

Sedimentologische Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese der Kulturschichten der jungneolithischen Station Hornstaad-Hörnle IA. Profilsäulen E 111 und E 112

WOLFGANG OSTENDORP

Inhalt

1	Einleitung	455
2	Untersuchungsgebiet und Probennahmepositionen	456
3	Methoden	457
3.1	Entnahme und Aufarbeitung der Profilsäulen	457
3.2	Probenaufbereitung und Analytik	457
3.3	Art der Darstellung und Ergebnisinterpretation	457
4	Ergebnisse	459
4.1	Lithostratigraphie, Sedimentchemie und Partikelinhalte der Profilsäule E 111	459
4.2	Lithostratigraphie, Sedimentchemie und Partikelinhalte der Profilsäule E 112	463
5	Diskussion	463
5.1	Geochemie	463
5.2	Trennungskoeffizient	467
6	Versuch einer umweltgeschichtlichen Rekonstruktion	468
6.1	Modell: Überflutungswahrscheinlichkeit, Siedlungsniveau und Erfolgsaussichten der Seespiegelrekonstruktion	468
6.2	Rekonstruktionsversuch: Schichtgenese von E 111 und E 112	469
7	Literatur	472

1 Einleitung

Die urgeschichtliche Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I wurde zehn Jahre lang im Rahmen des interdisziplinären DFG-Schwerpunktprogramms „Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland“ untersucht. Die Ausgrabungen und archäologischen Auswertungen wurden durch naturwissenschaftliche Teilprojekte unterstützt (Planck 1990). Ziel war ein möglichst weitgehender Einblick in die vielschichtigen Wechselbeziehungen zwischen

dem natürlichen Lebensraum einerseits und dem neolithischen Siedlungsgeschehen am Bodensee andererseits.

Der vorliegende Beitrag widmet sich vorrangig der Frage nach der Lage des jungneolithischen Dorfes Hornstaad Hörnle IA (Hornstaader Gruppe, um 3900 v. Chr., Billamboz 1990) zum damaligen mittleren Seespiegel des Bodensee-Untersees. Den Hintergrund bildet die Diskussion um die Bauweise (ebenerdige Bauten mit bestenfalls episodischer Überschwemmung oder abgehobene Bauweise im

periodisch oder dauernd überschwemmten Uferareal?) und um das Siedlungsmotiv (Seespiegelabsenkung als Auslöser für die Dorfgründungen?), die seit der Entdeckung der „Pfaahlbauten“ im Jahre 1854 bis in die heutige Forschungsperiode angehalten hat (Guyan 1955; Stöckli 1979; Smolla 1981; Strahm 1983; Speck 1986; Schlichtherle 1997a; 1997b).

Die hier vorgestellten Ergebnisse erstrecken sich auf die Profilsäulen E111 und E112. Die beiden Profilsäulen stammen aus dem Zentrum des Hornstaader Dorfes mit mehr als 30 cm mächtiger Kulturschicht-erhaltung.

2 Untersuchungsgebiet und Probennahmepositionen

Die Station Hornstaad-Hörnle I liegt am Ufer des Bodensee-Untersees vor der Halbinsel Höri (Lkr. Konstanz, Gem. Gaienhofen-Horn, ca. 395 m ü. NN; TK25 Bl. 8220 u. 8320). Sie umfasst eine Kulturschicht der Hornstaader Gruppe („Hörnle IA“, dendrochronologische Eckdaten 3915 v. Chr., 3905 v. Chr.) und Kulturschichtreste der Pfyner Kultur („Hörnle IB“, 3586 v. Chr., 3507 v. Chr.; Billamboz 1990; Dieckmann/Billamboz 1992). Die beiden Schichtpakete waren ursprünglich durch eine ca. 20 bis 25 cm mächtige, im Wesentlichen fundfreie Seekreideschicht getrennt. Inzwischen ist die Pfyner Kulturschicht weitgehend durch Ufererosion abgetragen, sodass die hier vorgestellten Profilsäulen lediglich die Hornstaader Kulturschicht sowie die fundfreien Seeablagerungen im Liegenden und Hangenden beinhalten. Die erhaltene Kulturschicht erreicht eine Fläche von rund 3900 m², von denen bislang ca. ein Drittel ausgegraben werden konnten. Sie gliedert sich chronostratigraphisch in drei flächig ausgebildete archäologische Horizonte (AH): eine organisch-grobdetritisch-sandige Schicht an der Basis (AH1), die der Dorfgründungsphase bis zum Siedlungsbrand entspricht, eine Brandschicht (AH2) und eine lithologisch sehr heterogene Schicht (AH3), die die Wiederaufbauphase nach dem Brand bis zur Auflassung des Dorfes repräsentiert. Die Kulturschichtbasis liegt seewärts bei 394,30 m ü. NN und erreicht im landwärtigen Bereich 395,35 m ü. NN (alle Höhenangaben in dieser Arbeit beziehen sich auf das Bezugsniveau am Höhenbolzen Schlößle Hornstaad bei 398,114 m ü. NN). Eine ausführliche Darstellung der Lage und der grundlegenden stratigraphischen Verhältnisse der Station findet sich bei Schlichtherle (1986) und (1990) sowie bei Dieckmann et al. (2001) und oben Dieckmann u.a. in diesem Band.

Die Halbinsel Höri mit der Hornspitze besteht in ihrem Kern weitgehend aus Sanden und Mergeln der Oberen Süßwassermolasse, die durch den würmzeitlichen Bodensee-Gletscher überformt und gebietsweise mit einer Geschiebedeckschicht überzogen wurden (Schreiner 1974; vgl. auch Schreiner 1989; 1992). Im Uferbereich stehen spätwürmzeitliche Beckentone sowie spätglaziale und holozäne Karbonatsedimente (Seekreiden, onkolithische Krümelkalke [Schnegglikiese]) an, in die auch die Hornstaader Kulturschicht eingebettet ist. Die Seekreide unmittelbar an der Basis des AH1 weist ein spätatlantisches (Rösch 1985) oder subbo-reales Alter auf (Liese-Kleiber 1985). Die überdeckende Seekreide im Siedlungszentrum wurde in der Zeit zwischen der Hornstaader und der Pfyner Besiedlung abgelagert (Liese-Kleiber 1985). Die lithostratigraphischen Verhältnisse der Hornspitze in der Umgebung der Station Hornstaad sind bei Schmidt (1993) dargestellt.

Der heutige Wasserstand des Bodensee-Untersees schwankt normalerweise zwischen 394,30 m ü. NN (MNM₇W) und 396,33 m ü. NN (MHW) mit einem mittleren Mittelwasserstand von 395,11 m ü. NN (jeweils Zeitraum 1887–1987). Die Extremwerte betragen 397,43 m ü. NN für das Hochwasser und 393,93 m ü. NN für das Niedrigwasser. Seit etwa 1930 zeigen die Hochwasserstände einen fallenden Trend, während die Niedrigwasserstände leicht angestiegen sind (Luft et al. 1990). Das hydrologische Regime des Bodensees wird wesentlich durch Schmelzwasser- und Niederschlagsmengen aus dem Alpengebiet bestimmt, sodass der jährliche Hochwasserstand in die Monate Juni und Juli fällt, während der niedrigste Wasserstand normalerweise im Februar durchlaufen wird. Zahlreiche Indizien, nicht zuletzt auch die Lage und Stratigraphie vorgeschichtlicher Siedlungsplätze (vgl. z. B. Schlichtherle 1985), lassen erkennen, dass der Mittelwasserspiegel des Bodensee-Untersees während des Spät- und Postglazials erheblichen säkularen Schwankungen unterworfen war. Jedoch sind derartige Hinweise lückenhaft, einander widersprechend und oft nicht zwingend, sodass eine geschlossene Seespiegelchronologie noch nicht vorgelegt werden konnte. Gleichwohl sind gerade aus kulturschichtstratigraphischen Zusammenhängen wichtige Ergebnisse mit zeitlich wie räumlich hoher Auflösung zu erwarten.

Die Profilsäulen E111 (Grabungskordinaten x = 40,00–40,10 m; y = 56,85–57,00 m; UK 394,71 m ü. NN; OK 395,20 m ü. NN) und E112 (x = 34,00–34,10 m; y = 57,25–57,40 m; UK 394,82 m ü. NN; OK 395,17 m ü. NN) liegen im Zentrum der Station

mit mächtiger Kulturschichthaltung (vgl. Dieckmann u.a. S.191 Abb.132 sowie Profil 1 und Profil 3).

3 Methoden

3.1 Entnahme und Aufarbeitung der Profilsäulen

Die Profilsäulen wurden während der Grabungskampagne 1987 aus der freistehenden Grabungsprofilwand mittels eines Stechkastens entnommen. Hierbei wurde darauf geachtet, dass die interessierenden Schichten der Profilwand in der jeweiligen Profilsäule enthalten und möglichst gering gestört waren. Die Entnahmeposition von E112 wurde an der Profilwand photographisch dokumentiert. Die Aufarbeitung und Dokumentation der Profilsäulen erfolgte nach Ostendorp/Blum (1998). Die lithologische Beschreibung wurde an der gesäuberten, der Profilwand gegenüberliegenden Oberfläche durchgeführt, sodass sich die lithostratigraphische Gliederung der Profilsäulen nicht vollständig mit der der jeweiligen Profilwände deckt. Bei der stratigraphischen Einteilung wurde allerdings so weit wie möglich auf die Schichtansprache der von A. Harwath durchgeführten Profilverzeichnungen Rücksicht genommen. Schichtgrenzen, Störungen usw. wurde zu Dokumentationszwecken in ein Overlay übernommen. Die lithologisch unterscheidbaren Schichtkörper wurden gesäubert und abgetragen, wobei der präparativ nicht sauber zu trennende Übergangsbereich zwischen zwei Schichten verworfen wurde. Das Material jeder einzelnen lithologischen Einheit wurde als Mischprobe aufbewahrt und alsbald bearbeitet. Im Falle der Profilsäule E111 wurde die Probenmenge geteilt, wobei eine Hälfte der sedimentologischen, die andere der archäobotanischen und malakozologischen Bearbeitung zugeführt wurde. Bei E112 wurden zwei kleinere Stichproben für zoologische Mikrofossilien (Cladoceren) und für die geochemische Untersuchung abgezweigt, der Rest gelangte zunächst zur archäobotanischen, von dort zur sedimentologischen und zur malakozologischen Bearbeitung. Aufgrund der unterschiedlichen Aufarbeitungsweise gingen einige wichtige Informationen verloren, sodass hier nur eingeschränkte Aussagen möglich sind.

3.2 Probenaufbereitung und Analytik

Die geochemische Analyse der vorgetrockneten und auf 2 mm abgeseibten Sedimentsubstanz erfass-

te die organische Substanz (OS) sowie die Elemente K (Kalium), Mg (Magnesium), Ca (Calcium), Sr (Strontium), P (Phosphor) und Fe (Eisen; Einzelheiten s. Ostendorp/Blum 1998):

OS	als Glühverlust (560 °C, 8 h) im belüfteten Muffelofen
K, Mg, Ca, Sr	flammenatomabsorptionsspektrometrisch im HCl-sauren Aufschluss
P	nach der Molybdänblau-Methode mit Ascorbinsäure als Reduktionsmittel im H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂ -Aufschluss der geglähten Substanz
Fe	nach der o-Phenanthrolin-Methode im H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂ -Aufschluss der geglähten Substanz

Die Partikelanalyse erfolgte in den Siebrückstandsfractionen mG, fG, gS, und für Characeen-Oogonien und Ostracoden-Schalen auch in der mS-Fraktion. Im Falle von E111 stammte die zur Siebung eingesetzte Materialmenge aus der Mischprobe der jeweiligen bei der Stratifizierung getrennt aufgearbeiteten Schicht. Da das Material zwischenzeitlich ausgetrocknet war, wurde es mit tetra-Natriumdiphosphat-Lösung aufgeschlossen (zur Vorgehensweise vgl. Ostendorp/Blum 1998). Hingegen gingen die Mischproben von E112 zunächst in die archäobotanische Bearbeitung, wo Holzkohlen, Samen und Früchte, Ast- und Holzdetritus, Rinden, unstrukturierter Detritus, Moosreste usw. ausgelesen wurden; diese Partikelgruppen wurden folglich bei der sedimentologischen Partikelanalyse nicht erfasst.

3.3 Art der Darstellung und Ergebnisinterpretation

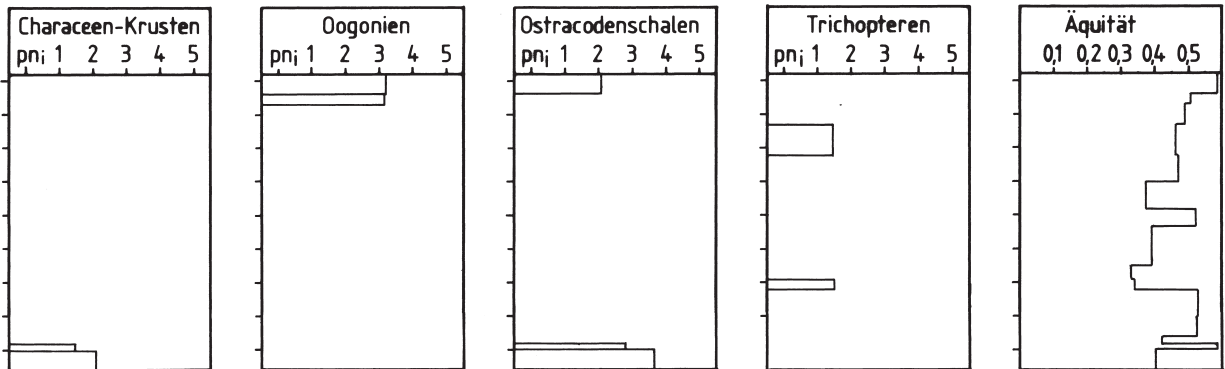
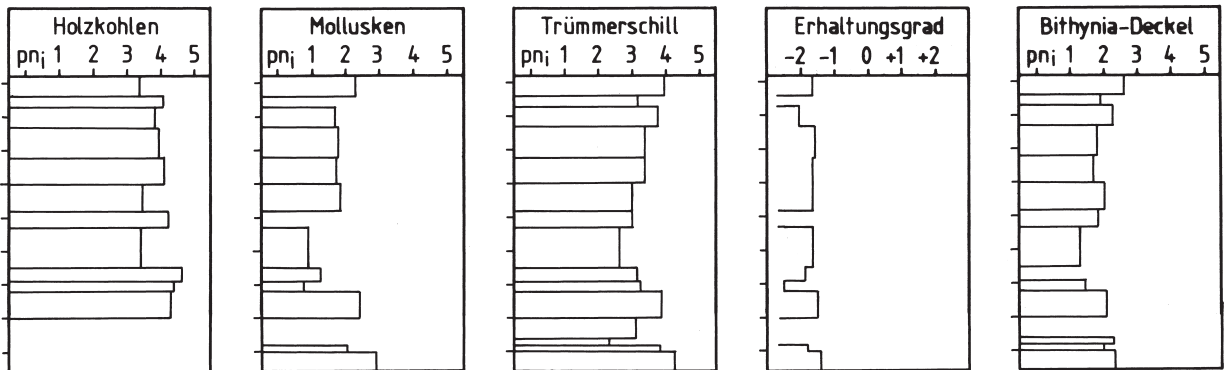
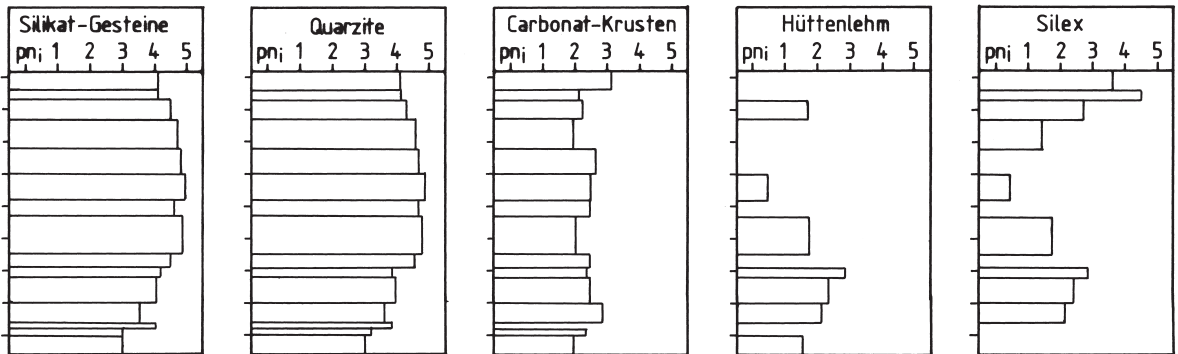
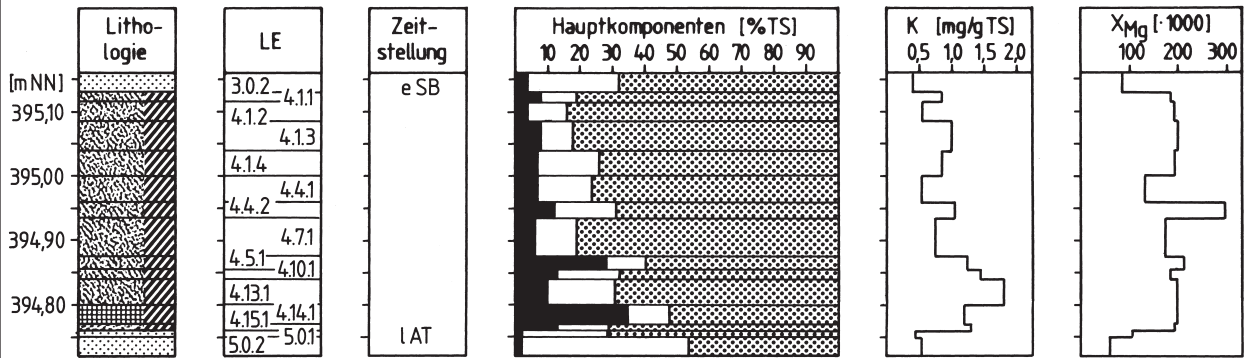
Auf die Bedeutung und Aussagekraft einzelner geochemischer Parameter und Partikelklassen wurde bereits bei Ostendorp (1990; 1995) eingegangen. Der Trennungskoeffizient k_{sep} ist ein Maß für den abrupten Wechsel der Partikelzusammensetzung zweier benachbarter Schichten. Er wird berechnet als

$$k_{sep} = (n_i - n_j) / (0,5 (n_i + n_j) (z_i - z_j)) \text{ [mm}^{-1}\text{]}$$

mit n Anzahl kg^{-1} kulturschichtbürtiger Partikel in der i-ten bzw. j-ten Schicht, z-Koten der Schwerpunkte der i-ten bzw. j-ten Schicht.

Hohe Trennungskoeffizienten deuten ruhige Ablagerungsverhältnisse im Niedrigenergiemilieu an, wozu sowohl Sedimentation im Sublitoral als auch Sedimentation im semiaquatischen und terrestrischen

Hornstaad Hörnle IA E 111
 TK 8320 $r=9^{\circ}00'19''E, h=47^{\circ}41'37''N$



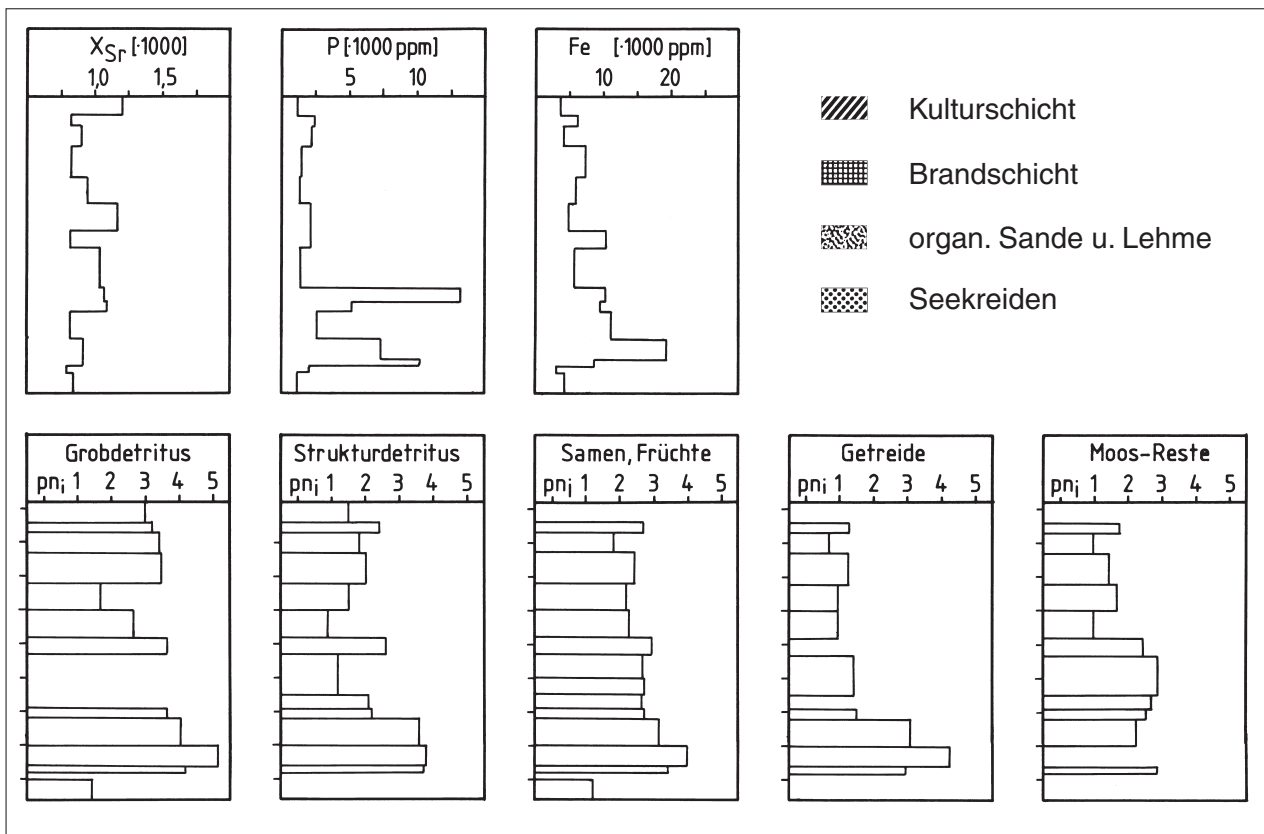


Abb. 1: Ergebnisse der geochemischen Untersuchung und der Partikelanalyse der Profilsäule E111.

Bereich gehören können. Niedrige Werte hingegen werden als Ablagerung im Hochenergiemilieu interpretiert, z. B. im Bereich der Strandlinie, wobei es im Zuge der Auflagerung einer neuen Schicht zur teilweisen Aufarbeitung des Liegenden und damit zu einer Vermischung der Partikelinhalte beider Schichten kam.

4 Ergebnisse

4.1 Lithostratigraphie, Sedimentchemie und Partikelinhalte der Profilsäule E111

Die Lithostratigraphie der Profilsäule E111 ist in der Tabelle 1 dokumentiert. Die Tabelle enthält gleichzeitig eine Synopsis der lithologischen Einheiten der Profilsäule, der Schichtbezeichnungen der Wandprofilaufnahme, der Flächenbefundbezeichnungen in den Grabungsschnitten sowie schließlich der grabungseinheitlichen Befundnummern und der Benennung der Siedlungsabschnitte und Phasen, auf die bei allen weiteren Hornstaad-Publikationen Bezug genommen wird. Die Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen und der Partikelanalyse sind in der Abbildung 1 dargestellt.

Die Profilsäule E111 beginnt an der Basis mit der LE6, einer gebänderten Seekreide, deren Entstehungszeit in das Bølling-Interstadial fällt (Liesekleiber 1985). Die LE ist großflächig im Liegenden der Station Hornstaad-Hörnle I ausgebildet und hat immer das gleiche Erscheinungsbild, sodass sie nicht eigens beprobt wurde. In der Profilsäule E90 wurde sie bereits als Sublitoralsediment angesprochen, das sich bei Wasserständen zwischen 399 und 404 m gebildet hat (Ostendorp 1990).

Im Hangenden folgt eine silikatsandhaltige Seekreide (LE5), die an der Basis einzelne Schmitzen von LE6-Material enthält. Der mit 504 mg g^{-1} recht geringe GC-Gehalt und der erhöhte X_{Mg} (58 mmol mol^{-1}) der Basislage LE5.0.2 deuten ebenso auf einen hohen Anteil landwärtiger Einschwemmungen hin wie der hohe Gehalt an Quarziten ($pn=3,01$) und silikatischen Klastika ($pn=3,03$). Der Quarzanteil beträgt knapp 50% aller Klastika, was auf intensive Verwitterungsprozesse im Liefergebiet schließen lässt. Neben typisch limnigenen Partikeln (Mollusken, Trümmerschill, Ostracoden) kommen auch anthropogene Elemente in hoher Konzentration vor (Holzkohlen, verkohlter Grobdetritus und Hüttenlehmreste). Zum Top hin (LE5.0.1) nimmt die Karbonatkonzentration auf die Hälfte ab

(255 mg g⁻¹), während sich der Gehalt an Klastika (Quarzite u. Silikatgesteine) knapp verdoppelt (pn=3,47); der Quarzanteil steigt auf etwa 60%. Der Gehalt an limnigenen Partikel geht leicht zurück, während sich die Zahl der Holzkohlen vervierfacht. Bemerkenswert ist der hohe P/OS-Quotient, der in dieser Schicht mit 150 mg g⁻¹ OS sein Maximum erreicht. Er ist wahrscheinlich das Resultat einer vertikalen Verfrachtung gelösten Phosphats, das in den basalen Kulturschichten LE 4.14 und LE 4.15 in Lösung ging und in den karbonathaltigen Schichten sorbiert bzw. ausgefällt wurde. Diese postsedimentäre Phosphatanreicherung fand möglicherweise bereits siedlungszeitlich statt. Bei der LE 5 handelt es sich um ein litorales Sediment der Brandungszone; in der Nähe der Profilposition muss es zur Erosion silikatischer Sedimente gekommen sein, beispielsweise im Bereich des südwestlich der Station anstehenden Grundmoräne-Sporns. Die LE 5.0.1 am Top zeigt deutliche Brandungsmerkmale: Die feinen Calcitkristalle sind ausgeschwemmt, die gröberen Silikatlastika angereichert, die Mollusken stark zertrümmert (Erhaltungsgrad: -1,79). Es wird daher angenommen, dass die LE 5 eine Regressionssequenz darstellt, die sinkenden Wasserstand indiziert. Die Holzkohlen sind wahrscheinlich synsedimentär, obwohl auch eine nachträgliche Eindringung nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Im ersteren Fall würde dies auf menschliche Aktivitäten in der Nähe noch vor der Gründung des Hornstaader Dorfes hindeuten. In den Pollenprofilen P3/4 (Liese-Kleiber 1985) und E52 (Rösch 1985) wurde diese Schicht in das LAT gestellt, also knapp 1000 Jahre vor Gründung des Hornstaader Dorfes. Ein ähnliches Erscheinungsbild der LE 5 wurde bereits bei der Profilsäule E90 angetroffen (Ostendorp 1990).

Die unterste Kulturschicht, der Feindetritus LE 4.15 repräsentiert die Gründungsphase des Hornstaader Dorfes. Die Schicht ist nur 5 mm mächtig, aber scharf vom Liegenden getrennt. Der mit 192 mmol mol⁻¹ sehr hohe X_{Mg} verrät den hohen Einfluss klastischer Karbonate, die vermutlich aus der Erosion von Grundmoräne oder Beckentonen stammen. Der Feindetritus, der sich in einem erhöhten OS-Gehalt von 133 mg g⁻¹ bemerkbar macht, ist anthropogener Herkunft. Dies belegen die hohen Partikelgehalte von verkohlten pflanzlichen Resten, Getreideresten und Knochensplintern; auch Moosreste, unverkohlte Holzsplitter, Rinden- und Aststückchen dürften über menschliche Aktivitäten hierher gekommen sein. Insgesamt hat sich die Konzentration anthropogener Partikel gegenüber der liegenden Schicht LE 5.0.1 um den Faktor 100 erhöht.

Von den limnigenen Partikeln sind nur Mollusken-Trümmerschill und die abriebfesten Deckel der Wasserschnecke *Bithynia* übrig geblieben (vgl. auch Schmidt S. 473 ff.). Wie bei LE 5.0.1 fällt der hohe P/OS-Quotient auf, der wie oben beschrieben erklärt werden kann. Es ist anzunehmen, dass der absinkenden Wasserstand, wie er bereits in der LE 5.0.2 deutlich wurde, weiter zurückgegangen ist und womöglich während der meisten Zeit des Jahres das Niveau dieser Schicht nicht mehr erreicht hat.

Die Brandschicht LE 4.14 ist gekennzeichnet durch hohe Gehalte an OS (345 mg g⁻¹), und entsprechend hohe Gehalte an kulturschichttypischen organischen Resten. Limnigene Partikel konnten mit Ausnahme von Mollusken-Trümmerschill nicht nachgewiesen werden. Auch der hohe X_{Mg} (198 mmol mol⁻¹) spricht gegen eine Beteiligung biogener Karbonate an der Karbonatkomponente dieser Schicht. Eine „versteckte“ Seekreideeinschwemmung nennenswerten Ausmaßes hat also nicht stattgefunden. Obschon der P_{ges}-Gehalt erwartungsgemäß hoch ist, fällt der P/OS-Quotient hier auf ein Minimum. Vermutlich wurde aus dieser Schicht der Phosphor gelöst, der sich dann basal in LE 4.15 und 5.0.2 angereichert hat. Fe_{ges} hingegen verhält sich konservativ; vermutlich wurden durch den Brand alle Eisenverbindungen in unlösliche Oxide überführt, die auch später nicht mehr mobilisiert wurden. Die geochemischen Verhältnisse lassen ebenso wie die Partikelgehalte keinen Einfluss von See-einschwemmungen erkennen, sodass der jährlich mittlere Seespiegel deutlich unterhalb der Koten dieser Schicht gelegen haben dürfte.

Der im Hangenden folgende sandige Lehm LE 4.13 zeigt alle Merkmale einer Kulturschicht, wie sie bereits bei der Profilsäule E90 vorgestellt wurden (Ostendorp 1990); lediglich der Anteil an OS ist gering, während Quarzite und Silikat-Klastika dominieren. Die anorganische Komponente stammt, ausgewiesen durch den hohen X_{Mg}, aus der landeinwärts anstehenden Grundmoräne bzw. aus Beckentonen. An limnischen Elementen sind nur Mollusken bzw. Trümmerschill und *Bithynia*-Deckel vertreten. Der sandig-lehmige Grobdetritus LE 4.10 gleicht weitgehend der LE 4.13, lediglich die Häufigkeit der Getreidereste sinkt um den Faktor 50, während Silex-Splitter und Hüttenlehmreste häufiger auftreten; ebenso sind die Konzentrationen von Moos- und Rindenstücken hier deutlich höher als im Liegenden. Die Gruppe der limnigenen Partikel beschränkt sich im Wesentlichen auf Molluskenschill und einen einzelnen Gehäuserest einer Köcherfliegenlarve. Larven dieser Insektenordnung leben sub-

mers auf Hartsubstraten, z.B. Steinen. Es ist denkbar, dass die Tiere zusammen mit Steinen, etwa Netzsenkern, in die Siedlung gebracht wurden. Eine passive Einschwemmung aus dem Litoral während eines Sturm o.Ä. ist unwahrscheinlich, weil der hohe X_{Mg} -Wert auf das Fehlen einer limnigenen Karbonatkomponente hindeutet, die ja in diesem Fall mit eingetragen worden sein müsste.

Zum Hangenden hin folgt ein lehmiger Grobdetritus (LE 4.5) mit einer Holzkohlelage an der Basis. Die Konzentrationen von OS und P_{ges} sind deutlich höher als in der Schicht im Liegenden. P_{ges} ist gegenüber dem Erwartungswert angereichert. Beim partikulären Inhalt fallen die großen Mengen an Knochensplintern ($pn=3,57$) auf, während andere kulturschichttypische Partikelgruppen deutlich zurücktreten. Limnigene Partikel sind wiederum nur durch Trümmerschill und vereinzelte erhaltene Mollusken vertreten.

Überdeckt wird diese Schicht durch einen mächtigen silikatischen Grobsand (LE 4.7), in dem Quarzite und Silikatklastika ($pn=5,08$) dominieren, während Holzsplitter, Holzkohlen, Grobdetritus und Aststückchen im Vergleich zum Liegenden zurückgegangen sind. Außer den bisher erwähnten sind keine weiteren limnischen Partikel vertreten. Dem entspricht der mit $175 \text{ mmol mol}^{-1}$ nach wie vor hohe X_{Mg} .

Der humose Lehm LE 4.4.2 im Hangenden enthält mehr Holzsplitter und Grobdetritus sowie Holzkohlen und andere verkohlte Pflanzenteile, besitzt aber ansonsten ein ähnliches Partikelspektrum wie die LE 4.7 im Liegenden. Das gilt auch für die limnigenen Partikel. Der P/OS-Quotient erreicht in dieser Schicht mit 18 mg g^{-1} ein Minimum; möglicherweise spielt eine postsedimentäre vertikale P-Verlagerung eine Rolle. Der hohe X_{Mg} ($298 \text{ mmol mol}^{-1}$) lässt erkennen, dass die Karbonatkomponente aus der Grundmoräne oder aus älteren Beckensedimenten stammt, die beide im Hinterland anstehen. Die LE 4.4.1 ist gröber, enthält weniger OS (67 mg g^{-1}) und entsprechend auch weniger organische Partikel (v.a. Holzsplitter, Moos- und Rindenreste, Holzkohlen und andere verkohlte Pflanzenteile), dafür ist die Konzentration an Quarziten und Silikatklastika mehr als doppelt so hoch. Erwähnenswert ist der auf $132 \text{ mmol mol}^{-1}$ gesunkene X_{Mg} , hinter dem möglicherweise sehr bescheidene Beimengungen von limnigenen Karbonaten stehen.

Der zum Top hin folgende Silikat-Grobsand LE 4.1.4 gleicht der vorangegangenen Schicht, mit dem Unterschied, dass sich die Konzentration an Holzkohlen verfünffacht hat ($pn=4,10$); alle weiteren anthropogenen Partikel treten dagegen deutlich zu-

rück. Der X_{Mg} ist wieder auf $193 \text{ mmol mol}^{-1}$ angestiegen und liegt dabei auf einem Niveau, wie es für alle anderen Kulturschichteinheiten dieser Profilsäule typisch ist.

Der nachfolgende grobdetritische Silikatsand LE 4.1.3 ist gegenüber dem Liegenden durch eine Lage von Holzsplintern abgesetzt. Er unterscheidet sich von LE 4.1.4 durch einen sehr geringen GC-Gehalt (99 mg g^{-1}), wobei in der Karbonatkomponente nach wie vor die Karbonatklastika aus der Moräne bzw. aus älteren Beckensedimenten dominieren. Der partikuläre Inhalt fällt durch hohe Konzentrationen an Holzstückchen, verkohltem und unverkohltem Grobdetritus auf. In der Gruppe der limnigenen Partikel dominiert der Mollusken-Trümmerschill; erwähnenswert ist ein Rest eines Trichopteren-Larvenköchers.

Die LE 4.1.3 geht zum Hangenden hin in einen humosen Silikatsand über (LE 4.1.2), der ein breites Spektrum kulturschichttypischer Partikelgruppen enthält. Hervorzuheben ist der hohe Gehalt an Knochensplintern ($pn=2,59$) und Silexabschlägen ($pn=2,74$).

Zum Top hin folgt der sandige Grobdetritus LE 4.1.1, der durch seine hohen Konzentrationen an Silex-Splintern auffällt ($pn=4,50$), die überwiegend aus der Grobsandfraktion stammen. In dieser Schicht treten erstmals in geringer Dichte Characeen-Oogonien auf ($pn=3,14$), die wahrscheinlich durch eine Seeinschwemmung in die Kulturschicht eingetragen worden sind. Hingegen lässt der X_{Mg} mit $189 \text{ mmol mol}^{-1}$ bei gleichzeitig geringem GC-Gehalt (108 mg g^{-1}) keine nennenswerte Einschwemmung limnigener Karbonate erkennen.

Das Kulturschichtpaket AH3 der Siedlung Hornstaad-Hörnle IA endet mit der LE 4.1.1; es wird durch einen seekreidehaltigen Silikatsand (LE 3.0.2) überdeckt. Die beiden Schichten sind scharf voneinander getrennt. Die LE 3.0.2 enthält in großer Menge alle diejenigen limnischen Komponenten, die für Seekreideablagerungen typisch sind, neben Mollusken, Trümmerschill und *Bithynia*-Deckeln vor allem Ostracoden-Schalen, Characeen-Oogonien und Characeen-Krusten. Auch durch den deutlich abgesunkenen X_{Mg} von 85 mmol mol^{-1} bei gleichzeitig hohem GC-Gehalt (227 mg g^{-1}) weist sich die LE 3.0.2 als stark limnisch beeinflusste Ablagerung aus. Andererseits sind auch kulturschichttypische Elemente wie Holzkohlen und andere verkohlte Pflanzenreste sowie Silex-Splitter in hoher Konzentration vertreten. Es handelt sich daher um ein Transgressionssediment, das während eines Sturmereignisses aufgespült wurde. Die Brandung führte als Sohlfracht zunächst die limnischen Komponen-

Tabelle 1: Position, lithologische Kurzbeschreibung und Synopsis der Schichtbezeichnungen der Profilsäule E111 (Hö87).

LE	Bezeichnung im Profil	Bezeichnung im Planum	Schicht-Korrelations-Nr.	Horizont	OK/UK m ü. NN	Siedlungsabschnitt/-phase	Lithologische Kurzbeschreibung	Dichte [g TS cm ³]	Farbe (Munsell)
3.0.1	2a	Bef. 3.0	keine	GH6	395,200/395,160				
3.0.2	2b	Bef. 3.0	keine	GH6	395,160/395,130		Silikatsand mit Seekreide, scharf getrennt von LE 4.1.1	1,54	2,5 Y 6/2
4.1.1	3	künstl. Ae	233	AH3	395,130/395,115	E (Destruktion)	KS; sandiger Grobdestritus, scharf getrennt von LE 4.1.2	1,28	10 YR 3/2
4.1.2	4	künstl. Ae	229	AH3	395,115/395,085	E (Nutzung ?)	KS; humoser Silikatsand, fließender Übergang zu LE 4.1.3	1,51	10 YR 3/1
4.1.3	5	künstl. Ae	218	AH3	395,085/395,040	D (Nutzung)	KS; grobdestritischer Silikat-Grobsand; gradiert (Grobdestritus-anteil zur Basis hin zunehmend), mit Schmitzen aus humosem Lehm; gegen LE 4.1.4 durch eine Holzlage scharf abgesetzt	1,47	10 YR 2/1
4.1.4	8	künstl. Ae	215	AH3	395,040/395,000	C (Nutzung)	KS; feinkiesiger, stark humoser Silikat-Grobsand, fließender Übergang zu LE 4.4.1	1,60	10 YR 2/1
4.4.1	8	künstl. Ae	215	AH3	395,000/394,960	C (Nutzung)	KS; feinkiesiger, wenig humoser Silikat-Grobsand	1,54	10 YR 2/1
4.4.2	10	künstl. Ae	215	AH3	394,960/394,935	C (Nutzung)	KS; stark humoser, mittelsandiger Lehm mit horizontal gelagerten Holzspaltern an der Basis	1,14	10 YR 2/1
4.7.1	11	künstl. Ae	215	AH3	394,935/394,870	C (Nutzung)	KS; feinkiesiger, wenig humoser Silikat-Grobsand mit einigen Lehmschmitzen; an der Basis Moostreste und horizontal gelagerten Holzresten	1,48	10 YR 2/1
4.5.1	14	Bef. 4.9	206	AH3	394,875/394,855	C (Nutzung)	KS; lehmiger Grobdestritus mit Holzkohlelage an der Basis	0,59	10 YR 3/1
4.10.1	14	Bef. 4.10	202	AH3	394,855/394,840	B (Destruktion)	KS; lehmig-sandiger Grobdestritus, horizontale Holz- und Rindenlagen	0,85	10 YR 3/2
4.13.1	15	Bef. 4.13	keine	AH2	394,840/394,800	A (Destruktion)	KS; leicht humoser, sandiger Lehm	1,17	10 YR 5/1
4.14.1	16	Bef. 4.14	keine	AH2	394,800/394,760	A (Destruktion)	KS; Brandschicht	0,57	10 YR 3/1
4.15.1	17	Bef. 4.15	keine	AH1	394,760/394,755	A (Nutzung)	KS; Feindestritus, scharf von LE 5.0.1 getrennt	0,79	10 YR 3/2
5.0.1	18	Bef. 5	keine	GH2 (Top)	394,755/394,750		kalkhaltiger Silikatsand	1,54	2,5 Y 7/1
5.0.2	18	Bef. 5	GH2 (Basis)	keine	394,750/394,720		Seekreide mit Silikatsand, Basis verwürgt mit LE 6	1,59	5 Y 7/1
6	19	Bef. 6	GH1	keine	394,720/394,710		n.d.	n.b.	n.d.

ten (Seekreide, Mollusken, Oogonien, Ostracoden) mit sich, erodierte dann die seewärts von der Profilposition gelegenen Abschnitte der Kulturschichtoberfläche, wobei der turbulente Wasserkörper mit Quarziten, Silikatklastika, Silexabschlägen, Holzkohlen, Knochenbruchstücken usw. befrachtet wurde. Ein Teil der Sohlfracht kam im Bereich der Profilposition E111 zum Absatz. Wahrscheinlich wurde die Kulturschichtoberkante in diesem Bereich nicht nennenswert erodiert, da die LE4.1.1 und 3.0.2 scharf voneinander getrennt sind; Verwürgungen, Vermischungen und andere Kennzeichen von Aufarbeitung fehlen.

4.2 Lithostratigraphie, Sedimentchemie und Partikelinhalte der Profilsäule E112

Die Lithostratigraphie der Profilsäule E112 ist in der Tabelle 2 dargestellt. Die Tabelle beinhaltet darüber hinaus eine Synopsis der lithologischen Einheiten der Profilsäule, der Schichtbezeichnungen der archäologischen Wandprofilaufnahme, der Flächenbefundbezeichnungen in den Grabungsschnitten und der grabungseinheitlichen Schichtkorrelationsnummern. Die Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen und der Partikelanalyse sind aus Abbildung 2 ersichtlich.

Die Profilsäule E112 beginnt an der Basis ebenfalls mit der GH2-Seekreide (LE 5), die vom geochemischen Bild her der Basis der LE 5 in E111 entspricht. Probenmaterial zur Partikelzählung stand nicht zur Verfügung. Das dort zwischen Seekreide und Kulturschichtbasis AH1 eingeschaltete Silikatsandband ist hier so stark mit Kulturschichtmaterialien durchsetzt, dass es als LE 4.9.2 zum AH1 gerechnet wurde. In dieser Schicht finden sich neben Kulturschichtelementen, z.B. Hüttenlehmresten, auch limnogene Partikel. Jedoch wurden anders als in E111 keine Ostracodenreste gefunden. LE 4.9.1 entspricht der LE 4.15 in E111, also dem eigentlichen AH1-Detritus. Auch hier stand kein Probenrest zur Partikelanalyse zur Verfügung.

Die LE 4.7 umfasst den Brandhorizont AH2; sie lässt sich mit der AH2-Basis in E111 korrelieren. Geochemisch fallen wiederum der hohe X_{S_r} - und der geringe P/OS-Quotient auf. Wenn vom Trümmerschill abgesehen wird, enthält auch hier die Brandschicht keinerlei limnogene Elemente.

Die Basis des AH3 bildet ein sandig-lehmiger Humus (LE 4.0.3.3). Er enthält zwar reichlich Trümmerschill und *Bithynia*-Deckel, aber keine empfindlichen limnischen Reste. Auch das geochemische Bild, geringer GC- (136 mg g^{-1}) und hoher X_{M_g} -Wert ($177 \text{ mmol mol}^{-1}$), sprechen gegen nen-

nenswerte Seekreideeinschwemmungen. Obenauf liegt ein dünnes Kiesband (LE 4.0.3.2), das sedimentchemisch nur durch den Korngrößenbedingt niedrigen K-Gehalt sowie durch den hohen P/OS-Quotienten (137 mg g^{-1}) auffällt. Offensichtlich fand auch hier postsedimentär eine P-Verlagerung aus der organisch-feindetritischen LE 4.0.3.1 in dieses Kiesband und in geringerem Maße auch noch in die LE 4.0.3.3 statt. Probenmaterial zur Partikelanalyse stand wiederum nicht zur Verfügung. Es folgen die organisch-feindetritischen Schichten LE 4.0.3.1 und LE 4.2.2 mit einem deutlich erhöhten OS-Gehalt. Die Schichten LE 4.2.2, 4.2.1 und 4.0.2 weisen bei geringen GC-Gehalten (ca. $120\text{--}140 \text{ mg g}^{-1}$) sehr hohe X_{M_g} -Werte ($220\text{--}260 \text{ mmol mol}^{-1}$) auf, die gegen einen „versteckten“ Eintrag von seebürtigen Karbonaten sprechen, zumal auch die empfindlicheren limnischen Partikel fehlen. Dagegen fällt in der Schicht LE 4.0.1 der X_{M_g} -Wert auf 79 mmol mol^{-1} ab; parallel dazu tauchen nun erstmalig in der Kulturschicht Characeen-Oogonien auf. Der limnische Einfluss wird bereits makroskopisch an der Einlagerung von Seekreideschmitzen sichtbar.

Das Kulturschichtpaket AH3 wird durch die Seekreide LE 3.0 abgedeckt, wobei zum Top hin der GC-Gehalt sowie der partikuläre Gehalt seebürtiger Bestandteile (Characeen-Oogonien, Ostracoden-Schalen) ansteigt, während X_{M_g} sowie K-, Fe- und P-Gehalte abnehmen. Ob parallel dazu auch die kulturschichttypischen Elemente abnehmen, ließ sich aufgrund der Vorbehandlung der Proben (vgl. Kap. 3.1) nicht mehr feststellen. Die Sequenz LE 4.0.1/3.0.2/3.0.1 ähnelt der Kulturschicht-Seekreide-Sequenz an gleicher stratigraphischer Position in den Profilsäulen E 90 (Ostendorf 1990) und E111; sie wird auch im vorliegenden Fall als Transgressionssequenz interpretiert. Da die teilweise aufgearbeitete Kulturschicht LE 4.0.1 nur 3 cm mächtig ist, sollte die mechanische Wellenwirkung nicht zu hoch eingeschätzt werden.

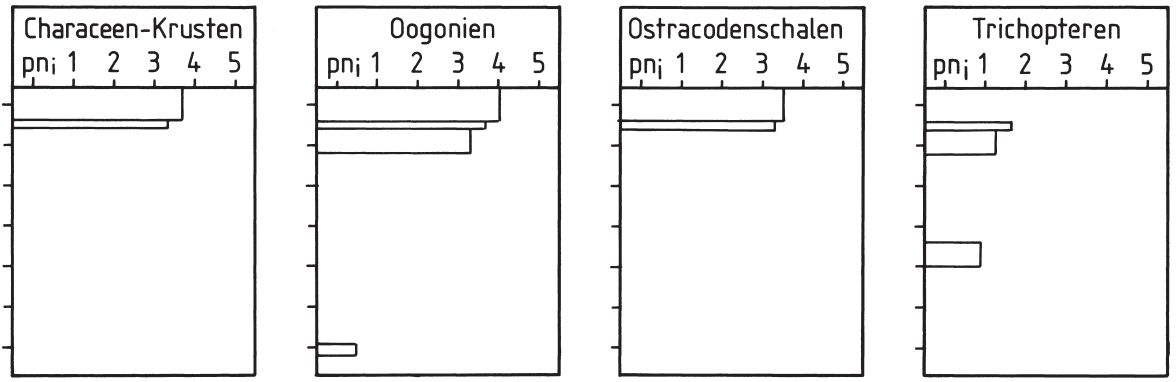
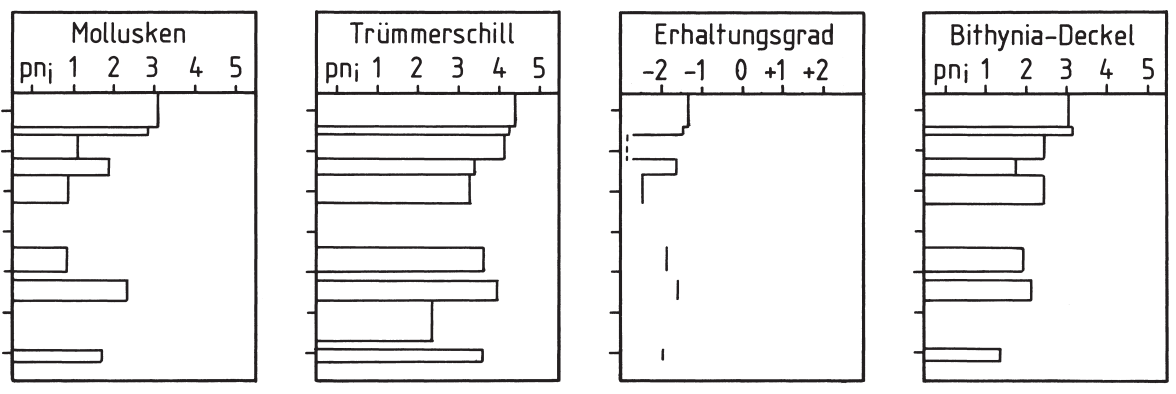
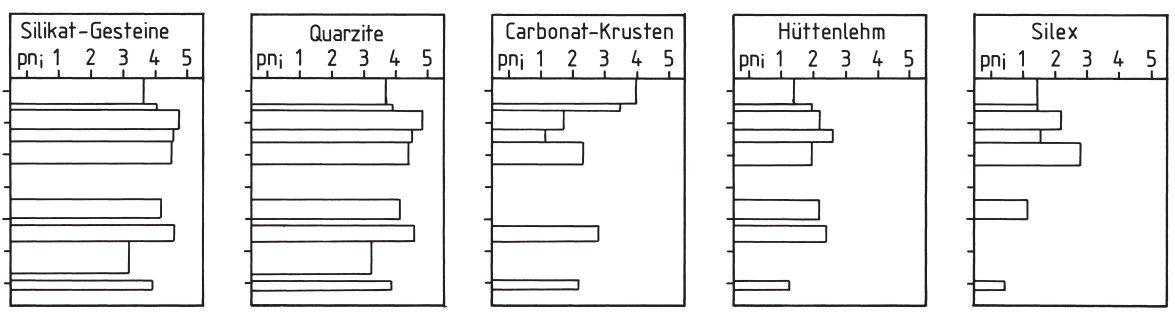
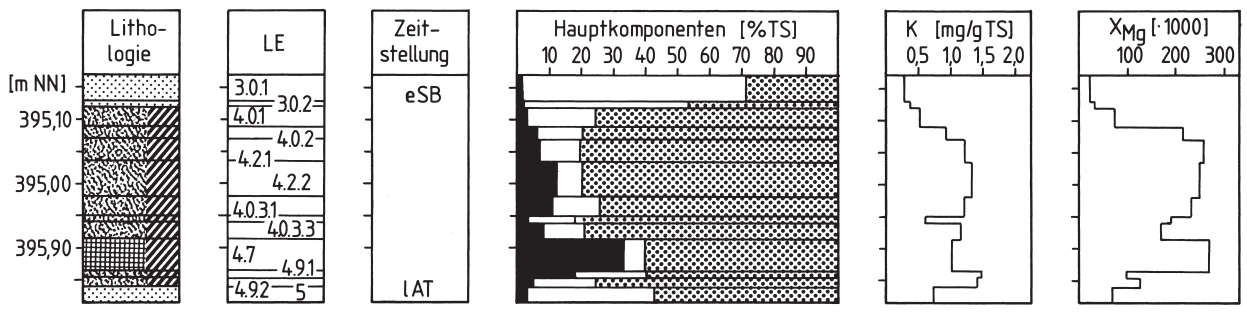
5 Diskussion

5.1 Geochemie

Die Festsubstanz von Seesedimenten und Kulturschichten besteht aus drei Hauptkomponenten unterschiedlicher Herkunft und Genese: der organischen Substanz (OS), dem Karbonat (GC), und einer Restfraktion („Ges.-Silikat“, GS) aus silikatischen Klastika, Tonmineralen u. a.

Die OS-Gehalte schwanken in beiden Profilsäulen zwischen 14 und 418 mg g^{-1} ; in den Kulturschichten

Hornstaad Hörnle IA E 112
 TK 8320 r=9°00'19"E, h=47°41'37"N



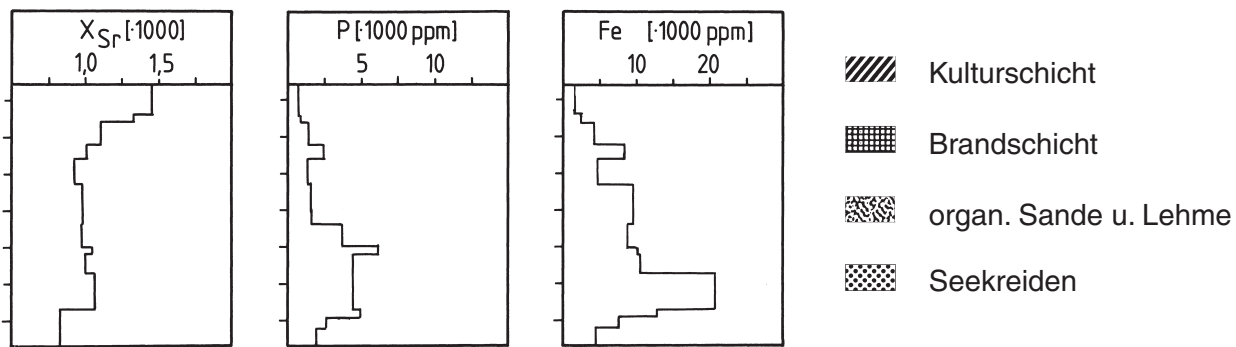


Abb. 2: Ergebnisse der geochemischen Untersuchung und der Partikelanalyse der Profilsäule E112.

liegen sie höher als in den Seekreiden des Hangenden und des Liegenden und erreichen dabei in der Brandschicht (E111: LE 4.14.1, E112: LE 4.7) Spitzenwerte von mehr als 300 mg g^{-1} . Die Verteilung der OS zeigt, dass in beiden Profilblöcken drei Gruppen von Sedimenten existieren: OS-arme silikatische Sande und Lehme mit 40 bis 90 mg g^{-1} , Grob- und Feindetritus-Schichten mit $OS > 120 \text{ mg kg}^{-1}$ (z.B. der AH1) und schließlich die Brandschicht des AH2 mit $OS > 300 \text{ mg g}^{-1}$.

Die GC-Gehalte sind naturgemäß in den Seekreidesedimenten am höchsten ($GC > 250 \text{ mg g}^{-1}$), in den Kulturschichten sinken sie bis unter 100 mg g^{-1} . Mit abnehmendem GC-Gehalt nimmt der messtechnische Fehler zu, der dadurch entsteht, dass das gewählte Aufschlussverfahren nicht nur klastische und biogene Karbonate sowie Molluskenschalen erfasst, sondern auch die an Tonminerale und organische Substanz gebundenen Erdalkali-Ionen, die dann fälschlich als „Karbonat“ interpretiert werden. Das bedeutet, dass der tatsächliche Karbonatgehalt noch kleiner ist als angegeben. Von Bedeutung für die Interpretation der Schichtgenese ist die Frage, inwieweit es sich bei der GC-Komponente der Kulturschichten um biogene Karbonate, also um Seekreiden handelt, die womöglich bei höherem Seespiegel eingeschwemmt wurden. Einen Hinweis liefert der molare Anteil X_{Mg} an allen Erdalkali-Ionen, da Seekreiden gegenüber klastischen Karbonaten Mg-abgereichert sind (vgl. Ostendorp 1990). So liegen die X_{Mg} -Werte der Seekreiden im Liegenden und Hangenden deutlich unter $100 \text{ mmol mol}^{-1}$ (typischer Wert für sublitorale Seekreiden: ca. 15 bis 50 mmol mol^{-1}). In den Kulturschichten liegt der X_{Mg} meist zwischen 170 und $250 \text{ mmol mol}^{-1}$, und damit in Bereichen, die typisch für die im Hinterland anstehende Grundmoräne (190 – $220 \text{ mmol mol}^{-1}$) und die Beckentone des ausgehenden Hochglazials (185 – $280 \text{ mmol mol}^{-1}$) sind (vgl. J. Schmidt 1993). Daraus ist zu schließen, dass sich die Karbo-

natkomponente des Kulturschichtmaterials überwiegend aus klastischen Karbonaten des Hinterlandes zusammensetzt, während Seekreideanteile weitgehend zurücktreten. Legt man für reine Seekreide einen X_{Mg} -Wert von 25 , für klastische Karbonate einen Wert von 225 zugrunde, kann der Anteil a der Seekreide-Komponente in der Kulturschicht rein rechnerisch wie folgt geschätzt werden:

$$\begin{aligned} X_{Mg} &= a_1 \cdot X_{Mg(1)} + a_2 \cdot X_{Mg(2)} \\ a_1 + a_2 &= 1 \\ X_{Mg(1)} &= 25; X_{Mg(2)} = 225 \end{aligned}$$

Demnach könnten die Kulturschichten LE 4.4.1 (E111) und LE 4.0.3.2 (E112) mit X_{Mg} -Werten von ca. $130 \text{ mmol mol}^{-1}$ einen biogenen Karbonatanteil von ca. 47% des GC enthalten. Die Karbonatsedimente, die den Kulturschichttop abdecken ($X_{Mg} = 26$ (bis 85), setzen sich folglich zu 95 bis 70% ihres GC aus biogenem Karbonat zusammen.

Die Gesamtsilikatkomponente bildet den rechnerischen Rest mit $c_{GS} [\text{mg g}^{-1}] = 1000 - c_{OS} - c_{GC}$, und verhält sich daher komplementär zu den beiden anderen Komponenten.

Die Konzentrationen der Elemente K, Sr, P und Fe hängen zunächst vom Matrixmaterial ab. Sie können mittels multipler Regressionsrechnung auf die Hauptkomponenten bezogen werden. Die Konzentration des Elementes E [$\mu\text{g g}^{-1}$] = E {K, Mg, Sr, Fe, P} (c_E) setzt sich aus Anteilen in der OS (f_1), Anteilen im GC (f_2) und Anteilen im GS (f_3) zusammen:

$$c_E = f_1 \cdot c_{OS} + f_2 \cdot c_{GC} + f_3 \cdot c_{GS}$$

Da definitionsgemäß

$$c_{GS} [\text{mg g}^{-1}] = 1000 - c_{OS} - c_{GC}$$

gilt

$$c_E = 1000f_3 + (f_1 - f_2) c_{OS} + (f_2 - f_3) c_{GC}$$

Diese Gleichung dient als lineares Regressionsmo-

Tabelle 2: Position, lithologische Kurzbeschreibung und Synopsis der Schichtbezeichnungen der Profilsäule E112.

LE	Bezeichnung im Profil	Bezeichnung im Planum	Schicht-Korrelations-Nr.	Horizont	OK/UK m ü. NN	Siedlungsabschnitt/-phase	Lithologische Kurzbeschreibung	Dichte [g TS cm ³]	Farbe (Munsell)
3.0.1.	3	Bef. 3.0.	keine	GH6	395,170/395,130		Seekreide, fein- bis mittelsandig, homogen; an der Basis vermehrt Silikat. Feinkiese; fließender Übergang zu 3.0.2	n.b.	5 Y 8/1
3.0.2	3	Bef. 3.0		GH6	395,130/395,120		Seekreide, grobsandig, an der Basis vermehrt Feinkiese; scharf getrennt von LE 4.0.1		5 Y 7/2
4.0.1	5	Bef. 4.1	242 (*)	AH3	395,120/395,090	E (Destruktion)	KS; Silikatsand, grobsandig mit Feinkies, homogen und Seekreideschmitzen; undeutlich getrennt von LE 4.0.2		2,5 Y 5/2
4.0.2	6	Bef. 4.1	242 (*)	AH3	395,090/395,070	E (Destruktion)	KS; Silikatsand, grobsandig, grobdetrütsch, mit Feinkies und wenigen Seekreideschmitzen; undeutlich getrennt von LE 4.2.1		10 YR 2/2
4.2.1	7	Bef. 4.2	244 (*)	AH3	395,070/395,035	E (Nutzung)	KS; sandiger Humus, mit wenigen Feinkiesen, ungeordnet; undeutlich getrennt von LE 4.2.2		10 YR 2/2
4.2.2	7	Bef. 4.2	244 (*)	AH3	395,035/394,980	E (Nutzung)	KS; sandiger Feindetritus, m. wenigen Feinkiesen und Kalkkonkretionen; an der Basis lehmiger, vermehrt Feinkiese; undeutlich getrennt von LE 4.0.3.1		10 YR 2/1
4.0.3.1	k.A.	k.A.	245 (*)	AH3	394,980/394,950	C (Destruktion?)	KS; sandiger Feindetritus, m. vielen Fein- und Mittelkiesen;		10 YR 2/1
4.0.3.2	8	Bef. 4.4	245 (*)	AH3	394,950/394,945	C (Nutzung ?)	KS; Silikatsand, grobsandig, leicht humos (sekundäre Einwaschung?); undeutlich getrennt von LE 4.0.3.3		10 YR 2/2
4.0.3.3	9 (Top)/ 10 (Basis)	Bef. 4.6	202 (Top)/ 200 (Basis)	AH3	394,945/394,915	B (Destruktion)	KS; sandig-lehmiger Humus, stark kiesig, ungeordnet; gegen LE 4.7. mit horizontaler Rindenlage abgeschlossen		10 YR 2/1
4.7	11	Bef. 4.7	keine	AH2	394,915/394,860	A (Destruktion)	KS; Brandschicht, am Top grobe Holzkohlen, an der Basis feine Holzkohlen und Getreidereste an der Basis; scharf getrennt von LE 4.9.1		10 YR 2/1
4.9.1	12	Bef. 4.9	keine	AH1	394,860/394,855	A (Nutzung)	KS; humoser Grobdetritus		10 YR 2/2
4.9.2	12	Bef. 4.9	Keine	AH1	394,855/394,845	A (Nutzung)	KS; Silikatsand, grobsandig; mit Kulturschichtbestandteilen; stark verwürgt mit LE 5		10 YR 3/1
5	13	Bef. 5.0	keine	GH2	394,845/394,815		Seekreide, stark verwürgt mit GH1- sowie Grobdetritus-Schmitzen		2,5 Y 6/1
6	???	???	???	???	394,815/394,800		n.b.	n.b.	n.b.

dell, mit dessen Hilfe die Koeffizienten f_1 , f_2 und f_3 berechnet werden können (Tab. 3). Die Konzentrationen von Sr und Fe können sehr gut mit diesem Modell beschrieben werden, 80 bis 90 % der Varianz werden dadurch erklärt, nicht aber die von K; bei P erklärt das Modell immerhin 40 % der Varianz. Daraus ist zu schließen, dass die Verteilung von Sr und Fe im Wesentlichen durch die geochemischen Eigenschaften des Ausgangsmaterials bestimmt wird, während die K- und P-Gehalte bis zu einem gewissen Grad unabhängig davon variieren, und somit schichtspezifische Besonderheiten zum Ausdruck bringen. Besonders hohe positive Abweichungen vom K-Erwartungswert treten in den LE E111-4.13.1 und E112-4.9.2 (+89 % bzw. +62 %, Erwartungswert = 100 %) auf, während die LE 111-3.0.2 durch eine deutlich negative Abweichung von -54 % auffällt. Beim Phosphor fallen die Schichten E111-4.5.1, E111-4.15.1 und E112-4.0.3.2 durch hohe positive Abweichungen auf (+82, +153 bzw. +172 %). Die K-Abweichungen können auf der Basis des vorliegenden Datenmaterials nicht überzeugend erklärt werden; vermutlich spielt die Kationenaustauschkapazität der Gesamtsilikat-Fraktion eine Rolle, die bei reinen Sanden sehr niedrig, bei siltig-tonigem Material dagegen sehr hoch sein kann. Hingegen dürften die hohen P-Abweichungen von den Erwartungswerten zumindest teilweise auf postsedimentäre P-Verlagerung zurückgehen, denn in den hangenden Schichten sind die Abweichungen vom Erwartungswert stets negativ (Tab. 4). Für die LE 4.5.1 in E111 könnte allerdings auch eine weitere Erklärungsmöglichkeit zutreffen: Hier wurden sehr hohe Konzentrationen an Knochen splitter (pn = 3,57) sowie reichlich Samen von *Fragaria vesca* und *Rubus* spp. (Maier mündl. Mitt.) gefunden, was auf die Ablagerung von menschlichen Fäkalien und tierischen Resten bzw. Schlachtabfällen hindeutet. Ähnliches gilt auch für LE 4.15.1 (E111). Andererseits enthalten auch die Schichten LE 4.2.2 und 4.9.2 in E112 sehr viele dieser Samenreste, ohne dass die P-Konzentrationen auffällig erhöht wären.

Die postulierte P-Verlagerung stützt die bereits in Kap. 4.1 und 4.2 vorgetragene Hypothese, dass aus den hangenden Schichten P ausgewaschen und in tiefere Schichten eingetragen und dort fixiert worden ist. Vermutlich fand dieser Prozess bereits siedlungszeitlich statt, als die hangende Schicht die aktuelle Geländeoberfläche darstellte. Eine vertikale Verlagerung mit dem Perkolationswasser setzt aber einen zumindest phasenweise tieferen Wasserspiegel voraus. Eine ähnliche Situation konnte in der spätbronzezeitlichen Station „Hagnau-Burg“ am

Tabelle 3: Koeffizienten des Modells $c_E [\mu\text{g g}^{-1}] = 1000 f_3 + (f_1 - f_2) \cdot c_{OS} + (f_2 - f_3) \cdot c_{GC}$ [mg g^{-1}]. Angegeben sind Mittelwerte \pm Standardabweichung und Signifikanzniveaus (* $\alpha < 0,05$; *** $\alpha < 0,001$; **** $\alpha < 0,0001$), $n = 28$, R^2_{adj} - korr. multipler Korrelationskoeffizient.

	1000 f_3	$f_1 - f_2$	$f_2 - f_3$	R^2_{adj}
K	982 \pm 178****	1,66 \pm 0,84*	-0,90 \pm 0,52 ^{n.s.}	0,282
P	1513 \pm 1172 ^{n.s.}	21,1 \pm 5,5****	-1,35 \pm 3,41 ^{n.s.}	0,402
Fe	4793 \pm 1025****	41,2 \pm 4,9****	-4,38 \pm 2,98 ^{n.s.}	0,796
Sr	-65,4 \pm 28,5*	0,089 \pm 0,135 ^{n.s.}	1,200 \pm 0,083****	0,903

Tabelle 4: Abweichung der tatsächlichen P_{ges} -Konzentration vom Erwartungswert (P_E) $\delta = (P_{\text{ges}} - P_E) / P_E$. P_E wurde anhand der Modellkoeffizienten in Tab. 3 berechnet.

Anreicherungsschicht		
E 111 - 4.5.1	E 111 - 4.15.1	E 112 - 4.0.3.2
$\delta = +0,81$	$\delta = +1,53$	$\delta = +1,72$
Schicht im Hangenden der Anreicherungsschicht		
E 111 - 4.7.1	E 111 - 4.15.1	E 112 - 4.0.3.1
$\delta = -0,43$	$\delta = -0,14$	$\delta = -0,05$

Bodensee-Obersee angetroffen werden (Ostendorf 1996); hier zeigten sich Verlagerungsvorgänge allerdings im Huminstoffgehalt und nicht im P-Gehalt.

5.2 Trennungskoeffizient

Wenn zwei Schichten mit unterschiedlichen Partikelinhalten (z.B. seebürtige Schichten und Kulturschichten) aufeinander zu liegen kommen, so ist zu erwarten, dass sich die Schichtinhalte bis zu einem gewissen Grad miteinander vermischen. Dafür sorgen mechanische Kräfte während und nach der Ablagerung, etwa Brandung, Erosions- und Akkumulationsvorgänge, Bioturbation durch Zoobenthon bzw. Bodentiere, Tritt durch Mensch und Vieh sowie die Wühltätigkeit von Haus- und Nutztieren. Diese Einflüsse werden groß gewesen sein, wenn sich auf eine überflutete, womöglich der Brandung und Erosions- und Akkumulationsprozessen ausgesetzte Seekreide Kulturschichtmaterial aufgelagert hat, gering dagegen, wenn das basale Seekreidesediment nicht wasserbedeckt, konsolidiert, vielleicht sogar ausgetrocknet und damit betonartig verfestigt gewesen ist. Dann nämlich sollten sich beide Schichtinhalte weitgehend getrennt erhalten haben, der Gradient der jeweiligen Partikelkonzentrationen sollte folglich recht groß sein.

In der Siedlung Hörnle IA sind Tritts Spuren nicht belegt; auch Hunde sind nur durch wenige Knochen nachgewiesen (Kokabi 1990, Abb. 1), sodass Schichtvermischungen auf andere Faktoren zurückgehen sollten. Beim Schichtübergang vom GH2-Top LE 5.0.1 zur AH1-Kulturschicht steigt der Ge-

halt von kulturschichtbürtigen Elementen auf einer Distanz von 5 mm von 1300 auf 200700 kg⁻¹, entsprechend einem Trennungskoeffizienten k_{sep} von |0,394| mm⁻¹. Am Top des Hornstaader Kulturschichtpaketes, beim Übergang von der LE 4.1.1 zur silikatischen Seekreide LE 3.0.2, nimmt die Konzentration lediglich von 127000 auf 27400 ab; die Distanz beträgt 22,5 mm. Der Trennungskoeffizient ist demnach mit |0,058| mm⁻¹ bedeutend kleiner. In Übereinstimmung mit den geochemischen Befunden und den Ergebnissen der Partikelanalyse kann er dahingehend erklärt werden, dass durch die Erosion der Kulturschicht im Zuge der Seekreideüberdeckung kulturschichtbürtige Partikel in das Hangende eingetragen wurden. Auf der anderen Seite legt die überaus scharfe Trennung von LE 5.0.1 und LE 4.15.1 ($k_{sep}=0,197$) den Schluss nahe, dass sich das Kulturschichtmaterial des AH1 auf eine trockene, konsolidierte Sedimentoberfläche aufgelagert hat. Eine Überflutung während des Ablagevorganges scheidet demnach aus; sie hätte zu einer syn- oder postsedimentären Einarbeitung von Kulturschichtmaterial in das Liegende führen müssen. Ergänzend muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass der Trennungskoeffizient auch von einer sauberen Präparation der Schichten abhängt; dies gilt gerade dann, wenn die Mächtigkeiten der beiden benachbarten Schichten sehr gering sind – wie im Falle des Überganges vom GH2-Top zum AH1. Eine unsaubere Trennung führt zwangsläufig zu einer Verringerung des k_{sep} , sodass der o.g. Wert von $k_{sep}=0,197$ ein konservativer Schätzwert ist: Bei einer „idealen“ Präparation ohne jegliche Partikelverschleppung wäre er eher höher.

6 Versuch einer umweltgeschichtlichen Rekonstruktion

6.1 Modell: Überflutungswahrscheinlichkeit, Siedlungsniveau und Erfolgsaussichten der Seespiegelrekonstruktion

Ausgangspunkt der sedimentologischen Untersuchungen an den Profilsäulen E111 und E112 war die Frage (*F*), ob das Siedlungsareal des Hornstaader Dorfes überschwemmt war oder nicht, die Häuser zwangsläufig hätten „Pfahlbauten“ sein müssen oder ebenso gut auch hätten ebenerdig gebaut sein können. Angesichts der Tatsache, dass der Bodensee heute – und sicher auch in früheren Zeiten – erhebliche annuelle Wasserstandsschwankungen und dezzenniale Spitzenhochwässer aufweist, greift diese Fragestellung *F* zu kurz. Reformuliert könnte sie et-

wa wie folgt aufgegliedert werden:

(*F1*) Wie oft bzw. wie lange und zu welcher Höhe wurde das Hornstaader Dorf in der Zeitdauer seiner Existenz überschwemmt?

(*F2*) Haben sich die Bewohner aufgrund dieser Überflutungsfrequenz genötigt gefühlt, ihre Gebäude auf Stelzen zu bauen, und wie weit waren die Hausböden vom Untergrund abgehoben, oder haben sie eine gelegentliche Überflutung unter Beibehaltung des überkommenen Baustils toleriert?

Unter der Annahme, dass das Siedlungsareal überschwemmt worden ist, müssen im Hinblick auf die Frage *F1* folgende Szenarien (*S*) unterschieden werden:

(*S1*) das Siedlungsareal lag so hoch über dem seinerzeitigen MMW, dass es in (nahezu) jedem Jahr (*S1a*) bzw. nur in Extremhochwasserjahren (*S1b*) überschwemmt wurde. Die Überschwemmungszeit dürfte dann im Sommer gelegen haben und einige Tage (im Falle von *S1b*) bis einige Wochen (*S1a*) gedauert haben.

(*S2*) das Siedlungsareal lag so weit unter dem MMW, dass es für mehr als sechs Monate überschwemmt war. Die Überschwemmungsperiode dürfte dann vom Frühling bis in den Spätherbst hingereicht haben.

Legt man diese Szenarien zugrunde, ist als Nächstes die Frage zu stellen, ob überhaupt, und wenn ja mit welchen paläoökologischen bzw. sedimentologischen Methoden eine Überschwemmung nachgewiesen werden kann.

Im Falle von *S2* ist davon auszugehen, dass in nahezu jedem Jahr eine nennenswerte sommerliche mehrere Monate andauernde Überschwemmung stattgefunden hat, die zumindest in einigen Jahren auch bis in die Wintermonate hineingereicht hat. Das Winterhalbjahr ist aber auch gleichzeitig die Jahreshälfte mit der höchsten Starkwind- und Sturmaktivität am Bodensee. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit hoch gewesen sein musste, dass eine Überschwemmungssituation im Herbst oder Frühjahr von Starkwindereignissen begleitet wurde. Die Brandungszone hat dann im Dorfareal gelegen. Dies dürfte zu Seekreideeinschwemmungen, zur Einschwemmung grober und schwerer Partikel (Mollusken) sowie zu einer mikrotopographischen Umgestaltung der noch unkonsolidierten Sedimente geführt haben. Entsprechende Uferformen, kleine Strandwälle, (Mollusken-)Spülsäume, Strandpflaster und andere Sortierungsphänomene und Strandkanten („beach scarps“) sind auch unter den gegenwärtigen Bedingungen an den Bodensee-Stränden häufig zu beobachten. Bedenkt man

weiterhin, dass die Sedimentzuwachsrate innerhalb der Siedlung mit ca. 30 cm während einer Dauer von etwa 20 Jahren (entsprechend der Holzschlagaktivität, vgl. Billamboz S.297ff.) phasenweise recht hoch war, sollte doch zumindest ein Teil dieser Oberflächenformen eingedeckt und konserviert worden sein, sodass sie mit Hilfe der sehr detailgenauen Hornstaader Grabungstechnik (vgl. Dieckmann u. a. Kap. 1.5) hätten entdeckt werden müssen. Tatsächlich konnten innerhalb des Hornstaader Kulturschichtpaketes solche ufermorphologischen oder sedimentologischen Befunde nicht mit Sicherheit identifiziert werden; von den Ausgräbern werden die Befundnr. 215 und 218 in E111 mit einer Mächtigkeit von ca. 13 cm als „strandwallartige Bildungen“ angesehen (Dieckmann, mündl. Mitt.). Zwar kommen auch in den Kulturschichten reichlich Mollusken, vereinzelt auch Trichopteren-Gehäuse (vgl. LE 4.10.1 u. 4.1.3 in E111; LE 4.0.3.1/4.0.3.2 u. 4.0.1 in E112) vor, die jedoch nicht zwingend durch Seeinspülung in die Kulturschicht gelangt sein müssen. Die Trichopteren-Larven beispielsweise leben typischerweise auf sandig-kiesigen Harts substraten und könnten mit Netzsenkern oder aufsitzend auf Zugnetzen in die Siedlung verschleppt worden sein. Auch Seekreideklumpen treten in der Kulturschicht auf; es handelt sich hier aber wahrscheinlich um die Unterböden von Niedermoor-Anmooren, die von den Hornstaader Siedlern im Hinterland abgegraben wurden (vgl. Dieckmann et al. 2001). Vereinzelt Befunde, die auf eine Land-See-orientierte Sortierung von Silikatklastika hindeuten, belegen ebenfalls nicht zwingend den Einfluss von Wellenschlag: Sortierungen können auch – beispielsweise im Bereich eines Dachtraufs – durch ab rinnendes Niederschlagswasser entstehen.

Insgesamt wird man zu dem Schluss kommen müssen, dass alle bisher ergraben und untersuchten Befunde, die in diese Richtung gedeutet werden könnten, so schwach ausgeprägt sind, dass das Szenario S2 unwahrscheinlich ist.

Damit bleibt das Szenario S1 zu untersuchen. Hier ist prinzipiell von einem Fehlen morphologischer oder sedimentologischer Befunde auszugehen, da Stürme und Starkwinde in der Sommerperiode am Bodensee selten auftreten. Folglich kann S1 mit den üblichen Mitteln der Grabungstechnik und der sedimentologischen Untersuchung weder gestützt noch widerlegt werden. Andersartige Kriterien müssen für eine Beurteilung herangezogen werden. Im Falle einer mehr oder minder lang andauernden hochsommerlichen Überschwemmung dürfte es bestenfalls zu einer Ablagerung von Plankton und Ses-

ton in der Kulturschicht gekommen sein. Hierzu gehören Algen (z.B. Diatomeen und Chrysophyceen) und Zooplankter, von denen aber nur Cladoceren überdauerungsfähige Reste liefern. Die Profilsäule E112 wurde auf Cladocerenreste untersucht (Veit S.533ff.). Tatsächlich treten in den meisten Kulturschichten geringe Mengen an Schalen auf; ein Maximum konnte mit ca. 250 Resten pro Gramm Trockensubstanz in LE 4.2.1 ermittelt werden. Allerdings liegt diese Dichte nur bei etwa 1% der für litorale und profundale Sedimente zu erwartenden Dichte (Veit S.533ff.). Dennoch ist das ausgeprägte Maximum in LE 4.2.1 geeignet, das Szenario S1 zu stützen. Legt man die Stärke des Signals zugrunde, so dürfte es aber nur in einem von etwa 30 Siedlungsjahren zu einer bedeutenden sommerlichen Überschwemmung gekommen sein. Es handelt sich also um ein Extremereignis, das etwa einmal in jeder Generation zu erwarten ist, ebenso wie auch zeitgenössisch „Schadhochwässer“ am Bodensee auftreten (zuletzt 1965, 1987, 1999).

6.2 Rekonstruktionsversuch: Schichtgenese von E111 und E112

Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen kann die folgende umweltgeschichtliche Interpretation versucht werden:

GH2: Die Basis beider Profilsäulen bildet der *GH2*, der überall unter dem Siedlungsareal angetroffen werden kann. Der hier erfasste obere Teil (LE 5.0.2 in E111) datiert nach pollenanalytischen Untersuchungen von Liese-Kleiber 1985 und Rösch 1985 aus dem Späten Atlantikum (ca. 5800–6200 BP), also etwa 1000 Jahre vor Gründung des Hornstaader Dorfes. Es handelt sich offenbar um eine eu- oder sublitorale Strandfazies; das Material wurde vielfach umgelagert, enthält dadurch Schmitzen des Liegenden sowie kulturschichtbürtige Partikel, die vielleicht aus einer vor-hornstaad-zeitlichen Besiedlungsphase des Uferabschnittes herrühren (vgl. Dieckmann 1991: 105-107). Die nur wenige Millimeter mächtige Top-Lage aus Silikatsand (LE 5.0.1 in E111) repräsentiert einen Strand, eine alte Oberfläche, die unmittelbar vor Gründung des Hornstaader Dorfes freigelegt haben muss. Von Bedeutung ist die Frage, ob diese Oberfläche zum Zeitpunkt der Besiedlung wasserfrei, womöglich ausgetrocknet und konsolidiert gewesen ist, sodass die ersten Siedler ihre Häuser „trockenen Fußes“ errichten konnten. Dies war offensichtlich der Fall: Die Trennung zum AH1 ist scharf, das Oberflächenrelief völlig ruhig und ungestört, der Trennungskoeffizient k_{sep} (vgl. Kap. 5.3) ist hoch. In einem nassen

Sediment hätten Steine und kulturschichtbürtige Partikel in die LE 5.0.2 eingedrückt werden müssen, und in einem überfluteten Sediment hätte der Wellenschlag diese Partikel eingearbeitet. Bei der Profilsäule E 112 enthält die Top-Sandlage sehr viel AH1-Material; die Mikrotopographie des Überganges zur GH2-Seekreide ist unruhiger. So wurde dieses Schichtpaket grabungstechnisch dem AH1 zugeschlagen. Seine Genese ist jedoch zweifelsfrei die gleiche wie die der LE 5.0.1 in E 111.

Diese Interpretation stimmt mit der Befundlage und der Interpretation der Profilsäule E 90 überein. Demnach muss davon ausgegangen werden, dass zumindest einige Zeit vor der Hornstaader Siedlungsgründung ein Niedrigwasserstand mit MMW-Werten um 394 m vorgeherrscht hat, dass der damalige Mittelwasserstand also ca. 1 m niedriger lag als heute. *AH1*: Der AH1 ist in beiden Profilsäulen mit ca. 0,5 cm geringmächtig ausgeprägt; aber auch in anderen Siedlungsbereichen überschreitet die Schichtdicke kaum 10 mm. Er enthält ein breites Spektrum an kulturschichtbürtigen Partikeln, daneben auch robuste, mechanisch abriebfeste seebürtige Partikel (Mollusken-Trümmerschill, *Bithynia*-Deckel). Empfindlichere limnigene Partikel (Characeen-Oogonien; Cladoceren, vgl. Veit S. 533 ff.) fehlen fast völlig. An der Profilsäule E 90 wurde der AH1 mikromorphometrisch untersucht, mit dem Ergebnis, dass die fein laminierte schuppige Struktur gegen eine syn- oder postsedimentäre Aufarbeitung durch Wellenschlag spricht (Ostendorp 1990). Beide Argumente legen den Schluss nahe, dass die erste, durch den AH1 repräsentierte Siedlungsphase auf trockenem Untergrund beendet worden ist. Der damalige Wasserstand wird also bei 394 m oder tiefer gelegen haben. Aus dem Vorhandensein von Trümmerschill und *Bithynia*-Deckeln sollte keine Überschwemmung hergeleitet werden, da diese Reste in allen Kulturschichten regelmäßig, wenn auch in geringen Partikeldichten, anzutreffen sind. Offensichtlich wurden sie von den Siedlern zusammen mit anderen Materialien in die Siedlung eingeschleppt. Es ist nicht einmal gesichert, ob sie direkt vom Seeufer oder aus älteren Seekreiden im Untergrund von Niedermoorböden auf der Landseite der Siedlung stammen.

AH2: Die Brandschicht des AH2 (LE 4.14.1 u. 4.13.1 in E 111 und 4.7 in E 112) enthält ebenfalls nur robuste limnigene Partikel, nämlich Trümmerschill und *Bithynia*-Deckel, wiederum fehlen weitgehend alle empfindlichen seebürtigen Partikel einschließlich der Wasserpflanzenreste. Auch in diesem Falle ist eine Überschwemmung von nennenswerter Höhe bzw. Dauer unwahrscheinlich. Als

sicher darf jedoch gelten, dass die Kulturschicht zumindest in der winterlichen Niedrigwasserphase wasserfrei war, da jegliche ufermorphologische Strukturen und Einschwemmungen von Seekreide (vgl. X_{Mg}) fehlen. Ein weiteres Argument spricht dafür, dass der MW-Spiegel während der gesamten Siedlungsphase, die den AH1 und den AH2 hinterlassen hat, um 394 m gelegen haben muss: Offensichtlich kam es aufgrund des Brandereignisses zumindest im E 111 zu einer Mobilisierung von Phosphat (stark negative Abweichungen vom Erwartungswert, vgl. Kap. 5.1), das sich mit dem Perkolationswasser nach unten verlagerte und sich im GH1-Top anreicherte (stark positive Abweichung vom Erwartungswert). Eine Perkolationswasserbewegung ist aber nur denkbar in einem hydrostatischen Gefälle zwischen eluierter Schicht und Seespiegel (vgl. auch Station „Hagnau-Burg“, Ostendorp 1996).

AH3: Die Schichtabfolgen im AH3 beider Profilsäulen lassen sich nicht sicher miteinander korrelieren, allerdings wurde versuchsweise eine Zuordnung zu den einzelnen Siedlungsabschnitten vorgenommen, d.h. die möglicherweise während derselben Phase abgelagerten Schichten haben als Kennung den gleichen Großbuchstaben (vgl. Tabelle 1–2). Gleichwohl werden die Schichten der beiden Profilsäulen hier getrennt betrachtet.

Alle Schichten im AH3 von E 111 enthalten jeweils etwa gleiche Konzentration an robusten limnischen Partikeln wie Mollusken-Schalen, Trümmerschill und *Bithynia*-Deckel. Bemerkenswert ist auch das gelegentliche Auftreten von Trichopteren-Köcherresten. Das Auftreten dieser Reste allein kann nicht als Beleg für Überschwemmungsphasen herangezogen werden, da mit einer Einbringung durch den Menschen gerechnet werden muss, sei es direkt von der Seeseite her, etwa durch schlammbehaftete Fischfanggeräte o.Ä., oder von der Landseite her auf dem Umweg über abgegrabene Bodenschichten („verbraunte Seekreide“, vgl. Schmidt S. 473 ff.). Für die gegenteilige Annahme, dass die Dorfbewohner trotz der Seenähe keinerlei seebürtige Partikel in die Siedlung eingebracht hätten, gibt es nach derzeitigem Wissensstand keine überzeugenden Argumente. Gerade die geringen Konzentrationsschwankungen dieser Partikel innerhalb der AH3-Schichtabfolge sprechen für eine konstante „Hintergrundbelastung“. Da zudem empfindliche seebürtige Partikel, etwa Characeen-Oogonien und Ostracoden-Schalen, aber auch Wasserpflanzen-Samenreste fehlen, GC-Gehalte durchweg gering sind und die Karbonatkomponente nicht aus limnischen Calciten herühren dürfte, lassen sich keine Argumente für eine Überflutung des Siedlungsareals während der AH3-

Bildungsphase finden. Allerdings gibt es auch keine Hinweise für eine rein terrestrische Ablagerung der Schichten, etwa Trockenrisse, Ausbildung von Bodenhorizonten o.Ä. Nach den bisherigen Vorstellungen über die Schichtentstehung wären solche Erscheinungen allerdings auch wenig wahrscheinlich. Der AH3 der Profilsäule E112 bietet ein ähnliches Bild, sowohl was die geochemischen Befunde als auch was die Partikelinhalte angeht. Robuste limnische Partikel treten im Konzentrationsbereich einer „Hintergrundbelastung“ auf, während empfindlichere Reste nicht gefunden wurde. An dieser Stelle muss jedoch noch einmal deutlich darauf hingewiesen werden, dass für etliche Schichten kein Material zur Partikelanalyse zur Verfügung stand (vgl. Bemerkung am Ende von Kap. 3.1). Hingegen konnte Veit (S.533ff.) in der LE4.2.1 vergleichsweise hohe Konzentrationen an Cladoceren-Schalenresten nachweisen; hier wurden mit einigen *Najas*-Nüsschen auch Wasserpflanzenreste nachgewiesen (Maier mündl. Mitt.). Beide Befunde können als Beleg für eine Überschwemmungsphase gelten, die sich allerdings nicht im geochemischen Bild niedergeschlagen hat, denn die GC-Gehalte dieser Schicht sind nicht erhöht und weisen keine erniedrigten X_{Mg} -Werte auf. Es mag während des Sommers zu einer kurzzeitigen Überschwemmung gekommen sein, wobei Cladoceren und *Najas*-Sprosse eingespült wurden. Das Hochwasser wurde offenbar nicht von Stürmen begleitet, was bei heutigem Jahreswitterungsverlauf auch recht unwahrscheinlich gewesen wäre, sodass keine Seekreideeinschwemmungen stattfanden. Insgesamt stellt aber die LE 4.2.1 die einzige Schicht des AH3 beider Profilsäulen dar, in der sich überzeugende Seeinflüsse erhalten haben.

Anders als die zentralen Schichten des AH3 enthalten die Top-Schichten (LE 4.1.1 in E111 und LE 4.0.1 in E112) in höherer Konzentration auch

empfindlichere seebürtige Partikel, etwa Characeen-Oogonien (vgl. Kap. 4.1 u. 4.2) sowie *Potamogeton*- und *Najas*-Samen (Maier mündl. Mitt.), während Cladoceren praktisch fehlen (Veit S.533ff.). Man kann darin einen erhöhten Wasserstand in dieser Siedlungsphase sehen. Es dürfte sich allerdings bestenfalls um hohe Sommerwasserstände gehandelt haben, da makroskopisch sichtbare Seekreideeinschwemmungen ebenso fehlen wie eine morphometrische Störung der Ablagerungen. Eine wahrscheinlichere Interpretation wäre die, dass nach Ablagerung des AH3-Top (unter terrestrischen Bedingungen) ein ansteigender Seestand Teile der Kulturschicht erodierte und umlagerte, sodass im Kontaktbereich seebürtige Partikel neben Kulturschichtpartikeln zu liegen kamen. Dafür spricht der geringe Trennungskoeffizient, der die Verschleppung von KS-Partikeln in die aufliegenden Seekreiden indiziert.

Hinsichtlich der zentralen Frage nach den siedlungszeitlichen Wasserständen ist folgende zusammenfassende Interpretation am wahrscheinlichsten:

– Das Hornstaader Dorf wurde auf nicht wasserbedecktem, wahrscheinlich sogar oberflächlich ausgetrocknetem Sediment aufgebaut.

– Während der gesamten Siedlungsphase herrschten terrestrische Bedingungen vor. Bestenfalls kam es in einigen Jahren (repräsentiert durch die LE 4.2.1 in E112) zu sommerlichen Überschwemmungen. Der mittlere Wasserstand dürfte bei 394 m oder darunter gelegen haben.

– Nach Beendigung der Siedlungstätigkeit kam es zu einer Überschwemmung des Siedlungsplatzes im Zuge eines Seespiegelanstiegs auf ca. 395 m oder mehr.

Die umweltgeschichtliche Analyse der Profilsäulen E111 und E112 deckt sich im Wesentlichen mit den Ergebnissen an E90.

7 Literatur

- Billamboz 1990 A. Billamboz, Das Holz der Pfahlbausiedlungen Südwestdeutschlands. Jahrringanalyse aus archäodendrologischer Sicht. Ber. RGK 71, 1990, 187–207.
- Dieckmann 1990 B. Dieckmann, Zum Stand der archäologischen Untersuchungen in Hornstaad. Ber. RGK 71, 1990, 84–109.
- Dieckmann/Billamboz 1992 B. Dieckmann/A. Billamboz, Siedlungsfolge im Jahrringkalender. Die jungneolithischen Dörfer von Hornstaad-Hörnle, Kreis Konstanz. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1992, 72–76.
- Dieckmann/Maier/Vogt 2001 B. Dieckmann/U. Maier/R. Vogt, Hornstaad – Zur inneren Dynamik einer jungneolithischen Dorfanlage am westlichen Bodensee. In: A. Lippert/M. Schultz/St. Shennan/M. Teschler-Nicola (Hrsg.), Mensch und Umwelt während des Neolithikums und der Frühbronzezeit in Mitteleuropa (Rahden/Westf. 2001) 29–51.
- Guyan 1955 W. U. Guyan (Hrsg.), Das Pfahlbauproblem. Monogr. Ur- u. Frühgesch. Schweiz 11 (Basel 1955).
- Kokabi 1990 M. Kokabi, Ergebnisse der osteologischen Untersuchungen an den Knochenfunden von Hornstaad im Vergleich zu anderen Feuchtbodenfundkomplexen Südwestdeutschlands. Ber. RGK 71, 1990, 145–160.
- Liese-Kleiber 1985 H. Liese-Kleiber, Pollenanalysen in der Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I. Materialh. In: Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 6 (Stuttgart 1985) 1–149.
- Luft et al. 1990 G. Luft/G. van den Eerwegh/H. Vieser, Veränderung der Bodensee-Wasserstände von 1887 bis 1987. Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg, Teil 6.2 Anh. A u. B (Karlsruhe 1990).
- Ostendorp 1990 W. Ostendorp, Stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen im Bereich der Station Hörnle I am Bodensee-Untersee. In: Beiträge zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte am Bodensee-Untersee: Paläolimnologische Untersuchungen. Ber. RGK 71, 1990, 292–300.
- Ostendorp 1996 W. Ostendorp, Paläolimnologische Untersuchungen im Bereich der spät-bronzezeitlichen Station Hagnauburg am Bodensee-Obersee. I. Profilsäule HA91 E1. In: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland IV. Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 47 (Stuttgart 1996) 223–238.
- Ostendorp/Blum 1998 W. Ostendorp/H. Blum, Hemmenhofener Methoden – Sedimentologische und paläolimnologische Methoden in der Siedlungsarchäologie. In: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland VI. Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 68 (Stuttgart 1998) 243–313.
- Planck 1990 D. Planck, Einleitung. In: Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland. 5. Kolloquium der Deutschen Forschungsgemeinschaft vom 29.–30. März 1990 in Gaienhofen-Hemmenhofen. Ber. RGK 71, 1990, 26–38.
- Rösch 1985 M. Rösch, Die Pflanzenreste der neolithischen Ufersiedlung von Hornstaad-Hörnle I am westlichen Bodensee. 1. Bericht. Ber. Ufer- u. Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 7 (Stuttgart 1985) 164–199.
- Schlichtherle 1985 H. Schlichtherle, Prähistorische Ufersiedlungen am Bodensee. Eine Einführung in naturräumliche Gegebenheiten und archäologische Quellen. In: Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 7 (Stuttgart 1985) 9–42.
- Schlichtherle 1990 H. Schlichtherle, Siedlungsarchäologie im Alpenvorland 1. Die Sondagen 1973–1978 in den Ufersiedlungen Hornstaad-Hörnle I. Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 36 (Stuttgart 1990).
- Schlichtherle 1997a H. Schlichtherle, Pfahlbauten rund um die Alpen. In: H. Schlichtherle (Hrsg.), Pfahlbauten rund um die Alpen. Archäologie in Deutschland, Sonderheft (Stuttgart 1997) 7–14.
- Schlichtherle 1997b H. Schlichtherle, Der Federsee, das fundreichste Moor der Pfahlbauforschung. In: H. Schlichtherle (Hrsg.), Pfahlbauten rund um die Alpen. Archäologie in Deutschland, Sonderheft (Stuttgart 1997) 91–99.
- Schmidt 1993 J. Schmidt, Untersuchungen zur spät- und postglazialen Verlandungsgeschichte des Bodensee-Untersees im Bereich der Hornspitze. (Diplomarbeit Univ. Freiburg 1993).
- Schreiner 1974 A. Schreiner, Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50000. 2. Aufl. (Stuttgart 1974).
- Schreiner 1989 A. Schreiner, Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000 Blatt 8219 Singen (Hohentwiel) (Stuttgart 1989).
- Schreiner 1992 A. Schreiner, Geologische Karte 1:50000 von Baden-Württemberg. Erläuterungen zu Blatt Hegau und westl. Bodensee. Hrsg. v. Geol. Landesamt Baden-Württemberg (Freiburg 1992).
- Smolla 1981 G. Smolla, Umweltprobleme der Pfahlbauforschung. Arch. Korrespondenzbl. 11, 1981, 15–19.
- Speck 1990 J. Speck, Zur Geschichte der Pfahlbauforschung. In: Schweizerisches Landesmuseum Zürich (Hrsg.), Die ersten Bauern – Pfahlbaufunde Europas 1 (Zürich 1990) 9–19.
- Stöckli 1979 W. E. Stöckli, Das Pfahlbauproblem heute. Arch. Schweiz 1979, 50–56.
- Strahm 1983 Ch. Strahm, Das Pfahlbauproblem. Eine wissenschaftliche Kontroverse als Folge falscher Fragestellung. Germania 61, 1983, 352–360.