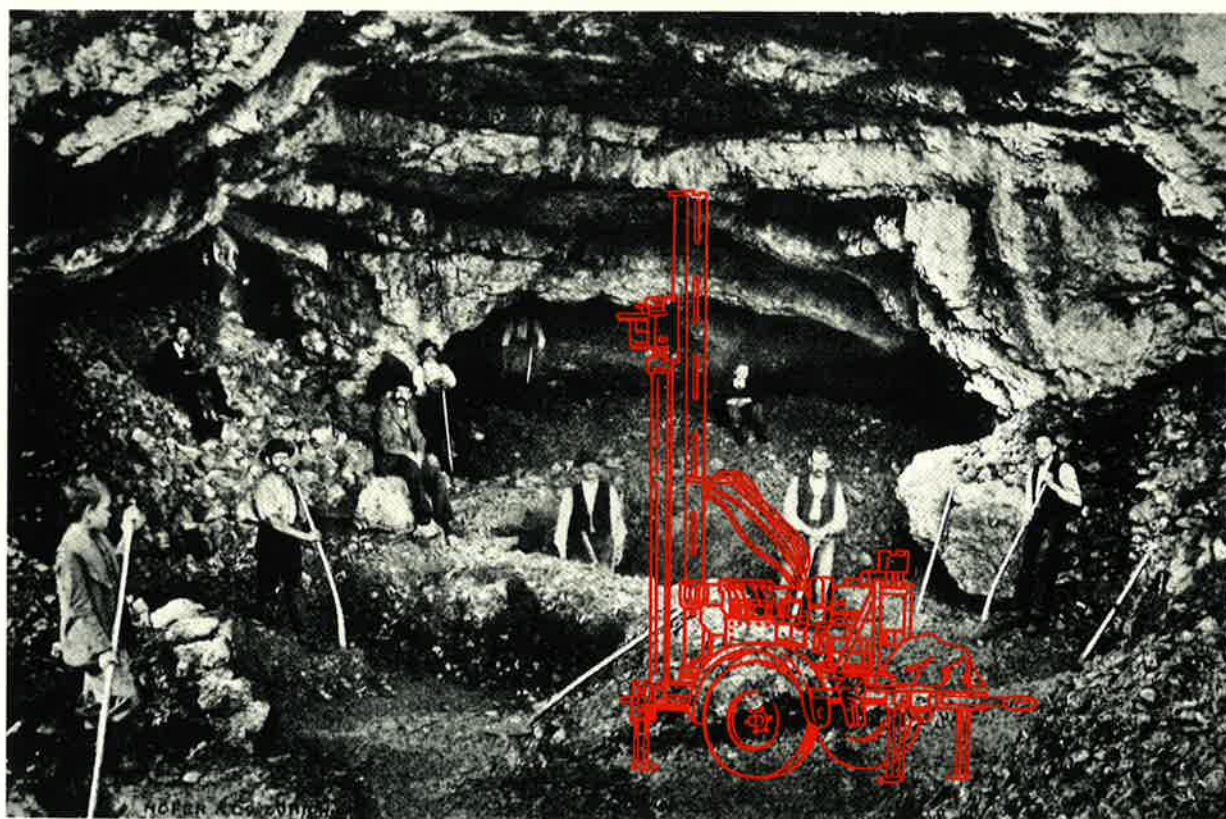


Brigitta Ammann, Hans-Georg Bandi, Mauro Buser, Louis Chaix,
Marcel Joos, Thomas Mäglin (†), Trudi Riesen, Jörg Schibler,
Werner H. Schoch, Jürg Sedlmeier, Hans Rudolf Stampfli,
Barbara Wohlfarth-Meyer

Neue Untersuchungen am Kesslerloch bei Thayngen/SH



Sondierbohrungen im östlichen Vorplatzbereich
und ihre naturwissenschaftlich-archäologische Auswertung

In memoriam
Thomas Mäglin
17. 5. 1955–27. 11. 1983



Th. Mäglin, Mont Vully 1978
(Foto: Christoph Matt)

Antiqua 17

Veröffentlichung der Schweizerischen Gesellschaft
für Ur- und Frühgeschichte

Publication de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie

Pubblicazione della Società Svizzera di Preistoria e d'Archeologia

1988

Verlag Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel

Brigitta Ammann, Hans-Georg Bandi, Mauro Buser, Louis Chaix,
Marcel Joos, Thomas Mäglin (†), Trudi Riesen, Jörg Schibler,
Werner H. Schoch, Jürg Sedlmeier, Hans Rudolf Stampfli,
Barbara Wohlfarth-Meyer

Neue Untersuchungen am Kesslerloch bei Thayngen/SH

Sondierbohrungen im östlichen Vorplatzbereich
und ihre naturwissenschaftlich-archäologische Auswertung

Wissenschaftliche Bearbeitung und Redaktion: Thomas Mäglin (†),
Jörg Schibler, Jürg Sedlmeier

Umschlagbild: Kesslerloch. Grabungen 1902/03 im Bereich des östlichen Höhleneingangs (nach Heierli 1907, Fig. 2).
Strichzeichnung: Bohrgerät, welches bei den Sondierbohrungen 1980 verwendet wurde.

Publiziert mit Unterstützung der Schweizerischen Bundesfeierspende sowie des Amtes für Vorgeschichte des Kantons Schaffhausen und der Freiwilligen Akademischen Gesellschaft der Universität Basel.

Autorenadressen:

Dr. B. Ammann, Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern.

Prof. Dr. H.-G. Bandi, Scharnachtalstrasse 12, CH-3006 Bern.

Dr. M. Buser, Dörnliweg 31, CH-4125 Riehen.

Dr. L. Chaix, Département d'Archéozoologie Muséum d'histoire naturelle, 1, route de Malagnou, CH-1208 Genève.

PD Dr. M. Joos, Ältere und Naturwissenschaftliche Abteilung des Seminars für Ur- und Frühgeschichte der Universität Basel, Petersgraben 9/11, CH-4051 Basel.

T. Riesen, C-14 Labor des Physikalischen Instituts der Universität Bern, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern.

Dr. J. Schibler, Ältere und Naturwissenschaftliche Abteilung des Seminars für Ur- und Frühgeschichte der Universität Basel, Petersgraben 9/11, CH-4051 Basel.

W.H. Schoch, Labor für quartäre Hölzer, Tobelhof 13, CH-8134 Adliswil.

J. Sedlmeier M.A., Ältere und Naturwissenschaftliche Abteilung des Seminars für Ur- und Frühgeschichte der Universität Basel, Petersgraben 9/11, CH-4051 Basel.

Dr. H.R. Stampfli, Viaduktstrasse 14, CH-4512 Bellach.

Dr. B. Wohlfarth-Meyer, Längenbergstrasse 35, CH-3297 Leuzigen.

Redaktion: K. Meier-Riva.

Übersetzungen: L. Chaix, A. Grant, C. Steiner.

Reinzeichnungen: K. Meier-Riva, Ph. Rentzel, J. Sedlmeier, B. Wohlfarth-Meyer.

Satz: M. Grauwiler, Kaiseraugst.

Satz und Druck: Reinhardt Druck Basel.

Copyright by Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel 1988.

Printed in Switzerland

ISBN 3-908006-08-9

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorwort (Hans-Georg Bandi)	8	5.	Sedimentologie. Optische Untersuchungen (Barbara Wohlfarth-Meyer)	43
2.	Forschungsgeschichte (Hans-Georg Bandi)	9	5.1.	Einleitung	43
2.1	Literatur	12	5.2.	Methodik	43
3.	Geographie und Geomorphologie (Thomas Mäglin)	13	5.3.	Problemstellung	43
3.1.	Situation der Fundstelle	13	5.4.	Die Komponenten der Fraktionen 0.5–2.0 mm resp. 0.5–1.0 mm	43
3.2.	Geographischer Überblick und Geomorphologie der weiteren Umgebung der Fundstelle	13	5.5	Die graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse	44
3.3.	Literatur	16	5.6.	Auswertung der Bohrungen	44
4.	Quartärgeologie. Granulometrische und chemische Sedimentanalyse (Marcel Joos mit einem Beitrag von Mauro Buser) ...	17	5.6.1.	Lage der Bohrungen B1 bis B7	44
4.1.	Die späte Würmeiszeit in der Nordostschweiz	17	5.6.2.	Bohrung B1	44
4.1.1.	Publikationsstand	17	5.6.2.1.	Profilbeschreibung (nach M. Joos)	44
4.1.2.	Klimatischer Überblick	17	5.6.2.2.	Optische Untersuchungen	47
4.1.3.	Vorstoss- und Rückzugsphasen des würmeiszeitlichen Rheingletschers in der Nordostschweiz	18	5.6.2.3.	Interpretation der optischen Untersuchungen	48
4.2.	EDV-Einsatz in der Sedimentologie (Mauro Buser)	18	5.6.3.	Bohrung B2	48
4.2.1.	Einleitung	18	5.6.3.1.	Profilbeschreibung (nach M. Joos)	48
4.2.2.	Beschreibung des Sedimentplotprogramms BUSER-PLOT*RPLOT.RPLOT1	19	5.6.3.2.	Optische Untersuchungen	48
4.3.	Sedimentologische Untersuchungen	20	5.6.3.3.	Interpretation der optischen Untersuchungen	49
4.3.1.	Einleitung	20	5.6.4.	Bohrung B3	49
4.3.2.	Kurze Beschreibung der Bohrungen B1 bis B7	21	5.6.4.1.	Profilbeschreibung (nach K. Meier-Riva und B. Wohlfarth-Meyer)	51
4.3.2.1.	Überblick	21	5.6.4.2.	Optische Untersuchungen	52
4.3.2.2.	Bohrung B1	23	5.6.4.3.	Interpretation der optischen Untersuchungen	52
4.3.2.3.	Bohrung B2 (nach Th. Mäglin)	24	5.6.5.	Bohrung B4	52
4.3.2.4.	Bohrung B3 (nach K. Meier-Riva)	24	5.6.5.1.	Profilbeschreibung (nach M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer)	52
4.3.2.5.	Bohrung B4	24	5.6.5.2.	Optische Untersuchungen	53
4.3.2.6.	Bohrung B5	27	5.6.5.3.	Interpretation der optischen Untersuchungen	54
4.3.2.7.	Bohrung B6	27	5.6.6.	Bohrung B5	55
4.3.2.8.	Bohrung B7	28	5.6.6.1.	Profilbeschreibung (nach M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer)	55
4.3.3.	Querprofil B1 bis B3	28	5.6.6.2.	Optische Untersuchungen	55
4.3.4.	Chemie	36	5.6.6.3.	Interpretation der optischen Untersuchungen	55
4.3.5.	Granulometrie	36	5.6.7.	Bohrung B6	55
4.3.5.1.	Korndiagramme	36	5.6.7.1.	Profilbeschreibung (nach M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer)	55
4.3.5.2.	Summationskurven	36	5.6.7.2.	Optische Untersuchungen	57
4.3.5.3.	Dreieckdarstellungen	38	5.6.7.3.	Interpretation der optischen Untersuchungen	57
4.3.5.4.	Vergleich von Geröllen der Thaynger Schotter mit Kies der Vorplatzbohrungen	38	5.6.8.	Bohrung B7	57
4.4.	Zusammenfassung	41	5.6.8.1.	Profilbeschreibung (nach B. Wohlfarth-Meyer)	59
4.4.1.	Zur Interpretation der Sedimente im Vorplatzbereich	41	5.6.8.2.	Optische Untersuchungen	59
4.4.2.	Schlussfolgerung	42	5.6.8.3.	Interpretation der optischen Untersuchungen	62
4.5.	Literatur	42	5.7.	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	62
			5.8.	Literatur	63

6.	Pollenanalytische Untersuchungen (Brigitta Ammann)	65	10.3.	Auswertung der Bohrungen	101
6.1.	Einleitung	65	10.3.1.	Bohrung B1	101
6.2.	Das Pollendiagramm aus Bohrkern B7 ..	66	10.3.2.	Bohrung B2	102
6.3.	Stichproben aus Bohrkern B2	72	10.3.3.	Bohrung B3	104
6.4.	Stichproben aus Bohrkern B3	72	10.3.4.	Bohrung B4	106
6.5.	Stichproben aus Bohrkern B5	72	10.3.5.	Bohrung B5	107
6.6.	Zusammenfassung	72	10.3.6.	Bohrung B6	107
6.7.	Literatur	73	10.3.7.	Bohrung B7	108
7.	Botanische Makroreste (Werner H. Schoch)	75	10.4.	Zusammenfassung der Ergebnisse	109
7.1.	Einleitung	75	10.5.	Literatur	111
7.2.	Bohrung B2	75	11.	Radiocarbonatierungen (Trudi Riesen und Jürg Sedlmeier)	113
7.2.1.	Bestimmungsergebnisse	75	11.1.	Vorbemerkungen	113
7.2.2.	Interpretation	76	11.2.	Bohrung B2	113
7.3.	Bohrung B3	76	11.3.	Bohrung B3	114
7.3.1.	Bestimmungsergebnisse	76	11.4.	Zusammenfassung der Ergebnisse	116
7.3.2.	Interpretation	76	11.5.	Literatur	116
7.4.	Zusammenfassung	77	12.	Synthese (Jörg Schibler und Jürg Sedlmeier)	117
7.5.	Literatur	77	12.1.	Fragestellungen	117
8.	Malacologie (Louis Chaix)	79	12.2.	Ergebnisse	117
8.1.	Le sondage B1	79	12.2.1.	Rezente gestörte Sedimentbereiche	117
8.2.	Le sondage B2	79	12.2.1.1.	Bohrung B1	117
8.3.	Le sondage B3	80	12.2.1.2.	Bohrung B5	117
8.4.	Le sondage B6	80	12.2.1.3.	Bohrungen B2 bis B7	117
8.5.	Zusammenfassung (Thomas Mäglin)	81	12.2.2.	Holozäne Sedimente	118
8.6.	Bibliographie	81	12.2.3.	Rezente ungestörte, spätglaziale Sedimente mit jungpaläolithischen Fundzonen in den Bohrungen B2 bis B7 ..	119
9.	Faunareste (Jörg Schibler und Hans Rudolf Stampfli)	83	12.3.	Ausblick	120
9.1.	Methodik	83	12.	Synthèse (Jörg Schibler et Jürg Sedlmeier)	121
9.1.1.	Probenentnahme	83	12.1.	Problématique	121
9.1.2.	Bestimmung	83	12.2.	Résultats	121
9.1.3.	Durchgeführte Untersuchungen	83	12.2.1.	Sédiments récemment remaniés	121
9.1.4.	Darstellung der Ergebnisse	83	12.2.1.1.	Sondage B1	121
9.2.	Auswertung der Bohrungen	84	12.2.1.2.	Sondage B5	121
9.2.1.	Bohrung B1	84	12.2.1.3.	Sondages B2 à B7	121
9.2.2.	Bohrung B2	87	12.2.2.	Sédiments holocènes	122
9.2.3.	Bohrung B3	89	12.2.3.	Sédiments tardiglaciaires intacts, avec horizons du Paléolithique supérieur des sondages B2 à B7	122
9.2.4.	Bohrung B4	89	12.3.	Perspectives	124
9.2.5.	Bohrung B5	91	12.	Synthesis (Jörg Schibler and Jürg Sedlmeier)	125
9.2.6.	Bohrung B6	92	12.1.	Points of investigation	125
9.2.7.	Bohrung B7	93	12.2.	Results	125
9.3.	Zusammenfassung der Ergebnisse	95	12.2.1.	Recently disturbed sediments	125
9.4.	Literatur	98	12.2.1.1.	Boring B1	125
10.	Archäologische Funde (Jürg Sedlmeier) ..	99	12.2.1.2.	Boring B5	125
10.1.	Vorbemerkungen	99	12.2.1.3.	Borings B2 through B7	125
10.2.	Fundbergung und daraus resultierender Aussagewert über die stratigraphische Position der Funde	99	12.2.2.	Holocene sediments	125
10.2.1.	Einleitung	99	12.2.3.	Intact late-glacial sediments with upper paleolithic horizons in borings B2 to B7 ..	126
10.2.2.	Bergungsphase 1	99	12.3.	Perspectives	128
10.2.3.	Bergungsphase 2	100			
10.2.4.	Bergungsphase 3	101			
10.2.5.	Bergungsphase 4	101			
10.2.6.	Zusammenfassung	101			

Abkürzungen

Bibliographie

AKB	Archäologisches Korrespondenzblatt
ASA	Anzeiger für Schweiz. Altertumskunde
CAR	Cahiers d'Archéologie Romande
JbSGU/JbSGUF	Jahrbuch der Schweiz. Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte
MAGZ	Mitteilungen der Antiquarischen Gesellschaft Zürich

1. Vorwort

Die grosse Bedeutung, welche der Fundstelle Kesslerloch bei Thayngen (Kanton Schaffhausen) schon seit dem letzten Jahrhundert im In- und Ausland zukommt, liess den Wunsch entstehen, durch neue Untersuchungen im östlichen Vorplatzbereich das mögliche Vorkommen von jungpaläolithischen Fundschichten abzuklären. Um den finanziellen Aufwand möglichst gering zu halten, wurden anstelle einer Grossgrabung Sondierbohrungen geplant. Ein vom Schaffhauser Kantonsarchäologen Jost Bürgi und dem Schreibendem dem Schweizerischen Nationalfonds unterbreitetes Beitragsgesuch wurde im März 1979 bewilligt und schuf die Grundlage für die Durchführung der Bohrungen. Weitere Förderung erhielt das Unternehmen durch den Kanton Schaffhausen (finanzieller Beitrag an die Auswertungsarbeiten, Infrastruktur des Amtes für Vorgeschichte), durch die Direktion der Portland Cementwerke AG, Thayngen (Zuleitung von Wasser und Elektrizität, Benützung von Räumlichkeiten), durch das Seminar für Ur- und Frühgeschichte, ältere und naturwissenschaftliche Abteilung, der Universität Basel (Infrastruktur und finanzieller Beitrag an die Auswertung) sowie durch die Brauereien Hürlimann AG, Zürich und Falken AG, Schaffhausen (finanzielle Beiträge). Die Bohrungen, die mit Einverständnis der zuständigen Behörden erfolgten – das Kesslerloch steht unter dem Schutz der Schweizerischen Eidgenossenschaft, das Gelände gehört dem Kanton Schaffhausen, und die Gemeinde Thayngen bemüht sich darum, die Fundstelle für Besucher attraktiv zu gestalten – wurden in der Zeit vom 11.–20. Februar 1980 durchgeführt. Sie standen unter der Leitung von Marcel Joos und Jürg Sedlmeier. Die technischen Arbeiten besorgte die Firma GU-Tiefbau, Schaffhausen. Die Auswertung dauerte länger als ursprünglich vorgesehen, so dass das Ergebnis erst jetzt veröffentlicht werden kann. An ihr beteiligten sich neben Marcel Joos und Jürg Sedlmeier folgende Spezialisten: der leider vor Beendigung

der Arbeiten verstorbene Thomas Mäglin; ferner Brigitta Ammann, Mauro Buser, Louis Chaix, Karin Meier-Riva, Jörg Schibler, Werner H. Schoch, Hans Rudolf Stampfli, Willem B. Stern und Barbara Wohlfarth-Meyer. Die ¹⁴C-Messungen besorgte kostenlos das C14-Laboratorium der Universität Bern, wofür Trudi Riesen und Hans Oeschger gedankt sei.

Mit der Gesamtedaktion der vorliegenden Publikation befasste sich zunächst Thomas Mäglin, der sich selbst in seinen letzten Lebensmonaten unermüdlich für dieses Unternehmen einsetzte. Nach seinem Tod wurde die Redaktionsarbeit unterbrochen. Sie konnte erst im Frühjahr 1986 durch Jörg Schibler und Jürg Sedlmeier wieder aufgenommen werden. Die Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte war in entgegenkommender Weise bereit, die vorliegende Arbeit zu veröffentlichen. Das Amt für Vorgeschichte des Kantons Schaffhausen sowie die Freiwillige Akademische Gesellschaft der Universität Basel unterstützten mit namhaften Beiträgen die Drucklegung; dafür sei hier herzlich gedankt.

Für die Ausführung der Reinzeichnungen danken wir Karin Meier-Riva, Philippe Rentzel, Jürg Sedlmeier und Barbara Wohlfarth-Meyer. Die Übersetzungen ins Französische und Englische verdanken wir Louis Chaix, Anny Grant und Claudia Steiner. Für die Reinschrift des Manuskripts sind wir Beatrice Moser sehr verbunden.

Allen übrigen, die in irgendeiner Weise an dieser Publikation beteiligt waren, sei ebenfalls herzlich gedankt – für das Verständnis, das dem Forschungsunternehmen entgegengebracht wurde, wie auch für die ausgezeichnete Arbeitsleistung.

Besondere Anerkennung verdient der vorbildliche Einsatz von Thomas Mäglin, dem es leider nicht vergönnt war, die Fertigstellung dieser Publikation mitzuerleben. Seine Freunde und Kollegen widmen sie deshalb in Dankbarkeit seinem Andenken.

Hans-Georg Bandi

2. Forschungsgeschichte

Hans-Georg Bandi

Résumé. L'abri sous-roche du Kesslerloch, près de Thayngen (canton de Schaffhouse) fut fouillé pour la première fois en hiver 1873/74 par Konrad Merk. En 1893, mais surtout entre 1898 et 1899, Jakob Nüesch y fit de nouvelles recherches qui furent continuées par Jakob Heierli (1902–1903). Les sondages de 1980 sont les premières recherches systématiques faites sur le site depuis ces fouilles anciennes. Ils avaient pour but de localiser, sur la partie ouest du talus, des niveaux du Paléolithique supérieur encore en place, ceci en vue d'entreprendre des fouilles futures de grande envergure.

(L.Ch.)

Abstract. The rock shelter of Kesslerloch, near Thayngen (Canton of Schaffhouse) was excavated for the first time in the winter of 1873/74 by Konrad Merk. New investigations were made in 1893, and particularly in 1898 and 1899 by Jakob Nüesch, and these were continued by Jakob Heierli (1902–1903). The sondages of 1980 were the first systematic investigations of the site to be undertaken since. Their aim was to locate Upper Paleolithic levels still in situ, on the eastern side of the platform, this in view of undertaking more extensive investigations in the future.

(A.G.)

Das Kesslerloch bei Thayngen im Norden des Kantons Schaffhausen ist seit seiner Entdeckung als prähistorische Fundstelle im Winter 1873/74 nach wie vor die reichhaltigste Magdalénien-Station der Schweiz. Wäre sie später lokalisiert und mit modernen Methoden erforscht worden, käme ihr zweifellos noch wesentlich mehr Bedeutung für die Erforschung der späteiszeitlichen Rentierjägerkultur in der Nordschweiz und im angrenzenden Süddeutschland zu. Unter den gegebenen Umständen beruhen die Erkenntnisse, die sie uns vermittelt, weitgehend auf typologischen Untersuchungen. Deshalb wurden die in dieser Publikation beschriebenen Bohrungen und Auswertungsarbeiten in der Hoffnung durchgeführt, doch noch auf Reste ungestörter Stratigraphie zu stossen, deren systematische Analyse zu weiteren Informationen führen könnte.

Das Schicksal des Kesslerlochs ist forschungsgeschichtlich interessant und bezeichnend. In Frankreich war man sich aufgrund zahlreicher bedeutender Entdeckungen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts – abgesehen von der damals noch umstrittenen Felskunst – längst über die Vielseitigkeit und die erstaunliche Spezialisierung späteiszeitlicher Jägerkulturen in Westeuropa im Klaren. Die Echtheit der immer häufiger aus ungestörten Fundschichten gehobenen Kleinkunstwerke wurde nicht angezweifelt. Die Genfer Naturforscher, die sich seit 1833 mit den verschiedenen Magdalénien-Fundstellen von Veyrier im französischen Bereich des Mont Salève befassten, zögerten deshalb nicht, die dort – zusammen mit Geräten aus Silex und organischem Material – gefundenen gravierten Tierdarstellungen als Werke des Eiszeitmenschen zu deuten (Pittard et Reverdin 1929). Diese Beurteilung durch Genfer Fachleute mag einen gewissen Einfluss auf die Forschung in der alemannischen Schweiz gehabt haben. Es sei in diesem Zusammenhang auf die kleine Höhle von Liesberg im Birstal hingewiesen, die gemäss Sarasin (1918, 232–243) bereits in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts aufgrund von Silex- und Knochenfunden auf Interesse gestossen war. Der Impuls scheint sich fortgesetzt zu haben, indem einige Jahre später mit der Erforschung einer weiteren Magdalénien-Fundstelle im gleichen Gebiet, der sogenannten Heidenküche im Kaltbrunnental, begonnen wurde (Sarasin 1918, 187–206).

Auch in Deutschland kamen zur gleichen Zeit erstmals späteiszeitliche Funde zum Vorschein, so vor allem an der Schussenquelle, rund 45 km südwestlich von Ulm. Von einer allgemeinen Anerkennung der erstaunlichen kulturellen Entwicklung am Ende des Eiszeitalters, wie es in Frankreich der Fall war, kann aber im deutschsprachigen Gebiet nicht die Rede sein. Die prähistorische Forschung erlebte zwar damals die Pfahlbau-Euphorie, aber in bezug auf die verschiedenen Phasen der Altsteinzeit steckte sie noch weitgehend in den Kinderschuhen. Bei klassischen Archäologen, Kunsthistorikern und Geschichtsforschern stiessen Funde aus der Frühzeit des Menschen auf Misstrauen, Ironie und Ablehnung. Dies kommt deutlich auch an den Vorgängen rund um die Erforschung des Kesslerlochs zum Ausdruck.

Im Jahre 1873 war dem damals in Thayngen tätigen Reallehrer Konrad Merk (1846–1914) die Kesslerloch-Grotte anlässlich einer botanischen Exkursion aufgefallen. Es gelang ihm, seinen Kollegen D. Wepf für die von ihm vermutete Siedlungsstätte des vorgeschichtlichen Menschen zu interessieren. «Am 4. Dezember begaben wir uns denn auch in Begleitung zweier älterer Schüler mit Schaufeln und Hacken versehen nach dem Kesslerloch, wo wir zufällig an einer sehr inhaltreichen Stelle in dem bereits schon hart zugefrorenen Boden einen Graben aufwarfen. Ziemlich lang blieb die gehoffte Beute aus. Erst in einer Tiefe von 1 M. zeigten sich die ersten Spuren von Thierknochen, unter denen sich einige sehr grosse Pferde Zähne befanden. Nach etwa 3 Stunden anhaltender Arbeit kehrten wir mit reicher Ausbeute an Knochen nach Hause zurück, ungewiss, ob wir es hier mit einer blossen Knochenhöhle oder mit einer menschlichen Wohnstätte zu thun hatten. Diese Ungewissheit befriedigte uns natürlich nicht, so dass wir unsere Grabungen mehr in die Tiefe fortsetzten und siehe da, es zeigten sich einzelne Feuersteinsplitter und die ersten Rennthiergeweihe, welche bei näherer Betrachtung unverkennbare Spuren einstiger Bearbeitung an sich trugen. Es war somit unzweifelhaft konstatiert, dass das Kesslerloch in vorgeschichtlichen Zeiten bewohnt gewesen war. Die Freude über unsern Fund war begreiflicherweise eine nicht geringe und um einerseits diesen zu sichern und andererseits jeder fremden Einmischung enthoben zu sein, brachten wir das Recht, in

dieser Höhle Grabungen beliebiger Art vornehmen zu dürfen, vertragsmässig an uns gegen eine nicht geringe Geldleistung an den Besitzer des Kesslerlochs» (Merk 1875, 3f.). Kurz nach Jahresende, am 4. Januar 1874, brachte Wepf einen Teil der Funde nach Zürich und legte sie dort im Polytechnikum dem Geologen Albert Heim und dem Paläontologen Paul Choffat vor; auch der vor allem durch seine Pfahlbauhypothese berühmt gewordene Altertumsforscher Ferdinand Keller wurde beigezogen. Choffat, der mit Höhlengrabungen vertraut war, reiste noch am gleichen Tag nach Thayngen, Heim folgte am 5. Januar in Begleitung des Pfahlbauforschers Jacob Messikommer. Während zwei Tagen wurde gegraben, wobei man auch zwei Arbeiter einsetzte; zu letzteren gehörte ein gewisser Martin Stamm aus Thayngen, der in der Folge eine unrühmliche Rolle als Fälscher spielen sollte. Die Ausbeute an Artefakten aus Silex und organischem Material war beachtlich, wozu sich noch zahlreiche Tierreste gesellten. Besonders hervorzuheben ist, dass Heim persönlich ein Stück Rengeweihe bergen konnte, auf dem er und Choffat bei der Reinigung in Zürich die berühmte Ritzzeichnung des «weidenden Rentiers» feststellten.

Dies war der Beginn der Erforschung des Kesslerlochs, dessen Name, wie Merk in seinem Bericht erwähnt, darauf zurückzuführen ist, dass die Stelle damals «vorüberziehenden Kesslerfamilien als schützendes Obdach gedient hat». Merks eigentliche Grabungen fanden in der Zeit vom 19. Februar bis 11. April 1874 statt. Während sieben Wochen waren durchschnittlich fünf Mann mit der Suche nach Fundstücken beschäftigt. Diese wurden nach Merk vornehmlich in einer bis zu knapp 40 cm mächtigen «schwarzen Schicht» und darunter in einer weiteren «durch Eisenoxyd rötlich gefärbten» Kulturschicht gefunden. Um sie zu untersuchen, mussten stellenweise darüber befindliche Sinterlagen «mittelst Pulvergewalt» entfernt werden. Wir können von Glück reden, dass trotz der angewandten Methoden – Pickeln, Schaufeln, Sprengen – schon bei Merks Grabungen ein umfangreiches und kostbares Inventar geborgen wurde, das neben zahlreichen Silexgeräten nicht nur viele Artefakte aus organischer Substanz, sondern auch eine ganze Reihe von zum Teil sehr beachtlichen Kleinkunstwerken umfasst. Während Merk seinen Bericht darüber vorbereitete, ging die «Ausbeutung» des Kesslerlochs aber in bescheidenerem Rahmen noch eine Zeitlang weiter. Messikommer, der von seinem Besuch mit Heim her Kenntnis von der Fundstelle hatte, beauftragte den erwähnten Arbeiter Stamm damit, den Aushub der Grabung Merk nochmals nach Artefakten zu untersuchen. Als dieser Auftrag zu Ende ging, versuchte sich der Thaynger Arbeiter als Fälscher, um das Kesslerloch als Einnahmequelle nicht ganz versiegen zu lassen.

Noch bevor Merks Bericht gedruckt wurde, veröffentlichte Albert Heim unter dem Titel «über einen Fund aus der Renthierzeit in der Schweiz» eine Beschreibung der von ihm entdeckten Rentiergravierung (Heim 1874). Im Jahr darauf folgte – ebenfalls in den «Mittheilungen der Antiquarischen Gesellschaft (der Gesellschaft für vaterländische Alterthümer) in Zürich» – Merks bereits

erwähnte Publikation «Der Höhlenfund im Kesslerloch bei Thayngen». Es ist eine beachtliche Arbeit, in der auf 42 Textseiten die Fundstelle, ihre Erforschung und deren Ergebnisse behandelt sowie auf acht Tafeln die wichtigsten Funde abgebildet wurden; beachtlich nicht nur wegen des Erscheinens so kurz nach Abschluss der Grabungen, sondern auch in Hinsicht auf die Gründlichkeit und Vollständigkeit der Beschreibungen gemäss den Möglichkeiten der damaligen Zeit (Merk 1875). Bei den Abbildungen stehen Wiedergaben von Kleinkunstwerken im Vordergrund, die zeigen, dass das Kesslerloch eine für mitteleuropäische Verhältnisse ausgesprochen reiche Spätmagdalénien-Fundstelle ist. Aus dem Rahmen fallen allerdings zwei auf Tafel II wiedergegebene, im Gegensatz zu allen andern Abbildungen nicht sorgfältig schattierte, sondern als einfache Umrisszeichnungen ausgeführte Tierfiguren, Bär und Fuchs. Kurt Gerhardt hat auf den Umstand hingewiesen, dass Merk diese zwei Gravierungen nicht bei der Beschreibung der Kleinkunstwerke erwähnt, sondern bei der Behandlung der Fauna (Gerhardt 1977, 23). Die beiden «in der Nachlese des Abraums» zum Vorschein gekommenen Gravierungen (Merk 1875, 17), sollten bald einmal Anlass zu verletzenden Verdächtigungen und Fehlinterpretationen geben. Heim hatte bei der Beschreibung der Rentierdarstellung geschrieben: «Gewiss wird mancher, der unsere Renthierzeichnung aus der Thäingerhöhle sieht, dazu den Kopf schütteln, und sagen: das kann nicht so alt sein, das muss einer höheren, späteren Culturstufe angehören!» (Heim 1874, 134). Dies tat in der Folge der deutsche Vorgesichtsforscher und spätere Begründer des «Römisch-Germanischen Zentralmuseums» in Mainz, Ludwig Lindenschmit, mit Nachdruck. Ihm war aufgefallen, dass der Bär und der Fuchs Nachzeichnungen aus dem Kinderbuch «Die Thiergärten und Menagerien mit ihren Insassen» aus dem Jahre 1868 sein müssen. Dies schien seinen Verdacht gegen die Eiszeitkunst ganz allgemein zu bestätigen und lieferte ihm die notwendige Handhabe, um sie in Bausch und Bogen zu verhöhnern.

Zu den Koryphäen, die sich mit dem Kesslerloch befassten, gesellte sich 1875 noch der Zoologe Ludwig Rütimeyer. In seiner Publikation über «Die Veränderungen der Thierwelt in der Schweiz seit Anwesenheit des Menschen» behandelte er u.a. das Kesslerloch-Material (Rütimeyer 1875). Er beschränkte sich dabei nicht auf die Auswertung der Tierknochen, sondern bildete auch die im Kesslerloch gefundenen Tierdarstellungen ab; vom Bär und vom Fuchs legte er wesentlich bessere Wiedergaben vor als in der Publikation von Merk und berichtete, dass die betreffenden Stücke erst während der Drucklegung seiner Arbeit im Schutt gefunden worden seien.

Es mag genügen, wenn wir den weiteren Verlauf der Angelegenheit knapp zusammenfassen. Einzelheiten können in den Originalpublikationen oder in dem sehr vollständigen Bericht von Kurt Gerhardt nachgelesen werden (Gerhardt 1977).

Im Jahre 1876 erschien im «Archiv für Anthropologie», dem «Organ der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte» ein Aufsatz von L. Lindenschmit mit dem Titel «Über die Thierzeichnun-

gen auf den Knochen der Thayinger Höhle» (Lindenschmit 1876). Darin konnte er den eindeutigen Beweis dafür erbringen, dass der Bär und der Fuchs aus dem Kesslerloch Fälschungen sind. Er bezeichnete Merk nicht ausdrücklich als verantwortlich dafür, aber er liess den Leser auch nicht im Zweifel darüber, dass er ihm die Schuld zuwies. Lindenschmit hatte eine scharfe Feder, wie er dies auch später in seinem Kampf mit dem Dänen Christian Thomsen um das Dreiperiodensystem bewies (Eggers 1974). Merk bekam die Möglichkeit, noch im gleichen Band des «Archiv für Anthropologie» auf die Angriffe und Verleumdungen zu antworten (Merk 1876a). Zweierlei ist daraus hervorzuheben. Erstens, dass Merk sich gegen die Aufnahme der beiden fraglichen Gravierungen in seine Publikation von 1875 gewehrt hatte, diese aber vor allem auf Druck von Ferdinand Keller dennoch eingeschoben wurden; der Altmeister der Pfahlbauforschung hatte offensichtlich im Bereich der «jägerischen Archäologie» zu wenig Erfahrung. Zweitens konnte Merk auf den Bericht des Chefs des Schaffhauser Polizeidepartements verweisen; aus ihm ging hervor, dass der schon erwähnte Arbeiter Stamm den Bär von dem ihm verwandten Realschüler Konrad Bollinger in Schaffhausen auf zwei im Abraum gefundene Knochenstücke hat gravieren lassen. Der Knabe, der nichts von den unredlichen Absichten seines Auftraggebers ahnte, verwendete als Vorlage Abbildungen aus dem bereits erwähnten Buch über «Die Thiergärten und Menagerien mit ihren Insassen». Im April 1877 meldete sich die «Antiquarische Gesellschaft in Zürich» mit einer «Öffentlichen Erklärung über die bei den Thayinger Höhlenfunden vorgekommenen Fälschungen» zu Wort; darin ist eine Stellungnahme von Albert Heim enthalten, in der er sich vehement für die Echtheit der von ihm publizierten Rentiergravierung einsetzte und Ludwig Lindenschmit mit einer Verleumdungsklage drohte (Müller 1877). Lindenschmit reagierte kurz darauf im «Archiv für Anthropologie» mit einer ausführlichen Entgegnung, deren Quintessenz darin bestand, dass er bei seiner Ablehnung der eiszeitlichen Kleinkunst blieb (Lindenschmit 1878).

Bereits 1876 war im Zusammenhang mit der Fälschungsaffäre angeregt worden, die nächste Tagung der «Deutschen anthropologischen Gesellschaft» in Konstanz durchzuführen, wo sich seit dem Sommer 1875 ein wesentlicher Teil der Kesslerloch-Funde befand: dem initiativen Konstanzer Apotheker Ludwig Leiner, der, wie Gerhardt sagt, «unbeirrbar zu dem ihm persönlich gut bekannten Merk hielt», war es gelungen, wichtige Teile der «Ausbeute» von 1874/75 für das von ihm gegründete Rosgarten-Museum zu erwerben. Die Tagung fand dann im September 1877 statt, und es war von Anfang an klar, dass die Frage der Echtheit der späteiszeitlichen Kleinkunst im Zusammenhang mit den Funden und Fälschungen vom Kesslerloch das zentrale Diskussionsthema sein sollte. Wichtige Gelehrte wie Rudolf Virchow, Alexander Ecker, Julius Kollmann, Oscar Fraas und Hermann Schaaffhausen nahmen teil, andere wie Ludwig Lindenschmit, Ludwig Rüttimeyer und Albert Heim scheinen gefehlt zu haben. Merk war anwesend und erhielt bei der Kesslerloch-Diskussion sogar das Schlusswort – nach

Gerhardt ein Hinweis darauf, dass die Tagungsleitung eher auf Seiten derjenigen stand, die für die Echtheit der eiszeitlichen Kleinkunst eintraten. In der Tat endete das Konzil anders als jenes, das Konstanz im 15. Jahrhundert beherbergte: der Angeklagte – die Eiszeitkunst – wurde nicht verbrannt, ja nicht einmal geächtet. Zwar kam es auch nicht zu einer Abstimmung, bei der vermutlich eine Mehrheit positiv Stellung bezogen hätte. Aber die Situation wurde doch so weit bereinigt, dass sich in der Folge auch im deutschsprachigen Raum niemand lächerlich machte, wenn er für die Echtheit der künstlerischen Hinterlassenschaft späteiszeitlicher Jägerbevölkerungen eintrat.

Als Letztes sei in bezug auf die Fälschungsaffäre vermerkt, dass der Bär und der Fuchs sich heute im Besitz des Britischen Museums in London befinden. Wiederum verdanken wir K. Gerhardt den Hinweis, dass die englischen Archäologen J.E. Lee und A.W. Franks, letzterer einer der Direktoren des «British Museum», 1875 die Schweiz bereisten. In Schaffhausen wurden ihnen die beiden Gravierungen gezeigt. Obleich sie dieselben nicht für echt hielten, kaufte Franks sie als «Specimen bewusster Fälschung». Heute werden sie versicherungsmässig so hoch bewertet, dass es 1977 dem Rosgarten-Museum in Konstanz nicht möglich war, sie für eine umfassende Kesslerloch-Ausstellung auszuleihen. Dass die beiden Engländer die Fälschungen nicht zum Anlass nahmen, auch an den übrigen Kesslerloch-Funden zu zweifeln, beweist der Umstand, dass Lee die Arbeit von Merk unverzüglich ins Englische übersetzte (Merk 1876b).

Die Grabungen im Kesslerloch wurden 1893 und besonders 1898/99 von Jakob Nüesch (er hatte zuvor von 1891 bis 1893 im Schweizerbild gegraben, der ebenfalls sehr fundreichen Magdalénien-Fundstelle bei Schaffhausen) wieder aufgenommen und schliesslich von Jakob Heierli 1902/03 nochmals fortgesetzt. Beide Unternehmungen führten zu einem beträchtlichen Anwachsen des Fundmaterials, wobei allerdings Zahl und Qualität der Kleinkunstwerke ganz wesentlich hinter den Ergebnissen der Merk'schen Grabung zurückblieben. Sowohl Nüesch als auch Heierli veröffentlichten die Ergebnisse ihrer Untersuchungen in den Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (Nüesch 1904; Heierli 1907). Die beiden Monographien erwecken aufgrund ihres Umfanges, ihrer Illustrationen und durch Einbeziehung von Spezialuntersuchungen in- und ausländischer Fachleute den Eindruck grosser wissenschaftlicher Akribie. Das ist sicher der Fall in bezug auf die naturwissenschaftlichen Beiträge, insbesondere für die Beschreibung der Tierreste durch Studer in der Arbeit von Nüesch, durch C. Hescheler in jener von Heierli, und für die Behandlung der Pflanzen- und Kohlenreste der Grabung 1902/03 durch E. Neuweiler. Dagegen fügten die Beschreibung der stratigraphischen Verhältnisse und die Vorlage des archäologischen Fundmaterials durch Nüesch und Heierli den Angaben von Merk nichts wesentlich Neues bei. Die Schichtverhältnisse blieben unklar, und eine wirkliche Übersicht über das Fundmaterial, vor allem das lithische, wurde nicht vermittelt. Dies hängt einerseits mit dem allgemeinen Forschungsstand, ande-



Abb. 1: Kesslerloch. Grabungen 1902/03 im Bereich des östlichen Höhleneinganges (nach Heierli 1907, Taf. II,2).

rerseits damit zusammen, dass weder Nüesch noch Heierli spezielle Voraussetzungen und Möglichkeiten für die Durchführung anspruchsvoller Untersuchungen späteiszeitlicher Siedlungsstellen hatten. Immerhin lassen auch diese beiden Arbeiten erkennen, dass das Kesslerloch eine Spätmagdalénien-Station von mehr als regionaler Bedeutung ist.

Nach den Grabungen von Heierli waren die Sedimente im Innern des Kesslerlochs praktisch vollständig durchwühlt und ausgebeutet (Abb. 1). Zwar wurden in der Folge inoffiziell immer wieder Funde geborgen. Sonst geschah aber kaum etwas. Auf jeden Fall kam es zu keinen neuen Erkenntnissen über die stratigraphischen Verhältnisse, was ganz besonders für eine Aufarbeitung des umfangreichen, in zahlreichen Museen des In- und Auslands verstreuten Fundmaterials nachteilig ist. Deshalb reifte der Plan, einen letzten Versuch zu machen, die Stratigraphie des Kesslerlochs indirekt doch noch abzuklären: aus den früheren Berichten ging hervor, dass im Bereich des Vorplatzes nicht gegraben worden ist, weil der Grundwasserspiegel zu hoch liegt. Da mit der Möglichkeit gerechnet werden durfte, dass die im Innern der Halbhöhle festgestellten, aber nie in befriedigender Weise erfassten Schichten sich nach aussen hin fortsetzten, wurde ein Projekt ausgearbeitet, das durch Bohrungen und deren Auswertung abklären sollte, ob sich eine weitere Kesslerloch-Grabung – es wäre die vierte – lohnen würde. Die Beantwortung moderner Fragestellungen, welche weit über das blosses Sammeln von Fundobjekten hinausgeht, setzt allerdings voraus, dass die Sedimente und die möglicherweise darin enthaltenen Fundzonen im östlichen Vorplatzbereich des Kesslerlochs weder durch moderne Einflüsse noch durch geologische Vorgänge gestört worden sind. Dies abzuklären war in erster Linie Ziel und Aufgabe der durchgeführten Bohrungen und der detaillierten Untersuchung der dabei gewonnenen Bohrkerne.

Von Anfang an war klar, dass bei einem positiven Ergebnis, dass nur bei wesentlichen neuen Erkenntnissen, zumindest langfristig eine Grabungskampagne in Betracht gezogen werden könnte, die jedoch unter den gegebenen Grundwasserverhältnissen – um dies vorweg zu nehmen – zweifellos beträchtliche Geldmittel erfordern würde. Es ist deshalb sicher angezeigt, zunächst die Aufarbeitung der alten Bestände unter Berücksichtigung der neuen stratigraphischen Erkenntnisse zu intensivieren. Eine kürzliche Publikation von Markus Höneisen hat gezeigt, dass durch die Überprüfung des vorhandenen umfangreichen Materials Beachtliches erreicht und die Bedeutung des Kesslerlochs noch besser als bisher herausgestellt werden kann (Höneisen 1985).

2.1. Literatur

- Eggers, H.J.* (1974) Einführung in die Vorgeschichte. 2. Auflage. München.
- Gerhardt, K.* (1977) Der Streit über die jungpaläolithischen Kunstwerke aus dem Kesslerloch bei Thayngen, Kanton Schaffhausen, und die Deutsche anthropologische Gesellschaft. In: Die Kultur der Eiszeitjäger aus dem Kesslerloch. Publikation zur Ausstellung im Rosgarten-Museum Konstanz, Konstanz, 17–48.
- Heierli, J.* (1907) Das Kesslerloch bei Thayingen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 43, Zürich.
- Heim, A.* (1874) Über einen Fund aus der Renthierzeit in der Schweiz. MAGZ 18, 123–135.
- Höneisen, M.* (1985) Neu ergänzte Lochstäbe aus dem Kesslerloch bei Thayngen (Kanton Schaffhausen, Schweiz). AKB 15, 411–416.
- Lindenschmit, L.* (1876) Über die Thierzeichnungen auf den Knochen der Thayinger Höhle. Archiv für Anthropologie 9, 173–179.
- (1878) Entgegnung von L. Lindenschmit auf die im Namen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich von Herrn Professor J.J. Müller herausgegebene «Öffentliche Erklärung» über die bei den Thaynger Höhlenfunden vorgekommene Fälschung. Archiv für Anthropologie 10, 323–327.
- Merk, K.* (1875) Der Höhlenfund im Kesslerloch bei Thayngen. MAGZ 19, 1–44.
- (1876a) Erwiderung an Herrn Lindenschmit, Redacteur des Archivs für Anthropologie, von dem Entdecker des Thaynger Höhlenfunds. Archiv für Anthropologie 9, 269–271.
- (1876b) Excavations at the Kesslerloch near Thayngen, Switzerland. Translated by John Edward Lee, London.
- Müller, J.J.* (1877) Öffentliche Erklärung über die bei den Thaynger Höhlenfunden vorgekommenen Fälschungen. ASA 3, 739–754.
- Nüesch, J.* (1904) Das Kesslerloch, eine Höhle aus paläolithischer Zeit. Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Ges. f. d. gesamten Naturwiss. 39, Zürich.
- Pittard, E. et Reverdin, L.* (1929) Les stations magdaléniennes de Veyrier. Genava 7, 43–104.
- Rütimyer, L.* (1875) Die Veränderungen der Thierwelt in der Schweiz seit Anwesenheit des Menschen. Basel.
- Sarasin, F.* (1918) Die steinzeitlichen Stationen des Birstales zwischen Basel und Delsberg. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 54, Basel.

3. Geographie und Geomorphologie

Thomas Mäglin

Résumé. La grotte du Kesslerloch à Thayngen (Canton de Schaffhouse) se trouve au pied d'une falaise calcaire du Malm qui s'avance en éperon, à l'entrée d'un petit vallon transversal de la vallée du Fulach, vallon modifié par les activités de l'homme actuel. L'environnement proche et plus lointain est profondément influencé par les phénomènes géologiques qui ont affecté la région durant les deux dernières phases froides (Riss et Würm).

(L.Ch.)

Abstract. The cave of Kesslerloch at Thayngen (Canton of Schaffhouse) is situated at the foot of a limestone cliff of Malm, which forms a spur at the entrance to a small side valley of the valley of Fulach. The side valley has been modified by the recent activities of man. The local and regional environment is profoundly influenced by the geological phenomena which affected the region during the last two cold phases (Riss and Würm).

(A.G.)

3.1. Situation der Fundstelle

Das Kesslerloch liegt etwa 1 km westlich der Ortschaft Thayngen, Kt. Schaffhausen, am Eingang des heute weitgehend trockenliegenden Fulach- oder Herblingertales (Abb. 1). Die Höhle befindet sich an der Nordseite dieses Tales, an der Stelle, wo ein kurzes Quertälchen von der Anhöhe des Wippels ins Fulachtal mündet, am Fusse eines spornartig vorragenden Malmkalkfelsens. Die ursprüngliche Topographie dieses Tälchens ist durch die Anlage eines Steinbruches und eines Zementwerkes sowie durch Strassen stark verändert worden. Lediglich auf der Seite des Kesslerloches ist heute der streckenweise ebenfalls modern veränderte westliche Rand des Quertälchens gut zu verfolgen. Die Höhle öffnet sich mit ihrem Osteingang gegen dieses Quertal, mit dem höherliegenden Südeingang jedoch zum Fulachtal hin.

Das Gelände vor dem 12 m breiten und 5 m hohen Osteingang ist heute als relativ ebene Fläche zu erkennen. Diese wird an ihrer Nord- und Ostseite durch steil ansteigende Böschungen begrenzt, die ihren Ursprung umfangreichen modernen Aufschüttungen im Bereich der Zementfabrik zu verdanken haben (Abb. 2).

Der Südeingang liegt zwischen 2 m und 3 m höher als der Osteingang. Das südliche Höhlenvorgelände wird durch den im letzten Jahrhundert aufgeschütteten Bahndamm begrenzt. Es scheint, dass auch das Gebiet südlich des Bahndammes im Fulachtal durch rezente Aufschüttungen verändert wurde. Die jetzige Überhöhung des Südeinganges gegenüber dem Fulachtal ist nur sehr gering. Beim Bau der Bahnlinie zwischen Schaffhausen und Singen wurden auch grössere Felspartien unmittelbar südwestlich des Kesslerloches entfernt. Durch diese rezenten Geländeumgestaltungen ist eine starke Beeinflussung der ursprünglichen hydrologischen Verhältnisse im Bereich des Kesslerloches als wahrscheinlich anzunehmen. Kurz vor der Bohrkampagne im Jahre 1980 wurden auf dem östlichen Vorplatz der Höhle ein Weiher angelegt und ein Rastplatz eingerichtet (Abb. 2).

3.2. Geographischer Überblick und Geomorphologie der weiteren Umgebung der Fundstelle

Das Kesslerloch liegt am Südostfuss des Reiat (Reyat), der zur gleichen mesozoischen Malmkalkplatte gehört wie der Randen, und ist von diesem durch das Nord-Süd verlaufende Merishausertal getrennt (Vosseler 1944). Der Randen stellt das Verbindungsstück zwischen schweizerischem Tafeljura und Schwäbischer Alb dar (Winkler und Huber 1959). Die nordwestliche Grenze von Randen und Reiat wird von der tertiären Randen-Hegau-Verwerfung gebildet, während die südöstliche Begrenzung durch das Einfallen der nach Südost geneigten Juraschichten unter die östlich anschliessenden Sedimente der Molasse und des Quartärs auf der Linie Schaffhausen-Thayngen verläuft (Hofmann und Hantke 1964). Das Kesslerloch befindet sich in den Massenkalken des oberen Malm (weisser Jura).

Die Region um das Kesslerloch weist markante und zahlreiche Spuren sowohl der Würmeiszeit als auch älterer Kaltzeiten auf. Die höheren Lagen des Randen blieben immer eisfrei (Hantke 1978). Im Freudental, 2.5 km nordwestlich des Kesslerlochs, können risszeitliche Moränen festgestellt werden (Hofmann und Hantke 1964). Weitere risszeitliche Moränen befinden sich im südlichen Reiat: bei Stetten und beim Herblingler Schloss (Hübscher 1962). Auf dem Buechberg, östlich von Thayngen, liegen jüngere Deckenschotter der Mindeleiszeit (Hübscher 1962), wobei aber nicht ausgeschlossen werden kann, dass es sich bei diesen jüngeren Deckenschottern um riss- oder gar um würzeitliche Eisrandschotter handelt (Hantke 1963).

Das Fulachtal, in welchem das Kesslerloch liegt, ist schon in der Molassezeit vorgeprägt worden (Schmid 1977). Im Würm spielte dann dieses Tal eine nicht unbedeutende Rolle. Während der Thaynger- oder Untersee-lappen des Rheingletschers im nördlich vom Kesslerloch liegenden Bibertal zum Maximalstand vorsties, wurde

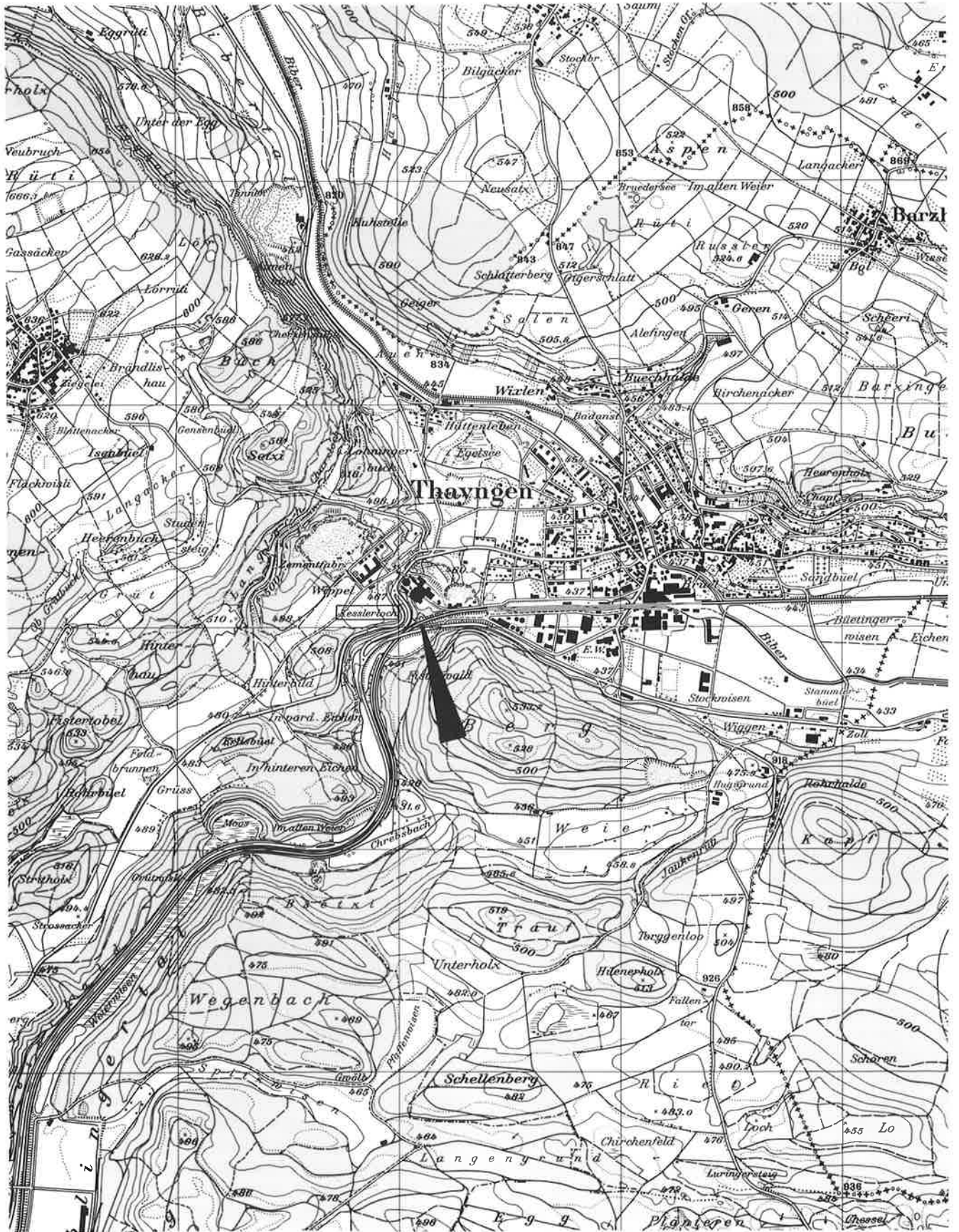


Abb. 1: Geographische Lage der Fundstelle Kesslerloch (Pfeil). Ausschnitt aus den Landeskarten 1012 und 1032, 1:25 000; reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 28.4.1986.



Abb. 2: Osteingang des Kesslerlochs mit Vorplatz und Weiher (Foto J. Sedlmeier, Febr. 1980).

das Fulachtal durch die Schmelzwässer eingetieft und mit Vorstossschottern gefüllt. Im Hochwürm war das heutige Bibertal und das Fulachtal mit Eis gefüllt (Abb. 3: Stände 1-3). Die primäre Entwässerung dieses Teilgletschers erfolgte zu dieser Zeit durch die schluchtartigen Rinnen von Churz- und Langloch (NW des Kesslerlochs) Richtung Herblingen (Hofmann und Hantke 1964; Büchi,

Müller und Grüniger 1978). Das Fulachtal diente weiterhin dem Abfluss des subglazialen Schmelzwassers (Hantke 1980). Mit dem Abschmelzen des Thayngerlappens im Komplex Würm-Stein am Rhein (Stände 4-6) verloren Churz- und Langloch ihre Funktion als Abflussrinne. In dieser Phase entstand durch einen Toteisblock ein Söllsee, der Egelsee, nordwestlich von Thayngen (Hübscher 1962).

Die Entwässerung des Gletschers und des Eisrandsees, der sich im Bibertal zwischen Gottmadingen und Thayngen vor der Gletscherzunge erstreckte, erfolgte nun wieder durch das Fulachtal (Keller und Krayss 1980). Die Abflussrichtung verlief also entgegengesetzt der heutigen Fließrichtung der Biber.

Das bei Heierli (1907, 2) als «Wiesentälchen» und von Meister (1907, 50) als «kurzer Talstumpf» bezeichnete Quertal, welches beim Kesslerloch ins Fulachtal mündet, scheint ein Teil der beim Gletschervorstoss im Frühwürm entstandenen Schmelzwasserrinne zu sein (vgl. Abb. 3, Abflussrinne A). Weiter talabwärts im Fulachtal können die Schotter dieser alten Rinne zwischen «in vorderen Eichen» und «Moos» festgestellt werden (vgl. Abb. 3, Abflussrinne B). Die endgültige Ausprägung des Fulachtals entstand erst während der Abschmelzphase im Komplex Würm-Stein am Rhein, indem die Schmelzwäs-

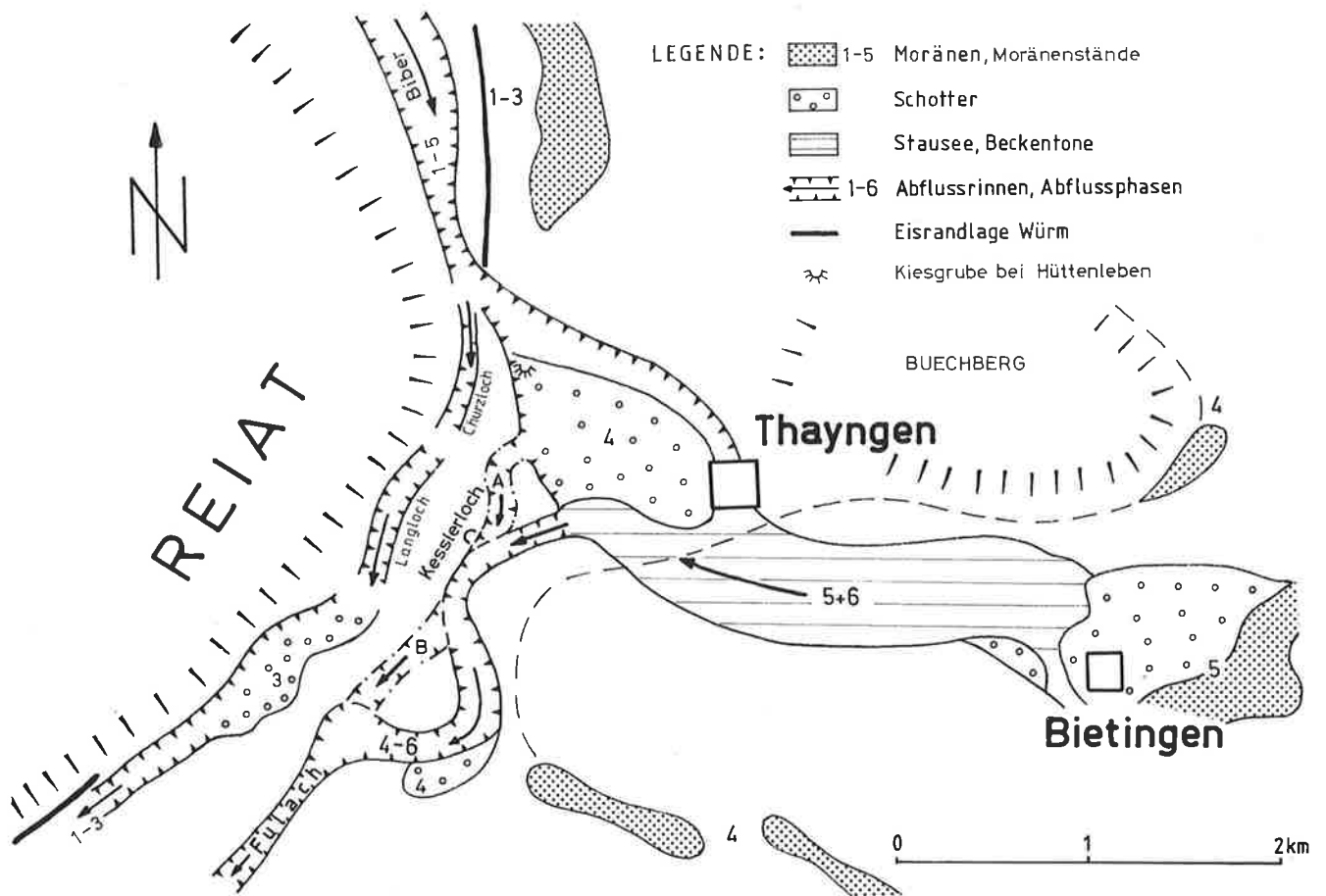


Abb. 3: Würmeiszeitliche Endmoränen, Schotterfelder und Abflussrinnen in der Umgebung des Kesslerlochs (nach Schreiner 1967 in: Weyl 1975, Taf. 4; ergänzt durch M. Joos).

ser die mit Vorstossschottern gefüllte Rinne nicht mehr fanden (Hofmann und Hantke 1964; vgl. auch Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000 Blatt 1032, Diessenhofen).

Mit dem weiteren Abschmelzen des Thayngerlappens über Stand 6 zurück wurde das Bibertal zum Rhein hin geöffnet und das Fulachtal verlor dadurch seine Funktion als Abflussrinne. Von diesem nicht näher datierten Zeitpunkt im Hochwürm an (Keller und Krayss 1980) wäre eine Besiedlung des Kesslerloches denkbar. Diese muss

aber aus Analogie mit andern magdalénien-zeitlichen Fundstellen zwischen rund 11 000 und 13 000 Jahren vor heute angesetzt werden (Weniger 1982). Innerhalb dieses Zeitraumes erreichten die spätwürm-zeitlichen Gletscher schon inneralpine Stände (Maisch 1982). Dadurch gerät das gewohnte Bild, das uns die Wildbeuter aus dem Kesslerloch in Sichtweite des abschmelzenden Rheingletschers zur Zeit des Konstanzer Rückzugsstadium zeigt, ins Wanken (Schmid 1977; Hantke 1980, Fig. 10).

3.3. Literatur

- Büchi, U.P., Müller, E. und Grüniger, Ch. (1978) Geologie/Hydrogeologie/Hydrologie. In: Lang, O. (Hrsg.). Landschafts- und Abbauplan, Rohstoffsicherung. Portland-Cementwerk Thayngen AG. Kalksteinbruch Studensteig-Grüt, Uster, 21–26.
- Hantke, R. (1963) Chronologische Probleme im schweizerischen Quartär. Jahresber. und Mitt. d. Oberrhein. Geolog. Vereines NF 45, 45–60.
- (1978) Eiszeitalter, Bd. 1, Thun.
- (1980) Eiszeitalter, Bd. 2, Thun.
- Heierli, J. (1907) Das Kesslerloch bei Thaingen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 43, Zürich.
- Hofmann, F. und Hantke, R. (1964) Erläuterungen zu Blatt 1032 Diessenhofen. Geologischer Atlas der Schweiz. Bern.
- Hübscher, H. (1962) Einführung in die Erdgeschichte unserer Schaffhauser Heimat. Neujahrsbl. d. naturforsch. Ges. Schaffhausen 14, 1–81.
- Keller, O. und Krayss, E. (1980) Die letzte Vorlandvereisung in der Nordostschweiz und im Bodenseeraum (Stadialer Komplex Würm-Stein am Rhein). Eclogae geol. Helv. 73/3, 823–838.
- Maisch, M. (1982) Zur Gletscher- und Klimageschichte des alpinen Spätglazials. Geogr. helv. 2, 93–104.
- Meister, J. (1907) Die geologischen Verhältnisse bei Thaingen. In: Heierli, J. (1907) Das Kesslerloch bei Thaingen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 43, Zürich, 45–60.
- Schmid, E. (1977) Die Umwelt der Jäger vom Kesslerloch. In: Die Kultur der Eiszeitjäger aus dem Kesslerloch. Publikation zur Ausstellung im Rosgarten-Museum Konstanz. Konstanz, 56–62.
- Vosseler, P. (1944) Zur Morphologie der Schaffhauser Landschaft. Der Schweizer Geograph, Jahrgang 21, 33–38.
- Weniger, G.-C. (1982) Wildbeuter und ihre Umwelt. Archaeologica Venatoria 5, Tübingen.
- Weyl, R. (1975) Die geologische Karte des Landkreises Konstanz. Konstanzer Blätter f. Hochschulfragen 46/47, 84–93.
- Winkler, E. und Huber, A. (1959) Der Schaffhauser Rand. Vorschläge zur zukünftigen Entwicklung. Schriften d. Randvereinerung, Heft 2, Schaffhausen.

4. Quartärgeologie. Granulometrische und chemische Sedimentanalyse

Marcel Joos

Mit einem Beitrag von Mauro Buser

Résumé. L'état des recherches sur le Würm final au nord-est de la Suisse est présenté en introduction. M. Buser consacre ensuite un paragraphe à l'utilisation de l'ordinateur en sédimentologie. Suit une courte description des 7 sondages effectués dans la zone est du talus du Kesslerloch. Le profil particulièrement démonstratif des sondages B1-B3 est présenté, avec les diverses données sédimentologiques. Les paramètres chimiques et granulométriques peuvent être traités ensemble et intégrés dans un graphique fait par l'ordinateur. Les ressemblances, mais aussi les différences granulométriques peuvent être mises en évidence par les courbes cumulatives, mais aussi par l'étude des proportions argile-limon-sable et gravier. La composition lithologique de ces derniers varie peu entre les niveaux profonds et les cailloutis supérieurs.

(L.Ch.)

Abstract. An introduction is given to the state of research on the late Würm phase in the North East of Switzerland. M. Buser then devotes a paragraph to the use of computers in sedimentology. Then follows a short description of the 7 sondages made in the eastern zone of the Kesslerloch platform. The particularly informative profile of the B1-B3 sondages is shown together with various sedimentological informations. The chemical and granulometric parameters can be treated together and integrated in a computer generated graphic. The granulometric similarities, but also the differences, can be shown by cumulative graphs and also by the study of the proportions of clay-silt-sand and gravel. The lithology of the latter vary little between the deepest levels and the upper gravels.

(A.G.)

4.1. Die späte Würmeiszeit in der Nordostschweiz

4.1.1. Publikationsstand

Eine Zusammenfassung des Forschungsstandes der jungquartären Klimageschichte der Schweiz haben kürzlich verschiedene Autoren in «Geographica Helvetica» 1982, 2, anlässlich der 21. Hauptversammlung der deutschen Quartärvereinigung (DEUQUA) vom 1.-3.9.1982 in Zürich geliefert. Zu diesem Thema erschienen Beiträge von Burga und Furrer (1982), von Welten (1982), von Schlüchter (1982), von Maisch (1982) und weitere, das Postglazial betreffende Aufsätze.

Für den Bodensee-Rheingletscher und seine Rückzugstadien sind neben dem Klassiker «Die Alpen im Eiszeitalter II» von Penck und Brückner (1909) als zusammenfassende Arbeit Hantkes «Eiszeitalter I-III» (1978/82) zu nennen. Weitere bedeutende quartärgeologische Untersuchungen der neueren Zeit im Raume der Nordostschweiz stammen von Hofmann (1977), von Keller und Krays (1980), von Schreiner (1979) und zuletzt von Geyh und Schreiner (1984). Neben diese, die Morphogenese dieser Region betreffenden Arbeiten treten litho- und chronostratigraphische Untersuchungen etwa von Keller (1977) und Käser (1980). Mit pollenanalytischen Problemen im Raume des unteren Bodensees haben sich neben Lang (1973) in jüngster Zeit vorab Liese-Kleiber (1985a+b) und Rösch (1983) im Zuge des DFG-Projektes «Bodensee-Oberschwaben» und dessen Fortsetzung «Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland» auseinandergesetzt. Müller hat 1982 den Eisaufl-

bauprozess des würmeiszeitlichen Rheingletschers in der Ostschweiz beschrieben.

Im Herbst 1987 wurde anlässlich der Jahrestagung der SNG in Luzern Bilanz über 200 Jahre Eiszeitforschung gezogen. Zu diesem Anlass sind neben Hauptvorträgen allgemeiner Art auch spezielle, den Rheingletscher betreffende Beiträge erschienen.

4.1.2. Klimatischer Überblick

Im Hochwürm bewegten sich die mittleren Jahrestemperaturen zwischen -1 bis -3°C bei Niederschlägen um $45-60$ cm/Jahr in den Vorstossphasen und $30-35$ cm/Jahr in den Maximalständen (Hantke 1982, 590ff.). Im Spätglazial kann mit einer mittleren Temperatur von $0-2^{\circ}\text{C}$ und Niederschlägen von $40-50$ cm/Jahr gerechnet werden. Im Bölling und im Alleröd dürften das Jahresmittel bei $6-8^{\circ}\text{C}$ und die Niederschläge bei $50-90$ cm gelegen haben, während für die Jüngere Dryas-Zeit nach Hantke ein Jahresmittel von $3,5-5,5^{\circ}\text{C}$ und Niederschläge zwischen $45-70$ cm angenommen werden. Im Boreal wird die mittlere Jahrestemperatur etwa $7-9^{\circ}\text{C}$ betragen haben bei Niederschlägen von $65-100$ cm, während für den wärmsten Abschnitt im Atlantikum $11-12^{\circ}\text{C}$ und $80-120$ cm Niederschlag zutreffen dürften. In den verschiedenen kühleren Phasen des Holozäns lagen die Temperaturen gegenüber heute $1-2^{\circ}\text{C}$ tiefer.

4.1.3. Vorstoss- und Rückzugsphasen des würmzeitlichen Rheingletschers in der Nordostschweiz

Müller (1982) postuliert aufgrund seiner früheren Untersuchungen des Linth- und Rheingletschers vier Vorstossphasen und den Maximalstand um 25 000 Jahre BP. Die Vorstoss- oder Kaltphasen werden von ihm in Unterphasen Ia, Ib, IIIa–c und IVa–d unterteilt und sind durch Warm- bzw. Rückzugsphasen unterbrochen, in denen bei milderem Klima sich teilweise üppige Vegetation entwickeln konnte, die durch Schieferkohlelager repräsentiert wird.

Mit dem Würmstadium Stein a. Rhein der letzten Vorlandvereisung haben sich Keller und Krayss (1980) näher auseinandergesetzt. Dieses Stadium entspricht räumlich etwa der Kaltphase Ib von Müller (1982), welche vor 56 000 BP datiert. Die Eisrandlagen des Stadiums Würm-Stein a. Rhein, welche sich in einen äusseren, mittleren und inneren Stand unterteilen lassen, schliessen chronologisch an den Maximalstand um 25 000 BP (?) an, ohne bisher genauer datiert zu sein.

Für das Herblingertal und die Gegend von Thayngen wurde bisher eine Befreiung vom Eis um 20 000 BP angenommen. Wie aber Geyh und Schreiner (1984) nachweisen, ist mit einem zweiten Vorstoss (zwischen 18 530 und 14 610 ¹⁴C-Jahren BP) bis auf die Höhe der äusseren Würmendmoräne und einer anschliessenden schnellen Abschmelzphase innert etwa 500 Jahren ins Gebiet des Konstanzer Stadiums zu rechnen. Neben dem Zürich-Stein a. Rhein-Stadium markieren auch das Hurden-Konstanz-Stadium ebenso wie die übrigen Stände mit Endmoränen und Kiesfeldern zwischen Thayngen und Konstanz mehr oder weniger markante Klimarückschläge mit einem Vorstoss der Eismasse. Nach Erreichen der Konstanzer Linie erfolgte ein rasanter Eisabbau mit dem Rückzug der Gletscher bis in die Alpentäler. Im Bölling waren sie bereits in die hintersten Täler zurückgeschmolzen, im Alleröd gar in die höchsten Lagen zurückgedrängt (Hantke 1978, 370f.).

Im Hochwürm reichte der Thaynger Lappen des Rheingletschers im Bibertal westlich von Thayngen bis gegen die 500 m-Höhenlinie (Hantke 1980, 27f.), so dass das Eis in der Bibertalrinne einen Randsee aufstaute, dessen randlicher Abfluss durch die Rinnen Churzloch und Langloch ins Herblingertal erfolgte. In dieser im Auftrag des Cementwerks Thayngen angebohrten Abflussrinne finden sich auch erratische Blöcke und Gesschiebe von Malmkalk, Diabas, Hornfels, Juliergranit und Molasse-Sandsteine. Die gemäss dem geologischen Gutachten von Büchi, Müller und Grüniger (1978) über 40 m tief mit Sanden und Kies aufgefüllte Rinne hatte offenbar nicht nur einen Randsee entwässert (vgl. Abb. 25). Mit dem Zurückweichen des Rheingletschers wurde eine Ablaufrinne beim Wippel, nördlich der Zementfabrik, später beim Bahngeleise in Richtung Herblingertal benützt. Das Kesslerloch liegt praktisch am Treffpunkt dieser beiden Abläufe, denen es auch seine Auskolkung verdanken dürfte.

Etwa bei Erreichen des Würmstadiums Stein a. Rhein (mittlerer Stand) dürfte sich der durch das Herblingertal

entwässerte Eisstausee von Gottmadingen aufgelöst haben und ein Abfluss der Biber nach Süden über Ramsen in Richtung Rheinaue erfolgt sein. Damit endete bereits die Zeit der Abflussrinne im Herblingertal. Es blieb ein kaum mehr durchflutetes, von Tümpeln und Mooren bestandenes Urstromtal zurück.

4.2. EDV-Einsatz in der Sedimentologie (Mauro Buser)

4.2.1. Einleitung

Im vorliegenden Fall beschränkt sich der Computereinsatz auf die graphische Verarbeitung aller aus den granulometrischen und chemischen Analysen gewonnenen Daten. Dies geschieht durch das am Universitätsrechenzentrum Basel entwickelte Sedimentplotprogramm R PLOT 1 in der Programmiersprache ANSI FORTRAN IV.

Durch den Plotter werden folgende Angaben ausgeschrieben und gezeichnet: Tiefe in m, Probenummer, Farbe des Sediments nach Munsell soil color charts, die Fraktionen der Pipett- und Siebanalyse in Prozenten, die aus den Kornsummenkurven berechneten Parameter MD, SO und SK, jeweils für Feinmaterial und Gesamtmaterial; Volumengewicht (Dichte), pH-Wert, Humus, Phosphat, Karbonat, organischer Anteil und Sedimentwert.

Die Fraktionen der Pipett- und Siebanalyse werden als horizontale Histogramme, alle übrigen Werte als Punkte dargestellt, welche zu Kurven verbunden werden. Die Skalierung der einzelnen resultierenden Kurven erfolgt automatisch nach dem jeweils höchsten und niedrigsten Wert. Es besteht die Möglichkeit, einen Extremwert durch ein vorangestelltes Zeichen (*) der automatischen Skalierung zu entziehen. Bei zu vergleichenden Probenreihen empfiehlt es sich aber, durch die Eingabe von selbstgewählten Unter- und Obergrenzen einen gleich bleibenden Massstab einzurichten. Werte, die jenseits dieser Grenzen liegen, werden automatisch gekappt. Fehlende Analysenwerte (missings) können, je nach Untersuchungsart, entweder durch Leerlassen der entsprechenden Felder auf den Lochkarten oder durch spezielle Zeichen (\$) übersprungen werden. An der entsprechenden Stelle entsteht dann eine Lücke im Diagramm. Der Einsatz eines Plotters ist bei einer so grossen Datenmenge, wie sie von den Bohrungen im Kesslerloch vorliegen, gerechtfertigt, wird doch dadurch die Zeit für die Zeichenarbeit und die damit verbundene Rechnerei um vieles verkürzt. Die Tuschezeichnung kann als Druckvorlage verwendet werden. Bei SCALE=1 wird die Zeichnung im Format A3 gefertigt (maximaler SCALE=1.3 ergibt grösere, aber tadellosere Bilder).

4.2.2. Beschreibung des Sedimentplotprogramms
 BUSER-PLOT* RPLLOT.RPLOT1
 (RPLLOT1 Edition 1 Version 1 Released 4.12.82 auf
 tape PROGRAM *RA095)

Allgemeines

Die Lochkarten (Spalten 1 bis 80) sind in je 8 Felder zu je 10 Spalten aufgeteilt zu denken. Alle Angaben werden in den Feldern linksbündig gelocht (ins dritte Feld linksbündig lochen, bedeutet mit Spalte 21 zu beginnen). Bei Zahlen darf der Dezimalpunkt *nie* fehlen.

Sobald das Programm eine Karte gelesen hat, wird diese sofort herausgeschrieben. Dann werden die Angaben einigen Prüfungen unterworfen. Das Programm hält an, wenn ein Fehler entdeckt wird, der dann auf der zuletzt ausgedruckten Karte zu finden ist (z.B. eine Pipettanalysensumme von mehr als 100%).

Das Lesen von Datensätzen wird durch eine gesternte (*) Karte eingeleitet. Solche Schlüsselwörter stehen im ersten Feld und lauten:

I	*GROUPS	definiert die Anzahl Bilder,
	*DEPTH	leitet das Lesen der Proben-
		tiefen ein,
	*PROBES	leitet das Lesen der Proben-
		namen ein,
	*COLOURS	leitet das Lesen der Farbcodes
		ein,
	*PIPETT	leitet das Lesen der Pipettfrak-
		tionen ein,
	*SCREEN	leitet das Lesen der Siebana-
		lysefraktionen ein,
II	*CURVES	leitet das Lesen der Kurven-
		angaben ein,
	*MINIMUM	definiert die unteren Grenzen
		der Kurven,
	*MAXIMUM	definiert die oberen Grenzen
		der Kurven,
III	*END	schliesst einen Zeichnungs-
		auftrag ab,
	*FIN	schliesst das Programm ab.

Die Angaben zu Gruppe I werden spaltenweise eingegeben, diejenigen von Gruppe II zeilenweise (spalten- und zeilenweise bezieht sich auf das Herunterlesen aus dem Standardformular.

Pro Auftrag können maximal 50 Proben auf höchstens 8 Bilder verteilt verarbeitet werden. Jedes Bild kann bis 18 Proben enthalten. Fehlende Proben, die als Lücke dargestellt werden, zählen auch als Proben.

*MINIMUM und *MAXIMUM mit den entsprechenden Angaben können weggelassen werden; dann sucht sich das Programm die Minima und Maxima selber aus den unter *CURVES eingegebenen Daten.

Steuerkarten und Dateninput

*GROUPS Z

Im zweiten Feld steht Z, eine Zahl, die angibt, auf wieviele Bilder die Proben verteilt werden sollen.

Auf der folgenden Karte (nur eine) steht im n-ten Feld die letzte Probenlaufzahl, die noch im n-ten Bild erscheinen soll. Unter Probenlaufzahl sei die fortlaufende Numerierung der Proben verstanden (auch leere Zeilen sind Proben), und nicht die unter *PROBES eingegebenen Probenzeichnungen.

*DEPTHs

Es folgen sovielen Karten wie benötigt werden, um die Tiefen aller Proben anzugeben. Für die Tiefenangaben stehen in den Feldern nur die ersten 5 Spalten zur Verfügung.

*PROBES

Leitet das Lesen der Probenzeichnungen ein. Es stehen nur die ersten drei Spalten in jedem Feld zur Verfügung.

*COLOURS

Diese Karte leitet das Lesen der Farbcodes ein. Ein Farbcode erscheint in der Zeichnung zweizeilig: die erste Zeile steht in einem ungeradzahligem, die zweite Zeile im darauffolgenden geradzahligem Feld. Jede Probe benötigt also zwei aufeinanderfolgende Felder. In den Feldern stehen jeweils nur die ersten 7 Spalten zur Verfügung.

*PIPETT Z1 Z2

Z1 im zweiten Feld gibt die Anfangs-, Z2 im dritten Feld die Endfraktion an (in arabischen Zahlen). Es können höchstens 20 Fraktionen pro Probe eingegeben werden. *PIPETT leitet das Lesen der Karten zur Pipettanalyse ein.

Es folgt eine Karte, auf der im ersten Feld ein Code (z.B. römische Ziffern) eingestanzt wird, der im Bild nach dem Untertitel «Fraktionen» erscheint.

Danach folgen sovielen Kartensets wie es Proben gibt. Jedes Set enthält, auf sovielen Karten wie benötigt werden, alle Einzelfraktionen einer Probe in Prozenten.

*SCREEN Z1 Z2

Identisch wie *PIPETT, jetzt aber für die Siebanalyse.

*CURVES

Es folgen sovielen Kartensets, wie es Proben gibt. Jedes Set enthält alle 13 Zahlen des rechten Teils des Standardformulars auf je zwei Karten in der gleichen Reihenfolge wie im Standardformular. In jedem Feld stehen nur die ersten 9 Spalten zur Verfügung. Die 10te Spalte bleibt leer, ausser wenn dort eingestanzt wird:

- a) * bewirkt, dass der vorhergehende Wert nicht in die automatische Skalierung eingeht,
- b) § bewirkt, dass die vorangegangene Leerstelle in der Zeichnung übersprungen wird («Missing»).

*MINIMUM

Es folgen auf zwei Karten 13 selbst gewählte Untergrenzen.

*MAXIMUM

Es folgen auf zwei Karten 13 selbst gewählte Obergrenzen. Sind entsprechende Unter- und Obergrenzen Leerfelder, so schaltet sich für die Zeichnung der entsprechenden Spalte die automatische Skalierung ein.

*END

Schliesst die Dateneingabe ab.

*FIN

Schliesst das Programm ab und leitet das Zeichnen ein.

TITELKARTEN ZU JEDEM BILD

Es kommen sovielen Titelkarten zwischen *END und *FIN, wie Bilder erstellt werden, nämlich Z Stück aus *GROUPS Z. Für einen Titel stehen alle 80 Spalten der Lochkarte zur Verfügung.

Missings

Missings unter *DEPTHs: entsprechende Felder einfach leer lassen.

Missings unter *PROBES: Leerfelder in den Probenzeichnungen bewirken Leerzeilen über das ganze Bild bei den entsprechenden Probenlaufzahlen. Solche Leerzeilen zählen auch als Proben.

Missings unter *PIPETT und *SCREEN: Ganze Pipett- oder Siebanalysen dürfen fehlen: die entsprechenden Karten bleiben

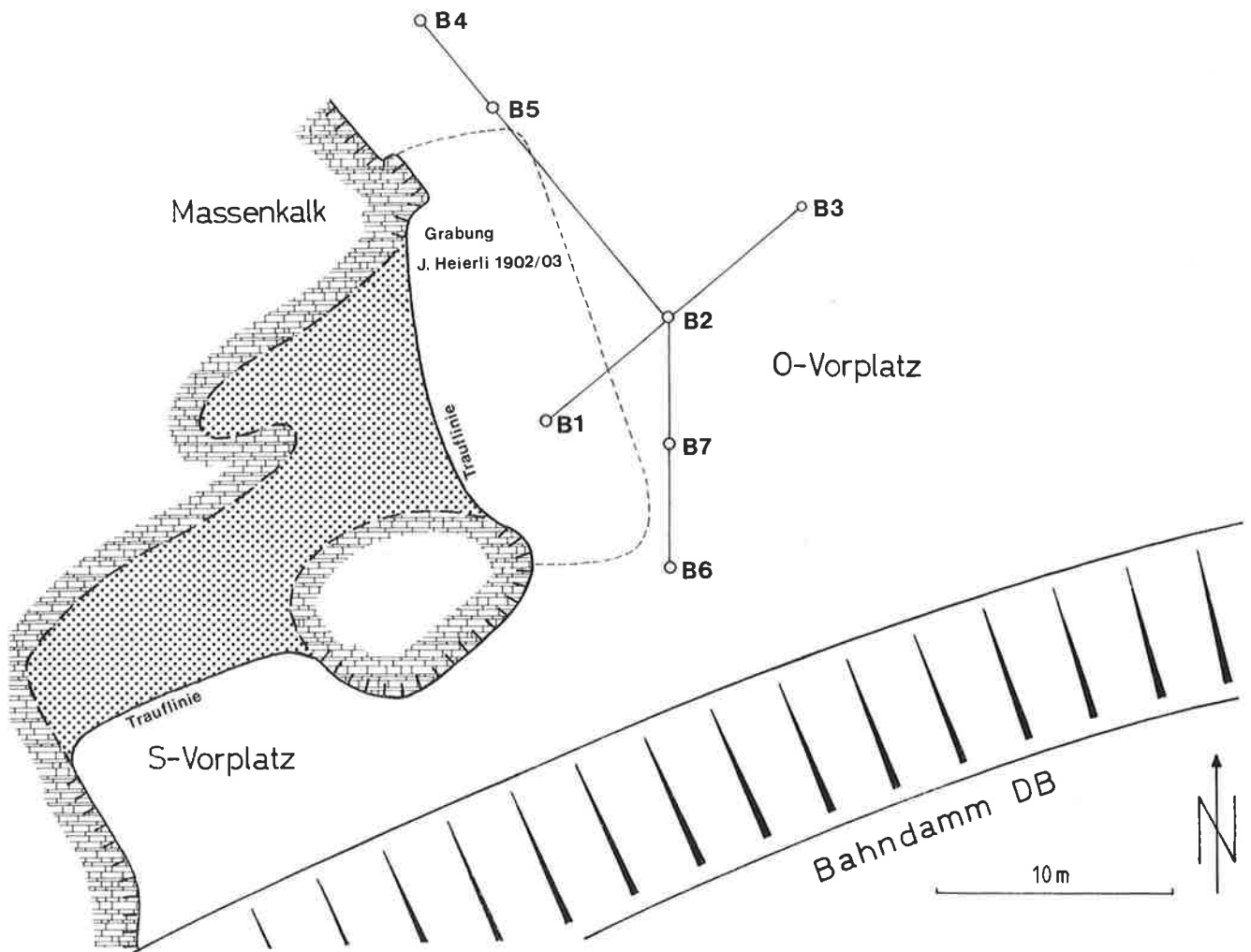


Abb. 1: Lage der Bohrungen im östlichen Vorplatzbereich des Kesslerlochs.

dann einfach leer. Hingegen dürfen nicht einzelne Fraktionen innerhalb einer Pipett- bzw. Siebanalyse fehlen (vgl. dazu als Beispiel Abb. 17).

Missings unter *CURVES: mit einem § in der zehnten Spalte des entsprechenden Feldes markieren. Es entsteht an der entsprechenden Stelle im Bild eine Lücke.

Fehlende *MAXIMUM und *MINIMUM Sets: alle Skalenminima und Maxima werden automatisch anhand der Daten unter *CURVES bestimmt. Solche Daten unter *CURVES, die in der zehnten Spalte eines Feldes mit * markiert sind, werden nicht zur Bestimmung der Minima und Maxima benutzt. Wenn *MAXIMUM gegeben wird, muss auch *MINIMUM gegeben werden – und umgekehrt. Ist ein Feld unter *MAXIMUM leer und das analoge Feld unter *MINIMUM auch leer, so wird für die entsprechende Spalte in der Zeichnung die automatische Skalierung wieder eingeschaltet.

Skalenbeschriftungsoptimierung

Die Beschriftung der Skalen unter *CURVES leidet an Platzmangel. Das Programm versucht die Skalenteilung so zu finden, dass möglichst wenig Platz benötigt wird und alle Punkte sicher untergebracht werden können. Es ist daher nicht garantiert, dass exakt jene Werte erscheinen, die mit *MINIMUM bzw. *MAXIMUM eingegeben worden sind.

Kontaktadresse

Seminar für Ur- und Frühgeschichte der Universität Basel.

Organisatorisches

Der Benutzer muss eine vollständig ausgefüllte Auftragskarte dem Operating abgeben. Darauf muss stehen:

TUSCHPLOTT ... BILDER SCALE 1.00.

Das Operating erstellt dann Tuschbilder im Format A3.

4.3. Sedimentologische Untersuchungen

4.3.1. Einleitung

Am 11.2.1980 begann die Bohrkampagne im Vorplatzbereich, sie dauerte bis zum 20.2.1982 (Abb. 1). Mit dem technischen Teil der Bohrung war die Generalunternehmung «GU-Tiefbau AG» in Schaffhausen beauftragt. Für die Lage der Bohrlöcher und die Aufnahme der Bohrprotokolle zeichneten M. Joos und J. Sedlmeier verantwortlich.

Als Bohrvorrichtung stand uns ein Rotationskernbohrer (Abb. 2) mit einem äusseren Bohrkronendurchmesser von 131 mm zur Verfügung. Damit war schon 1976 im Langloch mit Erfolg bis auf eine Tiefe von 42 m gebohrt worden. Nach dem Vortrieb von maximal 1.70 m musste ein Futterrohr nachgebohrt werden, wobei sich das bereits vorhandene Bohrloch mit Verrohrungsschutt füllte. Dieser Schutt musste beim Ausstossen des Bohrkerns, welches hydraulisch und durch Anklopfen des Rohres erfolgte, säuberlich abgetrennt werden. Eine Grenze war nicht immer gut erkennbar, ferner war infolge stark wechselnder Sedimentführung auch eine unterschiedliche Kompression der Kerne zu beobachten. Dadurch und weil im Bereich der plastischen Torfeinlagerung Probleme beim Ausstossen des Bohrrohres auftraten, entstanden schliesslich zahlreiche Lücken (vgl. zur Bohrtechnik auch Kap. 10.2.2.).

Bei der Positionierung der Bohrlöcher musste man die örtlichen topographischen Verhältnisse berücksichtigen. Unbestritten war die Anlage eines Querprofils mit drei Bohrungen, wobei die erste Bohrung (B1) absichtlich im alten Ausgrabungsschutt der Grabung Heierli 1902/03 am östlichen Höhleneingang abgetieft wurde (Abb. 1). B2 in 7 m Entfernung war als Schnittpunkt mit einem Längsprofil (B4–B6) gedacht. Mit 9.90 m war B3 die tiefste, sozusagen geologische Bohrung. Eine längere Bohrstrecke wäre wünschenswert gewesen, war jedoch aus finanziellen Gründen nicht realisierbar.

Die Absicht, mit den Bohrungen möglichst nahe an die alten Ausgrabungen heranzukommen, aber dennoch ausserhalb ihres Störungsbereichs zu bleiben, liess sich nur teilweise realisieren. Natürliche Grenzen waren uns durch die Vegetation, das neuerstellte Biotop und den Bahndamm der DB gesetzt (vgl. Kap. 3.1., Abb. 2).

Wir wollen einleitend nicht verheimlichen, dass es sich um teilweise sedimentologisch schwer interpretierbare Bohrungen handelt, da zum Teil gestörte oder lückenhafte Bohrkern vorliegen. Die Querachse B1–B3 ist weit ergiebiger als die Längsachse B4–B6.

4.3.2. Kurze Beschreibung der Bohrungen B1 bis B7

4.3.2.1. Überblick

Aus Abb. 1 ist die Lage der Bohrungen B1–B7, die sich zu einem Querprofil B1–B3 und einem Längsprofil B4–B6 um den Schnittpunkt in B2 gruppieren, abzulesen. Bei der Untersuchung der Bohrungen hat sich über den ohnehin grosszügig angenommenen Grabungsbereich von Heierli 1902/03 hinaus eine erweiterte Störungszone in den nacheiszeitlichen Sedimenten mit starken Einflüssen in B4–B6 sowie geringfügigeren in B2 und B7 ergeben.

Im Sedimentcharakter unterscheidet sich B1 grundsätzlich von den anderen Bohrungen dadurch, dass durchgehend Kalkschutt dominiert, der im wesentlichen durch die fortschreitende Verwitterung der Höhle anfällt. Einzig in dieser 4.75 m tiefen Bohrung B1 wurde vermutlich der anstehende Untergrund erbohrt (vgl. Kap. 4.3.2.2.).



Abb. 2: Bohrgerät in Betrieb vor dem östlichen Höhleneingang (Foto J. Sedlmeier).

Die Bohrungen B2–B7 zeichnen sich im oberen Teil bis maximal 4.50 m Tiefe durch Einschübe organischer Ablagerungen aus, wobei diese in B4, B5 und B7 zugunsten von bergkiesartigem Kalksplitt zurücktreten.

Kies mit hohem Anteil an allochthonem Material tritt in B6 ab 5 m, in B3 ab 6.50 m Tiefe auf, während es in B2 und B4 nur spärlich vorkommt und in B5 und B7 praktisch fehlt.

Sande und Silte sind in B2, B3 und B6 häufig zwischengeschaltet, so dass eine Art rhythmischer Wechsellagerung von Lehm, Sanden und Kiesen stattfindet.

Für die Genese der Vorplatzsedimente ist das Profil B3, welches bis in 9.90 m Tiefe reicht, am aufschlussreichsten.

Die Bohrung B3 liegt bereits ca. 18 m vom östlichen Höhleneingang entfernt. Es finden sich hier bloss noch vereinzelte Silices und einige wenige Knochenfragmente bis in eine Tiefe von 5.30 m. Diesbezüglich erweist sich Bohrung B2 mit einer fundreichen Zone in 4.00–4.30 m Tiefe am ergiebigsten. Daneben findet man Holzkohle und Silexartefakte sowie Fragmente von Felsgesteinplättchen (vgl. Kap. 10.1.) bis in eine Tiefe von 5–6 m, während in B6 hauptsächlich Knochenfragmente bis in 5.30 m hinab vorkommen.

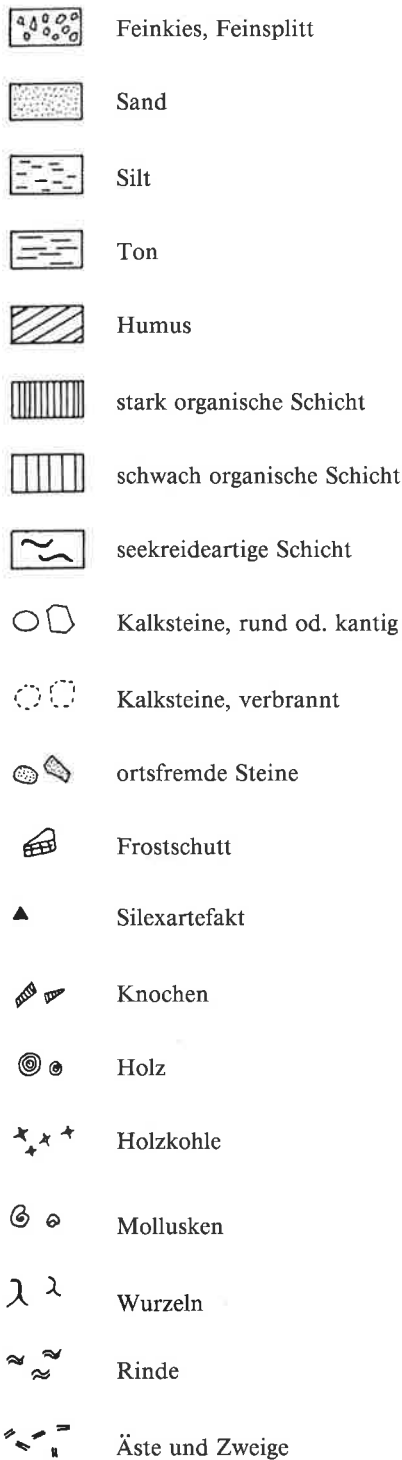


Abb. 3: Legende zu den Bohrprofilen B1 bis B7.

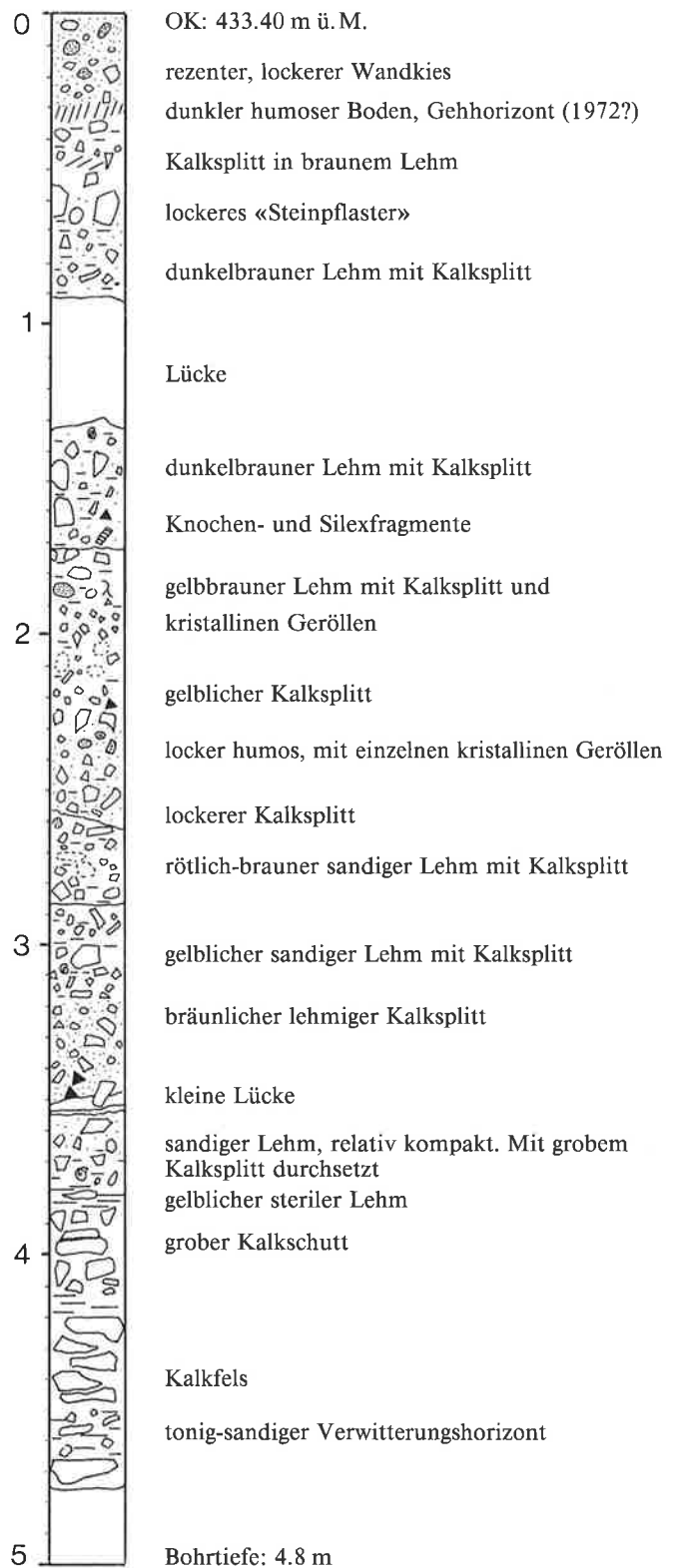


Abb. 4: Zeichnung von Bohrprofil B1 (Legende siehe Abb. 3).

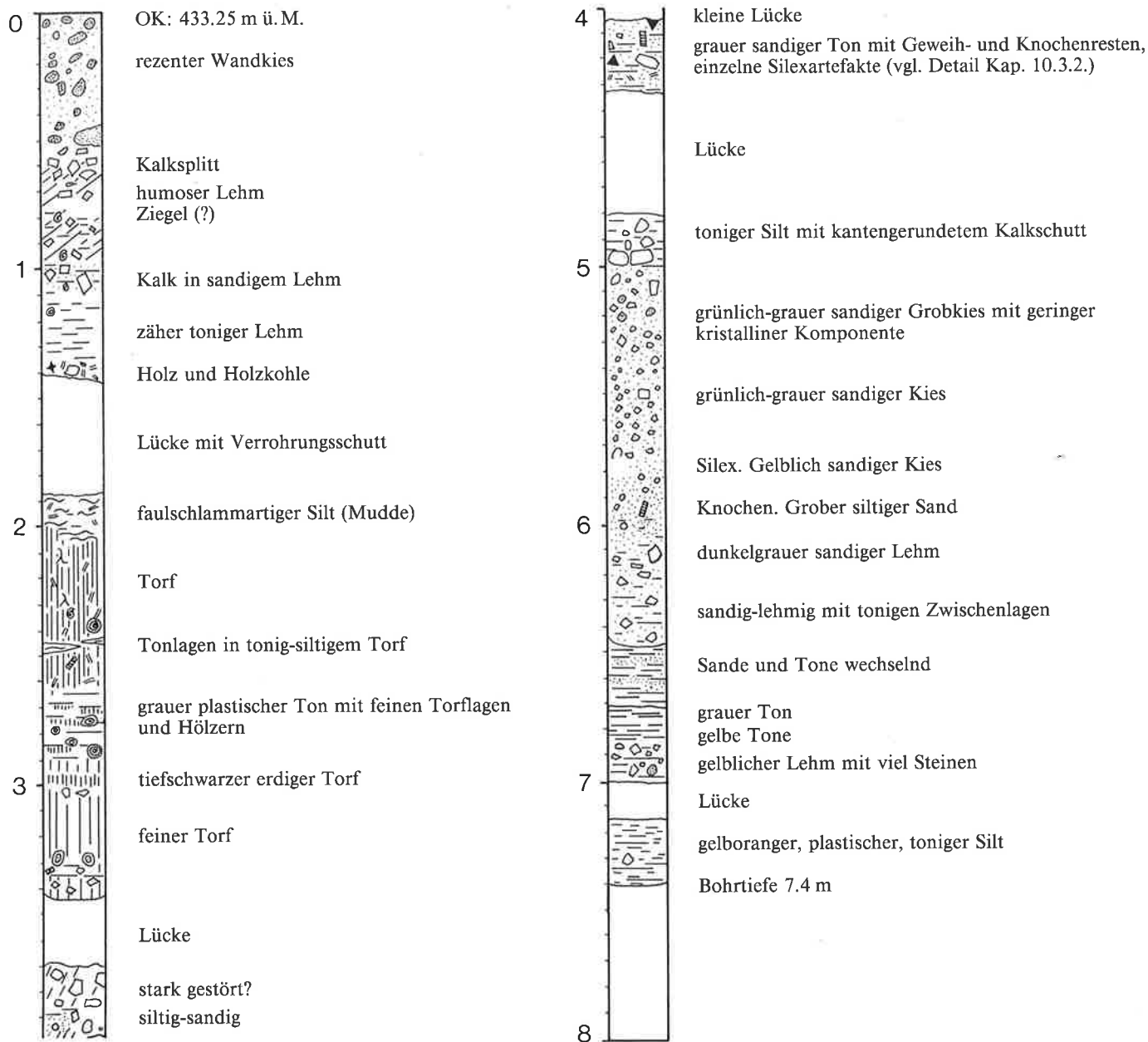


Abb. 5: Zeichnung von Bohrprofil B2 (Legende siehe Abb. 3).

4.3.2.2. Bohrung B1 (Abb. 4)

Mit voller Absicht wurde die erste Bohrung in einen bereits früher ausgegrabenen Bereich, ca. 4 m vor dem östlichen Höhleneingang, abgetieft. In diesem von Heierli 1902/03 ausgegrabenen Teil findet sich durchgehend kompakter Kalkschutt in Lehm unterschiedlicher Farbe eingebettet. Nach 30 cm frischem Wandkies, der anlässlich der Vorplatzverschönerung 1979 eingebracht worden ist und der sich in allen Bohrungen findet, treten etwa ab 1.50 m Tiefe vermehrt Silex- und Knochenfunde auf. Ab ca. 2 m Tiefe gesellen sich zahlreiche angebrannte Steine dazu. Zwischen 2.60 m und 2.90 m ist ein deutlich rötlichbraun gefärbter Abschnitt festzustellen, während dar-

über bräunlicher Lehm, darunter gelbbrauner und schliesslich gelber Lehm die Grundmasse des Kalkschuttes bilden. Die untersten Funde sind in etwa 3.68 m Tiefe zu verzeichnen. Ab 3.90 m dürfte der aufgewitterte, von Lehm bzw. Mergellagen unterbrochene anstehende Massenkalk angebohrt worden sein. Bei 4.70 m brachen wir die Bohrung ab, da es aus technischen Gründen nicht ratsam schien, weiter zu bohren. Daher ist letztlich nicht völlig auszuschliessen, dass die Bohrung in einem stark aufgewitterten Felsblock stehen blieb.

Als das auffallendste Merkmal dieser Bohrung muss der häufig schräg bis senkrecht im Sediment steckende und deshalb künstlich eingefüllte Kalkschutt erwähnt werden.

4.3.2.3. Bohrung B2 (Abb. 5) (nach Th. Mäglin)

Bis in eine Tiefe von 55 cm finden wir einen modernen Wandkies, der im obersten Teil kompakt, in seiner zweiten Hälfte locker ist. Darunter befindet sich eine 10 cm mächtige Zone mit grobem Kalkschutt (0.55–0.65 cm). Anschliessend folgt ein dunkelbraunes tonig-siltiges Sediment mit kleinerem Kalkschutt (0.65–0.90 m). Dieser Kalkschutt setzt sich in lockerem, eher humosem Material fort (0.90–1.00 m). Danach ist grober Kalkschutt in tonig-siltigem Sediment zu finden, das von rostbraunen Flecken und Streifen durchsetzt ist (evtl. Eisen- od. Manganverfärbung; 1.00–1.10 m). Darunter liegt ein brauner siltiger Ton, der dieselben rostbraunen Flecken sowie einzelne Kalkgerölle und kristalline Gerölle aufweist. Es ist nicht auszuschliessen, dass Kalk und Gerölle erst durch den Bohrvorgang in diesen Horizont gelangten. Abgeschlossen werden diese dichten, tonigen Schichten durch ein schmales dunkles, etwas sandigeres Band mit Holz und Holzkohle (1.10–1.35 m). Die nächsten 50 cm bestehen aus Material der Wandverrohrung. Danach folgt eine dunkelbraune siltig-sandige Schicht, die stark mit organischen Resten durchsetzt ist. Einzelne sehr dünne, graue Tonlagen durchziehen dieses Material (1.85–2.00 m).

Nach 2.00 m setzt ein schwarzer Torf ein (2.00–2.28 m), der über einem torfdurchsetzten Ton liegt (2.30–2.65 m). Danach folgen graue tonige Sedimente, die vereinzelt dünne Torflagen und Holzstückchen aufweisen (2.65–2.85 m). Im Anschluss daran finden wir einen abrupten Wechsel zu einem stark verlehmteten Torf (2.85–2.95 m), der dann in einen feinen dunklen Torf übergeht (2.95–3.44 m). In diesem Torf ist an zwei Stellen Kalksplitt festzustellen (um 3.05 m und um 3.40 m). Zwischen 3.45 m und 3.68 m klafft eine Lücke, auf die eine stark gestörte Stelle folgt. Diese besteht aus einem Gemisch von Torf, Ton und sehr viel grobem Kalkschutt (3.68–3.85 m). Anschliessend folgt eine mächtige tonige Schicht mit Gesteinsresten und Silexartefakten, die bei 4 m Tiefe durch ein Kalksplittband unterbrochen wird (3.85–4.33 m). Bis in eine Tiefe von 4.80 m folgt eine weitere grosse Lücke. Bei 4.82 m setzt ein siltiges Material ein, das mit zum Teil grossem kantengerundetem Kalksplitt durchsetzt ist (4.82–5.30 m). Vereinzelt treten allochthone Gerölle auf. In grösserer Tiefe wird der Kalksplitt feiner, die graue Matrix wird sandiger (5.30–5.90 m). An die mächtige Kalksplittschicht schliesst eine dunkelgraue, sandige Zone an (5.95–6.13 m), die beim Übergang zu einem ockerfarbenen, feinsandigen Horizont durch eine Lage Kalkschutt unterbrochen wird (6.13–6.43 m). Dieser Feinsand weist einige wenige eckige Kalksteine auf und wird von dünnen tonig-siltigen Bändern durchzogen. Danach folgt eine helle siltige Schicht (6.43–6.50 m), die in ein hellgraues toniges Sediment mit dünnen, sandigen Zwischenlagen übergeht (6.50–6.70 m). Anschliessend finden wir eine Wechsellagerung von rötlichem Ton, braunem Sand und Silt (6.70–6.80 m). Bis 7 m liegt ein verlehmtetes, siltiges Material vor, das mit grobem Kalkschutt und kleinen kristallinen Kieseln durchsetzt ist

(6.80–7.00 m). Den Abschluss des Profiles bildet ein heller gelblicher, toniger Silt mit grosser Plastizität (7.15–7.40 m).

4.3.2.4. Bohrung B3 (Abb. 6) (nach K. Meier-Riva)

Bis in eine Tiefe von 1.30 m ist, im Vergleich zum Liegenden, ein relativ hoher Anteil an feinem Kalksplitt feststellbar. Die in diesem Bereich auftretenden Silexartefakte und Knochensplitter sowie der Vergleich mit den übrigen Bohrungen deuten darauf hin, dass die Aufschüttung einer früheren Grabung vorliegt. Vereinzelt sind wie in B1, Eisenkonkretionen festgestellt worden, was ebenfalls auf eine moderne Störung hinweist. In 1.40 m Tiefe folgt die oberste Torflage, die mit dem obersten Torf in B2 identisch sein dürfte, was auch die ¹⁴C-Datierung zu bestätigen scheint (vgl. Kap. 11.3.).

Auf eine lückenhafte und offensichtlich gestörte Zone folgt ab 2.80 m ein Sediment mit hohem Siltgehalt, das in einem stehenden, stark eutrophen Gewässer abgelagert wurde. Ab 3.40 m liegt ein weiterer mächtiger Torfschnitt vor, dessen Erbohrung leider beträchtliche Schwierigkeiten bot. Bis in ca. 3.50 m Tiefe darf man mit einer ungestörten Schichtenfolge rechnen. Danach ist wegen der hohen Plastizität des Materials offensichtlich ein Missgeschick erfolgt, das zu einer inversen Abfolge geführt hat, wie die ¹⁴C-Datierungen (Kap. 11.3.) zu erkennen geben.

Im Bereich zwischen 4.60 m und 6.70 m folgen feingebänderte seekreideartige Sedimente mit hohem Siltgehalt und gelegentlichen Sandeinschüben. Darunter dominieren sandige und kiesige Ablagerungen fluvioglazialer Art, die wohl eine späte, wenig dynamische Phase der Entwässerung durch das Fulachtal markieren.

4.3.2.5. Bohrung B4 (Abb. 7)

Bei dieser Bohrung handelt es sich um ein lückenhaftes, wiederholt gestörtes Profil, bei welchem noch in 3.97 m Tiefe ein Ziegelfragment gefunden wurde. Es macht den Anschein, dass eine ältere Grabung (Heierli?) bis in diesen felsnahen Vorplatzbereich vorgedrungen ist. Zwischen 4.00 m und 4.80 m trat in dieser Bohrung zudem die Schwierigkeit auf, die sehr plastischen Sedimente nach oben zu fördern. Dies gelang erst, nachdem die Verrohrung nachgestossen und die Bohrkronen gefrittet worden war!

Kalksplitt kommt häufig vor und dominiert bis in 5.70 m Tiefe, wobei zwischen 3.50 m und 4.00 m Kalkgerölle überwiegen. Erst ab 5.80 m treten erstmals allochthone, u.a. kristalline Gerölle in situ auf.

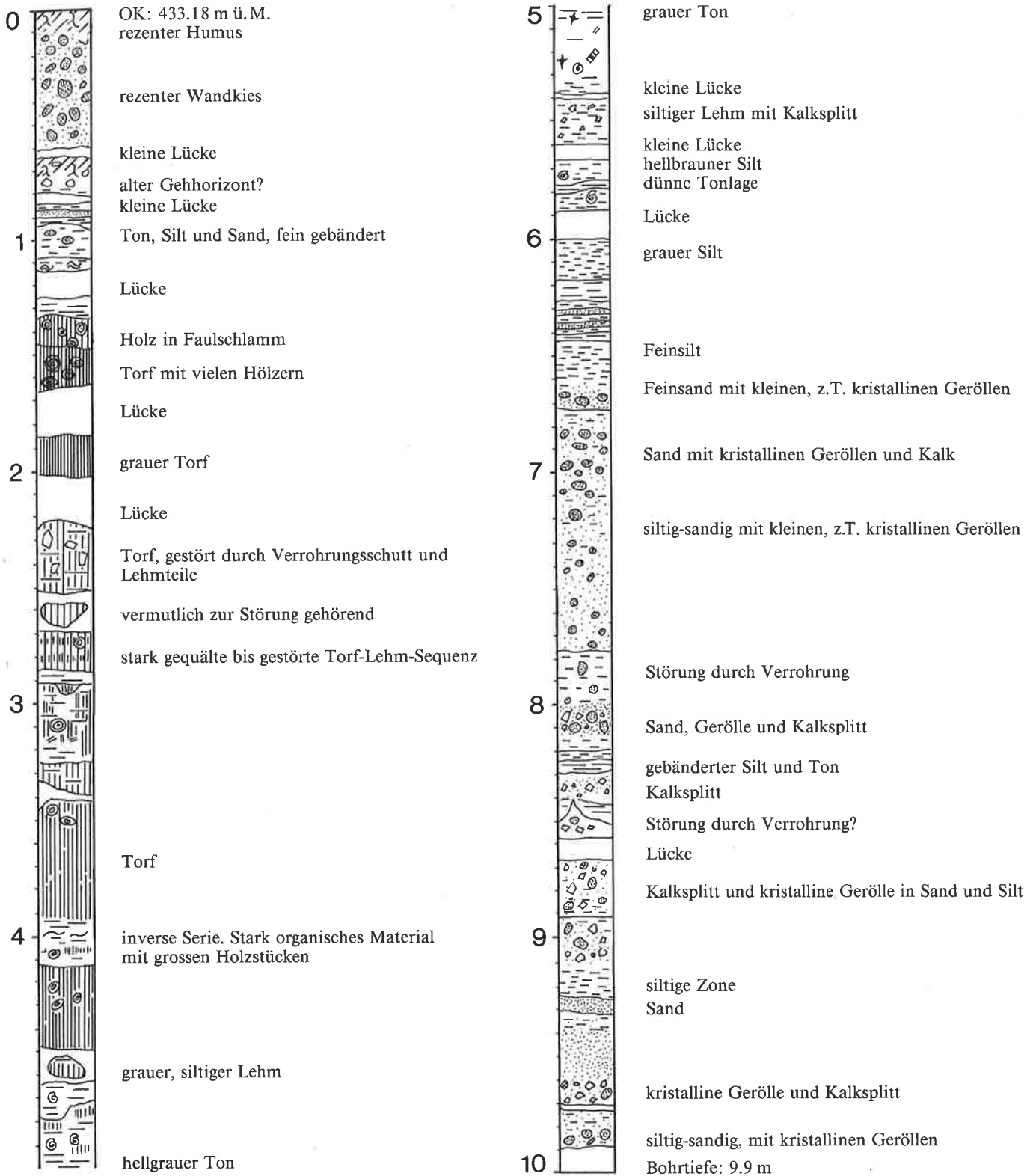


Abb. 6: Zeichnung von Bohrprofil B3 (Legende siehe Abb. 3).

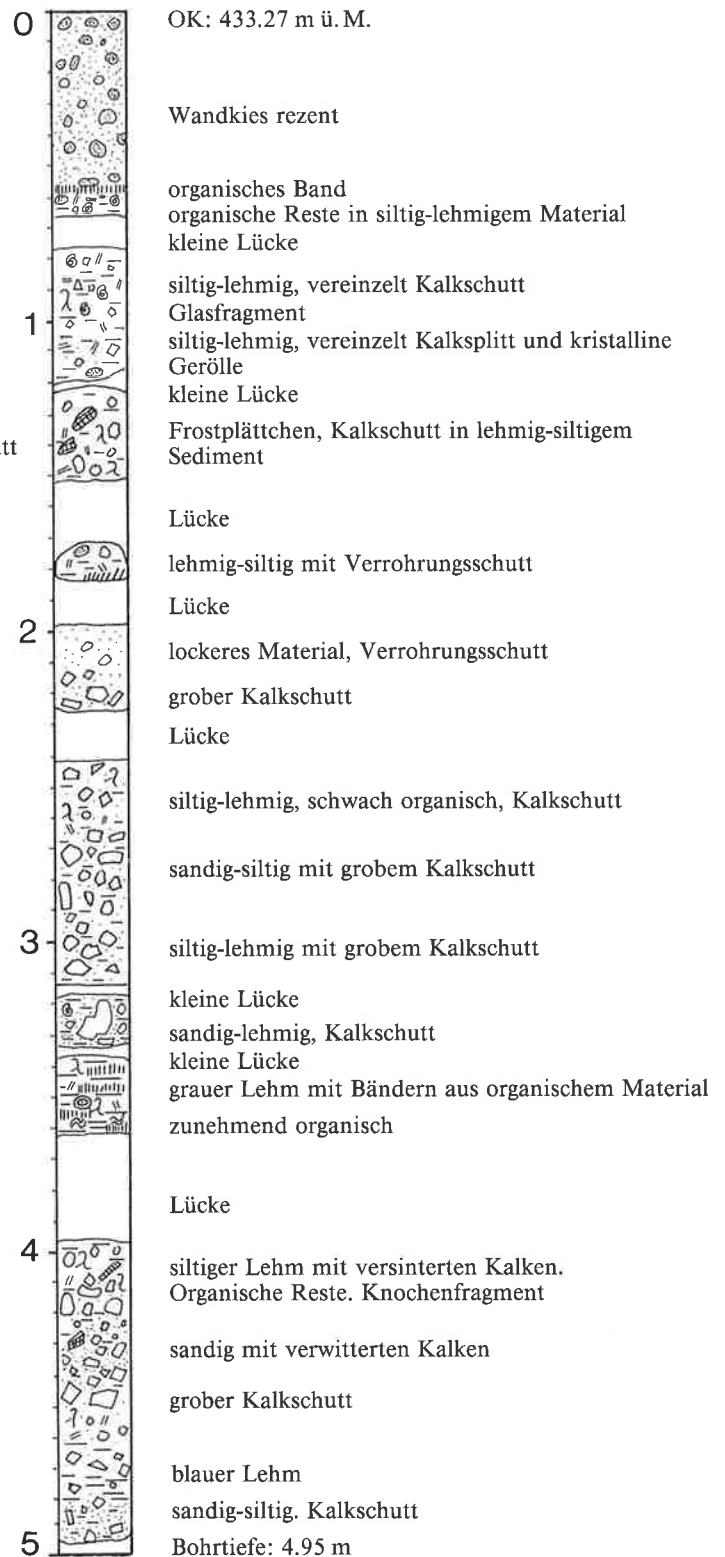
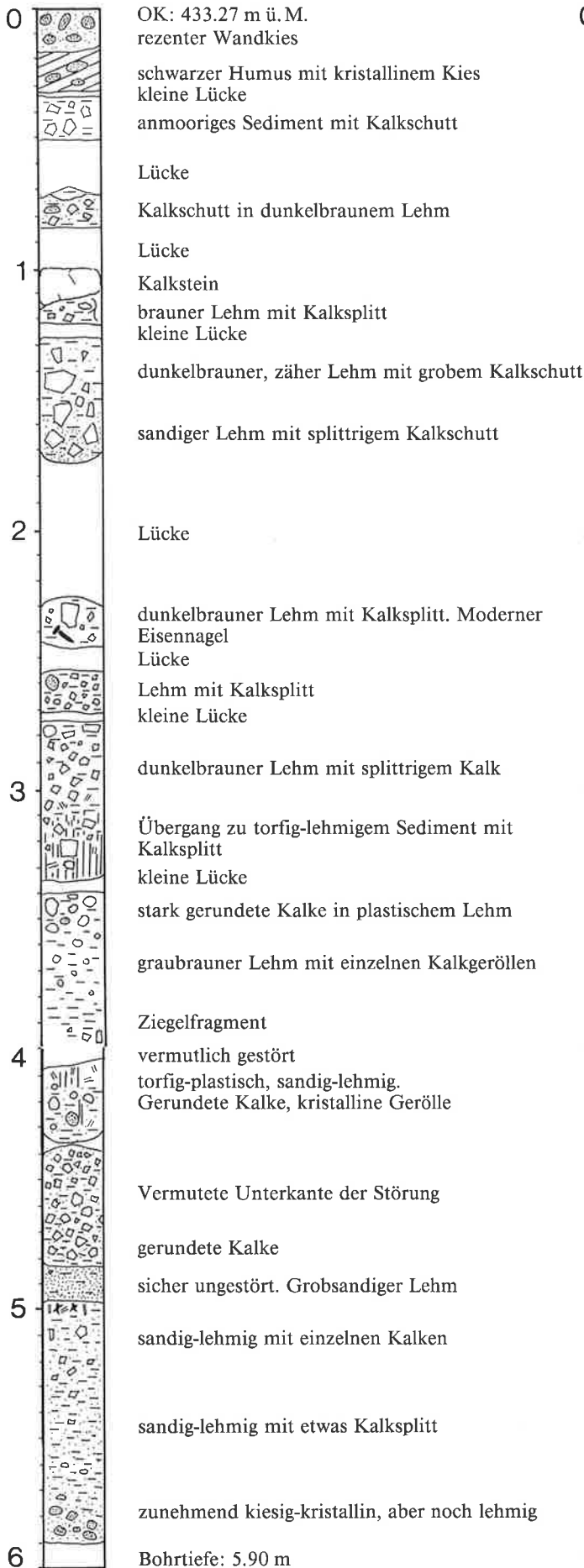


Abb. 8: Zeichnung von Bohrprofil B5 (Legende siehe Abb. 3).

◀ Abb. 7: Zeichnung von Bohrprofil B4 (Legende siehe Abb. 3).

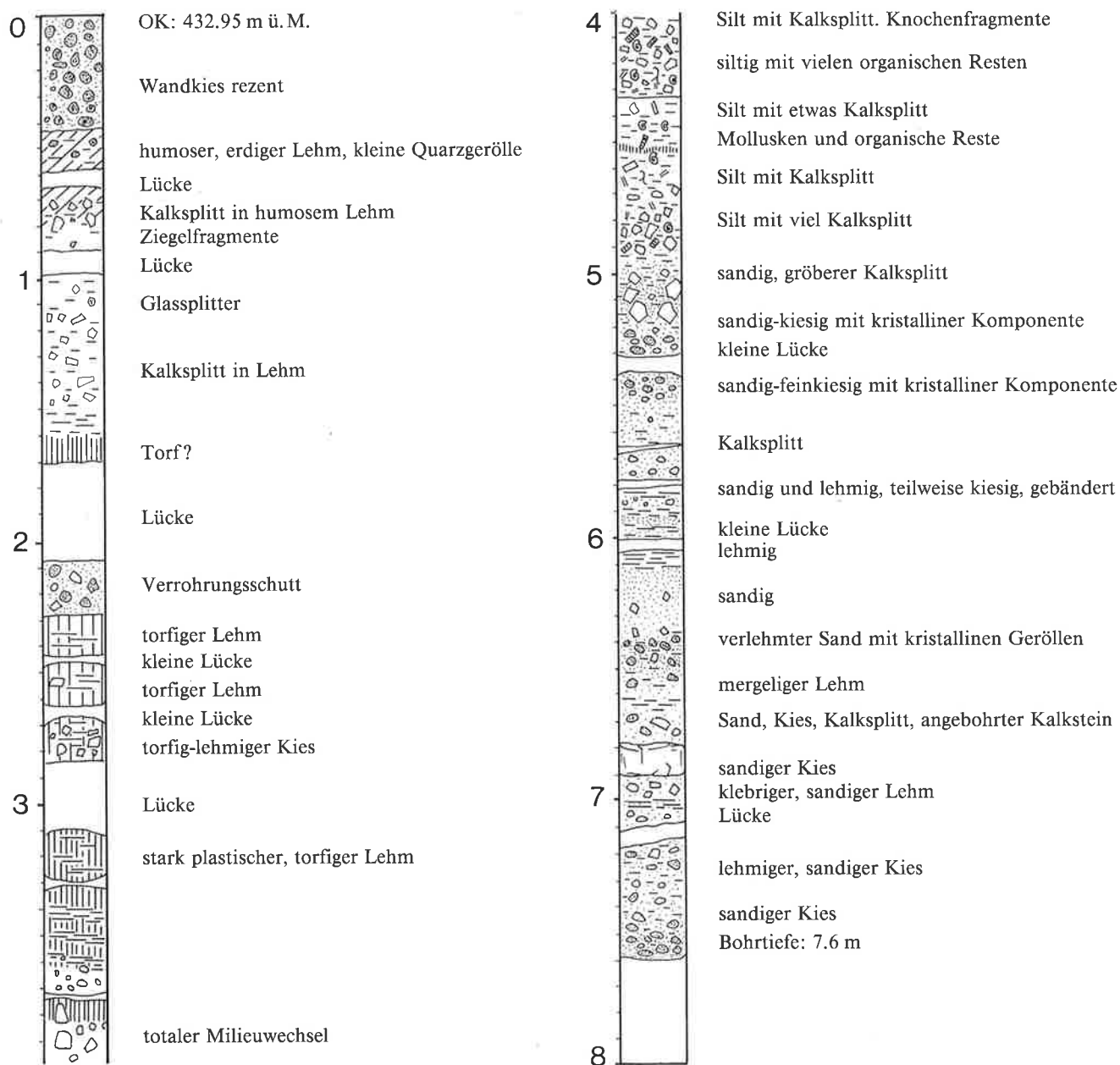


Abb. 9: Zeichnung von Bohrprofil B6 (Legende siehe Abb. 3).

4.3.2.6. Bohrung B5 (Abb. 8)

Diese Bohrung bot ebenfalls technische Schwierigkeiten, ist bis 1.00 m hinab sicher gestört und weist leider einige Lücken auf. In 1.40 m und in 4.30 m Tiefe treten Frostplättchen auf. Die Nähe zum Höhleneingang wird durch groben Kalkschutt markiert.

Das in 3.50 m Tiefe auftretende organische Material lässt darauf schliessen, dass in dieser Bohrung, die im übrigen fundarm ist, die Übergangszone von der Felswand zum Vorplatz vorliegt. Ab 4.80 m tritt anfänglich stark gerundeter Kalkschutt u.a. mit Knochenfragmenten, ab 4.25 m eher eckiger Frostscht auf.

4.3.2.7. Bohrung B6 (Abb. 9)

Auch diese am nächsten beim Bahndamm gelegene Bohrung ist in den obersten 4 m lückenhaft und offenbar gestört. Darunter weist das Bohrprofil eine grosse Ähnlichkeit mit B3 auf. Zwischen 4.00 m und 5.00 m tritt viel Kalksplitt mit zahlreichen Knochenfragmenten in einem molluskenreichen Silt auf. Ab 5.00 m bis 7.60 m liegt eine Wechsellagerung lehmig-sandiger bis kiesiger Art vor, wobei Kalksplitt und Gerölle mit einem Kristallinanteil (Rheingletscher) und in 7.00 m auch eine Zone von Kalkgeröllen vorkommen. Die Nähe zur Höhle lässt sich am größeren und vermehrten Kalkanteil ablesen.

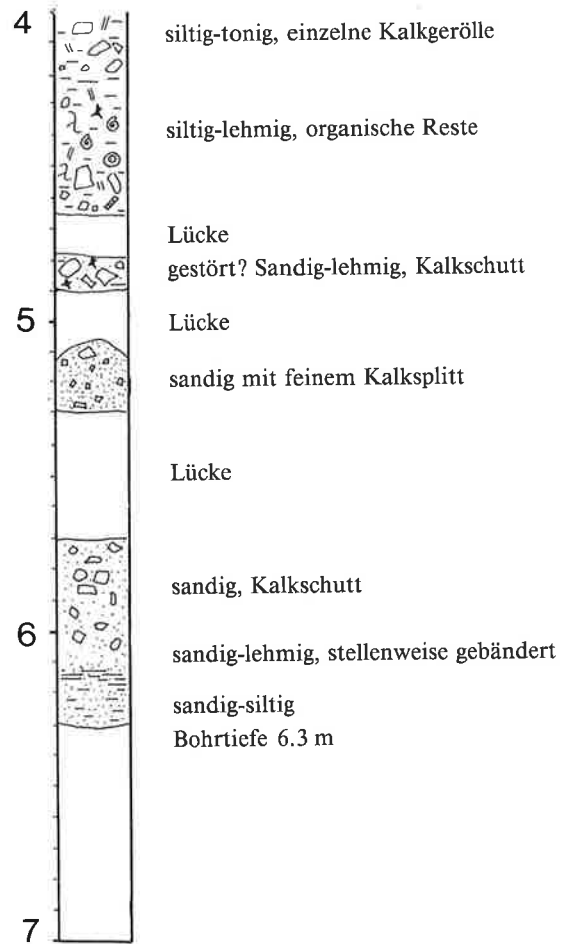
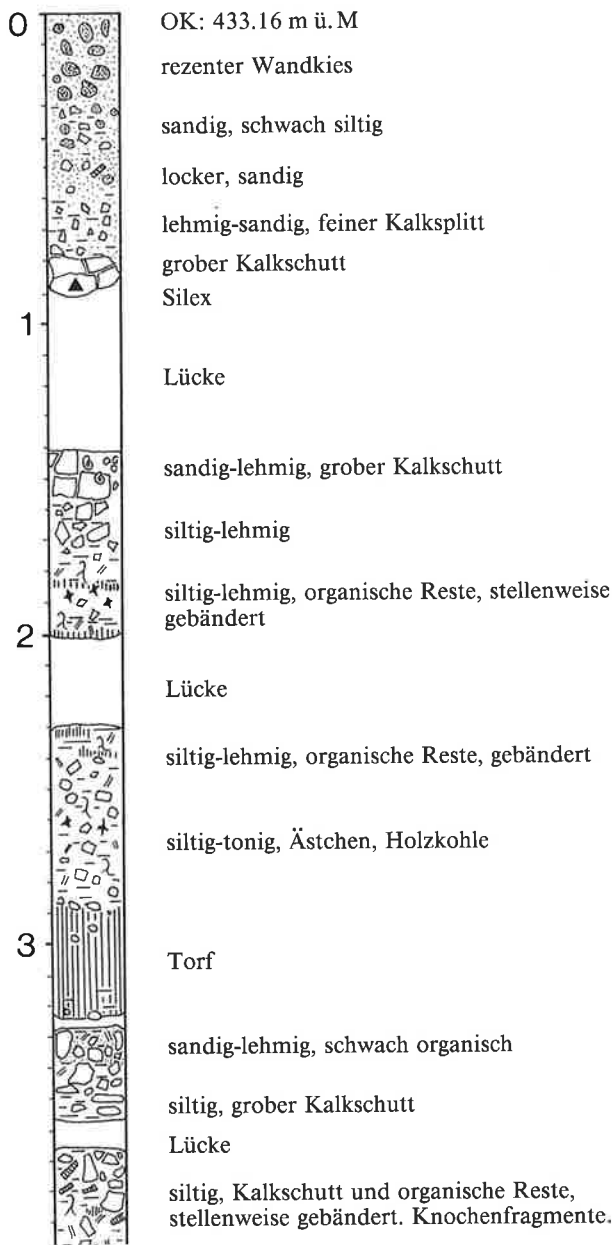


Abb. 10: Zeichnung von Bohrprofil B7 (Legende siehe Abb. 3).

4.3.2.8. Bohrung B7 (Abb. 10)

Auch in diesem lückenhaften Profil sind die obersten 3.50 m gestört (vgl. Kap. 6.2.). Darunter finden sich Ablagerungen siltig-lehmiger Art u.a. mit Knochenfragmenten und Mollusken, wie sie in fast allen Profilen angetroffen wurden. Bis zur abschliessenden Bohrtiefe von 6.30 m tritt häufig Kalkschutt auf, dagegen fehlen Gerölle, so dass wir uns offenbar am Hangfuss der Höhlensedimente befinden.

4.3.3. Querprofil B1 bis B3 (Abb. 11–14)

Auf einer Profilachse quer zum östlichen Höhleneingang sind drei Bohrungen mit zunehmender Tiefe (B1: 4.75 m, B2: 7.40 m und B3: 9.90 m) abgetieft worden (vgl.

Abb. 11). Einzig B1 erreicht den vermutlich anstehenden, stark aufgewitterten Untergrund. Sie liegt im Bereich der Ausgrabung von Heierli 1902/03 und enthält bis in eine Tiefe von 3.68 m ab derzeitiger OK Knochen und Silixartefakte, während in B2 und B3 vereinzelte Funde oder Fundzonen bis in eine Tiefe von 6 m hinunterreichen. In diesen beiden Bohrlöchern stossen wir oberhalb von 4.00 m (B2) bzw. 4.50 m (B3) auf eine fundarme Wechsellagerung von Ton/Silt und Torf, dessen höchstes ¹⁴C-Alter mit $10\,480 \pm 110$ BP datiert wird (vgl. Kap. 11.3.). Den Übergang zum Spätglazial bilden seekreideartige Ablagerungen mit Karbonatgehalten von über 50%: mit wachsendem Abstand von der Höhle nimmt der in B1 dominierende Kalksplitt ab.

Wie bereits in Kap. 4.3.2.4. festgestellt, ist in B3 möglicherweise durch eine Verwechslung am Bohrkern eine inverse Abfolge entstanden. Da in der gesamten Torfzone

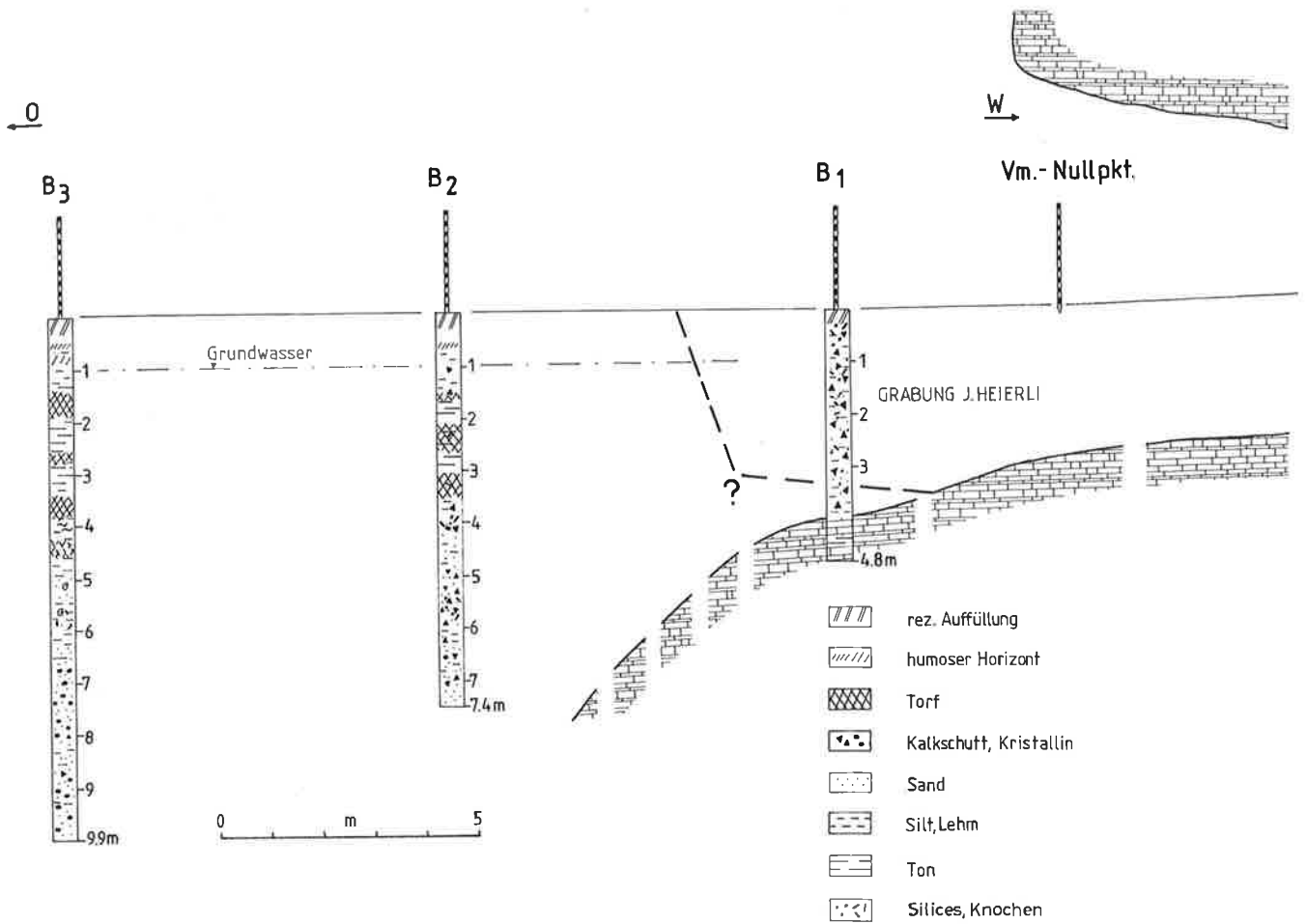


Abb. 11: Querprofil B1 bis B3 im östlichen Vorplatzbereich.

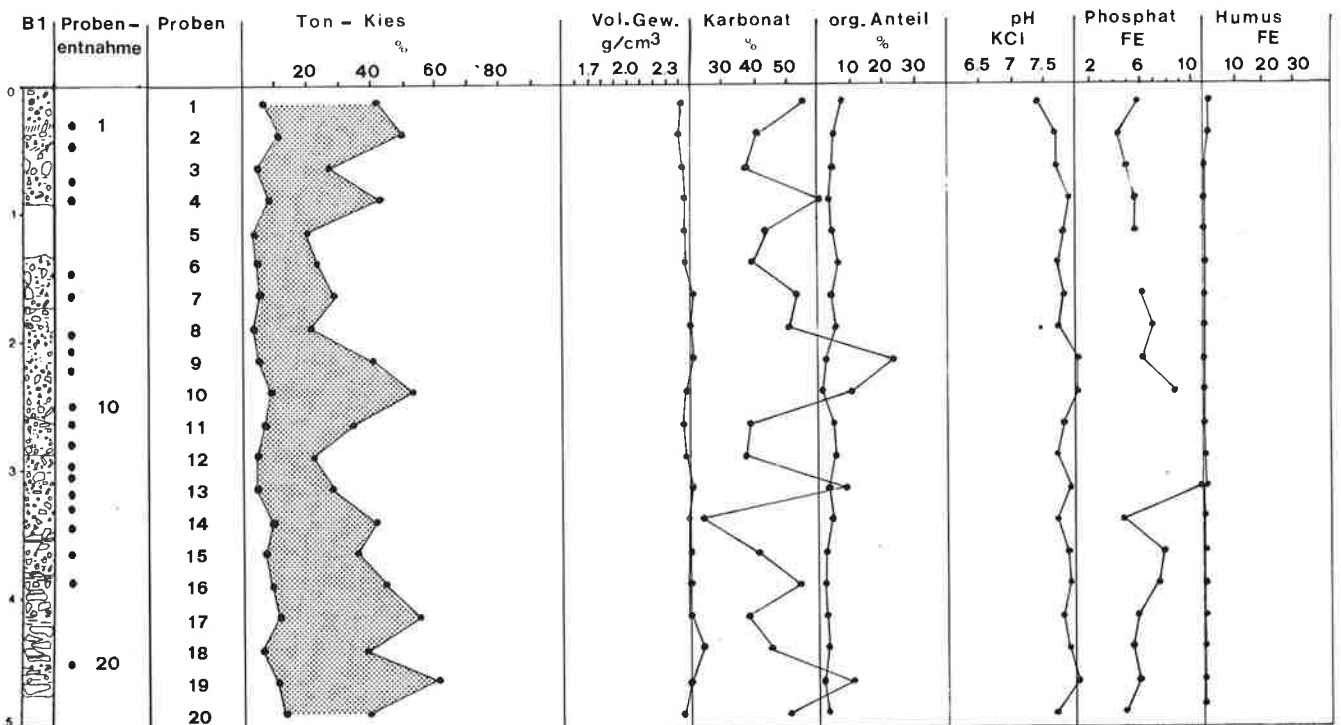


Abb. 12: Darstellung der wichtigsten sedimentologischen Analysen von B1.

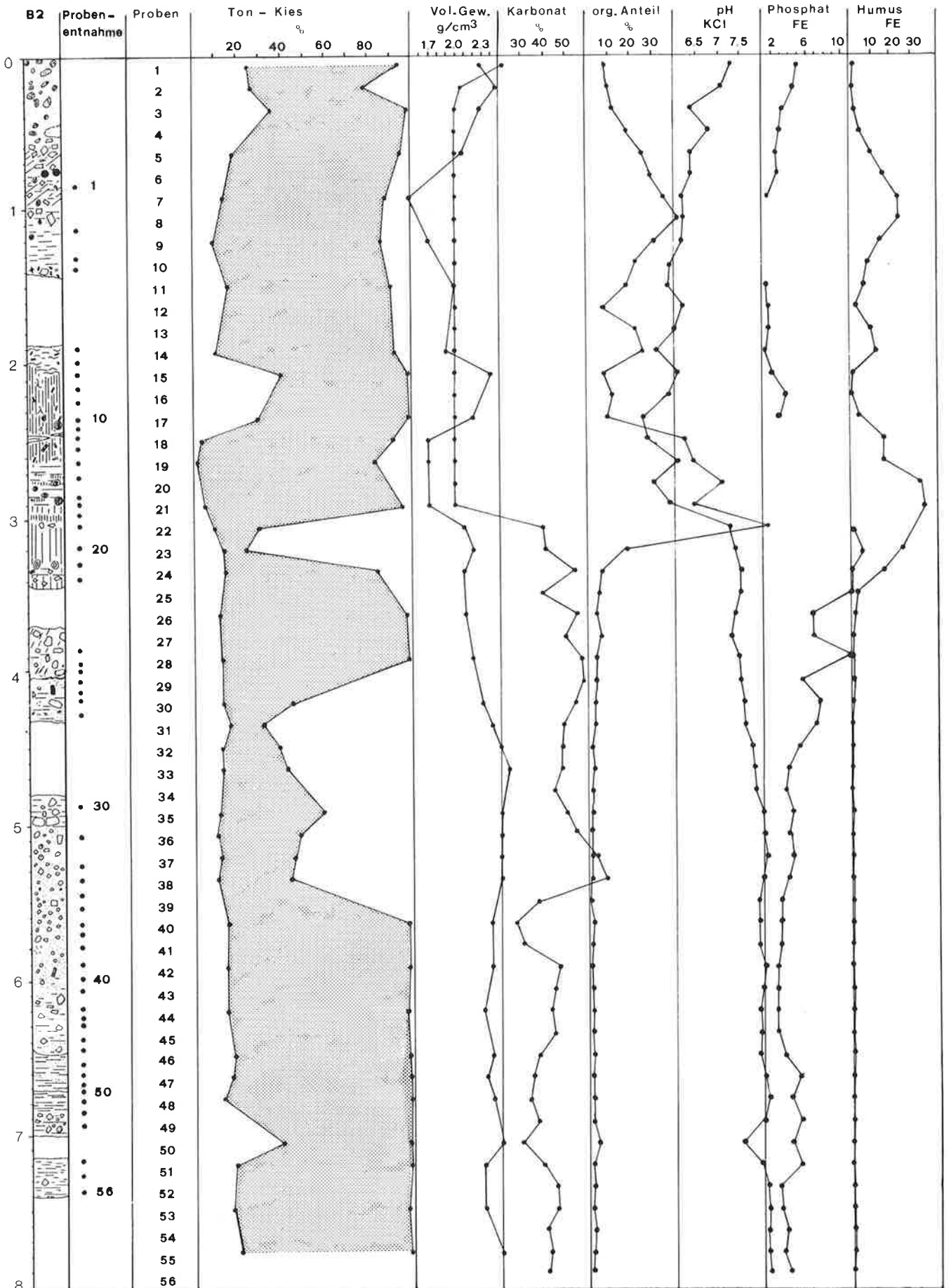


Abb. 13: Darstellung der wichtigsten sedimentologischen Analysen von B2.

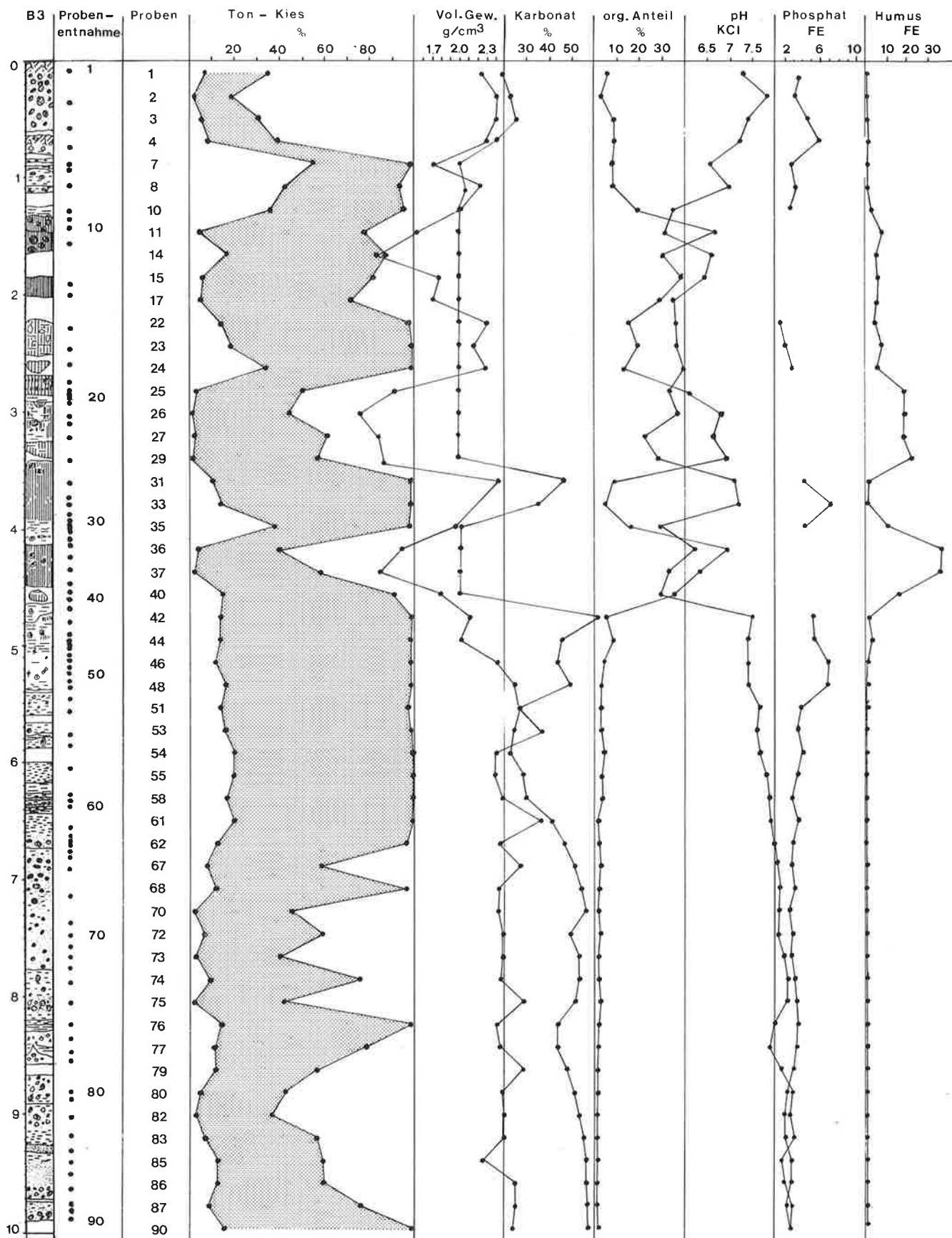


Abb. 14: Darstellung der wichtigsten sedimentologischen Analysen von B3.

Chemische Werte	B1 (20)	B2 (56)	B3 (60)	B4 (22)	B5 (6)	B6 (42)	B7 (29)
Karb %	23-83	0-64,5	0-62,5	13-57	35,5-70	0-82	0-61,5
org. A %	1,5-7,5	1,5-62,5	0,5-69	1,5-16,5	2,5-6	1-58,5	5-59
pH	4,9-9,1	5,3-8,05	4,0-8,0	7,3-8,1	7,35-7,75	6,35-8,2	6,05-7,85
Phosphat _{FE}	4,5-7,7	1,2-12,5	1,4-7,1	3,1-12,5	10,5-15,4	2,0-22,0	3,2-9,1
Humus _{FE}	0,01-0,5	0,01-33	0-33	0,02-11,1	0,1-0,2	0-50	0,03-10

Abb. 15: Minima-Maxima-Werte der chemischen Analysen.

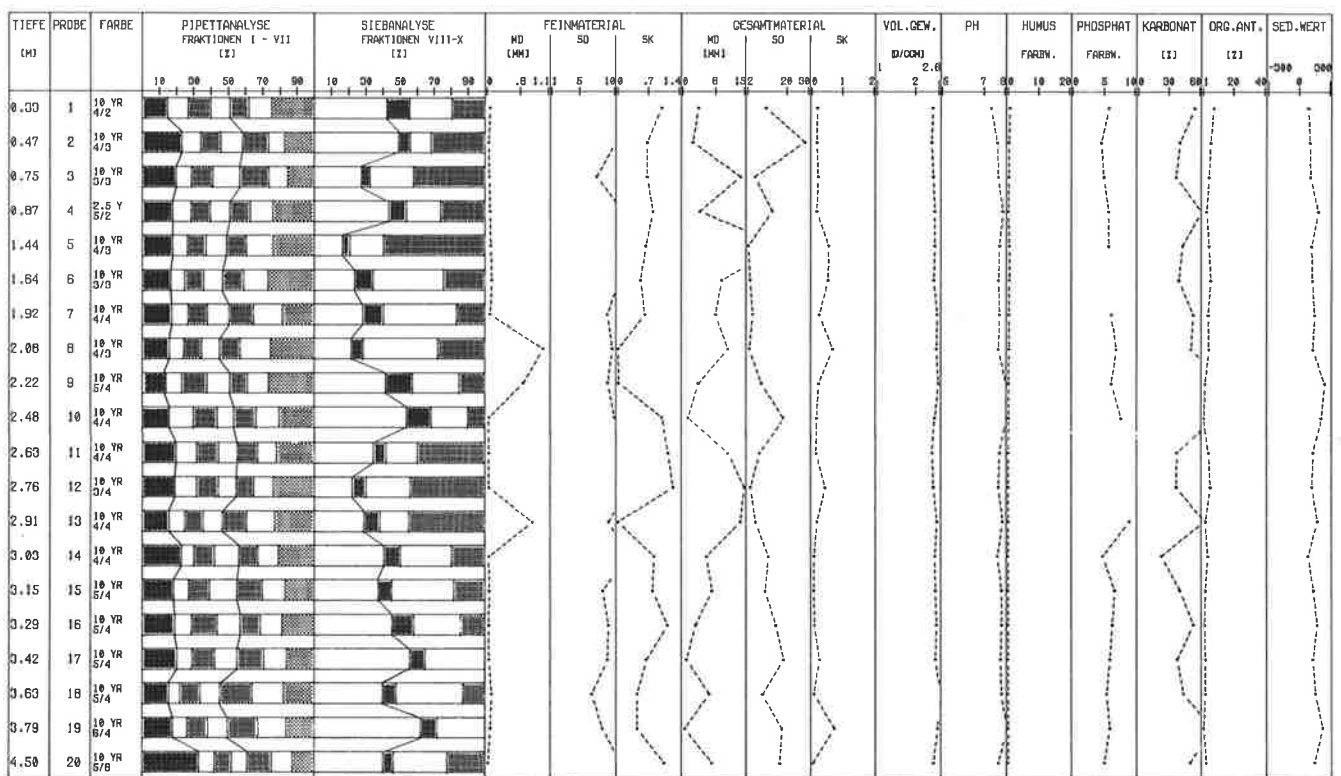


Abb. 16: Sedimentplot von B1, granulometrische und chemische Analysen (MD = Median; SO = Sortierung; SK = Schiefe). In der Kolonne Pipettanalyse sind Ton (Fraktion I), Silt (II-IV) und Sand (V-VII) dargestellt; bei der Siebanalyse bedeutet der erste Balken Ton+Silt+Sand, die weiteren Balken repräsentieren zunehmende Kiesfraktionen.

wegen der Wasserführung sehr schwierig zu bohren war, kann auch eine Verschleppung von jüngerem Material durch die Verrohrung nicht ausgeschlossen werden. Der Übergang vom Glazial ins Holozän ist aufgrund der pollenanalytischen Ergebnisse (Kap. 6.) kein kontinuierlicher. Es muss wohl mit einem Hiatus und der Kappung spätglazialer Ablagerungen im Bereich des Querprofils gerechnet werden.

Die Abb. 12-14 nehmen Bezug auf das Querprofil B1-B3. Anknüpfend an Abb. 11 geben sie in zusammenfassender Weise Auskunft über die sedimentologische

Situation im Bereich von Höhle und Vorplatz. Anhand der Granulometrie, unterteilt in Ton, Silt und Sand (in Abb. 12-14 gerastert) und Kies sowie weiterer physikalisch-chemischer Parameter, können Entwicklung und Veränderung von der Höhle zum Vorplatz verfolgt werden.

Während im Einzugsbereich der Höhle, zugegebenermaßen im bereits ausgegrabenen Teil, aber auch in der unberührten untersten Partie von B1 ein hoher Kiesanteil von meist über 50% vorliegt, sind in B2 und B3 sowohl Schwankungen in der Kornfraktion >2 mm als auch in

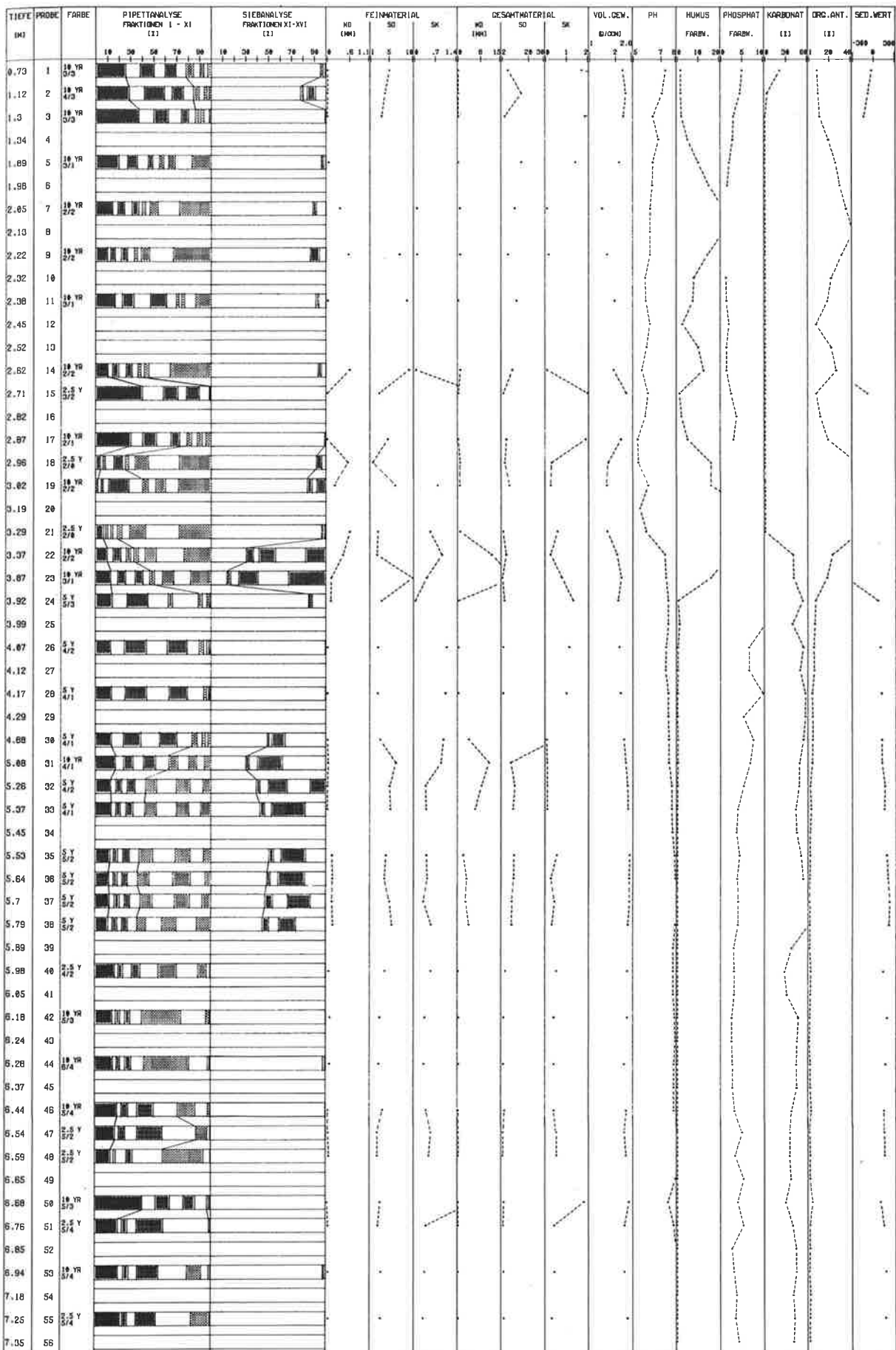


Abb. 17: Sedimentplot von B2, granulometrische und chemische Analysen (MD = Median; SO = Sortierung; SK = Schiefe). Im Unterschied zu B1 bestehen ab B2 bis B7 Silt und Sand aus je 5 Fraktionen. Die Korngrösse der einzelnen Fraktionen kann in Abb. 22 abgelesen werden.

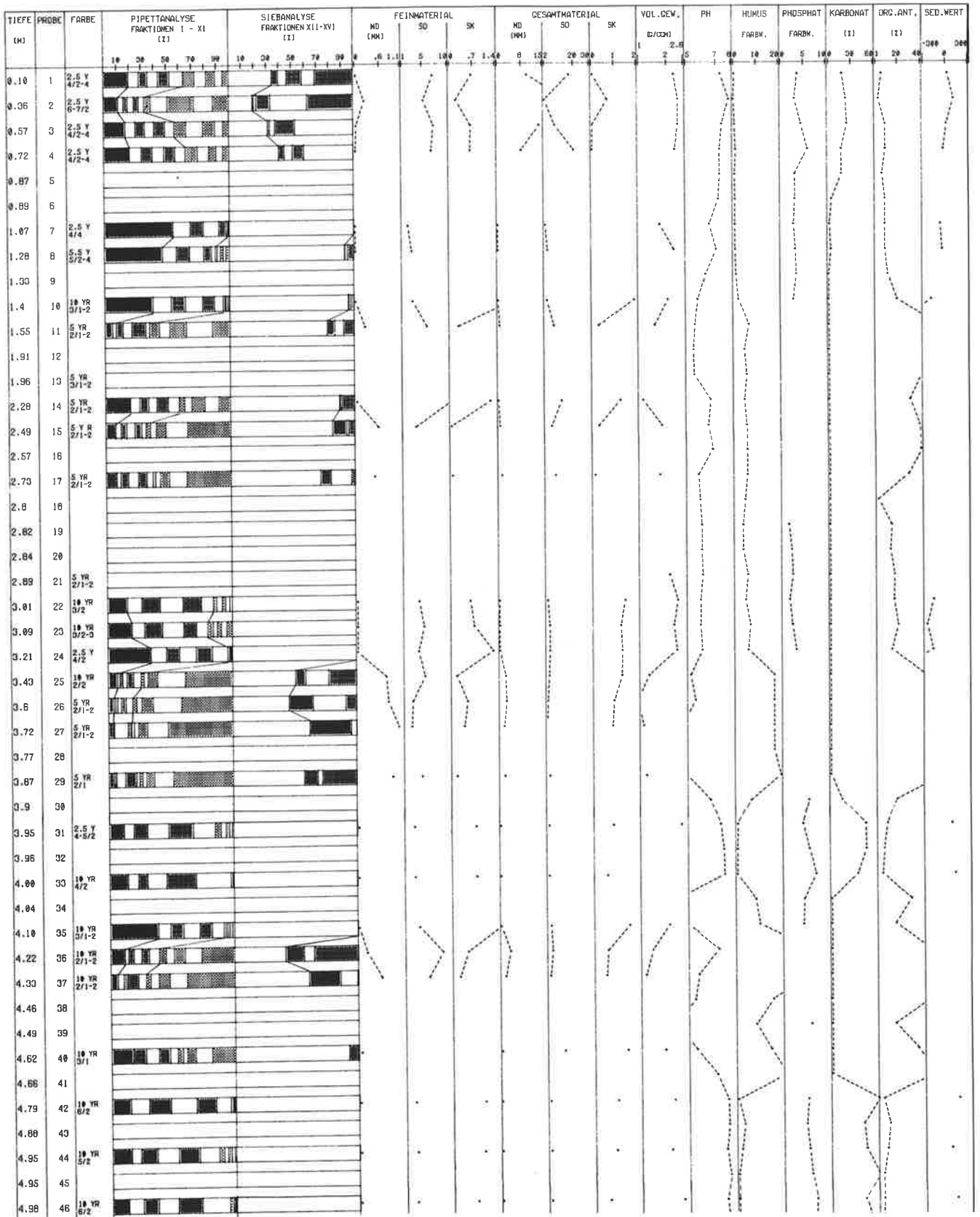


Abb. 18: Sedimentplot von B3, granulometrische und chemische Analysen (MD = Median; SO = Sortierung; SK = Schiefe).

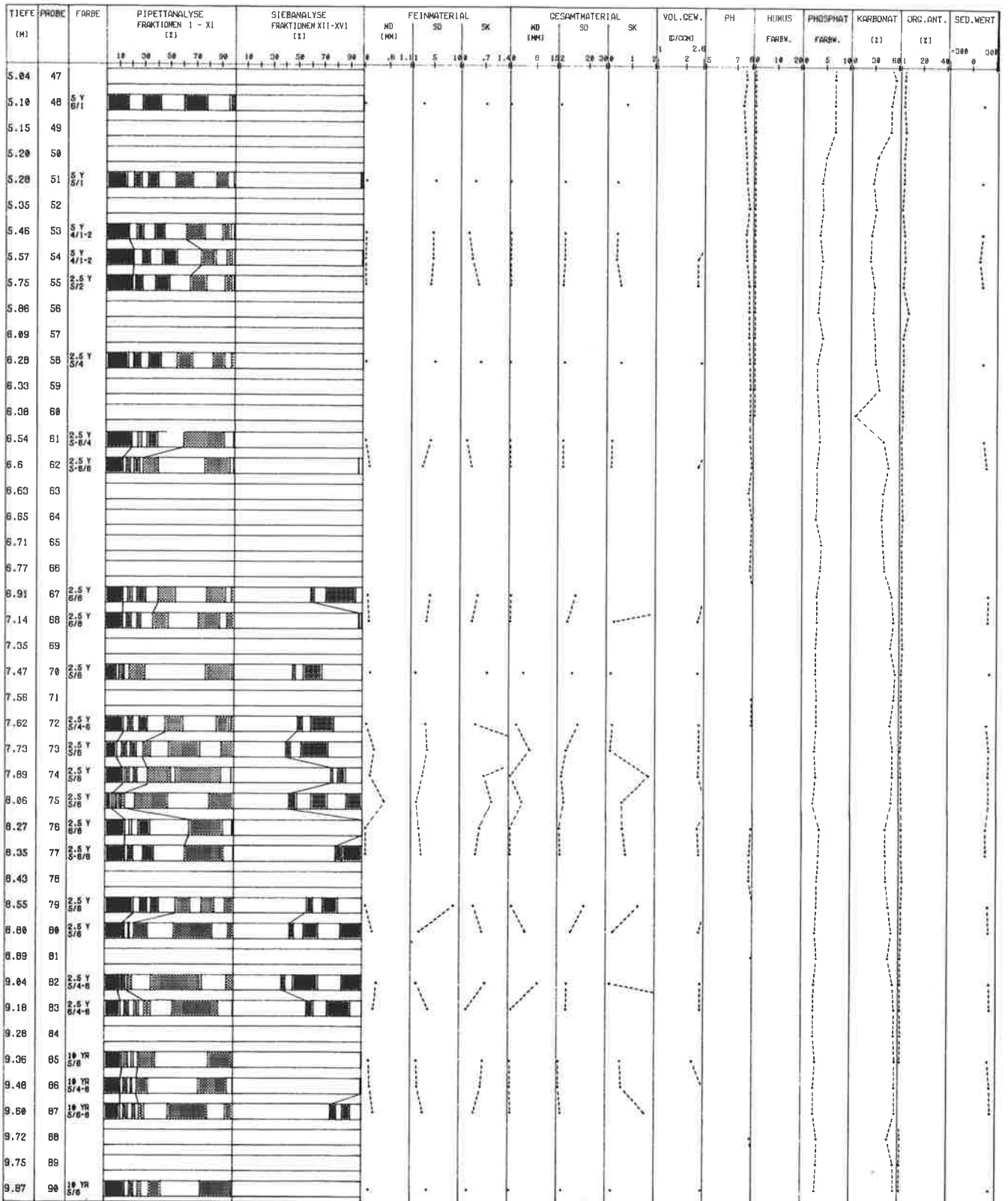


Abb. 18 (Fortsetzung): Sedimentplot von B3.

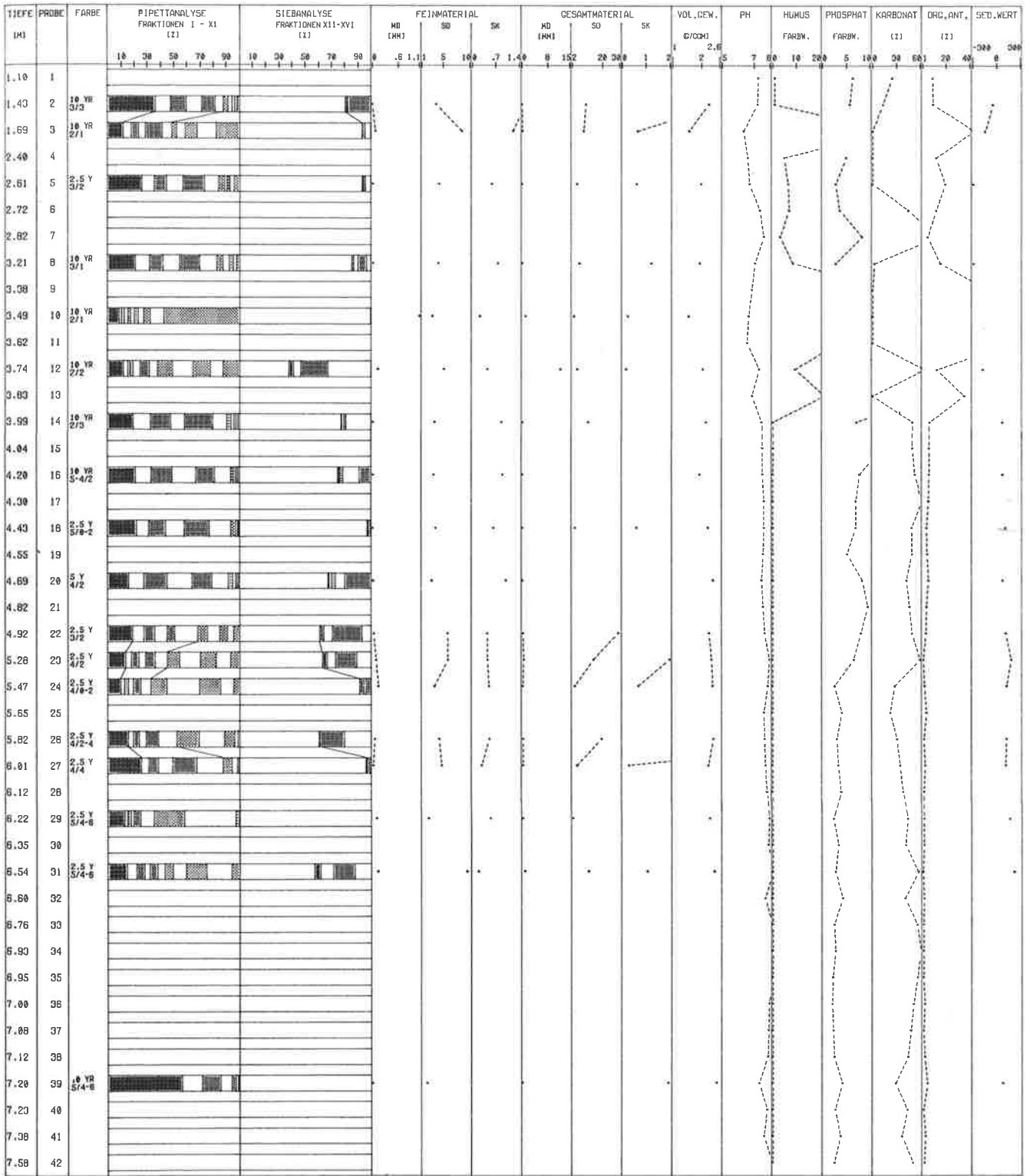


Abb. 20: Sedimentplot von B6, granulometrische und chemische Analysen (MD = Median; SO = Sortierung; SK = Schiefe).

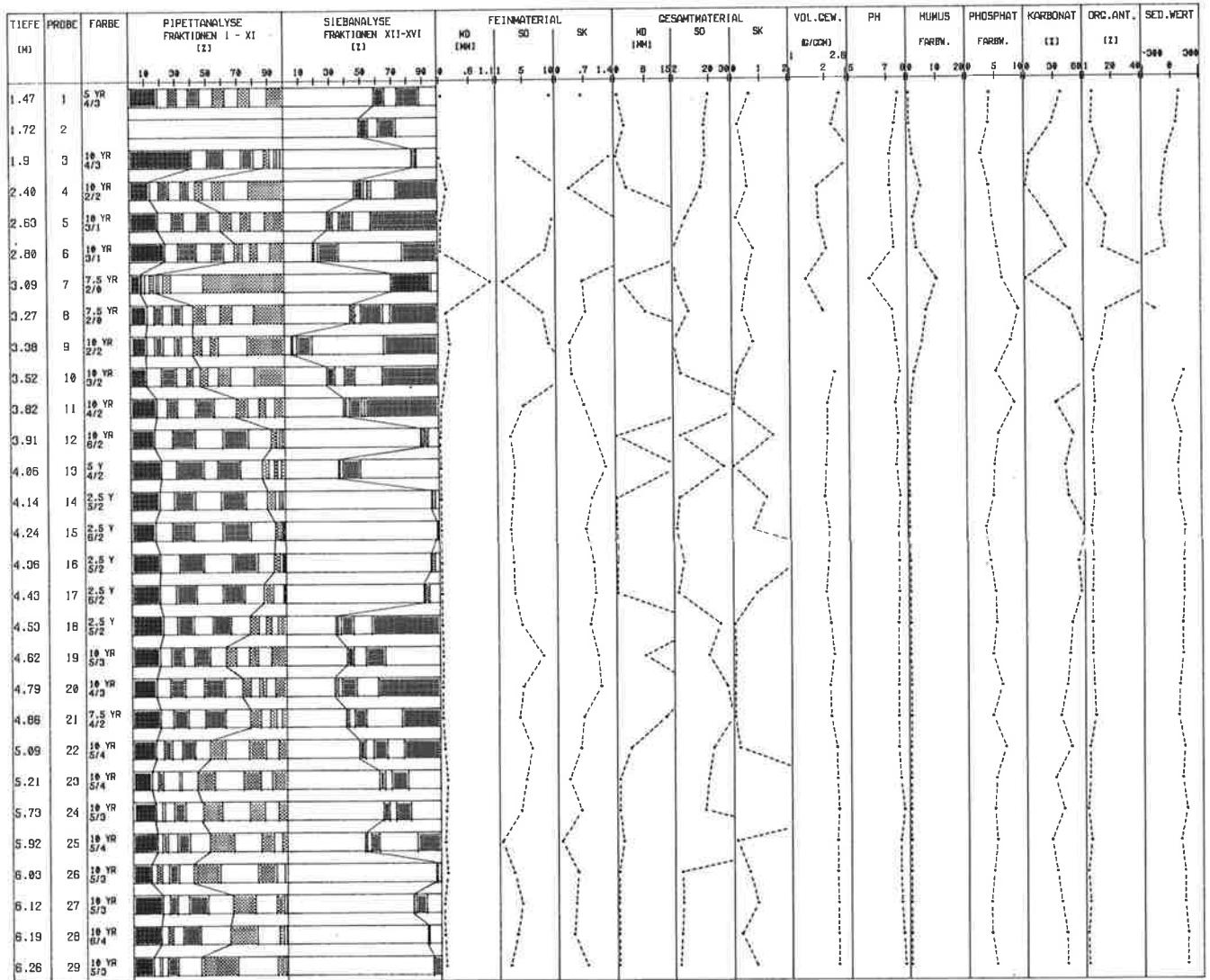


Abb. 21: Sedimentplot von B7, granulometrische und chemische Analysen (MD = Median; SO = Sortierung; SK = Schiefe).

4.3.5.3. Dreieckdarstellungen (Abb. 23)

Kies kommt in allen untersuchten Bohrungen vor. Dabei ist zu erkennen, dass in B6 der Kiesanteil in jedem Falle unter 50 Gewichtsprozent fällt, während in B3 sich zwei Kiesfelder ergeben. Das obere entspricht dem rezenten Wandkies und hat somit für unsere Untersuchung nur Vergleichswert. Alle Sedimente von B1 fallen in den Kiesbereich, während die übrigen meist auch einen sandigen (Ausnahme B7) und einen tonig-siltigen Aspekt aufweisen. B4 belegt ein Zwischenfeld von Ton/Silt und Sand. Die wenigen Einzelproben aus der Kiesgrube Hüttenleben zeigen ebenfalls die Dreiteilung in Kies, Sande und Tonsilte.

4.3.5.4. Vergleich von Geröllen der Thaynger Schotter mit Kies der Vorplatzbohrungen (Abb. 24)

Als Vergleichsmaterial zu den Kiesern des Vorplatzbereichs bot sich vor allem Kies aus der kleinen Grube von

Hüttenleben, ca. 200 m östlich vom Churzloch an (vgl. Kap. 3.2., Abb. 3). Diese Terrassenschotter weisen in ihren sandig-kiesigen Partien eine gewisse Ähnlichkeit mit Kiesern ab 5 m Tiefe vom Kesslerloch-Vorplatz auf, was mit nachfolgenden Geröllbestimmungen belegt werden soll (Abb. 24).

Aus den Foreset-Schottern, der von Hofmann und Hantke (1964) als Munoterrasse der letzten Phase des Schaffhauser-Stadiums zugeordneten Kiesterrasse von Thayngen, wurden zwei Proben (E11/5,6) in ihrer lithologischen Zusammensetzung näher untersucht.

Die Schmelzwasser der auf rund 460 m Höhe abgelagerten Kieser sind nicht mehr durch das Churzloch-Langloch, sondern via Zementfabrik ins Fulachtal abgeflossen. Am meisten stimmen die Vorplatzschotter aus 8.8 m Tiefe (B3) mit einem Kalksplitt-Anteil von 6.3% mit ihnen überein. Der örtlich anstehende Kalk nimmt nach oben hin zu und oberhalb von 6 m sind Gerölle nur noch ausnahmsweise anzutreffen.

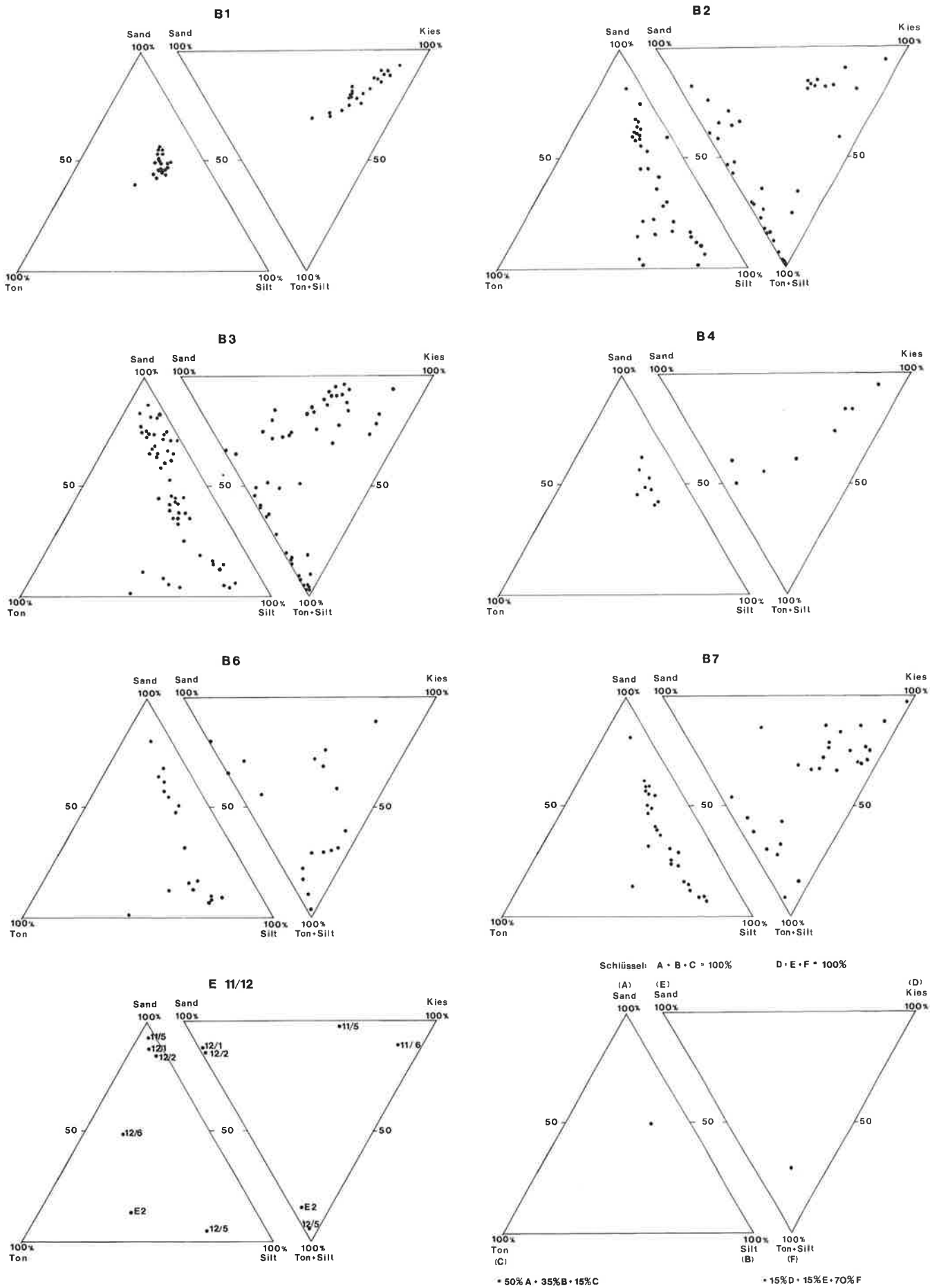


Abb. 23: Ton/Silt/Sand/Kies-Verhältnisse. Sämtliche verfügbaren Daten von B1 bis B4, B6 und B7 und der Kiesgrube bei Hüttenleben (E11/E12).

Probe	helle Jurakalke		dunkle, meist alpine Karb.		Molasse-sandstein		feink.Silikate		Gangquarz		Gangkarb.		"Kristallin" Granit,Diorit, Gneis etc.	
	n%	Gew.%	n%	Gew.%	n%	Gew.%	n%	Gew.%	n%	Gew.%	n%	Gew.%	n%	Gew.%
*1 E11/6 IX HL	11,1 (3,5)	9,9	32,7	23,3	7,0	5,0	15,6	27,2	4,5	3,2	-	-	28,6	31,2
*2 E11/5 IX-X HL	21,8 (0,7)	24,3	42,6	39,6	3,3	4,9	9,9	6,9	6,6	6,8	2,3	1,0	13,5	16,5
*3 B3/80 XIII-XVI KL	18,2 (6,3)	44,3	47,7	43,0	2,3	1,1	12,5	3,7	7,4	2,6	-	-	11,9	5,3
*4 B3/67 XIII-XV KL	36,8 (29,0)	45,4	33,4	27,6	5,1	2,3	5,1	3,1	5,1	7,6	-	-	14,5	14,0
*5 B4/22 XIV+XIV KL	25,2 (20,3)	26,2	35,9 (22,2)	35,4	3,3 (2,6)	6,2	15,0 (12,4)	10,1	7,2 (6,5)	8,5	-	-	13,1 (10,5)	13,6
*6 B2/38 KL	100 (100)													

*1 1 Bohnerz = 0,2% nicht erwähnt, () = eckiger Kalkschutt, n = 199, Gew. = 428,7g
 *2 n = 303, Gew. = 622,2g
 *3 8,8 m Tiefe, n = 176, Gew. = 219,4g
 *4 6,9 m Tiefe, n = 117, Gew. = 105,9g
 *5 5,9 m Tiefe, hohe Anzahl zerbrochener Gerölle und eckigen Schutts "Kulturschicht"! n = 153, davon 114 zerbr. od. eckig, Gew. = 64,6g
 *6 5,8 m Tiefe, reiner Kalksplitt

Abb. 24: Vergleich der Foreset-Gerölle von Hüttenleben (HL) mit dem Geröllspektrum des Kesslerloch-Vorplatzes (KL).

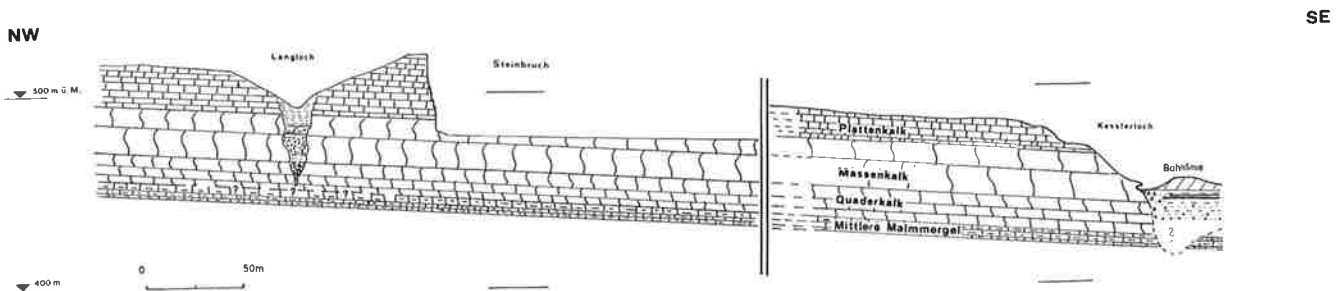


Abb. 25: Geologisches Profil von Langloch zu Kesslerloch (nach Büchi, Müller und Grüniger 1978; mit einer Ergänzung im Bereich des Kesslerlochs).

4.4. Zusammenfassung

4.4.1. Zur Interpretation der Sedimente im Vorplatzbereich (Abb. 25)

Der Vorplatz des Kesslerlochs liegt über einer spätglazialen Abflussrinne, welche nach dem Abschmelzen der Äusseren Würmendoräne mit ihrer Entwässerung durch das Churzloch-Langloch-System in der Zeit zwischen ca. 20 000 und 18 500 BP erstmals benützt war. Folgen wir den Vorstellungen von Geyh und Schreiner (1985), so wäre die Fulachtalrinne nach einem zweiten Vorstoss des Rheingletschers, etwa zwischen 15 000 und 14 500 BP, erneut aktiviert worden (vgl. Kap. 3.2., Abb. 3). Wie die Schotter aus der Kiesgrube von Hütten-

leben würden auch die tieferen Kiese und Sande im Vorplatzbereich des Kesslerlochs eher ans Ende dieser zweiten Phase der Entwässerung gehören.

Die Bohrungen auf dem Vorplatz des Kesslerlochs haben ähnlich wie beim Churzloch-Langloch die Bestätigung einer Erosionsrinne erbracht, so dass das geologische Profil vom Langloch zum Kesslerloch von Büchi, Müller und Grüniger (1978) einer Ergänzung bedarf (Abb. 25).

Der Kesslerloch-Vorplatz liegt an der Verzweigung zweier Talanfänge der Fulachrinne, dem «Wiesentälchen» mit der Zementfabrik und dem Talstück entlang der DB-Linie. Trotz der guten Übereinstimmung der Kiese von Hüttenleben am Eingang des «Wiesentälchens» mit den Kieslagen des Vorplatzes könnte dessen Akku-

mulation einer letzten aktiven Phase der Entwässerung parallel der Bahnlinie zu verdanken sein (um ca. 15 000 BP). Zwischen 6 m und 4 m Tiefe stossen wir wiederholt auf Spuren menschlicher Siedlungstätigkeit, welche, nach den pollenanalytischen Ergebnissen (vgl. Kap. 6.), noch in die Älteste Dryas (vor ca. 12 500 BP) datiert wird, über deren Dauer aber aufgrund der Sedimentation keine Aussage gemacht werden kann.

Wie die optischen Analysen (Kap. 5.) und die Pollenanalyse (Kap. 6.) ergeben, folgt auf eine Phase fluvioglazialer Akkumulation bei wechselnder, insgesamt eher schwacher Abflussdynamik im Hoch- bis Spätglazial an der Wende zum Holozän eine Ausräumung der ohnehin kaum mehr sehr mächtigen spätglazialen Ablagerungen. In den entstandenen Tümpeln und Totarmen kommt es im Laufe des Holozäns zu Torf- und Lehmbildungen.

Die Entstehung des Kesslerlochs dürfte im wesentlichen nicht vor die Zeit der würmzeitlichen Maximalvereisung bzw. der ersten Rückzugsphasen um 18 000 BP fallen, da der durch Brüche und Klüfte vorgezeichnete

Massenkalk einer Auskolkung keinen allzu grossen Widerstand entgegenzusetzen hatte.

4.4.2. Schlussfolgerung

An der Tauglichkeit von Bohrungen, d.h. punktuellen Aufschlüssen, im archäologischen Kontext ist an sich nicht zu zweifeln. Im Falle des Kesslerloch-Vorplatzes haben neben technischen Problemen (Bohrverfahren) auch der hohe Grundwasserspiegel und die wechselnde Schichtenabfolge mit teilweise stark plastischen Sedimenten enorme Schwierigkeiten geboten. Dennoch kann die uns gestellte Aufgabe als erfüllt betrachtet werden, da trotz aller technischen Mängel die Entnahme und die detaillierte Untersuchung von sieben Bohrkernen realisiert werden konnte. Aufgrund ihrer absoluten Tiefen bis maximal 10 m haben die Bohrungen auch einen wertvollen Beitrag zur spätglazialen und holozänen Sedimentgenese zu vermitteln vermocht.

4.5. Literatur

- Büchi, U.P., Müller, E. und Grüniger, Ch. (1978) Geologie/Hydrogeologie/Hydrologie. In: Lang, O. (Hrsg.). Landschafts- und Abbauplan, Rohstoffsicherung. Portland-Cementwerk Thayngen AG. Kalksteinbruch Studensteig-Grüt, Uster, 21–26.
- Burga, C.A. und Furrer, G. (1982) Zur Erforschung des Quartärs in der Schweiz. Geogr. Helv. 2, 68–74.
- Geyh, M.A. und Schreiner, A. (1984) ¹⁴C-Datierungen an Knochen- und Stosszahn-Fragmenten aus würmzeitlichen Ablagerungen im westlichen Rheingletschergebiet (Baden-Württemberg). Eiszeitalter u. Gegenwart 34, 155–161.
- Hantke, R. (1978) Eiszeitalter, Bd. 1, Thun.
- (1980) Eiszeitalter, Bd. 2, Thun.
- (1982) Eiszeitalter, Bd. 3, Thun.
- Hofmann, F. (1977) Neue Befunde zum Ablauf der pleistocänen Landschafts- und Flussgeschichte im Gebiet Schaffhausen-Klettgau-Rafzerfeld. Eclogae geol. Helv. 70/1, 105–126.
- Hofmann, F. und Hantke, R. (1964) Erläuterungen zu Blatt 1032 Diessenhofen. Geologischer Atlas der Schweiz. Bern.
- Käser, U.J. (1980) Glazialmorphologische Untersuchungen zwischen Töss und Thur. Diss., Zürich.
- Keller, W.A. (1977) Die Rafzerfeldschotter und ihre Bedeutung für die Morphogenese des zürcherischen Hochrheingebietes. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 122/3, 357–412.
- Keller, O. und Krayss, E. (1980) Die letzte Vorlandvereisung in der Nordostschweiz und im Bodenseeraum (Stadialer Komplex Würm-Stein am Rhein). Eclogae geol. Helv. 73/3, 823–838.
- Lang, G. (1973) Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. Pflanzensoziologie 17, Jena.
- Liese-Kleiber, H. (1985a) Pollenanalyse in der Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I. Untersuchungen zur Sedimentation, Vegetation und Wirtschaft in einer neolithischen Station am Bodensee. Materialhefte z. Vor- und Frühgesch. in Baden-Württemberg 6, Stuttgart.
- (1985b) Pollenanalysen in urgeschichtlichen Ufersiedlungen. Vergleich von Untersuchungen am westlichen Bodensee und Neuenburger See. In: Ber. zu Ufer- u. Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2. Materialhefte z. Vor- und Frühgesch. in Baden-Württemberg 7, Stuttgart, 200–240.
- Maisch, M. (1982) Zur Gletscher- und Klimageschichte des alpinen Spätglazials. Geogr. Helv. 2, 93–104.
- Müller, E.R. (1982) Eisaufbauprozess des würmzeitlichen Rheingletschers in der Ostschweiz. Phys. Geogr. 1, 221–236.
- Penck, A. und Brückner, E. (1909) Die Alpen im Eiszeitalter II, Leipzig.
- Rösch, M. (1983) Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer und sedimentologischer Untersuchungen. Mitt. Thurg. Naturforsch. Ges. 45, Frauenfeld.
- Schlüchter, C. (1982) Die lithostratigraphische Gliederung der Ablagerungen seit der letzten Zwischeneiszeit. Geogr. Helv. 2, 85–92.
- Schreiner, A. (1979) Zur Entstehung des Bodenseebeckens. Eiszeitalter u. Gegenwart 29, 71–76.
- Welten, M. (1982) Stand der palynologischen Quartärforschung am schweizerischen Nordalpenrand. Geogr. Helv. 2, 75–83.

5. Sedimentologie. Optische Untersuchungen

Barbara Wohlfarth-Meyer

Résumé. 7 sondages effectués devant l'entrée de la grotte du Kesslerloch à Thayngen/SH ont été échantillonnés et analysés optiquement (comptages de la fraction 0.5–2.0 mm des sédiments). Les séquences des profils B1 et B5 témoignent de remplissages récents et sont donc totalement perturbées. Par contre, les sédiments des sondages B2–B4, B6 et B7 peuvent être divisés en plusieurs parties: dans la partie inférieure, les dépôts fluviaux dominent; dans la zone moyenne, le matériel autochtone provenant de l'abri est prépondérant. Dans cette séquence sont intercalés trois ou quatre niveaux anthropogènes, contenant des charbons de bois, des fragments de silex et d'os et des plaquettes de roche. Dans la partie supérieure des 5 profils des tourbes et limons ont été déposés. Entre 0.00 m et 3.00 m de profondeur, le remplissage est perturbé par des fouilles anciennes.

(L.Ch.)

Abstract. Seven borings made at the entrance of the Kesslerloch at Thayngen/SH were sampled and analysed optically (counting the fraction 0.5–2.0 mm of the sediments). The sequences from profiles B1 and B5 show recent deposits and were completely disturbed. The undisturbed sediments in cores B2–B4, B6 and B7, on the other hand, can be divided into several parts. In the lower part, fluvial deposits dominate and in the middle part, autochthonous material from the cave is predominant. Intermingled in this sequence are three or four layers of anthropogenic origin containing charcoal, fragments of flint and bone and thin slabs of rock. The upper part of all five profiles indicate a deposition of peat and clay. The deposits between 0.00 and 3.00 m in depth are disturbed by earlier excavations.

(A.G.)

5.1. Einleitung

Optische Untersuchungen, d.h. die Auszählung aller Komponenten einer bestimmten Fraktion unter dem Binokular, geben Aufschluss über die Zusammensetzung der Probe und die Beschaffenheit der einzelnen Komponenten (Brochier et Joos 1982).

An Höhlen- und Abrisedimenten wird diese Auszählung meist in der mittleren Fraktion (2.0–10.0 mm) durchgeführt (Laville 1975; Miskovsky 1974); sie dient dazu, die Untersuchungen an der Grobfraktion (>10 mm) zu bestätigen und zu vervollständigen. Auch können Besonderheiten herausgearbeitet werden, die in der Grobfraktion nicht unmittelbar erkennbar sind (Laville 1975).

Da die Probenmenge in den Bohrkernen vom Kesslerloch für eine statistische Auswertung der Fraktion 2.0–10.0 mm nicht ausreichte, musste auf die Fraktion 0.5–2.0 mm zurückgegriffen werden. Statistisch relevante morphologische Untersuchungen an den Kalkgeröllen (vgl. z.B. Laville 1975) konnten aufgrund der geringen Probenmenge nicht durchgeführt werden.

5.2. Methodik

Die Probenentnahmen an den Bohrkernen erfolgten in mehreren Schritten: Erste Proben wurden durch M. Joos (in B1, B2, B4 und B6), K. Meier-Riva (in B3) und B. Wohlfarth-Meyer (in B5 und B7) entnommen und dienten dazu, einen Überblick über die Sedimentabfolge zu erhalten und mögliche gestörte Zonen festzulegen. Diese Proben (Probennummern 1, 2, 3, 4 usw.) wurden anschliessend granulometrisch, chemisch (vgl. Kap. 4.) und optisch untersucht. In einem weiteren Schritt konnten Proben entnommen werden, die je nach Sedimentzusammensetzung sukzessive aneinander anschliessen oder nur geringe Zwischenräume aufweisen (ausgenommen B1 und B3, vgl. Kap. 5.6.2. und 5.6.4.).

Für die optischen Untersuchungen wurde die Grobfraktion (in B1: 0.5–2.0 mm, in B2–B7: 0.5–1.0 mm) analysiert. Pro Probe wurden zwischen 150 und 180 Komponenten mit dem «point counter» ausgezählt und die ermittelten Prozentwerte graphisch dargestellt.

5.3. Problemstellung

Die optischen Untersuchungen ermöglichen, gemeinsam mit einer detaillierten Profilbeschreibung, das Erkennen und Interpretieren der Ablagerungsbedingungen einzelner Schichten sowie rezenter und durch den Menschen verursachter Störungen im Sediment. Dabei darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass es sich bei den bearbeiteten Sedimenten nicht um «in situ»-Sedimente handelt, da sie durch den Bohrvorgang zum Teil erheblich gestört worden sind (Rotationskernbohrung).

5.4. Die Komponenten der Fraktionen 0.5–2.0 mm resp. 0.5–1.0 mm

- Autochthones Material: helle Malmkalke, Kalzit und Sinter;
- Allochthones (ortsfremdes) Material: Quarze, dunkle alpine Kalke, Sandsteine und nicht definierte Kristallingerölle;
- Eisenkonkretionen;
- Tierreste: Knochen, Molluskenfragmente;
- Pflanzliche Reste: Ästchen, Holz, Rindenreste, Wurzeln;
- Anthropogene Reste: Holzkohle, Silexartefakte, Gesteinsplättchen, Bergkristall(?), Eisen, Glas, Ziegelfragmente.

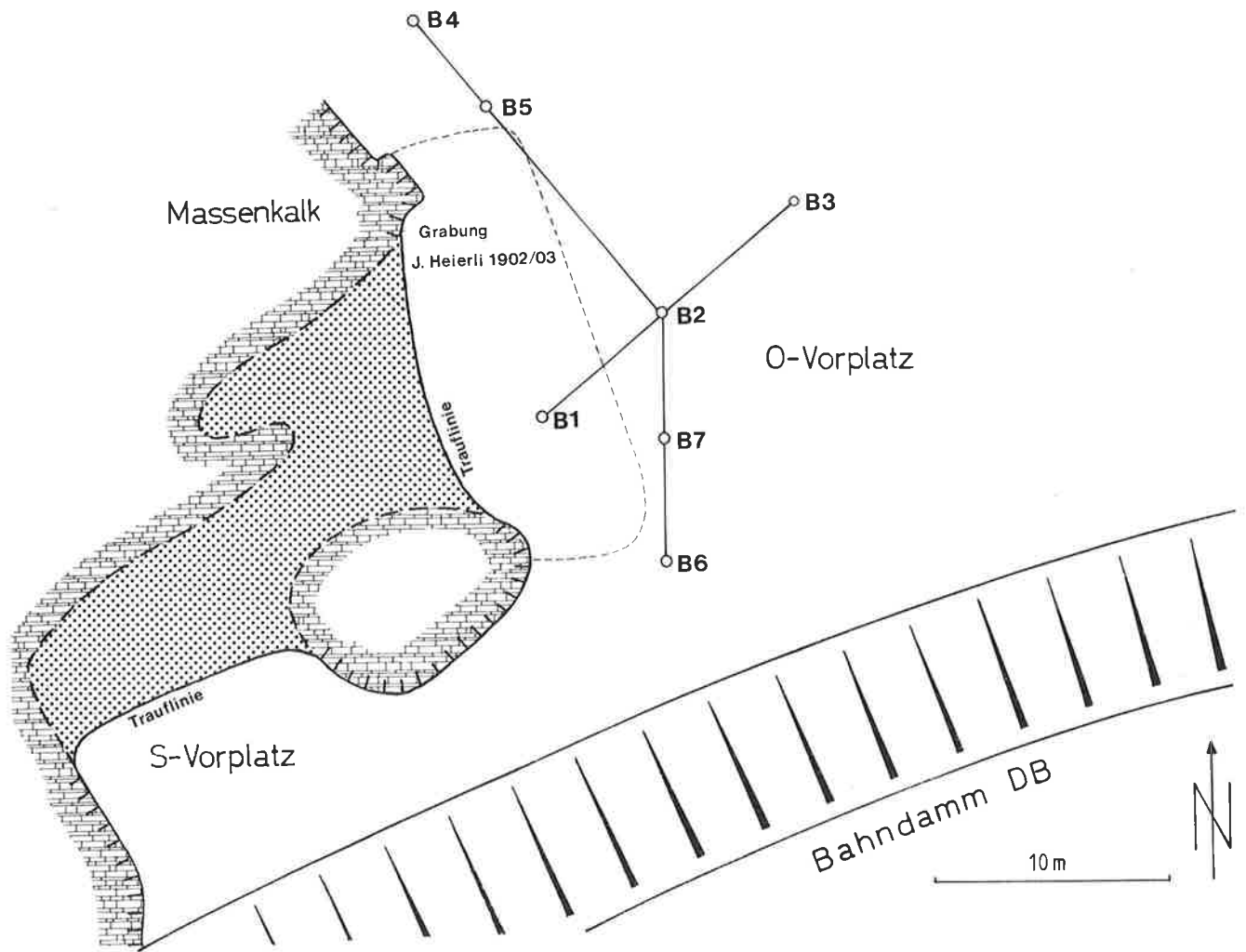


Abb. 1. Kesslerloch. Situation der Fundstelle mit Lage der Bohrungen im östlichen Vorplatzbereich.

5.5. Die graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Die optischen Untersuchungen sind in den Abb. 2; 3; 5; 6; 8; 9 und 10 dargestellt. In der linken Spalte sind die entnommenen Proben entsprechend ihrer Tiefe im Bohrkern eingetragen. Die nummerierten Proben wurden bei der ersten Probenentnahme entnommen, die Proben mit kleinem senkrechtem Balken bei der zweiten Entnahme. In den rechts anschliessenden Kolonnen sind die einzelnen Komponenten – mit Ausnahme der Silexartefakte – ihrem prozentualen Anteil entsprechend aufgetragen. Die Silexartefakte wurden in Form eines * eingetragen, da ihr Anteil immer unter 2% bleibt und sie so schlecht darstellbar sind. Lücken im Bohrkern sind durch weisse Querbalken gekennzeichnet.

5.6. Auswertung der Bohrungen

5.6.1. Lage der Bohrungen B1 bis B7 (Abb. 1) Vgl. Kap. 4.3.1. und 4.3.2.

5.6.2. Bohrung B1

Bohrung B1 hat eine Gesamtlänge von 4.75 m (Oberkante: 433.40 m ü. M.). Insgesamt wurden 20 Proben entnommen und optisch untersucht. Da die Bohrung bewusst im Bereich der Grabung Heierli 1902/03 angelegt wurde (Abb. 1), verzichteten wir darauf, nach der ersten Probenentnahme weitere Proben in diesem bereits gestörten Sediment zu entnehmen.

5.6.2.1. Profilbeschreibung (nach M. Joos)

OK: 433.40 m ü. M.
 Bohrtiefe Sedimentbeschreibung
 0.00–0.38 m: rezente Aufschüttung
 0.38–0.53 m: eckiger Kalkschutt (bis 3 cm \varnothing) in dunkelbraunem Lehm)
 0.53–0.70 m: lockeres Steinpflaster aus Kalksteinen
 0.70–0.90 m: eckige und gerundete Kalke (bis 3 cm \varnothing) in dunkelbraunem Lehm
 0.90–1.35 m: Lücke

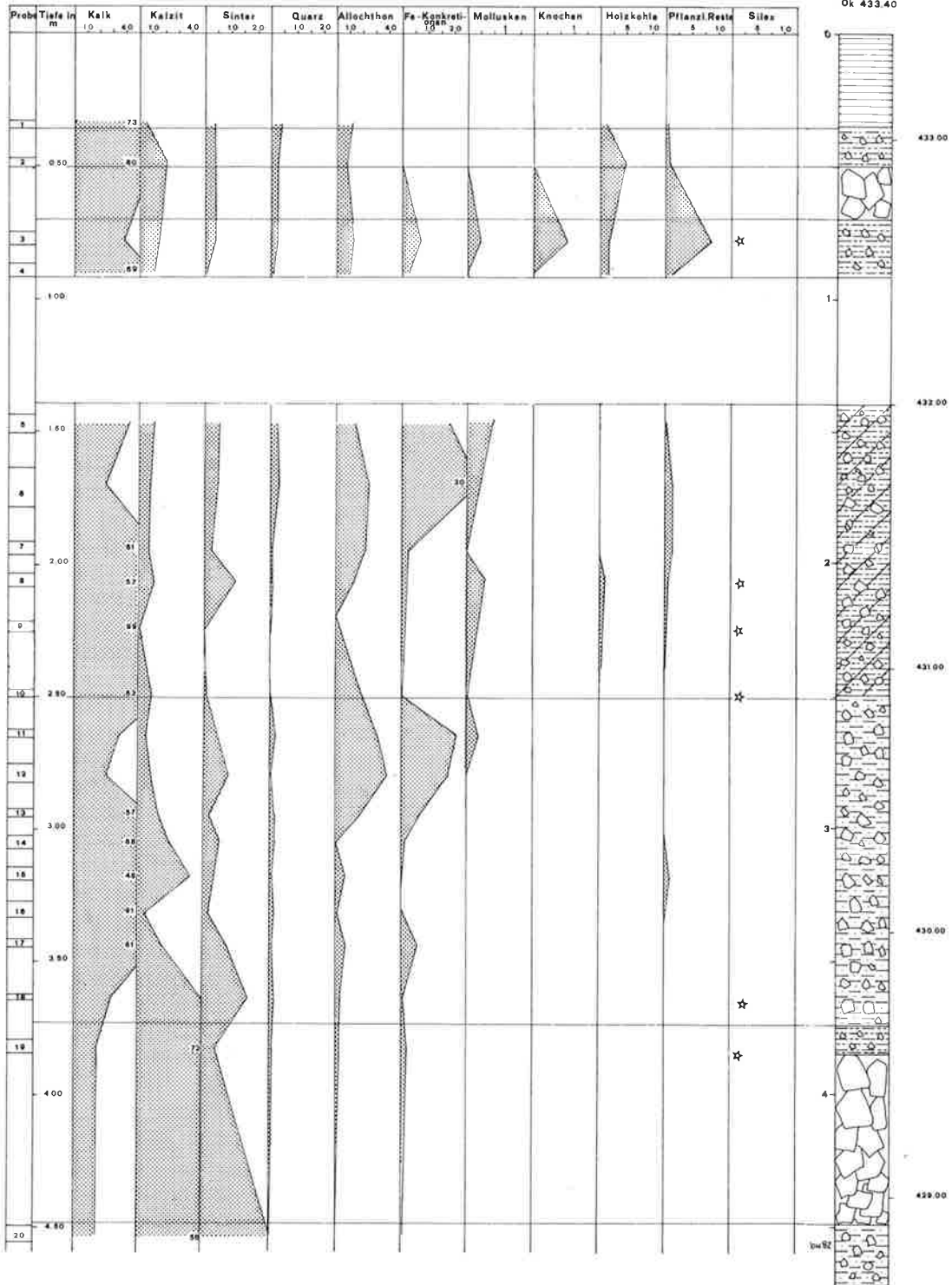


Abb. 2: Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten (Fraktion 0.5–2.0 mm) in der Bohrung B1. Angaben in Prozent. Legende siehe Abb. 3.

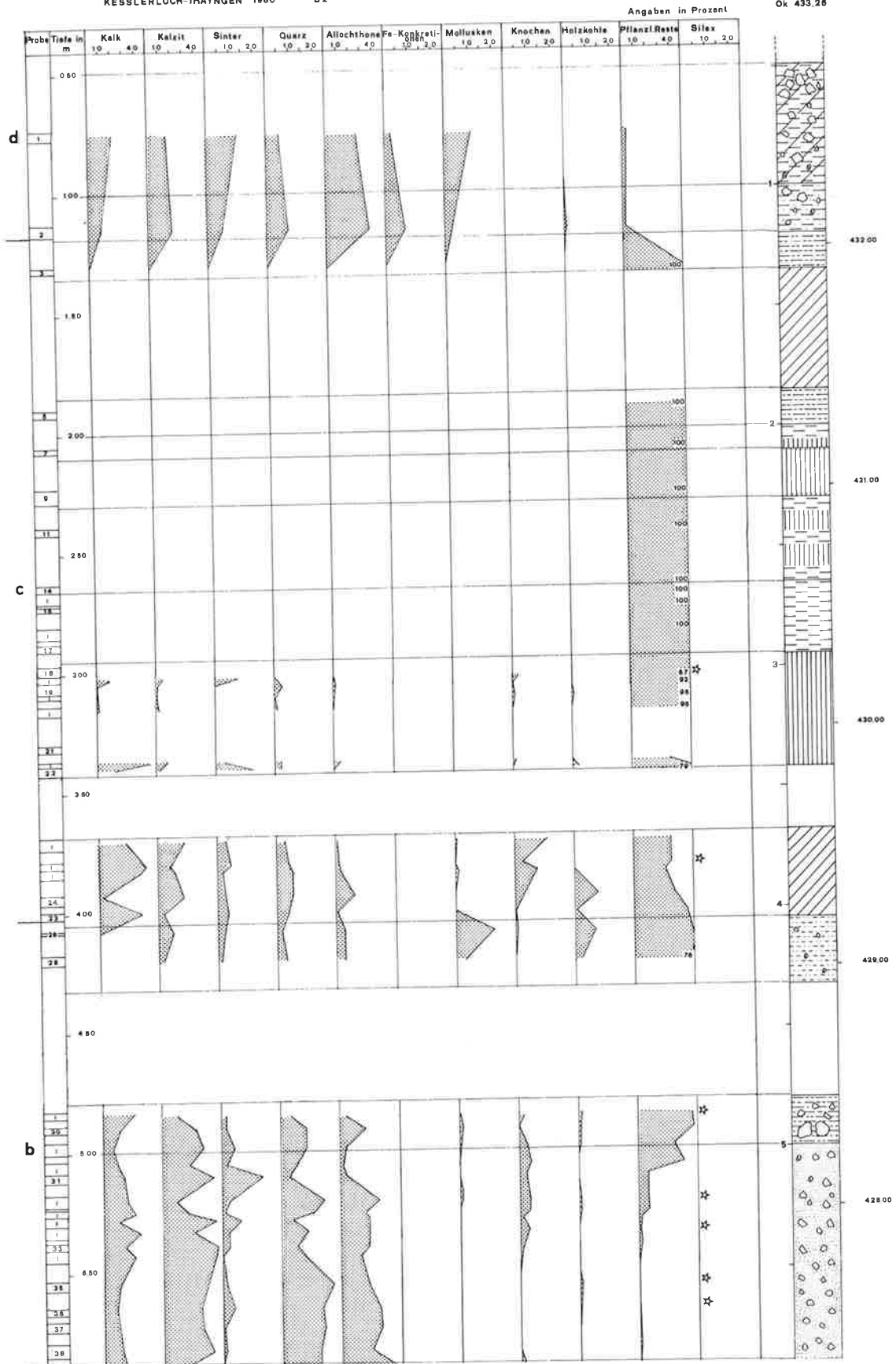


Abb. 3: Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten (Fraktion 0,5–1,0 mm) in der Bohrung B2. Angaben in Prozent. Die Proben der ersten Probenentnahme sind numeriert, diejenigen der zweiten Probenentnahme sind durch kleine senkrechte Balken dargestellt.

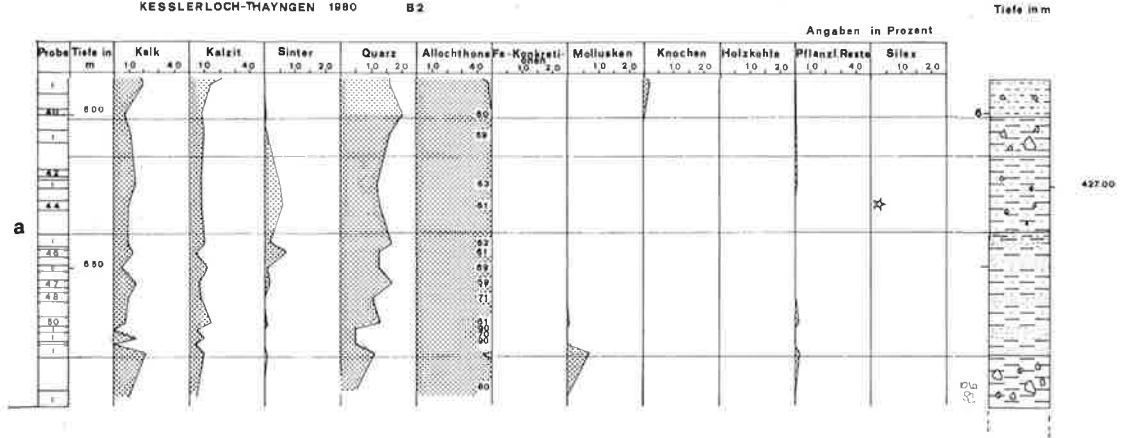


Abb. 3 (Fortsetzung gegen unten, 5,75–7,40 m): Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten in der Bohrung B2.

- 1.35–1.75 m: eckiger (bis 2 cm \varnothing) und gerundeter (bis 5 cm \varnothing) Kalkschutt, Knochen, Silixartefakte (>2.0 mm) und Limonitkörner in rötlichem, braunem humosem Lehm
- 1.75–1.90 m: eckige Kalke (bis 8 cm \varnothing) und gerundete Kristallingerölle (bis 8 cm \varnothing) in hellbraunem humosem Lehm
- 1.90–2.00 m: eckiger Kalkschutt (bis 2 cm \varnothing) in gelblichbraunem Lehm
- 2.00–2.60 m: eckiger (bis 5 cm \varnothing) und gerundeter (bis 4 cm \varnothing) Kalkschutt in hellbraunem, schwach rötlichem, humosem Lehm; die Kalke zeigen rötliche Verfärbungen; Knochen, Silixartefakte (>2.0 mm), ganz vereinzelt Kristallingerölle
- 2.60–2.90 m: eckiger Kalkschutt (bis 3 cm \varnothing) in rötlichbraunem, sandigem Lehm; Silixartefakte (>2.0 mm)
- 2.90–3.00 m: eckige und gerundete Kalke (bis 3 cm \varnothing) in hellbraunem sandigem Lehm
- 3.00–3.20 m: eckiger Kalkschutt (bis 5 cm \varnothing) in bräunlichem Lehm
- 3.20–3.35 m: eckige und gerundete Kalke (bis 2 cm \varnothing) in hellbraunem Lehm
- 3.35–3.53 m: eckige und gerundete Kalke (bis 2 cm \varnothing), Silixartefakte (>2.0 mm) in bräunlichem, humosem Lehm
- 3.53–3.75 m: eckige Kalke (bis 15 cm \varnothing) in braunem, sandigem, schwach humosem Lehm

- 3.75–3.85 m: gerundete Kalke (bis 3 cm \varnothing) in gelbem sterilem Lehm
- 3.85–4.50 m: gelber Kalkstein
- 4.50–4.75 m: gelblicher, tonig-sandiger Verwitterungshorizont

5.6.2.2. Optische Untersuchungen (Abb. 2)

Wie aus Abb. 2 hervorgeht, ist der Anteil des allochthonen Materials sehr hoch. Im untersten Teil des Profils (Proben 18–20) überwiegen Kalzit und Sinter vor den Kalkgeröllen; ihr Anteil nimmt aber gegen oben zu Gunsten der Kalkfragmente stark ab. Ab Probe 17 sind die Kalke fast immer mit mehr als 50% vertreten und machen in Probe 9 sogar 99% aus. Bei den allochthonen Komponenten (Kristallingerölle, Quarze, alpine Kalke und Sandsteine) liegt der Prozentanteil meist unter 40%; sie sind jedoch im ganzen Profil vertreten. In fast allen Proben, mit Ausnahmen von Probe 9, sind Eisenkongregationen enthalten. Einen hohen Anteil (15–30%) weisen die Proben 12, 11, 6 und 5 auf. Mollusken- und Knochenfragmente, Holzkohle, pflanzliche Reste und Silixfragmente spielen eine untergeordnete Rolle.

5.6.2.3. Interpretation der optischen Untersuchungen

Bohrung B1 liegt, wie bereits erwähnt, im Grabungsareal Heierli 1902/03, was die optischen Untersuchungen bestätigen. Die gesamte Abfolge besteht aus mehr oder weniger locker eingefülltem, eckigem und gerundetem Kalkschutt in siltig-tonigen Sedimenten. Oberhalb 4.00 m ist die Zusammensetzung der Proben sehr inhomogen: Es treten alle ausgezählten Komponenten auf.

5.6.3. Bohrung B2

Bohrung B2 erreichte eine Tiefe von 7.40 m (Oberkante: 433.25 m ü.M.). Insgesamt wurden 83 Proben entnommen und 65 davon optisch untersucht.

5.6.3.1. Profilbeschreibung (nach M. Joos)

OK: 433.25 m ü.M.

Bohrtiefe	Sedimentbeschreibung
0.00–0.55 m:	rezente Aufschüttung
0.55–1.00 m:	eckiger Kalkschutt und Kristallingerölle in humosem Lehm; Ziegelfragmente(?)
1.00–1.10 m:	eckiger Kalkschutt (bis 10 cm \varnothing) in sandig-tonigem Silt
1.10–1.34 m:	Kristallingerölle in graubraunem bis hellbraunem, tonig-sandigem Silt
1.34–1.35 m:	dunkelbraunes toniges Sediment mit Holz und Holzkohle
1.35–1.85 m:	durch Bohrung gestört
1.85–2.00 m:	hellbrauner, faulschlammartiger, toniger Silt mit Holz, Holzkohle und torfähnlichen Lagen
2.00–2.05 m:	brauner toniger Torf mit tonigen Zwischenlagen
2.05–2.30 m:	brauner Torf mit Holz und Schilfwurzeln
2.30–2.65 m:	brauner torfreicher Ton, hellere tonige Bänderung, Holzsplitter
2.65–2.85 m:	brauner torfreicher siltiger Ton mit toniger Bänderung und Holzresten
2.85–2.95 m:	dunkelbrauner, torfreicher siltiger Ton
2.95–3.42 m:	feiner dunkelbrauner Torf, vereinzelt Hölzer; gegen unten ist eine tonige Bänderung sichtbar
3.42–3.70 m:	Lücke
3.70–4.05 m:	durch Bohrung stark gestörte Zone
4.05–4.32 m:	vereinzelt eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing), Kristallingerölle, Knochen und Silexfragmente (>1.0 mm) in grauem tonig-sandigem Silt
4.32–4.80 m:	Lücke
4.80–5.00 m:	gerundete grosse Kalke (bis 10 cm \varnothing) in grauem tonigem Silt
5.00–5.25 m:	eckiger bis schwach gerundeter Kalkschutt (bis 5 cm \varnothing) in grünlich-grauem, tonigem sandreichem Silt; vereinzelt kleine Kristallingerölle
5.25–5.70 m:	eckiger bis schwach gerundeter Kalkschutt (bis 2 cm \varnothing) in grünlich-grauem, tonig-siltigem Sand
5.70–5.90 m:	eckiger bis schwach gerundeter Kalkschutt (bis 2 cm \varnothing) in gelblichem, tonig-siltigem Sand
5.90–6.00 m:	hellbrauner, tonig-siltiger Grobsand, Knochenfragmente
6.00–6.05 m:	Lücke
6.05–6.15 m:	dunkelgrauer, tonig-siltiger Sand
6.15–6.40 m:	wenige Kalke und kleine Kristallingerölle in tonig-siltigem Sand; vereinzelt tonige Lagen
6.40–6.67 m:	Wechsellagerung von grauem Ton und Sand
6.67–6.80 m:	Wechsellagerung von gelbem, sandarmem, tonigem Silt und sandreichem Ton

6.80–6.95 m: angerundete (bis 10 cm \varnothing) und eckige (bis 2 cm \varnothing) Kalke und vereinzelt kleine Kristallingerölle (bis 3 cm \varnothing) in gelbem, sandigem tonigem Silt

6.95–7.15 m: Lücke

7.15–7.40 m: gelboranger, plastischer, sandig-toniger Silt

5.6.3.2. Optische Untersuchungen (Abb. 3)

Abschnitt a (6.90–5.90 m). Hier überwiegen tonige, siltige und feinsandige Sedimente. Der Anteil an autochthonem Material ist vergleichsweise gering. Kalke, Kalzit und Sinter sind mit 10–30% vertreten. Vorherrschend ist das allochthone Material mit 60–90%. Die Kristallin- und Quarzgerölle sind sehr gut gerundet. Molluskenfragmente finden sich bei ca. 6.80 m mit einem Anteil von fast 10%. Zwischen 5.90–6.00 m können einige Knochenfragmente beobachtet werden (bis 2%). Einzig Probe 44 (6.28–6.31 m) enthält ein Silexfragment.

Abschnitt b (5.90–4.05 m) beginnt mit sandigen Sedimenten, die gegen oben in einen tonigen Silt und siltigen Sand übergehen. Autochthone Komponenten, vor allem Kalzit, nehmen stark zu (bis zu 50%). Der Anteil des allochthonen Materials geht unter 40% zurück. Im oberen Teil von Abschnitt b finden sich bis zu 15% Molluskenfragmente. Erste Spuren von Knochenresten treten ab 5.50 m auf (5%). Holzkohle ist mit wenigen Prozenten vertreten. Das pflanzliche Material nimmt ab 5.40 m (Probe 33) allmählich zu und steigt bis auf 76% im oberen Teil von Abschnitt b an. Interessant ist die Häufung der Silexfragmente; wenn auch ihr prozentualer Anteil gering bleibt, so ist doch ihr Auftreten im Vergleich zum unteren und zu den oberen Abschnitten bemerkenswert. Zwischen 5.22–5.17 m konnten sowohl im Material >1.0 mm als auch <1.00 mm Fragmente von Gesteinsplättchen beobachtet werden (vgl. Kap. 10.3.2.).

Abschnitt c (4.05–1.20 m). Es herrschen torfartige, tonig-siltige und reine Torfablagerungen vor. Die untersuchten Proben sind lückenhaft, da im Profil zahlreiche, durch den Bohrvorgang gestörte Zonen und Lücken vorhanden sind. In den optischen Untersuchungen kommt die deutliche Abnahme der mineralischen Komponenten zu Gunsten des pflanzlichen Materials zum Ausdruck. Autochthone und allochthone Bestandteile nehmen bis auf 0% ab. Mollusken- und Knochenfragmente sowie Holzkohle sind nur noch in Spuren vorhanden und sind nur im gestörten Bereich (s. Kap. 5.6.2.3.) mit bis zu 10% vertreten. Der Anteil des pflanzlichen Materials nimmt stark zu und macht bei 3.00 m 100% aus. Je ein Silexfragment findet sich noch bei 3.00 m und zwischen 3.78–3.81 m, wobei die Abfolge in diesem Bereich durch den Bohrvorgang gestört wurde.

Abschnitt d. Die rezente Aufschüttung ist ab 1.20 m durch die inhomogene Sedimentzusammensetzung deutlich sichtbar. Ausser Silexfragmenten sind alle Komponenten – auch Eisenkonkretionen – vertreten.

Bohrtiefe (m) OK:433.25 m ü.M.	Gesteinsplättchen	Silexartefakte	Holzkohle	Knochen
3.08-3.10			+	+
3.10-3.32				
3.36-3.38				+
3.37-3.42			+	
3.43-3.68	Lücke			
3.68-3.73			+	++
3.78-3.81		+		+
3.81-3.85				+
3.92-3.96			++	+
3.99-4.02			+	+
4.07-4.08			+	+
4.17-4.21			+	
4.30-4.79	Lücke			
4.82-4.85		+		+
4.88-4.91			+	
4.95-5.00			+	+
5.03-5.08				+
5.08-5.13				+
5.17-5.22	+	+	+	+
5.23-5.26			+	+
5.26-5.30			+	+
5.30-5.35		+		+
5.40-5.45			+	
5.53-5.74		+		
5.74-5.85				
5.89-5.93				+
6.28-6.31		+		

Abb. 4: Zusammenstellung der anthropogenen Komponenten in der Bohrung B2 zwischen 6.31 m und 3.08 m (Fraktion 0.5–1.0 mm). + = <10%; ++ = 10–20%.

5.6.3.3. Interpretation der optischen Untersuchungen

In *Abschnitt a* besteht die Sedimentabfolge aus sandig-siltigem Ton, siltigem Sand und Ton-Sand-Wechselagerungen. Der hohe Anteil an allochthonem Material lassen auf eine Ablagerung in fluviatilem Milieu schliessen.

In *Abschnitt b* geht die Abfolge in einen siltigen Grobsand, siltigen Sand, tonigen Silt und sandigen Silt über. Der fluviatile Einfluss nimmt in diesem Abschnitt allmählich von unten nach oben ab (Abnahme der allochthonen Komponenten); autochthones Material aus der Höhle nimmt zu. Ein langer Transportweg der Kalke und eine starke Verwitterung müssen ausgeschlossen werden, da sie durchwegs eckig bis schwach gerundet sind. Die Zunahme der Knochenfragmente, das Auftreten von Holzkohle, Silexfragmenten und Gesteinsplättchen weisen auf einen anthropogenen Einfluss zwischen 5.22–5.17 m hin (Abb. 4).

In *Abschnitt c* mit torfigen und tonig-siltigen Sedimenten nimmt das pflanzliche Material sehr stark zu. Die

Sedimente werden zunehmend feinkörniger, allerdings kann der Übergang zur ersten stark organischen Schicht nicht beobachtet werden, da die Abfolge nur lückenhaft vorhanden ist. Der gesamte Abschnitt könnte als ein seichtes, allmählich verlandendes Milieu interpretiert werden, in dem sich Torfe bilden konnten. Die tonig-siltigen Sedimente zwischen den Torfen (vgl. Profil in Abb. 3) lassen eine schwache Überschwemmung oder einen Anstieg des Grundwasserspiegels vermuten.

Abschnitt d ist rezent gestört.

5.6.4. Bohrung B3

Bohrung B3 hat eine Gesamtlänge von 9.90 m (Oberkante: 433.18 m ü. M.). Da nur 51 Proben optisch untersucht werden konnten, kann von dieser Abfolge nur ein grobes Bild skizziert werden.

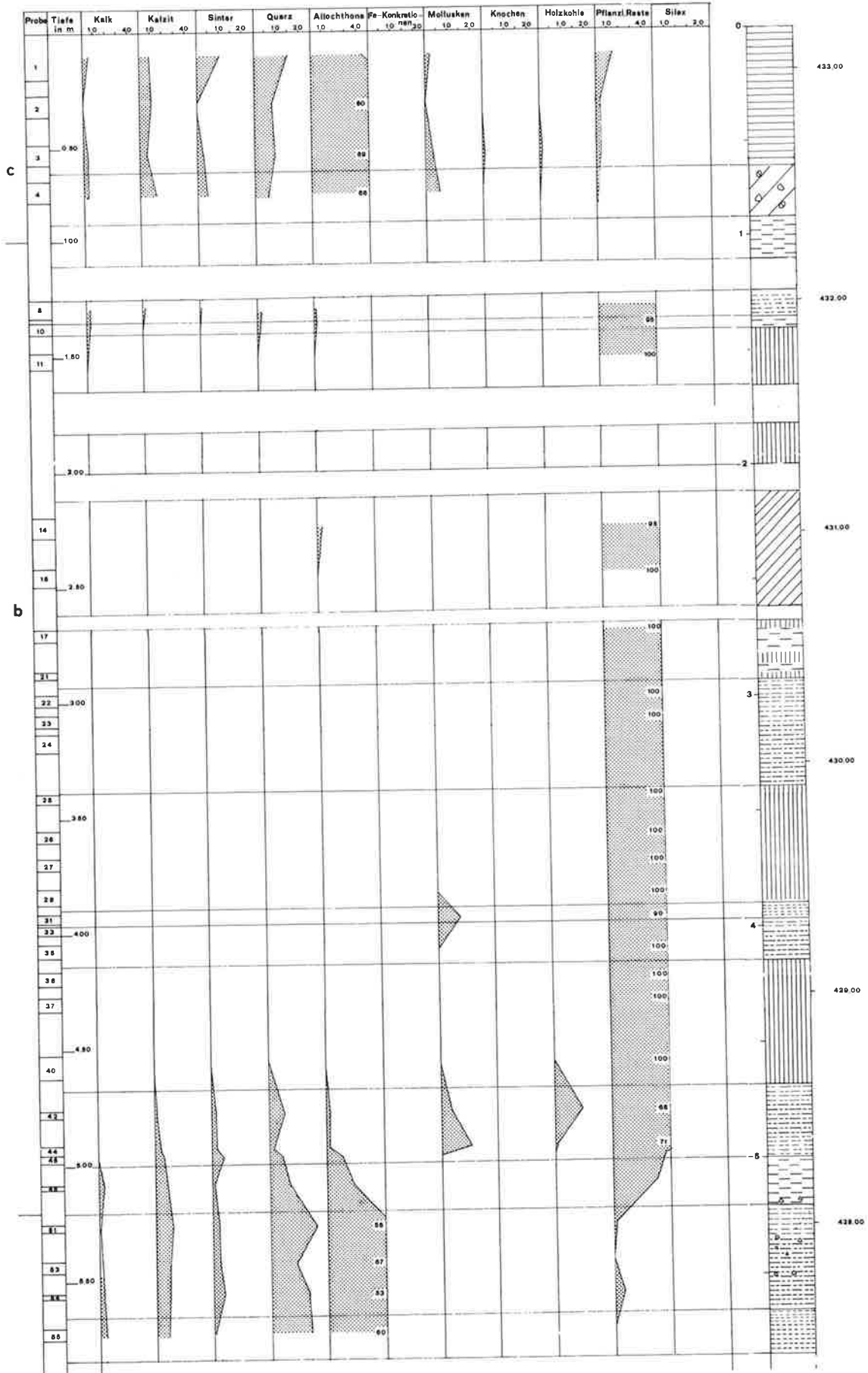


Abb. 5: Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten (Fraktion 0.5-1.0 mm) in der Bohrung B3. Angaben in Prozent. Legende siehe Abb. 3.

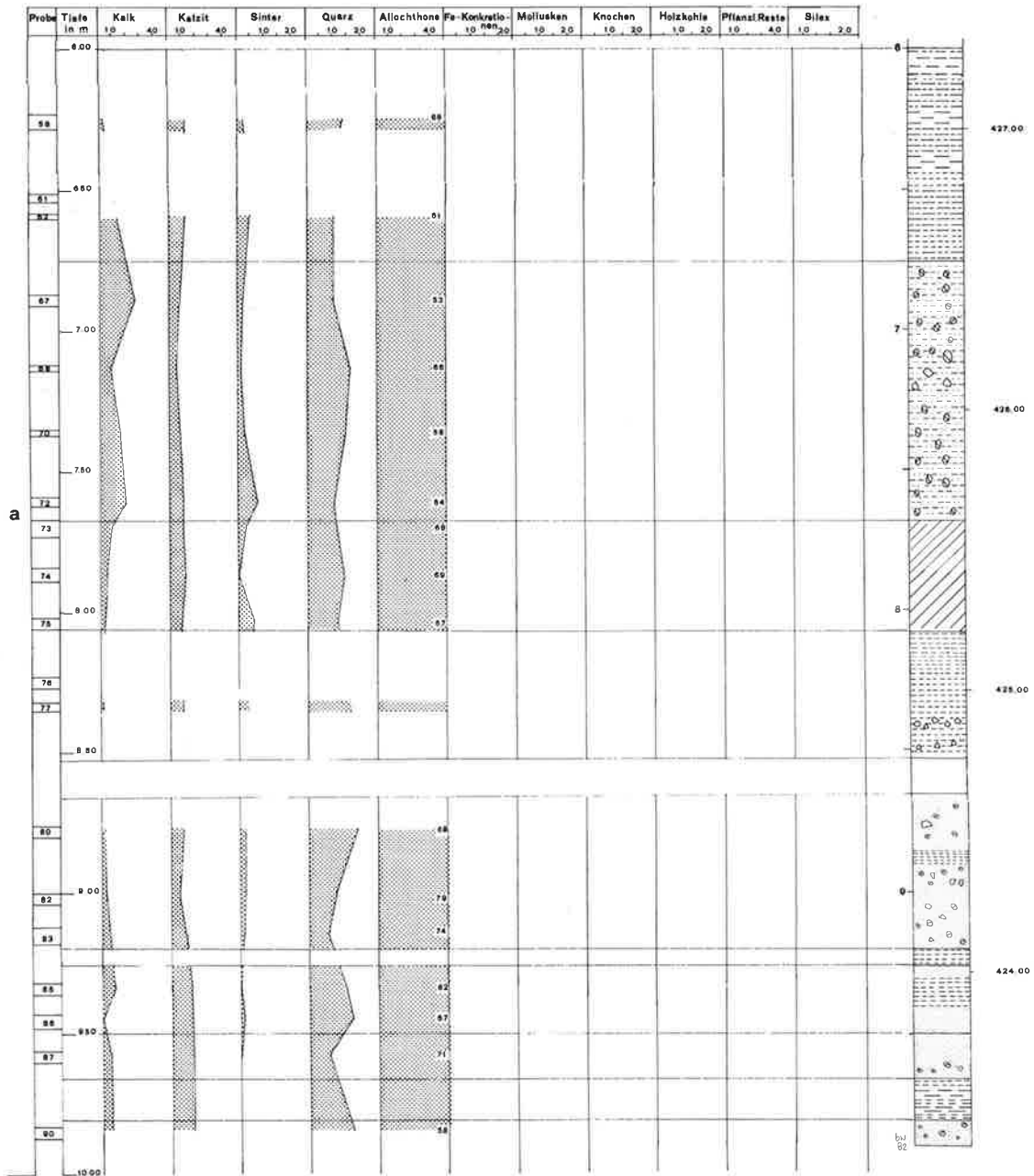


Abb. 5 (Fortsetzung gegen unten, 6.0–10.0 m): Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten in der Bohrung B3. Legende siehe Abb. 3.

5.6.4.1. Profilbeschreibung (nach K. Meier-Riva und B. Wohlfarth-Meyer)

OK: 433.18 m ü. M.

Bohrtiefe Sedimentbeschreibung

0.00–0.90 m: rezente Aufschüttung

0.90–1.13 m: rötlich-brauner, sandarmer siltiger Ton wechsellagernd mit grünlich-grauem Ton

1.13–1.25 m: Lücke

1.25–1.30 m: brauner bis rötlicher, toniger Silt

1.30–1.42 m: brauner, sandarmer siltreicher Ton mit hohem organischem Anteil

1.42–1.65 m: dunkelbrauner Torf mit Holzstückchen

1.65–1.83 m: Lücke

1.83–2.00 m: dunkelbrauner, leicht rötlicher Torf mit bis zu 10 cm grossen Holzstückchen

2.00–2.15 m: Lücke

2.15–2.68 m: durch den Bohrvorgang stark gestört

2.68–2.93 m: Wechsellagerung von dunkelbraunem Torf mit gräulichem Ton; schwache Bänderung sichtbar

2.93–3.40 m: hellbrauner toniger Silt mit Torf- und Holzstückchen

3.40–3.90 m: dunkelbrauner Torf mit Holz

3.90–3.98 m: grauer, schwach toniger sandiger Silt

3.98–4.12 m: grau-grüner, sandig-toniger Silt, schwach organisch

4.12–4.68 m: dunkelbrauner Torf mit Holzresten

- 4.68–5.00 m: grauer bis dunkelbrauner, schwach organischer sandarmer toniger Silt, Tonbänderung, Mollusken und Holzreste
- 5.00–5.20 m: grau-grünlicher, gebänderter sandarmer siltiger Ton
- 5.20–5.85 m: braunroter, zum Teil grauer tonig-sandiger Silt mit tonigen Bändern, im unteren Teil mit Mollusken
- 5.85–6.00 m: Lücke
- 6.00–6.83 m: Wechsellagerung von gelbrötlichem bis ockerfarbenem und grauem, tonigem Silt und siltigem Ton
- 6.83–7.75 m: gerundete Kristallingerölle (bis 5 cm \varnothing) und selten eckige Kalke (bis 2 cm \varnothing) in gelbbraunem, zum Teil rötlichem, tonig-siltigem Sand
- 7.75–8.08 m: durch Bohrung gestörte Zone
- 8.08–8.55 m: eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing) und gerundete Kristallingerölle (bis 2 cm \varnothing) in rötlich gelbem, sandreichem Silt; vereinzelt ist eine tonige Bänderung sichtbar
- 8.55–8.65 m: Lücke
- 8.65–9.15 m: gerundete Kristallingerölle (bis 3 cm \varnothing) und eckige Kalke (bis 2 cm \varnothing) in rötlich-braunem bis gelbbraunem, tonig-siltigem Sand; vereinzelt stärker siltige Zonen erkennbar
- 9.15–9.50 m: Wechsellagerung von gelblichem und hellbraunem siltig-tonigem Sand
- 9.50–9.65 m: vereinzelt Kristallingerölle (bis 2 cm \varnothing) und eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing) in gelblichem, siltig-tonigem Sand
- 9.65–9.80 m: brauner toniger Silt mit Tonbänderung
- 9.80–9.90 m: Kristallingerölle (bis 2 cm \varnothing) und selten eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing) in dunkelbraunem, siltigem Sand

5.6.4.2. Optische Untersuchungen (Abb. 5)

Abschnitt a (9.90–5.20 m). Im Profil treten siltige, tonige und sandige Sedimente auf. Der Anteil des autochthonen Materials liegt unter 30%; die Kalke sind sehr gut gerundet, mit Ausnahme der eckigen Kalkfragmente in Probe 87; gegen oben kann eine Braunfärbung der Kalke (durch Huminsäuren?) beobachtet werden. Allochthones Material überwiegt: Quarze, Kristallingerölle und alpine Kalke haben einen Anteil von über 70%. Die Kristallingerölle sind sehr gut, die Quarze gut gerundet (émousséluisants nach Cailleux et Tricart 1959). Oberhalb 5.60 m tritt erstmals pflanzliches Material auf.

Abschnitt b (5.20–0.90 m) ist durch Torf, torfartige, siltige und tonige Ablagerungen charakterisiert. Autochthone und allochthone Komponenten nehmen stark ab. Kalke sind ab Probe 48 nicht mehr vorhanden, Kalzit, Sinter, Quarze und Kristallingerölle treten noch auf, nehmen aber ab Probe 42 auf 0% ab. In Probe 46 können bis zu 15% Molluskenfragmente beobachtet werden; sie sind sehr stark gerundet. In Probe 31 steigt der Anteil der Mollusken erneut auf 10% an. Holzkohle kommt in Probe 42 mit einem Anteil von 15% vor. Das pflanzliche Material liegt anfangs bei 50%, steigt dann aber rasch auf 100% an. Eine Ausnahme bildet die Probe 31, hier sind nur 90% pflanzliche Reste vorhanden. Weder in Abschnitt a noch in Abschnitt b konnten in der Fraktion 0.5–1.00 mm Knochen- und Silexfragmente beobachtet werden.

Abschnitt c (0.90–0.00 m). Wie bereits in Bohrung B2 kommt auch hier die rezente Aufschüttung durch die

Inhomogenität des Sediments gut zum Ausdruck. Ausser Eisenkonkretionen und Silexfragmenten finden sich alle Komponenten in unterschiedlich hohen Anteilen.

5.6.4.3. Interpretation der optischen Untersuchungen

Abschnitt a beginnt mit einer Silt-Sand-Wechsellagerung, die im Hangenden in einen siltigen Sand und in tonig-siltige Sedimente übergeht. Die Ausbildung der Sedimente und der allochthonen und autochthonen Komponenten spricht für einen Transport und eine Ablagerung in einem fluviatilen Milieu, dessen Dynamik allmählich von unten nach oben abnimmt.

Abschnitt b. Die tonig-siltigen Sedimente gehen in Torfhorizonte über; tonig-siltige, siltige oder tonige Sedimente sind den Torfhorizonten zwischengeschaltet. Die tonig-siltigen und tonigen Sedimentabschnitte kommen nur im Profil, nicht aber in den optischen Untersuchungen zum Ausdruck. Zwischen 5.00–4.60 m, im unteren tonig-siltigen Horizont und im unteren Teil des ersten Torfhorizontes konnten zahlreiche Mollusken und sehr viel Holzkohle beobachtet werden, welche als Hinweis auf menschlichen Einfluss gewertet werden kann. Gesamthaft gesehen kann dieser Abschnitt, in dem der fluviatile Einfluss rasch abnimmt, durch die Bildung mächtiger Torfablagerungen in einem seichten, stehenden Gewässer charakterisiert werden. Die Torfe waren schwachen periodischen Überschwemmungen oder einem Anstieg des Grundwasserspiegels ausgesetzt, was zur Ablagerung der siltig-tonigen Sedimente führte.

Abschnitt c. Bei diesen Sedimenten handelt es sich um eine rezente Aufschüttung.

5.6.5. Bohrung B4

Bohrung B4 erreichte eine Tiefe von 5.88 m (Oberkante: 433.27 m ü.M.). Insgesamt wurden 50 Proben entnommen und 35 davon optisch untersucht.

5.6.5.1. Profilbeschreibung (nach M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer)

- OK: 433.27 m ü.M.
- Bohrtiefe Sedimentbeschreibung
- 0.00–0.83 m: rezente Aufschüttung
- 0.83–0.90 m: Lücke
- 0.90–1.08 m: Kalkstein
- 1.08–1.18 m: kleine eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing) in braunem Lehm
- 1.18–1.25 m: Lücke
- 1.25–1.71 m: viel eckiger Kalkschutt (bis 20 cm \varnothing) in olivbraunem sandigem Lehm
- 1.71–2.26 m: Lücke
- 2.26–2.42 m: eckige Kalke (bis 10 cm \varnothing) in dunkelbraunem Lehm; rostiger Nagel
- 2.42–2.52 m: Lücke
- 2.52–2.68 m: eckige Kalke (bis 3 cm \varnothing) und Kristallingerölle (bis 4 cm \varnothing) in dunkelbraunem, im unteren Teil hellbraunem humosem tonig-siltigem Sand
- 2.68–2.73 m: Lücke

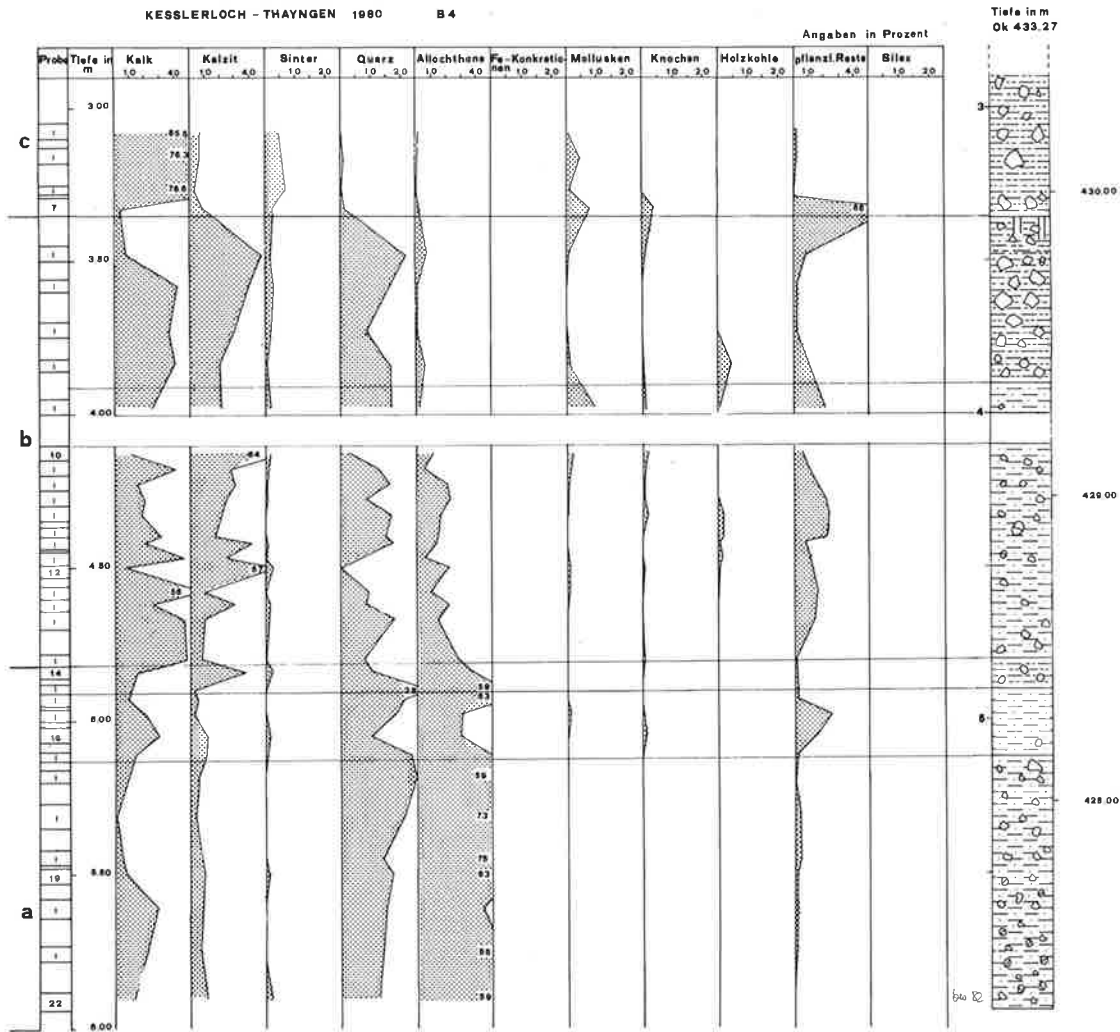


Abb. 6: Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten (Fraktion 0.5–1.0 mm) in der Bohrung B4. Angaben in Prozent. Die Proben der ersten Probenentnahme sind numeriert, diejenigen der zweiten Probenentnahme sind durch kleine senkrechte Balken dargestellt. Der obere Profilteil wurde für die optische Analyse nicht berücksichtigt. Legende siehe Abb. 3.

- 2.73–3.35 m: eckige Kalke (bis 8 cm \varnothing) in dunkelbraunem, stark siltigem Sand, im unteren Teil torfig-lehmig
- 3.35–3.40 m: Lücke
- 3.40–3.90 m: stark gerundete Kalke (bis 5 cm \varnothing) in braungrauem, siltigem Ton; gegen oben etwas organisch
- 3.90–4.00 m: vereinzelt eckige Kalke (bis 2 cm \varnothing) in olivgrau-braunem, siltig-tonigem Lehm, Ziegel(?)fragment
- 4.00–4.08 m: Lücke
- 4.08–4.70 m: gerundete Kalke (bis 5 cm \varnothing) und ganz vereinzelt Kristallingeröle (bis 5 cm \varnothing) in grau-grünlichem bis dunkelgrauem, tonig-siltigem Sand; zwischen 4.30–4.35 m Silexfragmente > 1.0 mm); zwischen 4.20–4.25 m Gesteinsplättchen; zwischen 4.15–4.35 m rötlich gefärbte Kalke und Knochen
- 4.70–4.82 m: gerundete Kalke (bis 2 cm \varnothing) in dunkelgrauem, siltig-tonigem Sand
- 4.82–4.90 m: grünlich-grauer, tonig-sandiger Silt
- 4.90–5.12 m: vereinzelt gerundete Kalke (bis 1 cm \varnothing) und eckige Kalke (bis 3 cm \varnothing), Holzkohle und pflanzliche Reste in grauem, tonig-siltigem Sand

- 5.12–5.68 m: vereinzelt eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing) und gerundete Kristallingeröle in grauem grünlichem, tonig-siltigem Sand
- 5.68–5.88 m: Kristallingeröle (bis 2 cm \varnothing) und eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing) in grünlich-grauem, tonig-siltigem Sand

5.6.5.2. Optische Untersuchungen (Abb. 6)

Die optischen Untersuchungen erstreckten sich in B4 lediglich auf den Bereich zwischen 5.88–3.00 m, da die Sedimente bis in eine Tiefe von 4.00 m als gestört betrachtet werden können (rostiger Nagel, Ziegelfragment, vgl. Kap. 5.6.5.1.). Aufgrund der optischen Analysen kann die Abfolge in drei Abschnitte unterteilt werden:

Bohriefe (m) OK:433.27 m ü.M.	Gesteinsplättchen	Silexartefakte	Holzkohle	Knochen
4.00-4.08	Lücke			
4.15-4.35	+ (rötl. gefärbte Kalke)		+	+
4.37-4.40			+	
4.40-4.44			+	
4.45-4.49			+	
4.48-4.53			+	+

Abb. 7: Zusammenstellung der anthropogenen Komponenten in der Bohrung B4 zwischen 4.53 m und 3.32 m (Fraktion 0.5–1.0 mm).
+ = <10%.

Abschnitt a (5.88–4.82 m). Bei den autochthonen Komponenten treten vor allem Kalke und Kalzit auf, Sinter ist nur untergeordnet vertreten. Der Anteil an autochthonem Material liegt nie höher als 30%, gegen oben nimmt er etwas ab. Vorherrschend sind die allochthonen Komponenten (Quarz, Kristallingerölle, alpine Kalke) mit mehr als 70%; auch ihr Anteil sinkt bis 4.82 m auf 20%. Mollusken- und Knochenfragmente sind nur im oberen Teil dieses Abschnittes und mit weniger als 2% vertreten. Das pflanzliche Material nimmt bis auf 5.00 m langsam zu, danach ist eine Abnahme zu beobachten.

Abschnitt b (4.82–3.35 m). Die autochthonen Komponenten nehmen zu; Kalke und Kalzit überwiegen mit bis zu 70%, Sinter ist nur mit wenigen Prozenten vorhanden. Die allochthonen Komponenten (Quarze und Kristallingerölle) nehmen im Vergleich zu Abschnitt a ab, liegen aber immer noch bei 20%. Dabei machen die Quarze den Hauptanteil aus; Gesteinsplättchen konnten vor allem zwischen 4.35–4.20 m beobachtet werden. In der Graphik (Abb. 6) ist hier eine Zunahme der allochthonen Komponenten erkennbar (20–25%). Molluskenreste finden sich nur in Spuren; Holzkohle kann zwischen 4.50–4.30 m nachgewiesen werden. Pflanzliche Reste sind durchgehend vorhanden und schwanken zwischen 10% und 30%.

Abschnitt c (3.35–3.00 m). Bei den autochthonen Komponenten nehmen die Kalke von 5% auf 85% zu. Sie sind vorwiegend eckig. Kalzit und Sinter sind mit weniger als 10% vertreten. Das allochthone Material geht auf 0% zurück. Molluskenreste sind zwischen 3.35–3.29 m und zwischen 3.18–3.13 m mit 10–5% vertreten. Knochen können nur noch zwischen 3.35–3.29 m beobachtet werden. Nach einer starken Zunahme auf 66% in Probe 7 (3.35–3.29 m) nehmen die pflanzlichen Reste rasch auf 2% ab. Zwischen 3.32–3.35 m finden sich einzelne Gesteinsplättchen. Silexfragmente können in der Fraktion 0.5–1.0 mm nirgends beobachtet werden. Aufgrund des Fundes eines Ziegelfragmentes in Abschnitt b muss

der gesamte obere Abschnitt c als gestört betrachtet werden.

5.6.5.3. Interpretation der optischen Untersuchungen

In *Abschnitt a* mit tonig-siltigem Sand sind gerundete autochthone Komponenten (Kalke, Kalzit, Sinter), pflanzliche Reste, Knochen und Mollusken nur in Spuren vorhanden. Durch die grosse Zahl der allochthonen und der gerundeten autochthonen Komponenten ist der fluviatile Einfluss gut erkennbar.

In *Abschnitt b* mit tonig-siltigem Sand nimmt der fluviatile Einfluss stark ab. Die Zunahme an eckigen, autochthonen Komponenten spricht für eine Sedimentlieferung aus der Höhle. Hinweise auf menschliche Aktivitäten finden sich in Spuren zwischen 4.15–4.35 m; hier treten Gesteinsplättchen, Silexfragmente (nur in der Fraktion >1.0 mm), Holzkohle, verbrannte und unverbrannte Knochen und rötlich verfärbte Kalke auf (Abb. 7). Der noch relativ hohe Quarzgehalt (5–20%) könnte auf periodische Rinnsale zurückgeführt werden, die eventuell in Zeiten leichter Erwärmung aktiv waren und so Fremdmaterial liefern konnten (Laville 1975). Ob der hohe Anteil an eckigen Kalkgeröllen – an Stellen mit niedrigem Quarzgehalt – auf Zeiten mit kälterem Klima hinweist, wie dies in einigen Höhlen beobachtet werden konnte (Brunnacker und Brunnacker 1980; Laville 1975; Miskovsky 1974), lässt sich nicht klären, da zu wenig Material für eine genaue Untersuchung zur Verfügung stand. Pflanzliche Reste finden sich durchgehend, doch bilden sich nirgends eindeutige Torfhorizonte aus. Abschnitt b kann als Teil eines Schuttfächers interpretiert werden, der sich allmählich vor der Höhle aufbaute. Ab 4.00 m Tiefe ist die Abfolge gestört.

In *Abschnitt c* tritt nochmals grober, eckiger Kalkschutt in stark siltigem, tonigem Sand auf. Ab 3.00 m ist die Abfolge gestört; es schalten sich zunehmend grosse Kristallingerölle (bis zu 4 cm \varnothing) aus alten Einfüllungen ein, zudem fand sich in 2.40 m Tiefe ein rostiger Nagel.

5.6.6. Bohrung B5

Bohrung B5 hat eine Länge von 4.96 m (Oberkante: 433.38 m ü. M.). Insgesamt wurden 56 Proben entnommen und 48 davon optisch untersucht.

5.6.6.1. Profilbeschreibung (nach M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer)

OK: 433.38 m ü. M.	Bohrtiefe	Sedimentbeschreibung
	0.00–0.65 m:	rezente Aufschüttung
	0.65–0.78 m:	Lücke
	0.78–1.00 m:	Glasscherbe und Molluskenreste in organischem, sandigem Silt
	1.00–1.18 m:	selten gerundeter Kalkschutt (bis 3 cm \varnothing), viel eckiger Kalkschutt (bis 2 cm \varnothing), Kristallingerölle (bis 1 cm \varnothing) und Mollusken in hellbraunem, schwach organischem, tonigem Silt
	1.18–1.24 m:	Lücke
	1.24–1.50 m:	eckiger und gerundeter Kalkschutt (bis 4 cm \varnothing) und gerundete Kristallingerölle (bis 2 cm \varnothing) in rötlich-braunem, schwach organischem tonigem Silt, zum Teil mit Molluskenresten
	1.50–1.75 m:	Lücke
	1.75–1.80 m:	gerundete Kalke (bis 1 cm \varnothing) und gerundete Kristallingerölle (bis 0.5 cm \varnothing) in rötlich-braunem sandigem Silt
	1.80–2.00 m:	Lücke
	2.00–2.25 m:	gerundeter Kalkschutt (bis 5 cm \varnothing) in dunkelbraunem sandig siltigem Sediment
	2.25–2.43 m:	Lücke
	2.43–2.79 m:	eckiger Kalkschutt (bis 5 cm \varnothing) in braunrotem, schwach organischem, tonigem Silt
	2.79–3.00 m:	eckige bis schwach gerundete Kalke (bis 6 cm \varnothing) in braunrotem, sandig-siltigem Sediment
	3.00–3.36 m:	angerundeter bis schwach eckiger Kalkschutt (bis 10 cm \varnothing) in braunrotem, sandig-siltigem, tonigem Sediment
	3.36–3.60 m:	vereinzelt gerundeter Kalkschutt (bis 1 cm \varnothing) in grauem, siltigem Ton; dunkle Bänderung durch pflanzliche Reste
	3.60–4.00 m:	Lücke
	4.00–4.15 m:	gerundeter Kalkschutt (bis 8 cm \varnothing), Knochen und pflanzliche Reste in tonigem Silt; die Kalke sind versintert
	4.15–4.96 m:	angerundete und stark verwitterte Kalke (bis 8 cm \varnothing) in bräunlichem, sandig-tonigem Silt; bei 4.35 m und 4.30 m sind Knochenfragmente erkennbar.

5.6.6.2. Optische Untersuchungen (Abb. 8)

Bohrung B5 kann nicht wie die anderen Bohrungen in Abschnitte unterteilt werden. Wie aus Abb. 8 hervorgeht, ist der Anteil des autochthonen Materials mit 50–60% sehr hoch (eine Ausnahme bilden die Proben 26a und 15). Im unteren Profilteil überwiegt Kalzit vor Kalk und Sinter, nimmt aber gegen oben leicht ab. Entsprechend nimmt der Kalkanteil etwas zu. Sinter ist zwischen 3.50–2.25 m vereinzelt mit bis zu 20% vorhanden und geht danach allmählich etwas zurück. Allochthones Material (Quarze, Kristallingerölle und alpine Kalke) ist mit Ausnahme der Proben 26a, 16 und 15 ebenfalls durchgehend vorhanden. Im unteren Profilteil sind die allochthonen Gerölle mit 30% vertreten und nehmen dann gegen oben

stark ab. Ab 2.00 m Tiefe kann wieder eine Zunahme auf rund 50% beobachtet werden. Der Quarzanteil liegt bei 5–20%. Eisenkonkretionen treten zwischen 2.70–2.50 m und zwischen 1.50–1.30 m auf. Mollusken und Holzkohle kommen fast im ganzen Profil vor, liegen aber im Gesamtanteil unter 5%. Knochenreste finden sich nur vereinzelt. Pflanzliche Reste nehmen im unteren Teil des Profils bis auf 62% zu: Nach einem starken Rückgang bei 4.20 m kann zwischen 4.00–3.50 m ein erneuter Anstieg auf 68–100% beobachtet werden. Zwischen 3.40–3.00 m macht das pflanzliche Material nur noch wenige Prozent aus, nimmt dann aber ab 3.00 m wieder bis auf 100% zu.

5.6.6.3. Interpretation der optischen Untersuchungen

Die inhomogene Zusammensetzung der Komponenten erinnert an Bohrung B1 (vgl. Kap. 5.6.2.2. und 5.6.2.3.), die als gestört interpretiert wird. Bohrung B5 liegt nur ca. 1.00 m von der vermutlichen Grenze der Grabung Heierli 1902/03 entfernt (Abb. 1), daher muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass auch B5 durch die alten Grabungen beträchtlich gestört ist.

5.6.7. Bohrung B6

Bohrung B6 hat eine Länge von 7.60 m (Oberkante: 432.95 m ü. M.). Insgesamt wurden 65 Proben entnommen und 45 davon optisch untersucht.

5.6.7.1. Profilbeschreibung (nach M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer)

OK: 432.95 m ü. M.	Bohrtiefe	Sedimentbeschreibung
	0.00–0.45 m:	rezente Aufschüttung
	0.45–0.60 m:	Kristallingerölle in humosem, braunem Lehm
	0.60–0.67 m:	Lücke
	0.67–0.90 m:	eckiger Kalkschutt (bis 8 cm \varnothing) in braunem humosem Lehm, Ziegel(?)fragmente
	0.90–1.00 m:	Lücke
	1.00–1.30 m:	eckige Kalke (bis 5 cm \varnothing) und vereinzelt Kristallingerölle (bis 0.5 cm \varnothing), Glasscherbe in braunem humosem Lehm
	1.30–1.50 m:	eckiger und angerundeter Kalkschutt (bis 1 cm \varnothing), verbrannte Kalke in grauem, sandigem Lehm
	1.50–1.70 m:	dunkelbrauner bis grauer toniger Torf
	1.70–2.17 m:	Lücke
	2.17–2.30 m:	Ziegelfragment in Verrohrungsschutt
	2.30–2.40 m:	vereinzelt Kristallingerölle (bis 1 cm \varnothing) in dunkelbraunem Torf
	2.40–2.45 m:	dunkelbrauner, torfiger Lehm
	2.45–2.49 m:	Lücke
	2.49–2.61 m:	dunkelbrauner torfiger Lehm
	2.61–2.65 m:	Lücke
	2.65–2.82 m:	angerundete Kalke (bis 8 cm \varnothing) in braunem, torfig-sandigem Lehm
	2.82–3.10 m:	Lücke
	3.10–3.30 m:	grauer torfiger Lehm
	3.30–3.85 m:	stark verwitterte, gerundete Kalke (bis 1 cm \varnothing) in dunkelgrauem bis grauem Torf

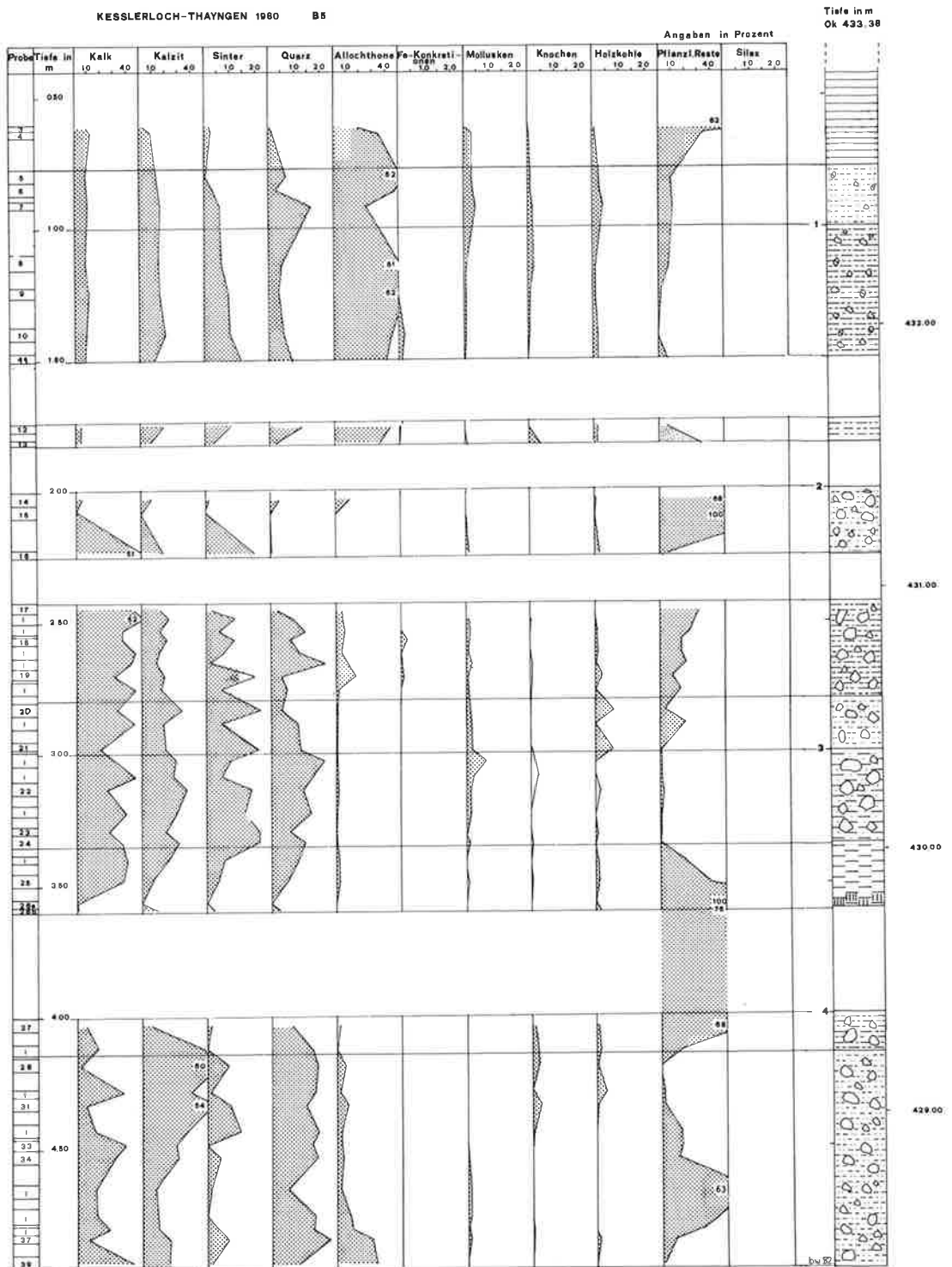


Abb. 8: Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten (Fraktion 0.5–1.0 mm) in der Bohrung B5. Angaben in Prozent. Die Proben der ersten Probenentnahme sind numeriert, diejenigen der zweiten Probenentnahme sind durch kleine senkrechte Balken dargestellt. Der oberste Profilteil wurde für die optische Analyse nicht berücksichtigt. Legende siehe Abb. 3.

- 3.85–4.75 m: vereinzelt eckiger Kalkschutt (bis 2 cm \varnothing), Knochen, Mollusken und pflanzliche Reste in grauem, dunkelgrau gebändertem Silt
- 4.75–5.32 m: angerundete und eckige Kalke (bis 8 cm \varnothing), Knochen und Mollusken in grauem Sand
- 5.32–5.38 m: Lücke
- 5.38–5.51 m: kleine eckige Kalke (bis 0.5 cm \varnothing) und gerundete Kristallingerölle (bis 0.5 cm \varnothing) in grauem Sand
- 5.51–6.00 m: ganz vereinzelt eckige Kalke (bis 0.5 cm \varnothing) in grauem Sand, tonige Bänderung sichtbar
- 6.00–6.15 m: grauer bis gelber siltiger Sand
- 6.15–6.25 m: grünlich-gelber Sand
- 6.25–6.35 m: vereinzelt eckiger Kalkschutt (bis 1 cm \varnothing) in gelbem feinsandigem Silt
- 6.35–6.41 m: angerundete Kristallingerölle (bis 1 cm \varnothing) in tonig-siltigem Sand
- 6.41–6.58 m: eckige Kalke (bis 1 cm \varnothing) und gerundete Kristallingerölle (bis 0.5 cm \varnothing) in gelbem, tonigem Silt
- 6.58–6.64 m: gelboranger, ledriger, mergeliger, toniger Silt
- 6.64–6.79 m: eckige Kalke (bis 5 cm \varnothing) und gerundete Kristallingerölle (bis 1 cm \varnothing) in gelbbraunem Sand
- 6.79–6.92 m: Kalkstein
- 6.92–7.05 m: eckige Kalke (bis 2 cm \varnothing) in gelbgrauem sandigem Lehm
- 7.05–7.40 m: vereinzelt gerundete Kristallingerölle in gelblichem, tonig-siltigem Sand
- 7.40–7.60 m: gerundete Kristallingerölle (bis 2 cm \varnothing) in gelblichem Sand

5.6.7.2. Optische Untersuchungen (Abb. 9)

In Bohrung B6 wurden nur zwischen 6.70–1.33 m Proben optisch untersucht; im untersten Bereich (zwischen 7.60–6.70 m) konnte das Vorherrschen der allochthonen Komponenten bereits bei der Profilbeschreibung beobachtet werden und erübrigte so eine detailliertere Untersuchung. Im obersten Profilbereich, zwischen 1.33 m und 0.00 m ist das Profil stark gestört (Glasscherbe, Ziegel(?)fragmente).

Aufgrund der optischen Untersuchungen kann die Abfolge, wie sie in Abb. 9 dargestellt ist, in drei Abschnitte unterteilt werden:

Abschnitt a (6.70–4.75 m). Autochthone Komponenten sind mit Kalk, Kalzit und Sinter vertreten, wobei Sinter nur sporadisch (<5%) auftritt. Die Kalke nehmen von unten nach oben schnell zu und machen bereits zwischen 6.29–6.25 m bis zu 58% aus. Danach geht die Kurve langsam zurück und schwankt zwischen 10–30%. Kalzit nimmt allmählich von unten nach oben zu und macht in Probe 23 (zwischen 5.28–5.23 m) mehr als 30% des Gesamtanteiles aus. Allochthone Komponenten (Quarze, Kristallingerölle und alpine Kalke) sind mit mehr als 50% vertreten. Gegen oben nehmen die Kristallingerölle allmählich ab, bei den Quarzen kann aber eine Zunahme auf 25% (zwischen 4.85–4.82 m) beobachtet werden. Ab 4.82 m nimmt auch der Quarzanteil wieder ab. Knochenfragmente finden sich zwischen 5.65–5.63 m mit etwa 5%; ab 5.23 m nehmen sie allmählich auf fast 10% (zwischen 4.85–4.82 m) zu. Holzkohle und pflanzliche Reste finden sich nur in Spuren.

Abschnitt b (4.75–1.50 m). Autochthone Komponenten sind durchgehend vorhanden. Sie schwanken zwischen 0–50%, wobei von unten nach oben eine Zunahme beobachtet werden kann. Allochthone Komponenten

machen in diesem Abschnitt nur einen geringen Anteil aus. Die kristallinen Komponenten gehen auf 0% zurück, einzig bei etwa 4.00 m kann ein kurzer Anstieg auf 15% beobachtet werden. Quarze hingegen nehmen von unten nach oben bis auf 20% zu. Mollusken sind in diesem Abschnitt recht häufig. Im unteren Teil machen sie mehr als 20% des Gesamtanteiles aus. Knochen sind ebenfalls häufig; sie nehmen von unten nach oben zu (bis auf 22% bei 4.00 m). Ab 3.80 m Tiefe treten keine nennenswerten Knochenfragmente mehr auf. Holzkohle nimmt von 0% auf 9% (bei 4.27 m) zu und wieder auf 0% ab (zwischen 3.90–3.84 m). Die pflanzlichen Reste nehmen schnell auf 50–80% (zwischen 4.14–4.10 m) zu. Zwischen 4.00–3.76 m kann ein Rückgang auf 20–30% beobachtet werden. Ab 3.76 m steigt die Kurve dann bis auf 100% an und bleibt – unterbrochen von einem Rückgang auf 38% (zwischen 3.34–3.29 m) – immer über 70%. Lediglich ein Silexfragment (>1.0 mm) konnte beobachtet werden.

Abschnitt c (ab 1.50 m). Die Zusammensetzung dieses Abschnittes ist sehr heterogen. Ausser Knochen und Silexfragmenten sind alle Komponenten, auch Eisenkonkretionen, vorhanden. Die autochthonen und allochthonen Komponenten nehmen zu, die pflanzlichen Reste sehr stark ab.

5.6.7.3. Interpretation der optische Untersuchungen

In *Abschnitt a* mit Wechsellagerungen aus tonigen, sandigen und stark sandigen Sedimenten überwiegen sehr gut gerundete allochthone Komponenten. Auch in Bohrung B6 kann so auf eine Ablagerung der Sedimente unter fluviatilen Bedingungen geschlossen werden. Gegen oben nimmt die Dynamik allmählich ab, das Sediment wird feinkörniger und die allochthonen Bestandteile gehen langsam zurück. Erste Kalkschuttlieferungen aus der Höhle finden statt.

In *Abschnitt b*, der vor allem aus tonigen und torfigen Verlandungsbildungen besteht, dominiert das pflanzliche Material. Zonen mit erhöhten Holzkohle- und Knochenanteilen werden von Zonen mit erhöhtem Molluskenanteil getrennt. Deutliche Hinweise auf anthropogenen Einfluss finden sich bei 4.40 m und 4.27 m mit höherem Knochen- und Holzkohleanteil und zwischen 4.06–4.00 m mit sehr hohem Knochenanteil, etwas Holzkohle und einem Silexfragment (>1.0 mm). Klar abgrenzbare Fundhorizonte wie sie in Bohrung B7 beobachtet werden können (Kap. 5.6.8.3.) sind aber nicht vorhanden.

Ab *Abschnitt c* ist die Abfolge als gestört zu betrachten.

5.6.8. Bohrung B7

Bohrung B7 erreichte eine Tiefe von 6.30 m (Oberkante: 433.16 m ü.M.). Insgesamt wurden 60 Proben entnommen und 59 davon optisch untersucht. Bohrung B7 ist, was den Bereich zwischen 4.91 m und 3.07 m betrifft, die optisch am besten untersuchte Bohrung, da hier die

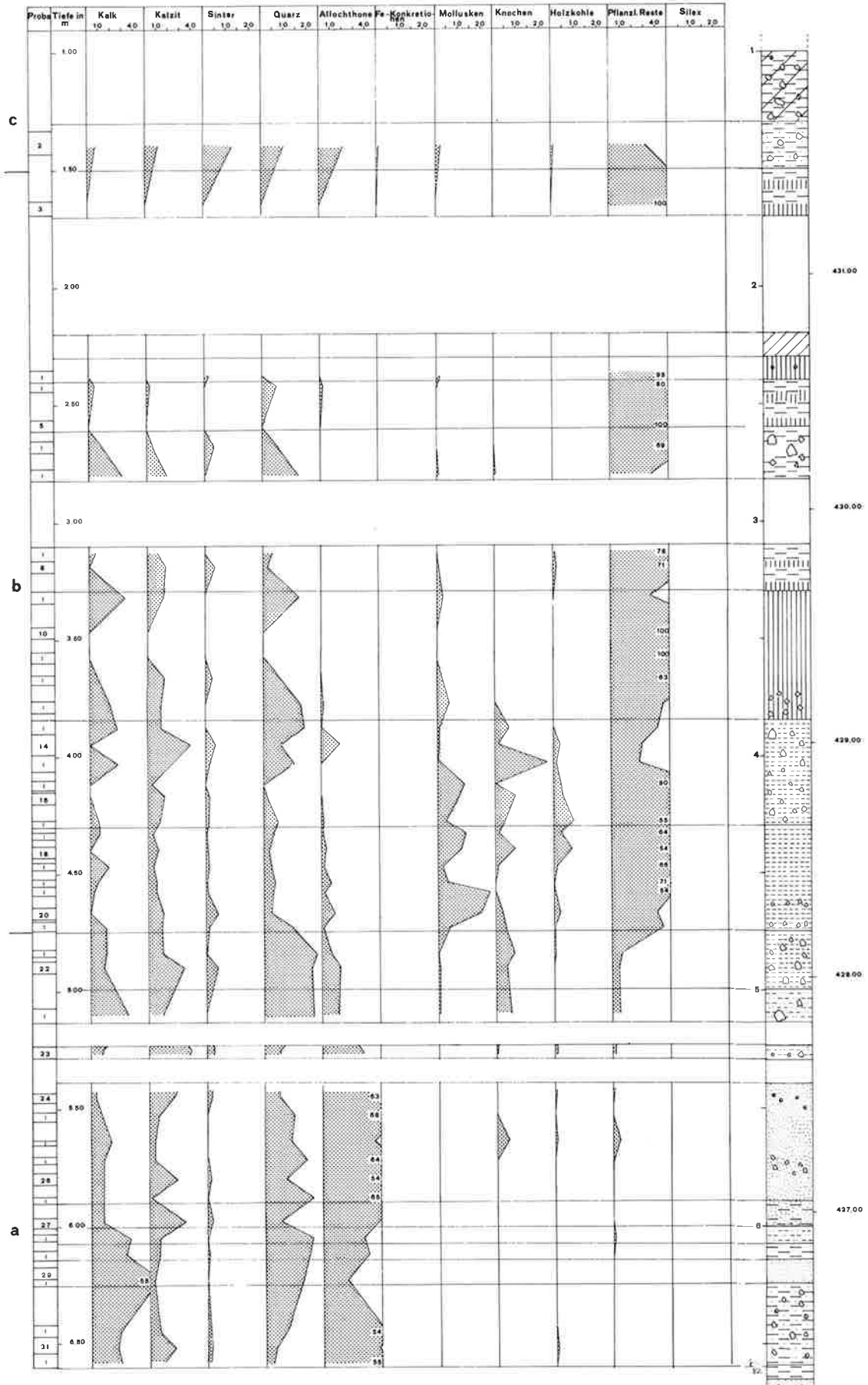


Abb. 9: Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten (Fraktion 0.5–1.0 mm) in der Bohrung B6. Angaben in Prozent. Die Proben der ersten Probenentnahme sind numeriert, diejenigen der zweiten Probenentnahme sind durch kleine senkrechte Balken dargestellt. Oberer und unterer Profilteil wurden für die optische Analyse nicht berücksichtigt. Legende siehe Abb. 3.

Sedimentproben sukzessive aneinander anschliessen und sich so eine gute Feinstratigraphie herausarbeiten lässt. Ausserdem wurden auch die Fraktionen > 1.0 mm genau untersucht und beschrieben.

5.08–5.30 m: angerundete, leicht korrodierte Kalke (bis 6 cm \varnothing), vereinzelt Kristallingerölle, Knochenfragmente in hellbraunem, siltigem Sand
 5.30–5.72 m: Lücke
 5.72–6.00 m: eckige und angerundete Kalke (bis 5 cm \varnothing) in hellbraunem, tonig-siltigem Sand
 6.00–6.30 m: hellbrauner, tonig-sandiger Silt; bei 6.15 m ist eine rötlich-braune Bänderung sichtbar

5.6.8.1. Profilbeschreibung (nach B. Wohlfarth-Meyer)

OK: 433.16 m ü. M.

Bohrtiefe Sedimentbeschreibung

0.00–0.65 m: rezente Aufschüttung

0.65–0.80 m: Kalkschutt (bis 0.5 cm \varnothing) und Knochen in braunem, siltig-sandigem Sediment

0.80–0.93 m: lockerer Kalkschutt ohne Zwischenmittel, ein Silixartefakt (> 1.0 mm)

0.93–1.45 m: Lücke

1.45–1.70 m: eckiger (bis 3 cm \varnothing) und angerundeter Kalkschutt (bis 20 cm \varnothing), Molluskenfragmente und pflanzliche Reste in rotbraunem, tonig-siltigem Sand

1.70–1.80 m: gerundeter und eckiger Kalkschutt (bis 3 cm \varnothing) pflanzliche Reste und Holzkohle in bräunlich-rötlichem, tonig-siltigem Sand

1.80–1.98 m: vereinzelt gerundete Kalke (bis 3 cm \varnothing), pflanzliche Reste und Holzkohle in bräunlich-rötlichem, tonig-siltigem Sand

1.98–2.00 m: grauer, dunkelbraun gebänderter toniger Silt

2.00–2.27 m: Lücke

2.27–2.50 m: pflanzliche Reste in braunem, tonig-sandigem Silt, Bänderung sichtbar

2.50–2.90 m: gerundeter Kalkschutt (bis 2 cm \varnothing), Holzkohle und pflanzliche Reste in braunem, sandigem stark siltigem Ton

2.90–3.30 m: vereinzelt eckige, zum Teil auch stark verwitterte Kalke (bis 1 cm \varnothing) in dunkelbraunem, stark organischem, tonig-siltigem Sediment; zwischen 3.21–3.25 m finden sich Silixfragmente und Gesteinsplättchen (> 1.0 mm)

3.30–3.60 m: gerundeter Kalkschutt (bis 20 cm \varnothing) in braunem, tonig-siltigem Sand; zwischen 3.40–3.44 m treten Knochenfragmente auf

3.60–3.70 m: Lücke

3.70–3.98 m: gerundete, stark verwitterte und frische Kalke (bis 10 cm \varnothing), zahlreiche Knochenfragmente (zwischen 3.95–3.98 m, 3.84–3.90 m, 3.78–3.81 m) und pflanzliche Reste in hellgrauem, gebändertem, sandig-tonigem Silt; ausserdem finden sich zwischen 3.93–3.95 m Molluskenfragmente, zwischen 3.95–3.98 m ein Bergkristall(?) - Splitter und zwischen 3.78–3.87 m Silixfragmente sowie zwischen 3.84–3.87 m und 3.71–3.81 m Gesteinsplättchen (bis zu 1–3 cm \varnothing)

3.98–4.05 m: Lücke

4.05–4.15 m: wenige angerundete und eckige Kalke (bis 3 cm \varnothing) pflanzliche Reste, zahlreiche Knochenfragmente in grauem, tonig-sandigem Silt; zwischen 4.10–4.13 m tritt ein Silixfragment auf, zwischen 4.08–4.13 m Holzkohle und Gesteinsplättchen (bis 3 cm \varnothing)

4.15–4.45 m: grauer, toniger, schwach sandiger Silt

4.45–4.65 m: gerundete, zum Teil unverwitterte Kalke (bis 10 cm \varnothing), pflanzliche Reste, Knochen, Holzkohle (zwischen 4.19–4.22 m) und Mollusken (zwischen 4.45–4.48 m) in grauem, tonig-sandigem Silt

4.65–4.77 m: Lücke

4.77–4.91 m: gerundete, zum Teil verwitterte Kalke (bis 8 cm \varnothing) zahlreiche Knochen, verbrannte Knochenfragmente und pflanzliche Reste in hellbraunem, tonig-sandigem Silt; zwischen 4.81–4.84 m findet sich ein Silixfragment, Holzkohle und Gesteinsplättchen (bis 0.5 cm \varnothing)

4.91–5.08 m: Lücke

5.6.8.2. Optische Untersuchungen (Abb. 10)

Die optischen Untersuchungen erlauben es, Bohrung B7 in mehrere Abschnitte aufzuteilen:

Abschnitt a (6.30–5.07 m). Autochthone Komponenten sind nur schwach vertreten, nehmen aber von unten nach oben von 10% auf 60% zu. Allochthone Komponenten (Quarze, Kristallingerölle und alpine Kalke) überwiegen im unteren Teil mit ca. 75%, gegen oben gehen sie auf 30% zurück. Mollusken, Knochenfragmente und pflanzliche Reste sind nur in Spuren vorhanden.

Abschnitt b (5.07–3.29 m). Autochthone Komponenten treten anfangs in der Gesamtverteilung etwas zurück. Allerdings kann bei 4.70 m ein Anstieg der Kalke bis auf 53% und, nach einem Rückgang zwischen 4.50–3.60 m, ein erneuter Anstieg auf bis zu 90% (ab 3.70 m) beobachtet werden. Gegen Ende des Abschnittes gehen sie auf 10% zurück. Kalzit und Sinter sind nur schwach vertreten; interessant ist die leichte Zunahme des Sinteranteiles dort, wo die Kalkschuttproduktion zurückgeht. Allochthone Komponenten (Quarze, Kristallingerölle, alpine Kalke und Sandsteine) sind noch vorhanden. Da unter den allochthonen Komponenten auch die Bruchstücke der Gesteinsplättchen ausgezählt wurden, die eventuell anthropogenen Ursprungs sind, muss die Kurve dementsprechend interpretiert werden. Gesteinsplättchen und -fragmente finden sich zwischen 4.84–4.81 m und zwischen 4.81–4.78 m (sowohl in der Fraktion 0.5–1.0 mm als auch > 1.0 mm). Weitere Häufungen treten zwischen 4.13–4.10 m, 4.10–4.08 m, 3.87–3.84 m, 3.81–3.78 m und 3.78–3.71 m (mit 40%) auf. In der Fraktion > 1.0 mm konnten zusätzlich zwischen 3.78–3.71 m Gesteinsplättchen beobachtet werden. Molluskenfragmente treten an drei Stellen gehäuft auf: zwischen 4.45–4.42 m mit 28%, zwischen 4.16–4.13 m (Probe 14) mit 10% und zwischen 3.98–3.95 m (Probe 12) mit 12%. Auch bei den Knochenresten kann, vor allem im mittleren Teil des Abschnittes eine starke Zunahme beobachtet werden. Zwischen 4.84–4.81 m machen sie 34% aus, ab 4.26 m liegen sie bei 5–15% und zwischen 3.98–3.95 m und 3.84–3.78 m machen sie rund 50% aus. Gegen oben sind sie nur noch in Spuren vorhanden. Auch Holzkohle ist im Vergleich zu den anderen Abschnitten stark vertreten: zwischen 4.13–4.10 m sogar mit 11% und zwischen 3.90–3.87 m mit 10%. Ab 3.81 m findet sich keine Holzkohle mehr. Der Anteil der pflanzlichen Reste nimmt von unten nach oben langsam zu und macht zwischen 4.55–4.10 m rund 40–60% des Gesamtanteils aus. Nach einem Absinken der Kurve auf 10–15% steigt sie ab 3.93 m wieder bis auf 60% an. Im mittleren Teil nimmt das pflanzliche

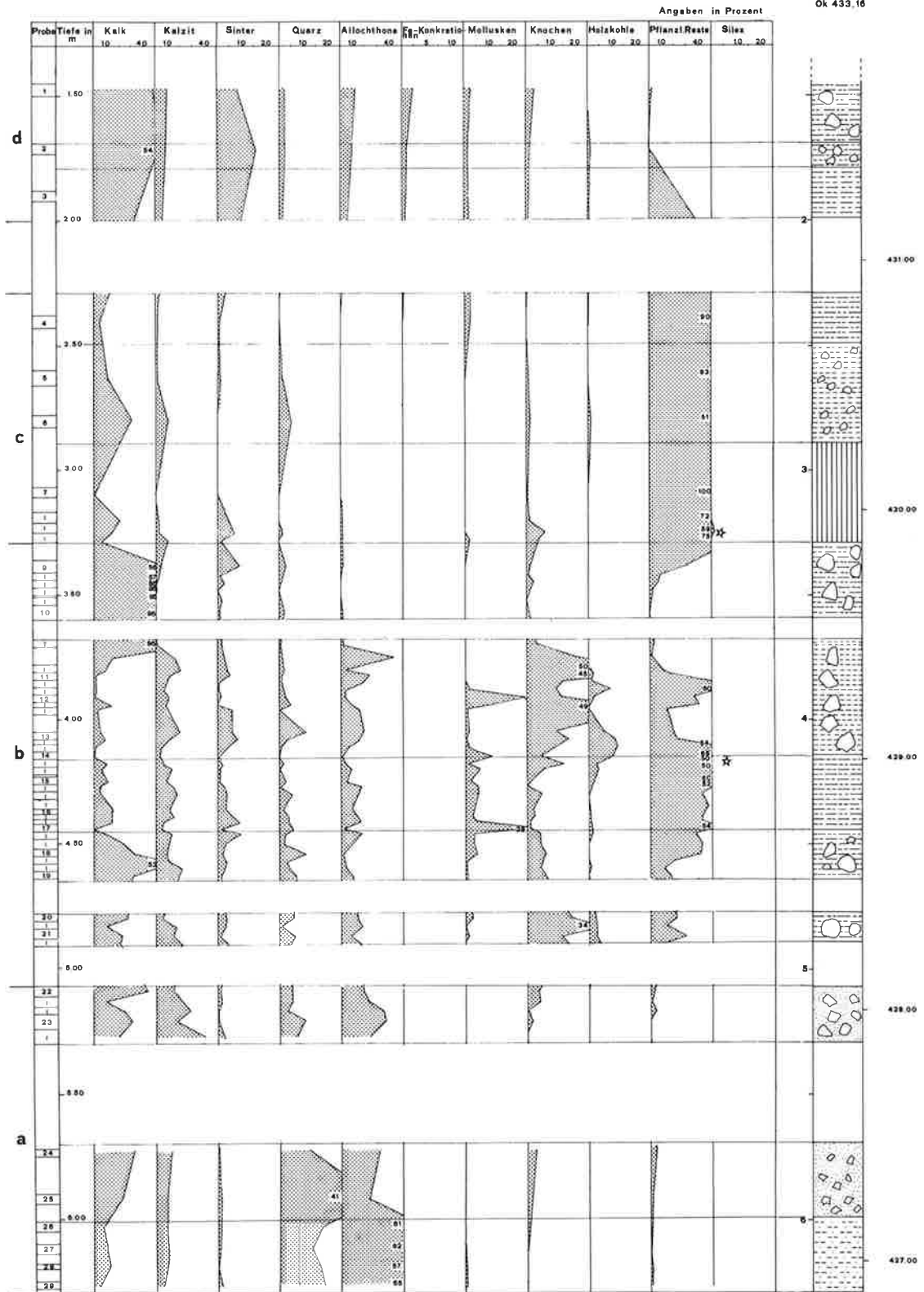


Abb. 10: Graphische Darstellung der verschiedenen Komponenten (Fraktion 0.5-1.0 mm) in der Bohrung B7. Angaben in Prozent. Die Proben der ersten Probenentnahme sind nummeriert, diejenigen der zweiten Probenentnahme sind durch kleine senkrechte Balken dargestellt. Der oberste Profilteil wurde für die optischen Analysen nicht berücksichtigt. Legende siehe Abb. 3.

Bohrtiefe (m)	Gesteinsplättchen (0.5-1.0mm, >1.0mm)	Silexartefakte (0.5-1.0mm, >1.0mm)	Holzkohle (0.5-1.0mm)	Knochen (0.5-1.0mm)
OK:433.16 m ü.M.				
3.17-3.21				
3.21-3.25	+	+		+
3.25-3.47		+		+
3.47-3.50				+
3.51-3.60				
3.68-3.71				+
3.71-3.78	+			+++
3.78-3.81	+	+		+++++
3.81-3.84			+	+++++
3.84-3.87	+	+	+	++
3.87-3.90	+		+	++
3.90-3.93			+	++
3.93-3.95				+
3.95-3.98		Bergkristall(?)		+++++
3.98-4.05	Lücke			
4.05-4.08			+	++
4.08-4.10	+		++	++
4.10-4.13	+	+	++	++
4.13-4.16			++	+
4.16-4.19			+	++
4.19-4.22		+	+	+
4.23-4.26			+	+
4.26-4.29			+	
4.29-4.32				+
4.38-4.42				+
4.42-4.45			+	+
4.45-4.48			+	+
4.48-4.52				+
4.52-4.55				+
4.55-4.58				+
4.58-4.61				+
4.65-4.77	Lücke			
4.78-4.81	+		+	++
4.81-4.84	+	+	+	+++
4.84-4.89			+	++
4.89-4.91			+	++

Abb. 11: Zusammenstellung der anthropogenen Komponenten in der Bohrung B7 zwischen 4.91 m und 3.17 m (Fraktion 0.5–1.0 mm und >1.0 mm). Siehe Text. + = <10%; ++ = 10–20%; +++ = 20–30%; ++++ = 30–40%; +++++ = 40–50%.

Material bis auf 1–2% ab, gegen oben dann wieder bis auf 40% zu. Zwischen 4.26–4.23 m ist die Probe reich an Chara-Oogonien. Silexfragmente finden sich vorwiegend in der Fraktion >1.0 mm; in der untersuchten Fraktion kann nur zwischen 4.22–4.19 m ein Silexfragment beobachtet werden.

Abschnitt c (3.29–2.38 m). Autochthone Komponenten gehen im Vergleich zu Abschnitt b stark zurück. Bei den allochthonen Komponenten tritt nur noch vereinzelt Quarz auf. Mollusken- und Knochenfragmente sowie Holzkohle finden sich nur noch in Spuren. Pflanzliche

Reste sind mit 50–100% stark vertreten. Silexfragmente finden sich nur zwischen 3.25–3.21 m.

Abschnitt d (2.00–1.45 m). Autochthone Komponenten überwiegen mit Kalken, Kalzit ist etwas schwächer vertreten (10–15%), Sinter hingegen mit bis zu 15%. Allochthone Komponenten (Quarze, Kristallingerölle und alpine Kalke) liegen zwischen 10–15%. Eisenkonkretionen treten erstmals auf, bleiben aber unter 2.5%. Mollusken- und Knochenfragmente sowie Holzkohle sind mit 2–5% nur in Spuren vorhanden. Die pflanzlichen Reste nehmen auf 0% ab.

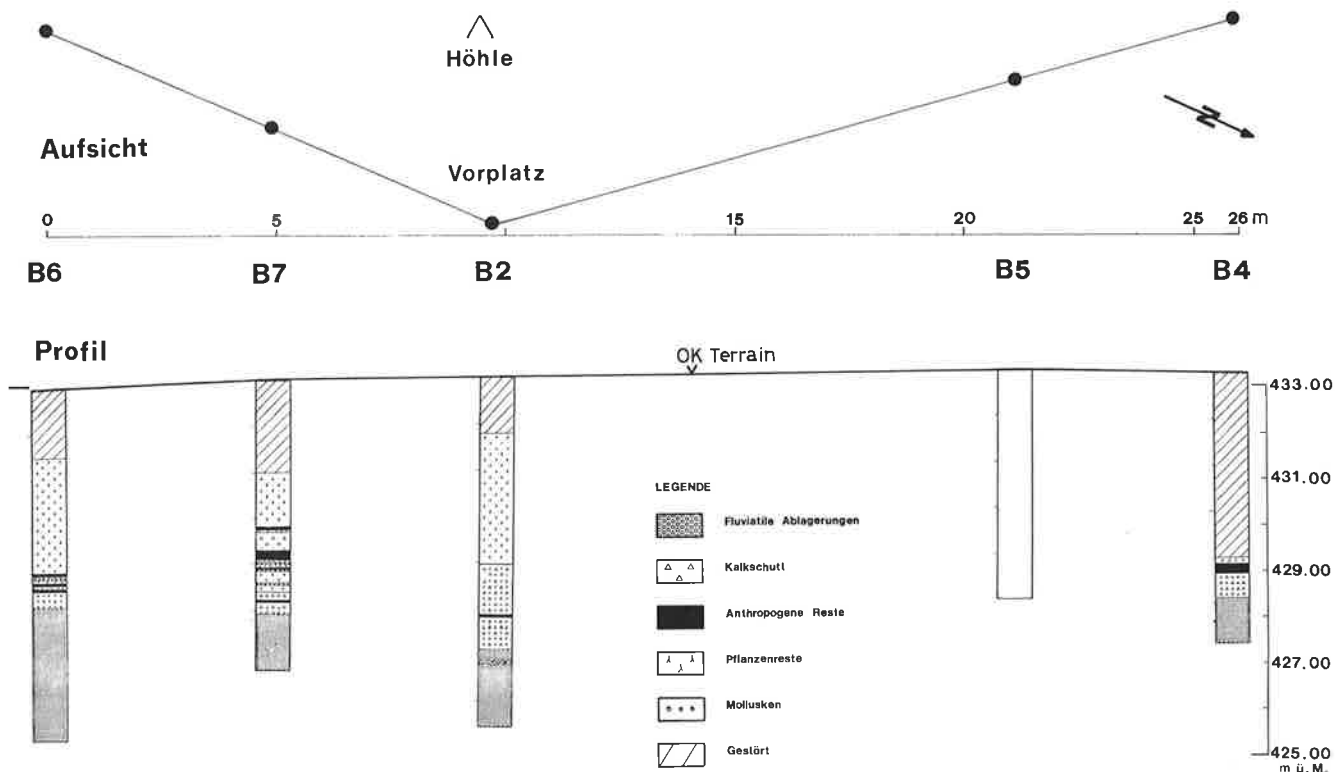


Abb. 12: Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse in den Bohrprofilen B2, B4, B6 und B7. B5 wird als gestört betrachtet und nicht weiter berücksichtigt.

5.6.8.3. Interpretation der optischen Untersuchungen

In *Abschnitt a* ist im untersten Teil (tonig-sandiger Silt) fluviatiler Einfluss mit Ablagerung von vorwiegend ortsfremdem Material zu beobachten. Mit dem Einsetzen des eckigen Kalkschutts (in siltigem Sand) weiter oben kann ein Rückgang des fluviatilen Transportes angenommen werden. Gleichzeitig wurde vermehrt grober Kalkschutt aus der nahen Höhle geliefert. Der hohe Quarzanteil kann einerseits durch den noch wirksamen fluviatilen Einfluss bedingt sein, andererseits könnten sich auch Rinnsale aus der Höhle an dessen Ablagerung beteiligt haben (Laville 1975).

In *Abschnitt b* tritt grober Kalkschutt in siltigen und tonig-siltigen Sedimenten auf. Nach Abnahme der fluviatilen Dynamik ist auch hier eine zunehmende Materiallieferung aus der Höhle erkennbar. Ein erster Fundhorizont mit Gesteinsplättchen, verbrannten Knochen, Holzkohle und einem Silexfragment (>1.0 mm), kann zwischen 4.84–4.78 m beobachtet werden. Der bei 4.50 m auftretende massige Kalkschutt in tonig siltigem Sediment könnte evtl. als Hinweis auf ein kälteres Klima gewertet werden (Laville 1975). Zwischen 4.13–4.08 m kann ein zweiter Fundhorizont (mit Gesteinsplättchen, Silexfragmenten, Knochen und Holzkohle) (Abb. 11) ausgedehnt werden. Durch die starke Zunahme der Molluskenfragmente (zwischen 3.98–3.95 m) kann er von einem dritten Fundhorizont (zwischen 3.87–3.71 m) abgetrennt werden. Zwischen 3.71–3.29 m gelangt wieder

bis zu 90% autochthoner Kalkschutt zur Ablagerung. Das pflanzliche Material, allochthone und anthropogene Komponenten und die Sinteranteile gehen sehr stark zurück.

In *Abschnitt c* kommt es zur Ausbildung von torfartigen Schichten in einem seichten stehenden Gewässer. Spuren anthropogener Einflüsse finden sich nochmals zwischen 3.25–3.21 m (Abb. 11).

Ab *Abschnitt d* mit der heterogenen Sedimentzusammensetzung wird die Abfolge als gestört betrachtet.

5.7. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse (Abb. 12)

Die Bohrungen B1 und B5 werden als gestört betrachtet. Die Untergrenze der Grabung Heierli 1902/03 kann in Bohrung B1 nicht festgelegt werden.

In Bohrung B2 können drei Abschnitte herausgearbeitet werden. In *Abschnitt a* herrschen fluviatile Sedimente vor. In *Abschnitt b* geht die fluviatile Dynamik zurück und es wird zunehmend Kalkschutt aus der Höhle abgelagert. Zwischen 5.22–5.17 m treten Holzkohle, Knochen, Silexfragmente und Gesteinsplättchen auf; sie werden als Hinweis auf einen anthropogenen Einfluss gewertet. *Abschnitt c* stellt ein seichtes, allmählich verlandendes Ablagerungsmilieu dar. Ab 1.20 m wird die Bohrung als gestört betrachtet.

In Bohrung B3 kann zwischen 9.90–5.20 m ebenfalls auf eine Ablagerung in einem fluviatilen Milieu geschlossen werden. Mit Abnahme der Dynamik entstand ein seichtes, stehendes Gewässer, in dem sich mächtige Torfablagerungen bildeten. Periodische Überschwemmungen lagern siltige und tonige Sedimente ab. Trotz dem hohen Anteil an Holzkohle (zwischen 4.76–4.80 m) können keine eigentlichen Fundzonen definiert werden. Ab 0.90 m ist die Bohrung gestört.

Auch in Bohrung B4, im Abschnitt a, ist der fluviatile Einfluss erkennbar. In Abschnitt b wird zunehmend eckiger Kalkschutt aus der Höhle geliefert. Hinweise für anthropogene Einflüsse sind Gesteinsplättchen, Holzkohle, verbrannte und nicht verbrannte Knochen und rötlich gefärbte Kalke zwischen 4.35–4.15 m. Ab 4.00 m ist die Abfolge gestört.

In Bohrung B6 werden in Abschnitt a ebenfalls fluviatile Sedimente abgelagert. Nach Abnahme der Flusssedimente bildeten sich in einem seichten stehenden Gewässer allmählich Torfschichten aus. Hinweise für anthropogene

Einflüsse finden sich bei 4.40 m, 4.27 m (Knochen und Holzkohle) und zwischen 4.06–4.00 m (Silexfragment >1.0 mm, Knochen, Holzkohle). Ab 1.50 m wird die Abfolge als gestört betrachtet.

Wie in den anderen Bohrungen können auch in Bohrung B7 im untersten Abschnitt a fluviatile Sedimente beobachtet werden. Sie werden gegen oben zunehmend von autochthonem Material aus der Höhle abgelöst. In Abschnitt b sind Ablagerungen eines Schuttfächers erkennbar, in dem mehrere abgrenzbare Fundhorizonte unterschieden werden können (vgl. 5.6.8.3.). Ob die beobachteten Schwankungen beim Kalkschutt- und Sinteranteil und bei den Pflanzenresten teilweise als Klimaschwankungen im Spätglazial gewertet werden können, müsste durch ausgedehntere Untersuchungen an einer grösseren Probenmenge abgeklärt werden. Im Abschnitt c kommt es zur Ausbildung von torfartigen Schichten. Anthropogene Spuren finden sich nochmals zwischen 3.25–3.21 m. Ab 2.00 m wird die Abfolge als gestört betrachtet.

5.8. Literatur

Brochier, J.L. et Joos, M. (1982) Un élément important du cadre de vie des néolithiques d'Auvergnier-Port: le lac. Approche sédimentologique. CAR 25, Auvergnier 5, Lausanne.

Brunnacker, K. und Brunnacker, M. (1980) Die Sedimente und die Mollusken in spät- und postglazialen Höhlenprofilen Süddeutschlands. In: W. Taute (Hrsg.) Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monograph. z. Urgesch. 5/2, Tübingen, 47–76.

Cailleux, A. et Tricart, J. (1959) Initiation à l'étude des sables et des galets. Vol. 1–3, Paris.

Flügel, E. (1978) Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. Berlin.

Heierli, J. (1907) Das Kesslerloch bei Thaingen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 43, Zürich.

Laville, H. (1975) Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord. Etudes quaternaires Mém. 4, Marseille.

Miskovsky, J.-Cl. (1974) Le Quaternaire du Midi Méditerranéen. Stratigraphie et paléoclimatologie. Etudes quaternaires Mém. 3, Marseille.

6. Pollenanalytische Untersuchungen

Brigitta Ammann

Résumé. Dans les 4 carottes de la plateforme étudiées pour leur contenu sporopollinique, des sédiments intacts du Dryas ancien inférieur (zone de Firbas Ia, antérieur à ca. 12 500 BP) ont été observés. Le Tardiglaciaire supérieur (du Bölling au Dryas récent) manque dans les 4 séquences. Les horizons archéologiques mis en évidence par l'étude des ossements, des silex et des charbons de bois (voir chapitres 9, 10 et 5) sont palynostratigraphiquement corrélés avec les couches de la Schussenquelle (Lang 1962). Au-dessus des sédiments du Dryas ancien inférieur, nous avons noté la présence de matériel contaminé, mêlé à du Postglaciaire, ceci dans les carottes B2, B3 et B7.

(L.Ch.)

Abstract. In all four cores from the forecourt of Kesslerloch-cave studied palynologically, undisturbed sediment of the Oldest Dryas was recorded (zone Ia according to Firbas 1954, older than about 12 500 BP). Younger deposits of the Late-Glacial (Bölling to Younger Dryas) were lacking. The archaeological horizons registered by the analysis of bones, silex and char coal (see chapters 9, 10 and 5) are therefore palynostratigraphically correlated to the findings from Schussenquelle (Lang 1962). Above the deposits from the Oldest Dryas, contaminated samples and disturbed sediment of holocene age were found in the cores B2, B3 and B7.

(A.G.)

6.1. Einleitung

Von den insgesamt sieben Bohrkernen vom Vorplatz des Kesslerlochs wurden vier auch mittels Pollenanalyse untersucht. Im Folgenden sollen zuerst das am detailliertesten bearbeitete Diagramm der Bohrung B7, dann in

knapper Form die mehr stichprobenweise analysierten Kerne B2, B3 und B5 beschrieben und daraus mögliche Schlussfolgerungen gezogen werden.

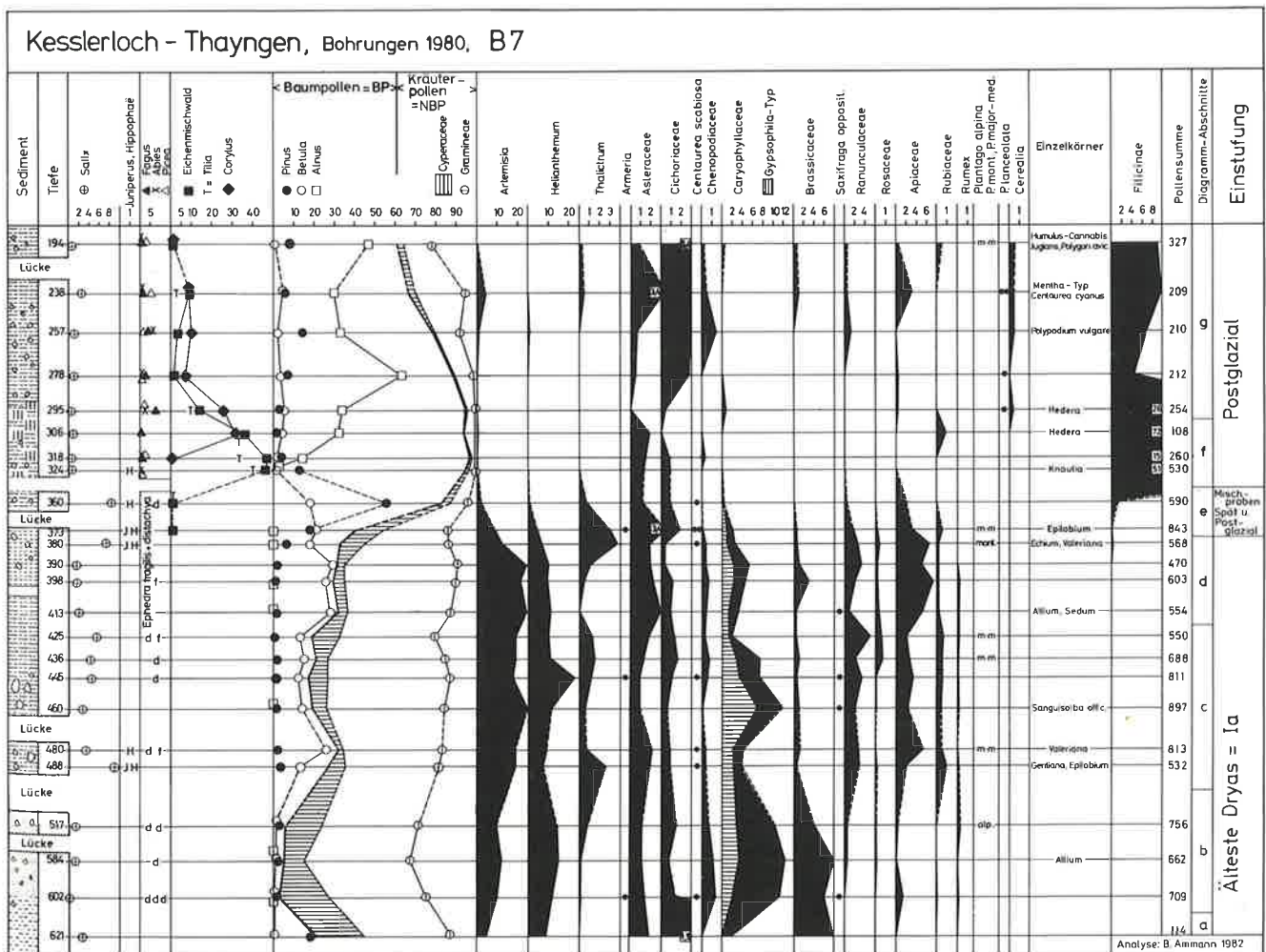


Abb. 1: Pollendiagramm aus Bohrung B7.

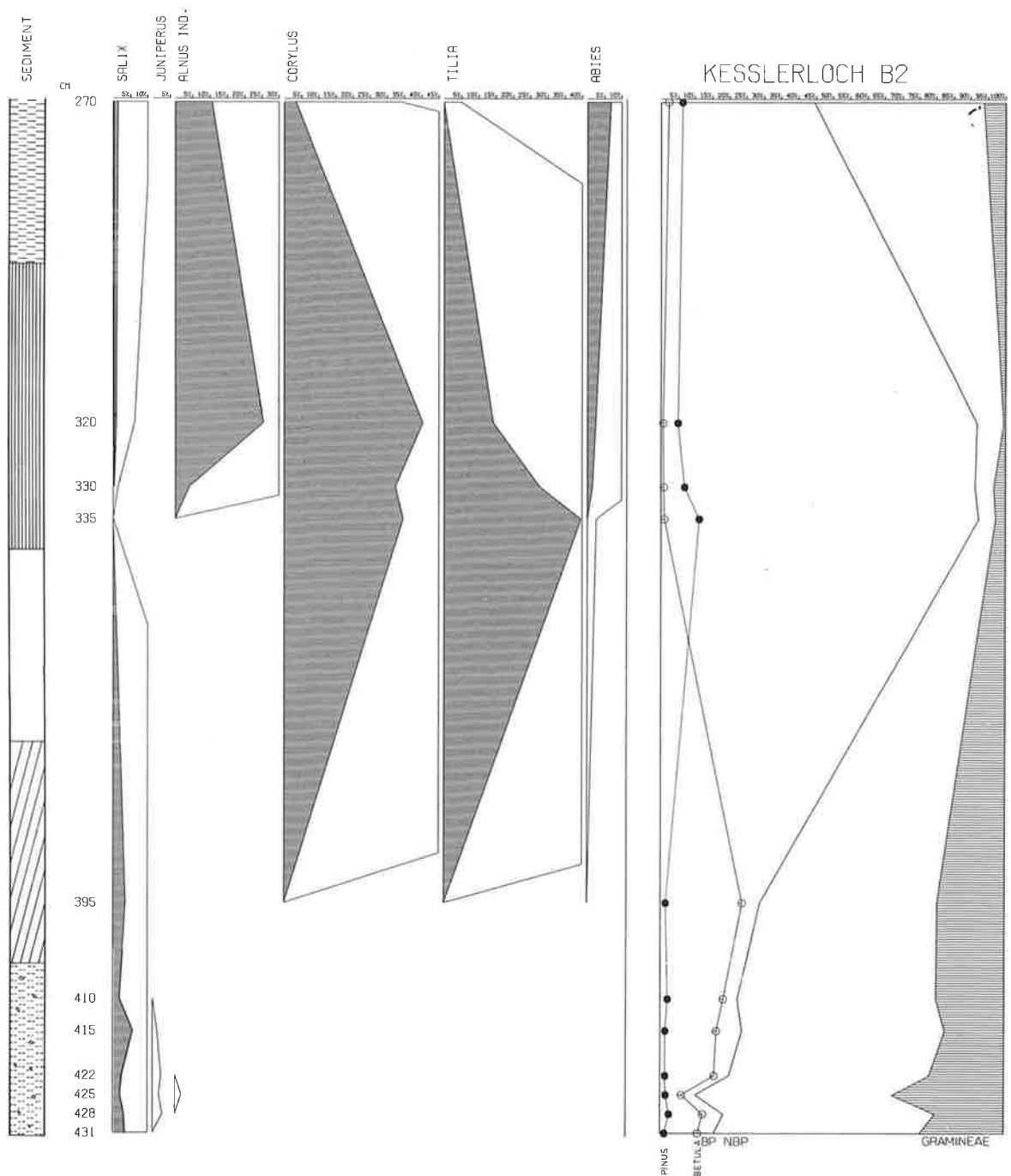


Abb. 2: Pollendiagramm aus Bohrung B2 (Stichproben). Die Prozentskala gilt für die schraffierten Kurven, leere Kurven $\times 10$.

6.2. Das Pollendiagramm aus Bohrkern B7 (Abb. 1)

Die Lage der Bohrpunkte und die stratigraphische Beschreibung finden sich im Kapitel 4.3.2. Pollenfrequenz und Pollenerhaltung erwiesen sich für die Bestimmung als günstig im spätglazialen Bereich und als ziemlich schlecht im postglazialen Abschnitt. Die Abb. 1 gibt das Prozent-Diagramm von B7 wieder, dem als Bezugs-

summe die Pollensumme = Baumpollen (BP) + Nicht-baumpollen (NBP) zu Grunde liegt, unter Ausschluss der Wasser- und Sporenpflanzen. Die Diagrammentwicklung soll nun anhand der Diagramm-Abschnitte a–g beschrieben und interpretiert werden.

Abschnitt a umfasst nur die Basisprobe 621 cm (Bohrkernende bei 630 cm), welche durch Pollenarmut (Summe = 114) und einen recht hohen Pinus-Anteil charakterisiert ist. Letzterer findet sich oft in Proben aus dem

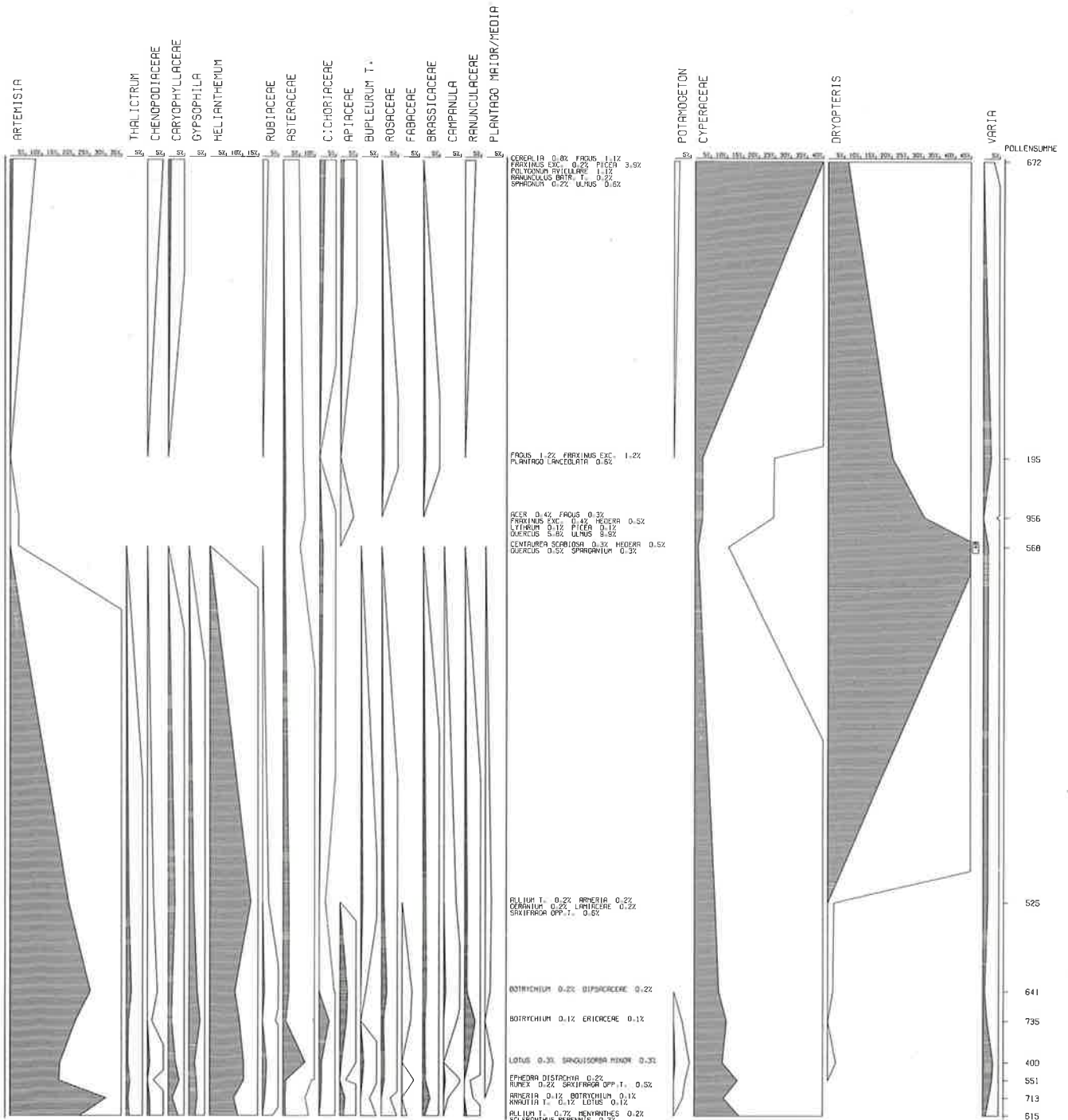


Abb. 2 (Fortsetzung): Pollendiagramm aus Bohrung B2 (Stichproben).

ältesten Abschnitt der Ältesten Dryas (z.B. Welten 1944, 1982; Ammann-Moser 1975; Gaillard 1981; Ammann und Tobolski 1983) und kann sowohl als relatives Hervortreten des ferntransportierten Pollens gegenüber der geringen lokalen Pollenproduktion als auch als Zeichen der Aufarbeitung gewertet werden.

In *Abschnitt b* entfaltet sich ein reiches NBP-Spektrum mit charakteristischen Typen wie *Ephedra fragilis*, *E. distachya*, *Plantago alpina* und besonders reichlich *Artemi-*

sia, *Helianthemum*, *Asteraceae*, *Cichoriaceae* und *Caryophyllaceae*.

Abschnitt c bringt zudem einen regelmässig höheren Anteil von *Betula* und *Salix*. Nach Lang 1952, 1962 und Gaillard 1983 etablierten sich neben Weiden und einzelnen Baumbirken vor allem Zwergbirken. Unter den NBP nehmen die *Brassicaceae* ab, *Thalictrum*, die *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Apiaceae* und *Rubiaceae* dagegen zu.

Im *Abschnitt d* zeigt sich eine zweite Stufe in der *Betu-*

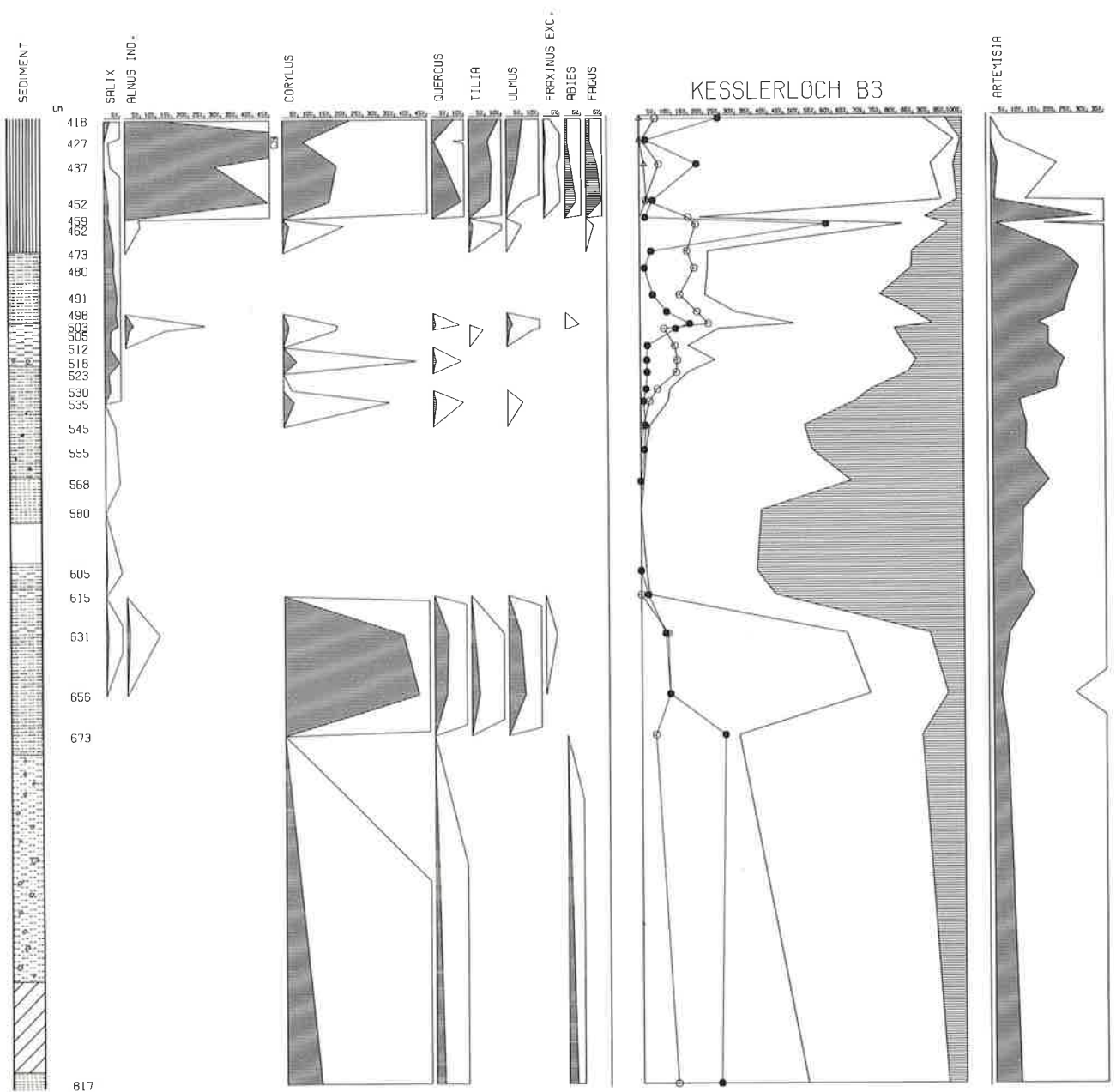


Abb. 3: Pollendiagramm aus Bohrung B3 (Stichproben). Die Prozentskala gilt für die schraffierten Kurven, leere Kurven $\times 10$.

la-Kurve. Diese Zweistufigkeit der Zwergbirkenphase findet sich in den westschweizerischen Pollendiagrammen kaum (Gaillard 1981; Ammann und Tobolski 1983), wohl aber in der Bodenseeregion (Lang 1952, 1962; Müller in: Mielke und Müller 1981).

Die Abschnitte a-d können alle in die Älteste Dryas gestellt werden (Pollenzone Ia) und reflektieren Phasen der Wiederbesiedlung durch die Vegetation nach dem Gletscherrückzug. Die zeitliche Einstufung durch den Vergleich mit radiokarbondatierten Profilen bietet einige Schwierigkeiten: Erstens sind organische Proben aus diesen Phasen selten, zweitens sind diese oft mit methodischen Problemen behaftet (Oeschger et al. 1980, 1985;

Lowe und Walker 1980; Sutherland 1980; Heitz et al. 1982; Shotton 1972). Der in unserem Profil nicht erfasste, oberhalb des Betula-Plateaus (Abschnitt d) zu erwartende Wacholder-Gipfel wurde am Schleinsee an limnischem Material auf $13\,495 \pm 250$ BP, die vorangehende Probe an terrestrischem Material auf $12\,490 \pm 255$ BP datiert (Mielke und Müller 1981). Im Murfeld bei Bern ergab Material aus dem Juniperus-Anstieg das Alter von $13\,340 \pm 200$ BP (allerdings ebenfalls limnisches Material, Welten 1982). Der in unserem Bohrkern B7 erfasste Zwergbirken-Anstieg (Grenze Abschnitt b/c) wurde am Schleinsee an terrestrischem Material auf $13\,325 \pm 120$ BP datiert (Mielke und Müller 1981), an der

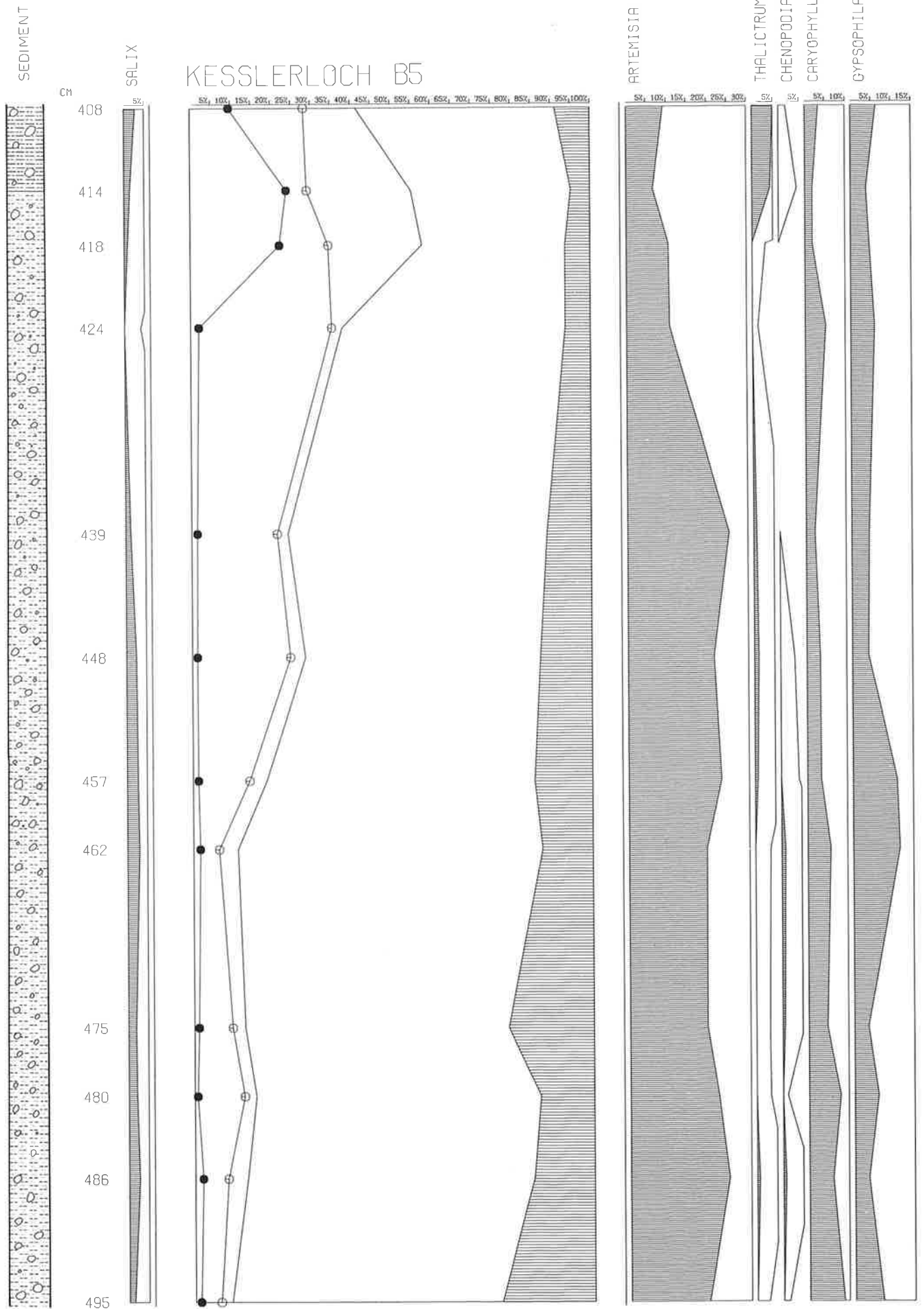


Abb. 4: Pollendiagramm aus Bohrung B5 (Stichproben). Die Prozentskala gilt für die schraffierten Kurven, leere Kurven $\times 10$.

Neben Durchmischung muss auch noch differentielle Korrosion angenommen werden, worauf die extrem hohen Prozentwerte der korrosionsresistenten *Tilia* hindeuten.

Als *Abschnitt g* sollen die obersten fünf Proben 295–194 cm zusammengefasst werden. Sie sind von postglazialen, aber uneinheitlichem Charakter. Spuren von *Cerealia* und *Plantago lanceolata* sowie zunehmende NBP-Werte weisen auf sich verstärkenden menschlichen Einfluss hin (Getreidebau, Rodungen). Die Proben aus *Abschnitt g* scheinen uns dadurch zu stark gestört und/oder unvollständig zu sein, um eine detaillierte Gliederung zuzulassen.

Zusammenfassend kann gesagt werden: die Abschnitte a–d (621–380 cm) geben die Vegetationsentwicklung während der Ältesten Dryas ungestört wieder (Pollenzone Ia, wohl älter als 12 500 BP). Die durch Silex-, Knochen- und Holzkohle-Funde (vgl. Kap. 10.3.7., 9.2.7. und 5.6.8.) belegte paläolithische Besiedlung während der Zwergbirkenphase (Abschnitte c und d) ist palynostratigraphisch durchaus mit den Befunden an der Schussenquelle zu vergleichen (Lang 1962).

6.3. Stichproben aus Bohrkern B2 (Abb. 2)

Spätglazial (431–395 cm, 7 Proben): Es dominieren die NBP und ihre Diversität ist hoch (19–26 NBP-Typen). *Betula* liegt bei 6–23%, *Salix* bei 2–6% der Pollensumme. Es handelt sich folglich um eine weitgehend ungestörte Ablagerung aus der Ältesten Dryas und zwar aus ihrem jüngeren Teil (vgl. Abb. 1: Abschnitte c und d). Anzeichen des Böllings fehlen, so dass wir auf ein Alter grösser als ca. 12 500 BP schliessen.

Postglazial (335–270 cm, 4 Proben): In den 3 Proben 335–320 cm herrschen Eichenmischwald (besonders *Tilia*!) und *Corylus* vor; *Alnus* und Spuren von *Fagus* und *Abies* sind aber bereits vorhanden. Somit müssen wir Störungen annehmen, die durch Umlagerungen und/oder Kondensation (inklusive differentielle Korrosion) bedingt sein können (vgl. Abb. 1: Abschnitt f). Die Probe 270 cm enthält sogar schon *Cerealia*.

6.4. Stichproben aus Bohrkern B3 (Abb. 3)

Spätglazial (817–459 cm, 23 Proben): Die zwei untersten Proben (816 cm und 673 cm) entsprechen in ihrer Pollenarmut und dem relativ starken Hervortreten von *Pinus* der Basisprobe von B7 (*Abschnitt a*); die zwei folgenden Proben 656 cm und 631 cm sind stark mit *Corylus* und Eichenmischwald verunreinigt; die sieben anschließenden Spektren (615–535 cm) sind ungestört und mit der spätglazialen Steppe von B7 (*Abschnitt b*) zu korrelieren. Die Anstiege von *Betula* und *Salix* in den Proben 530–505 cm erinnern (trotz gewisser Verunreinigung) an den *Abschnitt c* in B7, die zweite Stufe im *Betula*-Plateau (503–473 cm in B3) dagegen an den anschließenden *Abschnitt d* von B7. Die folgenden zwei Proben 462 cm

und 459 cm zeigen wiederum postglaziale Kontaminationen wie in B7 der *Abschnitt e*. Nur die mittleren 17 Proben (615–473 cm) geben also ungestört (resp. leicht verunreinigt) die Vegetationsentwicklung in der Ältesten Dryas wieder.

Postglazial (452–418 cm, 4 Proben): Die vier postglazialen Pollenspektren zeugen wiederum von einer Durchmischung von Materialien verschiedenen postglazialen Alters.

6.5. Stichproben aus Bohrkern B5 (Abb. 4)

Spätglazial (495–408 cm, 12 Proben): Wiederum herrschen die NBP der spätglazialen Steppe vor und wiederum nimmt *Betula* in zwei Stufen zu (462/457–448 cm und 439–424 cm). Die erhöhten *Pinus*-Werte in 418 cm und 414 cm sind schwer deutbar: In Anbetracht des Spektrums von 408 cm (typisch für Ia) können sie nicht als Ausschnitt aus dem allerödzeitlichen *Pinus*-Anstieg verstanden werden; zudem weisen einzelne Laubholzpollen in 414 cm und ein *Tilia*-Einzelkorn in 424 cm auf gewisse Verunreinigungen aus dem Hangenden, was bei dem lokaleren, sandigen Material durch Perkolatation leicht möglich scheint. Auch *Pinus*-Pollen könnte so in die Tiefen von 418 cm und 414 cm infiltriert sein. Die Niveaux 495–439 cm können jedenfalls als ungestörte Ablagerungen aus der Ältesten Dryas angesprochen werden.

6.6. Zusammenfassung

In allen vier pollenanalytisch untersuchten Bohrungen vom Vorplatz des Kesslerlochs liessen sich ungestörte Sedimente aus der Ältesten Dryas (Pollenzone Ia, älter als ca. 12 500 BP) feststellen. Jüngeres Spätglazial jedoch (Bölling, Alleröd, Jüngere Dryas) fehlt durchgehend. Die durch Knochen, Silex und Holzkohle definierten Fundhorizonte (vgl. Kap. 9., 10. und 5.) sind somit palynostratigraphisch gut mit dem Befund an der Schussenquelle (Lang 1962) zu parallelisieren.

Über dem Material aus Ia wurden in drei Bohrungen (B2, B3 und B7) kontaminierte und gestörte postglaziale Schichten gefunden.

6.7. Literatur

- Ammann-Moser, B.* (1975) Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beitr. Geobot. Landesaufnahme Schweiz 56, Zürich.
- Ammann, B. und Tobolski, K.* (1983) Vegetational development during the Late Würm at Lobsigensee (Swiss Plateau). *Revue de Paléobiologie* 2, 163–180.
- Andrée, M., Oeschger, H., Siegenthaler, U., Riesen, T., Moell, M., Ammann, B. und Tobolski, K.* (1986) ^{14}C Dating of Plant Macrofossils in Lake Sediments. *Radiocarbon* 28/2A, 411–416.
- Gaillard, M.-J.* (1981) Etude palynologique de l'évolution tardive postglaciaire de la végétation du Moyen-Pay romand (Suisse). Thèse Lausanne.
- (1983) On the occurrence of *Betula nana* L. pollen grains in the Late-Glacial deposits of Lobsigensee (Swiss Plateau). *Revue de Paléobiologie* 2, 181–188.
- Heitz, A., Punschakunnel, P. und Zoller, H.* (1982) Zum Problem der ^{14}C -Datierung im Veltlin und Oberengadin. *Phys. Geogr.* 1, 91–101.
- Lang, G.* (1952) Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florensgeschichte Südwestdeutschlands. *Flora* 139, 243–294.
- (1962) Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen der Magdalénienstation an der Schussenquelle. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel* 37, 129–154.
- Lowe, J.J. und Walker, M.J.C.* (1980) Problems associated with Radiocarbon Dating of the Close of the Lateglacial Period in the Rannoch Moor Area, Scotland. In: *Lowe, J.J., Gray, J.M. und Robinson, J.E. (eds.) Studies in the Lateglacial of North-West Europe*, 123–137.
- Mielke, F. und Müller, H.* (1981) Palynologie. In: *Bender, F. (Hrsg.) Angewandte Geowissenschaften*, Bd. 1, Stuttgart, 393–407.
- Oeschger, H., Welten, M., Eicher, U., Moell, M., Riesen, T., Siegenthaler, U. und Wegmüller, S.* (1980) ^{14}C and other parameters during the Younger Dryas cold phase. *Radiocarbon* 22, 299–310.
- Oeschger, H., Andrée, M., Moell, M., Riesen, T., Siegenthaler, U., Ammann, B., Tobolski, K., Bonani, B., Hofmann, H.J., Morenzoni, E., Nessi, M., Sutter, M. and Wölfli, W.* (1985) Radiocarbon chronology at Lobsigensee. Comparison of materials and methods. *Diss. Bot.* 87, 135–139.
- Shotton, F.W.* (1972) An example of Hard-Water Error in Radiocarbon Dating of Vegetable Matter. *Nature* 240, 460–461.
- Sutherland, D.G.* (1980) Problems of radiocarbon dating deposits from newly deglaciated terrain: examples from the Scottish Lateglacial. In: *Lowe, J.J., Gray, J.M. und Robinson, J.E. (eds.) Studies in the Lateglacial of North-West Europe*, 139–149.
- Welten, M.* (1944) Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 21, Bern.
- (1982) Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern–Wallis. *Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges.* 95, Zürich.

7. Botanische Makroreste

Werner H. Schoch

Résumé. Plusieurs échantillons provenant des sondages B2 et B3 au Kesslerloch près de Thayngen/SH ont été étudiés et traités afin d'en extraire les macrorestes végétaux. L'étude spécifique des bois et des charbons de bois permet d'établir une chronologie assez grossière. Les espèces végétales provenant de certains niveaux indiquent de manière très probable l'influence humaine.

(L. Ch.)

Abstract. Several samples from sondages B2 and B3 at Kesslerloch, near Thayngen/SH, were treated in order to extract plant macroremains. The study of the wood and charcoal species established a rough chronology. The plant species from some layers showed that there was a likelihood of human influence.

(A. G.)

7.1. Einleitung

Aus den beiden Bohrungen B2 und B3 wurden dem Labor für quartäre Hölzer 21 Sedimentproben und 35 einzelne Holzkohlestückchen und Holzfragmente zur Analyse übergeben. Bei der Aufbereitung der Sedimentproben wurde das Material nass gesiebt, die Holzreste und Samen aus den Siebrückständen ausgelesen. Die Einzelproben wurden beim Abbau des Bohrkerns von B2 im Labor für Urgeschichte der Universität Basel gewonnen.

Das Untersuchungsziel bestand darin, aufgrund der Holzarten- und Samenbestimmungen die relative Zeitstellung der Schichten zu ermitteln sowie das Mass des anthropogenen Einflusses auf die Sedimente zu ergründen. Die Bestimmungen erfolgten nach Schweingruber (1978) und Bertsch (1941).

7.2. Bohrung B2

7.2.1. Bestimmungsergebnisse

- Probe 55: 7.23–7.75 m gelber, toniger Silt
– 3 unverkohlte Holzstückchen von *Picea/Larix*
- Probe 48: 6.59–6.61 m Sand und Tonlagen
– einige unverkohlte Nadelholzfragmente, nicht *Pinus*
– 2 unbestimmbare Holzkohlefragmente
- Probe 44: 6.28–6.31 m sandig-lehmig mit tonigen Zwischenlagen
– 1 unverkohltes Fragment von *Picea*
- Probe 40: 5.98–6.00 m grober, siltiger Sand
– 1 unverkohltes Nadelholzfragment, nicht *Pinus*
- Probe 38: 5.79–5.85 m gelber, sandiger Kies
– 1 unverkohltes Nadelholzfragment, nicht *Pinus*
- Probe 35: 5.53–5.57 m grauer, sandiger Kies
– 2 Laubholzreste, teilweise mineralisiert
- Probe 32: 5.26–5.30 m grauer, sandiger Kies

- kleine Holzfragmente, wahrscheinlich Laubholz
- 1 Frucht von *Ranunculus Sect. Batrachium* (Wasserhahnenfuss)
- Probe 31: 5.08–5.30 m sandiger Grobkies
– 1 unverkohelter Holzrest von *Salix spec.* (Weidenart)
– 1 Frucht von *Ranunculus Sect. Batrachium* (Wasserhahnenfuss)
- Einzelproben aus der Tiefe von 4.04–4.21 m grauer sandiger Ton
– 4 unverkohlte Zweigreste von *Salix retusa* (Kriechweide)
– 10 unverkohlte Zweigreste von *Salix spec.* (Weidenart)
– 12 unverkohlte Holzreste von *Salix spec.*
– 3 angekohlte Holzreste von *Salix spec.*
– 2 verkohlte Holzreste von *Salix spec.*
– 4 Rindenstücke von *Salix spec.*
- Probe 24: 3.92–3.96 m siltig-sandig, mit etwas Kalksplitt
– 2 unbestimmbare Holzfragmente, unverkohlt
– 6 Holzkohlen von *Salix spec.* (Weide)
– 2 Holzkohlen von *Corylus avellana* (Hasel)
– 1 Frucht von *Ranunculus Sect. Batrachium* (Wasserhahnenfuss)
– Oogonien von *Characeae* (Armlauchteralgen)
- Probe 21: 3.29–3.32 m Torf, viel organisches Material
– unverkohlte Holzfragmente von *Alnus spec.* (Erle)
– 1 Same von *Brassicaceae* (Kreuzblütler)
– 8 Früchte von *Eupatorium cannabinum* (Wasserdost)
– 1 Kern von *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder)

7.2.2. Interpretation

Nur der in Probe 21 vorkommende einzelne Kern von *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder) könnte allenfalls auf eine menschliche Tätigkeit (Sammelpflanze) hinweisen. Die meisten anderen Pflanzen sind Feuchtigkeitszeiger und lassen keine weiteren Schlüsse zu.

In den untersten fünf Proben (55, 48, 44, 40 und 38) sind kleinste Nadelholzfragmente zu finden. In allen Fällen kann aufgrund der anatomischen Merkmale *Pinus* sp. (Föhre) mit Sicherheit ausgeschlossen werden. In Probe 55 kann die Art als *Picea* oder *Larix* (Fichte oder Lärche) sicher bestimmt werden. Die unverkohnten Holzfragmente sind aber in allen Proben (mit Ausnahme der Erle in Probe 21) sehr klein (einige Zehntelsmillimeter), so dass eine Artbestimmung nicht möglich war. In der Tiefe von 4.04–4.21 m deutet das Vorkommen von *Salix retusa* (Kriechweide) auf eine noch recht kalte Zeit.

7.3. Bohrung B3

7.3.1. Bestimmungsergebnisse

- Probe 90: 9.83–9.87 m siltig-sandig, kristalline Gerölle
– keine botanischen Makroreste feststellbar
- Probe 84: 9.24–9.28 m dunkler Silt
– keine botanischen Makroreste feststellbar
- Probe 56: 5.85–5.86 cm Silt
– nicht näher bestimmbare Spuren botanischen Materials. Keine Samen/Früchte
- Probe 51: 5.25–5.28 m grauer siltiger Ton
– 7 Früchte von *Ranunculus Sect. Batrachium* (Wasserhahnenfuss)
- Probe 44: 4.91–4.95 m hellgrauer Ton
– 6 Sporangien von Farn
– über 50 Oogonien von *Characeae* (Armleuchteralgen)
– 4 Samen von *Stellaria alsine* (Moor-Sternmiere)
- Probe 40: 4.52–4.62 m stark organische Schicht
– unbestimmbare Holzreste
– 7 Früchte von *Cyperaceae* (Sauergräser)
– 3 Früchte von *Ranunculus Sect. Batrachium* (Wasserhahnenfuss)
- Probe 31: 3.91–3.95 m torfige, stark organische Schicht
– 1 Kern von *Pirus malus* (Apfelbaum)
– 5 Früchte von *Ranunculus Sect. Batrachium* (Wasserhahnenfuss)
– 6 Früchte von *Potamogeton spec.* (Laichkraut)
– über 50 Oogonien von *Characeae* (Armleuchteralgen)

- Probe 29: 3.80–3.87 m Torf
Diese Probe enthält nicht näher bestimmbare Holzreste und anderes organisches Material. Eine weiterführende Bestimmung ist nicht möglich, da die Probe sehr stark zusammengebacken ist und sich daher ohne Zerstörung der botanischen Reste nicht auftrennen lässt.
- Probe 23: 3.05–3.09 m Torf-Lehmsequenz
– unbestimmbare Holzreste
– Epidermen (Pflanzenteile)
– 7 Früchte von *Origanum vulgare* (Dost)
– 11 Samen von *Juncus spec.* (Binsenart)
– 3 Früchte von *Cyperaceae* (Sauergräser)
– 9 *Cenococcum geophilum* (Pilzsklerotien)
- Probe 17: 2.68–2.73 m Torf, durch Verrohrungsschutt gestört
– unbestimmbare Holzreste
– Epidermen (Pflanzenteile)
– 3 Kerne von *Rubus idaeus* (Himbeere)
– 2 Samen von *Physalis alkekengi* (Judenkirsche)
– 4 Früchte von *Cyperaceae* (Sauergräser)
– einige unbestimmbare Samen/Früchte
- Probe 11: 1.48–1.55 m stark organische Schicht
– unbestimmbare Holzreste
– 5 Sporangien von Farn
– 6 Kerne von *Rubus idaeus* (Himbeere)
– 3 Samen von *Physalis alkekengi* (Judenkirsche)
– 4 Samen von *Hypericum perforatum* (Johanniskraut)
– 7 Früchte von *Potentilla spec.* (Fingerkraut)
– 9 Früchte von *Cyperaceae* (Sauergräser)

7.3.2. Interpretation

In allen untersuchten Proben, mit Ausnahme der untersten beiden fundleeren Proben, sind wasser- und feuchtigkeitsliebende Pflanzen zu finden. Das häufige Vorkommen von Armleuchteralgen weist auf direkten Wassereinfluss bei der Sedimentbildung hin. Der Nachweis von Himbeere, Judenkirsche, Johanniskraut, Dost und Apfelbaum in den Proben 31, 23, 17 und 11 weist möglicherweise für die jeweilige Schicht auf eine anthropogene Beeinflussung hin. In den gleichen Proben sind jeweils auch Samen von Sauergräsern, Binsen, Laichkraut und von Wasserhahnenfuss vorhanden. Himbeere, Judenkirsche, Dost und Apfelbaum verlangen aber trockenere

Standorte – Waldränder, Felsschutt, Trockenwiesen usw. –, die in der Umgebung des Kesslerloches sicher vorhanden waren. Es ist nicht auszuschliessen, dass Samen dieser Pflanzen ohne menschliche Aktivität in das feuchte Milieu gelangten, nach bisherigen Erfahrungen sind diese Reste aber doch stets mit Siedlungsplätzen in Zusammenhang zu bringen. Kälteliebende Arten wurden in B3 nicht nachgewiesen.

7.4. Zusammenfassung

Verschiedene Sedimentproben aus den Bohrkernen B2 und B3 sind untersucht worden. Durch die Artenzusammensetzung in Hölzern und Holzkohlen konnte teilweise

eine grobe zeitliche Zuordnung vorgenommen werden. In einigen Schichten deuten bestimmte Pflanzenarten mit grosser Wahrscheinlichkeit auf anthropogenen Einfluss hin.

7.5. Literatur

- Bertsch, K.* (1941) Früchte und Samen. Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit. Handb. d. prakt. Vorgeschichtsforsch. 1, Stuttgart.
- Schweingruber, F.H.* (1978) Mikroskopische Holzanatomie. Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezentem und subfossilem Material. Zug.

8. Malacologie

Louis Chaix

Résumé. Les sondages effectués sur l'esplanade de l'abri paléolithique du Kesslerloch/SH ont livré des restes de mollusques. Les faunes étudiées montrent de fréquents remaniements des couches. Cependant, dans les sondages B2 et B3, un niveau situé à environ 4 m de profondeur a fourni un ensemble de mollusques aquatiques (*Valvata* et *Pisidium*) dont les caractères sont typiques d'une phase froide ou très froide, probablement de la fin du Pleistocène (*Dryas 3?*).

(L. Ch.)

Abstract. Molluscs remains were recovered from borings in front of the paleolithic rock-shelter at Kesslerloch/SH. The faunas studied showed that frequently the layers had been disturbed. However, in borings B2 and B3, there was a layer at a depth of approximately 4 m in which there was an assemblage of aquatic molluscs (*Valvata* and *Pisidium*), typical of a cold or very cold phase, probably from the end of the Pleistocene (*Dryas 3?*).

(A. G.)

8.1. Le sondage B1 (Fig. 1)

Dans ce sondage 5 échantillons ont été étudiés. Tous ont livré essentiellement des espèces terrestres (cf. Fig. 1). La majorité d'entre elles appartient au groupe écologique des espèces semi-forestières et mésophiles (Puisségur 1976).

Helicigona lapicida L. indique la présence de rochers ou d'un léger couvert forestier. Mais le nombre très faible d'individus dans les 5 échantillons ne permet aucune interprétation.

8.2. Le sondage B2 (Fig. 2; 3)

Les 13 échantillons de ce sondage ont livré un total de 253 individus. La répartition des mollusques dans chaque échantillon est très variable. C'est le huitième, avec 72 individus, qui est le plus riche (Fig. 2).

De 0.70–1.30 m on note la présence d'espèces terrestres, essentiellement des groupes hygrophiles (*Carychium* et *Succinea*) et semi-forestiers (*Bradybaena*). Les nom-

breux corpuscules d'*Arion* suggèrent un sol bien formé (Evans 1972).

Les échantillons suivants montrent uniquement des espèces aquatiques. On peut noter la présence constante de *Valvata piscinalis* Müll. dans son mode minor et sa variété *alpestris*. Nous n'avons pas observé de forme de transition ou de mode major. Une telle population homogène de *Valvata* implique un âge ancien pour ces niveaux (entre 4.08–4.14 m), très comparables à d'autres qualifiés de pléistocènes (Favre 1927).

Pisidium nitidum Müll., également présent dans la plupart des échantillons, est une espèce qui apparaît très tôt dans le tardiglaciaire.

A côté de ces deux espèces on peut constater la présence de planorbes (*Anisus albus* Müll. et *Gyraulus laevis* Ald.). Ce sont également des mollusques apparus très tôt après le retrait des glaces. Ils suggèrent un milieu peu profond, riche en végétation aquatique et avec un faible courant. Dans l'échantillon 12 (4.23–4.28 m) les *Pisidium*s montrent de nets arrêts de croissance témoignant d'un climat rigoureux (Favre 1941; Chaix et al. 1982).

Espèces	Echantillon	1	2	3	4	5
	Profondeur (en m)	0.32-0.36	0.47-0.51	0.75-0.80	0.87-0.90	1.44-1.51
<i>Cepaea</i> sp.		1	1	-	1	-
<i>Bradybaena fruticum</i>		-	-	1	-	-
<i>Helicigona lapicida</i>		-	-	-	1	-
<i>Clausilia</i> sp.		-	-	-	3	-
Hélicidé indéterminé		1	1	-	1	1
Total		2	2	1	6	1

Fig. 1: Les espèces déterminées du sondage B1.

Echantillon

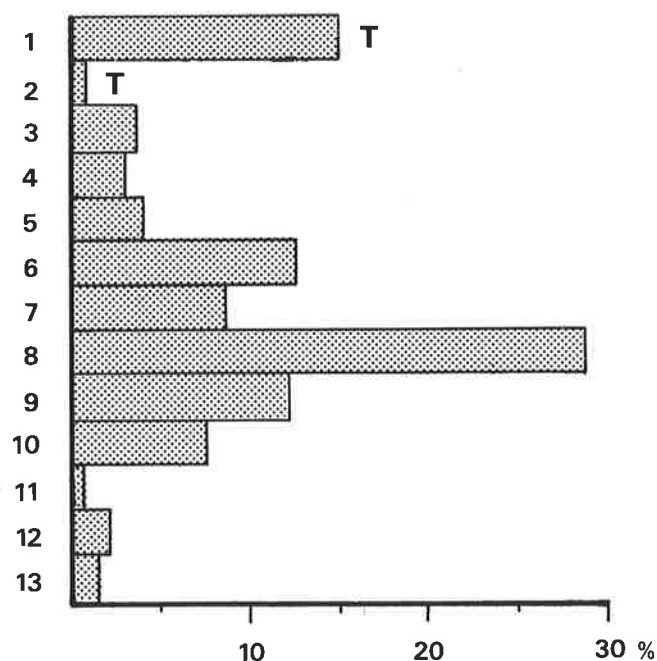


Fig. 2: Répartition des mollusques dans les échantillons du sondage B2. Les données sont exprimées en pourcentage (100% = 253 mollusques). T = espèces terrestres.

8.3. Le sondage B3 (Fig. 4; 5)

5 échantillons provenant de ce sondage, le plus profond, ont été étudiés. Ils ont livré un total de 429 individus. On note deux échantillons riches, le 2 (3.90–4.00 m) avec 206 mollusques et le 4 (4.90–4.98 m) avec 171 mollusques (Fig. 4).

L'échantillon 1 (1.25–1.30 m) n'a livré que des restes d'espèces terrestres. A partir de l'échantillon 2 les espèces sont uniquement aquatiques. La faunule de l'échantillon 2 est dominée par les *Pisidium* (56,3%), suivis par les *Valvata* (31,1%) et enfin par les Planorbes (12,6%). Parmi les *Valvata piscinalis*, on note 4,4% d'individus rattachable au type, indiquant ainsi un âge relativement récent.

Les échantillons 3 et 4 ne diffèrent guère de ce dernier. Dans l'échantillon 4 on trouve encore des individus de *Valvata piscinalis* attribuables au type. La présence de quelques individus de *Radix ovata* Drap. indique que l'on se trouve vers la fin du cycle pléistocène. Cette espèce disparaît des marais avec le début de la sédimentation argileuse et tourbeuse.

8.4. Le sondage B6 (Fig. 6)

Dans ce sondage on n'a étudié que deux échantillons. L'échantillon 1 (1.35–1.45 m) a livré 46 individus déter-

Espèces	Echantillon	1	2	3	4	5
	Profondeur (en m)	0.7-0.8	1.2-1.3	3.9-4.0	4.04-4.06	4.06-4.07
<i>Vallonia pulchella</i>		8	-	-	-	-
<i>Carychium tridentatum</i>		1	-	-	-	-
<i>Trichia hispida</i>		3	2	-	-	-
<i>Bradybaena fruticum</i>		1	-	-	-	-
Hélicidé indét.		2	-	-	-	-
<i>Arion</i> sp.		19	-	-	-	-
Limacelle		1	-	-	-	-
<i>Succinea oblonga</i>		2	-	-	-	-
<i>Planorbis carinatus</i>		-	-	-	-	-
<i>Anisus albus</i>		-	-	-	-	-
<i>Gyraulus laevis</i>		-	-	-	-	1
<i>Armiger crista</i>		-	-	-	-	-
<i>Planorbis</i> sp.		-	-	-	-	-
<i>Valvata piscinalis alpestris</i>		-	-	3	1	4
<i>Pisidium nitidum</i>		-	-	-	2	2
<i>Pisidium milium</i>		-	-	-	-	-
<i>Pisidium subtruncatum</i>		-	-	-	-	-
<i>Pisidium obtusale</i>		-	-	2	-	-
<i>Pisidium</i> sp.		-	-	4	5	3
Total		37	2	9	8	10

Fig. 3: Les espèces déterminées du sondage B2.

minables et 110 fragments indéterminés. Tous les restes sont très brisés. L'association de la faune correspond à une prairie très humide à inondations temporaires. La présence de *Valvata cristata* Müll. montre un âge assez récent, car cette espèce n'apparaît que vers l'Atlantique dans nos régions (Favre 1927).

L'échantillon 2 (3.90–4.00 m) a livré 60 mollusques déterminables, tous aquatiques, et 46 fragments indéterminés. Il semble bien que cette faune puisse être attribuée au Tardiglaciaire par la présence de *Valvata piscinalis minor* alpestris et un *Pisidium* cf. *hibernicum* West.

halb 3.90 m (Proben 2–5) sind nur noch aquatische Mollusken anzutreffen. Die Pisidien überwiegen vor *Valvata* und *Planorbis* (Proben 2–4). Die *Valvata*-Arten weisen auf ein relativ junges Alter hin.

Die beiden Proben von B6 teilen sich in eine obere Zone (1.35–1.45 m) atlantischen oder jüngeren Alters und eine untere (3.90–4.00 m) mit aquatischen Mollusken von wahrscheinlich spätglazialen Alter.

8.5. Zusammenfassung (Th. Mäglin)

L. Chaix hat insgesamt 25 Proben aus den Bohrprofilen B1, B2, B3 und B6 untersucht.

In allen 5 Proben aus B1 wurden mesophile Landschnecken und Schnecken des lichten Waldes gefunden. Sie werden alle ins Atlantikum oder jünger datiert.

In B2 treten ab 3.90 m nur noch aquatische Mollusken auf. Die Pisidien bei 4.23–4.28 m lassen aufgrund ihrer Wachstumskanten auf eine extreme Kälte schliessen.

Von B3 liegen am meisten Individuen (429) vor. Die oberste Probe weist nur terrestrische Arten auf. Unter-

8.6. Bibliographie

- Chaix, L., Chassaing, B. et Olive, Ph.* (1982) Premières données sur la composition isotopique du test de mollusques actuels de quelques plans d'eau nord-alpins. *Arch. Sciences* 35, 3–22.
- Evans, J.G.* (1972) *Land Snails in archaeology*, London, New York.
- Favre, J.* (1927) Les mollusques post-glaciaires et actuels du Bassin de Genève. *Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève* 40, 171–434.
- (1941) Les *Pisidium* du canton de Neuchâtel. *Bull. Soc. Neuchâteloise Sci. Nat.* 66, 57–112.
- Puisségur, J.J.* (1976) Mollusques continentaux quaternaires de Bourgogne. *Mém. géol. Univ. Dijon* 3, 1–241.

6	7	8	9	10	11	12	13
4.08-4.10	4.08-4.10	4.10-4.12	4.12-4.14	4.14-4.16	4.16-4.17	4.23-4.28	4.28-4.33
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	1	1	-	-
-	3	1	6	1	-	-	-
1	-	2	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
15	8	36	11	6	-	1	2
6	4	18	3	4	1	-	-
-	-	2	-	-	-	-	-
-	-	3	1	2	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
6	7	10	9	5	-	5	2
32	22	72	30	19	2	6	4

Fig. 3 (suite): Les espèces déterminées du sondage B2.

Echantillon

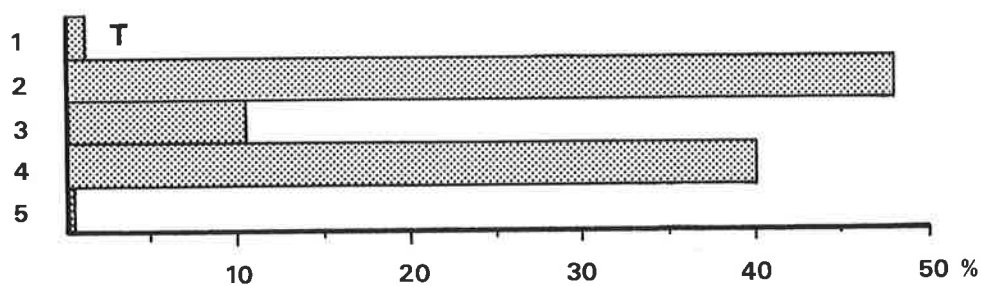


Fig. 4: Répartition des mollusques dans les échantillons du sondage B3. Les données sont exprimées en pourcentage (100% = 429 mollusques). T = espèces terrestres.

Espèces	Echantillon	1	2	3	4	5
	Profondeur (en m)	1.25-1.30	3.90-4.00	4.70-4.80	4.90-4.98	6.45-6.50
Vallonia pulchella		2	-	-	-	-
Trichia hispida		1	-	-	-	-
Cepaea sp.		1	-	-	-	-
Arion sp.		1	-	-	-	-
Planorbis carinatus		-	-	1	-	-
Anisus albus		-	5	-	5	-
Gyraulus laevis		-	12	-	9	-
Armiger crista		-	9	-	14	-
Valvata piscinalis type		-	9	-	6	-
Valvata piscinalis alpestris		-	55	13	76	-
Radix ovata		-	-	-	3	-
Pisidium nitidum		-	44	4	28	-
Pisidium milium		-	3	-	3	-
Pisidium subtruncatum		-	8	-	-	-
Pisidium obtusale		-	16	2	7	-
Pisidium sp.		-	45	26	20	-
Gastéropode indéterminé		-	-	-	-	1
Total		5	206	46	171	1

Fig. 5: Les espèces déterminées du sondage B3.

Espèces	Echantillon	1	2
	Profondeur (en m)	1.35-1.45	3.90-4.00
Carychium tridentatum		1	-
Clausilia parvula		1	-
Limacelle		2	-
Hélicidé indéterminé		5	-
Caecilioides acicula		2	-
Oxyloma elegans		3	-
Bithynia tentaculata		6	-
Valvata piscinalis alpestris		-	11
Valvata cristata		5	-
Anisus albus		1	-
Gyraulus laevis		-	1
Pisidium nitidum		-	4
Pisidium hibernicum		-	4
Pisidium sp.		20	40
Total		46	60

Fig. 6: Les espèces déterminées du sondage B6.

9. Faunareste

Jörg Schibler und Hans Rudolf Stampfli

Résumé. Les carottes provenant des sondages effectués au Kesslerloch à Thayngen/SH n'ont livré que peu de fragments osseux spécifiquement déterminables. Ils attestent de la présence d'espèces de climat froid dans les sédiments de la zone orientale de la plateforme. La répartition stratigraphique des esquilles d'os permet de mettre en évidence plusieurs zones dans le remplissage. (L. Ch.)

Abstract. The material from the sondages made at Kesslerloch, at Thayngen/SH yielded only very few fragments of bone that could be identified to species. They showed the presence of cold loving species in the sediments of the eastern zone of the platform. The stratigraphic distribution of the bone fragments permitted the identification of several zones. (A. G.)

9.1. Methodik

9.1.1. Probenentnahme

Grundlage für die Untersuchung der faunistischen Reste aus den Bohrungen beim Kesslerloch bilden die für die Sedimentanalyse entnommenen Proben. Aus Sediment- und Optikproben (Bergungsphase 4) wurden uns sämtliche Knochenfragmente, welche grösser als 1.0 mm sind, ausgelesen und zur Bestimmung übergeben. Zusätzlich erhielten wir auch sämtliche Knochen aus den Bergungsphasen 1–3 zur Bestimmung (vgl. Kap. 10.2.).

9.1.2. Bestimmung

Verständlicherweise befinden sich unter den ausgelesenen Knochen zum überwiegenden Teil äusserst kleine Splitter. Oft ist bei diesen nicht einmal feststellbar, ob sie von Röhrenknochen, Plattenknochen (Scapula, Pelvis), Rippen oder von anderen Skelettbereichen stammen. Nur in einigen wenigen Fällen erhielten wir aus den Bohrungen grössere, aussagekräftigere Knochenfragmente, welche sich tierartig und anatomisch bestimmen liessen. Diese Bestimmung erfolgte mittels den Vergleichssammlungen des Naturhistorischen Museums in Bern und des Labors für Urgeschichte der Universität Basel.

Die Hauptschwierigkeiten bei der Bestimmung betrafen die Unterscheidung von Hirsch (*Cervus elaphus*) und Rentier (*Rangifer tarandus*) anhand sehr kleiner Fragmente sowie die Trennung von Feld- und Schneehase. Prinzipiell wurden nur zweifelsfreie Bestimmungen in die Listen (Abb. 3; 5; 7; 9; 11; 13; 15) aufgenommen. Die Unterscheidung der beiden Hasenarten konnten nur anhand eines Oberkieferfragmentes mit erhaltenem P² durchgeführt werden (Bestimmung: H.R. Stampfli), wobei die einzelnen Merkmale eher für den Feldhasen sprechen.

Die Bestimmung eines Fischwirbels erfolgte freundlicherweise durch W. Torke (Tübingen), dem an dieser Stelle herzlich dafür gedankt sei.

9.1.3. Durchgeführte Untersuchungen

Für eine vollständige Auswertung der faunistischen Reste der Kesslerloch-Bohrungen genügt es natürlich nicht, sich nur auf die rein zoologischen Bestimmungsergebnisse zu stützen. Sie ergeben, bedingt durch den geringen Anteil des bestimmbareren Materials, zu wenig Information. Aus diesem Grund wurden an den Knochensplittern zusätzlich folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Ermittlung von Stückzahlen und Gewichten
- Errechnung der Durchschnittsgewichte
- Bestimmung des Kantenrundungsgrades (bei immer gleicher Vergrößerung unter dem Binokular):
*** = schwache Verrundung, ***** = mittlere Verrundung, ***** = starke Verrundung
- grobe Farbbestimmungen
- Erfassung von Brand- und Schnittspuren sowie Sinterauflagen

9.1.4. Darstellung der Ergebnisse

Die Daten wurden mit Hilfe eines Kleincomputers erfasst und ausgewertet.

Die graphischen Darstellungen (Abb. 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14) vermitteln für jede Bohrung die Stückzahlen, die Gewichte und die Durchschnittsgewichte der aus den Bergungsphasen 3 und 4 (vgl. Kap. 10.2.) stammenden Knochenfragmente. Bewusst wurde in allen sieben Darstellungen in den verschiedenen Kolonnen jeweils der gleiche Massstab verwendet, so dass sich die einzelnen Bohrungen untereinander vergleichen lassen.

In den Tabellendarstellungen (Abb. 3; 5; 7; 9; 11; 13; 15) wurden ebenfalls nur Bestimmungsergebnisse der aus den Bergungsphasen 3 und 4 stammenden Knochenfragmente aufgenommen, also nur die fein stratifizierbaren Funde. Knochenfragmente, welche ausschliesslich in der optischen Untersuchung nachgewiesen werden konnten, sind in der Kolonne «Knochen 0.5–1.0 mm» mit einem * gekennzeichnet. Dagegen blieben die Funde der Fraktion 0.5–1.0 mm unberücksichtigt, wenn Fragmente > 1.0 mm vorhanden waren.

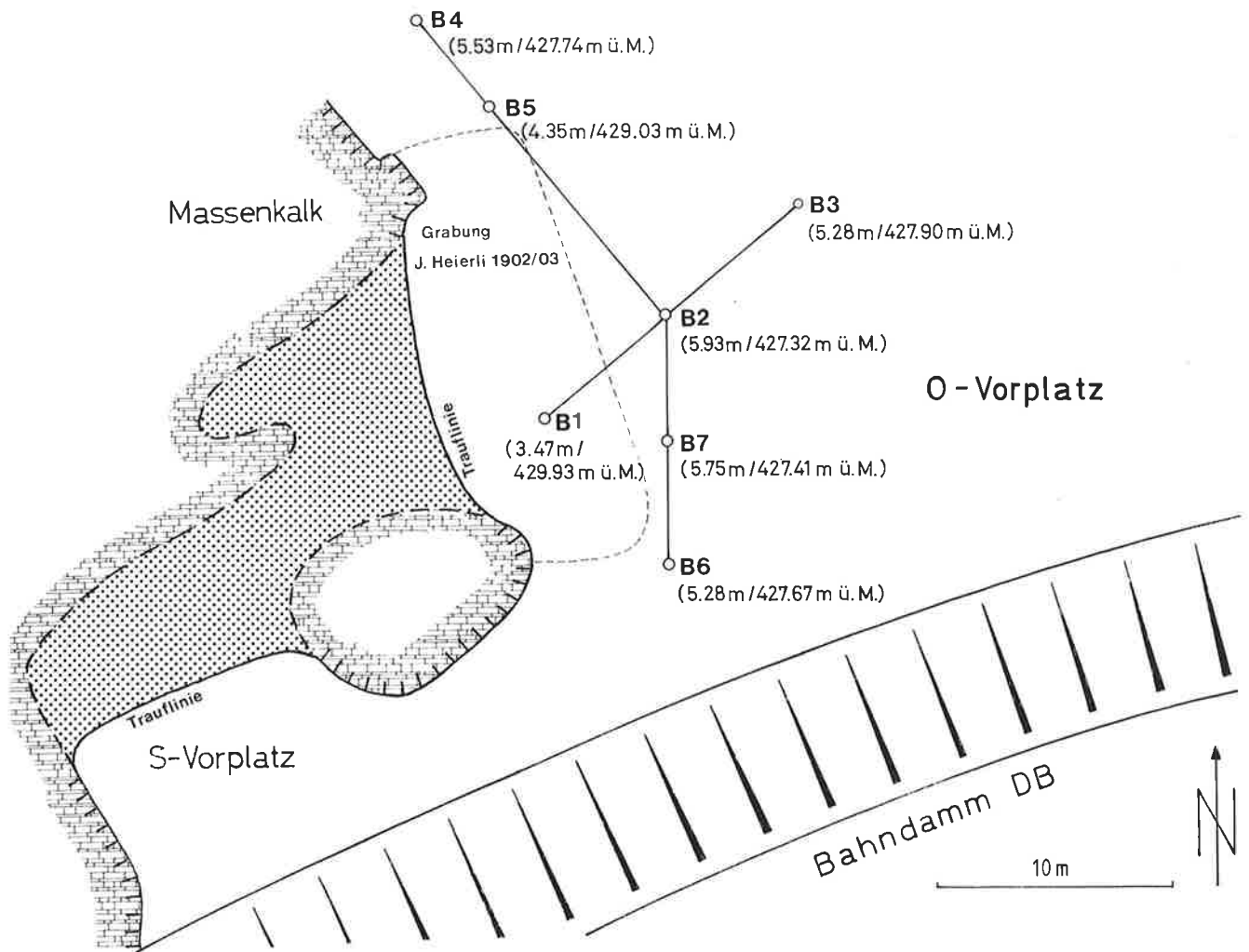


Abb. 1: Lage der Bohrungen sowie Tiefen- bzw. Höhenangaben der untersten knochenführenden Proben in den Bohrungen B1 bis B7.

9.2. Auswertung der Bohrungen

9.2.1. Bohrung B1 (Abb. 2; 3)

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, liegt die Bohrung B1 innerhalb des Grabungsareales Heierli 1902/03. Das Material dieser Bohrung ist also reiner, entsprechend den damaligen Grabungsmethoden, fundreicher Grabungsschutt. Anhand der Verteilung der Knochenfragmente können keine klaren Fundschichten, welche durch grössere, fundlere Horizonte getrennt sind, herausgearbeitet werden. Die Knochensplitter sind mehr oder weniger regelmässig über eine Bohrlänge von etwa 3 m verteilt. Nur der unterste Bohrabschnitt zwischen den Bohrtiefen von 3.63 m und 4.56 m enthält keine Knochen; dies zeigt uns, dass in diesem Abschnitt weder Grabungsschutt noch Fundschichten vorhanden sind.

In der Bohrung B1 fanden sich keine Knochenfragmente, die eine sichere tierartige Bestimmung zuließen. Einige Zahnsplitter (Bergungsphase 1, Bohrtiefe: 2.40–3.40 m) stammen von einem Boviden (*Bos spec.*), zudem konnten einige Splitter kleinen Wiederkäuern und dem

Hasen (*Lepus spec.*) zugewiesen werden. Alle diese Knochen stammen jedoch aus den Bergungsphasen 1 und 2, welche keine genaue Stratifizierung zulassen (vgl. Kap. 10.2.).

Der relativ hohe Rundungsgrad sowie die Feststellung, dass die aus einer Probe stammenden Knochensplitter unterschiedliche Färbungen besitzen (hellbraun-kalkbraun; dunkelbraun-«torf»braun) weisen auf eine deutliche Vermischung der Sedimente hin, was innerhalb des Grabungsschuttes auch nicht erstaunt.

Durch die hohe Stückzahl fällt die Probe zwischen 1.64 m und 1.69 m auf (Abb. 2). Hohe Durchschnittsgewichte weisen zwei Proben im Tiefenbereich von 2.04–2.51 m auf (Abb. 2). Auffallend sind die relativ kleinen Durchschnittsgewichte im untersten Bohrabschnitt (Abb. 2), sie können darauf hindeuten, dass sich die kleineren Splitter im lockeren Grabungsschutt nach unten verlagert haben.

Die Angaben für Stückzahlen, Gewichte und Durchschnittsgewichte der Bohrung B1 unterscheiden sich kaum von denjenigen der übrigen Bohrungen; diese Tatsache widerspiegelt die grobe Ausgrabungstechnik, mit welcher das Kesslerloch 1902/03 untersucht wurde.

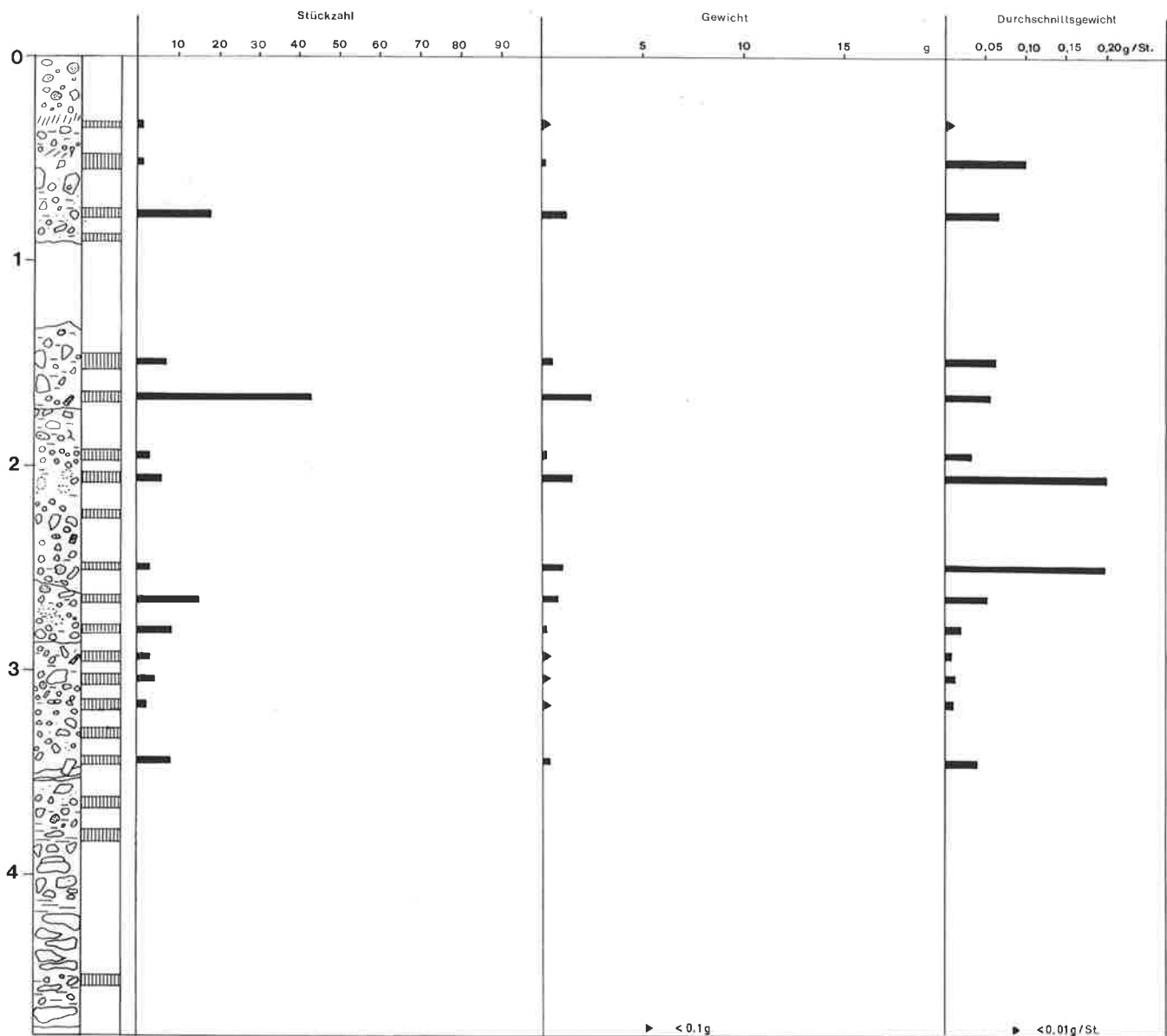


Abb. 2: Stratigraphische Verteilung der Knochenfunde (>1.0 mm) sowie deren Zahl, Gewichte und Durchschnittsgewichte in der Bohrung B1 (Bergungsphase 4). OK: 433.40 m ü. M.

Bohrtiefe (m)	Kleinsäuger	Kantenrundung	Farbe	Brandspuren	Schnittspuren	Sinter	Knochen 0.5-1.0 mm	Inv. Nr.
OK: 433.40 m ü. M.								
0.33-0.36		*****	hellbraun					40103
0.47-0.51		*****	dunkelbraun					40104
0.75-0.80		***	hell/dunkel	*				40106
0.87-0.90								
1.44-1.51		***	hell/dunkel	*				40111
1.64-1.69	*	*****	hell/dunkel					40118
1.92-1.97		*****	hell/dunkel					40120
2.04-2.09		*****	hell/dunkel					40124
2.22-2.26								
2.48-2.51		***	hell/dunkel					40128
2.63-2.67		*****	hell/dunkel					40132
2.78-2.82		*****	hellbraun					40134
2.91-2.96		*****	hellbraun					40136
3.03-3.08		*****	hellbraun					40137
3.15-3.20		***	hell/dunkel					40139
3.29-3.34								
3.42-3.47		*****	hell/dunkel					40143
3.63-3.66								
3.79-3.85								
4.50-4.56								

Abb. 3: Bestimmungsergebnisse der Knochenfragmente aus der Bohrung B1 (Bergungsphase 4). Legende siehe Kap. 9.1.3.

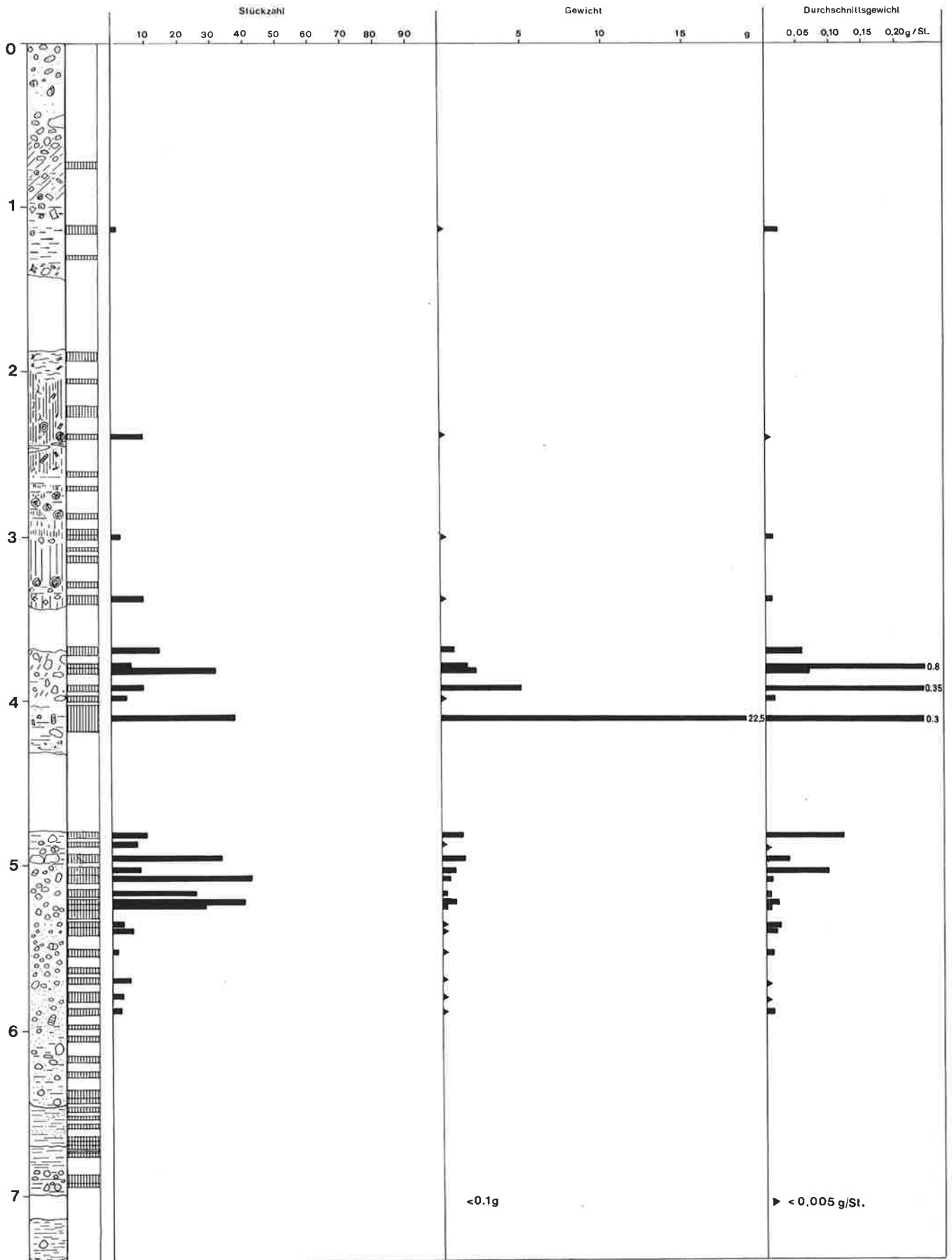


Abb. 4: Stratigraphische Verteilung der Knochenfunde (>1.0 mm) sowie deren Zahl, Gewichte und Durchschnittsgewichte in der Bohrung B2 (Bergungsphasen 3 und 4). OK: 433.25 m ü. M.

Bohrtiefe (m)	Klein- säuger	Cervus elaphus	Rangifer tarandus	Lepus spec.	Kanten- rundung	Farbe	Brand- spuren	Schnitt- spuren	Sinter	Knochen 0,5-1,0 mm	Inv. Nr.
OK:433,25 m ü.M.											
0,73-0,77											
1,12-1,17					*****	hellbraun					40145
1,30-1,32											
1,89-1,94											
2,05-2,07											
2,22-2,28											
2,38-2,41					*****	hellbraun					40147
2,62-2,65											
2,71-2,73											
2,87-2,90											
2,96-3,00											
3,00-3,03					***	dunkelbraun					40208
3,08-3,10										*	
3,13-3,17											
3,29-3,32											
3,37-3,42	*				***	dunkelbraun	*				40148
3,68-3,73					***	dunkelbraun					40209
3,78-3,81					***	dunkelbraun		*			40210
3,81-3,85					*****	dunkelbraun					40211
3,92			*		*****	dunkelbraun					40212
3,92-3,96					*****	dunkelbraun					40150
3,99-4,02					***	dunkelbraun					40149
4,04-4,21	*	*	*	*	*****	dunkelbraun			*		++++
4,82-4,85					*****	dunkelbraun					40213
4,88-4,91					*****	dunkelbraun					40155
4,95-5,00					***	dunkelbraun					40214
5,03-5,08					*****	dunkelbraun					40215
5,08-5,13					***	dunkelbraun					40157
5,17-5,22					*****	dunkelbraun	*				40216
5,23-5,26					***	dunkelbraun					40217
5,26-5,30					*****	dunkelbraun					40160
5,30-5,35										*	
5,37-5,40	*				*****	dunkelbraun					40161
5,40-5,45					***	dunkelbraun					40218
5,53-5,57					*****	hellbraun					40162
5,63-5,67											
5,70-5,74					*****	hellbraun					40165
5,79-5,85					*****	hellbraun					40166
5,89-5,93					***	hellbraun					40219
5,98-6,00										*	
6,05											
*											
*											
15 Proben											
*											
*											
6,97											

Abb. 5: Bestimmungsergebnisse der Knochenfragmente aus der Bohrung B2 (Bergungsphasen 3 und 4). Legende siehe Kap. 9.1.3. +++++ = total 19 Inv.Nr.

9.2.2. Bohrung B2 (Abb. 4; 5)

Abb. 1 zeigt uns, dass die Bohrung B2 bereits ausserhalb des Grabungsareales Heierli (Grabung 1902/03), vor dem östlichen Höhleneingang, liegt.

Aufgrund der Färbung (hellbraun-kalkfarben) und des hohen Rundungsgrades der Knochensplitter der beiden obersten Proben muss in einem oberen Bereich bis mindestens in eine Bohrtiefe von ca. 2.40 m (maximal 3.00 m) mit umgelagerten Sedimenten gerechnet werden.

Die Balkendiagramme (Abb. 4) zeigen eine Häufung der Knochensplitter zwischen den Bohrtiefen 3.68 m und 5.30 m. Leider befindet sich zwischen 4.32 m und 4.80 m eine Bohrlücke, so dass nicht entschieden werden kann, ob sich die Knochensplitter durchgehend verteilen oder ob vielleicht sogar zwei, durch einen fundarmen oder fundleeren Abschnitt getrennte Fundzonen vorliegen. Anhand der Knochenzahlen (Abb. 4) wären zwei Fund-

horizonte durchaus denkbar, da in den beiden zwischen 4.82 m und 4.91 m gelegenen Proben nur sehr wenige Fragmente gefunden wurden.

Auffallend ist, dass ab einer Bohrtiefe von ca. 5.08 m nur noch äusserst kleine Durchschnittsgewichte erreicht werden. Dies zeigt, dass sich nur noch sehr kleine Knochenfragmente in diesen Sedimenten befinden. Eine Verlagerung dieser kleinen Knochensplitter aus höher gelegenen Fundhorizonten in diese Zone scheint uns sehr wohl möglich zu sein, befinden wir uns doch zwischen 5.00 m und 5.90 m in einem Kalkschuttsediment (vgl. Kap. 5.6.3.1.). Andererseits wäre aber auch eine zusätzliche Unterteilung in weitere Fundhorizonte möglich, findet sich doch zwischen 5.63 m und 5.67 m eine fundleere Probe, die zwei Fundzonen trennt. Diese beiden untersten, hypothetischen Fundhorizonte (5.37-5.57 m und 5.70-5.93 m) enthalten, wie bereits erwähnt, nur wenige kleine Knochensplitter und weisen einen höheren Rundungsgrad auf als die Fragmente der höher gelegenen

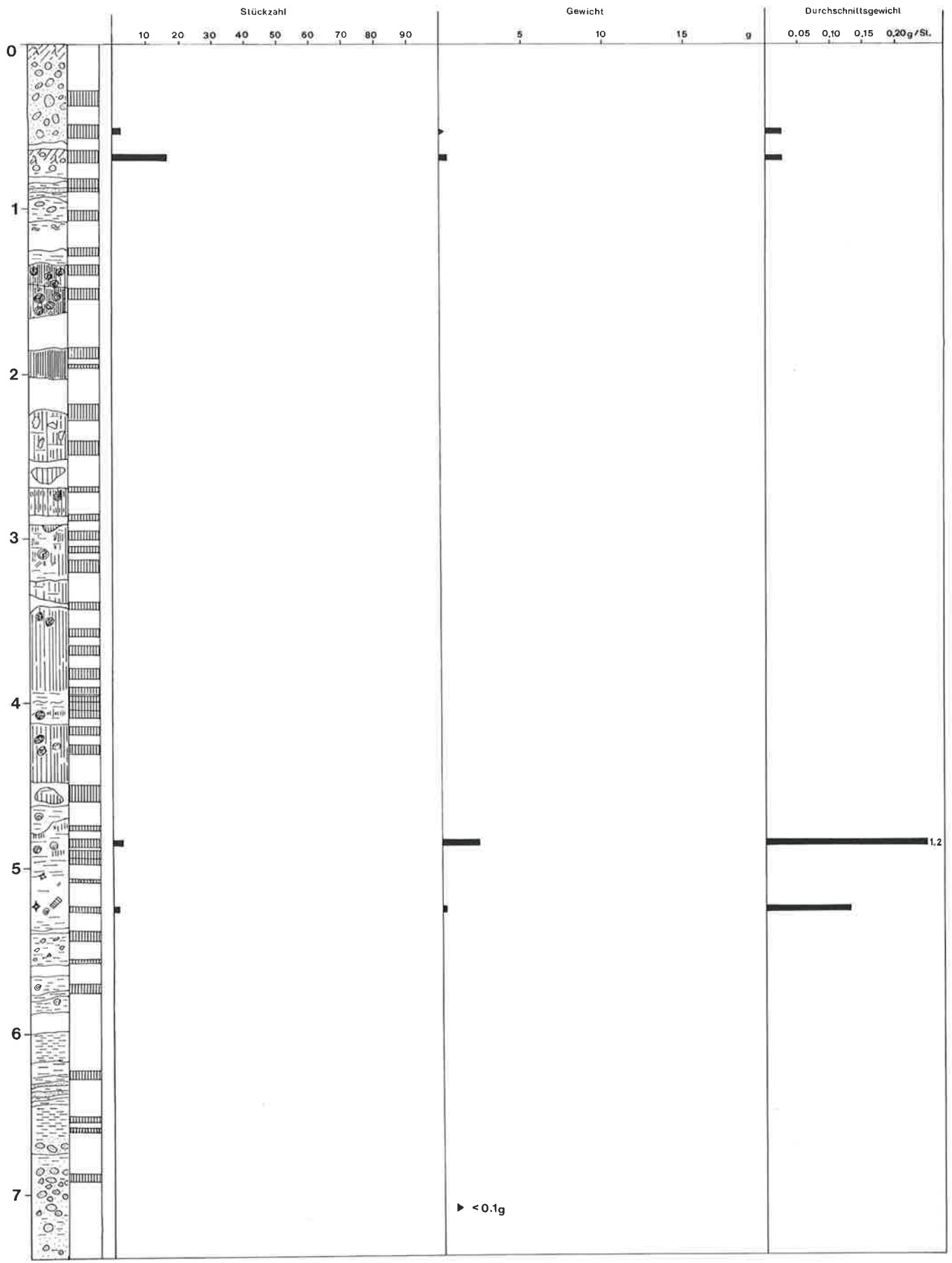


Abb. 6: Stratigraphische Verteilung der Knochenfunde (>1.0 mm) sowie deren Zahl, Gewichte und Durchschnittsgewichte in der Bohrung B3 (Bergungsphase 4). OK: 433.18 m ü. M.

Bohrtiefe (m)	Kanten- rundung	Farbe	Brand- spuren	Schnitt- spuren	Sinter-	Knochen 0,5-1,0 mm	Inv. Nr.
OK: 433,18 m ü. M.							
0,28-0,36							
0,48-0,57	*****	hellbraun					40224
0,64-0,72	*****	hellbraun					40225
0,82							
*							
*							
27 Proben							
*							
*							
4,88							
4,89	*****	dunkelbraun					40226
4,91-4,95							
4,95-4,98							
5,08-5,10							
5,25-5,28	*****	dunkelbraun					40227
5,41							
*							
*							
24 Proben							
*							
*							
9,87							

Abb. 7: Bestimmungsergebnisse der Knochenfragmente aus der Bohrung B3 (Bergungsphase 4). Legende siehe Kap. 9.1.3.

Fundzonen. Dies könnte bedeuten, dass sie Ausläufer von Kulturschichten repräsentieren, deren Zentrum weiter entfernt liegt als dasjenige der zwischen 3.37 m und 5.30 m gelegenen Fundhorizonte. Dass die aus dem Bohrkern B2 ausgelesenen Knochen aus Kulturschichten stammen, zeigen die beobachteten Brand- und Schnittspuren (Abb. 5).

Einige wenige, grössere Knochenbruchstücke konnten anatomisch und bezüglich der Tierart bestimmt werden. Dadurch konnten das Rentier (*Rangifer tarandus*), der Hirsch (*Cervus elaphus*) und der Hase (*Lepus spec.*) nachgewiesen werden (Abb. 5). Die ¹⁴C-Probe aus dem Bereich von 4.04–4.21 m bestand vollständig aus Geweihfragmenten von Rothirsch und Rentier (vgl. Kap. 11.2.). Diese Bestimmungsergebnisse zeigen uns, dass bereits der Fundhorizont zwischen 3.68 m und 4.21 m in den glazialen Zeitabschnitt datiert werden muss. Auffallend ist die hellbraune Färbung der Knochen der vier untersten Proben (Abb. 5). Diese Reste wurden also sicher nicht in eine feuchte, organische Schicht eingelagert; ebenso wenig wurden diese Horizonte von den darüberliegenden, «torfartigen» Sedimenten sekundär verfärbt.

9.2.3. Bohrung B3 (Abb. 6; 7)

Die Bohrung B3 liegt in der Verlängerung der Bohrpunkte B1 und B2 noch weiter vom östlichen Höhleneingang entfernt als B2 (Abb. 1). Wie bereits in der Bohrung B2 deuten die obersten zwei, hellbraun gefärbte Knochen splitter enthaltenden Proben darauf hin, dass ein oberer Horizont in diesem Vorplatzbereich aus umgelagertem Material, möglicherweise aus versetztem Grabungsschutt besteht.

Das auffallendste Ergebnis innerhalb der Bohrung B3 ist zweifellos das Fehlen jeglicher Knochenfragmente auf

einer Bohrlänge von über 4 m zwischen den Bohrtiefen 0.82 m und 4.88 m.

Der grösste Teil der «Fundhorizonte» aus der Bohrung B2 ist also offenbar in Bohrung B3 nicht mehr vorhanden. Ob diese Sedimente erodiert wurden oder ob sie im Bereich der Bohrung B3 gar nie zur Ablagerung gelangten, kann allein aufgrund der osteologischen Untersuchung nicht entschieden werden.

Vergleichen wir die Höhenangaben der untersten Knochenlagen der Bohrungen B2 und B3, so erkennen wir, dass der unterste knochenführende Abschnitt in B3 65 cm höher liegt als in der Bohrung B2 (Abb. 1). Unter der Voraussetzung, dass wir die beiden untersten knochenführenden Horizonte der Bohrungen B2 und B3 parallelisieren dürfen, befindet sich also die Bohrung B3 im Bereich einer leichten Erhöhung gegenüber der Umgebung.

Eine allfällige Erosion hätte in B3 die Fundschichten bis in eine Tiefe von 4.88 m ausgeräumt.

9.2.4. Bohrung B4 (Abb. 8; 9)

Die Balkendiagramme für die Bohrung B4 zeigen eine undifferenzierte Verteilung der Knochenbruchstücke (Abb. 8). Die Stückzahlen, Gewichte und Durchschnittsgewichte sind, verglichen mit denen der Bohrung B2, durchschnittlich kleiner, was wohl seine Ursache in der grösseren Distanz sowie im offenbar kleineren Gefälle zwischen Höhle und Bohrpunkt B4 hat (Abb. 1). Auch der durchschnittlich höhere Rundungsgrad der Knochenfragmente aus der Bohrung B4 unterstützt diese Aussage.

Eine klare Parallelisierung zwischen den Fundverteilungen von B2 und B4 lässt sich nicht durchführen. Auffallend in B4 ist lediglich die relativ mächtige, fundleere Zone zwischen 3.18 m und 3.82 m. Diese könnte viel-

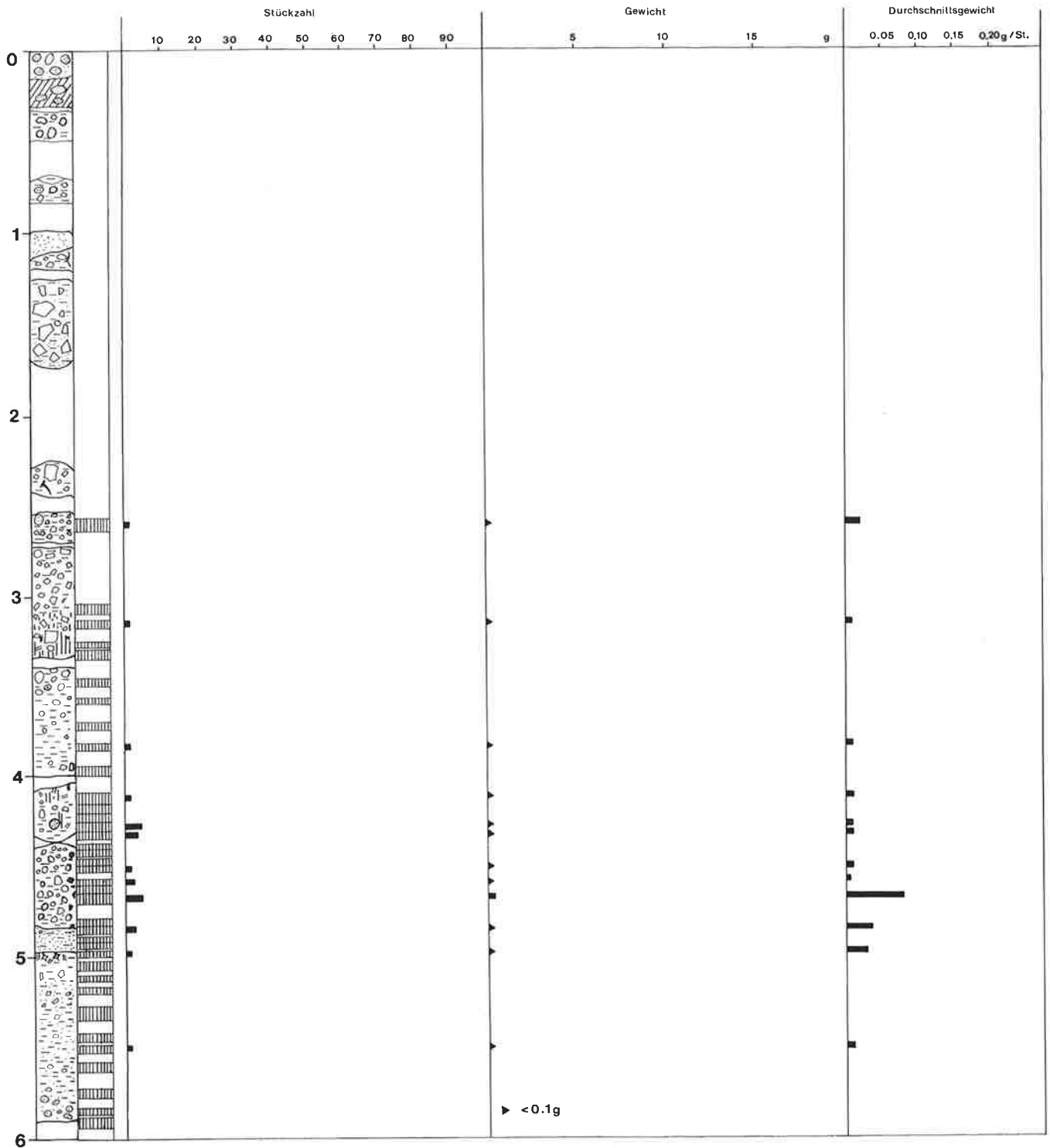


Abb. 8: Stratigraphische Verteilung der Knochenfunde (>1.0 mm) sowie deren Zahl, Gewichte und Durchschnittsgewichte in der Bohrung B4 (Bergungsphase 4), ohne die Kleinsäugerknochen zwischen 3.70 m und 3.74 m. OK: 433.27 m ü. M.

leicht mit dem in B2 postulierten fundleeren oder fundarmen Abschnitt zwischen 4.21 m und 4.82 m (mit Bohrkernlücke) verglichen werden. Darunter befinden sich dann sowohl in B2 wie auch in B4 mehrere, dünnere Fundhorizonte, welche durch geringmächtige, fundleere Sedimente getrennt werden (vgl. Abb. 4, 8).

An Tierarten konnte der Hase (*Lepus spec.*) und vermutlich die Fischart Mühlkoppe (*Cottus gobio*) nachgewiesen werden (Abb. 9). Nach Torke (1982, 81ff.) ist die Mühlkoppe eine typische Fischart für jungpaläolithische Fundstellen. Sie lebt in quellennahen Bereichen von Fließgewässern bei niedrigsten Temperaturen, grössten

Bohrtiefe (m)	Kleinsäuger	Lepus spec.	Cottus gobio(?)	Kantenrundung	Farbe	Brandspuren	Schnittspuren	Sinter	Knochen 0.5-1.0 mm	Inv. Nr.
OK:433.27 m.ü.M.										
*										
*										
keine Proben										
*										
*										
2.57-2.65				***	dunkelbraun					40228
3.03-3.10										
3.13-3.18		*		***	dunkelbraun					40229
3.25-3.28										
3.29-3.35									*	
3.45-3.50									*	
3.56-3.60										
3.70-3.74	*				dunkelbraun					40330
3.82-3.86				*****	dunkelbraun					40331
3.95-4.00									*	
4.09-4.15				*****	dunkelbraun					40332
4.15-4.20									*	
4.20-4.25									*	
4.25-4.30		*		***	dunkelbraun					40333
4.30-4.35			*	*****	dunkelbraun					40334
4.37-4.40										
4.40-4.44										
4.45-4.48										
4.48-4.53				*****	dunkelbraun					40335
4.56-4.60				*****	dunkelbraun	*		*		40336
4.60-4.64										
4.64-4.70				*****	dunkelbraun					40337
4.78-4.82										
4.82-4.86				*****	dunkelbraun					40338
4.88-4.91										
4.91-4.95										
4.96-5.00				*****	dunkelbraun					40339
5.02-5.07									*	
5.10-5.13										
5.16-5.20										
5.27-5.35										
5.42-5.47										
5.48-5.53				*****	dunkelbraun					40340
5.58-5.64										
5.73-5.78										
5.83-5.87										
5.88-5.94										

Abb. 9: Bestimmungsergebnisse der Knochenfragmente aus der Bohrung B4 (Bergungsphase 4). Legende siehe Kap. 9.1.3.

Strömungsgeschwindigkeiten und höchsten Sauerstoffgehalten (Torke 1982, 82).

Die Reste von *Lepus spec.* konnten nicht eindeutig dem Feld- oder dem Schneehasen zugewiesen werden. Durch die Bestimmung des Tierknochenmaterials der alten Grabungen wissen wir jedoch, dass fast ausschliesslich der Schneehase (*Lepus timidus*) nachgewiesen werden konnte (Hescheler in: Heierli 1907, 150).

9.2.5. Bohrung B5 (Abb. 10; 11)

Die Bohrung B5 liegt auf einer Verbindungslinie zwischen den Bohrungen B2 und B4, knapp ausserhalb des Grabungsareales Heierli 1902/03 (Abb. 1).

Die Balkendiagramme (Abb. 10) veranschaulichen eine grobe Zweiteilung des Bohrprofils, wobei der mächtige, fundleere Zwischenhorizont zwischen 1.74 m und 4.10 m offenbar durch eine Kleinsäugerschicht unterbrochen wird, denn die Probe zwischen 2.99 m und 3.04 m besteht ausschliesslich aus Kleinsäugerknochen. Eine

Parallelisierung der Fundverteilungen von B5 mit denjenigen von B2, B3 und B4 lässt sich nicht durchführen. Der starke Kantenrundungsgrad der Fragmente des obersten Bohrabschnittes von B5 (0.62–1.52 m) deutet auf eine starke Beanspruchung des Materials hin. Eine der möglichen Ursachen dafür könnte die Umlagerung des Materials sein. Da die Bohrung B5 sehr nahe an der nicht genau fassbaren Grenze der Grabung Heierli 1902/03 liegt, wäre also auch eine rezente Umlagerung der obersten Sedimente im Zuge der Grabungen im Bereich von B5 denkbar. Dieser Hypothese folgend würden nur gerade die Knochenfragmente aus dem Bereich von 4.10–4.35 m aus intakten Fundsichten stammen. In der Bohrung B5 liessen sich neben den Kleinsäugerknochen in zwei Proben Knochenbruchstücke näher identifizieren. Sie stammen alle vom Hasen (*Lepus spec.*). Eine eindeutige Zuweisung zum Schnee- oder zum Feldhasen liess sich leider nicht durchführen. Aus der Bergungsphase 1 stammt ein Fuchszahnfragment, das jedoch nicht mit Sicherheit dem Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) oder dem Eisfuchs (*Alopex lagopus*) zugewiesen werden konnte.

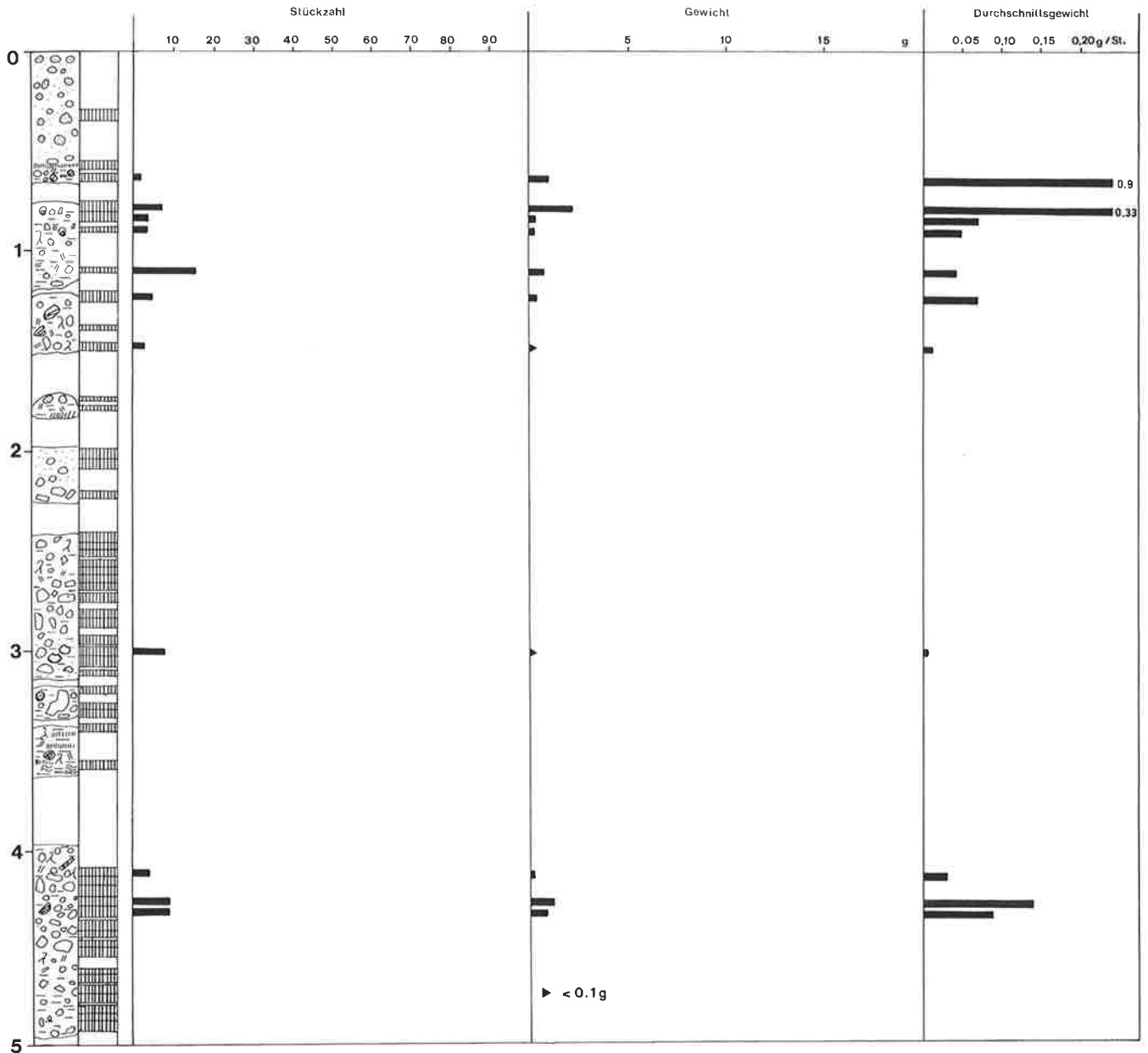


Abb. 10: Stratigraphische Verteilung der Knochenfunde (>1.0 mm) sowie deren Zahl, Gewichte und Durchschnittsgewichte in der Bohrung B5 (Bergungsphase 4). OK: 433.38 m ü. M.

9.2.6. Bohrung B6 (Abb. 12; 13)

Die Bohrung B6 liegt südöstlich des östlichen Höhleneingangs, ausserhalb des Grabungsareales von 1902/03 (Abb. 1).

Die Abb. 12 und 13 zeigen, dass in der Bohrung B6 nur noch ein mächtiger, knochenführender, relativ tief liegender Fundhorizont vorhanden ist. Eine Parallelisierung dieses Fundabschnittes (3.76–5.28 m) mit den untersten Fundhorizonten von B3 (4.89–5.28 m), B4 (3.82–5.53 m), B5 (4.10–4.35 m) und möglicherweise auch mit B2 (4.82?–5.93 m) wäre sehr wohl denkbar. Gleich wie in B2 bis B5 werden auch in B6 fundlere Zonen durch fundlere getrennt (vgl. Abb. 4; 6; 8; 10; 12). Eine Möglichkeit, die ganze Fundabfolge von B6 zu unterteilen,

bieten zwei fundlere Horizonte zwischen 4.10 m und 4.14 m sowie zwischen 4.45 m und 4.48 m. Dadurch könnten also drei getrennte Fundzonen voneinander unterschieden werden.

Aus der Bergungsphase 4 liessen sich in drei Proben Knochenfragmente näher bestimmen. Sie stammen alle vom Hasen (*Lepus spec.*).

Aus einer nicht fein stratifizierbaren Probe der Bergungsphase 1, welche aus einem Tiefenbereich von 5.00–5.60 m stammt, liessen sich das Pferd (*Equus spec.*) sowie mit grösster Wahrscheinlichkeit auch das Mammut (sehr kleines Zahnschmelzplättchen) bestimmen.

Der Nachweis von Brandspuren (3.84–3.90 m) auf einigen Knochensplintern deutet auf menschlichen Einfluss hin (Abb. 13). Sinterauflagen (4.27–4.30 m) zeigen,

Bohrtiefe (m)	Klein- säuger	Lepus spec.	Kanten- rundung	Farbe	Brand- spuren	Schnitt- spuren	Sinter	Knochen 0,5-1,0 mm	Inv. Nr.
OK: 433.38 m ü.M.									
0,30-0,35									
0,57-0,60									
0,62-0,65			*****	dunkelbraun					40343
0,77-0,82	*		*****	dunkelbraun					40344
0,82-0,87			*****	dunkelbraun					40345
0,89-0,92			*****	dunkelbraun					40346
1,10-1,13			*****	dunkelbraun					40347
1,22-1,26			*****	dunkelbraun					40348
1,38-1,41									
1,47-1,52			*****	dunkelbraun					40349
1,74-1,76									
1,78-1,81									
2,00-2,05									
2,05-2,10									
2,22-2,25									
2,42-2,46									
2,46-2,50							*		
2,46-2,50									
2,50-2,54									
2,55-2,58									
2,58-2,63									
2,63-2,67							*		
2,67-2,71									
2,72-2,77							*		
2,80-2,84									
2,84-2,90									
2,94-2,98									
2,99-3,04	*		???	dunkelbraun					40351
3,04-3,09							*		
3,11-3,14									
3,19-3,23									
3,27-3,30									
3,30-3,35									
3,38-3,41									
3,56-3,60									
4,10-4,14			***	dunkelbraun					40352
4,15-4,19							*		
4,19-4,25									
4,25-4,30			*****	dunkelbraun					40353
4,30-4,35	*		*****	dunkelbraun					40354
4,36-4,42									
4,42-4,45							*		
4,46-4,50									
4,50-4,55									
4,61-4,63									
4,63-4,68									
4,69-4,74									
4,74-4,78									
4,79-4,84							*		
4,84-4,89									
4,89-4,95									

Abb. 11: Bestimmungsergebnisse der Knochenfragmente aus der Bohrung B5 (Bergungsphase 4). Legende siehe Kap. 9.1.3.

dass kalkreiches, zirkulierendes Wasser bei der Sedimentation beteiligt war (Abb. 13).

9.2.7. Bohrung B7 (Abb. 14; 15)

Die Bohrung B7 liegt auf einer Verbindungslinie zwischen B2 und B6 (Abb. 1).

Wie die Abb. 14 deutlich zeigt, lieferte der Bohrkern B7 mit Abstand am meisten Knochenfragmente. Fundleere oder fundarme Zonen sowie Proben, deren Durchschnittsgewicht sehr klein ist, bieten die Möglichkeit, die Fundverteilung in B7 zu gliedern (Abb. 14). Sicher lässt sich eine oberste Fundzone zwischen 3.21 m und 3.44 m abtrennen. Ab 3.68–5.75 m folgt eine sehr dichte, kom-

plexe Fundsequenz. Anhand der Knochenzahlen, der Durchschnittsgewichte und der fundleeren Abschnitte möchten wir eine zweite Fundzone zwischen 3.68 m und 4.22 eingrenzen. Unter dieser Zone können noch drei weniger klar fassbare Zonen zwischen 4.38 m und 4.61 m, zwischen 4.78 m und 5.18 m sowie von 5.24–5.75 m unterschieden werden. Die Mächtigkeiten der aufgezählten Fundzonen können jedoch stark von den angegebenen abweichen, da zwischen 4.64 m und 5.69 m mehrere, relativ dicke Sedimentlücken vorhanden sind. Unabhängig davon zeigt jedoch die Fundverteilung in B7, dass offenbar intakte Fundschichten vorliegen, welche durch mehr oder weniger mächtige fundleere oder fundarme Abschnitte getrennt werden. An Tierarten konnten der Rothirsch(?) (*Cervus elaphus*), das Rentier (*Rangifer*

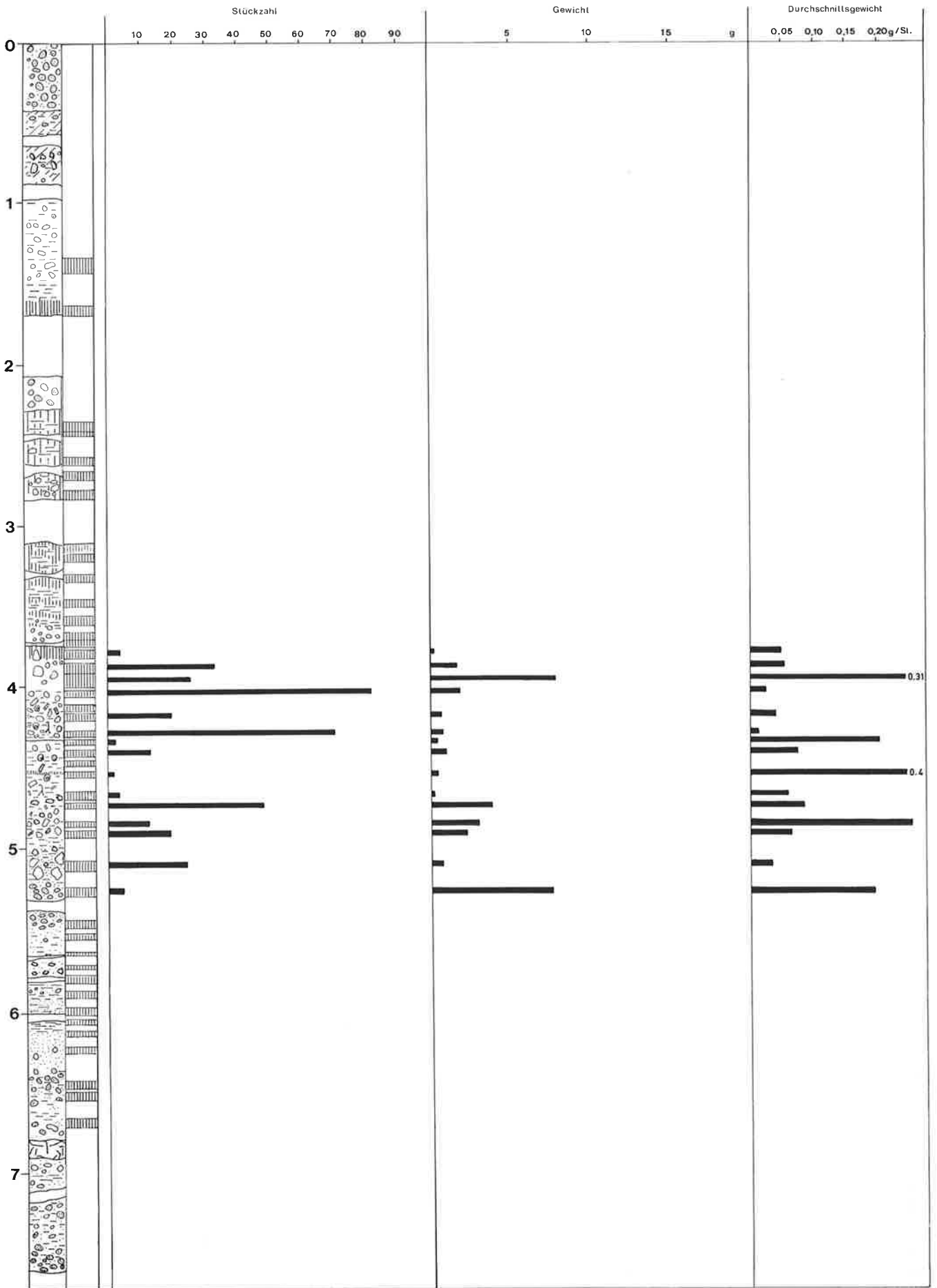


Abb. 12: Stratigraphische Verteilung der Knochenfunde (>1.0 mm) sowie deren Zahl, Gewichte und Durchschnittsgewichte in der Bohrung B6 (Bergungsphase 4). OK: 432.95 m ü. M.

Bohrtiefe (m)	Klein- säuger	Lepus spec.	Kanten- rundung	Farbe	Brand- spuren	Schnitt- spuren	Sinter	Knochen 0,5-1,0 mm	Inv. Nr.
OK:432.95 m.ü.M.									
1.31-1.43									
1.63-1.69									
2.35-2.40									
2.40-2.44									
2.56-2.61									
2.65-2.70									
2.77-2.82								*	
3.10-3.16									
3.16-3.21									
3.29-3.34									
3.44-3.49									
3.55-3.60									
3.65-3.69									
3.69-3.74									
3.76-3.81			*****	dunkelbraun					40356
3.84-3.90			***	dunkelbraun	*				40357
3.90-3.99			*****	dunkelbraun					40358
4.00-4.05		*	*****	dunkelbraun					40359
4.10-4.14									
4.15-4.20	*	*	*****	dunkelbraun					40360
4.27-4.30		*	***	dunkelbraun		*			40361
4.32-4.35			***	dunkelbraun					40362
4.38-4.43	*		***	dunkelbraun					40363
4.45-4.48							*		
4.52-4.55			*****	dunkelbraun					40364
4.64-4.69			***	dunkelbraun					40365
4.70-4.74	*		***	dunkelbraun					40366
4.82-4.85			*****	dunkelbraun					40367
4.87-4.92			*****	dunkelbraun					40368
5.07-5.13			*****	dunkelbraun					40369
5.23-5.28			*****	dunkelbraun					40370-71
5.43-5.47									
5.51-5.55									
5.63-5.65							*		
5.70									
*									
*									
10 Proben									
*									
*									
6.70									

Abb. 13: Bestimmungsergebnisse der Knochenfragmente aus der Bohrung B6 (Bergungsphase 4). Legende siehe Kap. 9.1.3.

tarandus) und der Hase nachgewiesen werden (Abb. 15). An einem Schädelfragment von Lepus aus der Probe 3.95–3.98 m konnte aufgrund der Form des P² eine genauere Artbestimmung vorgenommen werden; die beobachteten Merkmale sprachen erstaunlicherweise eher für den Feldhasen (*Lepus europaeus*) als für den Schneehasen (*Lepus timidus*), jedoch konnte die Bestimmung nicht völlig abgesichert werden. Nach den Angaben von Heierli (1907, 150) bestimmte auch Rütimeyer zwei fragile Fragmente von *Lepus europaeus*. Die grosse Menge von Hasenknochen in der Bohrung B7 sowie in allen übrigen Bohrungen spricht jedoch eher dafür, dass diese Reste vom Schneehasen stammen, umso mehr sie ja gemeinsam mit Knochen des Rentiers gefunden wurden.

Das relativ häufige Auftreten von Brand- und Schnittspuren an den Knochensplintern aus der Bohrung B7 weist deutlich auf menschlichen Einfluss hin (Abb. 15).

9.3. Zusammenfassung der Ergebnisse (Abb. 16)

Mit Ausnahme der Bohrung B1, welche eindeutig innerhalb des Grabungsareales Heierli 1902/03 liegt, liess sich in allen Bohrungen, mindestens in Teilbereichen, eine stratifizierte Verteilung der Knochenbruchstücke beobachten. Diese Fundverteilung lässt auf eine noch intakte Stratigraphie im östlichen Vorplätzbereich des Kesslerlochs schliessen. Die einzige Bohrung des Querprofils B6–B7–B2–B5–B4, deren Fundverteilung sich nicht mit denen der übrigen Bohrungen vergleichen lässt, ist B5. Da B5 der Grabungsgrenze Heierli am nächsten gelegen ist und da diese Grabungsgrenzen nicht exakt bekannt sind, ist nicht auszuschliessen, dass mindestens Teilbereiche der Bohrung B5 durch die ehemalige Grabung beeinflusst sind. In den übrigen Bohrungen des Querprofils liessen sich jeweils Fundhorizonte heraus-

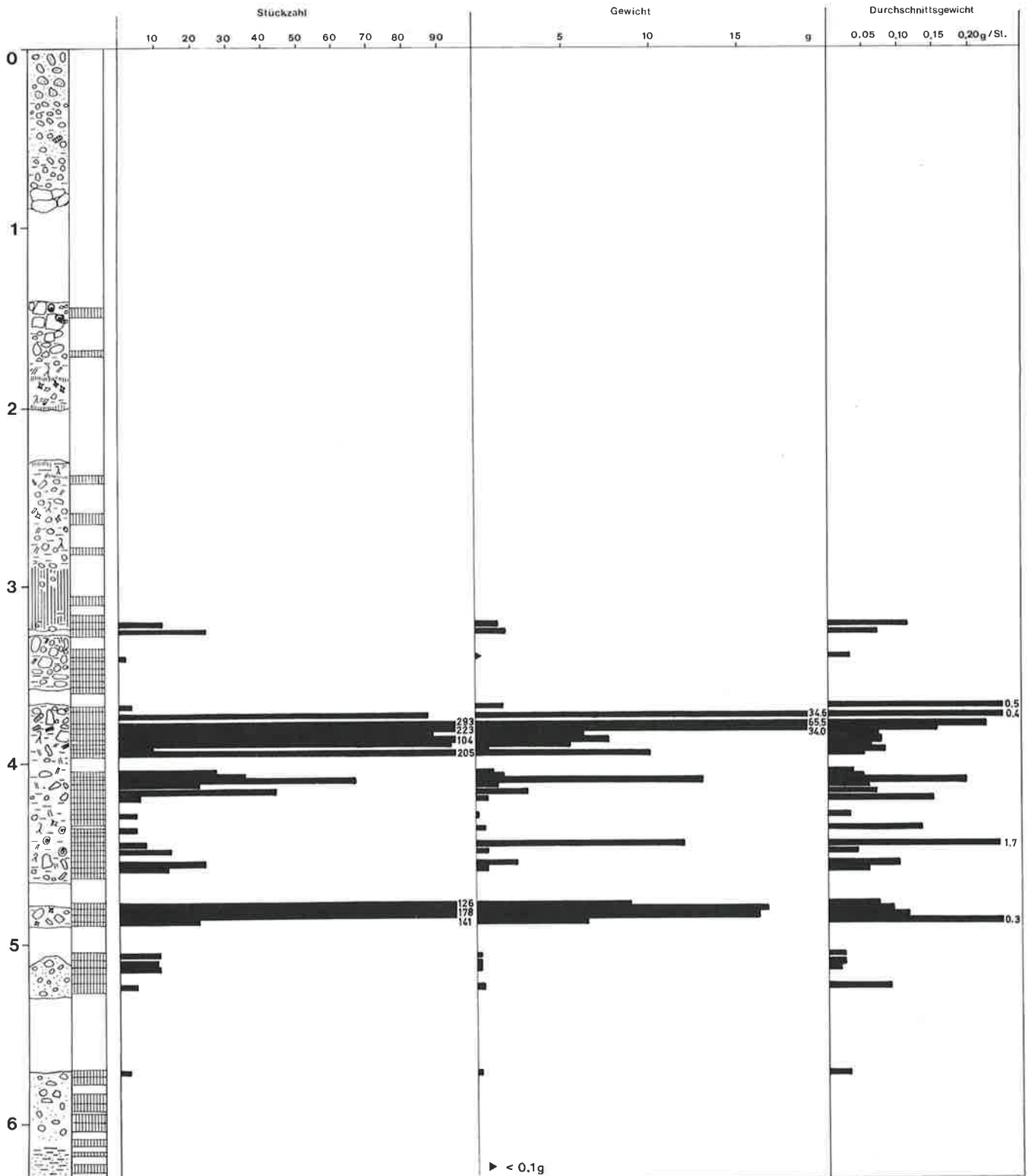


Abb. 14: Stratigraphische Verteilung der Knochenfunde (>1.0 mm) sowie deren Zahl, Gewichte und Durchschnittsgewichte in der Bohrung B7 (Bergungsphasen 3 und 4). OK: 433.16 m ü. M.

beiten, welche durch fundleere oder fundarme Abschnitte getrennt werden. In einigen Fällen (z.B. B2) gestaltet sich die Unterteilung in Fundhorizonte schwierig, da z.T. relativ lange Bohrlücken vorhanden sind. Die Höhenbegrenzungen der Fundhorizonte dürfen nicht absolut ver-

standen werden, da immer wieder solche Sedimentlücken vorhanden sind und auch mit erheblichen Schichtpresungen beim Bohrvorgang gerechnet werden muss. Unabhängig von diesen Problemen darf aus der Verteilung der Knochenfragmente in den Bohrungen B2–B7 geschlossen

Bohrtiefe (m)	Klein- säuger	Cervus elaphus	Rangifer tarandus	Lepus spec.	Kanten- rundung	Farbe	Brand- spuren	Schnitt- spuren	Sinter	Knochen 0.5-1.0 mm	Inv. Nr.
OK:433.16 m.ü.M.											
*											
*											
keine Proben											
*											
*											
1.45-1.50										*	
1.69-1.73										*	
2.38-2.45											
2.60-2.66										*	
2.78-2.83										*	
3.07-3.11											
3.17-3.21										*	
3.21-3.25	*			*	*****	dunkelbraun					40374
3.25-3.29	*				*****	dunkelbraun					40376/375
3.36-3.41										*	
3.40-3.44					***	dunkelbraun					40377
3.44-3.47										*	
3.47-3.50										*	
3.51-3.54											
3.54-3.57										*	
3.57-3.60											
3.68-3.71					***	dunkelbraun					40182
3.71-3.78			*		***	dunkelbraun					40183/378
3.78-3.81		*?	*	*	***	dunkelbraun					40184/379
3.81-3.84			*	*	***	dunkelbraun			*		40185/380
3.84-3.87					***	dunkelbraun					40186/381
3.87-3.90					***	dunkelbraun	*				40187/382
3.90-3.93	*			*	***	dunkelbraun	*				40188/383
3.93-3.95				*	***	dunkelbraun		*			40189/384
3.95-3.98				*	***	dunkelbraun	*				40190/385
4.05-4.08				*	***	dunkelbraun					40191/386
4.08-4.10				*	***	dunkelbraun					40192/387
4.10-4.13			*?		***	dunkelbraun			*		40193/388
4.13-4.16					*****	dunkelbraun					40194/389
4.16-4.19				*	***	dunkelbraun					40195/390
4.19-4.22	*			*	*****	dunkelbraun					40197/391
4.23-4.26										*	
4.26-4.29											
4.29-4.32					***	dunkelbraun					40392
4.32-4.36											
4.38-4.40					*****	dunkelbraun					40199/393
4.40-4.42										*	
4.42-4.45										*	
4.45-4.48					*****	dunkelbraun			*		40200/394
4.48-4.52					*****	dunkelbraun					40201/395
4.52-4.55										*	
4.55-4.58					*****	dunkelbraun					40202/396
4.58-4.61					*****	dunkelbraun					40397
4.61-4.64											
4.78-4.81					***	dunkelbraun					40203/398
4.81-4.84			*		*****	dunkelbraun	*				40204/399
4.84-4.89			*		***	dunkelbraun					40205/400
4.89-4.91			*?		*****	dunkelbraun					40206/401
5.07-5.11					*****	dunkelbraun					40402
5.11-5.15					*****	dunkelbraun					40403
5.15-5.18					*****	dunkelbraun					40404
5.18-5.24										*	
5.24-5.30					*****	dunkelbraun					40405
5.72-5.75					*****	hellbraun					40406
5.75-5.80											
5.85-5.90											
5.90-5.94											
5.95-6.00											
6.01-6.05										*	
6.10-6.14											
6.18-6.20											
6.25-6.28											

Abb. 15: Bestimmungsergebnisse der Knochenfragmente aus der Bohrung B7 (Bergungsphasen 3 und 4). Legende siehe Kap. 9.1.3.

werden, dass ab einer Tiefe von 2.50–3.50 m bis zu einer unteren Grenze von ca. 6.00 m mit intakten Fundschichten gerechnet werden darf.

Wie uns die Bohrung B3 zeigt, darf mit zunehmender Distanz von der Höhle (ca. 15–20 m) weder mit vielen Fundschichten noch mit einer grossen Funddichte gerechnet werden. In B3 liessen sich nur noch ab 4.89 m und

tiefer Knochenfragmente nachweisen. Die offenbar noch intakten Fundschichten liegen also eher im höhlennahen Bereich des östlichen Vorplatzes. Wie die Funde aus B4 zeigen, können aber durchaus bis 5 m von der Grabungsgrenze Heierli entfernt noch stratifizierte Funde auftreten.

In den Bohrungen B2, B4, B6 und B7 gelang es mit dem

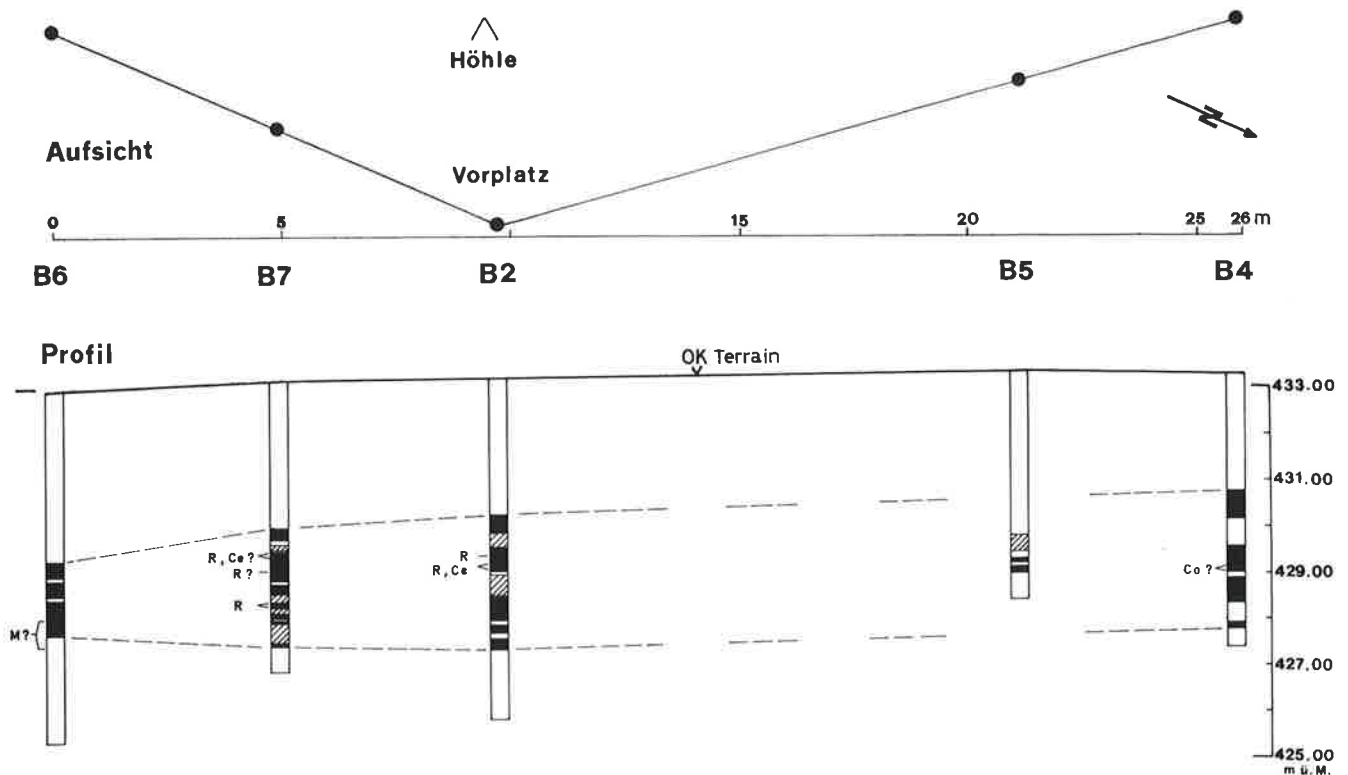


Abb. 16: Darstellung der rezent unbeeinflussten Fundzonen in den Bohrungen B2, B4, B5, B6 und B7. Bestimmbare Tierarten: Ce = Cervus elaphus (Rothirsch); Co = Cottus gobio (Mühlkoppe)?; M = Mammothus prim. (Mammut)?; R = Rangifer tarandus (Rentier). Schwarz: Fundvorkommen; schraffiert: Bohrkernlücke.

Rentier und der Mühlkoppe(?) kaltzeitliche Tierarten nachzuweisen (Abb. 16). Diese datieren unsere Fundhorizonte eindeutig in einen glazialen Zeitabschnitt. Durch die bisherigen Untersuchungen ist ja eine Besiedlung des Kesslerlochs im Spätglazial nachgewiesen (Heierli 1907). Wenn unsere Bestimmung eines sehr kleinen Mammut-Schmelzplättchens aus B6 zutrifft, so darf in einem tieferen Bereich der nachgewiesenen Fundzonen sogar noch mit Fundmaterial aus einem älteren Abschnitt des Spätglazials gerechnet werden.

In B7 ist zusammen mit dem Rentier auch noch der Rothirsch nachgewiesen. Sein Auftreten zusammen mit dem Rentier darf nicht erstaunen, ist der Rothirsch doch kein eindeutiger Klimaanzeiger wie beispielsweise das Rentier oder der Schneehase. Der Rothirsch kann ohne weiteres im Spätglazial vereinzelt auftreten.

Neben den sicher bestimmbareren Resten fanden sich auch zahlreiche Fragmente, welche sich nicht nur einer Art zuweisen liessen. Hierzu gehören vor allem die Knochenfragmente des Hasen. In einem Fall konnte in B7 mit Hilfe der Form des P² eine Artbestimmung vorgenommen werden. Die gefundenen Merkmale sprachen erstaunlicherweise eher für den Feldhasen als für den Schneehasen. Da jedoch aus der Publikation von Heierli (1907, 150) bekannt ist, dass der Schneehase eine der am häufigsten nachgewiesenen Tierarten im Kesslerloch ist, darf wohl angenommen werden, dass unsere Hasenreste ebenfalls grösstenteils vom Schneehasen stammen. Aus der Bergungsphase 1 der Bohrung B5 konnte ein Fuchs-

zahnfragment ausgelesen werden; es konnte jedoch nicht entschieden werden, ob das Bruchstück vom Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) oder vom Eisfuchs (*Alopex lagopus*) stammt. Ebenfalls aus der Bergungsphase 1 von B6 wurde ein Handwurzelknochen eines Pferdes (*Equus spec.*) geborgen. Eine eindeutige Zuweisung zum Wild- oder zum Hauspferd ist aufgrund anatomischer Unterschiede nicht möglich; nach der stratigraphischen Lage zu urteilen, muss es sich jedoch um den Carpalknochen eines Wildpferdes handeln.

9.4. Literatur

- Gaffrey, G. (1953) Die Schädel der mitteleuropäischen Säugetiere. Abhandl. u. Ber. a. d. Staatl. Mus. f. Tierkunde (Forschungsinstitut), Dresden.
- Heierli, J. (1907) Das Kesslerloch bei Thalingen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 43, Zürich.
- Koby, F.E. (1959) Contribution au diagnostic ostéologique différentiel de *Lepus timidus* Linné et *L. europaeus* Pallas. Verh. Naturforsch. Ges. Basel 70/1, 19–44.
- (1960) Contribution à la connaissance des lièvres fossiles, principalement de ceux de la dernière glaciation. Verh. Naturforsch. Ges. Basel 71/1, 149–173.
- Torke, W. (1982) Die Fischreste aus der Hollenberghöhle 3 und aus weiteren vorgeschichtlichen Fundstellen des nordwestschweizerischen Juras. In: Sedlmeier, J., Die Hollenberghöhle 3. Eine Magdalénien-Fundstelle bei Arlesheim, Kanton Basel-Landschaft. Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 8, Derendingen, 81–89.

10. Archäologische Funde

Jürg Sedlmeier

Résumé. Tous les artefacts préhistoriques et récents provenant des carottes des sondages effectués sur la plateforme à l'est de la grotte du Kesslerloch (Thayngen/SH) ont été étudiés. Dans la région des sondages B6–B7–B2–B5–B4, deux zones de trouvailles peuvent être distinguées. La zone inférieure, non perturbée (B), contient des objets datables du paléolithique supérieur, attribuables au Magdalénien. La zone A, dans la partie supérieure, témoigne de perturbations récentes.

(L. Ch.)

Abstract. All the artefacts prehistoric and recent, recovered from the excavation of the sondages on the eastern platform of the rock shelter of Kesslerloch (Thayngen/SH) were studied in the area of sondages B6–B7–B2–B5–B4, two zones could be distinguished. The lower zone (B), which was not disturbed, contained objects datable to the Upper Paleolithic, attributable to the Magdalenian. The upper zone (A) showed recent disturbance.

(A. G.)

10.1. Vorbemerkungen

Die aus den Bohrkernen stammenden archäologischen Funde bestehen zur Hauptsache aus Silexartefakten. In Bohrung B7 kam ausserdem ein Keramikfragment und ein Bergkristall(?)-Splitter zum Vorschein. Ein anfänglich als Keramikfragment interpretiertes Objekt aus B6 konnte durch W.B. Stern, Basel, genauer untersucht werden, wofür an dieser Stelle bestens gedankt sei. Um modern abgelagerte oder gestörte Schichten zu dokumentieren, werden auch rezente Funde (Glas, Ziegel etc.) aufgeführt.

Aus den Bohrungen B2, B4 und B7 sind mehrere z.T. plattenartig ausgebildete Felsgesteinfragmente überliefert, deren mögliche anthropogene Einbringung in die Fundstelle unten diskutiert wird. Nach der Bestimmung von M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer kommen diese Felsgesteine in unmittelbarer Nähe des Kesslerlochs nicht freiliegend vor, sie sind dagegen im Gebiet Hegau/Schwarzwald-Ostrand/Mittelland/Voralpen anstehend.

Unter den zahlreichen Faunaresten befinden sich auch einige artefiziell überprägte Exemplare mit Schnitt- oder Brandspuren. Diese Stücke werden im Rahmen der faunistischen Untersuchungen (Kap. 9., Abb. 3; 5; 9; 13; 15) dargestellt.

Bei den Silexartefakten sind häufig sich gegenüber den patinierten Artefaktflächen als helle Stellen abzeichnende rezente Brüche, Kantenbestossungen und örtliche Aussplitterungen festzustellen (z.B. Abb. 3,1). Durch diese während des Bohrvorganges entstandenen Beschädigungen und auch durch das zahlenmässig zu geringe Vorkommen einzelner Werkzeug- und Grundformklassen erübrigt sich hier die detaillierte merkmalanalytische Aufnahme der Silexartefakte. Eine solche kann später im Zusammenhang mit einer möglichen Neubearbeitung des umfangreichen altgegrabenen Silexinventars nachgeholt werden. Die Klassifikation der Silexartefakte aus den Bohrungen 1980 wird demnach in erster Linie nach konventionellen typologischen Gesichtspunkten durchgeführt.

Im Fundinventar sind zahlreiche kleine Silexartefakte vorhanden, welche durch ihre fragmentarische Erhaltung keiner der üblichen Grundformklassen (Klinge/Lamel-

le/Abschlag/Abspliss) zugeordnet werden können, durch das Vorhandensein einer dorsalen und/oder ventralen Abschlagfläche jedoch von einer solchen stammen müssen. Diese Bruchstücke, welche auch den vollständig oder fragmentarisch erhaltenen Schlagflächenrest aufweisen können, werden von uns im folgenden als Splitter bezeichnet. Durch diese Definition werden die Splitter von den Trümmerstücken abgegrenzt, welche vorwiegend unkontrolliert geschlagene Silexartefakte darstellen, bei denen keine Abschlagflächen erkennbar sind (vgl. Hahn 1977, 45).

Die Beschreibung der archäologischen Funde erfolgt zusammen mit der Darstellung ihrer jeweiligen stratigraphischen Verteilung innerhalb der einzelnen Bohrungen. Der Auswertung sind einige Erläuterungen über den unterschiedlichen Aussagewert in bezug auf die stratigraphische Position der Funde vorangestellt.

10.2. Fundbergung und daraus resultierender Aussagewert über die stratigraphische Position der Funde

10.2.1. Einleitung

Der vorgegebene technische Ablauf des Bohrvorganges und die unmittelbar darauf folgende Entnahme der Bohrkern im Gelände sowie deren spätere detaillierte Aufarbeitung im Labor machten zur Sicherstellung der archäologischen Funde vier aufeinanderfolgende Bergungsphasen notwendig. Die unterschiedliche Aussagekraft über die stratigraphische Lage des während den verschiedenen Bergungsphasen gewonnenen Fundmaterials wird im folgenden übersichtsmässig dargestellt.

10.2.2. Bergungsphase 1

Nach dem Bohrvorgang zur Gewinnung einer Bohrkernetappe erfolgte das Nachbohren eines Futterrohres, um die Führung der wiederum nachfolgenden Kernboh-

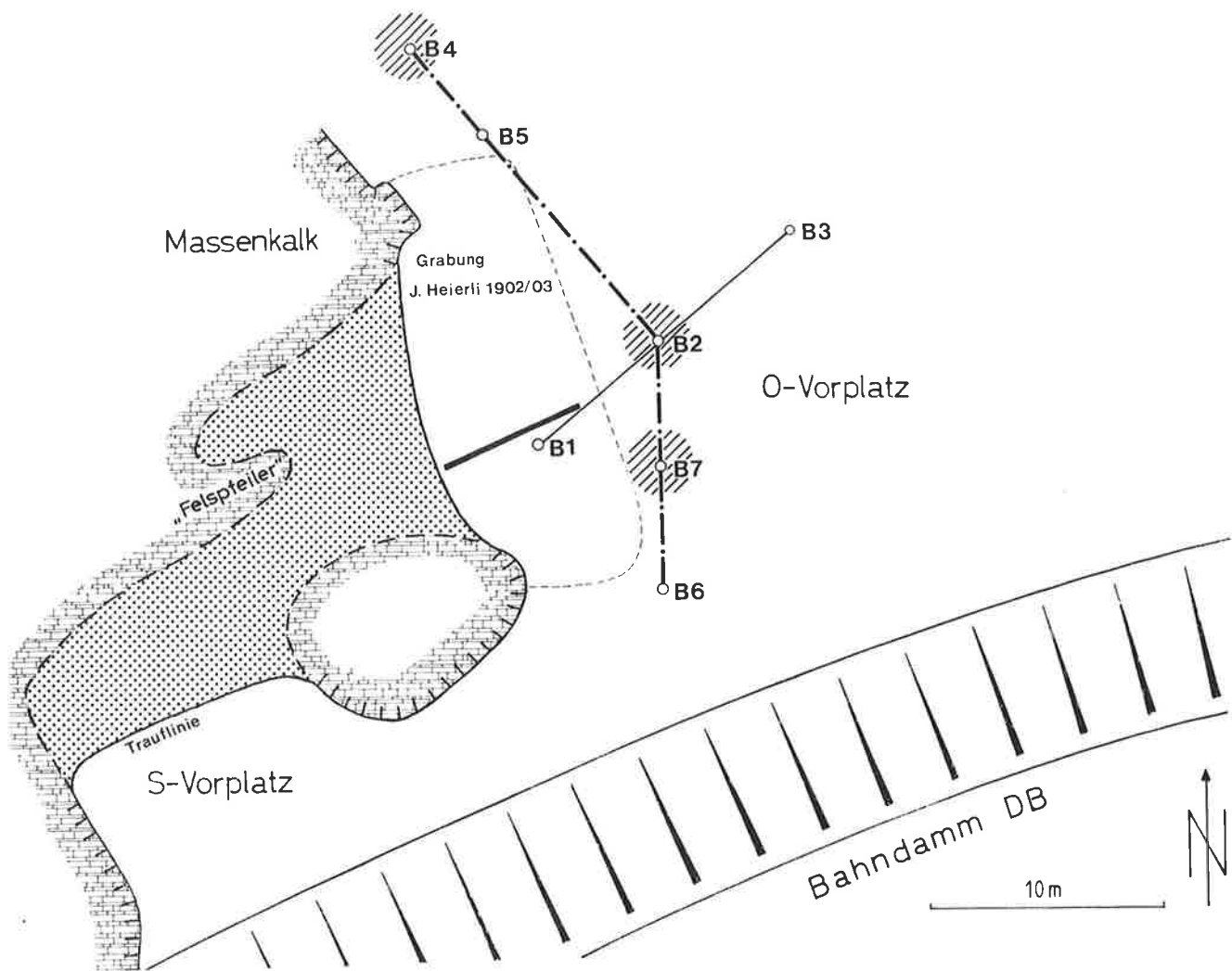


Abb. 1: Situation der Fundstelle mit Lage der Bohrungen im östlichen Höhlenvorplatz. Dicke Linie: Profil Grabung Heierli 1902/03 (vgl. Abb. 2); schraffiert: gesicherte Ausdehnung der jungpaläolithischen Fundzone; strich-punktierte Linie: Profilverlauf des Rekonstruktionsversuches von Abb. 25.

rungetappe zu gewährleisten. Der gegenüber der Bohrkronen um 12 mm vergrößerte Futterrohdurchmesser (Aussendurchmesser Futterrohr = 143 mm; Aussendurchmesser Bohrkronen = 131 mm) hatte das Nachschieben von Sediment zur Folge, welches am Fusse des Bohrloches zur Ablagerung kam. Anlässlich der Herausnahme der nächsten Bohrkernetape konnte dieser rezente umgelagerte Sedimentrest am oberen Ende des Bohrkernes abgetrennt werden. Die abgetrennte Sedimentmenge wurde mit Sieben (kleinste Maschenweite 1×1 mm) unter fließendem Wasser an Ort und Stelle geschlämmt und die darin enthaltenen archäologischen Funde entnommen und dokumentiert. Fundmaterial (inkl. Faunaresten) aus dieser Bergungsphase ist für sämtliche Bohrungen belegt. Die stratigraphische Zuordnung der häufig modern beschädigten Funde kann nur summarisch, innerhalb der Mächtigkeit der entsprechenden Bohretappe (zwischen 0.60 m und 2.40 m) angegeben werden.

10.2.3. Bergungsphase 2

Nach dem Transport in das Laboratorium des Seminars für Ur- und Frühgeschichte in Basel erfolgte dort die Präparation der Bohrkernkerne als Vorbereitung für die naturwissenschaftlichen Untersuchungen. Die Bohrkernpräparation umfasste das Entfernen der vermutlich während des Bohrvorganges verunreinigten Bohrkernrinde um 1–2 cm. Die dadurch angefallene Sedimentmenge wurde im Labor geschlämmt (Fraktion >0.2 mm) und anschliessend auf die archäologischen Funde untersucht. Solche konnten während dieser Bergungsphase aus den Bohrungen B2, B3, B5, B6 und B7 sichergestellt werden. Es handelt sich, neben zahlreichen Faunaresten, lediglich um drei Silexartefakte, welche stratigraphisch wiederum nur grob innerhalb der entsprechenden Bohretappenmächtigkeit (0.90 m und 1.40 m) lokalisiert werden können.

10.2.4. Bergungsphase 3

Als Folge der Präparationsarbeiten im Labor wurde bei den Bohrungen B2 und B7 jeweils eine Sedimentzone mit einer deutlichen Fundkonzentration (Faunarestes und Silexartefakte) an der präparierten Bohrkernoberfläche sichtbar. Dies gab den Anlass zu einer archäologischen Feinuntersuchung dieser Fundzonen, wobei die Funde in Bohrung B2 dreidimensional eingemessen wurden. Die fundreiche Sedimentzone in Bohrung B7 wurde in 2–3 cm mächtigen Einheiten abgebaut und die stratigraphische Lage der Funde innerhalb dieser Abbaueinheiten festgehalten. Im Gegensatz zu den Bergungsphasen 1 und 2 erhalten wir somit eine genaue Dokumentation über die stratigraphische Herkunft des archäologischen Fundmaterials. Das Sediment wurde nach Abbaueinheiten getrennt und anschliessend für die sedimentologischen Analysen weiterverwendet. Im Verlaufe dieser Arbeiten wurden weitere kleine archäologische Funde ausgelesen (s. Bergungsphase 4).

10.2.5. Bergungsphase 4

Für die sedimentologischen Untersuchungen wurden bei sämtlichen Bohrkernen Sedimentproben entnommen, deren Entnahmestellen sich in gewissen Abständen auf den gesamten Bohrkernlängen verteilen. Alle Sedimentproben wurden nach ihrer Aufarbeitung (Schlämmen, Sieben) optisch untersucht, wobei auch kleinste archäologische Funde (Fraktion 0,5–1,0 mm und >1,0 mm) ausgelesen wurden (vgl. Kap. 5.1.). Die auf diese Weise gewonnenen Silexartefakte und Gesteinsplättchen stammen aus den Bohrungen B1, B2, B4, B6 und B7. In der folgenden Auswertung werden jedoch nur die Silexartefakte und Gesteinsplättchen >1,0 mm berücksichtigt. Die stratigraphische Lage dieser Funde kann relativ genau – innerhalb der im Mittel 2–5 cm betragenden Probenmächtigkeiten – festgelegt werden.

10.2.6. Zusammenfassung

Im Anschluss an die Beschreibung der verschiedenen Bergungsphasen kann zusammenfassend gesagt werden, dass die zur Verfügung stehenden Angaben über die

stratigraphische Verteilung der archäologischen Funde aus den Bergungsphasen 1 und 2 im folgenden lediglich als ungefähre Richtwerte zu verstehen sind. Hingegen kann durch die genaue Funderfassung während den Bergungsphasen 3 und 4 eine klare Aussage über das gesicherte Vorkommen von Fundzonen erwartet werden, wobei in Einzelfällen mögliche rezente Sedimentstörungen diskutiert werden müssen.

10.3. Auswertung der Bohrungen

10.3.1. Bohrung B1 (Abb. 2–5)

Die Bohrung B1 wurde vor dem östlichen Höhleneingang im Bereich der Grabung Heierli 1902/03 angelegt (Abb. 1). In einem von Heierli veröffentlichten Profil (Abb. 2) sind die damals angetroffenen stratigraphischen Verhältnisse im Umfeld von Bohrung B1 ersichtlich. Die bis in eine Tiefe von etwa 4,00 m reichende Grabung erschloss eine untere Fundzone, welche von Heierli als «gelbe Kulturschicht» bezeichnet wurde. Deren Unterteilung in «drei Abteilungen (I, II, III)» erfolgte offenbar aufgrund farblicher Sedimentunterschiede. Fundleere Zwischenzonen, welche zur Abgrenzung einzelner Fundschichten innerhalb der «gelben Kulturschicht» geführt hätten, wurden nicht beobachtet (Heierli 1907, 31). Demzufolge ist für die jungpaläolithischen Fundschichten («gelbe und graue Kulturschicht») eine vertikale Fundverteilung anzunehmen, welche sich über eine Profilhöhe von mehr als 3,00 m erstreckt haben dürfte! Wie Heierli mehrfach erwähnt, muss die Menge der archäologischen Funde aus den Fundschichten im Bereich des östlichen Höhleneinganges beträchtlich gewesen sein (Heierli 1907, 28–42). Unter Berücksichtigung der damals angewendeten groben Grabungsmethode überrascht es daher nicht, wenn wir heute für die Bohrung B1 die hohe Gesamtzahl von 177 Silexartefakten nachweisen können.

Wie aus Abb. 5 ersichtlich ist, verteilen sich die archäologischen Funde aus Bergungsphase 4 relativ regelmässig bis in eine Tiefe von 3,68 m. Aus dem untersten Bohrungsabschnitt zwischen 4,75 m und 3,68 m sind keine Silexartefakte vorhanden. Diese Fundverteilung stimmt gut mit dem Ergebnis der Grabung 1902/03 überein. Nach Heierli (1907, 41) «...fingen die Funde an der Ostecke der Höhle...» in 3,50 m Tiefe «...an, spärlicher zu werden und hörten bei 4 m Tiefe ganz auf». Wir können heute davon ausgehen, dass nach Abschluss der Grabung Heierli die ausgehobenen Gruben (vgl. Kap. 2., Abb. 1) durch das Wiedereinfüllen von fundreichem Grabungsschutt eingeebnet wurden. Damit wurde eine annähernd ursprüngliche Fundverteilung geschaffen, deren moderne Entstehung, in bezug auf das archäologische Fundmaterial gesehen und ohne das Auftreten von zwei Glassplittern (Bestimmung M. Joos), kaum nachweisbar wäre.

Mehrere modern gebrochene und wieder zusammensetzbare Silexartefakte lassen vermuten, dass die zahlreichen rezenten Artefakt-Beschädigungen vor allem wäh-

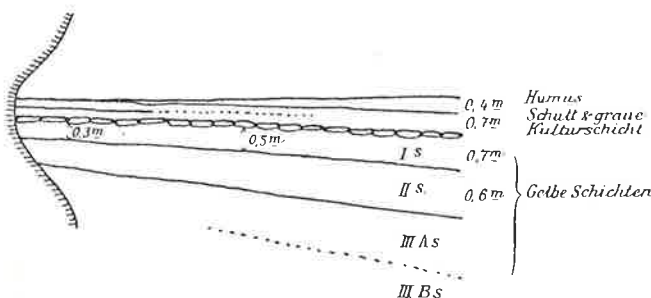


Abb. 2: Grabung Heierli 1902/03. Profil vor dem östlichen Höhleneingang (nach Heierli 1907, Fig. 6). Lage im Grundriss siehe Abb. 1.

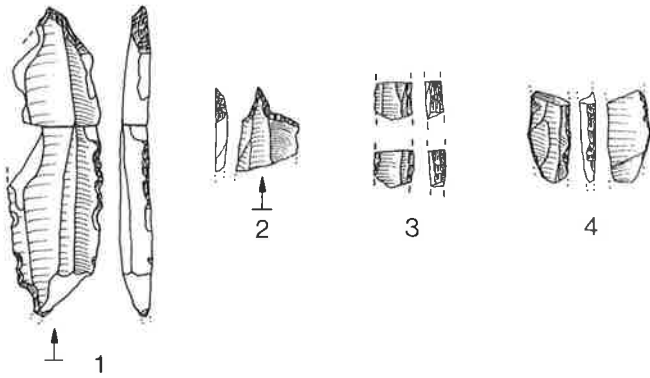


Abb. 3: Bohrung B1. Silexartefakte: 1 Doppelbohrer (die modernen Bruchstellen sind in der Aufsicht als weisse Fläche gekennzeichnet), 2 Bohrer, 3 und 4 einfache Rückenmesser. M. 1:1.

rend des Bohrvorganges entstanden sind. Die unbeschädigten Artefakte besitzen frisch erscheinende scharfe Kanten, Kryoretuschen sind keine vorhanden. 11 Silexartefakte sind weisslich-hellbraun patiniert, 15 Exemplare besitzen auf der Oberfläche haftende Reste eines dunklen Materials (Eisenkonkretionen?, Mangan?). Die Verteilung dieser Artefakte erstreckt sich gleichmässig über die gesamte fundführende Bohrtiefe. Silexartefakte mit Sinterüberzug sind keine vorhanden.

Im Fundinventar der Bohrung B1 befinden sich u.a. ein modern stark beschädigter Doppelbohrer (Abb. 3,1), ein Bohrer mit feiner Bohrspitze (Abb. 3,2) sowie die Fragmente von zwei einfachen Rückenmessern (Abb. 3,3; 3,4). Die archäologische Einordnung dieser Werkzeugtypen kann – besonders nach morphologischen Gesichtspunkten – in das späte Jungpaläolithikum (Magdalénien) vorgenommen werden.

Die Anzahl und Verteilung der Silexartefakte in B1 geben uns die Möglichkeit, mit einer Hochrechnung Klarheit über die noch im alten Grabungsschutt vorhandenen Fundmengen zu erhalten. Das Ergebnis einer solchen Hochrechnung aufgrund des Bohrkernausschnittes von B1 darf jedoch nur als hypothetischer Richtwert verstanden werden. Um genauere Werte zu erhalten, müssten grössere Mengen aus unterschiedlichen Bereichen des alten Grabungsschuttes untersucht werden.

Als Grundlage dient das Bohrkernvolumen der fundführenden Zone in B1 (0.0113 m^2 Grundfläche \times 3.70 m Höhe = 0.0418 m^3), in welcher 177 Silexartefakte gefunden wurden. Ausserdem steht uns das Volumen des alten Grabungsaushubes unmittelbar vor dem östlichen Höhleneingang (Abb. 1) und im Höhleninneren zwischen dem östlichen Eingangsbereich und dem etwa in der Mitte der Höhle befindlichen «Felspfeiler» (Abb. 1) zur Verfügung. Nach den Angaben von Heierli (1907, 28–42) kann diese Aushubmenge mit etwa 530 m^3 errechnet werden. In der Annahme, dass die Grabungsflächen anschliessend mit fundführendem Grabungsschutt – entsprechend dem Ergebnis in B1 – wieder aufgefüllt wurden, dürften somit mindestens 220 000 Silexartefakte darin enthalten sein. Berücksichtigt man zusätzlich die Grabungsschuttmen-

Bohrtiefe (m) OK:433.40 m ü.M.	Inv.Nr.	Klassifikation	Bergungs- phase	
0.00-2.40	40000	Doppelbohrer* (2 Fragm. zusammenpassend) (Abb. 3,1)	1	
	40001	einfaches Rückenmesser* (wohl zu 40010 gehörend, Abb. 3,3)	1	
	40002	3 Lamellen*	1	
	40003	Abschlag(?)*	1	
	40004	6 Absplisse	1	
	40004	2 Lamellen*	1	
	40005	Trümmer	1	
	40006	2 Absplisse	1	
	40008	Bohrer (Fragm.) (Abb. 3,2)	1	
	40009	Klinge endretuschiert*	1	
2.40-3.40	40010	einfaches Rückenmesser* (wohl zu 40001 gehörend (Abb. 3,3)	1	
	40011	Klinge*	1	
	40011	Splitter*	1	
	40012	Stichelabfall (Fragm.)	1	
	40013	Schlagflächen(?)-Abspliss	1	
	40014	2 Lamellen*	1	
	40015	Klinge mit Gebrauchsretuschen (Fragm.)	1	
	40016	Abschlag*	1	
	40017	9 Absplisse	1	
	40017	18 Splitter* (1 Expl. bei 40016 anpassend)	1	
3.40-3.85	40020	Lamelle (Fragm.)	1	
	40021	Klinge endretuschiert*	1	
	40022	Klinge mit Hohlkerbe (Fragm.)	1	
	40023	6 Absplisse*	1	
	40023	1 Splitter*	1	
	40102	Splitter	4	
	0.75-0.80	40105	2 Absplisse	4
	0.87-0.90	40107	Splitter*	4
	40108	Abspliss	4	
	1.44-1.51	40110	2 Absplisse	4
40110	2 Splitter	4		
1.64-1.69	40112	Lamelle (Fragm.)	4	
	40113	Abspliss mit Gebrauchsretuschen	4	
	40114	Klinge(?)*	4	
	40115	Klinge(?) (Fragm.)	4	
	40116	einfaches Rückenmesser (Fragm.) (Abb. 3,4)	4	
	40117	5 Absplisse	4	
	40117	10 Splitter	4	
	1.92-1.97	40119	2 Absplisse	4
	40119	16 Splitter	4	
	2.04-2.09	40121	Abspliss*	4
40122		Bohrer(?)*	4	
40123		6 Splitter	4	
40125		Glassplitter	4	
40126		Splitter	4	
2.22-2.26		40126a	Glassplitter	4
2.48-2.51		40127	9 Splitter*	4
2.63-2.67		40129	Abschlag*	4
40130		Klinge* (2 Fragm. zusammenpassend)	4	
40131		8 Absplisse	4	
2.78-2.82	40131	9 Splitter*	4	
	40133	17 Splitter*	4	
	40133	Lamelle*	4	
	2.91-2.96	40135	2 Splitter	4
	3.15-3.20	40138	2 Splitter	4
	3.29-3.34	40140	Bohrer*	4
	40140	Splitter	4	
	3.42-3.47	40141	Klinge(?) mit Gebrauchsretuschen (Fragm.)	4
	40142	2 Splitter	4	
	3.63-3.68	40144	Kernkantenlamelle (Fragm.) mit Gebrauchsretuschen	4

Abb. 4: Inventarliste der aus Bohrung B1 stammenden archäologischen Funde. * = Objekte mit rezenten Beschädigungen.

gen im Bereich des südlichen Höhleneinganges und auf dem weiteren östlichen Höhlenvorplatz, so würde sich die Gesamtmenge auf mindestens 300 000 Silexartefakte erhöhen. Vergleichend sei erwähnt, dass die heute in verschiedenen Museen und Sammlungen aufbewahrten Silexartefakte vom Kesslerloch auf etwa 30 000 Exemplare geschätzt werden (Bandi 1947, 202) und somit nur einen Bruchteil des tatsächlich vorhandenen Silexartefakt-Inventars darstellen. Dies müsste bei einer Neubearbeitung der alten Grabungsbestände mit der nötigen Deutlichkeit vermerkt werden.

10.3.2. Bohrung B2 (Abb. 6-10)

Die Bohrung B2 wurde in 7.00 m Entfernung von Bohrung B1 im östlichen Höhlenvorgebäude vorgenommen und liegt somit ausserhalb der Grabung Heierli 1902/03 (Abb. 1).

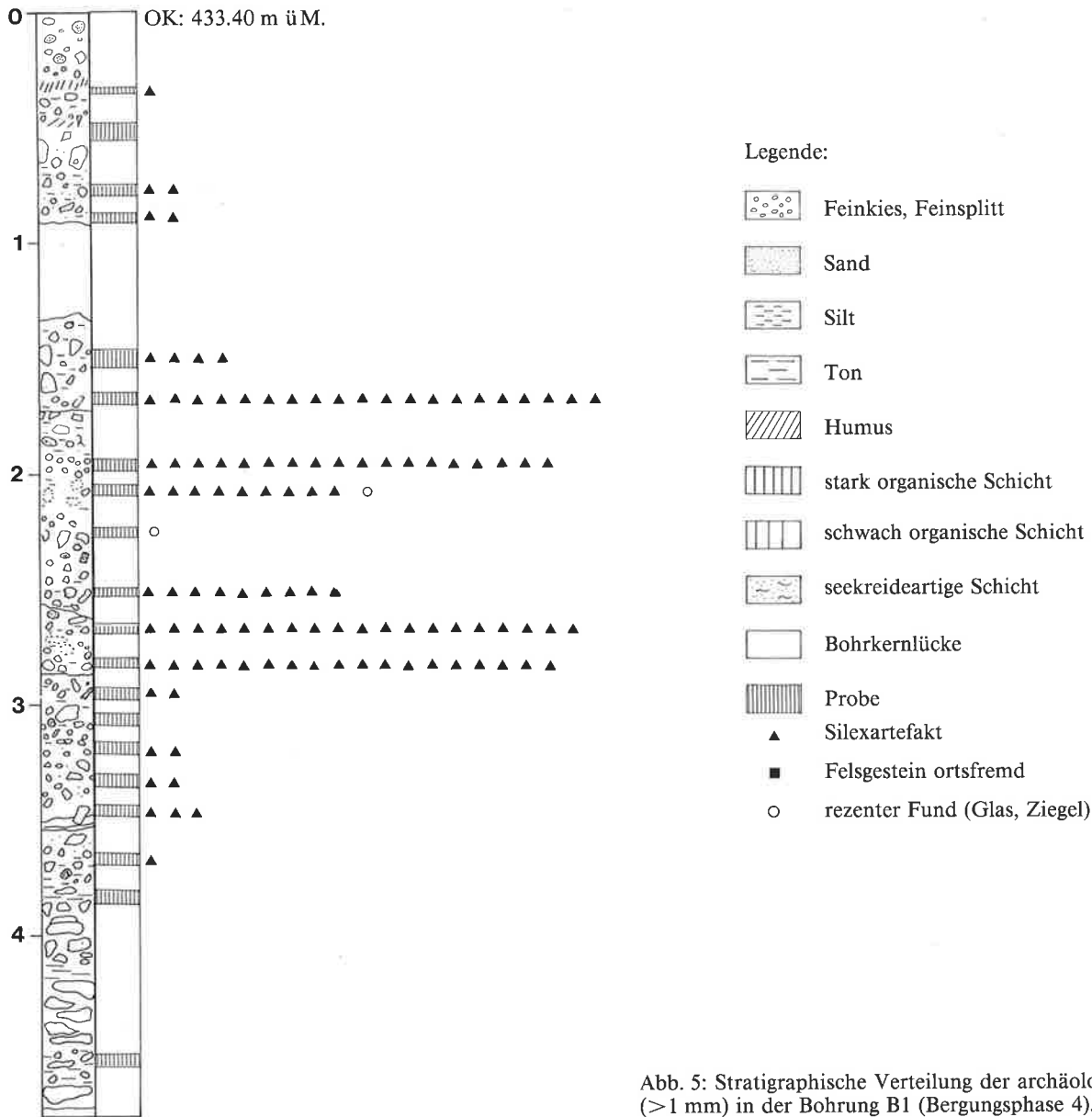


Abb. 5: Stratigraphische Verteilung der archäologischen Funde (>1 mm) in der Bohrung B1 (Bergungsphase 4).

Abb. 10 zeigt für die Bergungsphasen 3 und 4 in einer Tiefe zwischen 5.74 m und 4.82 m eine relativ regelmäßige vertikale Fundverteilung. Diese 0.92 m mächtige Fundzone wird nach oben durch eine «fundleere» Zone (4.82–4.21 m) von einem weiteren geringmächtigeren Fundhorizont (4.21–4.04 m) abgegrenzt, dessen Funddichte Anlass zu einer detaillierten archäologischen Untersuchung im Labor gab. Eine Unterscheidung in zwei voneinander abgesetzte Fundhorizonte wäre aufgrund dieses Befundes naheliegend, muss aber durch das Fehlen eines beträchtlichen Bohrkernstückes zwischen 4.81 m und 4.33 m – also etwa der «fundleeren» Zwischenzone entsprechend – mit berechtigten Vorbehalten vorgenommen werden. Das Fehlen des Bohrkernstückes ist durch die schwierige Bohr- und Entnahmetechnik in den dort vorhandenen zähplastischen Sedimenten bedingt. Schliesslich konnte zwischen 3.03 m und 3.00 m ein vereinzelter

Sillexsplitter festgestellt werden. Das Auftreten von Ziegelfragmenten(?) zwischen 1.17–1.12 m und 0.77–0.73 m lässt für die hangenden Sedimente auf rezente Einwirkungen schliessen.

Wie bereits oben erwähnt, zeigte sich in einer Tiefe zwischen 4.21 m und 4.04 m eine Fundkonzentration an der Bohrkernoberfläche (Abb. 6). Die dreidimensionale Aufnahme der Funde ergibt für diesen Tiefenbereich eine dichte, horizontale Fundverteilung (Abb. 7), in der neben Faunaresten auch zwei schwarz patinierte Sillexartefakte (Abb. 8,2) sowie zwei plattenartige Felsgesteinfragmente aus ortsfremdem Material enthalten sind (Gesteinsbestimmung M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer, vgl. Abb. 9). Ohne an dieser Stelle auf ihre mögliche Funktion einzugehen, muss für diese allochthonen Felsgesteinstücke eine anthropogene Einbringung in Betracht gezogen werden. Diese Annahme wird durch die Tatsache unterstützt, dass

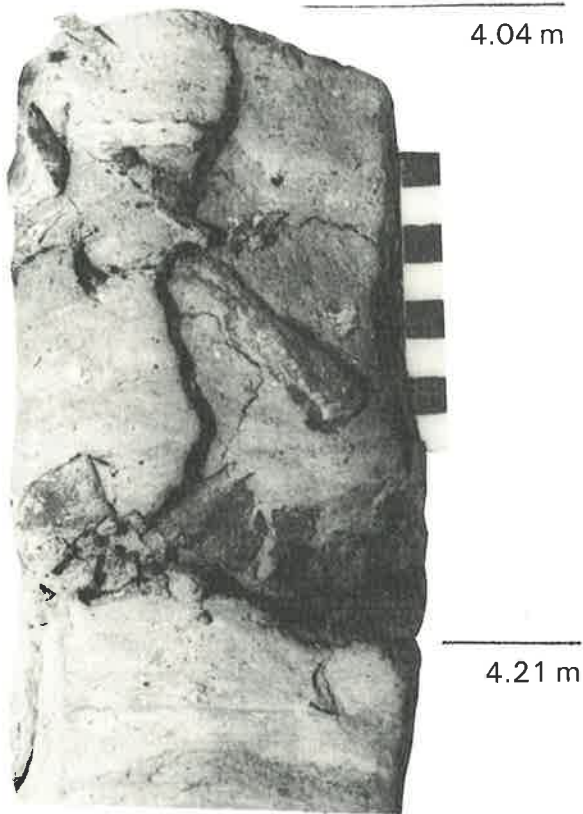


Abb. 6: Bohrung B2. Bohrkernausschnitt zwischen 4.21 m und 4.04 m mit Fundkonzentration an der Oberfläche, nach den Präparationsarbeiten (Foto A. Cueni).

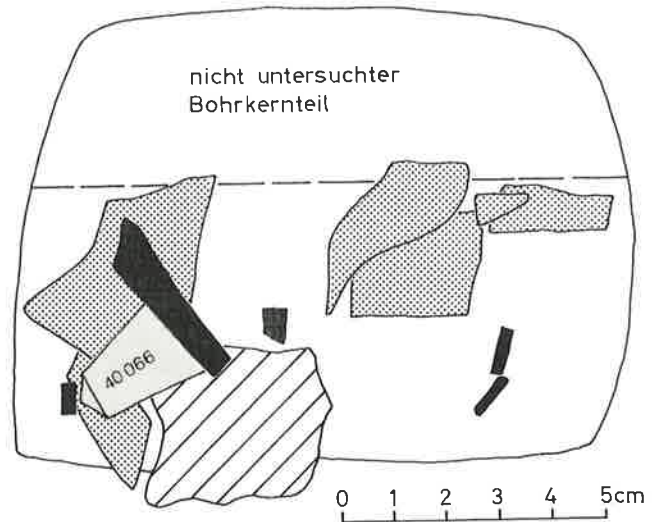
die auch in Bohrung B4 und B7 nachgewiesenen Felssteinfragmente immer im Zusammenhang mit archäologischen Funden auftreten.

Die meisten Silexartefakte aus B2 besitzen eine grau-olive bis schwarze Patina, wie solche auch an Silexartefakten aus feuchten Sedimenten neolithischer Seeufer-siedlungen bekannt sind. Die dunkle Patina unterscheidet sich in ihrer Farbe klar von den patinierten Exemplaren aus Bohrung B1. Die vertikale Verteilung der patinierten Silexartefakte in B2 erstreckt sich regelmässig zwischen 5.67 m und 4.04 m. Wie in Bohrung B1 besitzen alle rezent unbeschädigten Silexartefakte scharfe Kanten. Kryoretuschen und Reste von anhaftendem Sinter etc. sind nicht vorhanden. Im Fundinventar aus Bohrung B2 gibt allein das Fragment einer fein retuschierten Lamelle (Rückenmesser?) (Abb. 8,3) einen Hinweis auf die mögliche Zugehörigkeit in das späte Jungpaläolithikum. Sonst sind lediglich ein durch seine Grösse auffallender Kortexabschlag (Abb. 8,1) und das mediale Fragment einer Klinge (Abb. 8,2) zu erwähnen.

10.3.3. Bohrung B3 (Abb. 11; 12)

Die am weitesten vom östlichen Höhleneingang entfernte Bohrung B3 (Abb. 1) wurde bis in eine Tiefe von 9.90 m geführt. Das Fundinventar dieser Bohrung um-

BOHRUNG B2: 4.04 - 4.08m



BOHRUNG B2: 4.08 - 4.12m

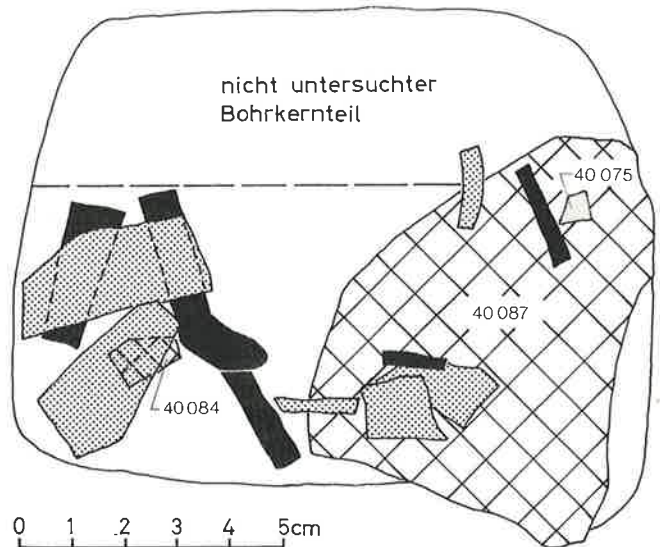


Abb. 7: Bohrung B2. Detailuntersuchung im Labor (Bergungsphase 3). Bohrkernquerschnitte mit horizontaler Fundverteilung. Schwarz: Holzreste; grob gerastert: Faunareste; fein gerastert: Silexartefakte; schraffiert: Kalkstein; kreuzweise schraffiert: ortsfremde Felsgesteine.

fasst lediglich 4 Silexartefakte aus den Bergungsphasen 1 und 2. Die dadurch nicht näher stratifizierbaren Artefakte stammen aus einem obersten Sedimentbereich zwischen 1.80 m und 0.00 m. Neben drei unpatinierten Exemplaren ist ein hell patiniertes Lamellenfragment (Inv. 40034) vorhanden, welches zudem mit anhaftendem Material (Mangan?, Eisenkonkretion?) versehen ist, wie dies bisher nur bei den Silexartefakten aus der höh-

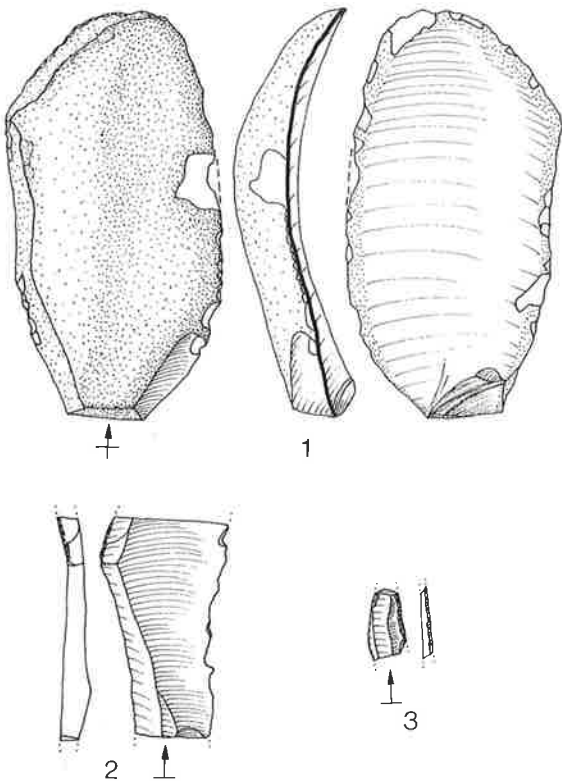


Abb. 8: Bohrung B2. Silexartefakte: 1 Kortexabschlag mit modernen Beschädigungen (weiss belassene Flächen), 2 Klingenfragment, 3 kantenret. Lamelle (Rückenmesser?). M. 1:1.

Bohrtiefe (m) OK: 433.25 m ü.M.	Inv.Nr.	Klassifikation	Bergungsphase
3.20-4.20	40025	Kortexabschlag* (Abb. 8,1)	1
4.20-5.10	40029	Abschlag(?)*	1
5.00-5.90	40177	Splitter*	2
0.73-0.77	40145a	2 Ziegelfragmente(?)	4
1.12-1.17	40146	6 Ziegelfragmente(?)	4
3.00-3.03	40220	Splitter	4
4.04	40066	Klinge (Fragm.) (Abb. 8,2)	3
4.08	40075	Abspliss	3
4.82-4.85	40221	Splitter	4
5.08-5.13	40156	Abspliss*	4
5.17-5.22	40222	6 Splitter	4
5.17-5.22	40222	1 Abspliss	4
5.26-5.30	40158	kantenret. Lamelle (Rückenmesser?)* (Abb. 8,3)	4
	40159	Splitter	4
5.30-5.35	40223	Splitter	4
5.64-5.67	40163	2 Splitter	4
5.70-5.74	40164	Splitter	4
4.10-4.12	40084	Felsgestein* (Dolomitsandstein)	3
4.12-4.16	40087	Felsgestein* (alpiner Kalk, Echinodermenbrekzie)	3
5.17-5.22	40222a	2 Felsgesteinstücke* (Karbonatschiefer)	4

Abb. 9: Inventarliste der aus Bohrung B2 stammenden archäologischen Funde. * = Objekte mit rezenten Beschädigungen.

lennahen Bohrung B1 beobachtet werden konnte. Es ist anzunehmen, dass diese Silexartefakte aus rezent aufgeschüttetem Material stammen. Das Vorkommen eines parallelseitigen (Abb. 11,1) und eines einfachen Rückenmessers (Abb. 11,2) machen es wahrscheinlich, dass dieser oberste Sedimentteil mit Resten von ursprünglich höhlennah abgelagerten jungpaläolithischen Fundschichten angereichert ist.

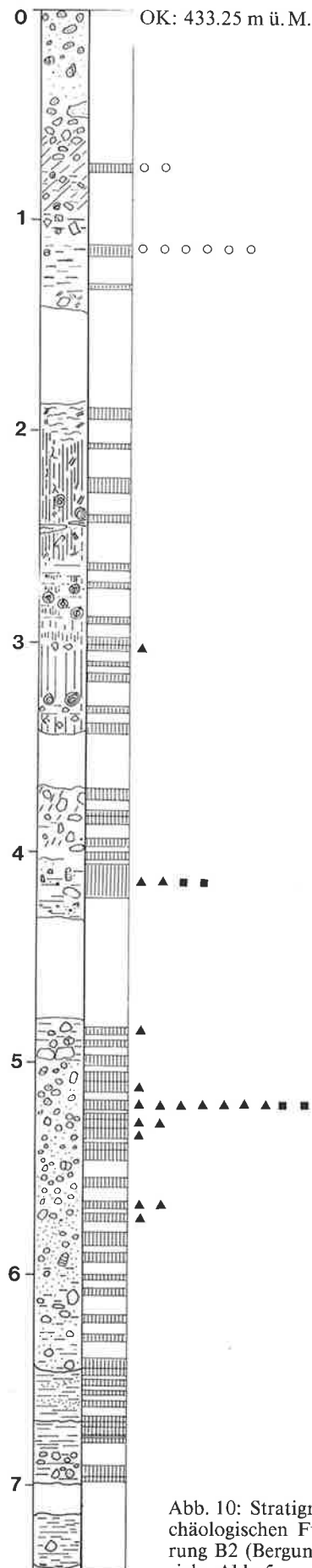


Abb. 10: Stratigraphische Verteilung der archäologischen Funde (>1 mm) in der Bohrung B2 (Bergungsphasen 3 und 4). Legende siehe Abb. 5.

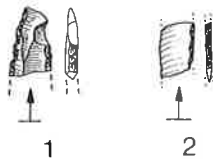


Abb. 11: Bohrung B3. Silexartefakte: 1 parallelseitiges Rückenmesser 2 einfaches Rückenmesser. M. 1:1.

Bohrtiefe (m) OK: 433.18 m ü.M.	Inv.Nr.	Klassifikation	Bergungs- phase
0.00-1.80	40033	parallelseitiges Rückenmesser* (Abb. 11,1)	1
	40034	Lamelle (Fragm.)	1
0.00-1.40	40179	einfaches Rückenmesser (Fragm.) (Abb. 11,2)	2
	40179	Abspliss	2

Abb. 12: Inventarliste der aus Bohrung B3 stammenden archäologischen Funde. * = Objekt mit rezenter Beschädigung.

10.3.4. Bohrung B4 (Abb. 13; 14)

Die Bohrung B4 wurde ausserhalb des Höhleneingangsbereiches angebracht und liegt in nördlicher Richtung etwa 18 m von Bohrung B1 entfernt (Abb. 1). Die Distanz zur Felswand beträgt 5.00 m. Im Fundinventar sind neben zwei Silexartefakten mehrere z.T. plattig ausgebildete Felsgesteinfragmente aus ortsfremdem Material vorhanden (Gesteinsbestimmung M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer, vgl. Abb. 13), deren Auftreten wiederum im Zusammenhang mit anthropogenen Aktivitäten gesehen werden kann. Das Vorkommen der Silexartefakte und Felsgesteinfragmente beschränkt sich auf eine Tiefe zwischen 4.35 m und 3.82 m und signalisiert somit das Vorhandensein eines klar abgrenzbaren Fundhorizontes von etwa 0.50 m Mächtigkeit (Abb. 14). Nun lässt aber der moderne Eisennagel bei 2.40 m sowie das Ziegelfragment(?) bei 4.00–3.95 m auf eine moderne Störung der Sedimente schliessen, welche zumindest auch den oberen Teil des vorher erwähnten Fundhorizontes erfasst hat.

Einen Hinweis für die Zugehörigkeit der Silexartefakte und Felsgesteinfragmente zum Jungpaläolithikum gibt einzig die unpatinierte, modern stark beschädigte Klinge (Inv. 40342). An den Silexartefakten sind weder Kryoretuschen noch anhaftende Reste von Sinter etc. vorhanden.

Bohrtiefe (m) OK: 433.27 m ü.M.	Inv.Nr.	Klassifikation	Bergungs- phase
2.40	40220a	moderner Eisennagel	4
3.95-4.00	40331b	Ziegelfragment(?)	4
3.95-4.00	40341	Abspliss*	4
4.30-4.35	40342	Klinge* (2 Fragm. wohl zusammengehörend)	4
3.82-3.86	40331a	6 Felsgesteinstücke* (kristalliner Schiefer)	4
4.20-4.25	40332a	6 Felsgesteinstücke* (Gneis)	4
4.30-4.35	40334a	7 Felsgesteinstücke* (Gneis)	4

Abb. 13: Inventarliste der aus Bohrung B4 stammenden archäologischen Funde. * = Objekte mit rezenten Beschädigungen.

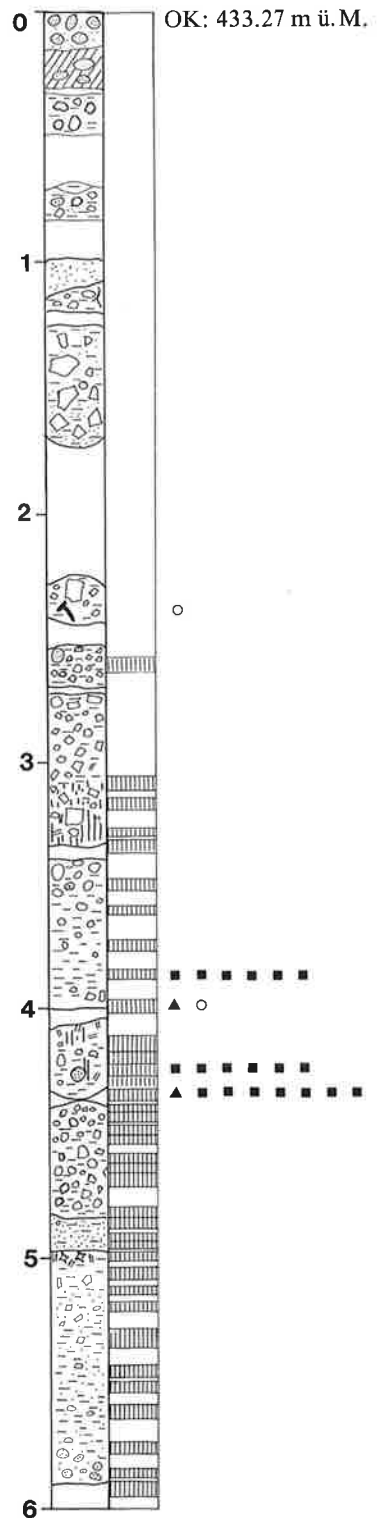


Abb. 14: Stratigraphische Verteilung der archäologischen Funde (> 1 mm) in der Bohrung B4 (Bergungsphase 4). Legende siehe Abb. 5.

Bohrtiefe (m) OK: 433.38 m ü.M.	Inv.Nr.	Klassifikation	Bergungs- phase
0.95	40346a	Glasfragment (grünes Flaschenglas)	4

Abb. 15: Inventar des aus Bohrung B5 stammenden Fundes.

10.3.5. Bohrung B5 (Abb. 15)

Die etwa 1.00 m ausserhalb der Grabung Heierli 1902/03 liegende Bohrung B5 (Abb. 1) ergab ausser dem Fragment eines grünen Flaschenglases in 0.95 m Tiefe keine weiteren Funde. Anhaltspunkte für das Vorhandensein steinzeitlicher Fundzonen können somit für die Bohrung B5 nicht gegeben werden. Das moderne Glasfragment belegt für die hangenden Schichten Einwirkungen neueren Datums.

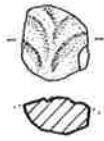
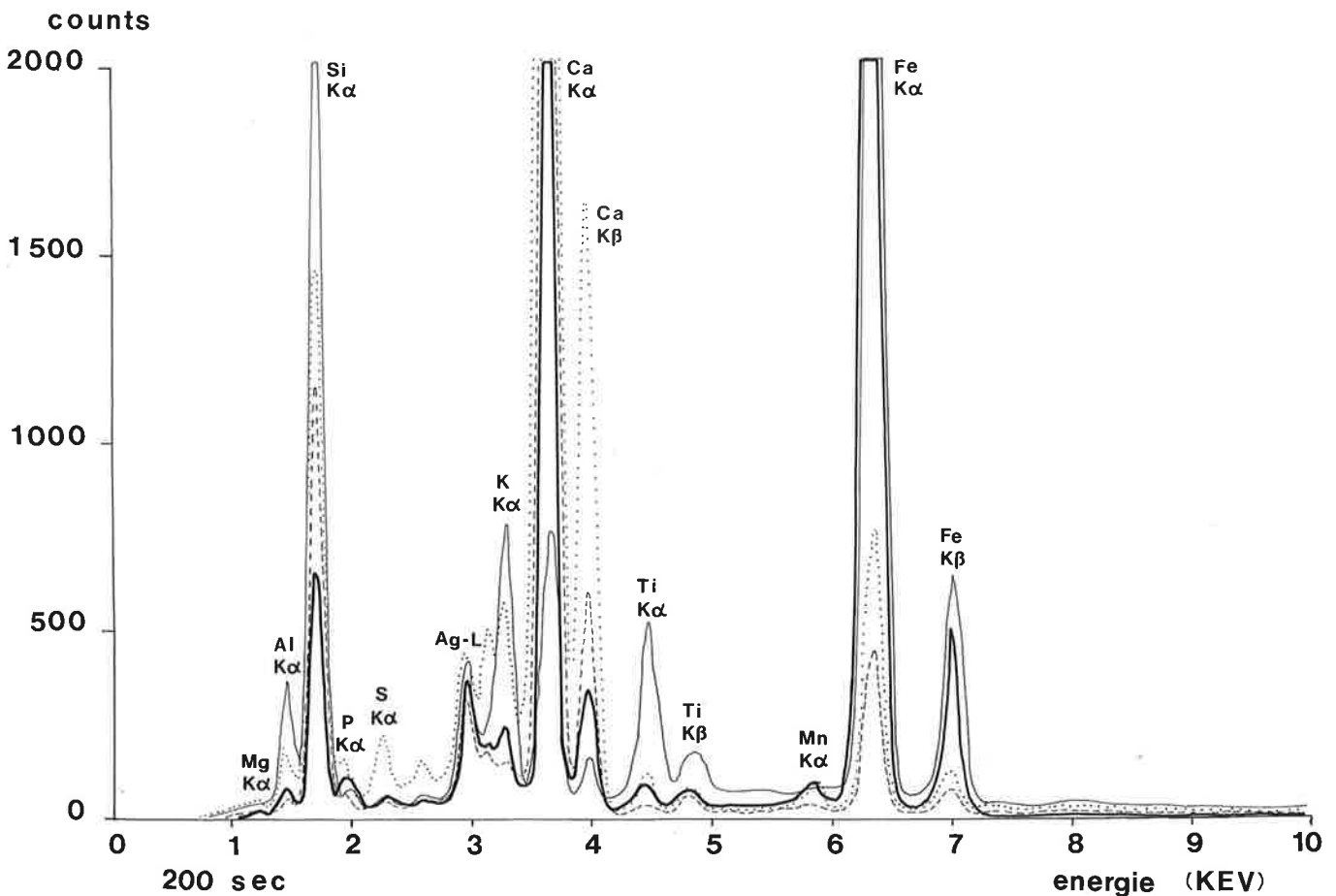


Abb. 16: Bohrung B6. Unbestimmbares Fundobjekt. M. 1:1.

10.3.6. Bohrung B6 (mit einem Beitrag von W.B. Stern) (Abb. 16–19)

Die Bohrung B6 wurde in Richtung Süden gegen den Bahndamm angelegt (Abb. 1) und erreichte eine maximale Tiefe von 7.60 m.

Im Hangenden des Bohrkernes belegen mehrere Ziegelfragmente(?) und ein Glasstück zwischen 1.05 m und 0.80 m rezente Einwirkungen. Die spärlichen urgeschichtlichen Funde aus dem restlichen Profilteil bestehen aus einem Silexsplitter in 4.05–4.00 m Tiefe und einem aus Bergungsphase 1 stammenden und daher nicht genau stratifizierbaren Lamellenfragment (Inv. 40044) mit dunkelgrau-oliver Patina, welche auch an Silexartefakten aus der Bohrung B2 vorkommt. Etwa 0.80 m unterhalb des oben erwähnten Silexsplitters (Inv. 40372) kam in Bergungsphase 4 ein kleines Objekt zum Vorschein, welches vorerst als mögliches Keramikfragment interpretiert wurde (Abb. 16). Die von verschiedener Seite geäusserten Zweifel über diese Deutungsmöglichkeit veranlassten uns, dasselbe genauer untersuchen zu lassen. Freundlicherweise übernahm W.B. Stern, Geochemisches Labor, Mineralogisch-petrographisches Institut



KESSLER 13- 1 K2 NOF, 25/7/86

Abb. 17: Röntgenspektrogramm nach W.B. Stern.
 ——— 40373 unbestimmbares Objekt
 ——— 40054 Keramik aus B7

..... 40387a Molassesandstein aus B7
 - - - - 40379a Kalksandstein aus B7
 Ag-L = Spektrum der anregenden Silber-Röntgenröhre.

Inv.Nr.	Objekt	Si	Al	Fe	Ca	K	Ti	Mn
40373	unbestimmbares Objekt	**	*	****	**	*	*	**
40054	Keramik aus B7	****	***	****	*	***	***	*
40387a	Molassesandstein aus B7	***	**	**	****	**	*	**
40379a	Kalksandstein aus B7	***	*	**	***			

Abb. 18: Qualitative Übersicht über sieben chemische Haupt- und NebenkompONENTEN (Zerstörungsfreie EDS-XFA) nach W.B. Stern. **** = viel, * = wenig.

Bohrtiefe (m) OK: 432,95 m ü.M.	Inv.Nr. Klassifikation	Bergungs- phase
0.80	40355 3 Ziegelfragmente(?)	4
0.85	40355a 4 Ziegelfragmente(?)	4
1.05	40355b Glasfragment (grünes Flaschenglas)	4
4.00-5.00	40044 Lamelle*	1
4.00-4.05	40372 Splitter	4
4.82-4.85	40373 unbestimmbares Fundobjekt (Abb. 16)	4

Abb. 19: Inventarliste der aus Bohrung B6 stammenden archäologischen Funde. * = Objekt mit rezenter Beschädigung.

der Universität Basel, die entsprechenden Untersuchungen mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzspektrometrie (zur Methodik vgl. Riha und Stern 1982, 42–45), wofür wir nochmals herzlich danken. Das Ergebnis kann nach W.B. Stern wie folgt zusammengefasst werden:

Ausser dem fraglichen Objekt (Inv. 40373) wurde als Vergleich das Keramikfragment aus B7 (Inv. 40054) sowie ein Molassesandstein (Inv. 40387a) und ein Kalksandstein (Inv. 40379a) aus B7 untersucht. Im Röntgenspektrum (Abb. 17) wird deutlich, dass das Energiespektrum von Inv. 40373 im Vergleich zu dem Keramikfragment aus B7 Unterschiede aufweist. Inv. 40373 enthält (zu) viel Ca und zu wenig K, um gebrannten Ton nachzuweisen; ferner ist der Reflex von Si zu gering, während der Eisengehalt dieser beiden Proben ähnlich ist. Deutliche Unterschiede können im Vergleich mit den beiden Gesteinsproben festgestellt werden. Bei dieser Gegenüberstellung ist für Inv. 40373 der Reflex von Si wiederum zu gering ausgefallen, während die beiden Fe-Werte zu hoch sind. Die Reflexe von Ca sind hingegen auffallend tief. Ein weiterer Vergleich mit römischer Keramik, welche in Abb. 17 nicht aufgeführt ist, ergab ausser den angeglichenen Fe-Werten ein analoges Reflexbild wie die Keramik (Inv. 40054) aus dem Kesslerloch. Dadurch wird klar, dass Inv. 40373 weder als Keramik gedeutet werden darf noch dem untersuchten Felsgestein örtlicher Provenienz chemisch entspricht und somit vorläufig als unbestimmbares Objekt bezeichnet wird (vgl. auch Abb. 18).

Die zweigartige «Verzierung», welche bei Inv. 40373 ursprünglich entscheidend für die Deutung als Keramikfragment gedient hat, kann nach Meinung von M. Joos auch natürlich entstanden sein (Verwitterungsrinde?).

10.3.7. Bohrung B7 (Abb. 20–22)

Die Bohrung B7 liegt etwa 5.50 m südöstlich von Bohrung B1, mitten auf der Verbindungslinie zwischen B2 und B6 (Abb. 1).

Das im Vergleich zu B6 reichhaltige Fundinventar belegt für die Bergungsphasen 3 und 4 ein unteres Fundvorkommen zwischen 4.91 m und 4.81 m, welches durch eine 0.63 m mächtige fundleere Zone von einer höher gelegenen Fundregion zwischen 4.18 m und 3.71 m abgegrenzt wird (Abb. 22). Im oberen Bohrkernabschnitt sind bei 3.27–3.21 m und bei 0.90 m zwei weitere Fundvorkommen festzustellen. Obwohl zwei Bohrkernlücken zwischen 4.91 m und 3.21 m vorhanden sind, scheinen sich somit in diesem Bereich drei Fundhorizonte abgrenzen zu lassen.

Die Silexartefakte aus der Fundzone zwischen 4.91 m und 3.21 m besitzen mehrheitlich eine grau-olive bis schwarze Patina, während die Silexartefakte bei 0.90 m unpatiniert sind und anhaftende Reste eines dunklen Materials (Eisenkonkretionen?, Mangan?) aufweisen. Diese letzte Feststellung gilt auch für die Silexartefakte aus Bergungsphase 1 (1.50–0.00 m). Es ist wahrscheinlich, dass im hangenden Sedimentbereich, wie bei den benachbarten Bohrungen B2 und B6, moderne Einwirkungen stattgefunden haben.

Im Bereich der Fundzone zwischen 4.18 m und 3.21 m treten regelmässig auch ortsfremde, z.T. plattig ausgebildete Felsgesteinfragmente sowie ein kleiner Bergkristall(?) - Splitter auf (Materialbestimmung M. Joos und B. Wohlfarth-Meyer, vgl. Abb. 21). Für das Vorkommen der Felsgesteinfragmente dürfen wiederum anthropogene Einwirkungen verantwortlich gemacht werden.

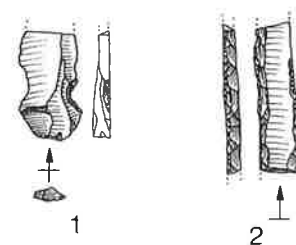


Abb. 20: Bohrung B7. Silexartefakte: 1 Lamelle mit Hohlkerbe, 2 parallelseitiges Rückenmesser. M. 1:1.

Bohrtiefe (m) OK: 433.16 m ü.M.	Inv.Nr.	Klassifikation	Bergungs- phase
0.00-1.50	40048	Lamelle (Fragm.) mit Hohlkerbe (Abb. 20,1)	1
	40049	Trümmer*	1
	40050	Klinge (Fragment)	1
	40050	Abspliss	1
	40050	Abspliss*	1
1.50-2.50	40052	Lamelle*	1
	40053	Abschlag*	1
	40054	Keramik Wandfragment	1
2.50-3.50	40056	parallelseitiges Rückenmesser (Fragm.) (Abb 20,2)	1
	40057	Lamelle*	1
	40057	Abspliss*	1
	40057	Klinge(?)*	1
0.90	40407	Abspliss*	4
	40407	Splitter	4
3.21-3.25	40408	Abspliss* (2 Fragm. wohl zusammengehörend)	4
	40408	Splitter	4
3.27	40409	Lamelle (Fragm.)	4
3.78-3.81	40410	Splitter	4
3.84-3.87	40411	Splitter (verbrannt)	4
3.95-3.98	40411a	Bergkristall(?) - Splitter	4
4.10-4.13	40412	Splitter	4
4.18	40196	Abspliss	3
4.81-4.84	40413	Abspliss	4
4.84-4.91	40207	Abspliss	3
3.21-3.25	40374a	Felsgestein* (Molassesandstein)	4
3.71-3.78	40378a	9 Felsgesteinstücke* (allochthoner Kalk)	4
3.78-3.81	40379a	4 Felsgesteinstücke* (plattiger Kalksandstein)	4
3.84-3.87	40381a	16 Felsgesteinstücke* (Molassesandstein)	4
4.08-4.10	40387a	6 Felsgesteinstücke* (Molassesandstein)	4
4.10-4.13	40388a	3 Felsgesteinstücke* (Molassesandstein)	4

Abb. 21: Inventarliste der aus Bohrung B7 stammenden archäologischen Funde. * = Objekte mit rezenten Beschädigungen.

Das Fundinventar aus der Fundzone zwischen 4.91 m und 3.21 m kann rückschliessend auf das aus Bergungsphase 1 (3.50–2.50 m) stammende Fragment eines parallelseitigen Rückenmessers (Abb. 20,2) dem Jungpaläolithikum zugeordnet werden.

Das unverzierte Wandfragment eines grobgemagerten Keramikgefässes aus Bergungsphase 1 (2.50–1.50 m) gibt uns einen Hinweis auf das Vorhandensein einer jüngeren prähistorischen(?) Fundzone, vorausgesetzt, dass in diesem Sedimentbereich keine Aufschüttungen mit altem Grabungsschutt stattgefunden haben.

10.4. Zusammenfassung der Ergebnisse (Abb. 23–25)

Für die zusammenfassende Auswertung können ausser den Silexartefakten auch die aus ortsfremden Rohmaterialien bestehenden Felsgesteinstücke einbezogen werden. Insgesamt sind 62 Felsgesteinfragmente vorhanden, welche aus den Bohrungen B2, B4 und B7 stammen (Abb. 23). Die Gesamtzahl der Silexartefakte beträgt 228 Stück. Der Hauptanteil der Silexartefakte (177 Stück = 77,6%) stammt aus Bohrung B1, welche im Bereich der Grabung Heierli 1902/03 angelegt wurde (Abb. 1) und dadurch für unsere Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt wird. Auffallend ist die hohe Silexartefaktmenge in B1 gegenüber den vergleichsweise spärlichen Silexvorkommen in den Bohrungen B2 bis B7 (Abb. 24), was auf eine unterschiedliche Befundsituation zwischen den bereits ausgegrabenen höhlennahen Sedimenten und den im angrenzenden östlichen Vorplatzbereich liegenden Sedimenten hinweist. Das Vorkommen der restlichen Silexartefakte konzentriert sich hauptsächlich auf die Bohrungen B2

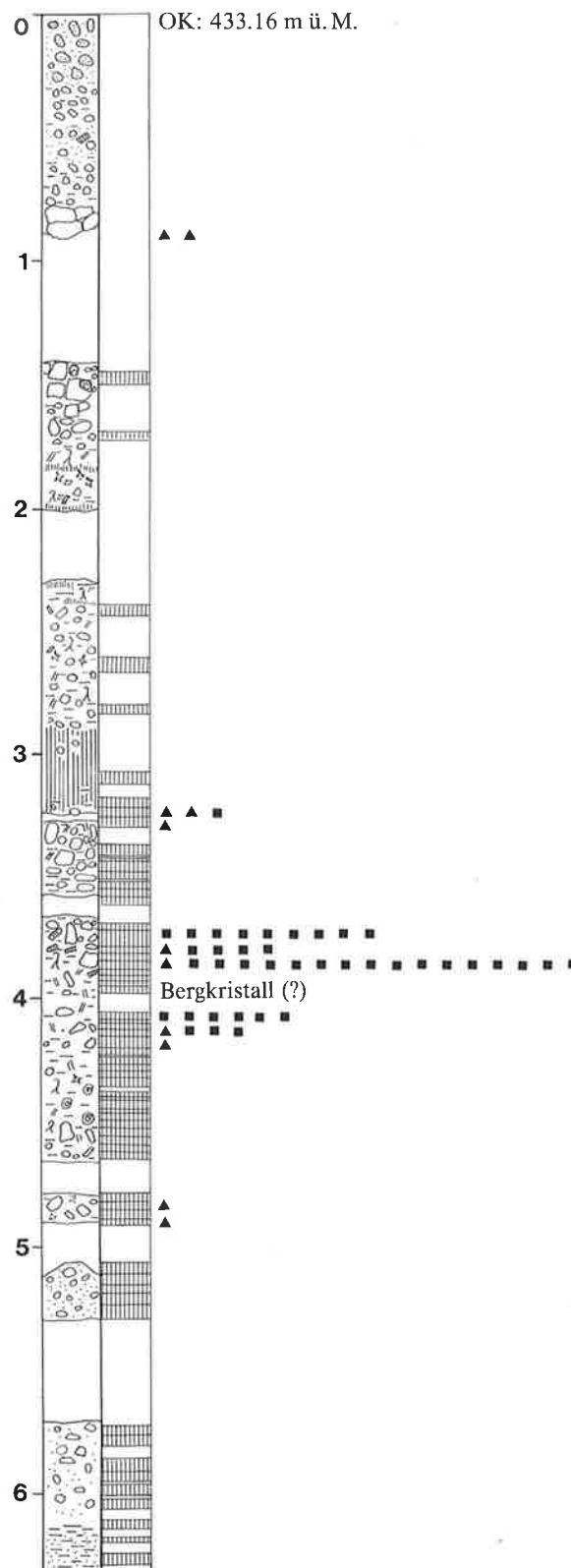


Abb. 22: Stratigraphische Verteilung der archäologischen Funde (> 1 mm) in der Bohrung B7 (Bergungsphasen 3 und 4). Legende siehe Abb. 5.

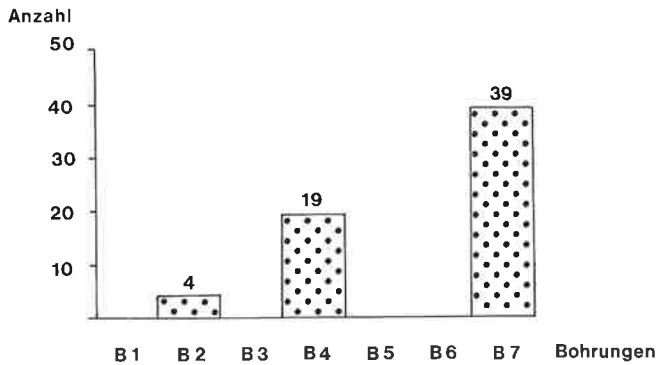


Abb. 23: Vorkommen und Häufigkeit der vermutlich anthropogen eingebrachten Felsgesteinfragmente (>1 mm) in den einzelnen Bohrkernen (Bergungsphasen 3 und 4).

und B7 (Abb. 24). Unter Berücksichtigung der Felsgesteinfragmente in B4 stehen uns somit für die Rekonstruktion der stratigraphischen Verhältnisse in erster Linie die Bohrungen B2, B4 und B7 zur Verfügung. Die Bohrungen B3, B5 und B6 lieferten keine oder nur spärliche archäologische Funde, um dementsprechend ausgewertet werden zu können. Als Grundlage für einen stratigraphischen Rekonstruktionsversuch eignet sich, wie bei den Faunaresten (Kap. 9.3., Abb. 16), das schematische Profil auf der Linie der Bohrpunkte B6–B7–B2–B5–B4 am besten (Abb. 25). Damit ist auch eine Vergleichsmöglichkeit zu der stratigraphischen Verteilung der Faunaresten gegeben.

Auf Abb. 25 ist klar ersichtlich, dass in B2, B4 und B7 jeweils eine unterschiedlich mächtige Fundzone im unteren Profiltail vorhanden ist, deren oberste stratigraphisch gesicherte Funde 4.20 m (B4), 3.00 m (B2) und 3.21 m (B7) unter der heutigen Geländeoberfläche liegen. In B2 und B7 kann innerhalb dieser Fundzone eine Unterteilung in mehrere, durch fundleere Abschnitte getrennte Fundeinheiten angenommen werden. Die vorhandenen Bohrkernlücken und die spärlichen stratigraphisch gesicherten Funde gestatten uns jedoch nicht, eine Feingliederung mit der notwendigen Beweiskraft durchzuführen. Dadurch kann auch ein Korrelationsversuch mit den bekannten Schichtverhältnissen der Grabung Heierli 1902/03 nur unter Berücksichtigung der faunistischen Untersuchungsergebnisse versucht werden. Es scheint uns aber sicher, dass die besonders in B2 festgestellte Fundzonenmächtigkeit von 2.74 m(!) die Vorliegen grösserer Grabungsflächen eine Unterteilung in mehrere Fundhorizonte erfahren wird. Wir beschränken uns demnach auf die Erkenntnis über das Vorhandensein einer bemerkenswert mächtigen und deutlich erkennbaren Fundzone (Abb. 25; Fundzone B), welche sich anschliessend an die Grabung Heierli 1902/03 über einen grossen Teil des östlichen Höhlenvorplatzes ausdehnt (Abb. 1). Wie die angebohrte Konzentration von Geweihresten (Rothirsch und Rentier; vgl. Kap. 9.2.2.), Silexartefakten und Felsgesteinfragmenten in B2 zeigt, dürfte diese Fundzone auch lokal begrenzte Befunde aufweisen. Die zeitli-

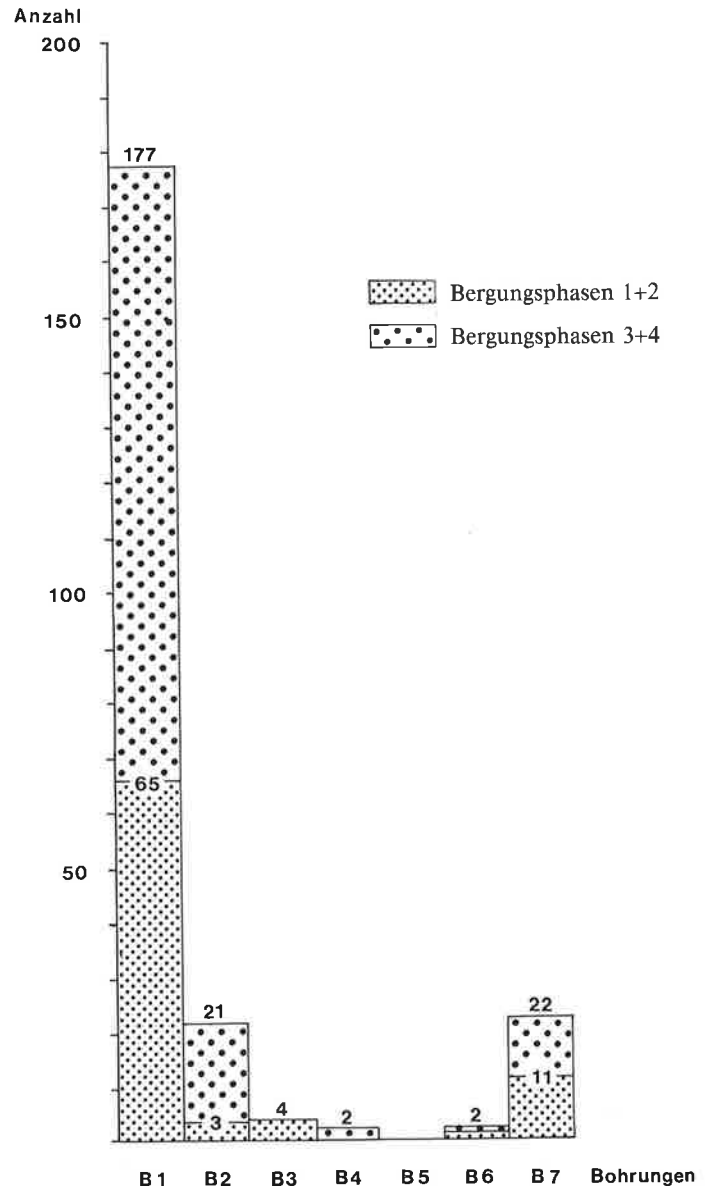


Abb. 24: Vorkommen und Häufigkeit der Silexartefakte (>1 mm) in den einzelnen Bohrkernen.

che Einordnung des Fundhorizontes kann vor allem durch das Rückenmesser aus B7 in das Jungpaläolithikum vorgenommen werden.

Im Hangenden der Bohrungen B2, B4, B5 und B6 sind rezente Funde vorhanden (Abb. 25; Fundzone A), deren Vorkommen auf moderne Störungen und/oder Auffüllungen zurückzuführen sind, welche zumindest teilweise während der Grabung Heierli 1902/03 verursacht wurden (vgl. diesbezügliche Bemerkungen in Heierli 1907, 29, 31). In B4 reicht ein vereinzelter jüngerer Fund (Ziegel?) bis in die Tiefe der jungpaläolithischen Fundzone, so dass auch ausserhalb des Areals der Grabung Heierli 1902/03 mit tiefreichenden, modernen Störungen zu rechnen ist, vorausgesetzt dieses Objekt wurde nicht durch den Bohrvorgang in seine heutige Lage gebracht.

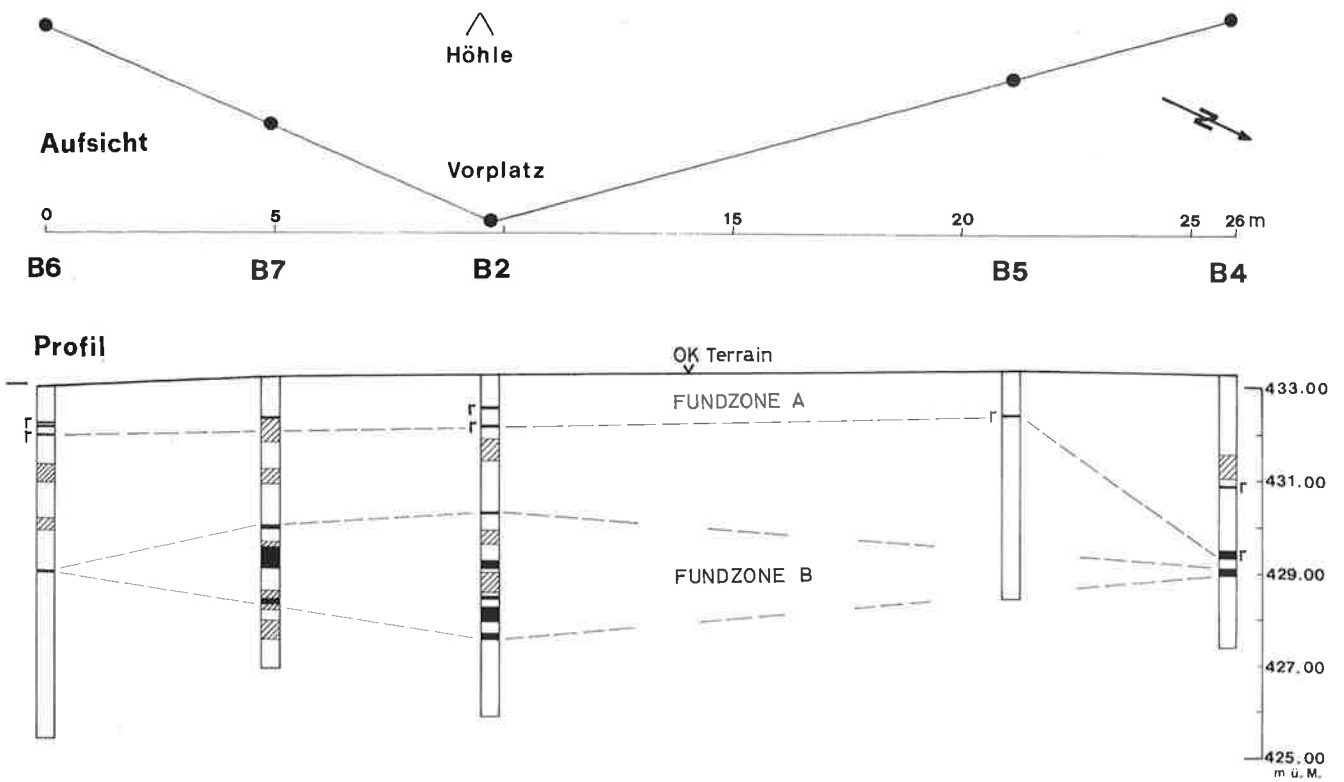


Abb. 25: Darstellung der Fundzonen in den Bohrungen B6, B7, B2, B5 und B4 aufgrund der archäologischen Funde aus den Bergungsphasen 3 und 4. Schwarz: Fundvorkommen; schraffiert: Bohrkernlücke; r: rezenter Fund.

10.5. Literatur

Bandi, H.G. (1947) Die Schweiz zur Rentierzeit. Frauenfeld.
Hahn, J. (1977) Aurignacien, das ältere Jungpaläolithikum in Mittel- und Osteuropa. Fundamenta A/9. Köln, Wien.
Heierli, J. (1907) Das Kesslerloch bei Thaingen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. 43, Zürich.

Riha, E. und Stern, W.B. (1982) Die römischen Löffel aus Augst und Kaiseraugst. Archäologische und metallanalytische Untersuchungen. Forschungen in Augst 5, Augst.

11. Radiocarbonatierungen

Trudi Riesen und Jürg Sedlmeier

Résumé. 9 échantillons ont été prélevés pour les datations au ^{14}C . Ils proviennent des carottes de sondage B2 et B3, faites dans la zone est de la plateforme du Kesslerloch près de Thayngen/SH. La seule date obtenue pour le niveau du Paléolithique supérieur (B2) est manifestement trop jeune et doit être discutée. Tous les autres échantillons proviennent de la partie supérieure du remplissage et sont datés de l'Holocène.

(L. Ch.)

Abstract. Nine samples were taken for ^{14}C dating. They came from sondage cores B2 and B3, in the eastern zone of the platform of Kesslerloch, near Thayngen/SH. The only date obtained for the Paleolithic layer (B2) was clearly too young and must be disputed. All the other samples were from the upper part of the stratigraphy and were dated to the Holocene.

(A. G.)

11.1. Vorbemerkungen

Zur Bestimmung des absoluten Alters der Sedimente im östlichen Vorplatzbereich des Kesslerlochs wurden im Rahmen der vorhandenen Möglichkeiten ^{14}C -Datierungen an den Bohrkernen B2 und B3 durchgeführt (Abb. 1). Es versteht sich von selbst, dass die zur Verfügung stehenden Sedimentsäulen nur geringe Materialmengen lieferten und somit lediglich Einzeldatierungen mit approximativem Charakter vorliegen. Die ^{14}C -Datierungen müssen demnach als vorläufige Grundlage verstanden werden, welche bei einer zukünftigen systematischen Ausgrabung aufgrund befundbezogener Datenreihen überprüft werden muss (vgl. Jaguttis-Emden 1983). Insgesamt wurden neun Proben im C14-Labor des Physikalischen Instituts der Universität Bern bearbeitet, wofür an dieser Stelle gedankt sei. Bei allen Proben handelt es sich um unkalibrierte ^{14}C -Daten BP (before present, Bezugsjahr AD 1950). Bei der Geweihprobe B-3741 wurde der säureunlösliche Anteil (Kollagen) gemessen.

11.2. Bohrung B2 (Abb. 2; 3)

In B2 stand Material für insgesamt drei Proben zur Verfügung. Die zwei im hangenden Profilteil angelegten Proben bestehen aus Torf, die unterste Probe im Bereich eines steinzeitlichen Fundhorizontes besteht aus Geweih. Die zwei aus dem Torf gewonnenen und die am Geweih vorgenommene Datierung müssen jedoch in ihrem Ausgewert unterschiedlich beurteilt werden. Während die beiden Proben B-3840 und B-3599 für die hangenden Torfschichten ein holozänes ^{14}C -Alter glaubhaft nachweisen, bestehen für die Richtigkeit des Alters von Probe B-3741 ernsthafte Zweifel. Das vorliegende holozäne ^{14}C -Alter von 7680 ± 430 BP ist für diese Probe mit Sicherheit zu jung ausgefallen und müsste im Vergleich zu den nachgewiesenen Geweihresten vom Rentier spätglazialen Alters sein. Ein weiteres aussagekräftiges Argument für eine ältere Zeitstellung liefert die pollenanalytische Untersuchung (vgl. Kap. 6.3.), welche für diesen Sediment-

abschnitt eine Datierung in den jüngeren Teil der Ältesten Dryas ($> ca. 12\,500$ BP) zulässt.

Als Gründe für diese offensichtliche Abweichung vom wirklichen ^{14}C -Alter kann eine Kontamination der Sedimente durch die extremen Grundwasserverhältnisse in Betracht gezogen werden, welche ohne weiteres auch die Proben B-3840 und B-3599 beeinflusst haben könnten, dort aber in Ermangelung vergleichbarer Ergebnisse anderer Disziplinen nicht zu erkennen sind (vgl. Geyh 1971, 60ff.). Aber auch eine Vermischung mit jüngeren Geweihstücken kann nicht ganz ausgeschlossen werden, da zur Erreichung der benötigten Probenmenge zusätzliche Geweihfragmente aus Bergungsphase 1 und 2 (vgl. Kap. 10.2.) verwendet wurden.

Abschliessend sei zu dieser Problematik ein Hinweis gestattet, welcher grundlegende Fragen zur Rohmaterialwahl für ^{14}C -Proben aufwirft. Im Rahmen einer zur Zeit in Arbeit befindlichen Dissertation (Sedlmeier, in Vorbereitung) wurden vom C14-Labor des Physikalischen Instituts der Universität Bern vier Proben aus dem spätjungpaläolithischen Fundhorizont der Freilandstation Eremitage bei Rheinfeldern/AG bestimmt. Hier fällt auf, dass die Probe aus Rengeweih (B-4182: 9230 ± 70 BP) einen deutlichen Unterschied im ^{14}C -Alter gegenüber den aus dem gleichen Fundhorizont stammenden Proben mit Skelettknochen vom Rentier (B-4262: $12\,520 \pm 170$ BP) und vom Wildpferd (B-4183: $11\,600 \pm 120$ BP; B-4184: $11\,950 \pm 50$ BP) aufweist. Es stellt sich nun die Frage, ob die Ursache für diese erstaunlich hohe Abweichung im ^{14}C -Alter nicht primär bei dem sich unter zyklischen Wachstumsvorgängen bildenden Geweih gesucht werden muss. Eine Erklärung kann an dieser Stelle nicht gegeben werden, dafür müssten umfangreiche Vergleichsdatierungen zwischen Geweih und Skelettknochen derselben Individuen wie auch Laboruntersuchungen über die möglicherweise spezielle ^{14}C -Konzentration im Geweih durchgeführt werden. Diesbezügliche Ergebnisse würden vielleicht auch eine Erklärung für das ungewöhnliche ^{14}C -Alter von Probe B-3741 aus dem Kesslerloch geben.

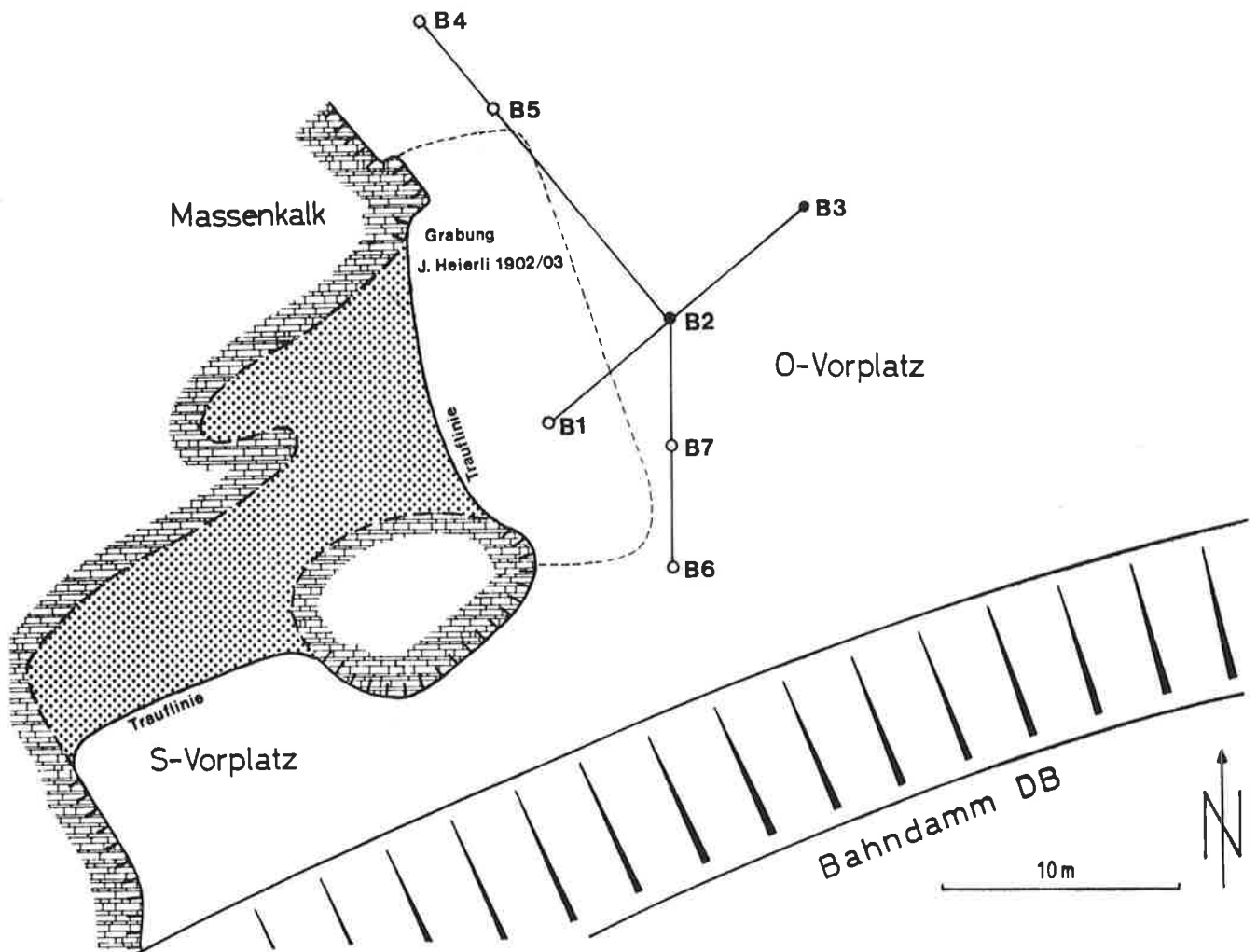


Abb. 1: Kesslerloch. Situation der Fundstelle mit der Lage der Bohrungen im östlichen Vorplatzbereich. Schwarzer Punkt: Bohrung mit ^{14}C -Datierung.

Labor Nr.	Tiefe (m)	^{14}C -Alter BP	Probenmaterial	Gewicht (g)	$\delta^{14}\text{C}$ (‰) (1)
B-3599	2.23-2.30	1360 ± 60	Torf	247 (feucht)	-156 ± 6
B-3840	3.02-3.09	3380 ± 80	Torf	233 (feucht)	-344 ± 6
B-3741	4.04-4.21 (3) 3.20-4.20 (3) 4.20-5.10 (3)	7680 ± 430	Geweih (Ren u. Hirsch)	120 (2) (trocken)	-616 ± 20

Abb. 2: Zusammenstellung der Radiocarbonaten aus der Bohrung B2. (1) nach Stuiver and Polach 1977; (2) Total 118 Geweihstücke, Erhaltung ausgezeichnet; (3) Bergungsphasen 1 und 2 (47 Geweihstücke).

Torfschichten zwischen 3.25 m und 4.60 m wurden zuerst zwei Proben analysiert. Nachdem die tieferliegende Probe B-3839 ein erheblich jüngeres ^{14}C -Alter aufwies als die etwa 0.80 m darüberliegende Probe B-3838, wurden nachträglich drei weitere Proben aus diesem Sedimentabschnitt entnommen (B-3883, B-3884 und B-3885), um eine mögliche Verwechslung erkennen zu können. Die beiden Nachdatierungen B-3884 und B-3885 bestätigten jedoch klar das frühere Ergebnis über das Vorhandensein einer jüngeren Torfschicht im Liegenden und einer höher gelegenen Torfschicht älteren(!) Datums. Die Probe B-3883 ergab 4170 ± 60 BP und lässt für den oberen Abschnitt der vorher erwähnten höher gelegenen Torfschicht ein «korrektes» ^{14}C -Alter vermuten.

Nachdem eine Verwechslung der Proben im Labor durch die Ergebnisse der Nachdatierungen ausgeschlossen werden kann, ist aus heutiger Sicht die Ursache für die inverse ^{14}C -Daten-Abfolge nur schwer erklärbar. Neben der Möglichkeit einer natürlichen Um- oder Verlagerung älterer Torfschichten kommt am ehesten die rezente Vermischung oder Verwechslung einzelner Bohrkernteile in Frage. Durch die hohe Wassersättigung der entsprechenden Torfschichten gestaltete sich die Entnahme derselben

11.3. Bohrung B3 (Abb. 4; 5)

Um die Sedimente in B3 zeitlich genauer erfassen zu können, wurden aus den verschiedenen Torfschichten insgesamt sechs Proben entnommen und datiert. Dabei ergab sich für die oberste Probe B-3837 ein ^{14}C -Alter von 960 ± 60 BP, welches für die hangende Torfzone eine subrezente Entstehung nachweist. Für die tieferliegenden

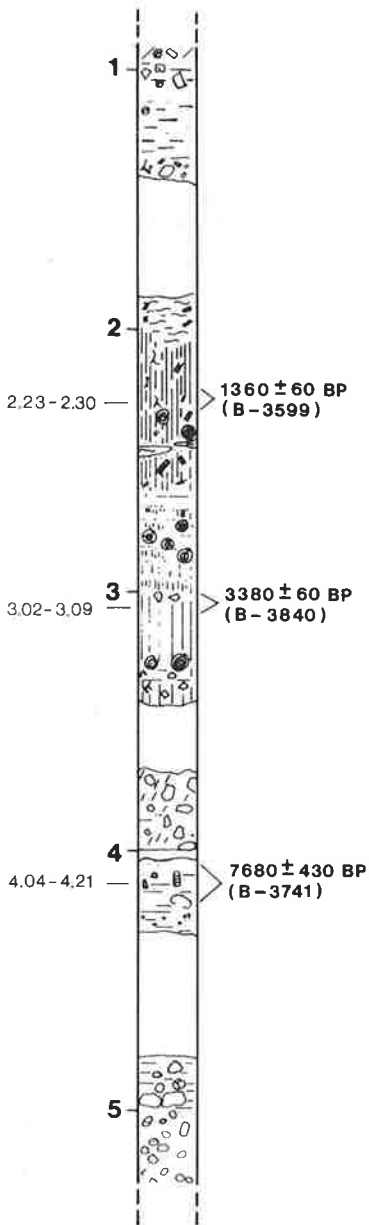


Abb. 3: Ausschnitt aus dem Bohrprofil B2 mit der Lage der ^{14}C -Datierungen. Legende zum Bohrprofil siehe Kap. 4., Abb. 3.

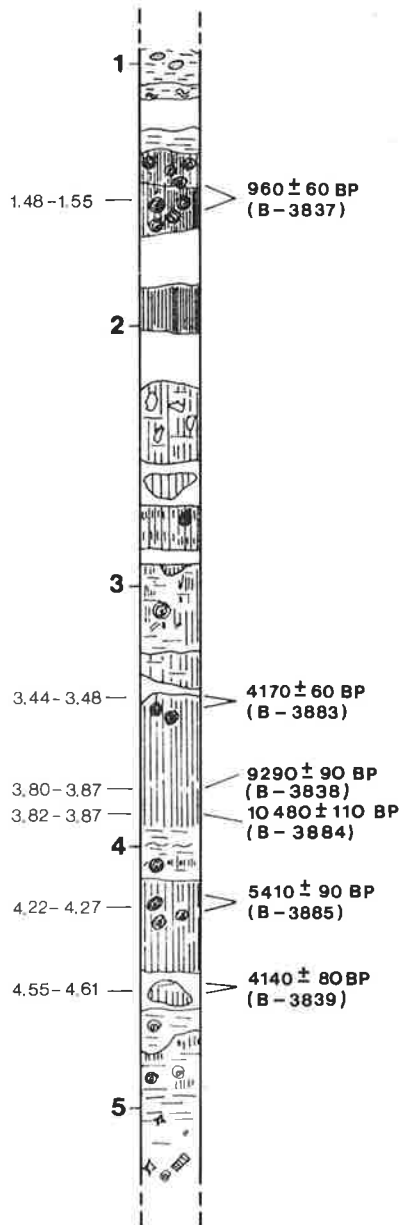


Abb. 4: Ausschnitt aus dem Bohrprofil B3 mit der Lage der ^{14}C -Datierungen. Legende zum Bohrprofil siehe Kap. 4., Abb. 3.

äusserst schwierig und führte teilweise sogar zum Verlust einzelner Bohrerkernteile (vgl. Kap. 4.3.1.).

Im Rahmen der pollenanalytischen Untersuchungen wird leider nur der unterste Teil der problematischen Torfschichten mit den beiden ^{14}C -Proben B-3885 und B-3839 erfasst und ergibt für diesen Sedimentabschnitt eine «Durchmischung von Materialien verschiedenen postglazialen Alters» (vgl. Kap. 6.4.). Auch die unterhalb der ^{14}C -datierten Torfschichten liegenden spätglazialen Sedimente weisen zwischen 8.17 m und 4.59 m mehrere «verunreinigte» Abschnitte auf. Damit wird auch durch die pollenanalytischen Ergebnisse eine Störung unbekannter Art unterhalb und im unteren Bereich der oben diskutierten inversen ^{14}C -Abfolge nachgewiesen.

Labor Nr.	Tiefe (m)	^{14}C -Alter BP	Probenmaterial	Gewicht (g)	$\delta^{14}\text{C}$ (‰)
B-3837	1.48-1.55	960 ± 60	Torf	260 (feucht)	-112 ± 6
B-3883	3.44-3.48	4170 ± 60	Torf	246 (trocken)	-405 ± 4
B-3838	3.80-3.87	9290 ± 90	Torf	216 (feucht)	-686 ± 3
B-3884	3.82-3.87	10480 ± 110	Torf	158 (trocken)	-729 ± 4
B-3885	4.22-4.27	5410 ± 90	Torf	284 (feucht)	-490 ± 5
B-3839	4.55-4.61	4140 ± 80	Torf	245 (feucht)	-403 ± 6

Abb. 5: Zusammenstellung der Radiocarbonaten aus der Bohrung B3. (1) nach Stuiver and Polach 1977.

11.4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt wurden neun Proben aus den Bohrkernen B2 und B3 ^{14}C -datiert. Eine genaue zeitliche Einordnung der jungpaläolithischen Fundzone in B2 konnte mittels der Geweihprobe B-3741 nicht erreicht werden. Das mit 7680 ± 430 BP zu jung ausgefallene ^{14}C -Alter steht im Gegensatz zur pollenanalytischen Datierung (Älteste Dryas). Als Vergleich zu den höhleninneren Fundschichten stehen uns zwei frühere Ergebnisse zur Verfügung, welche aus Knochenmaterial der Grabung Heierli 1902/03 gewonnen wurden (Albrecht 1982). Damit wird die im Liegenden angetroffene «gelbe Schicht III» auf $12\,970 \pm 180$ BP (B-3329) und die hangende «graue Kulturschicht» auf $11\,220 \pm 120$ BP (B-3327) datiert (vgl. Kap. 10.3.1.).

Die Analyse der Torfproben in B2 und B3 ergab klar eine holozäne Entstehung der verschiedenen Torfhorizonte, deren oberster Abschnitt bis in moderne Zeit hineinreichend scheint. Interessant ist der in B3 mit den Proben B-3838 und B-3884 erfasste Abschnitt, welcher – in Vernachlässigung der inversen Datenfolge – eine erste postglaziale Torfbildung repräsentiert.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass eine bereits früher durch das Kopenhagener C14-Laboratorium analysierte Torfprobe ein ^{14}C -Alter von 2890 ± 100 BP (940 ± 100 BC) ergab. Die Entnahmestelle befand sich in ca. 400 m Entfernung vom Kesslerloch im Fulach- oder Herblingental, die obere Begrenzung der Torfschicht lag in 1.70 m Tiefe (Guyan 1962).

11.5. Literatur

- Albrecht, G. (1982) Buchbesprechung: Die Kultur der Eiszeitjäger aus dem Kesslerloch. Publikation zur Ausstellung im Rosgarten-Museum Konstanz mit Beiträgen von H.G. Bandi, J. Bürgi, K. Gerhardt, H. Müller-Beck, E. Schmid. Konstanz 1977. JbSGUF 65, 239–240.
- Geyh, M.A. (1971) Die Anwendung der ^{14}C -Methode und anderer radiometrischer Datierungsverfahren für das Quartär. Clausthaler Tektonische Hefte 11. Clausthal-Zellerfeld.
- Guyan, W.U. (1962) Archäologischer Fundbericht: Thayngen, Bez. Reiat, SH. Fulachtal. JbSGUF 49, 47.

- Jaguttis-Emden, M. (1983) Die Radiocarbonatierung der Ausgrabung Petersfels. In: Albrecht, G., Berke, H. und Poplin, F. (Hrsg.), Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Magdalénien-Inventaren vom Petersfels, Grabungen 1974–1976. Tübinger Monograph. z. Urgesch. 8, 47–57.
- Sedlmeier, J. (in Vorber.) Jungpaläolithikum und Spätpaläolithikum in der Nordwestschweiz. Diss. Bern.
- Stuiver, M. and Polach, H.A. (1977) Discussion. Reporting of ^{14}C Data. Radiocarbon 19, 355–363.

12. Synthese

Jörg Schibler und Jürg Sedlmeier

12.1. Fragestellungen

Die sieben Sondierbohrungen im östlichen Vorplatzgelände des Kesslerlochs wurden durchgeführt, um abzuklären, ob in diesem Bereich noch intakte jungpaläolithische Fundschichten vorhanden sind, welche eine spätere Ausgrabung rechtfertigen würden. Diese Fragestellung war die Grundlage aller Untersuchungsmethoden, welche an den sieben Bohrkernen B1 bis B7 durchgeführt wurden. Somit waren die zwei wichtigsten Ziele aller Analysen das relative Alter der verschiedenen Sedimente zu bestimmen und abzuklären, ob sie nach ihrer Ablagerung ungestört blieben oder umgelagert wurden. Im folgenden werden die aus allen Untersuchungsmethoden resultierenden Antworten auf diese Fragen kurz vorgestellt.

12.2. Ergebnisse (Abb. 1; 2)

12.2.1. Rezent gestörte Sedimentbereiche

12.2.1.1. Bohrung B1

Unsere Untersuchungsmethoden lieferten für die Bohrung B1 das erwartete Ergebnis, dass in diesem Bereich, unmittelbar beim östlichen Höhleneingang (vgl. Kap. 10., Abb. 1) fundreicher Grabungsschutt vorhanden ist. Diese erste Sondierbohrung wurde absichtlich in dem von Heierli 1902/03 angelegten Grabungsareal plaziert, um eine Vergleichsbasis für den rezenten Grabungsschutt zu erhalten. Das jungpaläolithische Alter des umgelagerten Sediments in B1 konnte ausschliesslich aufgrund der darin gefundenen Silexartefakte nachgewiesen werden (vgl. Kap. 10.3.1.). Der Zustand und die Verteilung der Knochenbruchstücke (Kap. 9.2.1.) sowie das Vorkommen von zwei Glassplittern (Kap. 10.3.1.) in einer Tiefe von 2.04–2.26 m zeigen, dass das Sediment rezent umgelagert wurde.

12.2.1.2. Bohrung B5

Von den übrigen sechs Bohrungen lieferte vor allem die Bohrung B5 Anzeichen dafür, dass man darin bis in tiefere Lagen gestörte Sedimente angebohrt hatte. Die optischen Untersuchungen erbrachten eine inhomogene Zusammensetzung der Sedimente, welche an die Verhältnisse aus der Bohrung B1 erinnert. Zudem konnte mit Hilfe der optischen Untersuchungen keine Unterteilung des Profils in verschiedene Abschnitte vorgenommen werden, wie dies in den Bohrungen B2, B3, B4, B6 und B7 der Fall war (Kap. 5.6.6.3.).

Mit Hilfe der Pollenanalyse liess sich der Abschnitt zwischen 4.08 m und 4.95 m ins Spätglazial datieren,

jedoch konnten darin auch einige Verunreinigungen aus jüngeren Zeitabschnitten beobachtet werden (Kap. 6.5.). Die Verteilung der Knochenfragmente in der Bohrung B5 lässt sich nicht mit derjenigen der übrigen Bohrungen vergleichen; offensichtlich ist nur zwischen 4.00 m und 4.35 m eine intakte Fundzone vorhanden. Da die Bohrung B5 nur bis in eine Tiefe von 4.96 m reicht, lässt sich nicht ausschliessen, dass noch tiefer gelegene Fundzonen in B5 vorhanden wären. Die obere Grenze der offenbar intakten Fundzone bei 4.00 m in B5 fällt mit der geschätzten, von Heierli 1902/03 erreichten Grabungstiefe (Kap. 10.3.1.) zusammen. Berücksichtigt man die Lage von B5, nahe an der nicht genau definierbaren Grenze des Grabungsareals von Heierli, so darf man vermuten, dass die Bohrung B5 ebenfalls noch innerhalb des Grabungsfeldes angelegt wurde. Es wäre auch denkbar, dass B5 genau im Randbereich der Grabung Heierli 1902/03 liegt. Da der alte Grabungsrand sicher keine absolut senkrechte Wand darstellte, könnte eine wechselnde Abfolge von Grabungsschutt und intakten Sedimentresten angebohrt worden sein. Unabhängig davon trifft man im Bereich von B5 unterhalb einer Tiefe von 4.00 m auf mehr oder weniger intakte, spätglaziale Fundschichten, wie die Ergebnisse der Pollenanalyse und die Verteilung der Faunaresten zeigen.

12.2.1.3. Bohrungen B2 bis B7

In den Bohrungen B2 bis B7 fanden sich jeweils in den obersten Sedimentabschnitten Anzeichen auf eine rezent Beeinflussung. Für die Bohrungen B3, B6 und B7 sind diese rezenten Störungen bis in eine maximale Bohrtiefe von 1.80 m (B3) zu beobachten (vgl. Abb. 1; 2). Da in den Bohrungen B3 und B7 in diesem obersten Sedimentpaket auch Silexartefakte gefunden wurden (Kap. 10.3.3. und 10.3.7.), liegt der Schluss nahe, dass im östlichen Vorplatzgelände mehr oder weniger flächendeckend alter Grabungsschutt abgelagert worden ist. Für die Bohrung B2 lassen die Verteilung und der Rundungsgrad der Knochenfragmente vermuten, dass sich der oberste, rezent gestörte Sedimentbereich sogar bis mindestens in eine Bohrtiefe von 2.40 m ausdehnt (Kap. 9.2.2.).

Wie im Kapitel 12.2.1.2. bereits ausgeführt, liegen für die Bohrung B5 Anzeichen vor, dass sie bis in eine Bohrtiefe von mindestens ca. 4.00 m rezent gestört sein könnte.

In der Bohrung B4 machen die Funde eines Nagels (2.40 m) und eines Ziegelfragments (4.00 m) rezente oder doch mindestens in frühgeschichtlicher Zeit (Ziegel) erfolgte Störungen bis in eine Bohrtiefe von 4.00 m wahrscheinlich. Auch wenn an der primären Fundlage des

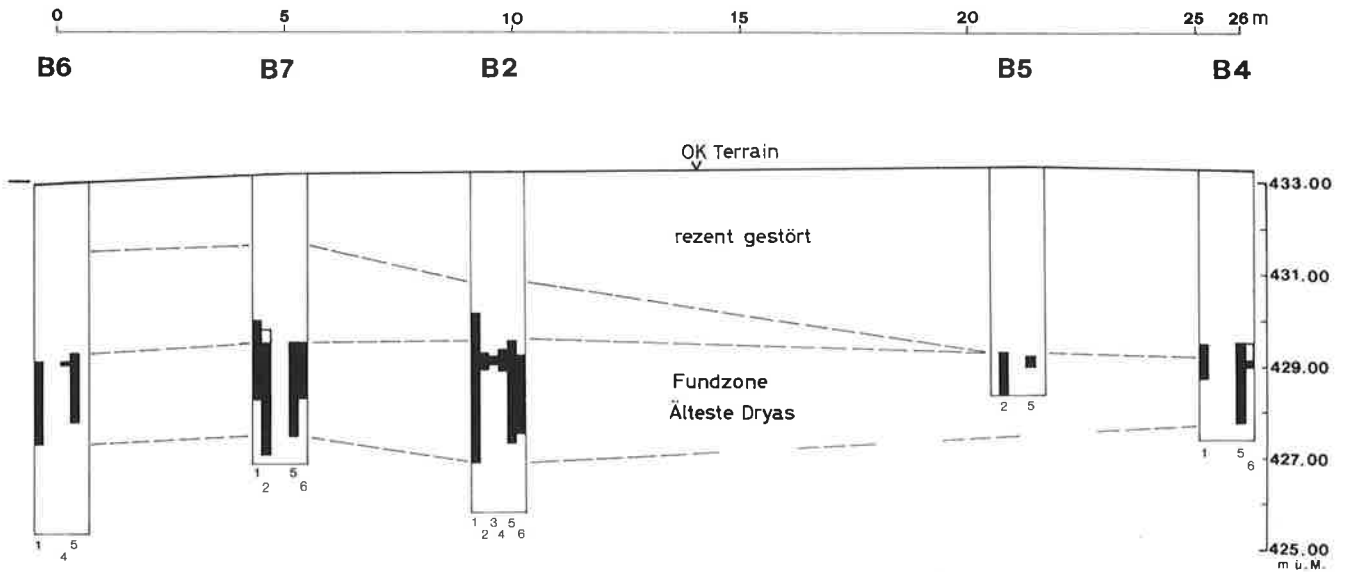


Abb. 1: Ausdehnung der ältestdryaszeitlichen Fundzone im Längsprofil B6, B7, B2, B5 und B4 aufgrund der Ergebnisse der interdisziplinären Bohrkernanalysen im östlichen Vorplatzgelände des Kesslerlochs.

- 1 Optische Sedimentanalyse: Kartierung der Fundzone, innerhalb welcher Silexartefakte und Holzkohlefragmente gefunden wurden; Fraktion 0.5–2.0 mm.
- 2 Pollenanalyse: Kartierung der ältestdryaszeitlichen Bohrkernabschnitte; weisse Markierung in B3 und B7 = pleistozän-holozäne Mischzone.
- 3 Makrobotanik: Kartierung der Sedimentabschnitte, innerhalb welcher kaltzeitliche Arten nachgewiesen werden konnten.
- 4 Malakologie: Kartierung der Sedimentabschnitte, innerhalb welcher kaltzeitliche Arten nachgewiesen werden konnten; weisse Markierung in B3 = pleistozän-holozäne Mischzone.
- 5 Osteologie: Vertikale Ausdehnung der durch Knochenfragmente belegten, jungpaläolithischen Fundzone.
- 6 Archäologische Funde: Vertikale Ausdehnung der durch Silexartefakte und Gesteinsplättchen belegten, jungpaläolithischen Fundzone; weisse Markierung in B4 = Mischzone mit rezentem Fund.

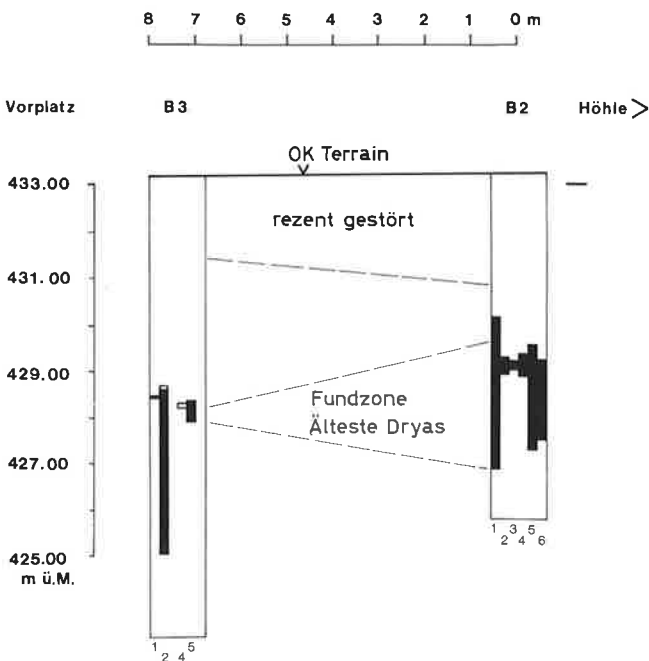


Abb. 2: Ausdehnung der ältestdryaszeitlichen Fundzone im Querprofil B2–B3 aufgrund der Ergebnisse der interdisziplinären Bohrkernanalysen im östlichen Vorplatzgelände des Kesslerlochs. Legende siehe Abb. 1.

Ziegelfragments gezweifelt würde, lassen sich aufgrund der optischen Analysen (Kap. 5.6.5.) Anzeichen auf rezente Einflüsse ab einer Bohrtiefe von 3.00 m oder doch mindestens ab 2.40 m (Nagel) nachweisen.

Im nördlichen Bereich des östlichen Höhlenvorplatzes (B5 und B4) ist somit eine intensivere und tiefergreifende rezente Beeinflussung der Sedimente zu beobachten (vgl. Abb. 1).

12.2.2. Holozäne Sedimente

In den Bohrungen B2, B3, B6 und B7 liegt zwischen der Untergrenze der rezenten Störungen und der Obergrenze der spätglazialen Sedimente eine, durch die Pollenanalyse datierte, holozäne Sedimentzone (Abb. 1; 2). In der Bohrung B4 erfolgte keine pollenanalytische Untersuchung und in der Bohrung B5 wurden nur spätglaziale Proben analysiert, so dass hier der Nachweis eines holozänen Sedimentabschnitts nicht gelang. Möglicherweise kann er durch die offenbar tiefgreifenden rezenten Störungen in diesem Bereich auch fehlen. Die optischen Sedimentanalysen zeigten, dass die durch die Pollenanalyse ins Holozän datierten Sedimente vor allem durch eine Verlandungsabfolge (Torfbildungen) charakterisiert sind.

Zwischen den spätglazialen und den holozänen Sedimenten liess sich durch die Pollenanalyse eine gering-

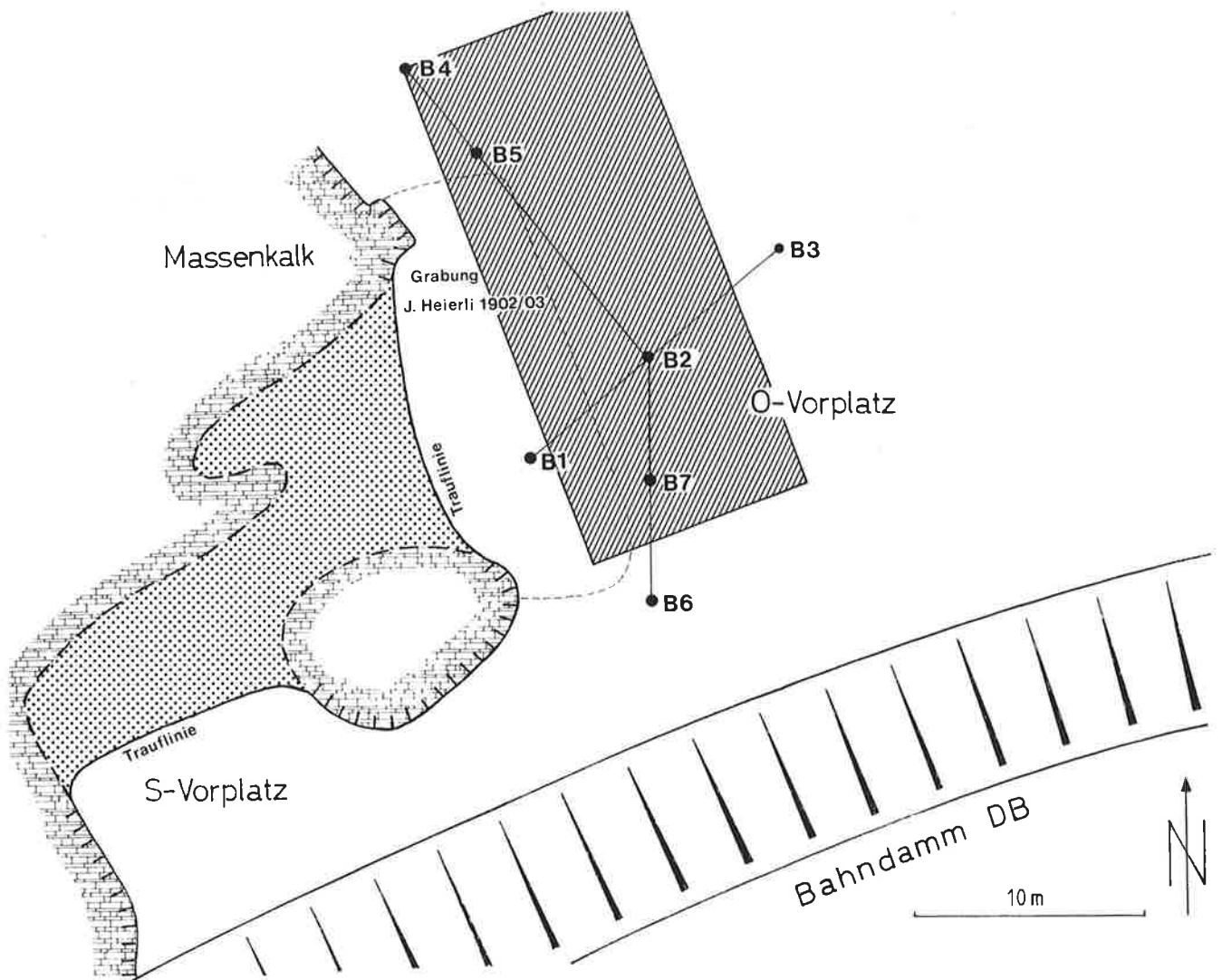


Abb. 3: Mögliche Grabungsfläche (schraffiert) auf dem östlichen Vorplatzgelände des Kesslerlochs, unter Berücksichtigung aller Untersuchungsergebnisse und Sicherheitsabstände. Fläche: ca. 230 m².

mächtige Mischzone dieser beiden Sedimenttypen nachweisen. Besonders deutlich konnte diese Mischzone in B7 erfasst werden (Kap. 6.2.), sie war aber auch in B3 erkennbar (Kap. 6.4.) und konnte hier sogar durch die Artenzusammensetzung der Molluskenfauna (Kap. 8.3.) bestätigt werden.

12.2.3. Rezent ungestörte, spätglaziale Sedimente mit jungpaläolithischen Fundzonen in den Bohrungen B2 bis B7

Für die klimageschichtliche Einordnung der unteren, vorwiegend fluviatil beeinflussten Sedimentpartien mit dem jungpaläolithischen Fundabschnitt ist in erster Linie das pollenanalytische Ergebnis von Bedeutung, welches eine Datierung in die Älteste Dryas (> 12 500 BP) zulässt. Diese Datierung in einen spätglazialen Zeitabschnitt wird

unterstützt durch makrobotanische, malakologische und osteologische Einzelergebnisse, welche für B2, B3, B4 und B7 kaltzeitliche Arten nachweisen. Unter den geborgenen Silexartefakten erlauben die vorhandenen Werkzeugformen eine typologische Zuweisung ins späte Jungpaläolithikum (Magdalénien). Die Radiocarbonatierungen lieferten leider keine entsprechenden Alter, dafür sind in erster Linie bohrtechnische und möglicherweise auch methodische Probleme verantwortlich (Kap. 11.). Die angeführten Resultate erlauben somit erstmals für das Schweizer Gebiet den Nachweis eines ältestdryaszeitlichen Jungpaläolithikums. Die aufgrund des Vorkommens von Silexartefakten, Faunaresten und Gesteinsplättchen eingegrenzte jungpaläolithische Fundzone weist in den Bohrungen B2 bis B7 unterschiedliche Mächtigkeiten auf. Während für B7 und B2 eine Fundzonenmächtigkeit von ca. 2.00 m festgestellt wurde, variiert dieselbe bei den Bohrungen B3 bis B6 zwischen ca. 0.45 m

und 1.70 m. Allerdings muss für B5 einschränkend erwähnt werden, dass durch die geringe Bohrtiefe die untere Grenze der Fundzone vermutlich nicht erfasst wurde. Die Fundverteilungen von Holzkohlen, Faunaresten und Silexartefakten lieferten Anzeichen auf eine mögliche Unterteilbarkeit der Fundzone in einzelne, durch fundleere oder fundarme Abschnitte getrennte Fundschichten. Die Parallelisierung der durch die verschiedenen Untersuchungsmethoden erarbeiteten «Stratigraphien» gelang jedoch nicht. Hierbei dürften sich vor allem die unterschiedlichen statistischen Grundlagen der verschiedenen Methoden störend ausgewirkt haben, zusätzlich arbeitet die optische Sedimentanalyse in einem kleineren Grössenbereich und erfasst damit hauptsächlich nur die Fraktion 0.5–1.0 mm. Diese kleinen Objekte werden im Sediment in vertikaler Richtung sicher leichter verlagert, als dies bei grösseren Funden der Fall ist. Ungeachtet dieser Schwierigkeiten darf sicher mit einer detaillierten Stratigraphie innerhalb der jungpaläolithischen Fundzone, insbesondere im Bereich der Bohrungen B2, B4, B6 und B7 gerechnet werden. Auch Heierli unterteilte seine «gelbe Kulturschicht» in verschiedene Zonen, wenn auch nur mittels Farbunterschieden (vgl. Kap. 10.3.1.). Innerhalb des Längsprofils (Abb. 1) treffen wir überall ab einer Bohrtiefe von 3.70–4.00 m auf die jungpaläolithische Fundzone. In der weiter von der Höhle entfernten Bohrung B3 finden sich erst ab einer Tiefe von 5.00 m ungestörte Reste aus jungpaläolithischer Zeit (Abb. 2).

Die optischen Sedimentanalysen (Kap. 5.) vermitteln uns die Sedimentationsbedingungen, unter welchen die jungpaläolithische Fundzone entstand. An der Basis der Bohrungen B2 bis B7 sind jeweils deutliche Anzeichen eines fluviatilen Milieus vorhanden und nur sehr schwache oder sogar oft gar keine Indizien einer anthropogenen Beeinflussung. Die Ablagerung der Funde (Silexartefakte, Gesteinsplättchen, Knochen, Holzkohle etc.) erfolgte erst in einer Phase, in der die Anzeichen für eine deutliche Reduktion der fluviatilen Dynamik überwiegen, und dauerte an bis in Zonen, in denen bereits erste Indizien auf eine beginnende Verlandung zu beobachten sind (Torfbildungen). In diesen Sedimentabschnitten finden sich auch immer wieder Anzeichen für Kalkschuttlieferungen aus dem Höhlenbereich.

12.3. Ausblick (Abb. 3)

Wie bereits schon in Kapitel 2. angedeutet, dürfte sich eine Flächengrabung grösseren Ausmasses durch die ungünstigen Grundwasserverhältnisse als technisch schwierig und finanziell aufwendig gestalten. Dennoch wäre durch die in dieser Arbeit erzielten Untersuchungsergebnisse eine Ausgrabung zu verantworten. Als primäre Fragestellung – neben der Erfassung kulturgeschichtlicher Zeugen eines bis heute in der Schweiz nicht dokumentierten Abschnittes des Jungpaläolithikums – wäre die detaillierte Aufnahme von Funden und Befunden anzustreben. Damit würde ein wichtiger Beitrag für die organisatorische Deutung eines höhlennahen Siedlungsareals und alle damit zusammenhängenden paläoökologischen und paläoökonomischen Problemstellungen geschaffen.

Selbstverständlich müsste zuvor oder gleichzeitig eine Neubearbeitung des altgegrabenen Fundmaterials durchgeführt werden, um einen Bezug zu den bereits früher ausgegrabenen Fundschichten im Höhleninneren zu schaffen.

Die horizontale Ausdehnung der jungpaläolithischen Fundzone im unteren Profiltail erstreckt sich auf die gesamte Länge von B4, B5, B2, B7 bis B6 sowie gegen B3. In Richtung B6 muss gegen den Bahndamm hin sicher ein angemessener Abstand eingehalten werden. Im nördlichen Teil des Areals, im Bereich von B4 und B5 kann aufgrund der Untersuchungsergebnisse mit einer tiefgreifenden Störungszone gerechnet werden. In östlicher Richtung nimmt die Funddichte Richtung B3 stark ab. Für eine künftige Grabung im östlichen Vorplatzgelände würde somit eine rechteckige Grabungsfläche von 23×10 m die optimalsten Voraussetzungen schaffen (Abb. 3). Innerhalb dieser Grabungsfläche von 230 m² müsste allerdings mit der Möglichkeit von örtlichen Störungen älterer Grabungen, wie z.B. Pumpensümpfen oder Wassergräben, gerechnet werden. Zusätzlich wäre es ratsam, einen Teil der von Heierli 1902/03 angelegten Grabung in das zukünftige Grabungsareal aufzunehmen, um eine grössere Referenzprobe des alten Grabungsschuttes zu erhalten sowie um die Kontaktzone zwischen der alten Grabung Heierli und den noch nicht ausgegrabenen Sedimenten im östlichen Höhlenvorplatz zu dokumentieren.

12. Synthèse

Jörg Schibler et Jürg Sedlmeier

12.1. Problématique

Sept sondages ont été effectués à l'est de la plateforme s'étendant devant le Kesslerloch afin de voir si, dans cette zone, les niveaux du Paléolithique supérieur étaient conservés, ceci en vue d'une fouille future. Cette problématique est à la base de toutes les recherches menées sur le matériel des sondages B1 à B7. Pour chaque analyse, les deux buts essentiels ont été, d'une part, la définition de l'âge relatif des sédiments, et de voir si les niveaux étaient en place ou remaniés, d'autre part. Les diverses réponses à ces questions font l'objet des chapitres suivants.

12.2. Résultats (Fig. 1; 2)

12.2.1. Sédiments récemment remaniés

12.2.1.1. Sondage B1

Nos recherches sur le sondage B1 ont montré, ainsi que nous l'escomptions, que dans cette zone, tout près de l'entrée est de la grotte, on trouvait une grande quantité de déblais de fouille (cf. chap. 10., Fig. 1). Ce premier sondage fut effectué intentionnellement dans la zone des anciennes fouilles de Heierli 1902/03, ceci afin de disposer d'un élément de comparaison avec les déblais récents. L'âge paléolithique supérieur de ce sédiment perturbé en B1 n'a pu être attribué qu'au vu des artefacts en silex qui y furent trouvés (cf. chap. 10.3.1.). L'état de la répartition des fragments osseux (chap. 9.2.1.) ainsi que la présence de deux éclats de verre (chap. 10.3.1.) à une profondeur de 2.22–2.26 m, montrent que le sédiment a été remanié récemment.

12.2.1.2. Sondage B5

Des six sondages restants, seul le sondage B5 a fourni des indices montrant que les sédiments les plus profonds pouvaient être perturbés.

L'étude optique des sédiments montre une hétérogénéité des divers composants, qui rappelle celle observée dans le sondage B1; de plus, on ne distingue aucune zone sédimentaire, comme c'est le cas dans les sondages B2, B3, B4, B6 et B7 (chap. 5.6.6.3.).

L'analyse pollinique permet d'attribuer le niveau situé entre 4.08 m et 4.95 m du sondage B5 au Tardiglaciaire, bien que quelques pollutions plus récentes puissent être observées (chap. 6.5.).

La répartition des fragments osseux dans le sondage B5 n'est pas comparable à celle observée dans les autres

points. Il existe cependant une zone non perturbée entre 4.00 m et 4.35 m. Comme le sondage B5 n'a pas dépassé 4.96 m de profondeur, on ne peut exclure la présence d'un niveau archéologique plus profond. La limite de la zone non perturbée à 4.00 m dans B5 correspond très bien avec la profondeur estimée atteinte par les fouilles Heierli 1902/03 (chap. 10.3.1.). En considérant encore la position de B5, proche de la limite mal définie des fouilles de Heierli, on peut supposer que ce sondage se trouve toujours dans la zone des fouilles anciennes. On peut même penser qu'il se situe exactement à la limite de ces mêmes fouilles. Comme il est certain que les fouilles anciennes ne présentaient pas de coupes absolument verticales, on peut penser que le sondage a fourni une succession de déblais de fouilles et de sédiments non perturbés. Indépendamment, la zone du sondage B5 a livré, vers 4.00 m ou plus, des niveaux Tardiglaciaires en place, comme le montrent les données de l'analyse pollinique et les répartition des restes osseux.

12.2.1.3. Sondages B2 à B7

Dans les sondages B2 à B7, les zones supérieures ont toujours présenté des indices d'influences récentes. Dans les sondages B3, B6 et B7 ces perturbations modernes s'observent jusqu'à une profondeur maximum de 1.80 m (B3) (cf. Fig. 1; 2). De même, comme des fragments de silex ont été découverts dans la partie supérieure des sondages B3 et B7 (chap. 10.3.3. et 10.3.7.), on peut raisonnablement penser que des déblais des fouilles anciennes ont été déposés et étendus sur la zone est de la plateforme. La répartition et le degré d'arrondi des fragments osseux du sondage B2 permettent de supposer que la zone des sédiments remaniés se prolonge au moins jusqu'à 2.40 m de profondeur (chap. 9.2.2.).

Comme cela a été expliqué en détail dans le chapitre 12.2.1.2., il existe des indices tendant à prouver que dans le sondage B5, les sédiments sont perturbés, cela jusqu'à une profondeur d'environ 4.00 m.

Dans le sondage B4, la découverte d'un clou (2.40 m) et d'un fragment de tuile (4.00 m) récents ou à la limite, protohistoriques (tuile), montre que les remaniements ont atteint en tous cas une profondeur de 4.00 m. Même si la position primaire du fragment de tuile peut être mise en doute, les analyses optiques (chap. 5.6.5.) apportent des indices témoignant d'une influence récente dès 3.00 m de profondeur et en tous cas, dès 2.40 m (clou).

Dans la partie nord de la zone orientale de la plateforme (B5 et B4), on observe un remaniement intense et profond des sédiments (cf. Fig. 1).

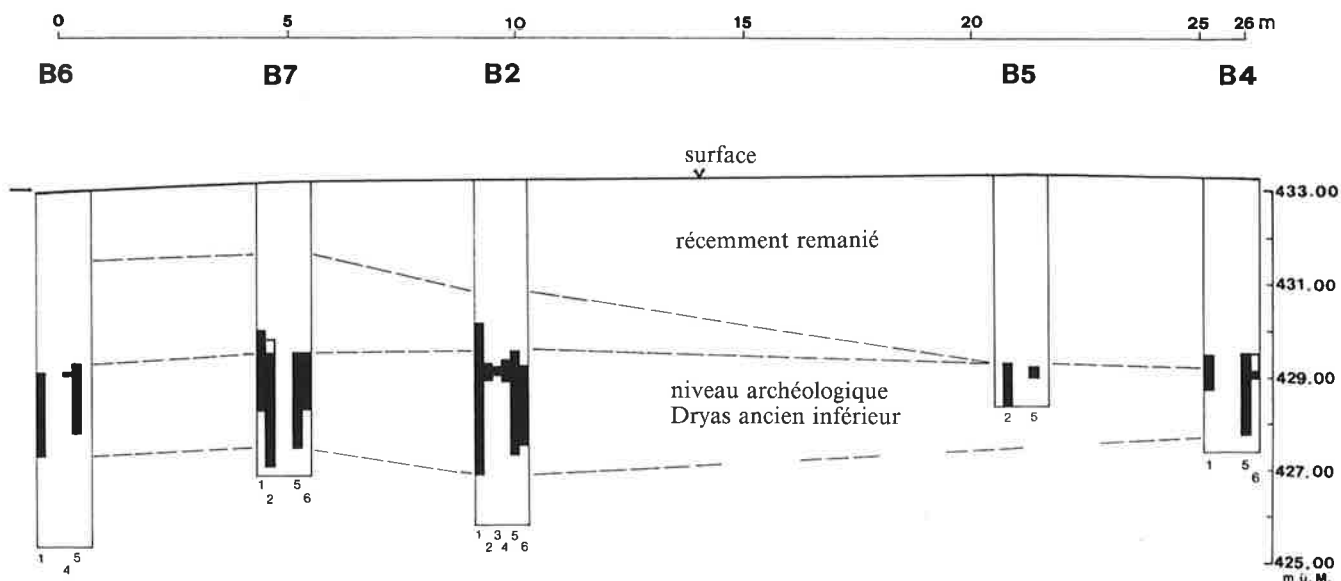


Fig. 1: Extension de la zone de Dryas ancien inférieur dans le profil longitudinal B6, B7, B2, B5 et B4, sur la base des données des analyses pluridisciplinaires faites sur les sondages dans la zone est de la plateforme du Kesslerloch.

1 Analyse optique des sédiments: cartographie de la zone où furent trouvés les silex et les fragments de charbon de bois. Fraction 0.5–2.0 mm.

2 Analyse pollinique: carte des sondages dans le Dryas ancien inférieur. La zone de mélange Pleistocène-Holocène en B3 et B7 est marquée en blanc.

3 Macrorestes végétaux: carte des stratigraphies ayant livré des espèces de climat froid.

4 Malacologie: carte des stratigraphies ayant livré des espèces de climat froid. La zone de mélange Pleistocène-Holocène en B3 est marquée en blanc.

5 Ostéologie: répartition verticale des zones du Paléolithique supérieur établies d'après les fragments osseux.

6 Vestiges archéologiques: Répartition verticale des zones du Paléolithique supérieur établies d'après les artefacts en silex et les plaquettes de roche. La zone perturbée en B4 est marquée en blanc.

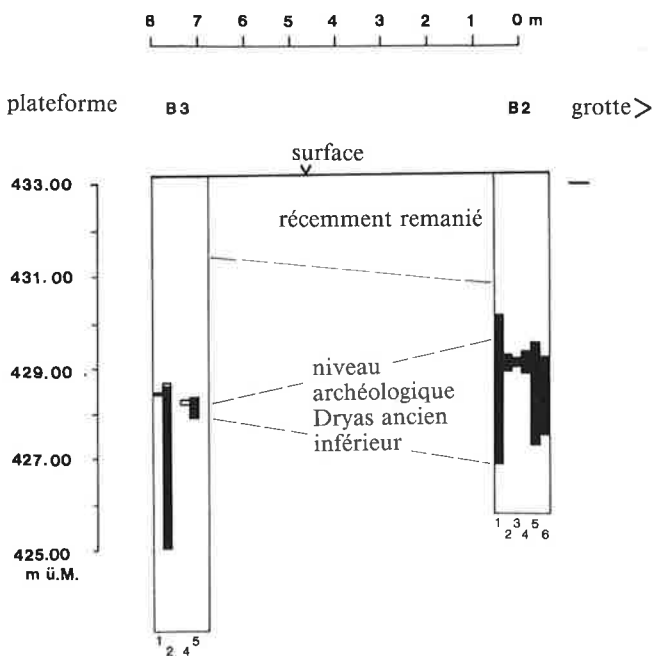


Fig. 2: Extension de la zone du Dryas ancien inférieur dans le profil transversal B2–B3, sur la base des données des analyses pluridisciplinaires faites sur les sondages dans la zone est de la plateforme du Kesslerloch. Légende voir Fig. 1.

12.2.2. Sédiments holocènes

Dans les sondages B2, B3, B6 et B7, on peut observer, entre la limite inférieure des sédiments remaniés et le haut des dépôts tardi-glaciaires, un niveau holocène, daté par la palynologie (Fig. 1; 2). Le sondage B4 n'a pas fait l'objet d'analyses polliniques alors que dans le B5 seuls les échantillons du Tardiglaciaire ont été étudiés; on n'a donc pas la preuve d'un horizon holocène. Il est possible aussi qu'il ait disparu de cette région du fait des importantes perturbations récentes. Les analyses optiques montrent que les sédiments datés de l'Holocène par la palynologie, sont essentiellement représentés par des dépôts d'atterrissement (formations tourbeuses).

Entre les sédiments tardiglaciaires et holocènes, l'analyse pollinique met en évidence une zone de mélange assez peu épaisse. Cette zone apparaît très nettement dans le sondage B7 (chap. 6.2.), mais on peut aussi l'observer dans le B3 (chap. 6.4.) cela grâce aux associations de mollusques (chap. 8.3.).

12.2.3. Sédiments tardiglaciaires intacts, avec horizons du Paléolithique supérieur des sondages B2 à B7

L'attribution des sédiments inférieurs, d'origine fluviale, et ayant livré des vestiges du Paléolithique supérieur, au Dryas ancien inférieur (>12 500 BP), est due avant

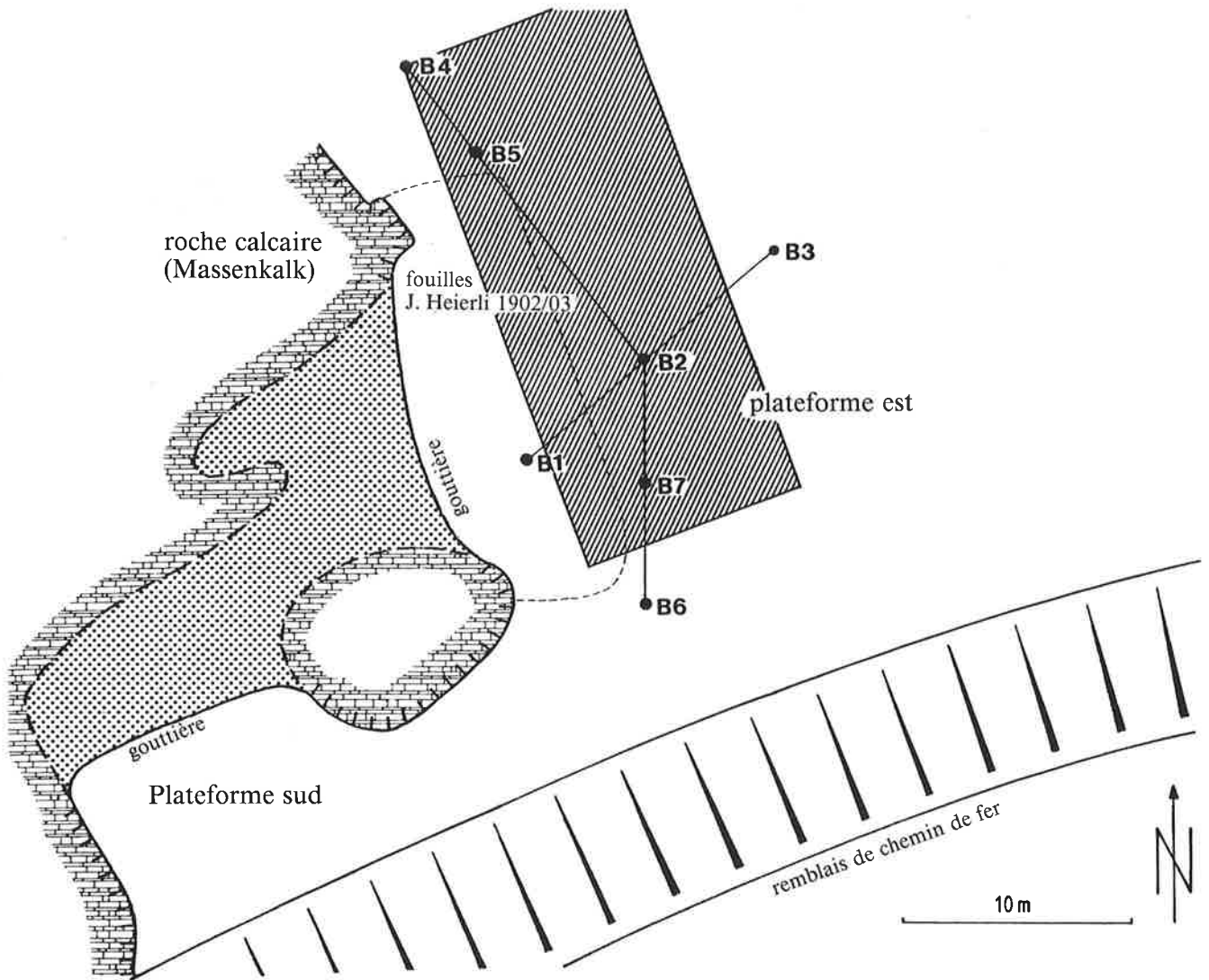


Fig. 3: Surface de fouille possible sur la zone est de la plateforme du Kesslerloch établie en tenant compte des données des recherches récentes, avec les marges de sécurité. Surface env.: 230 m².

tout aux données de la palynologie. Cette attribution chronologique à une phase tardiglaciaire est corroborée par les données des macrorestes végétaux, par la malacologie et par l'ostéologie; toutes ces études faites sur B2, B3, B4 et B7 indiquent une phase froide. Parmi les artefacts en silex, la typologie des formes observées permet de les attribuer au Paléolithique supérieur final (Magdalénien). Les datations au radiocarbone n'ont, hélas, pas fourni de dates correspondantes; il est probable que les techniques de sondage et peut-être des problèmes de méthode soient responsables de ce fait (chap. 11.). Les résultats cités permettent néanmoins de montrer, pour la première fois en Suisse, la présence d'un Paléolithique supérieur daté du Dryas ancien inférieur. Cet horizon du Paléolithique supérieur, établi sur la base de l'outillage en silex, des restes fauniques et des plaquettes de roche, montre, entre les sondages B2 à B7, de nettes différences d'épaisseur. Alors que sa puissance est proche de 2.00 m en B7 et B2, il varie entre 0.45 m et 1.70 m entre B3 et B6. Il faut

également mentionner que le sondage B5 a été peu profond et n'a probablement pas atteint la limite inférieure de cet horizon archéologique. La répartition stratigraphique des charbons de bois, des restes osseux et des silex parle en faveur d'une probable subdivision du niveau archéologique par des zones stériles ou pauvres en vestiges. La synchronisation des diverses stratigraphies établies par les différentes méthodes n'est cependant pas possible. Il faut dire à ce sujet que les fondements statistiques des diverses analyses ne sont pas les mêmes; de plus, l'étude optique des sédiments travaille avec un domaine de grossissement plus petit et ne saisit que la fraction entre 0.5 mm et 1.0 mm. Ces petits objets sont sans doute sujets à des déplacements verticaux dans le sédiment, plus étendus que les pièces plus volumineuses. Malgré ces difficultés, il doit être possible d'établir une stratigraphie détaillée de la zone du Paléolithique supérieur, en particulier dans la zone des sondages B2, B4, B6 et B7. Heierli subdivisait également sa «couche archéolo-

gique jaune» en divers niveaux, cela seulement sur la base de différences de coloration (cf. chap. 10.3.1.). A l'intérieur du profil longitudinal (Fig. 1), nous rencontrons toujours le niveau du Paléolithique supérieur, cela à une profondeur de 3.70–4.00 m. Plus loin de la grotte, dans le sondage B3, les vestiges du Paléolithique supérieur se rencontrent à une profondeur de 5.00 m (Fig. 2).

Les analyses optiques des sédiments (chap. 5.) nous montrent sous quelles conditions s'est formé le niveau du Paléolithique supérieur. A la base des sondages B2 à B7, on peut dire que les indices parlent toujours en faveur d'un milieu fluviatile et que les indices d'une influence anthropogène sont très faibles et même inexistantes. Le mode de dépôt des divers objets (silex travaillés, plaquettes de pierre, os et charbons de bois) s'effectue tout d'abord durant une période qui montre une nette réduction de la dynamique fluviatile; il se poursuit dans des zones où l'on observe les premiers indices d'un atterrissement (dépôts tourbeux). Dans ces niveaux sédimentaires, on note de nouveau la présence permanente de fragments calcaires provenant de la région de la grotte.

12.3. Perspectives (Fig. 3)

Comme cela a été déjà dit au chapitre 2., il serait difficile techniquement et coûteux financièrement de faire une fouille de plus grandes dimensions, cela à cause de la situation défavorable due à la nappe phréatique. Il faudrait cependant confirmer les résultats obtenus par une fouille.

L'un des premiers problèmes à régler serait, à côté de l'acquisition de témoins culturels de l'une des périodes du Paléolithique supérieur encore inconnue en Suisse, une mise au point détaillée des objets et des observations faites. Ce serait un apport important à la compréhension de l'organisation d'une zone d'habitat à proximité d'une grotte, avec tous les problèmes paléoécologiques et paléoéconomiques qui se posent. Il faudrait aussi reprendre l'étude du matériel des fouilles anciennes afin d'établir des relations avec celui trouvé anciennement à l'intérieur de la grotte.

La surface de la zone paléolithique s'étend sur toute la longueur de B4, B5, B2, B7 jusqu'à B6, de même que vers B3. Du côté de B6, vers le talus du chemin de fer, il faut certainement respecter une certaine distance. Vers le nord, d'après les résultats des recherches, il faut tenir compte d'une zone profondément perturbée dans le secteur B4 et B5. A l'est, en direction de B3, l'épaisseur de la couche décroît rapidement. On peut estimer qu'une surface rectangulaire de 23×10 m réunit les conditions optimales en vue d'une fouille future dans la zone est (Fig. 3). Dans cette surface de 230 m², il faut cependant tenir compte de perturbations locales possibles, comme des puits de pompage ou des fosses, par exemple. Il semble enfin nécessaire d'inclure une partie des fouilles Heierli 1902/03 dans la zone des futures recherches, ceci afin d'élargir l'échantillon de référence des trouvailles anciennes, ainsi que pour documenter la zone de contact entre les anciennes fouilles et les sédiments non perturbés de la plateforme est.

(L.Ch.)

12. Synthesis

Jörg Schibler and Jürg Sedlmeier

12.1. Points of investigation

Seven sondages were undertaken on the eastern platform in front of the Kesserloch in order to verify if intact upper paleolithic levels were conserved and if further excavation would prove to be worthwhile. This question was at the basis of all research conducted on the borings B1 to B7. Therefore the two principle objectives of each analysis were to determine the relative age of the sediments and whether they were disturbed or in situ. In the following chapters the responses to these questions, obtained from the results of the different analysis are presented.

12.2. Results (Fig. 1; 2)

12.2.1. Recently disturbed sediments

12.2.1.1. Boring B1

Our analysis of boring B1 confirmed the expected, namely that this zone in immediate proximity of the eastern cave entrance was composed essentially of rubble from former excavations (see chap. 10., Fig. 1). This first sondage was intentionally conducted in the area excavated by Heierli 1902/03, in order to have an element of comparison with the recent rubble. The upper paleolithic age of the disturbed sediment in B1 was attributable only through the presence of flint artefacts (see chap. 10.3.1.). The state and distribution of the bone fragments (chap. 9.2.1.) as well as the presence of two glass splinters (chap. 10.3.1.) in 2.04–2.26 m depth show that this sediment was recently disturbed.

12.2.1.2. Boring B5

Among the six remaining sondages only boring B5 provided indications that profound sediments had been perturbed. The optical sediment analysis yielded a heterogeneous composition of the different components not unlike in boring B1. Moreover, no sedimentary zone is optically distinguishable as was the case in the borings B2, B3, B4, B6 and B7 (chap. 5.6.6.3.).

Through pollen analysis it was possible to attribute the niveau between 4.08 m and 4.95 m to the Late-Glacial, although a few recent contaminations were also observed (chap. 6.5.). The bone fragment distribution isn't comparable with that in the remaining cores. Nevertheless, an undisturbed zone between 4.00 m and 4.35 m was identified. Being that boring B5 is only 4.96 m deep, a deeper archaeological level cannot be excluded. The upper limit of the apparently intact level at 4.00 m in B5 corresponds

to the estimated depth of excavation attained by Heierli 1902/03 (chap. 10.3.1.). Considering B5's position, near the indefinable limit of Heierli's excavation, one can assume that boring B5 was taken within this zone. It is also possible that B5 lies exactly at the limit of this excavated area. The excavation border certainly didn't present itself as a perfectly vertical wall which would explain the alternance of disturbed and intact sediments within the boring. In any case, the B5 sediments deeper than 4.00 m represent a more or less intact late-glacial level, as shown by the results of pollen analysis and the distribution of the faunal remains.

12.2.1.3. Borings B2 through B7

In the borings B2 through B7 the upper sediment zones all showed indications of recent influence. In the borings B3, B6 and B7 these recent perturbations can be observed to a maximal depth of 1.80 m (B3) (Fig. 1; 2). As flint fragments were found in the upper zones of borings B3 and B7 (chap. 10.3.3. and 10.3.7.) it seems reasonable to assume that the rubble from the old excavations was deposited and spread in this area on the eastern platform. The distribution and degree of roundedness of the bone fragments in B2 indicate that the zone of disturbed sediments is at least as much as 2.40 m deep (chap. 9.2.2.).

As shown in chapter 12.2.1.2. the different indications lead to the conclusion that the sediments in boring B5 are disturbed to a depth of about 4.00 m.

The finding in boring B4 of a nail (2.40 m) and tile fragments (4.00 m) make recent or at least protohistorical (tile) disturbances to a depth of 4.00 m probable. Even if the primary position of the tile may be doubtful, the results from the optical analysis (chap. 5.6.5.) indicate recent influences from a depth of 3.00 m or at least 2.40 m (nail) on up.

Thus in the northern part of the eastern zone of the platform (B5 and B4) an intense and profound perturbation of the sediments can be observed (Fig. 1).

12.2.2. Holocene sediments

In the borings B2, B3, B6 and B7, there lies between the inferior limit of the recent disturbances and the upper limit of the late-glacial sediments, a holocene sediment zone dated through pollen analysis (Fig. 1; 2). No palynological analysis was made on boring B4, and only the late-glacial samples in boring B5 were analysed, so here the proof of a holocene horizon is lacking. Possibly the horizon has disappeared in this area due to the far-

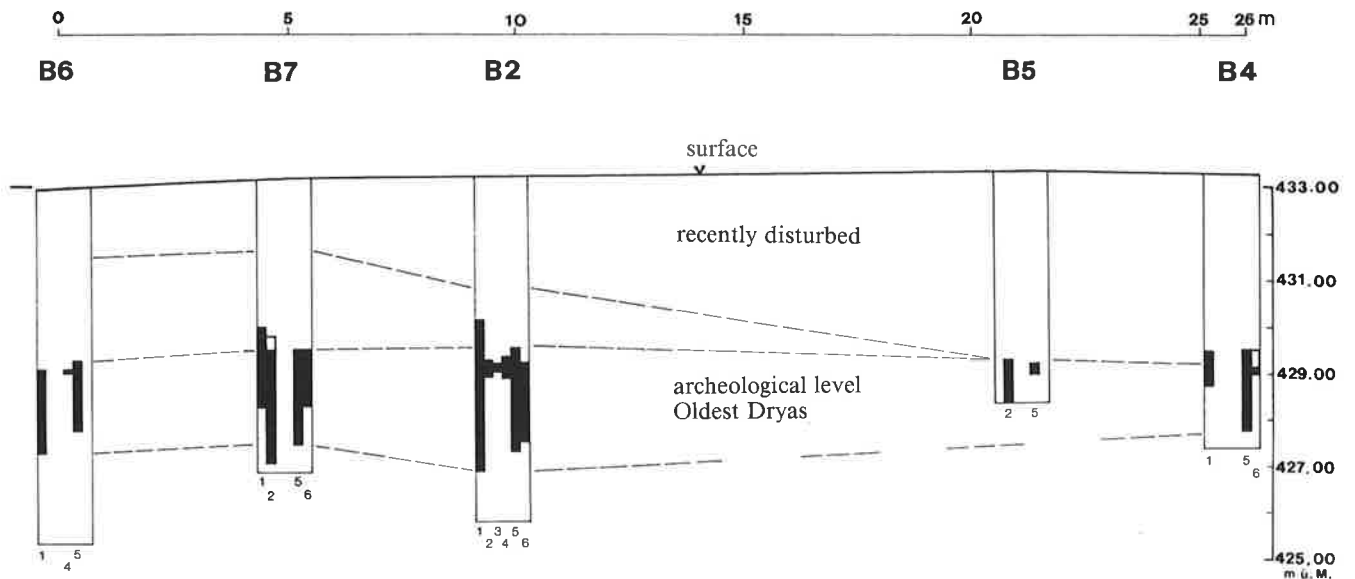


Fig. 1: Extension of the Oldest Dryas zone in the longitudinal profil B6, B7, B2 and B4, based on the results of the pluridisciplinary analysis of the borings undertaken in the eastern zone of the platform in front of the Kesslerloch.

- 1 Optical sediment analysis: Mapping of the zone within which flint artefacts and charcoal fragments were found; fraction 0.5–2.0 mm.
- 2 Pollen analysis: Mapping of the boring segments from the Oldest Dryas. Pleistocene-Holocene mixed zone in B3 and B7 marked in white.
- 3 Vegetal macroremains: Map of the stratigraphies with cold climate flora.
- 4 Malacology: Map of the stratigraphie with cold climate fauna. Pleistocene-Holocene mixed zone in B3 marked in white.
- 5 Osteology: Vertical distribution of the Upper Paleolithic zones determined from bone fragments.
- 6 Archaeological finds: Vertical distribution of the Upper Paleolithic zones determined through flint artefacts and thin slabs of stone. Mixed zone in B4 marked in white.

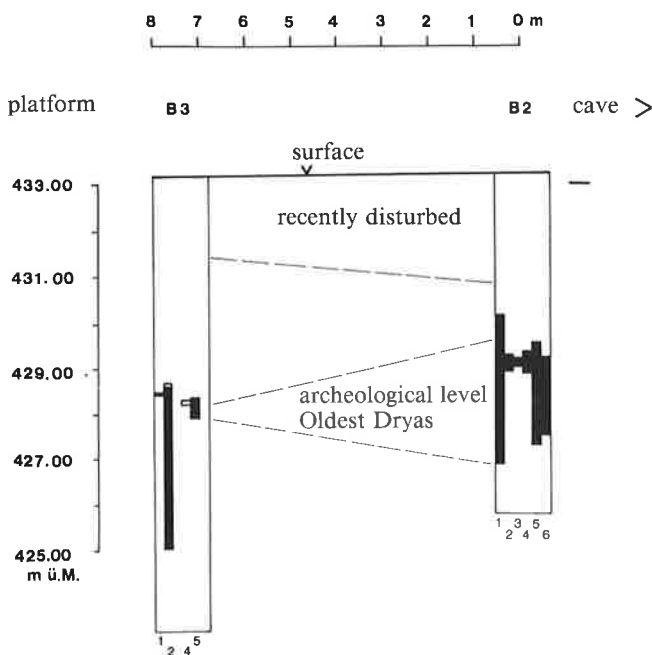


Fig. 2: Extension of the Oldest Dryas zone in profil B2–B3 based on the results of the pluridisciplinary analysis of the borings taken in the eastern zone of the Kesslerloch platform. Legend see Fig. 1.

reaching recent disturbances. The optical sediment analysis show that the sediments dated holocene by pollen analysis are essentially represented by peat deposits.

Between the late-glacial and holocene sediments a relatively thin mixed zone composed of these two sediment types has been substantiated by pollen analysis. This zone appears very clearly in boring B7 (chap. 6.2.), but can also be observed in B3 (chap. 6.4.) where it was confirmed by the association of mollusc species (chap. 8.3.).

12.2.3. Intact late-glacial sediments with upper paleolithic horizons in borings B2 to B7

The climatic allocation of the deeper sediments, primarily of fluvial origine, which contain the upper paleolithic finds, to the Oldest Dryas (>12 500 BP) is due above all to the palynological results. These are corroborated by results obtained from the analysis of vegetal macroremains, mollusc remains and osteological remains. All these studies made on B2, B3, B4 and B7 indicate a cold phase. The flint artefacts allow a typological attribution to the late Upper Paleolithic (Magdalénien). Unfortunately, the radiocarbon datings don't correspond. It is possible that the boring methods and maybe problems inherent to the dating method are responsible for the discrepancy (chap. 11.). Nevertheless, the above

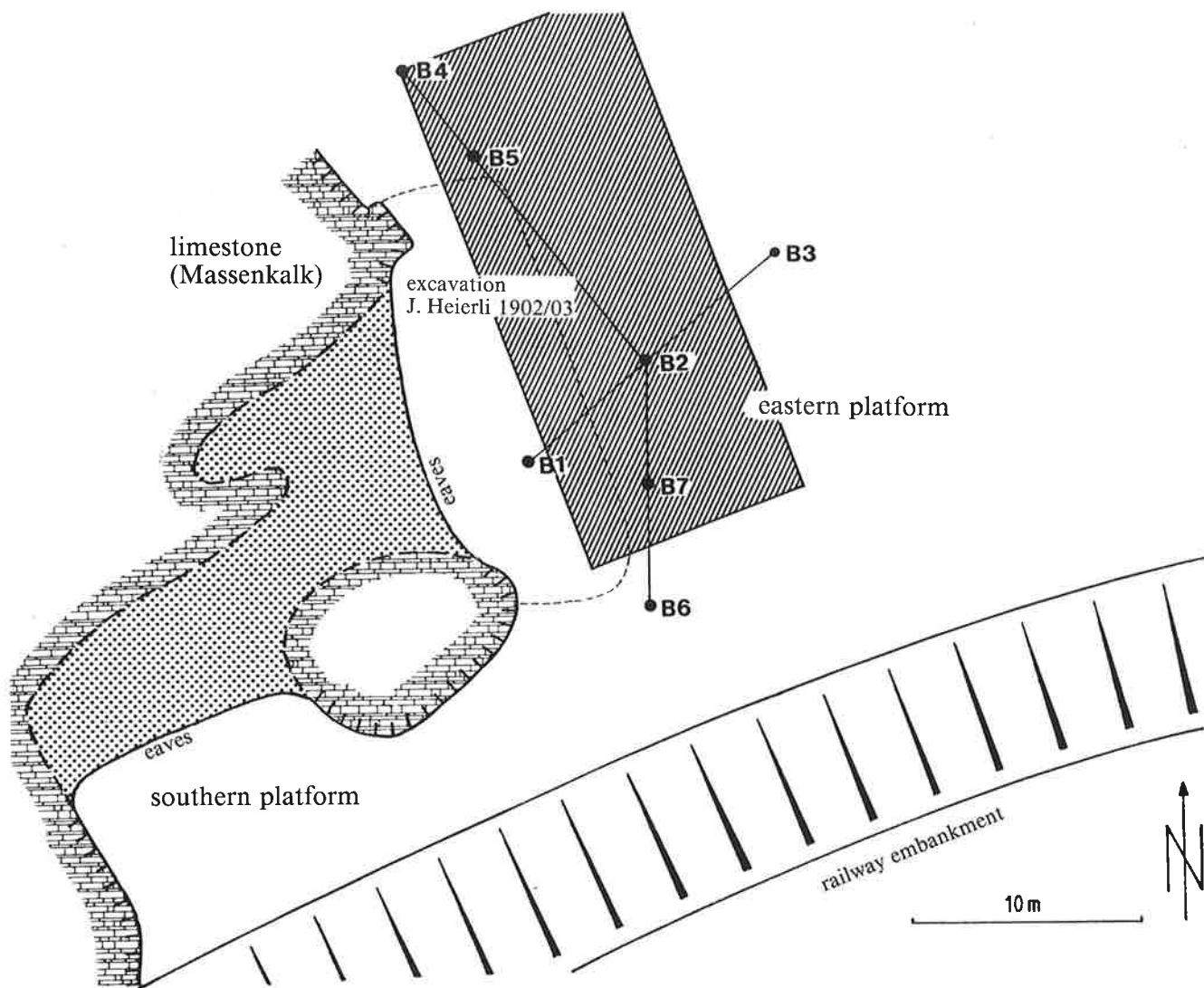


Fig. 3: Possible excavation surface of the eastern zone of the Kesslerloch platform (shaded) taking the results of recent research as well as the margins of security into consideration. Surface: about 230 m².

mentioned results furnish proof of the presence of an Upper Paleolithic datable to the Oldest Dryas for the first time in Switzerland. This upper paleolithic level established on the basis of flint artefacts, faunal remains and thin stone slabs shows clear differences in thickness between borings B2 to B7. Whereas close to 2.00 m thick in B7 and B2, it varies from 0.45–1.70 m between B3 and B6. It must be said that boring B5 wasn't deep and probably didn't reach the bottom limit of the archaeological level. The stratigraphical distribution of charcoal, faunal remains and flint artefacts indicates that a subdivision of the archaeological level through steril zones and zones poor in finds might be possible. However, the synchronisation of the diverse stratigraphies established by the different methods of analysis is not possible. This is probably due to the different statistical basis used for the various methods. In addition to this, the optical analysis of the sediments works with a small range of size and insofar seizes mainly the fraction 0.5–1.0 mm, which due

to small size was probably subject to more vertical displacements than larger finds. Aside from these difficulties, a detailed stratigraphy within the upper paleolithic zone, especially in the area of the borings B2, B4, B6 and B7 seems certain. Heierli also divided this "yellow archaeological level" into different levels even if only by colour differentiation (see chap. 10.3.1.). Within the longitudinal profile (Fig. 1) we find the upper paleolithic level present everywhere between 3.70 m and 4.00 m. In boring B3, further from the cave, the undisturbed upper paleolithic remains are to be found at a depth of 5.00 m (Fig. 2).

The optical sediment analysis (chap. 5.) show us the conditions under which the upper paleolithic levels were formed. Based on the deepest zones of borings B2 and B7 it can be said that the evidence speaks for a fluvial milieu and for very little if any anthropogenic influence. The deposition of the finds (flint artefacts, thin stone slabs, bones, charcoal etc.) took place during a phase which

shows a clear reduction in the fluvial dynamics and continues on through to phases in which the first evidence for the formation of peat can be observed. It is within these sediment levels that the presence of limestone detritus from the region of the cave are again permanently present.

12.3. Perspectives (Fig. 3)

As already mentioned in chapter 2, a larger surface excavation would probably be expensive as well as technically difficult, because of the unfavorable situation with regard to the groundwater level. However, through the results obtained in this study a larger excavation does seem justified. Aside from recording evidence of the cultural history of a segment of the Upper Paleolithic unknown to Switzerland up until now, major consideration should be lent to the detailed recording of finds and findings. Herewith a major contribution would be made to the understanding of a settlement zone in proximity of a cave with all the inherent paleoecological and paleoecological problems.

It is obvious that a restudy of the finds from the previous excavations should be conducted in order to establish the relationship with the archaeological levels excavated.

The surface of the paleolithic zone in the lower part of the profil extends over the entire length from B4, B5, B2, B7 to B6 and B3. In the region of B6 a certain distance will certainly have to be respected because of the railway embankment. In the North, a zone of deep disturbance around B4 and B5 must be taken account of. Towards the East, in direction of B3, the thickness diminishes rapidly. It appears that a rectangular excavation area of 23×10 m would reunite the optimal conditions needed for a future excavation in the eastern zone (Fig. 3). Within this excavation area one will nevertheless have to take local disturbances from former excavations, such as trenches and wells into account. It would be wise to include a part of the Heierli 1902/03 excavation within the area of future research in order to obtain a larger reference sample of the rubble from this excavation as well as to document the contact zone between his excavation and the unexcavated sediments on the eastern platform.

(C. St.)

