45 – 89,45	grauer, geschichteter, siltiger Feinsand mit wenig Mittelsand und organischen Beimengungen
89,45 – 98,45	dito, jedoch feinkörniger
98,45 – 106,45	dito, schichtweise viel zersetztes Holz und Laub
106,45 – 115,05	grauer, siltiger, schichtweise leicht toniger Mittelsand mit wenig Kies und Steinen
115,05 – 115,95	Granitsteinblock
115,95 – 124,45	grauer, siltiger Mittel- und Feinsand mit Steinen und wenig Blöcken, mittelhart bis hart gelagert
124,45 – ca. 142,95	grauer, siltiger, schichtweise stark siltiger Mittelsand, mittelhart bis hart gelagert
ca. 142,95 – 149,25	fast sauberer bis leicht siltiger Kies mit Sand und Steinen
149,25 – 153,85	grauer Sandstein mit bunter Nagelfluh durchsetzt, sehr hart, auf den obersten 60 cm verwittert
153,85 – 155,75	rötlichgrauer, mittel- bis grobkörniger Sandstein- und bunter Mergelfels, hart
155,75 – 155,90	graugrüner, grobkörniger Sandstein
155,90 – 156,15	graugrüner, mittel- bis grobkörniger Sandstein mit vereinzelt rötlichen Linsen aus feinerem Sandstein, bzw. Mergel
156,15 – 156,45	olivgrauer und rotgrauer Siltstein, mittelhart

Geologische Interpretation der Sedimente

Mit der Quartärunterlage in Form von Aquitanien-Sandsteinen der Unteren Süßwassermolasse auf 285 m ü. M. ergibt sich eine quartäre Übertiefung von 149,25 m. Über

der Molasse folgen mehrere Meter Schotter, die von einer 36 m mächtigen Moräne abgelöst werden. Darüber liegen ausgedehnte, feinkörnige Seesedimente. Die Übergänge von den basalen Schottern in das Moränenmaterial (zirka 143 m unter Terrain) und

HORW

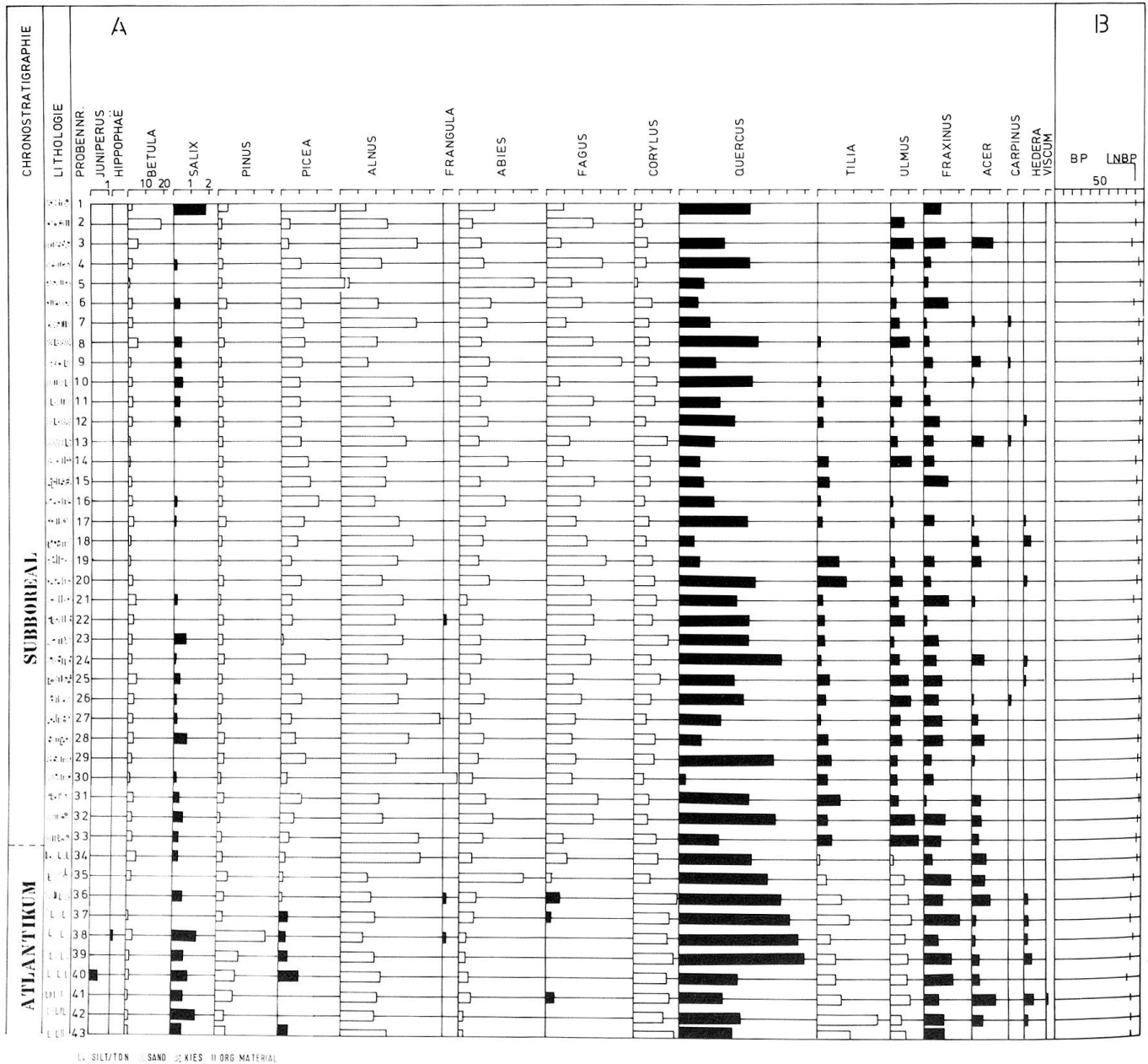
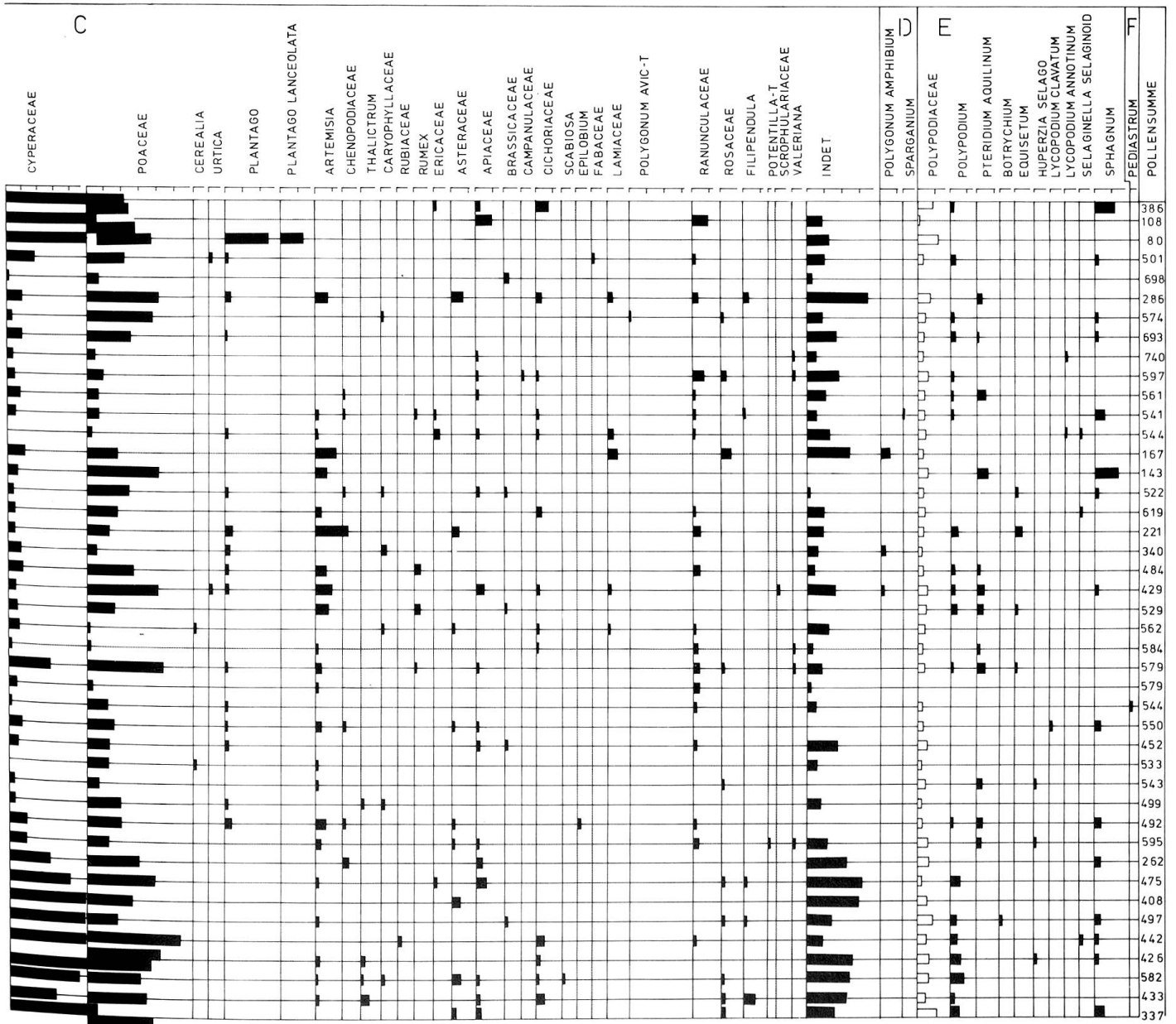


Abb. 2: Pollenanalysen an Proben der Bohrung Steinibachried, Horw.

weiter in die Seesedimente (zirka 107 m unter Terrain) konnten infolge der Bohrtechnik nicht genau ausgemacht werden. Die Ungenauigkeit liegt im Bereich von ± 5 m. Die ausgedehnten, monotonen Seesedimente werden bei etwa 46 m von Deltaablagerungen abgelöst, wobei sich merkwürdigerweise zwischen 31,65 m und 22,45 m nochmals feinkörnige Seesedimente ein-

schieben. In den obersten 5,7 m liegen Verlandungsbildungen vor.

Überblickt man diese lange, ausgedehnte Folge etwas summarisch, so liegt im Prinzip ein einfacher, nicht vollständiger Zyklus vor, nämlich basales, von Schottern unterlagertes Moränenmaterial, das abgelöst wird von Seesedimenten, die in Delta- und Verlandungsbildungen überleiten. Die theoretische



sche natürliche Fortsetzung wäre Entwicklung eines Niedermoors (ist im Steinibachried z. T. schon vorhanden), Übergang zu einem Hochmoor und dann Degeneration und Erosion in einer neuen Kaltzeit. Die vorhandene Sequenz legt natürlich den Gedanken nahe, dass es sich trotz der grossen Mächtigkeit um die Ablagerungen einer Kaltzeit, ja sogar einer einzigen Vereisungs-

und Abschmelzphase und nachfolgender Beckenfüllung handelt. Dies wurde mit Pollenanalysen überprüft.

Ergebnisse der Pollenanalysen

Eine grundlegende Schwierigkeit bei der pollenanalytischen Untersuchung bestand darin, dass es sich zu einem grossen Teil um

Tab. 2: Profil Horw: Tiefe und zeitliche Stellung der Proben.

Probennummer	Tiefe (m)	zeitliche Stellung
1	4,0– 5,7	Subboreal
2	5,7– 12,0	Subboreal
3	12,5– 13,0	Subboreal
4	13,0– 21,5	Subboreal
5	21,5– 23,0	Subboreal
6	21,5– 23,0	Subboreal
7	21,5– 23,0	Subboreal
8	23,0– 25,3	Subboreal
9	23,0– 25,3	Subboreal
10	25,3– 27,5	Subboreal
11	25,3– 27,5	Subboreal
12	27,5– 32,2	Subboreal
13	27,5– 32,2	Subboreal
14	33,0– 37,0	Subboreal
15	33,0– 37,0	Subboreal
16	33,0– 37,0	Subboreal
17	33,0– 37,0	Subboreal
18	33,0– 37,0	Subboreal
19	33,0– 37,0	Subboreal
20	33,0– 37,0	Subboreal
21	33,0– 37,0	Subboreal
22	33,0– 37,0	Subboreal
23	33,0– 37,0	Subboreal
24	33,0– 37,0	Subboreal
25	33,0– 37,0	Subboreal
26	33,0– 37,0	Subboreal
27	33,0– 37,0	Subboreal
28	33,0– 37,0	Subboreal
29	33,0– 37,0	Subboreal
30	33,0– 37,0	Subboreal
31	33,0– 37,0	Subboreal
32	33,0– 37,0	Subboreal
33	33,0– 37,0	Subboreal
34	37,0– 40,0	? Jüngerer Atlantikum
35	60,0– 67,0	Jüngerer Atlantikum
36	67,0– 74,0	Jüngerer Atlantikum
37	74,0– 80,0	Jüngerer Atlantikum
38	80,0– 85,0	ca. Mittl. Atlantikum
39	85,0– 90,0	Älteres – Mittl. Atl.
40	90,0– 94,0	Älteres – Mittl. Atl.
41	94,0– 99,0	Älteres – Mittl. Atl.
42	99,0– 102,5	Älteres – Mittl. Atl.
43	102,5– 107,0	Älteres – Mittl. Atl.

Material einer Spülbohrung handelt. Die einzelnen Proben konnten deshalb nur ausnahmsweise tiefenmässig genau lokalisiert werden. Hiaten und dergleichen sind deswe-

gen nicht auszumachen. Die stratigraphisch korrekte Beziehung der einzelnen Proben zueinander ist jedoch gewährleistet; d. h. die relative Tiefenlage der einzelnen Proben ist gesichert. Das Moränenmaterial wurde nicht pollenanalytisch untersucht, da die Erfahrungen an ähnlichen Sedimenten im Luzerner Mittelland gezeigt haben, dass sich die Mühe überhaupt nicht lohnt (KÜTTEL, unpubl.).

Zur Aufbereitung der Pollenproben s. KÜTTEL & LOTTER (1987). Es wurden insgesamt 43 Proben analysiert, über deren Tiefenlage die Tabelle 2 Auskunft gibt. Die Ergebnisse (Abb. 2) sind als Silhouetten und nicht in Form der gebräuchlicheren Polygonzüge dargestellt, da die Tiefenabstände der einzelnen Proben unregelmässig und zudem meist gross sind. Der Massstab der weissen Säulen ist gegenüber dem der schwarzen 10fach vermindert.

Die Pollenanalysen sind wegen der eingangs erwähnten Schwierigkeiten weniger vegetationsgeschichtlich zu deuten, als vielmehr zeitlich. An zeitlichen Indizien stehen zur Verfügung: Vorkommen von *Corylus* samt QM (Quercetum mixtum oder Eichenmischwald, d. h. die Summe von *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Fraxinus* und *Acer*), Vorhandensein von *Fagus*, Aufkommen von *Picea* und *Abies*, Fehlen von Dominanz-Kombinationen von *Pinus* und *Betula*, Anwesenheit von Synanthropen (Kulturbegleiter), Fehlen von NAP-Dominanzen (Nichtbaumpollen-Dominanzen) u. ä.

Als erstes darf festgehalten werden, dass wärmeliebende Elemente in allen Proben in achtbaren Mengen vorkommen. Schon die unterste analysierte Probe (zirka 105 m) stammt aus einer Warmzeit. Weiter ist ersichtlich, dass *Fagus* in allen Proben, ausser in den basalen, gefunden wurde. *Fagus*-Funde sind bekannt aus dem Holstein-Interglazial und dem Holozän, hingegen nicht aus dem Eem (= Riss/Würm, KÜTTEL 1989, WELTEN 1982, 1988). Da nun die restliche Pollenflora nicht dem Holstein entspricht, liegt ein über 100 m mächtiges Holozän vor.

Für die weitere, engere Einstufung der

Proben wurden insbesondere die Arbeiten KÜTTEL (1982), KÜTTEL & LOTTER (1987) und LOTTER (1988) herangezogen.

Die unterste Probe (Nr. 43) enthält bereits *Corylus*, samt QM und *Abies*, d. h. das Spätglazial ist nicht nachgewiesen. Es wäre durch einen hohen Anteil an NAP oder durch die Kombination *Pinus/Betula* ohne *Corylus* und QM gekennzeichnet und wird im liegenden Moränenmaterial vorliegen, wobei allerdings die Grenze Pleistozän/Holozän (10 ka B. P.)¹ mit dem vorliegenden Datenmaterial nicht genau fixiert werden kann.

Die Proben 43 bis 38 (Tiefen zwischen 80 und 107 m), charakterisiert durch hohe Werte des QM und von *Corylus*, mit *Abies* um 5 bis 10%, *Fagus* fehlend oder in Spuren, sind ins Atlantikum (8 ka B. P. bis 5 ka B. P.) einzustufen, und zwar ins Mittlere bis Ältere Atlantikum, d. h. zirka 7 ka B. P. bis 7,5 ka B. P.

Wegen der immer noch etwas geringen Werte von *Fagus* und der weiterhin hohen des QM dürften auch die Proben 37, 36 und 35 sowie eventuell 34 ins Atlantikum gehören, jedoch ins Jüngere. Zeitlich heisst das um 6 ka B. P. (die untern, aus 67 bis 85 m) bis 5 ka B. P. (die obern, aus 37 bis 67 m).

Die folgenden Proben, von denen die Nr. 33 bis 14 aus der Tiefe zwischen 33 und 37 m stammen, sind recht eintönig, wenig charakteristisch und demzufolge unsicher einzustufen. Im Vergleich zu den Rotsee-Diagrammen von LOTTER (1988) fehlen Siedlungsphasen. Nun ist nicht davon auszugehen, dass sich diese Ereignisse, die am Rotsee ab etwa 2,5 ka B. P. durch markante Pollenkombinationen und durch eine Zunahme des NAP klar nachgewiesen sind, in der Horwer Bucht überhaupt nicht bemerkbar gemacht hätten. Dies bedeutet, dass die Marke «zirka 2,5 ka B. P.» oberhalb der Probe 1 liegt, mithin muss der liegende Abschnitt ins Subboreal (5 ka B. P. bis 2,5 ka B. P.) gehören.

Eine weitere Differenzierung ergibt sich durch die Kurve von *Tilia*. Die Proben 1 bis 7 enthalten keinen Lindenpollen. Statistisch gesehen, heisst dies, dass die wahren Werte

der Linden-Kurve zwischen 0 und etwa <1% liegen. Beim Rotsee ist der starke Rückgang des Lindenpollens mit 3900 +/- 90 a B. P. datiert. Auf die Horwer Bucht übertragen bedeutet dies, dass die Sedimente in etwa 23 m Tiefe um 4 ka B. P. abgelagert worden sind. Zu erwähnen ist aber, dass am Horwer Kern neben den Pollenanalysen folgende ¹⁴C-Daten erarbeitet wurden (LÄUPPI 1983):

17 m Tiefe	2485 +/- 75 a B. P.
36 m Tiefe	3540 +/- 80 a B. P.

Diese Angaben bestätigen grundsätzlich die Einstufung ins Subboreal. Beim genauen Datenvergleich zeigen sich jedoch Diskrepanzen, deren Ursachen zwar vermutet aber nicht geklärt werden können (ungenau Korrelation Horw-Rotsee, Hartwasser-Effekt belastete Rotsee-Daten, oder die Horwer Daten geben das Alter nur ungenau wieder. Wegen des Kalkgehaltes der Rotsee-Kerne dürfte Hartwasser-Effekt zutreffend sein).

Aus den Pollenanalysen geht zweifelsfrei hervor, dass bereits die unterste analysierte Probe aus 102,5 bis 107 m Tiefe ins Ältere Atlantikum gehört. Der gesamte pollenanalytisch untersuchte Abschnitt ist deshalb ins Holozän einzustufen. Eine grobe Überschlagsrechnung ergibt eine durchschnittliche Sedimentationsrate von über 1,7 cm/a. Sie ist zwar sehr hoch, aber durch die spezielle Situation erklärbar. Diese besteht einerseits in der vorgegebenen Senke quer zum allgemeinen Streichen der Molasse, andererseits in der hohen Reliefenergie der Pilatushänge.

Die Sedimente zwischen 107 m und der Molasse stammen sicher zum grössten Teil aus dem Würm-Spätglazial. Im Vergleich mit Diagrammen aus dem Untergrund der Stadt Luzern (KÜTTEL 1982) sind sie, soweit es sich um autochthones Moränenmaterial handelt, vor dem Bölling (13 ka B. P. bis 12 ka B. P.) abgelagert worden, denn zu der

¹ a: Jahr, ka: 1000 Jahre, B. P.: before present (vor heute, d. h. vor 1950), NAP: Nichtbaumpollen.

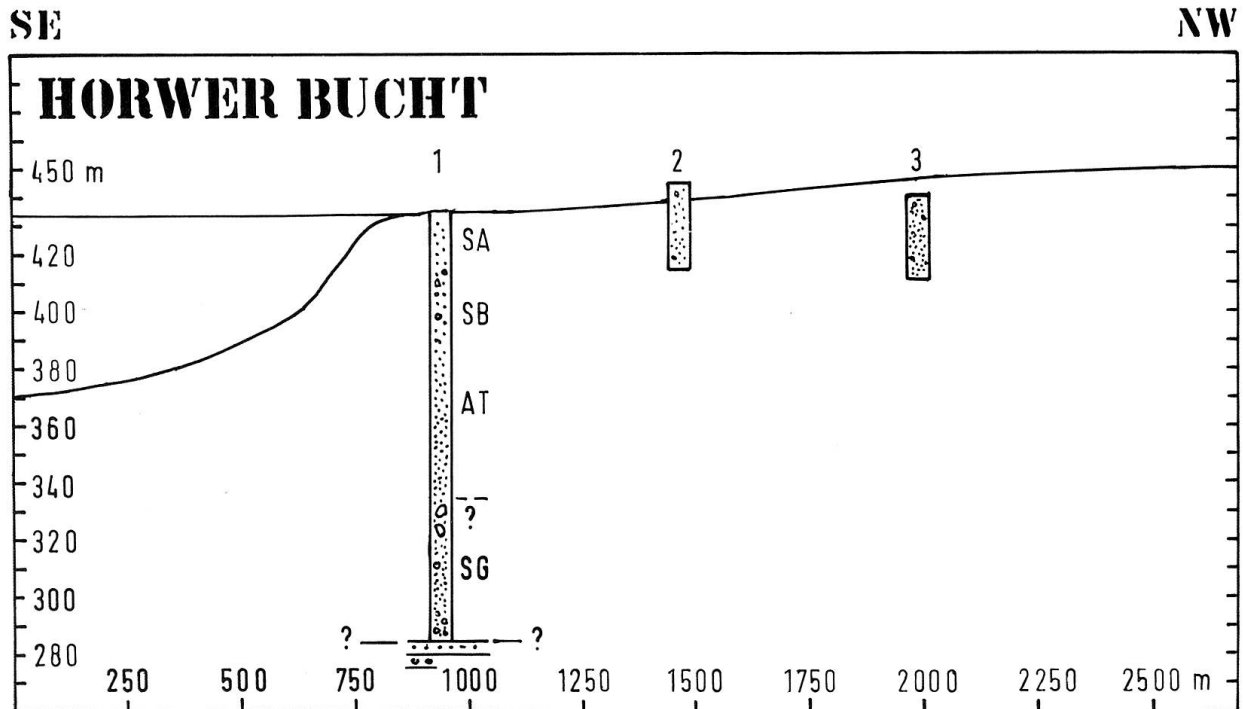


Abb. 3: Schnitt durch die Horwer Bucht–Steinibachried Richtung Luzerner Allmend. Zusätzlich zur Bohrung Steinibachried sind zwei weitere hineinprojiziert. Abkürzungen: SG Spätglazial, AT Atlantikum, SB Subboreal, SA Subatlantikum.

Zeit war Luzern schon wieder länger eisfrei (KÜTTEL 1982, 1989).

Unsicher ist die Zeitstellung der basalen eiszeitlichen Schotter.

Mit der zeitlichen Einstufung der Beckenfüllung ist nicht zugleich auch die Beckeneintiefung, d. h. die glaziale Übertiefung, datiert. Sicher ist nur, dass diese älter sein muss als die basalen Sedimente. Aufgrund der speziellen geologischen Situation ist davon auszugehen, dass die pleistozänen Eisströme mehrmals denselben Weg genom-

men haben; somit ist die Übertiefung wahrscheinlich das Ergebnis mehrerer Kaltzeiten.

Der Verlauf des Felsuntergrundes zwischen der Horwer Bucht und der Stadt Luzern linksseitig der Reuss ist immer noch weitgehend unbekannt (Abb. 3). Die vorhandenen Sondierungen reichen zuwenig weit hinunter. Lediglich im Bereich des Luzerner Bahnhofes wurde Molasse in Tiefen von 62,5 m und 75,4 m angetroffen (MENGIS & ROTH 1985, KÜTTEL 1989).

LITERATURVERZEICHNIS

- HANTKE, R. (1980): *Eiszeitalter*. – Bd. 2, Ott Verlag Thun, 703 S.
- KOPP, J. (1962): *Veränderungen von Seen und Flussläufen in der Zentralschweiz in interglazialer und postglazialer Zeit*. – Mitt. Naturf. Ges. Luzern 19, 153–166.
- KÜTTEL, M. (1982): *Veränderungen in der spätglazialen Umwelt von Luzern*. – Phys. Geographie 1, 195–204.
- KÜTTEL, M. (1989): *Züge der jungpleistozänen Vegetations- und Landschaftsgeschichte der Zentralschweiz*. – Revue de Paléobiol. 8, 525–614.
- KÜTTEL, M. & LOTTER, A. (1987): *Vegetation und Landschaft der Zentralschweiz im Jungpleistozän*. – Mitt. Naturf. Ges. Luzern 29, 251–272.
- LACHAVANNE, J.-B., JAQUET, J.-M., JUGE, R. & PERFETTA, J. (1985): *Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Vierwaldstättersees*. – Bd. I. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz et al. (Eds.), 109 S.
- LACHAVANNE, J.-B., JAQUET, J.-M., JUGE, R. & PERFETTA, J. (1986): *Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Vierwaldstättersees*. – Bd. II. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz et al. (Eds.), n. pag.
- LÄUPPI, U. (1983): *Geomorphologie im mittelländischen Reussgletschergebiet*. – Diss. Univ. Zürich, 166 S.
- LOTTER, A. (1988): *Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern*. – Diss. Bot. 124, 1–187.
- LÜDI, W. (1938): *Beitrag zur Bildungsgeschichte der Luzerner Allmend*. – Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 83, 113–130.
- MENGIS, R. & ROTH, J. (1985): *Der Baugrund im Bahnhof-Gebiet*. – Schweizer Ingenieur und Architekt 103, 612–614.
- WELTEN, M. (1982): *Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz*. – Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz N. F. 156, 1–174.
- WELTEN, M. (1988): *Neue pollenanalytische Ergebnisse über das Jüngere Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz (Mittel- und Jungpleistozän)*. – Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz N. F. 162, 1–40.

PD Dr. M. Küttel
Amtsstelle für Natur- und Heimatschutz
des Kantons Luzern
Murbacherstrasse 23
6003 Luzern

Dr. H. G. Lorenz
Mengis R. + Lorenz H. G. AG
Schlossstrasse 3
6005 Luzern

