Zeitschrift: Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte = Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie = Annuario della Società Svizzera di Preistoria e d'Archeologia

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte

Band: 70 (1987)

Artikel: Geologische Aspekte bei der Interpretation archäologischer Fundstellen

Autor: Wohlfarth-Meyer, Barbara

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-117072

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 08.07.2025

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

Barbara Wohlfarth-Meyer

Geologische Aspekte bei der Interpretation archäologischer Fundstellen

«Der Mensch mit seinem ganzen Thun und Treiben, seinem Denken und Meinen, seinem inneren Wesen soll wieder entdeckt, soll aufgefunden werden in einer Zeit, von der Niemand etwas weiss, und unter ganz anderen Umgebungen, als die gegenwärtigen. Andere Thiere umgaben ihn; andere Pflanzen fesselten seine Aufmerksamkeit. Vielleicht hatte die Erde selbst eine andere Gestalt, ein anderes Klima. Nicht nur der Anatom, sondern auch der Zoolog, der Botaniker, der Geolog, der Astronom müssen hier mitwirken, gleichwie die prähistorische Archäologie da sie nicht mehr bloss die Kunst, sondern auch das roheste Gewerbe, ja die menschliche Arbeit überhaupt zum Gegenstande ihrer Betrachtungen machen muss.» (Virchow 1873, zit. nach Bosinski 1985)[1]

1. Einleitung

Die Geologie, d.h. die Lehre von der Erde, befasst sich unter anderem auch mit der Entstehungsgeschichte der Gesteine und Lockersedimente (Sande, Kiese, Tone, Silte u.a.). Die Zusammensetzung, die Ausbildung, das Auftreten und die Lagerung der einzelnen Gesteinskörper und der Lockersedimente lassen Rückschlüsse auf ihre Bildungs- und Ablagerungsprozesse zu. So können einzelne Gesteinsschichten beispielsweise aus dem Jura (Zeitstufe Oberer Jura-Malm) entsprechend ihrer Sedimentfazies (Flachwasserkalke, Algenmatten, Trockenrisse usw.) und ihrer Fauna (Riffkorallen, Seeigel, Muscheln, Schnecken usw.) einem subtropischen Flachmeer mit Korallenriffen zugeordnet werden.

Zur Interpretation einer derartigen Abfolge muss die Geologie häufig auf die Beobachtung aktueller/rezenter Bildungen zurückgreifen; ein solcher Vergleich ermöglicht es dann, das Ablagerungsmilieu alter Gesteinsserien zu deuten und zu erklären. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die heute vorhandenen Gesteine und Lokkersedimente nur einen kleinen Ausschnitt der ehemals abgelaufenen Ablagerungsprozesse widerspiegeln. Die Sedimente, die uns für eine Bearbeitung zur Verfügung stehen, sind «Glücksfälle» aus dem Kreislauf von Erosion–Ablagerung–Erosion usw.; sie konnten nur dank einer Reihe von bestimmten Zufällen erhalten bleiben. Die Rekonstruktion der Erdgeschichte in ihrer Gesamtheit ist somit äusserst fragmentarisch und baut für Jahrmillionen nur auf jeweils kleinen Ausschnitten der ursprünglich abgelagerten Sedimente auf. Dabei dominierte die Sedimentation jeweils im Meeresboden, während auf den Kontinenten die Erosion überwog.

Die Geschichte des jüngsten Abschnitts der Erdgeschichte, des Quartärs, spielt sich nun – soweit es die Archäologie unmittelbar betrifft – in eben diesem terrestrischen Bereich ab.

Das Quartär ist einerseits geprägt durch markante Klimaverschlechterungen, die zur Vereisung grosser Meeres- und Landmassen geführt haben, und andererseits durch das Auftreten des Menschen. Für die Entwicklung und die Ausbreitung des Menschen und für eine Erhaltung der anthropogenen Ablagerungen waren wiederum geologische und klimageographische Faktoren bestimmend: die Lage der Siedlungsplätze, das anstehende Rohmaterial zur Herstellung von Steingeräten und Keramik, die Nahrungsbeschaffung und -produktion stehen immer in einem engen Zusammenhang mit der vorhandenen Biomasse als Funktion des jeweiligen Klimas und geologischen Substrats[2].

Geologische Untersuchungen im Quartär befassen sich unter anderem mit den Ablagerungen der verschiedenen Vereisungsphasen in ehemals vergletscherten Gebieten (der glazialen Serie), mit den Sedimenten in nicht vergletscherten Gebieten (dem Periglazial) und mit den vor dem Hintergrund der gesamten Erdgeschichte relativ kleinräumigen Landschaftsveränderungen während dem Spätglazial und Holozän. In diesen Perioden der Erdgeschichte lassen sich die Sedimentablagerungen detaillierter analysieren als beispielsweise in den älteren Perioden (Paläozoikum, Mesozoikum, Tertiär). So können Klimaschwankungen und kleinräumige geologische Prozesse gemeinsam mit anderen naturwissenschaftlichen Fachrichtungen wie Botanik, Zoologie und Physik untersucht werden. Das so entstandene Bild spiegelt dann die paläogeographischen und klimatischen Verhältnisse in einer bestimmten Zeit und in einer bestimmten Landschaft wider und lässt Rückschlüsse auf geologische, klimatische und anthropogene Veränderungen zu. Dabei kommt spätestens seit dem Neolithikum dem menschlichen Eingriff in den Naturhaushalt die Bedeutung eines ständig kumulierenden, geologisch gestaltenden Faktors zu (Brunnakker 1977; Frenzel 1979, 1983).

Leider werden heute geologische Untersuchungen im Quartär weit seltener im Zusammenhang mit archäologischen Fundstellen durchgeführt, als dies möglich wäre, oder aber sie konzentrieren sich nur auf die Fundstelle selbst, ohne dass der regionale paläogeographische Rah-

men berücksichtigt wird. Der Grund dürfte darin zu suchen sein, dass vielfach weder Archäologen noch Geologen hinreichend überblicken, welches Informationspotential die jeweils andere Fachrichtung für die Lösung «eigener» Probleme bietet. Dabei ist es heute im jüngeren Holozän mehr denn je fraglich, welche von geologischen Prozessen angezeigten Umweltveränderungen Ausdruck rein natürlicher, z.B. klimatischer Schwankungen sind und welche erst durch menschlichen Eingriff oder sein Hinzukommen ausgelöst wurden und somit archäologische Befunde sind.

Im Folgenden soll, anschliessend an einen kurzen historischen Abriss, anhand einiger Beispiele aus dem Schweizer Mittelland aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten die Quartärgeologie im Rahmen ur- und frühgeschichtlicher Grabungen spielen kann.

2. Forschungsgeschichte[3]

Robert Lais, der Begründer der klassischen Sedimentanalyse an Höhlensedimenten formulierte in seiner Arbeit «Über Höhlensedimente» die folgenden Sätze (Lais 1941, 107–108):

«Man kann es nur bedauern, dass in Europa hunderte von Höhlen ausgegraben worden sind, ohne dass eine genaue Untersuchung ihrer Sedimente durchgeführt wurde. Es ist, von wenigen rühmlichen Ausnahmen abgesehen, sehr schwer, aus der vorhandenen Literatur über die Zusammensetzung der Höhlensedimente Genaueres zu erfahren. Mit den Benennungen Höhlenlehm, steinige Schicht, Kulturschicht, sterile Schicht, und ähnlichem ist überhaupt nichts anzufangen. Viele fundreiche Höhlen sind völlig ausgeräumt, so dass ihre Sedimente nicht mehr untersucht werden können. Die Zahl der noch unberührten Höhlen ist, wenigstens in Mitteleuropa, sicher kleiner als die der bereits ausgegrabenen. Daher kann nicht laut genug die Forderung erhoben werden, mit der Ausgrabung eine genaue Untersuchung aller, auch der fundleeren Schichten zu verbinden, und die zweite, noch viel dringendere, bei allen Ausgrabungen umfangreiche Zeugen stehen zu lassen. Dass in Zukunft die bis jetzt angewendeten Untersuchungsmethoden eine ausserordentliche Verfeinerung erfahren und völlig neuartige hinzukommen werden, kann kaum bezweifelt werden. Aber es muss fraglich sein, ob dann noch Höhlenablagerungen vorhanden sein werden, an denen diese Methoden angewendet werden können. Mögen beim Ausgraben einer Höhle die Entdeckerfreuden noch so gross sein, sie müssen hinter der Verantwortung und den Pflichten zurückstehen, die uns von einer künftigen Forschung auferlegt sind.»

Anhand von Untersuchungen in den Höhlen St-Brais JU, Schaffhausen–Schweizersbild SH, Wildenmannlisloch SG und Kartstein (Eifel, BRD) und im Vergleich mit anderen Höhlen konnte Lais (1941) aufzeigen, dass in den Höhlen die Sedimentation überall den gleichen allgemeinen Gesetzen gehorcht und dass der Mineralbestand der Sedimente als Ausdruck der wechselnden Klimaperioden des Quartärs zu werten ist. In der 1958 erschienenen Arbeit «Höhlenforschung und Sedimentanalyse» erweitert Schmid die Methoden von Lais; sie versteht eine Höhle als ein sich ständig verändernder Ort geologischen Geschehens und weist darauf hin, dass Sedimentanalysen allein nicht genügen, um den Sedimentationsablauf klimatisch und chronologisch zu deuten; die Individualität jeder Höhle (d.h. Geologie, Topographie, Morphologie) muss ebenfalls in die Untersuchungen miteinbezogen werden. Etwa gleichzeitig mit den Arbeiten von Schmid (1958) erschienen Arbeiten von Brunnacker (1956), Chavaillon-Dutriévoz u. Chavaillon (1955), Vertes (1959) u.a. Ursprünglich von den Arbeiten von Lais (1941) ausgehend, modifizierte Bonifay (1962) die klassischen Methoden und führte neuere Methoden zur Untersuchung von Höhlensedimenten ein, die eine klimagenetische Interpretation der Sedimentabfolge erlauben.

Heute beschränken sich in Frankreich und in Deutschland die geologischen Untersuchungen vorwiegend auf Höhlensedimente (Laville 1975, 1983; Campy 1982; Le Tensorer 1970, 1981; Brunnacker 1979, 1981; Brunnacker u. Brunnacker 1978; Brochier 1978; Miskovsky 1972, 1974). Vereinzelt werden auch geologische Untersuchungen an Seeufersiedlungen (Magny u. Richard 1986; Magny 1978), Flussufersiedlungen (Jockenhövel 1986) und Freilandstationen (Brunnacker 1978) durchgeführt. Daneben existiert besonders in Deutschland eine längere Tradition bodenkundlich-archäologischer Zusammenarbeit, vorzugsweise in Lössgebieten (Schalich 1983; Brunnacker, Bönigk, Hahn u. Tillmanns 1978; Brunnacker u. Hahn 1978; Meyer 1971, 1976; Lüning, Schirmer u. Joachim 1971), die aber auch auf sedimentologische Verfahren zurückgreift (Sabel 1985; Brunnacker 1974).

Seit den frühen sechziger Jahren beschränken sich in der Schweiz die geologisch-sedimentologischen Untersuchungen auf einzelne Seeufersiedlungen (Brochier u. Joos 1982; Joos 1976a, 1976b, 1977, 1980; Schindler 1981; Brunnacker 1967; Schmid 1967); Untersuchungen an Höhlensedimenten sind selten (Wohlfarth-Meyer 1987a).

3. Arbeitsmethoden

Das Spektrum der Analysemöglichkeiten von Lockersedimenten in der Archäologie ist seit den Arbeiten von Brochier u. Joos (1982) und Joos (1976a, 1976b, 1977) hinreichend bekannt.

Die Grundvoraussetzung für die geologische Bearbeitung einer Fundstelle ist eine ebenso gute Kenntnis ihrer Geologie und Topographie wie ihrer Umgebung und die

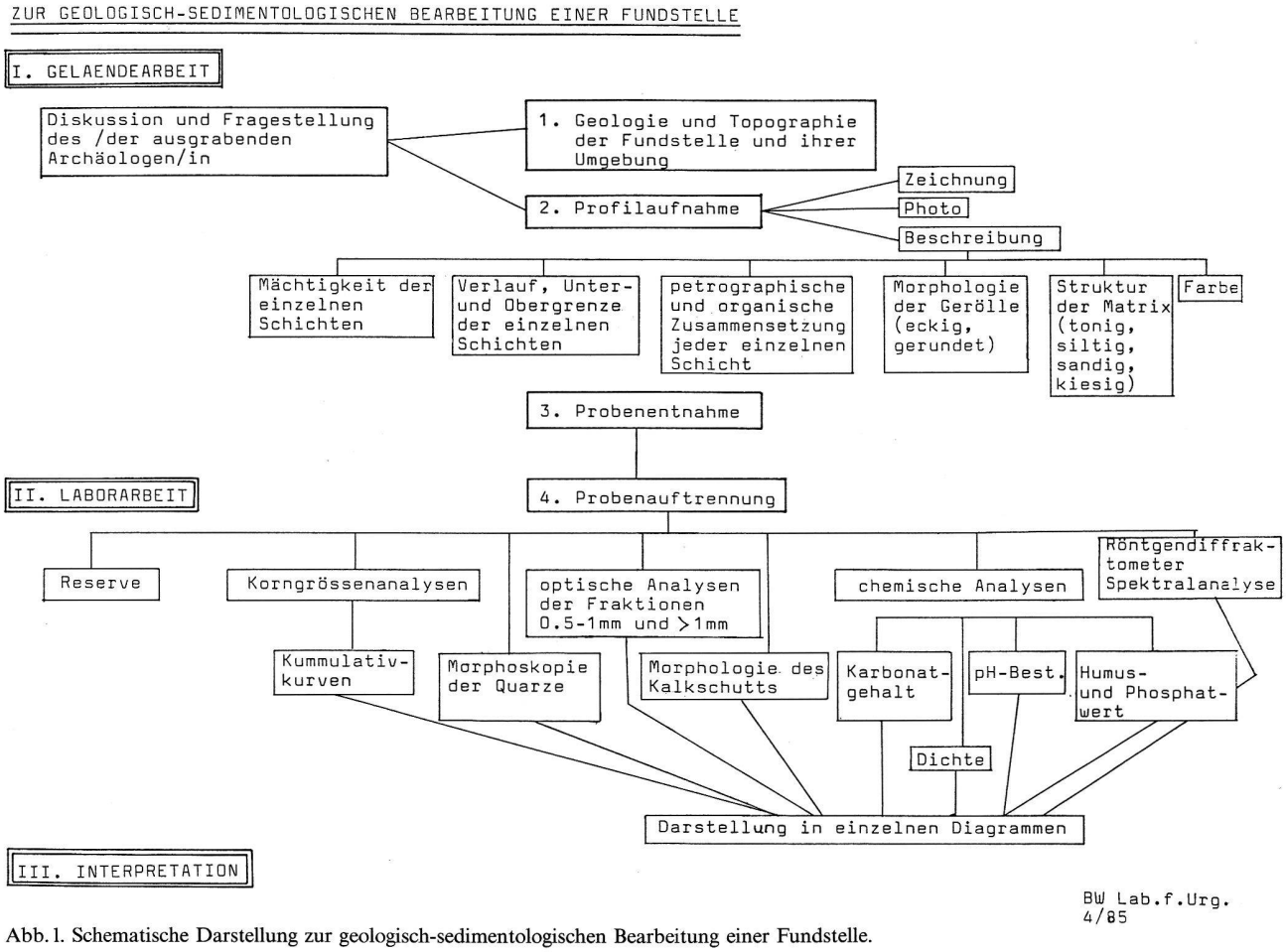

Abb. 1. Schematische Darstellung zur geologisch-sedimentologischen Bearbeitung einer Fundstelle.

ausführliche Diskussion mit dem ausgrabenden Archäologen (Abb. 1). Ohne diese Diskussion und eine gezielte Fragestellung von Seiten der Ausgräber an die Geologen ist eine geologische Bearbeitung der jeweiligen Fundstelle weitgehend sinnlos. Denn nur entsprechend den Fragestellungen der Archäologie (z.B. Auskunft über den Aufbau und das Ablagerungsmilieu der einzelnen Schichten, Erosions-, Akkumulationsphasen) können gezielt Profile aufgenommen und bearbeitet und eine die Archäologie zufriedenstellende Interpretation geliefert werden.

Es versteht sich von selbst, dass Geologen nicht in allerletzter Minute auf eine Grabung gerufen werden, dann wenn nur noch einzelne Profile stehen und der Bagger bereits wartet. Um eine aussagekräftige Untersuchung durchführen zu können, müssen während des gesamten Grabungsverlaufs die Ablagerungen und ihr Verlauf beobachtet und dokumentiert werden. Die von Archäologen beschriebenen Profile sind oft für eine geologische Interpretation unbrauchbar; die Bearbeitung von nicht selbst entnommenen Proben ist wissenschaftlich problematisch und unbefriedigend.

Die an die Geländearbeit anschliessenden Laboranalysen können keine Antwort auf Fragen geben, deren Grundzüge bereits auf der Grabung unklar geblieben sind. Mit Hilfe gezielter Laboranalysen lässt sich die genaue Zusammensetzung der Komponenten einer Schicht bestimmen und das Bild der Schichtgenese verfeinern. Allerdings muss betont werden, dass sich die jeweiligen Analysenmethoden nach der geologischen und archäologischen Fragestellung richten müssen, und nur bestimmte Analysen auf bestimmte Fragen eine Antwort geben können. Es ist also in den meisten Fällen nicht nötig, das ganze in Abb. 1 aufgeführte Register von Laboranalysen zu ziehen. Die Interpretation eines Befundes beruht schwerpunktmässig auf seiner Geländeaufnahme.

4. Archäologische Fundstellen und ihre geologische Bedeutung im westlichen Schweizer Mittelland

Dank der äusserst günstigen geographischen Lage – zwischen Jura und Voralpen – wurde das westliche Schweizer Mittelland seit dem Paläolithikum wiederholt besiedelt. Die breiten Alluvialebenen der Flüsse Aare, Zihl, Broye und Orbe, die drei Juraseen Bielersee, Neuen-

burgersee und Murtensee und die sanft ansteigenden Molasseanhöhen stellten ideale Siedlungslandschaften dar.

Von quartärgeologischem Interesse sind hier einerseits die Ablagerungen der Glazial- und Interglazialzeiten, wie Schotter, Moränen und Seetone, und andererseits diejenigen Ablagerungen, die seit dem Rückzug der Gletscher im Mittelland entstanden sind (Flussschotter, Sande, Silte, Torfe, Seekreiden). Durch die aktive und passive Gletschereinwirkung (Erosion des Substrats und Akkumulation von Sedimentmaterial) wurde das ehemalige tertiäre Landschaftsbild stark umgewandelt und erhielt in groben Zügen sein heutiges Aussehen. Nach dem Rückzug der Gletscher aus dem Mittelland (um ca. 18 000–16 000 BP, vgl. Ammann et al. 1983, 225) entstanden in den bereits angelegten Trögen die drei Seen und die breiten Flussebenen. Die genaue zeitliche Einstufung für die Entstehung der Seen in diesem ältesten Abschnitt des Spätglazials ist noch weitgehend unbekannt. Im Laufe des Spät- und Postglazials erfuhren dann diese Seen und Flüsse in bezug auf ihre Wasserspiegelniveaus und ihre Entwässerungsrichtungen zahlreiche Änderungen (Ammann-Moser 1975; Meyer-Wohlfarth 1986, 1987). Diese Änderungen stehen in einem engen Zusammenhang mit zahlreichen Faktoren, wie Klimaänderungen und Einfluss und Besiedlung durch den Menschen (Ammann 1982), um nur die wichtigsten zu nennen.

Das Ziel der Quartärgeologie in diesem Mittellandsquerschnitt ist es, gemeinsam mit zoologischen, botanischen, physikalischen und archäologischen Untersuchungen ein detailliertes paläogeographisches Bild der einzelnen regionalen Pollenzonen und der jeweiligen urgeschichtlichen Perioden zu zeichnen. Ausgehend z.B. von einer detaillierten Bearbeitung aller Profile in einer Grabung lassen sich dann Vergleiche zu anderen Fundstellen und Bohrungen in einem nicht besiedelten Raum ziehen. Im Idealfall könnten die so erhaltenen Profile im Laufe der Zeit ergänzt und vervollständigt werden und würden es erlauben, in den nächsten Jahrzehnten ein annäherndes paläogeographisches Bild dieser Gegend zu skizzieren.

Wir versuchen, an einigen Beispielen aus dem Schweizer Mittelland dieses Vorgehen zu erläutern und zu diskutieren.

4.1. Das Alte Aare-System im Grossen Moos

Das Grosse Moos liegt zwischen Neuenburger- und Bielersee einerseits und zwischen Murtensee und Aarberg andererseits. Es ist Teil der bereits erwähnten breiten Alluvialebene der Alten Aare und wurde im Zuge der beiden Juragewässerkorrektionen stark drainiert. Diese Drainagearbeiten hatten zur Folge, dass der Grundwasserspiegel gesenkt wurde; dadurch trockneten die flächig verbreiteten Torfe aus, und das Gebiet begann sich partiell zu senken. So sind heute zahlreiche alte Flussläufe der Aare sichtbar, die von Aarberg Richtung Neuenburgersee verlaufen. Die detaillierte Kartierung dieser Flussläufe und die pollenanalytische Datierung der letzten Verlandungs-

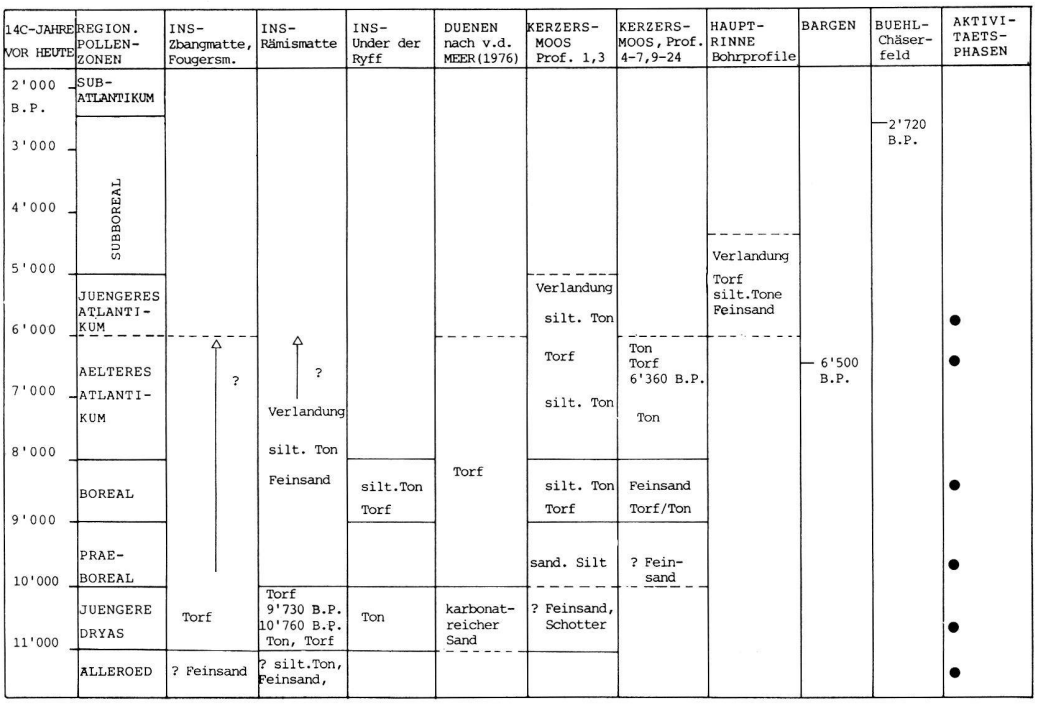

Abb. 2. Vergleichende Chronologie der spät- und postglazialen Ablagerungen im Grossen Moos; aus Meyer-Wohlfarth 1986, 138.

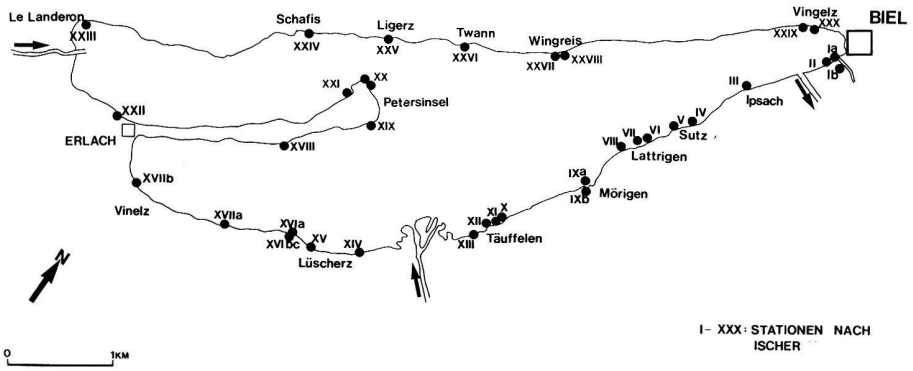

Abb. 3. Die Pfahlbaustationen am Bielersee BE, umgezeichnet nach Ischer 1928.

phase ergibt das folgende Bild (Meyer-Wohlfarth 1986, 1987) (Abb. 2): Im Spätglazial floss dieses Alte Aare-System südlich von Ins in einen damals ausgedehnteren Neuenburgersee. Durch den Rückzug des Neuenburgersees konnten sich am noch vegetationsfreien Ufergürtel während der Jüngeren Dryas (?) zwei äolische Dünenzüge, die Isleren- und die Rondidüne bilden; auf diesen finden sich mesolithische Silices[4].

Die Bildung der Dünenzüge könnte das Fluss-System veranlasst haben, sich einen weiter südlich liegenden Weg über Sugiez und La Sauge zu suchen, um dem Neuenburgersee zuzufliessen.

Die endgültige Verlandung der Hauptrinne des Fluss-Systems erfolgte im Zeitraum vor oder während dem Jüngeren Atlantikum/Subboreal[5]. Danach floss die Aare bis zur 1. Juragewässerkorrektion im letzten Jahrhundert Richtung Nordosten, der Zihl zu. Die Seespiegelschwankungen an den drei Juraseen während dem Neolithikum und der Bronzezeit können somit nicht durch einen von Nordosten nach Südwesten wechselnden Aarelauf erklärt werden, wie dies einige Autoren – nicht zuletzt im Zusammenhang mit prähistorischen Befunden – angenommen haben (Joos 1982; Magny 1979a, 1979b; Kasser 1975; Schwab u. Müller 1973; Lüdi 1935).

4.2. Geologische Untersuchungen am Bielersee

Vom ADB werden seit August 1984 am Bielersee an den nach Ischer (1928) bekannten Stationen Bohrungen durchgeführt (Abb. 3). Da von archäologischer Seite eine Bearbeitung der zahlreichen Bohrprofile nicht vorgesehen war, wurde vom Labor für Urgeschichte in Basel ein Nationalfonds-Projekt beantragt, in dessen Rahmen alle Profile des Nord- und Südufers geologisch und pollenanalytisch untersucht werden sollen[6,7], zumal die denkmalpflegerische Dringlichkeit einer Dokumentation und Untersuchung der durch Pegel- und Strömungsänderungen, Wasserchemismus und Erosion zunehmend bedrohten Befunde für die geologischen Aspekte ebenso gilt wie für die archäologischen. Da pro Station zwischen 10 und 50 Profilsäulen vorliegen, die detailliert beschrieben, gezeichnet und beprobt sind, können von jeder einzelnen Station die vorneolithischen und einzelne neolithische und bronzezeitliche Ablagerungen bearbeitet werden. Eine archäogeologische und archäobotanische Fragestellung muss jedoch vorläufig unbeantwortet bleiben, da uns von archäologischer Seite keine Fragen gestellt worden sind. Die Aufnahme und Beprobung von Grabungsprofilen war nicht möglich.

4.2.1. Vorläufige Ergebnisse der Untersuchungen an den Profilen von Sutz V

In Abb. 4 sind die Bohrreihen in den Stationen Sutz IV und V dargestellt. Die einzelnen Reihen wurden mehr oder weniger senkrecht zur Uferlinie, vom Land Richtung See angelegt. Die Distanz zwischen den einzelnen Bohrprofilen beträgt zwischen 4 m und 6 m.

Als Beispiele dieser Bohrreihen sind die Profile der Reihen 6 und 7 in Abb. 5 und 6 wiedergegeben. In beiden Bohrreihen findet sich an der Basis eine Abfolge von graugrünem Mittelsand, der in einen graugrünen Grobsand bis Feinkies übergeht. Diese unterste Einheit ist entsprechend ihrer Sedimentzusammensetzung durch eine Korngrössenzunahme gegen oben gekennzeichnet, was auf eine Zunahme der Energie (stärkere Wasserbewegung) schliessen lässt. Über diesen basalen Ablagerungen folgen im mittleren Teil graue Mittel- bis Feinsande, Wechsellagerungen aus siltigen Tonen und Feinsanden und Feinsande. Wie im unteren Teil ist auch hier eine Korngrössenzunahme und damit eine Energiezunahme zu beobachten. Der oberste Abschnitt besteht aus Seekreide, also aus Ablagerungen, die durch Karbonatausfällung in ruhigem Milieu entstanden sind. In Bohrreihe 6 können über der Seekreide (in den Profilen 1–3) stark organische Schichten beobachtet werden. Sie sind charakterisiert durch einen hohen Anteil an Pflanzenresten, Holzkohlefragmenten und Kristallingeröllen. Die Untersuchung dieser vorläufig als «Kulturschichten» angesprochenen Ablagerungen ergab bei den optischen Analysen (d.h.

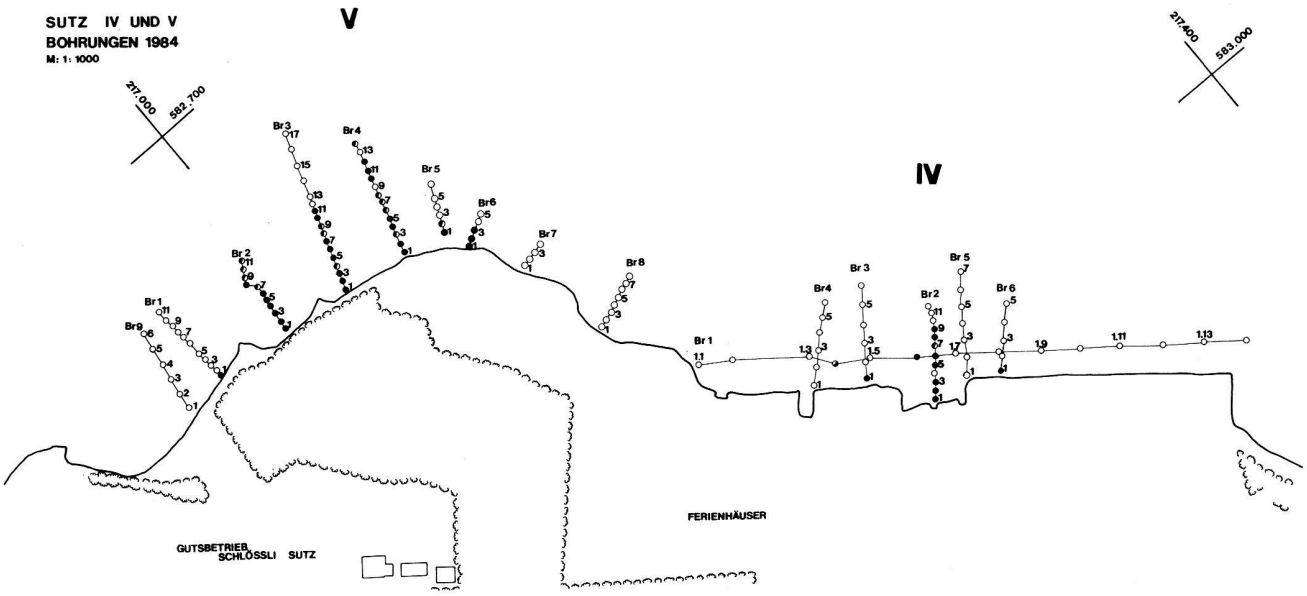

Abb. 4. Die Lage der Bohrprofile in den Stationen Sutz IV und Sutz V am Bielersee (vgl. auch Abb. 3); die einzelnen Bohrreihen sind jeweils etwa senkrecht zur Uferlinie angeordnet und verlaufen vom Land Richtung See (Koordinatenangabe ADB). – Br: Bohrreihe. – 1–11: Profilnummern; – ausgefüllte Kreise: Kulturschichten vorhanden. – leere/halbleere Kreise: keine Kulturschichten/verschwemmte Kulturschichten.

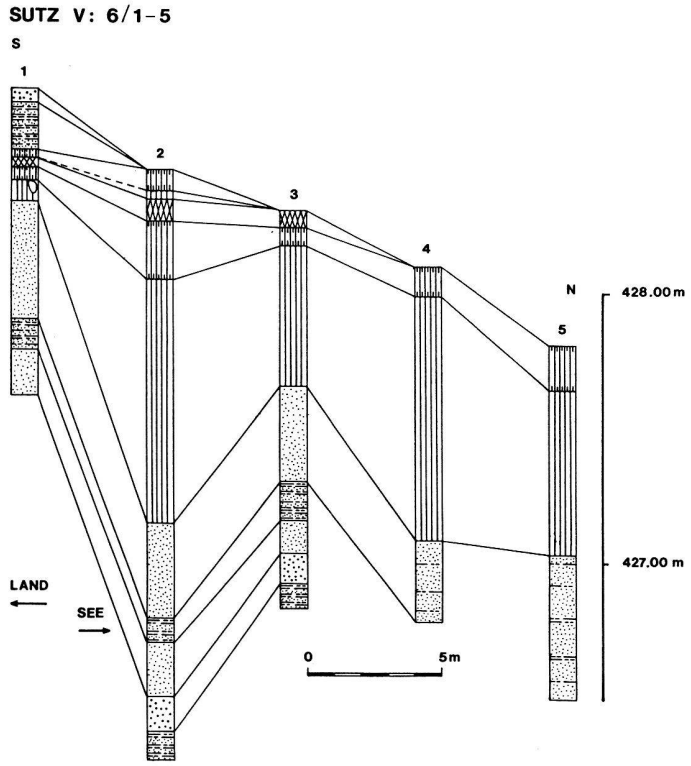

Abb. 5. Bohrreihe 6 aus Sutz V mit den Profilen 1–5; vgl. die Legende; «Kulturschichten» können nur in den Bohrungen 1–3 beobachtet werden.

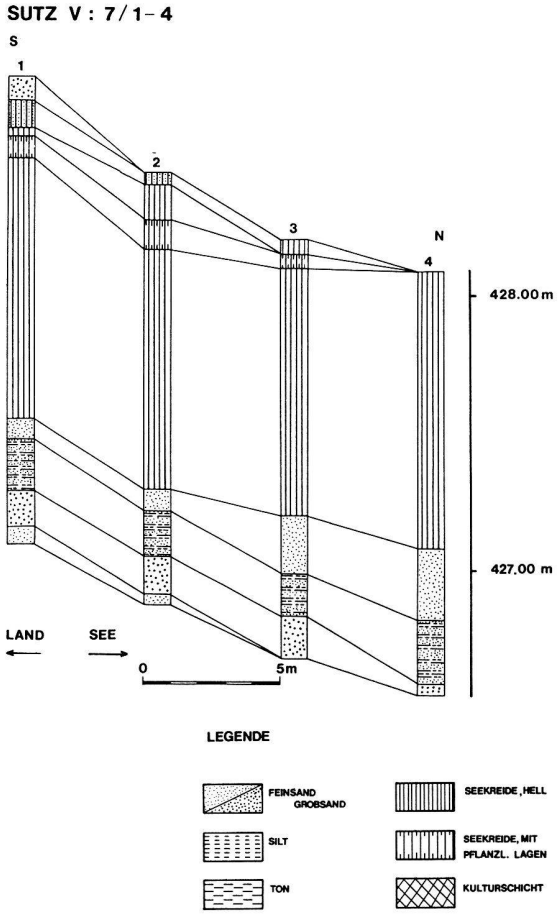

Abb. 6. Bohrreihe 7 aus Sutz V mit den Profilen 1–4; vgl. Legende und Text.

beim Auszählen der Fraktion 0,5–1,0 mm unter dem Binokular) ein heterogenes Bild. So wies z.B. die Probe aus dieser Schicht in Profil 1 viel Kristallin- und Pflanzenmaterial auf (42% bzw. 48%) und weniger Holzkohle (9%). Die Probe in der gleichen Schicht in Profil 3 hingegen setzt sich zusammen aus 28% Kristallingeröllen, 55% Pflanzenresten und 16% Holzkohlefragmenten. In allen Proben aus «Kulturschichten» in Sutz V konnten in den Schlämmrückständen grösser als 1 mm und zwischen 0,5–1,0 mm keine Knochen- und Keramikfragmente beobachtet werden. Proben aus der Bohrreihe 2 von Sutz IV, ebenfalls aus der «Kulturschicht» (diese liegt auch hier direkt der Seekreide auf), bestätigen die oben beschriebenen Beobachtungen: Auch hier zeigen die verschiedenen Proben eine sehr inhomogene Zusammensetzung in der Fraktion 0,5–1,0 mm: der Kristallinanteil variiert zwischen 2% und 40%, die Pflanzenreste liegen zwischen 42% und 73% und der Holzkohleanteil zwischen 3% und 43%. Untergeordnet auftretende Komponenten sind Molluskenfragmente und Karbonatkonkretionen.

Die exponierte Lage der «Kulturschichten» in beiden Stationen – von wenigen Ausnahmen abgesehen (z.B. Sutz V, Reihe 6, Profil 1 und 2) liegen sie direkt an der Oberfläche oder sind von einem rezenten Grobsand bedeckt – und ihre heterogene Zusammensetzung innerhalb einer Bohrreihe lassen an eine beginnende oder bereits erfolgte, rezente Erosion dieser Schichten denken. Die Möglichkeit muss in Erwägung gezogen werden, dass sich diese Schichten nicht mehr in situ befinden, sondern Residuallagen darstellen. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung werden auf diese Fragen eine Antwort liefern.

Die genaue Anzahl der Kulturschichten und ihr stratigraphischer Zusammenhang kann anhand der Bohrprofile nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Nur Grabungsprofile lassen hier eine genaue Stratigraphie erkennen.

4.2.2. Zusammenfassung der Aussagen zu Sutz V

Ausgehend von den beiden Profilreihen in Sutz V (Abb. 5 und 6) können wir also feststellen: Die an der Oberfläche liegenden «Kulturschichten» sind möglicherweise rezent bereits stark anerodiert und/oder teilweise rezent aufgearbeitet. Die Besiedlung der Station erfolgte auf Seekreide – im Gegensatz zu anderen Stationen am Bielersee. Nach Ablagerung der Kulturschichten entstanden nochmals Seekreide oder siltig tonige Sedimente, also Ablagerungen in einem ruhigen Unterwassermilieu.

Vor Ablagerung der «Kulturschichten» finden sich von unten nach oben zwei Zyklen mit einer allmählichen Energiezunahme; daran anschliessend wird das Ablagerungsmilieu sehr ruhig. Hypothesen zur zeitlichen Einstufung dieser Sedimentationszyklen und ihrer Signifikanz im Hinblick auf unterschiedliche Pegelstände scheinen jedoch gerade vor dem Hintergrund der weiteren, zahlreich vorhandenen, aber noch unbearbeiteten Bohrkerne verfrüht und unvorsichtig. Jedenfalls sind Regelhaftigkeiten im Sedimentaufbau fassbar, deren Vergleich in allen Profilen sämtlicher Stationen ein zufriedenstellendes Ergebnis verspricht.

4.3. Geologische Untersuchungen am Strandwall III von Yverdon-les-Bains

Yverdon-les-Bains VD liegt am nordöstlichen Ende der Orbe-Ebene, die sich dem Jurasüdfuss entlang vom Südwestende des Neuenburgersees bis nach La Sarraz im Süden erstreckt.

Im Winterhalbjahr 1983/84 wurde am Rande der Altstadt von Yverdon ein längerer Kanalisationsgraben angelegt, der teilweise archäologisch untersucht werden konnte (Curdy u. Klausener 1985). Da in den Grabenprofilen neben latènezeitlichen und römischen Schichten auch Sedimente des Strandwalles III aufgeschlossen waren, konnten dank dem Entgegenkommen und der finanziellen Unterstützung durch den MHAVD 7 Profile aufgenommen und geologisch bearbeitet werden (Wohlfarth 1985)[8] (Abb. 7 und 9).

Im Zusammenhang mit der geologischen Bearbeitung dieser Fundstelle standen für die Archäologen mehrere Fragestellungen im Vordergrund: Einerseits interessierte sie die Genese des Strandwalles und das Ablagerungsmilieu der liegenden und hangenden Schichten, andererseits die Lage des Seespiegels zur Latènezeit. Archäologisch interessant sind die Strandwälle selbst, weil sich auf ihnen die ersten Ansiedlungen von Yverdon-les-Bains konzentrieren (vgl. Kasser 1975).

Da die Erforschungsgeschichte der Strandwälle im einzelnen bereits diskutiert wurde (Wohlfarth 1985, 1987b), muss an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden.

Strandwälle sind Ablagerungen im Grenzbereich zwischen limnischem und terrestrischem Milieu und zeigen den Verlauf einer ehemaligen Strandlinie an (Wohlfarth 1985). Der Strandwall III von Yverdon besteht aus Schottern und Sanden, die von den Flüssen Brinaz, Mujon, Orbe und Buron in Form von Schwemmfächern herantransportiert und durch die starke Wellenbewegung des Sees – beispielsweise während Stürmen – als langgezogene, uferparallele Wälle wieder abgelagert wurden (Abb. 8). Das heisst, dass diese Strandwälle zwar den Strandverlauf angeben, aber keine absoluten Angaben zur Seespiegelhöhe vor der Latènezeit liefern.

In Abb. 9 ist ein schematisches Querprofil in Abschnitt 4 des Kanalisationsgrabens (Abb. 7) dargestellt, das im folgenden kurz diskutiert werden soll. Das Querprofil verläuft in südöstlich-nordwestlicher Richtung; im nordwestlichen Teil finden sich Seeablagerungen aus stark or-

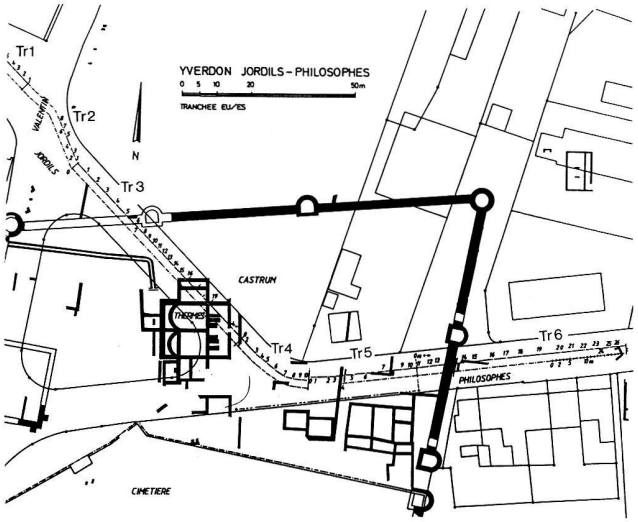

Abb. 7. Yverdon-les-Bains 1983/84: Lage der Profile im Kanalisationsgraben EU-ES; Zeichnung MHAVD.

ganischen, siltigen Tonen; ihre Oberkante ist erodiert. Pollenanalytische Untersuchungen zur zeitlichen Einstufung dieser Seeablagerungen sind im Gange[9]. Über diesen Tonen folgen bis zu 80 cm mächtige Schotter und Grobsande des Strandwalles III. Die latènezeitlichen Schichten liegen direkt dem Strandwall auf und können im südöstlichen Teil durch dünne Sand- und Schotterlagen dreigeteilt werden. Über den latènezeitlichen Schichten – ihre Oberkante ist ebenfalls teilweise erodiert – folgen nochmals Schotter und Sande.

Das genaue Seespiegelniveau zum Zeitpunkt der Ablagerung der basalen siltigen Tone kann nicht angegeben werden, da wir davon ausgehen müssen, dass ihre Oberkante erodiert ist. Da die Tone jedoch im Wasser abgelagert wurden, muss der Seespiegel sicher höher als 432,00 m ü.M. gelegen haben. Die Oberkante des Strandwalles gibt uns ebenfalls keinen genauen Hinweis auf das damalige Seespiegelniveau, sondern nur Anhaltspunkte für den Strandverlauf oder für die Höhe des Strandniveaus; dieses ist etwa in einer Höhe von 432,80–433,00 m ü.M. zu suchen. Das Seespiegelniveau muss demzufolge tiefer gelegen haben.

Die bereits in Kapitel 4.1 erwähnten äolischen Dünenzüge am Nordostufer des Neuenburgersees und die Strandwälle von Yverdon-les-Bains wurden von Lüdi (1935) sowohl zeitlich als auch ablagerungsmässig verglichen und als Hinweis für Seespiegelhochstände betrachtet. Die neuen Untersuchungen in Yverdon und im Grossen Moos zeigen dagegen deutlich, dass es sich um altersmässig und genetisch unterschiedliche Ablagerungen handelt und dass die Interpretation von Seespiegelniveaus und Seespiegelanstiegen mit äusserster Vorsicht vorgenommen werden sollte.

4.4. Die Profile der Von Vigier-Grabung in der Solothurner Altstadt

Der jüngere und jüngste Untergrund der Stadt Solothurn wurde bisher bei geologischen und archäologischen Untersuchungen meist vernachlässigt. Es ist dem Interesse und dem Entgegenkommen des Kantonsarchäologen, Hp. Spycher, zu verdanken, dass parallel mit Ausgrabungen in der Altstadt von Solothurn detaillierte Profile auch im Liegenden der archäologischen Schichten aufgenom-

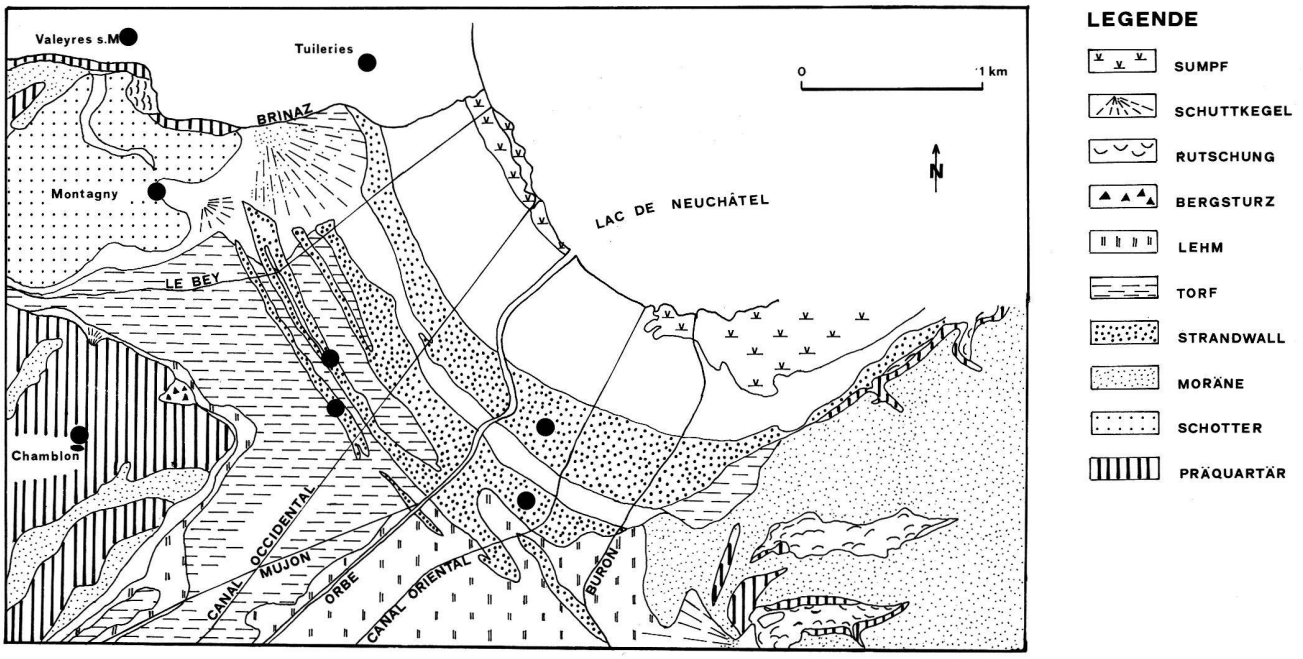

Abb. 8. Geologische Karte der Umgebung von Yverdon, umgezeichnet nach Jordi 1955; aus Wohlfarth 1985, 242.

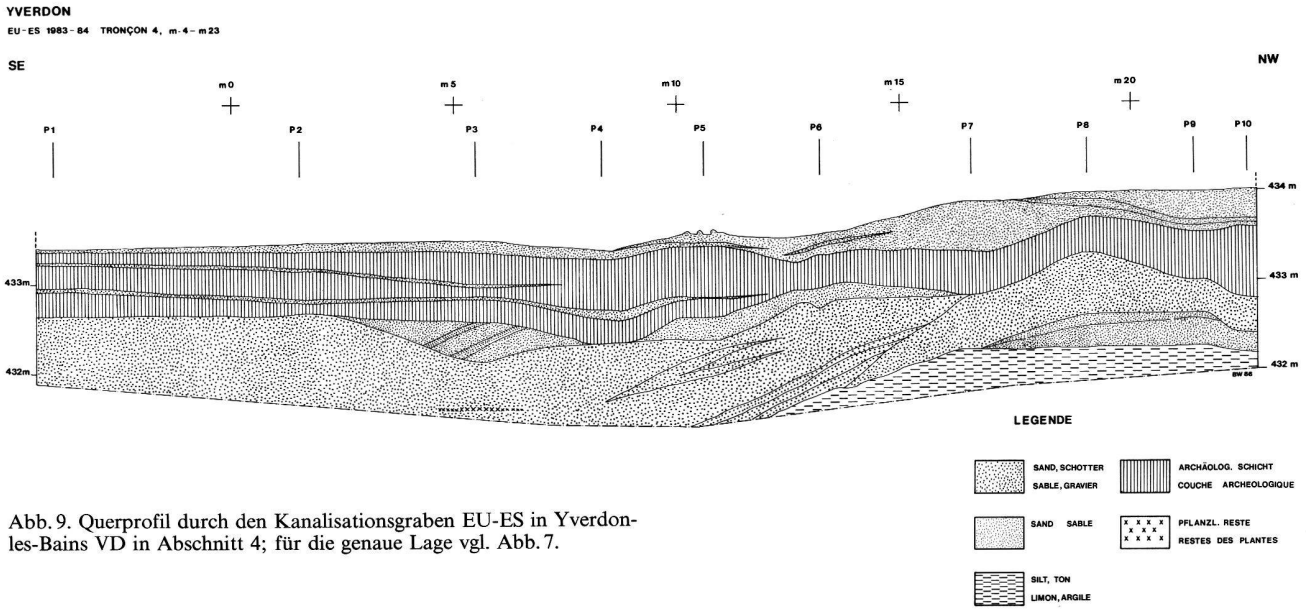

Abb. 9. Querprofil durch den Kanalisationsgraben EU-ES in Yverdon-les-Bains VD in Abschnitt 4; für die genaue Lage vgl. Abb. 7.

men werden konnten[10]. Da die Gesamtauswertung noch nicht abgeschlossen ist, sollen im Folgenden nur einige Ergebnisse aus den Von Vigier-Grabungen erläutert werden.

In Abb. 10 ist ein Übersichtsprofil von Südosten nach Nordwesten – durch das gesamte Areal der Von Vigier-Grabung – dargestellt; das Profil verläuft vom höchsten Punkt (SE) der Grabung bis zum tiefsten (NW), in Richtung Aare.

Im südöstlichen Bereich findet sich direkt unter den römischen Schichten die Moräne der letzten Vergletscherung. Im nordwestlichen Teil konnte im basalen Teil der Bohrung ebenfalls Moräne nachgewiesen werden. Zwischen dem nordwestlichen und dem südöstlichen Moränenauftreten besteht eine Höhendifferenz von ca. 6.5 m, so dass mit einem Abfallen der Moränenoberkante zu rechnen ist. In dieser Mulde, deren Entstehung erosiv bedingt sein kann, finden sich spätglaziale Sedimente (siltige

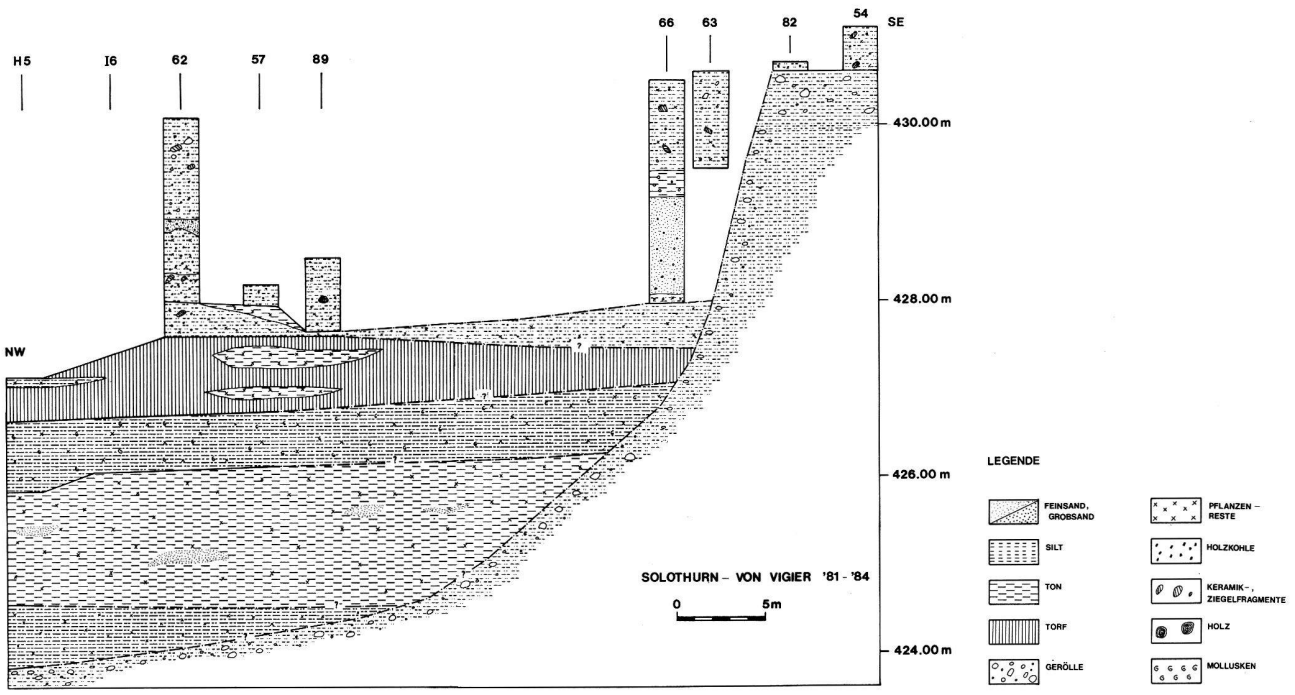

Abb. 10. Längenprofil durch die Von Vigier-Grabung in der Solothurner Altstadt von Südosten nach Nordwesten.

Tone und blaugraue Tone; sie werden anhand von pollenanalytischen Untersuchungen in die Älteste Dryas gestellt[11]), die in einem relativ ruhigen Milieu abgelagert wurden. Nach einem durch die Pollenanalyse nachgewiesenen längeren Hiatus folgen mittelholozäne (Atlantikum, Subboreal) siltige Tone und Torfe mit eingelagerten tonigen Linsen. Über den Torfen liegen die römischen Schichten, denen Tonlinsen und Schotterlagen zwischengeschaltet sind.

Die basalen, in ruhigem Wasser abgelagerten siltigen Tone und blaugrauen Tone, die bis in eine Höhe von ca. 426 m ü.M. nachgewiesen sind, können als randliche Ablagerungen eines spätglazialen Sees oder eines Flussaltarmes interpretiert werden. Die hangenden mittelholozänen siltigen Tone wurden durch die Aare abgelagert, die zuvor alle älteren Sedimente, bis zu den blaugrauen Tonen, erodiert hatte. Die Verlandung des Uferbereichs führte zur Torfbildung. Die Torfe und die hangenden römischen Schichten wurden vom Aarehochwasser wiederholt überschwemmt, was zu der Einlagerung von tonigen Linsen und Schotter führte.

4.5. Schlussfolgerungen

Anhand der Beispiele aus dem Schweizer Mittelland kann der – allerdings noch fragmentarische – Versuch unternommen werden, geologisch untersuchte Gebiete zu verknüpfen:

- In Yverdon-les-Bains VD, am südwestlichen Ende des Neuenburgersees wurden der Strandwall III (sensu Kasser 1975) und die hangenden latènezeitlichen Schichten untersucht.
- Die Auswertung der rund 2000 Bohrprofile vom Bielersee-Südufer ist noch nicht abgeschlossen, so dass lediglich zwei Bohrreihen aus Sutz V diskutiert werden konnten.
- Geologische und palynologische Geländearbeiten im Grossen Moos (Westschweizer Seeland) erlaubten die Kartierung und Datierung des alten Fluss-Systems der Aare.
- Untersuchungen in der Altstadt von Solothurn geben Hinweise auf das Ablagerungsmilieu, das Alter und die Ausdehnung der vorrömischen Schichten.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt darstellen:

- Der «Solothurner See» (im Sinne von Mollet 1928; Mühlberg 1910; Favre 1883) mit einer Ausdehnung von Solothurn bis Yverdon, aufgestaut an den Endmoränen von Wangen a.Aare, kann nicht existiert haben. Die in Solothurn nachgewiesenen blaugrauen Tone der Ältesten Dryas sind lokal begrenzt und liegen auf ca. 426 m ü.M. Ihre Höhenlage entspricht nicht den Angaben von Becker (1973), Rumeau (1954), Ramseyer (1952) und Lüdi (1935), die eine Seespiegelhöhe von 445–455 m, 480 m und 510 m angenommen haben. In der Höhe von 445–455 m finden sich am Rande des Grossen Mooses glaziale und interglaziale Ablagerungen; zudem sind die von den oben genannten Autoren beobachteten Sedimente nicht datiert[13].
- Im Spätglazial und frühen Holozän war im Grossen Moos das alte Fluss-System der Aare aktiv. In einer älteren Phase mündete das Fluss-System südlich von Ins in einen alleröd(?)zeitlichen Neuenburgersee; am noch vegetationsarmen Ufer des sich allmählich zurückziehenden Sees lagerten sich während der Jüngeren Dryas(?) äolische Dünen ab; auf diesen finden sich mesolithische Silexartefakte. Durch die Dünenbildung wurde das Fluss-System veranlasst, sich einen weiter südlich liegenden Weg zu suchen und mündete in der Folge bei La Sauge in den Neuenburgersee. Die endgültige Aufgabe des Alten Aare-Systems im Grossen Moos erfolgte im Zeitraum vor oder während dem Jüngeren Atlantikum/Subboreal. Danach floss die Aare bis zur 1. Juragewässerkorrektion im letzten Jahrhundert Richtung Nordosten der Zihl zu. Die Seespiegelschwankungen der drei Juraseen während dem Neolithikum, der Bronze- und Latènezeit können folglich nicht durch einen periodisch wechselnden Aarelauf erklärt werden.
- In den Zeitraum Atlantikum/Subboreal fallen die siltigen Tone und Torfe in der Altstadt von Solothurn; sie wurden nach einem längeren – pollenanalytisch nachgewiesenen und erosiv bedingten – Hiatus im Hangenden der spätglazialen Tone abgelagert. Durch die verstärkte Wasserführung der Aare vor oder während dem Atlantikum wurden alle Ablagerungen des jüngeren Spätglazials und älteren Holozäns erodiert. Im Atlantikum/Subboreal verlandete dann der Uferbereich allmählich; eine nochmalige verstärkte Wasserführung der Aare kann in römischer Zeit beobachtet werden.
- Die Strandwälle von Yverdon-les-Bains wurden in ihrer Entstehung mit den äolischen Dünen am Nordostufer des Neuenburgersees verglichen und als Ergebnis eines ehemaligen Seehochstands betrachtet (Lüdi 1935). Die Strandwälle entstanden jedoch, im Gegensatz zu den äolischen Dünen, durch Wellenbewegung am Strand und geben den ungefähren Strandverlauf vor oder während der Latènezeit und die ungefähre Höhe des Strandes an (433 m ü.M.), ohne Hinweise auf ein genaues Seespiegelniveau zu liefern.

Zusammenfassung

Geologische Untersuchungen im Spät- und Postglazial befassen sich mit denjenigen Sedimenten, die seit dem Rückzug der Gletscher abgelagert worden sind.

Ausgehend von einer detaillierten Beschreibung aller Profile in einer archäologischen Ausgrabung – ergänzt durch künstliche oder natürliche Aufschlüsse und Bohrprofile in nicht besiedelten Gebieten – lässt sich, gemeinsam mit zoologischen, botanischen, physikalischen und archäologischen Untersuchungen, ein Bild von der Landschaftsentwicklung (Paläogeographie) der letzten 13 000 Jahre zeichnen.

Die Bearbeitung von Profilen aus Yverdon-les-Bains, dem Grossen Moos, vom Bielersee und aus der Solothurner Altstadt erlaubt folgende Aussagen:

- Der «Solothurner See» mit einer Ausdehnung von Solothurn bis Yverdon kann nicht existiert haben.
- Im Grossen Moos war während dem Spätglazial und Holozän das Alte Aare-System aktiv, das vor oder während dem Jüngeren Atlantikum/Subboreal verlandete; die Seespiegelschwankungen vom Neolithikum bis zur Latènezeit können also nicht durch einen periodisch wechselnden Aarelauf erklärt werden.
- Die Strandwälle von Yverdon und die äolischen Dünen am Nordostufer des Neuenburgersees sind von unterschiedlicher Entstehung und geben keinen Hinweis auf ein hohes Seespiegelniveau.
- In der Altstadt von Solothurn konnte eine verstärkte Wasserführung der Aare im Atlantikum/Subboreal und während römischer Zeit nachgewiesen werden.

Die vermehrte Einbeziehung von Geologie und Botanik (Pollenanalyse und Makrorest-Analyse) bei archäologischen Ausgrabungen würde es erlauben, die Entwicklung einer bestimmten Region detailliert zu untersuchen und könnte endlich dazu beitragen, die Problematik und das Vorhandensein von Seespiegelschwankungen auch aus geologischer Sicht zu beurteilen.

Résumé

Les études géologiques du Tardi- et Postglaciaire concernent les sédiments déposés après le retrait des glaciers.

Partant d'une description détaillée de tous les profils d'une fouille archéologique - complétée par des observations d'affleurements naturels ou artificiels et par des carottages dans les endroits non habités - on peut en intégrant les études zoologiques, botaniques et archéologiques retracer le développement du paysage durant les 13 000 dernières années.

L'élaboration de profils d'Yverdon-les-Bains, du Grand Marais, du lac de Bienne et de la vieille ville de Soleure a permis d'avancer les résultats suivants:

- Durant le Tardiglaciaire et l'Holocène, l'ancien système hydrographique de l'Aar était actif, et subit un atterrissement avant ou pendant l'Atlantique/Subboréal. Les variations du niveau des lacs du Seeland qui eurent lieu du Néolithique à l'époque de La Tène ne peuvent donc pas être dues à un changement périodique du cours de l'Aar.
- Les cordons littorals d'Yverdon et les dunes éoliennes de la rive nord-est du lac de Neuchâtel sont d'origines diverses mais ne témoignent pas d'un haut niveau du lac.
- Dans la vieille ville de Soleure, un débit nettement plus important de l'Aar a pu être démontré durant l'Atlantique/Subboréal et durant l'époque romaine.

L'intégration systématique de la géologie et de la botanique (palynologie et analyses des macrorestes) dans l'élaboration de fouilles archéologiques pourrait permettre d'étudier le développement d'une région donnée en détail et de considérer enfin la problématique et l'existence de variations du niveau des lacs du point de vue géologique.

Traduction Philippe Morel

Barbara Wohlfarth-Meyer
Labor für Urgeschichte
der Universität Basel
Petersgraben 9-11
4051 Basel

Anmerkungen

1 Das angeführte Zitat verdanke ich Herrn Prof. Dr. W. Taute, Köln, der mich anlässlich eines Oberseminarvortrages darauf hingewiesen hat, dass die Forderung nach einer Geoarchäologie bereits im letzten Jahrhundert formuliert worden ist. Herrn Dr. H. Löhr, Trier, danke ich ganz herzlich für die genaue Zitatstelle und für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

2 Hier denke ich z.B. an die ersten Menschenfunde in Ostafrika und die geologischen Umstände, die zu ihrer Erhaltung beigetragen haben; an die Neolithisierung vom Vorderen Orient bis Mitteleuropa und ihre Abhängigkeit von fruchtbaren Böden und der Vegetation; an die spezielle Lage der Schweizer Seeufersiedlungen.

3 Bei dieser Zusammenstellung wurden nur die wichtigsten Arbeiten an Höhlensedimenten, Freilandstationen und Seeufersiedlungen in Frankreich, der Schweiz und der BR Deutschland berücksichtigt.

4 Heini Stucki, Ins, wies mich auf die Silices hin und zeigte mir freundlicherweise seine Sammlung.

5 Die pollenanalytischen Untersuchungen wurden von Brigitte Ammann, Bern, durchgeführt.

6 Nationalfondsprojektnr. 1.952–0.84.
Die pollenanalytischen Untersuchungen werden im Rahmen einer Dissertation von Anne-Marie Rachoud-Schneider am Geobotanischen Institut in Bern durchgeführt.

7 Leider können am Nordufer nur die Stationen Wingreis XXIX und XXX untersucht werden, da die restlichen Profile nicht zur Verfügung stehen.

8 An dieser Stelle möchte ich Herrn D. Weidmann, MHAVD für seine finanzielle Unterstützung danken.

9 Die pollenanalytischen Untersuchungen werden von Anne-Marie Rachoud-Schneider durchgeführt.

10 Für die finanzielle Unterstützung meiner Untersuchungen durch die Kantonsarchäologie Solothurn danke ich herzlich.

11 Pollenanalytische Untersuchungen an diesen Sedimenten führte Philip Haddorn, Bern, durch; Makrorest-Untersuchungen wurden von Stefanie Jacomet, Basel, gemacht.

12 Im Lüscherz Moos, aus dessen Randzone mesolithische Silexartefakte stammen, wurden während Drainagearbeiten Profile aufgenommen, die bereits teilweise datiert sind.

13 Vgl. für eine ausführliche Argumentation Meyer-Wohlfarth (1986, 1987).

Bibliographie

Ammann-Moser, B. (1975) Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beitr. Geobot. Landesaufnahme Schweiz, H. 56.

Ammann, B. (1982) Säkulare Seespiegelschwankungen wo, wie, warum? Mitt. Naturforsch. Ges. Bern N.F. 38. Bd., 97–106.

Ammann, B., Chaix, L., Eicher, U., Elias, S.A., Gaillard, M.-J., Hofmann, W., Siegenthaler, U., Tobolski, K. u. Wilkinson, B. (1983) Vegetation, insects, molluscs and stable isotopes from Late-Würm deposits at Lobsigensee (Swiss Plateau). Studies in the Late Quaternary of Lobsigensee. Revue de Paléobiologie 2,2; 163–180.

Becker, F. (1973) Notice explicative de la feuille géologique 63 Murten. Schweiz. geol. Komm. Bern.

Bonifay, E. (1962) Les terrains quaternaires dans le Sud-Est de la France. Travaux de l'Institut de Préhistoire de l'Université de Bordeaux. Mém. 2.

Bosinski, G. (1985) Der Neandertaler und seine Zeit. Köln.

Brochier, J.L. (1978) Les modifications de l'environnement du Würmien récent au Postglaciaire en Languedoc. Paléoecologie de l'homme fossile 2, CNRS, Paris.

Brochier, J.L. u. Joos, M. (1982) Un élément important du cadre de vie des Néolithiques d'Auvernier-Port: le lac. Approche sédimentologique. Dans: La station littoral d'Auvernier-Port. Cadre et évolution. Auvernier 5, CAR 25, Bibl. hist. vaud., Lausanne.

Brunnacker, K. (1956) Die Höhlensedimente im Hohlen Stein bei Schambach. Geol. Blatt NO-Bayern 6, 21–32.

– (1967) Geologisch-bodenkundliche Beobachtungen in der neolithischen Station von Burgäschisee-Süd. Acta Bernensia II, Seeberg Burgäschisee-Süd, Teil 4, 141–143.

– (1974) Die Böden des Geestkerns von Archsum. Ber. Röm. Germ. Kommission 55, 387–415.

– (1977) Das Holozän im Binnenland – die geologische Gegenwart. Geol. Rundschau 66, 3, 757–770.

– (Ed.) (1978) Geowissenschaftliche Untersuchungen in Gönnersdorf. Wiesbaden.

– (1979) Die Sedimente im Hohlen Stein bei Schambach (südliche Frankenalb), Geol. Blatt NO-Bayern 29, Heft 2/3, 89–112.

– (1981) Die Sedimente der Maximiliansgrotte bei Krottensee, nördliche Frankenalb. Geol. Blatt NO-Bayern 31, Heft 1–4, 67–74.

Brunnacker, K. u. Brunnacker, M. (1978) Die Sedimente und die Mollusken in spät- und postglazialen Höhlenprofilen Süddeutschlands. In: Taute, W. (Hrsg.) Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2, Naturwissenschaftliche Untersuchungen, 47–76.

Brunnacker, K., Boenigk, W., Hahn, J. u. Tillmanns, W. (1978) Das jungpleistozäne Profil von Lommersum, Niederrheinische Bucht. Decheniana 131, 274–286.

Brunnacker, K. u. Hahn, J. (1978) Der jungpleistozäne Loess samt paläolithischer Kulturen in den Rheinlanden als Glied einer zeitlichen und räumlichen Faziesänderung. Beitr. zur Quartär- und Landschaftsforschung. Festschr. J. Fink, 37–51.

Campy, M. (1982) Le Quaternaire franc-comtois. Essai chronologique et paléoclimatique. Thèse Nr. 159, Univ. de Besançon.

Chavaillon-Dutriévoz, S. u. Chavaillon, N. (1955) Essai de granulométrie appliquée aux gisements préhistoriques d'Arcy sur Cure. Bull. Soc. Préhist. France XLIX, 10, 502–522.

Curdy, Ph. u. Klausener, M. (1984) Yverdon-les-Bains VD – un complexe céramique du milieu du 2ème siècle avant J.C. AS 8/4, 236–240.

Favre, A. (1883) Un ancien lac postglaciaire de Soleure. Arch. sci. phys. nat. 3.pér., 10, 411–412, 532.

Frenzel, B. (1979) L'homme comme facteur géologique en Europe. Bull. AFEQ 16, 191–199.

– (1983) Die Vegetationsgeschichte Süddeutschlands im Eiszeitalter. In: Müller-Beck, Hj. (Hrsg.) Urgeschichte in Baden-Württemberg, 91–166.

Ischer, Th. (1928) Die Pfahlbauten des Bielersees. Biel.

Jockenhövel, A. (1986) Neolithische Auenlehmbildungen im Untermaingebiet – Ergebnisse einer Ausgrabung im Mainaltlauf «Riedwiesen» zwischen Frankfurt am Main – Schwanheim und Kelsterbach, Kr. Gross-Gerau. Geol. Jahrb. Hessen 114, 115–124.

Joos, M. (1976a) Die Sedimente der neolithischen Station Feldmeilen-Vorderfeld. In: Winiger, J. u. Joos, M., Feldmeilen Vorderfeld, die Ausgrabungen 1970/1971, 106–132, Antiqua 5, Basel.

– (1976b) Geologische und sedimentologische Aspekte von Yverdon-Garage Martin. In: Kaenel, G., La fouille du «Garage Martin 1972», 131–142. CAR 8, Bibl. hist. vaud., Lausanne.

– (1977) Der sedimentologische Befund beim Einbaum. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann, Bd. 3, 41–51. Bern.

– (1980) Die Profilkolonne X/42. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann, Bd. 6, 69–112. Bern.

– (1982) Swiss midland lakes and climatic changes. In: Harding, A.F., Climatic changes in Later Prehistory, 44–51. Edinburgh.

Jordi, H.A. (1955) Geologie der Umgebung von Yverdon. Beitr. Geol. Karte der Schweiz, N.F. 99.

Kasser, R. (1975) Yverdon. Histoire d'un sol et d'un site avec la cité qu'ils ont fait naître. - Eburodunum I. Yverdon.

Lais, R. (1941) Über Höhlensedimente. Quartär 3, 56–108.

Laville, H. (1975) Climatologie et chronologie du paléolithique en Périgord. Etudes Quaternaires 4, Univ. de Provence.

– (1983) La station magdalénienne du Petersfels: Charactéristiques, signification climatique et chronologie des dépôts. In: Albrecht, G., Berke, H. u. Poplin, F., Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Magdalenien Inventaren vom Petersfels, Grabungen 1974–1976, 21–46. Tübingen.

Luedi, W. (1935) Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 11. Zürich.

Luening, J., Schirmer, W. u. Joachim, H.-E. (1971) Eine Stratigraphie mit Funden der Bischheimer Gruppe, der Michelsberger Kultur und der Urnenfelderkultur in Kärlich, Kr. Koblenz. Prähist. Zeitschr. 46, 37–101.

Magny, M. (1978) La Dynamique des dépôts lacustres et les stations littorales du Grand Lac de Clairvaux (Jura). Centre Rech. Archéol., Notes et Monographies techniques Nr. 11.

– (1979a) A propos de l'Aar et des lacs du Seeland: Hasards ou rencontres cohérentes? Revue d'archéol. de l'Est 2, 177–182.

– (1979b) Atlantique et Subboréal: humidité ou sécheresse? Revue d'Archéol. de l'Est 30, 57–65.

Magny, M. u. Richard, H. (1986) Contribution à l'histoire holocène du lac du Bourget: Recherches sédimentologiques et palynologiques sur le site de Conjux-la-Chatière (Savoie, France). Rev. de Paléobiol. vol. 4/2, 253– 277.

Meyer, B. (1971) Bodenkunde und Vorgeschichtsforschung. Prähist. Zeitschr. 46, 142–144.

– (1976) Pedostratigraphische Befunde an der Grabung Kalefeld, Kr. Osterode, unter besonderer Berücksichtigung des Problems «Polygonböden als Siedlungsanzeiger». Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 10, 183–185.

Meyer-Wohlfarth, B. (1986) Das jüngere Quartär im Schweizer Seeland. Unpubl. Diss. math.-nat. Fak. Univ. Köln.

– (1987) Die spät- und nacheiszeitlichen Ablagerungen im Grossen Moos: Chronologie und Paläogeographie. Rev. de Paléobiol. (im Druck).

Miskovsky, J.-C. (1972) Etude sédimentologique du remplissage de la grotte de l'Hortus. In: Lumley, H., La grotte moustérienne de l'Hortus, 101– 153. Etudes Quaternaires 1, Univ. de Provence.

– (1974) Le Quaternaire du Midi Méditerranéen. Etudes Quaternaires 3, Univ. de Provence.

Mollet, H. (1928) Geologische Ergebnisse beim Bau der neuen Aarebrükken in Solothurn; ein Beitrag zur Kenntnis des Bodens der Stadt Solothurn. Eclogae geol. helv. 21, 83–90.

Muehlberg, F. (1910) Bemerkungen über den diluvialen See von Solothurn. Eclogae geol. helv. 11, 732–733.

Ramseyer, R. (1952) Geologie des Wistenlacherberges (Mont Vully) und der Umgebung von Murten (Kt. Fribourg). Eclogae geol. helv. 45/2, 165–217.

Rumeau, J.-L. (1954) Géologie de la région de Payerne. Paris.

Sabel, K.-J. (1985) Zur Bodenuntersuchung am Heidetränke-Oppidum. Germania 63, 490–496.

Schalich, J. (1983) Boden- und Landschaftsgeschichte des bandkeramischen Gräberfeldes in Niedermerz. Rhein. Ausgr. 24, 48–53.

Schindler, C. (1981) Geologische Grundlagen zur Beurteilung archäologischer Probleme in den Seeufergebieten. HA 45/48, 71–81.

Schmid, E. (1958) Höhlenforschung und Sedimentanalyse. Schriften des Instituts f. Ur- und Frühgesch. der Schweiz 13. Basel.

– (1967) Zürich Enge, Breitingerstrasse. Jungsteinzeitliche Strandsiedlungsreste. Zürcher Denkmalpflege 62/63, 155–157.

Schwab, H. u. Mueller, R. (1973) Die Vergangenheit des Seelandes im neuen Licht. Über die Wasserstände der Juraseen. Freiburg i.Ü.

Le Tensorer, J.M. (1970) Recherches physico-chimiques sur les dépôts du Würm III de la région du Gavaudun (Lot et Garonne). Thèse Univ. de Bordeaux.

– (1981) Le Paléolithique de l'Agenais. Cahiers du Quaternaire Nr. 3.

Vertes, L. (1959) Untersuchungen an Höhlensedimenten. Methode und Ergebnisse. Régészeti Füzetek, Ser. II, 7.

Wohlfarth, B. (1985) Die «cordons littoraux» von Yverdon-les-Bains – ein Vorbericht zu den geologisch-sedimentologischen Untersuchungen.

Wohlfarth-Meyer, B. (1987a) Optische Untersuchungen an den Bohrungen aus dem Vorplatzbereich des Kesslerlochs/Thayngen. Rev. de Paléobiol. (im Druck).

– (1987b) Aperçu géologique du cordon littoral III à Yverdon-les-Bains. Bull. Soc. Vaud. Sciences nat. (im Druck).