

Eine Neubearbeitung der eem- und frühweichselzeitlichen Abfolge am Klein Klütz Höved, Mecklenburger Bucht

JAQUELINE STRAHL, ELMAR KEDING, GERHARD STEINICH, PETER FRENZEL, UWE STRAHL *)

Geological section, Late Saalian, Eemian, Early Weichselian, organogene sediments, till, pollen diagram, botanical macro remains, molluscs, ostracodes

Kurzfassung: Es wird ein am Kliff des Klein Klütz Höved aufgeschlossenes Profil, das Sedimente von der Saalevereisung bis in das Frühweichselglazial umfaßt, besprochen. Von besonderer Bedeutung sind limnische Sedimente des Eem, die durch sandige Ablagerungen mit marinen Fossilien innerhalb eines Würgebodenhorizontes überlagert werden. In den limnischen Ablagerungen konnten neben einer reichen Mikroflora auch Früchte, Samen, Mollusken und Ostrakoden nachgewiesen werden. Die Entstehung des Würgebodens ist auf frühweichselzeitliche Periglazialvorgänge zurückzuführen. Der Transgressionskontakt mit dem Eemmeer wird im Gegensatz zu anderen Profilen aus dem Mecklenburger Raum für die ausgehende Zone 4 und/oder 5 nach ERD (1973) angenommen.

[A revision of the Eemian and Early Weichselian sequence of the Klein Klütz Höved cliff, Mecklenburg Bay]

Abstract: It is discussed a natural outcrop at the cliff of Klein Klütz Höved, from which sediments belong to a Late Saalian-Early Weichselian sequence. Especially the limnic sediments of the Eemian, which are covered by sandy layers with marine fossils inside a strangling horizon are very significant. In these limnic sediments can be found beside a rich microflora also fruits, seeds, molluscs and ostracods. The origin of the strangling horizon is traced back to Early Weichselian periglacial processes. The contact of transgression by the Eemian-Sea is supposed, in contrast to other profiles in the Mecklenburg area, in zone 4 and/or 5 after ERD (1973).

1 Einleitung

Durch die Grenzöffnung zwischen der BRD und der DDR im Jahre 1989 wurde die Begehung des Kliffbereiches im Klützer Winkel (Abb. 1) seit der letztmalig-

gen Aufnahme durch LUDWIG (1964) wieder möglich. Erste Hinweise auf ein Interglazialvorkommen am Klein Klütz Höved lieferte KLENGEL (1954). Eine pollenanalytische Auswertung wurde durch HECK (1955) vorgelegt, die jedoch nur unbefriedigende Ergebnisse lieferte. Karpologische Untersuchungen wurden durch NÖTZOLD (1965) durchgeführt. Nachfolgende Arbeiten (HECK 1960, GEHL 1961, 1969, LUDWIG 1964) befaßten sich wiederholt mit der geologischen und stratigraphischen Einordnung des Profils. Während Kartierungsarbeiten zwischen 1988 und 1991 erfolgte eine erneute geologische Dokumentation (SCHÜTZE, U. STRAHL [unveröff. Ergebn.], ULLERICH 1991) und eine Untersuchung des Fossilinhaltes durch J. STRAHL (Pollen), KEDING (Makroflora), FRENZEL (Ostrakoden, Foraminiferen), STEINICH (Mollusken, Fischreste; STEINICH 1992: 36 - 42).

Der Klützer Winkel wird morphologisch im wesentlichen durch die Randlagen des Pommerschen und Mecklenburger Stadiums geprägt. Die zentralen Teile erreichen mit dem Hohen Schön-Berg Höhen bis zu +92 m NN. Zur Zeit des letzten Eisvorstoßes bildete der Hohe Schön-Berg einen Nunatak (HECK 1960). Mit dem vorliegenden Artikel wird ein Abriß der Sedimentations- und Vegetationsgeschichte für das I₁-Zwischensediment am Klein Klütz Höved vorgelegt.

2 Das Normalprofil zwischen dem Klein und Groß Klütz Höved

Am Kliff zwischen dem Klein und Groß Klütz Höved werden nach Lagerungsverhältnissen und Kleingeschiebeanalysen (4 - 10 mm) fünf Geschiebemergelhorizonte unterschieden, die von unten nach oben mit M_I - M_V benannt sind. Bis einschließlich M_{IV} sind diese Moränenkörper durch sandige Zwischensedimente voneinander getrennt, die analog die Bezeichnung I₁ - I_{III} tragen (Abb. 2).

Am Kliff ausstreichender M_I ist auf den Bereich des Klein Klütz Höved beschränkt. Der M_I ist schwach rötlich braun gefärbt, stark bindig und geschiebarm. Die oberen Bereiche sind, wie auch an der Stoltera im

*) Anschriften der Autoren: Dr. J. STRAHL, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Außenstelle Berlin, Invalidenstraße 44, 10106 Berlin; Dipl. Geol. E. KEDING, Beimlerstr. 83, 17491 Greifswald; Dipl. Geol. P. FRENZEL, Fachrichtung Geowissenschaften an der E.-M.-Arndt-Universität Greifswald, F.-L.-Jahn-Str. 17 a, 17489 Greifswald; Prof. Dr. G. STEINICH, Am St. Georgsfeld 36, 17489 Greifswald; Dipl. Geol. U. STRAHL, Teupitzer Str. 24, 12627 Berlin

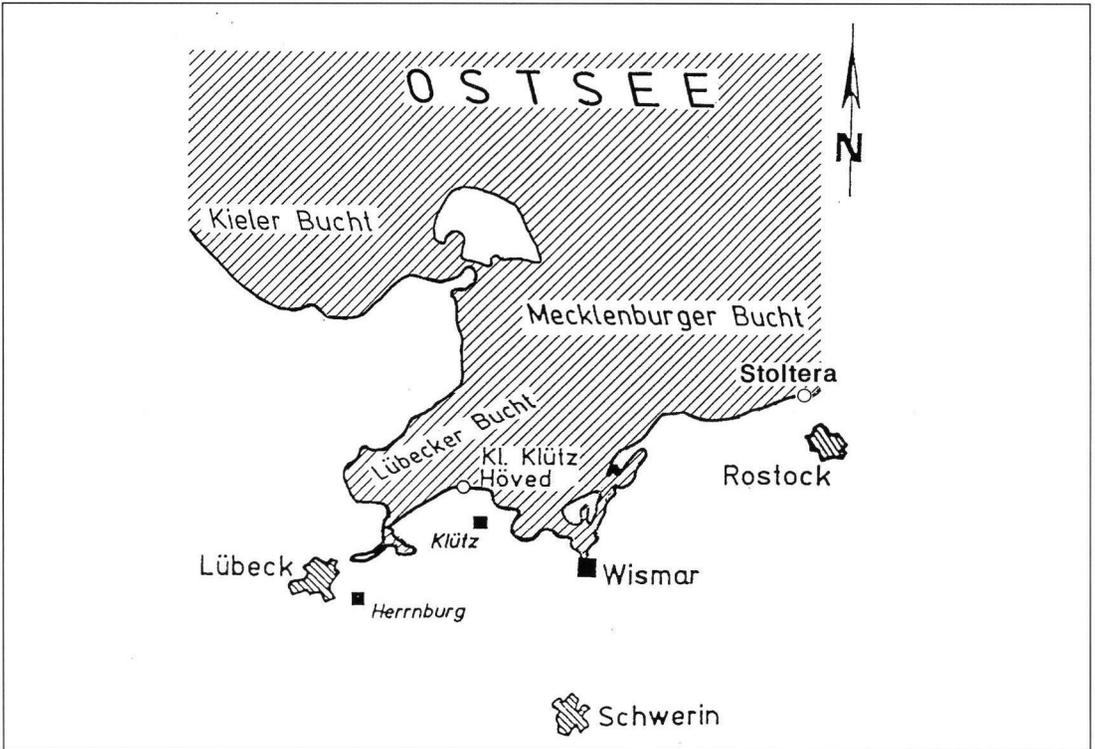


Abb. 1: Lage des Aufschlußpunktes Klein Klütz Höved an der Lübecker bzw. Mecklenburger Bucht.
Fig. 1: Position of the outcrop Klein Klütz Höved at the Lübeck respectively Mecklenburg Bay

M_1 -Geschiebemergel, grünlichgrau gefärbt. Nach Kleingeschiebeanalysen besitzt der M_1 ein baltisches Geschiebespektrum, jedoch ohne spürbaren Dolomitanteil. Warthezeitliches Alter ist wahrscheinlich. Eine baltische Fazies der Drenthe erscheint möglich. Im I_1 -Zwischensediment ist lithologisch eine grobe Dreiteilung vorhanden (vgl. dazu Pkt. 3). Über den Sanden des I_1 und teilweise die Basis des M_{II} -Geschiebemergels bildend, sind rotbraune Schlufftone verbreitet. Diese führen eine Kieskomponente, die dem Material einen geschiebemergelähnlichen Charakter geben können. Kleingeschiebezählungen ergeben eine dem M_1 äquivalente Zusammensetzung. Der M_{II} -Geschiebemergel ist unverwittert grau gefärbt, schwach sandig, führt Schollen und Schlieren von Kreidematerial und fällt durch seine starke Präsenz von Flint auf. An seiner Basis ist eine rotbraune Lokalmoräne ausgebildet, die M_1 - und I_{II} -Material aufgearbeitet hat (s. o.). In Analogie zur Stoltera ist die Zuordnung zum Brandenburger und/oder Frankfurter Stadium anzunehmen (MÜLLER, mdl. Mitt.). Im I_{II} -Zwischensediment läßt sich ebenfalls eine grobe lithologische Dreiteilung erkennen. Über dem M_{II} folgt ein Gemenge von grauem Schluff, rotbraunem Schluff (teilweise gebändert), schluffigem Feinsand, sandig schluffigem Feinkies sowie Fetzen und Schlieren von M_{II} -Geschiebemergel. Darüber schließen sich schluff-

fige Feinsande an, die schräg- und rippelschrägschichtet sind. Den oberen Teil des I_{II} bilden stark schluffige Feinsande und sandige Schluffe mit organogenen Anteilen, die intensiv kryoturbat gestört sind. STEINICH (mdl. Mitt.) wies darin Dauereier von *Daphnia* nach. Der M_{III} -"Geschiebemergel" ist als stark schluffiger, sehr schwach feinkiesiger Feinsand ausgebildet. Er besitzt ein schwach ausgeprägtes Scherflächengefüge. Zum Hangenden treten sehr deutlich Schichtungsmerkmale hervor. Das I_{III} -Zwischensediment baut sich überwiegend aus mächtigen Feinsanden mit Horizontal- und Rippelschrägschichtung auf. Nach bisherigem Kenntnisstand ist I_{III} nur dann vorhanden, wenn darüber sicher kein M_{IV} -Geschiebemergel nachweisbar ist. Fehlt I_{III} , liegt direkt über dem M_{III} ein mächtiger, grauer, sandiger M_{IV} -Geschiebemergel, der im Habitus nahezu dem M_{II} gleicht. M_{III} und M_{IV} entsprechen dem Pommerschen Stadium der Weichselkaltzeit (Maximal- und Hauptvorstoß). Im Zusammenhang mit den Schichtdeformationen (M_{IV} - und/oder M_V -zeitlich) kam es unter Auftaubedingungen zu erheblichen Materialwanderungen und Fließbewegungen, die in mehreren Decken übereinander liegen können (Abb. 2). Die bisherige Abfolge wird, nicht immer zweifelsfrei, diskordant von einem sehr unterschiedlich mächtigen Geschiebemergel (M_1) abgedeckt, der an Störungen mit versetzt sein kann. M_1 -

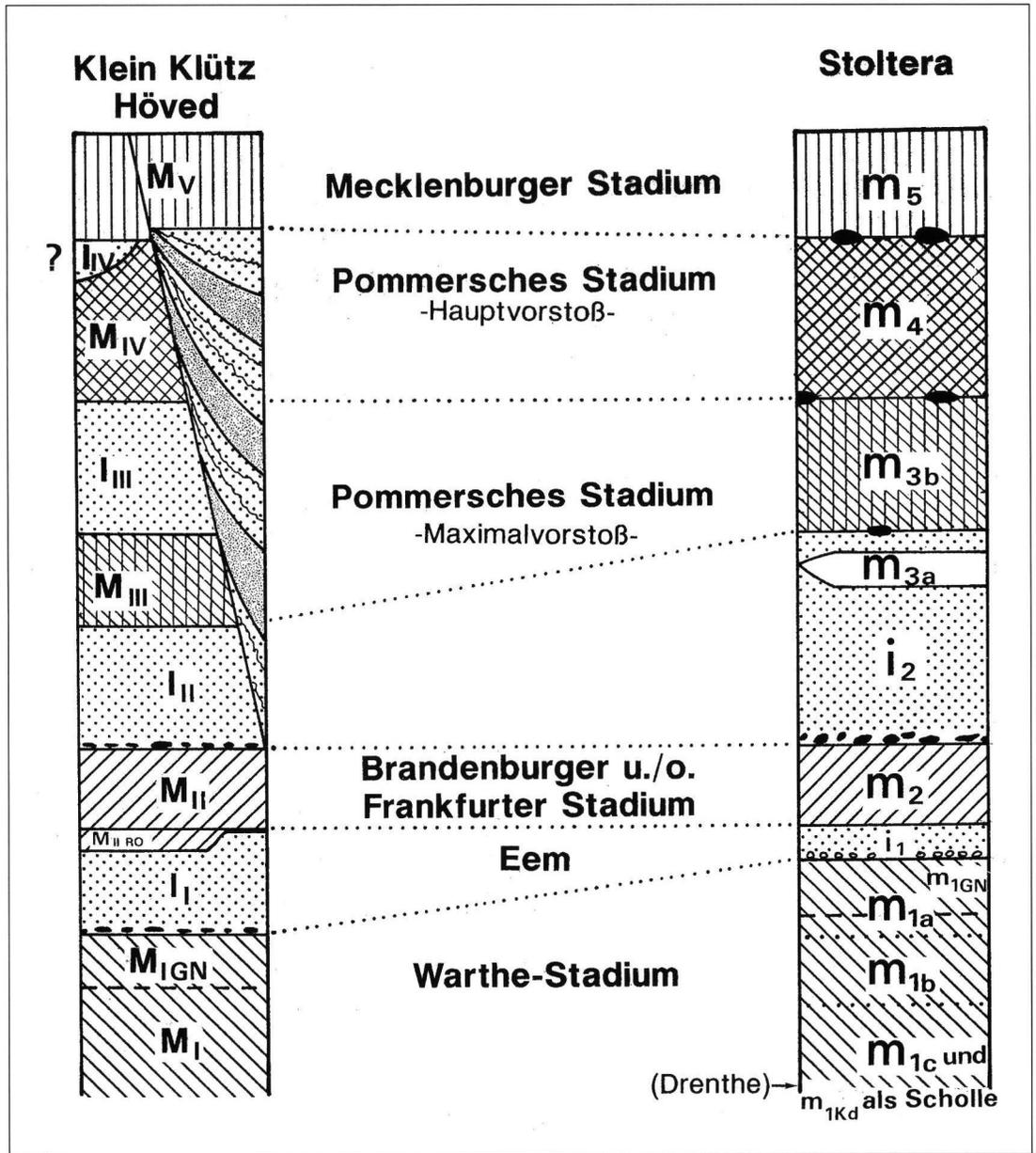


Abb. 2: Normalprofil im Bereich des Klein Klütz Höved und der Stoltera
 Fig. 2: Normal profile of the Klein Klütz Höved and the Stoltera

Geschiebemergel ist rostbraun gefärbt, stark sandig und läßt bei größerer Mächtigkeit durch eingeschaltete Sandlinsen eine eventuelle Zweiteilung erkennen. Der M_v repräsentiert die Grundmoräne des Mecklenburger Stadiums der Weichselkaltzeit.

3 Das I_1 -Zwischensediment

Der durch KLENGEL (1954) erstmals bearbeitete Inter-glazialaufschluß befindet sich ca. 1 km östlich des

Klein Klütz Höved, ca. 160 m östlich der Treppe Elmenhorst (Abb. 1, 3). Abb. 3 zeigt die Lage des Inter-glazialhorizontes zwischen zwei Geschiebemergeln ($M_i - M_{ii}$). Das zwischen M_i und M_{ii} lagernde, ca. 5 m mächtige I_1 -Zwischensediment wird in vier Sedimentkomplexe (I - IV ULLERICH 1991, Abb. 3) unterteilt. Über dem M_i folgt ein Feinkies-Feinsand-Paket (Sedimentkomplex I) mit schichtungsloser, geröllführender Basis. Daran schließt sich ein Rippelhorizont, über dem im Wechsel parallel- und schrägge-

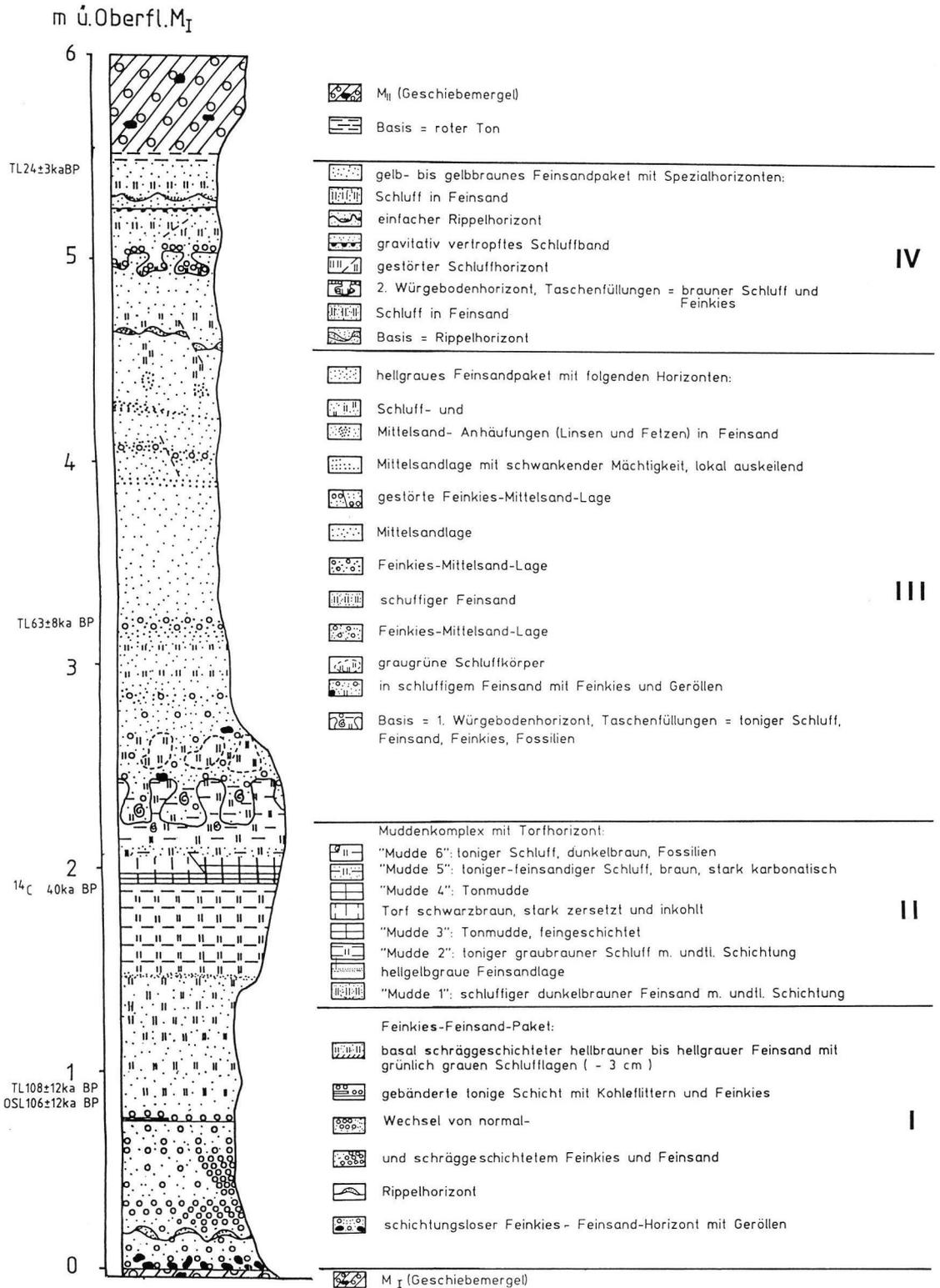


Abb. 3: Lithologisches Profil des Interglazialvorkommens am Klein Klütz Höved (umgezeichnet und erweitert nach ULLERICH 1991)

Fig. 3: Lithological profile of the interglacial deposit at Klein Klütz Höved (modified and enlarged after ULLERICH 1991)

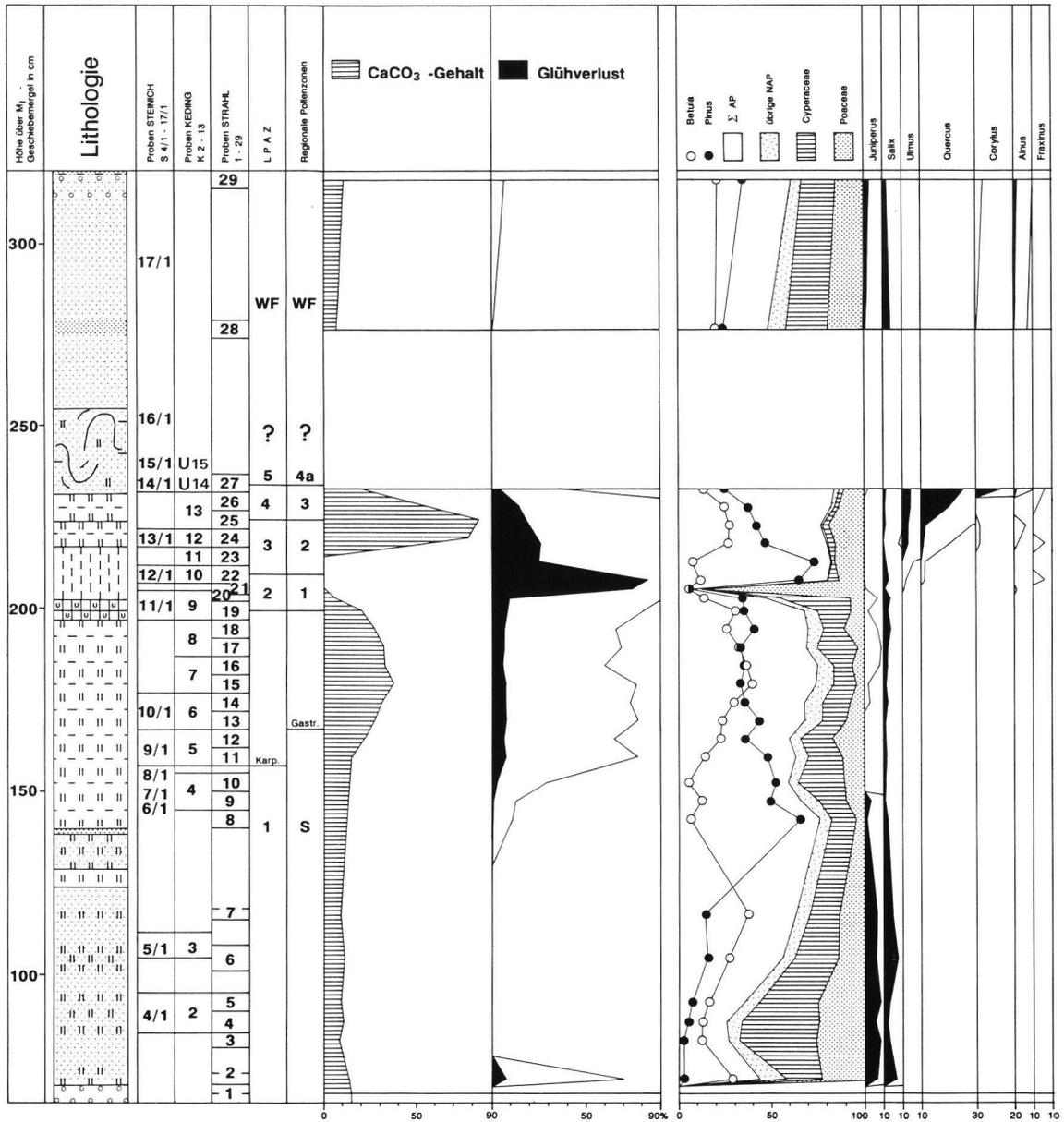
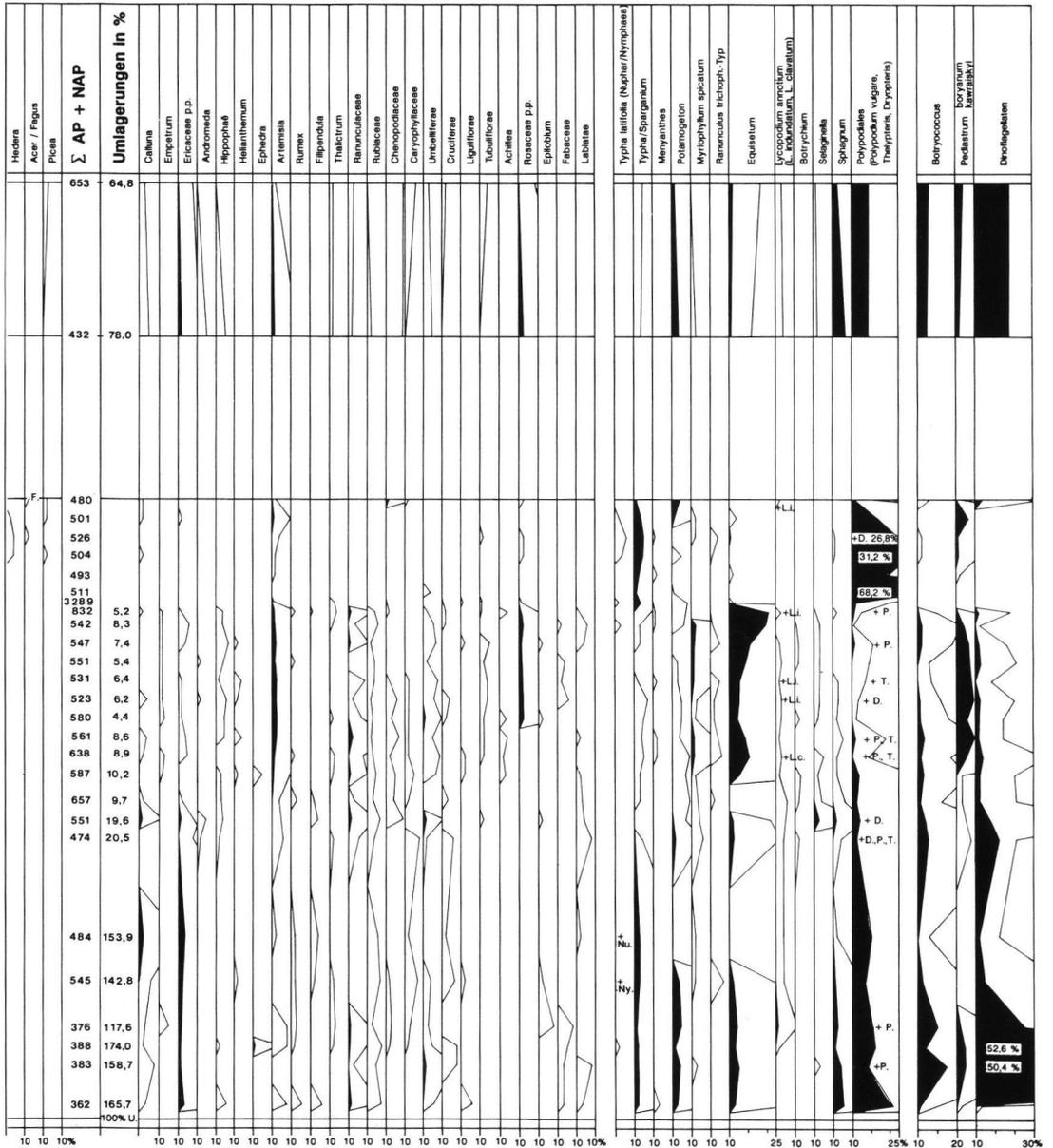


Abb. 4: Pollendiagramm des Interglazialvorkommens am Klein Klütz Höved

Fig. 4: Pollen diagram of the interglacial deposit at Klein Klütz Höved

schichtete Feinkies- bis Feinsandhorizonte lagern, an. Im darüber folgenden, nur noch basal schrägschichteten Feinsandhorizont mit vereinzelt, z. T. organogenen Schlufflagen, zeichnet sich eine Beruhigung des Sedimentationsgeschehens ab. Aus diesem Horizont stammen die ersten Proben, die für floristische bzw. faunistische Untersuchungen entnommen wurden (Abb. 4, STRAHL Pr. 1 - 7; KEDING Pr. K 2 - 3). Datierungen von Sedimentproben oberhalb des Rippelhorizontes belegen mit einem TL-Alter von 108 ± 12 ka BP bzw. OSL-Alter von 106 ± 12 ka BP das

ausgehende Saale-Glazial (KRBETSCHKE, schriftl. Mitt.; TL.: Freiberg, OSL: Tallin; Abb. 3). Der Sedimentkomplex II (Abb. 3) setzt mit schluffigen Feinsanden bzw. sandigem Schluff ("Mudde 1") ein. Die Datierung dieses Sedimentes mittels ^{14}C ergab ein Alter von > 40 ka BP (KRBETSCHKE, schriftl. Mitt.). Bei ca. 160 cm über dem M_1 befindet sich ein Feinsandband ohne Fossilinhalt. Der als "Mudde 2" bezeichnete Horizont darüber ist durch graubraunen tonigen Schluff mit undeutlicher Schichtung charakterisiert. Im Hangenden nimmt der Schluffanteil ab und geht in eine feine



schichtete Tonmudde an der Basis eines darüberlagernden, stark komprimierten und inkohlten Horizontes mit zahlreichen, z. T. sehr großen Holzresten, der hier als "Torf" ausgehalten wird, über. Der "Torf" verzahnt sich im untersuchten Kliffabschnitt mit Tonmudde. Über dem "Torf" folgen toniger bis feinsandiger ("Mudde 5") bzw. toniger, durch seine immense Fossilführung auffallender Schluff ("Mudde 6"). Darüber bricht die Sedimentation ab und die Mudden werden diskordant durch den Würgebodenhorizont 1, der bis in die unterlagernde "Mudde 6" eingreift und

den Sedimentkomplex III einleitet, überlagert. Der Sedimentkomplex II wurde bis zum Würgebodenhorizont 1 im 5-cm-Abstand unter Auslassung des Feinsandbandes für die Pollenanalyse beprobt (Abb. 4, STRAHL Pr. 8 - 26). Aus diesem Bereich stammen ebenso die Proben von KEDING (Pr. K 4 - 13), aus denen neben den Makroresten z. T. auch die nachfolgend besprochenen Mollusken- und Ostrakodenfaunen bestimmt wurden. Für die Untersuchung der Faunenzusammensetzung wurden außerdem durch STEINICH die Proben S 1/1 - 22/1 gewonnen. Die Ta-

Tab. 1: Fossiltablette der makrobotanischen Reste (Früchte und Samen sowie Characeen)
 Tab. 1: Table of fossil macrobotanical remains (fruits and seeds as well as characees)

	Proben-Nr.													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10 a	11	12	13
<i>Betula pubescens</i> EHRR.				xxx	xxx	xx	xx	xx	xx		xx	xx	xx	
<i>Betula nana</i> L.				xx	xx	xx								
<i>Carex acutiformis</i> EHRR.				xx	xxx	xx	xxx	xx	xxx					
<i>Carex aquatilis</i> WAHLENB.				x	xx									
<i>Carex cf. cespitosa</i> L.					xx	x								
<i>Carex cf. gracilis</i> CURTIS									x					
<i>Carex pseudocyperus</i> L.				x	xx		x			xx	xxx	x	xx	
<i>Carex riparia</i> CURTIS				x			x		xx		xx	x	x	
<i>Carex vesicaria</i> L.				xx	xxx	xx	xx	xx	xxx					
<i>Carex</i> ssp.					x			x	xx					
<i>Cenococcum geophilum</i> FRIES (Sklerotien)	x	x	xxxx	xxxx	xxx	x	x	xx			x		x	
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.												xx	xx	xx
<i>Chara</i> ssp.				x	xxx	xxxx	xxxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx
<i>Cladium mariscus</i> (L.) POHL										xx	xx	xx	xx	xx
<i>Comarum palustre</i> L.					x				x					
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et SCH.					x			xx	xxx					
<i>Hippuris vulgaris</i> L.								xx	xxx					
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.											x			
<i>Lemna minor</i> L.											xx			
<i>Lycopus europaeus</i> L.											x			
<i>Mentha arvensis</i> L. vel aquatica L.											x			
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.					x		xxx	xxx	xxx					
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.													xx	
<i>Najas marina</i> L.												xx	xxx	xx
<i>Najas minor</i> ALL.													xx	x
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESV.) J. GROVES												xxxx	xxxx	xxx
<i>Nymphaea alba</i> L.											xx			
<i>Potamogeton coloratus</i> HORNEM.									xx					
<i>Potamogeton filiformis</i> PERS.					x	x	x	x	xxx					
<i>Potamogeton friesii</i> RUPR.							x	xx	xx					
<i>Potamogeton lucens</i> L.								x	x					
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.							xx	x	xx					
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.							x							x
<i>Potamogeton praelongus</i> WULFEN						x	xx							
<i>Potentilla</i> sp.									x					
<i>Ranunculus aquatilis</i> L. s.l.				x	x	xx		x	xx	xx	x			
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.						x	x							
<i>Rubus</i> sp.										x				
<i>Salix</i> sp.				x	x	x	x			xx	xx	x		
<i>Salvinia natans</i> (L.) ALL.										xx	xxx	xxx	xxx	xxx
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA				xx				x		x			x	x
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) LINK		xxx	xxx	xx	xx		x	x	xx					
<i>Sparganium erectum</i> L. em. RCHB.										x	xx		x	
<i>Sparganium minimum</i> WALL.									x					
<i>Typha</i> sp.								x	x	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxx
<i>Urtica dioica</i> L.										x	xx			x
<i>Azolla</i> ssp. (Umlagerungen)		x	x											
Varia (weitere ungelagerte Megasporen, v. a. Tertiär)		xx	xx											
<i>Cristatella mucedo</i> CUVIER (Statoblasten)				xx	xx	xxx	xxx	xx	x					xx
<i>Daphnia</i> sp. (Ephippien)				x		xx								

x = einzelne (ein bis zwei Exemplare)

xx = einige

xxx = viele

xxxx = masseweise

schen des Würgebodens enthalten aufgearbeitete Partien der "Mudde 6" (Abb. 4, STRAHL Pr. 27) und z. T. tonigen Schluff, Feinsand und Feinkies mit einem hohen Anteil an marinen Fossilien (STEINICH Pr. S 14/1 - 16/1) sowie für die Untersuchung der Ostracodenfauna die Pr. U 14 und 15 (ÜLLERICH, 1991).

Über dem Würgeboden schließt sich ein Feinsandpaket mit verschiedenen markanten Horizonten an. Zunächst treten graugrüne Schluffkörper in einer schluffigen Feinsandmatrix mit Feinkiesanteil und Geröll auf, die durch wechsellagernde Feinkiese bis Mittelsande bzw. schluffigen Feinsand überlagert werden. Darüber folgt ein Feinsand-Mittelsand-Horizont mit einer gestörten Feinkies-Mittelsand-Lage und lokal auskeilenden reinen Mittelsandlagen. Den Abschluß des Feinsand-Paketes bilden Schluff- und Mittelsandanhäufungen. Aus dem Sedimentkomplex III stammen die Proben 28 - 29 (STRAHL) und S 17/1 - 18/1 (STEINICH, Abb. 4).

Der sich anschließende Sedimentkomplex IV hebt sich durch das Auftreten eines 2. Würgebodenhorizontes heraus, dem basal ein Rippelhorizont mit überlagerndem schluffigen Feinsand vorausgeht. Die Taschenfüllungen werden hier durch braunen Schluff und Feinkies gebildet. Darüber folgen feinsandige Schluffe mit einem gravitativ vertropften Schluffband und ein weiterer Rippelhorizont. Das TL-Alter der Basispartie unterhalb des Rippelhorizontes beträgt 63 ± 8 ka BP und weist wie die Datierung mit 24 ± 3 ka BP (KRBETSCHKE, schriftl. Mitt.) der Schluffe unterhalb des M_{II} -Geschiebemergels weichselfrüh- bzw. weichselhochglaziales Alter aus. Aus diesem Abschnitt stammen die letzten für faunistische Untersuchungen

gewonnenen Proben von STEINICH (Pr. S 19/1 - 22/1). Das I_1 -Zwischensediment wird durch den M_{II} -Geschiebemergel überdeckt.

4 Fossilführung

Die folgenden Abschnitte besprechen die in den Sedimentkomplexen I - III nachgewiesenen Floren und Faunen des I_1 -Zwischensedimentes und des Würgebodenhorizontes 1. Die durch STEINICH und KEDING faunistisch und floristisch untersuchten Proben (S 4/1 - 17/1; K 1 - 13) wurden zu den pollenanalytisch ausgewerteten (STRAHL Pr. 1 - 27) im Pollendiagramm (Abb. 4) in Beziehung gesetzt. Die durch FRENZEL bestimmten Ostrakodenfaunen stammen aus den Proben von KEDING (K 1 - 13) sowie von ÜLLERICH (1991, U 14 - 15).

4.1 Pollenanalytische Untersuchungsergebnisse

4.1.1 Lokale Pollenzonen

Für die Untergliederung des Pollendiagramms werden lokale Pollenzonen (LPAZ = Local Pollen Assemblage Zones) eingeführt, die nachfolgend mit den regional gültigen Eem-Abschnitten nach ERD (1973) korreliert wurden.

4.1.2.1 LPAZ 1 - NAP-Birken-Kiefern-Zeit

Die Sedimentkomplexe I und z. T. II (Abb. 3; Abb. 4, STRAHL Pr. 1 - 19) des I_1 -Zwischensedimentes wurden

Tab. 2: Verteilung der Ostrakodenarten im Profil des Interglazialvorkommens am Klein Klütz Höved. (Die Zahlen geben jeweils die Klappenzahl an).

Tab. 2: Distribution of ostracod species in the profile of the interglacial deposit of Klein Klütz Höved (the numbers declare the quantity of valves).

Arten / Probennummern	K 4	K 5	K 6	K 7	K 8	K 9	K 10	K 11	K 12	K 13	U 14	U 15
<i>Candona candida</i>	3	0	11	17	14	0	4	0	0	0	0	0
<i>Candona compressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Candona tricatricosa</i>	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Candona neglecta</i>	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Candona protzi</i> ? juv.	0	0	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Candona weltneri</i> var. <i>obtusa</i>	2	2	4	10	1	0	3	0	0	0	0	0
<i>Candona</i> sp. juv. <i>compressa</i> -Gruppe	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Candona</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Candona</i> sp. juv.	0	0	0	2	38	0	27	6	12	5	1	0
<i>Cyclocypris serena</i>	0	0	0	1	0	0	5	2	0	3	0	0
<i>Cyclocypris impressopunctata</i>	0	0	2	15	20	0	0	23	10	0	0	0
<i>Cyclocypris laevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Cyprideis torosa</i> f. <i>torosa</i>	0	0	0	2	2	1	6	27	476	691	24	7
<i>Cyprideis torosa</i> f. <i>littoralis</i>	0	0	0	0	2	0	0	5	10	163	10	3
<i>Ilyocypris decipiens</i>	0	0	3	2	18	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnocythere inopinata</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnocythere sanctipatricii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Metacypris cordata</i>	0	0	0	0	0	0	1	10	10	6	0	0
<i>Herpetocypris reptans</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	3	1	0	0
<i>Darwinula stvensoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
gen. et sp. indet.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Klappenzahl gesamt	7	2	21	70	118	1	47	78	525	873	35	10

anhand der pollenanalytischen Befunde zur lokalen Pollenzone 1 (LPAZ 1) zusammengefaßt. Die Grenzziehung zur eindeutig ausgebildeten LPAZ 2 (Birken-Kiefern-Zeit) erfolgte mit dem lithologischen Wechsel toniger Schluffe zu schwarzen Tonmudden (Pr. 19). Aufgrund des hohen Anteils an Umlagerungen (v. a. Neogen, thermophile AP) und Dinoflagellaten ist die Interpretation des Pollendiagramms zumindest für den Sedimentkomplex I problematisch. Unter den Baumpollen (AP) dominiert *Pinus* gegenüber *Betula* (max. 66 %), *Salix* geht über 7 % nicht hinaus. Das Fehlen von Makroresten von *Pinus* läßt eine Rückführung der hohen Anteile im Pollendiagramm auf Fernflug vermuten. Wichtige Elemente der NAP-Flora sind u. a. *Artemisia*, *Helianthemum*, *Hippophaë* und *Poaceen*.

Lokalvegetation: *Potamogeton*, *Myriophyllum spicatum*, *Cyperaceen* und *Equisetum*.

Die hohen Werte von perisporlosen Pteridophyten und sicher auch von *Sphagnum* sind auf Umlagerungen zurückzuführen.

4.1.2.2 LPAZ 2 - Birken-Kiefern-Zeit

Die Pollenkurven, v. a. von *Betula*, *Pinus* und insbesondere der *Poaceen*- sowie die Sumpfbzw. Wasserpflanzenkurven weisen einen sehr unruhigen und untypischen Verlauf auf. *Betula* sinkt im Verlauf der LPAZ 2 nach ihrem anfänglichen Maximum von 30 % beständig ab und erreicht nach einem Tiefstand von 6 % an der Grenze zur LPAZ 3 (Kiefern-Birken-[Ulmen-Eichen-]Zeit) nur 11 %. Die in LPAZ 1 noch reichlich vertretenen Spätglazialelemente klingen bis auf *Artemisia* und *Juniperus* rasch aus. *Ulmus* und *Quercus* setzen im Verlauf der LPAZ 2 mit Werten unter 1 % ein, *Alnus* wird in Pr. 21 mit 0,1 % nachgewiesen.

Lokalvegetation: Die Vegetation offener Wasserflächen tritt gegenüber LPAZ 1 zurück. Dagegen steigt die Kurve von *Typha* bei gleichzeitiger Zurückdrängung der in LPAZ 1 noch dominierenden *Cyperaceen* an. *Equisetum* erreicht sein Maximum in Pr. 20 (21 %) und verliert dann an Bedeutung.

4.1.2.3 LPAZ 3 - Kiefern-Birken-(Ulmen-Eichen-)Zeit

Für die Grenzziehung der LPAZ 3 wurde der Anstieg der *Pinus*-Kurve auf Maximalwerte und die Zunahme der EMW-Elemente *Ulmus* und *Quercus* gewählt. *Quercus* erscheint im Untersuchungsraum und erreicht an der Grenze zu LPAZ 4 3% vor ihrem Maximalanstieg. *Ulmus* pendelt um 3%.

Der Anteil der NAP-Flora sinkt teilweise unter 20%, nur *Artemisia* besitzt noch neben *Poaceen* und *Cyperaceen* Kurvenschluß.

Lokalvegetation: *Typha*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton* und *Ranunculaceen* (*Ranunculus trichophyllos*-Typ).

Pediastrum boryanum erlangt, nach bereits bedeutenden Werten in LPAZ 1 und 2, wieder Kurvenschluß. Die in großer Anzahl erfaßten Farnsporen erreichen ein Maximum von 68%.

4.1.2.4 LPAZ 4 - Kiefern-EMW (Eichen-Ulmen-)Zeit

In diesem Abschnitt hält die Sedimentation von Mudden an. Die untere Grenze zwischen LPAZ 3 und 4 wird in Pr. 25 und die Grenze zu LPAZ 5 in Pr. 27 gezogen. Charakteristisch für LPAZ 4 ist das ständige Absinken der *Pinus*- und *Betula*-Kurve sowie eine Dominanz von *Quercus* unter den EMW-Elementen. *Quercus* steigt am Übergang zur LPAZ 4 auf 15% an

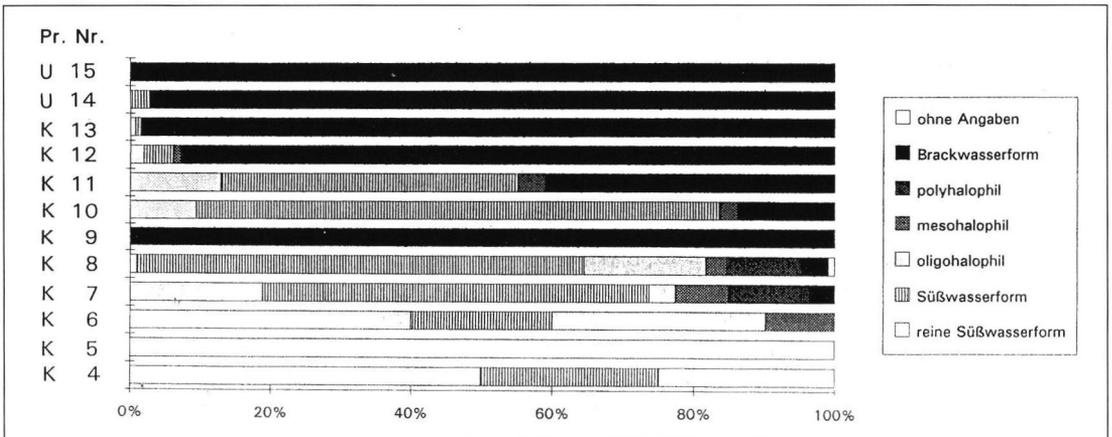


Abb. 5: Procentuale Anteile der Ostrakodenarten im Profil des Interglazialvorkommens am Klein Klütz Höved mit ihren jeweiligen Salinitätsansprüchen.

Fig. 5: Procentual portion of ostracod species in the profile of the interglacial deposit at Klein Klütz Höved with their demands on salinity

und erreicht in Pr. 27 (LPAZ 5) maximal 24%. Auch *Ulmus* zeigt einen stetigen Kurvenanstieg. An der Grenze zur LPAZ 5 setzt *Corylus* schlagartig mit hohen Werten ein, im vorhergehenden Abschnitt lag die Hasel unter 1%. In der NAP- und Sumpf-/Wasservegetation vollziehen sich gegenüber LPAZ 3 keine gravierenden Veränderungen.

4.1.2.5 LPAZ 5 - EMW-Hasel-Zeit

Pr. 27 repräsentiert als einzige die LPAZ 5 im Diagramm. Das beprobte Sediment gehört bereits dem die Mudden diskordant überlagernden Würgeboden 1 an und wurde den durch aufgearbeitete Horizonte der "Mudde 6" gebildeten Taschenböden entnommen. Zur Kontrolle wurden mehrere Proben parallel untersucht, die alle das gleiche Bild zeigten: *Corylus* erreicht hohe Werte und *Quercus* dominiert die übrige Baumpollenflora (in einer Probe mit 40%). Aus den Sedimenten oberhalb des Würgebodens 1 wurden aus Schlufflagen die Pr. 28 und 29 neben zwei weiteren, im Diagramm nicht abgebildeten Proben entnommen. Aufgrund des hohen Anteils an Umlagerungen sind diese Proben nur ganz allgemein einer schon wieder kühlen Phase zuzuordnen und sollen hier keiner weiteren Auswertung unterliegen.

4.2 Botanische Großrestanalyse

Die Ablagerungen des Saalespät-Glazials und Eem-Interglazials lieferten eine Reihe von pflanzlichen Makroresten, vor allem Samen und Früchte (Tab. 1). Sie lassen eine teilweise Rekonstruktion der lokalen Vegetationsverhältnisse und Rückschlüsse auf die klimatischen Verhältnisse zu. Die Vegetationsentwicklung läßt sich dabei in vier deutlich voneinander unterschiedene Abschnitte gliedern.

4.2.1 Abschnitt I (Sedimentkomplex I; Proben K 1 - K 3)

Der Abschnitt I repräsentiert das ausgehende Glazial. Die bestimmbareren Reste bestehen vor allem aus umgelagertem älteren Fossilmaterial. Als wahrscheinlich parautochthon werden die Megasporen von *Selaginella selaginoides* angesehen. In Probe K 3 massenhafter Nachweis von Sklerotien des Pilzes *Cenococcum geophilum*.

4.2.2 Abschnitt II ("Mudde 1 - 4" im Sedimentkomplex II; Proben K 4 - K 9)

Umgelagerte ältere Fossilien treten in diesem wie in den folgenden Abschnitten nicht mehr auf. In Probe K 4 erscheint *Cenococcum geophilum* noch massenhaft, in Probe K 5 nehmen die Sklerotien bereits deutlich ab.

Die nordische *Betula nana* (Zwergbirke) wurde seltener und nur bis Probe K 6 gefunden, *Carex aqua-*

tilis sogar nur bis Probe K 5. Die Wasservegetation wurde von *Chara*- und *Potamogeton*-Arten bestimmt. In der jüngeren Hälfte des Abschnittes nahm die Artenvielfalt der Wasserpflanzen zu (u. a. *Myriophyllum spicatum*).

Die Anzahl der *Chara*-Oosporen nimmt ebenso wie die Häufigkeit der Statoblasten der Süßwasserbryozoe *Cristatella mucedo* im Übergang zum "Torf" ab. Gleichzeitig treten *Potamogeton friesii* und *Hippuris vulgaris* hinzu.

4.2.3 Abschnitt III ("Torf"; Proben K 10 und K 10 a)

Da sich die Probe K 10 als sehr artenarm erwies, wurde 80 m östlich des Profils eine weitere Probe - die Probe K 10 a - aus dem gleichen "Torf"-Horizont entnommen, die das Artenspektrum für den Abschnitt III ergäntzt. Die Artenarmut der Probe K 10 ist aus dem massenhaften Auftreten der Tegenen von *Typha* sp. zu erklären.

Der wahrscheinlich kurzzeitige Hiatus zum Liegenden wird durch die weitgehende Umstellung der Ufervegetation deutlich. Bei den Wasserpflanzen verloren die *Characeen* an Bedeutung, es kamen u. a. *Salvinia natans*, *Nymphaea alba*, *Sparganium erectum* und *Lemna minor* dazu.

4.2.4 Abschnitt IV ("Mudde 5 - 6" im Sedimentkomplex II; Proben K 11 - K 13)

Die Ufervegetation blieb auch in diesem Abschnitt in ihren biotopbestimmenden Arten erhalten. Doch kam es zu einer drastischen Änderung der Wasservegetation (*Salvinia natans* weiterhin häufig, *Characeen* jedoch nun die absolute Dominante bildend). An Samenpflanzen waren *Ceratophyllum demersum* und *Najas marina* die bestimmenden Arten.

Die zwei der bei NÖTZOLD (1965) makrofloristisch beschriebenen Proben stammen offenbar aus diesem Horizont.

4.3 Ostrakodenfauna

Da das Probenmaterial von KEDING bzw. ULLERICH übernommen wurde und die Probenahme nicht unter dem Gesichtspunkt einer quantitativen Analyse der Fauna erfolgte, können die in Tab. 2 angegebenen Gesamt-Klappenanzahlen nur als grober Richtwert für den Vergleich der Häufigkeiten von Ostrakoden in den Proben dienen.

Im Profil Klein Klütz Höved konnten 16 Ostrakodenarten nachgewiesen werden:

Candona candida (O. F. MÜLLER 1776)
Candona compressa (KOCH 1837)

Candona neglecta (SARS 1887)
Candona protzi (HARTWIG 1898 (?))
Candona triticatricosa (DIEBEL & PIETRZENIUK 1969)
Candona weltneri var. obtusa (G. W. MÜLLER 1900)
Cyclocypris impressopunctata (HIRSCHMANN 1909)
Cyclocypris laevis (O. F. MÜLLER 1776)
Cyclocypris serena (KOCH 1837)
Cyprideis torosa (JONES 1850)
Darwinula stevensoni (BRADY & ROBERTSON 1870)
Herpetocypris reptans (BAIRD 1835)
Ilyocypris decipiens (MASI 1906)
Limnocythere inopinata (BAIRD 1843)
Limnocythere sanctipatricii (BRADY & ROBERTSON 1869)
Metacypris cordata (BRADY & ROBERTSON 1870)

Die ökologischen Angaben zu den hier aufgeführten Ostrakodenarten entstammen den Arbeiten von NÜCHTERLEIN (1969), HILLER (1972), VESPER (1975) und anderer Autoren. Die nachgewiesenen Ostrakodenfaunen (vgl. Tab. 2) werden im Abschnitt 5 diskutiert. Abb. 5 zeigt die Salinitätsansprüche der Ostrakoden in den Proben des Profils.

4.4 Mollusken- und Piscesfauna

Nach unbestimmbaren Gastropodenbruchstücken im Sedimentkomplex I (KEDING Pr. K 1 - 3, STEINICH Pr. S 1/1 - 6/1, Abb. 4) wurden im unteren Teil des Sedimentkomplexes II in den Proben K 4 - 5 und S 7/1 - 9/1 (Abb. 4) *Vallonia pulchella* (O. F. MÜLLER; ca. 30% des Materials), *Pupilla muscorum* (L.), *Columella columella* (MARTENS; ca. 30% des Materials), *Vallonia tenuilabris* (BRAUN), *Succinea oblonga* (DRAP.) sowie *Pisidium liljeborgi* (CLESSIN) und *Valvata piscinalis antiqua* (SOW.) nachgewiesen.

Ab Profilmeter 1.6 (Pr. K 6 - 9, S 10/1 - 11/1; Abb. 4) sind *Valvata piscinalis piscinalis* (O. F. MÜLLER) und *Gyraulus (Armiger) crista f. cristatus* (DRAP.) häufig. Dazu kommen *Sphaerium* sp., *Pisidium milium* (HELD), *P. hibernicum* W., große Exemplare von *Unio* sp., nur noch vereinzelt tritt *Succinea oblonga* auf.

In den Mudden unterhalb des Würgebodenhorizontes 1 (Pr. K 12 - 13, S 13/1; Abb. 4) sind *Vallonia pulchella* (O. F. MÜLLER), *Galba truncatula* (O. F. MÜLLER) und *Valvata piscinalis* (O. F. MÜLLER) vertreten und es kommen massenhaft Operculardeckel von *Bithynia tentaculata* (L.) vor. *Unio* sp. ist selten. Vorhanden sind ferner *Pisidium nitidum* JENYNS, *P. tenuilineatum* STELFOX, *Sphaerium* sp.

Von Süßwasserfischen belegen Schlundzähne die Arten *Rutilus rutilus* (L.), *Tinca tinca* (L.), *Scardinius erythrophthalmus* (L.) und Zähne *Esox lucinus* (L.).

Die marine Fauna des Würgebodenhorizontes (Sedimentkomplex III, S 14/1 - 16/1) enthält *Hintia reticulata* (L.), *Bittium reticulatum* (C.), *Venerupis senescens* (C.), *Cerastoderma edulis* (L.), *Ostrea edulis* (L.), *Mytilus edulis* (L.), *Mysella bidentata* (M.), (?) *Arctica islandica* (L.), *Balanus* sp.

5 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

5.1 Vegetationsentwicklung und Sedimentationsablauf am Klein Klütz Höved im Zeitraum Saale-Spätglazial bis Weichsel-Frühglazial

5.1.1 Saale-Spätglazial

Das Saale-Spätglazial umfaßt im I-Profil die Sedimentkomplexe I und z. T. II (Abb. 3, 4). Temperaturanstieg nach dem Zurückweichen des Inlandeises und dadurch bedingtes erhöhtes Wasserangebot durch Schmelzwässer und Niederschläge führten im Gebiet zu veränderten Strömungsverhältnissen, die eine verstärkte Abschwemmung fein- und grobklastischen Materials verursachten. Ergebnis unruhiger Sedimentation unter wahrscheinlich arktischen bis subarktischen Bedingungen ist der Feinkies-Feinsand-Horizont des Sedimentkomplexes I mit wechselnder Schräg- und Parallelschichtung und entsprechendem Grobkiesanteil an der Basis. Fehlende humose Bestandteile im unteren Bereich des Sedimentkomplexes I lassen auf eine noch geringe organische Produktion und fehlende floristische und faunistische Belege auf die Existenz einer Kältewüste schließen. Im oberen Teil des Sedimentkomplexes I deutet sich eine Beruhigung der Sedimentation an. Feinklastische Ablagerungen lösen die Schmelzwassersedimente im Liegenden ab. Die pollenanalytischen Befunde belegen ein limnisches Milieu. Das Pollendiagramm weist im Bereich des Sedimentkomplexes I (STRAHL Pr. 1 - 7) einen hohen Anteil an Umlagerungen aus. Auf noch nicht festgelegtes Bodensubstrat verweisen umgelagerte Großreste aus dem Tertiär u./o. älteren Pleistozän sowie Megasporen von *Azolla* (Pr. K 1 - 3). Ein Klappenfund von *Cyprideis torosa f. litoralis* scheint aus Brackwassermilieu eingespült worden zu sein, wofür auch die erhöhten Anteile von *Botryococcus braunii* und *Dinoflagellaten* sprechen. Die Glühverlustkurve (Abb. 4) zeigt für die Pr. 1 - 7 (STRAHL) keinen bzw. nur einen Minimalanteil organischer Substanz in den Sedimenten. Aufgrund der angeführten Fakten werden die Ablagerungen im oberen Abschnitt des Sedimentkomplexes I als Flußablagerungen angesehen. Die Sedimentation erfolgte in einer durch den zurückweichenden Saalegletscher entstandenen Entwässerungsbahn (fluviatile Erosionsstruktur im Sinne EISSMANN's [1990]) eines wahrscheinlich weit verzweigten Entwässerungssystems unter arktischen bis subarktischen Bedingungen.

Mit dem Einsetzen der Muddesedimentation (STRAHL Pr. 8; Abb. 4) zeichnet sich nach den pollenanalytischen, karpologischen und faunistischen Ergebnissen sowie dem Ansteigen der Glühverlustkurve (Abb. 4) eine fortschreitende Klimabesserung von subarktischen bis zunächst borealen Bedingungen ab, die

zu einer erhöhten organischen Produktion führte. Die offene Vegetation in der Umgebung des Flußarmes wurde im wesentlichen durch spätglaziale Sippen und *Poaceen* geprägt, in der sich lichtliebende Gehölze wie *Juniperus* und *Hippophaë* neben *Betula nana*, belegt durch Fruchtschuppen und Nüßchen, und baumförmigen Birken ausbreiten konnten. Aufgrund des relativ hohen Baumpollenanteils im Diagramm sind echte Steppenbedingungen abzulehnen, vielmehr dürfte es sich um offene, parkartige Landschaften gehandelt haben. Für noch subarktische Bedingungen während der Akkumulation des Sedimentkomplexes I sprechen unter den durchweg heliophilen Spätglazialelementen die kältezeigenden Pioniere *Selaginella selaginoides*, *Botrychium cf. lunaria* und evtl. *Lycopodium annotinum*. Mehr trockene als kalte Bedingungen indizieren *Artemisia*, *Ephedra cf. distachya*, *Hippophaë rhamnoides*, *Helianthemum*, *Rubiaceae*, *Polygonum persicaria* sowie z. T. *Umbelliferae* und *Chenopodiaceae*. Im Gebiet zeichnete sich mit der Wandlung von subarktischen zu borealen Verhältnissen (steigender Anteil borealer Elemente, wärmezeigende Mollusken ab Pr. K 6 und S 10/1) auch eine zunehmende Ozeanitätsbindung der Flora ab. *Juniperus*, *Betula nana*, *Hippophaë*, *Thalictrum* und *Pinus* mit kontinentaler Verbreitungstendenz stehen neben *Selaginella*, *Botrychium*, *Helianthemum*, *Lycopodium annotinum*, z. T. *Chenopodiaceen* und unter den Wasserpflanzen *Ranunculus aquatilis*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba* und *Myriophyllum spicatum* sowie vor allem *Ericaceen* und *Empetrum* mit ozeanischer Verbreitungstendenz gegenüber. Mit dem Dichterwerden der Vegetation nahm die Bodenerosion ab. Der Anteil an Umlagerungen sinkt im Pollendiagramm unter 10 % (STRAHL Pr. 12). Auch die Abnahme von *Cenococcum geophilum* spricht für eine Festlegung des Bodensubstrates einschließlich der Humusschicht. Der Anstieg der CaCO₃-Kurve (Abb. 4) dürfte größtenteils auf organischer Fällung beruhen (vor allem *Characeen*). Die Ufervegetation war durch Großseggenriede mit ebenfalls stärker ozeanisch geprägten Elementen, wie karpologisch durch *Carex vesicaria* und *C. acutiformis* belegt, repräsentiert. Die an kühlere Klimate gebundene nordische *Carex aquatilis* verschwand wie *Betula nana* recht bald aus dem Untersuchungsgebiet (beide heute mit subkontinentalem Verbreitungsschwerpunkt). Im Riedbereich traten außerdem schon recht regelmäßig die wärmebedürftige *Typha latifolia* und *Sparganium erectum*, die erst etwas höher auch karpologisch nachzuweisen sind, hinzu. Unter den Wasserpflanzen dominiert zunächst eine *Potamogetalia*-Vergesellschaftung, in der neben *Potamogeton perfoliatus* vor allem *P. filiformis* und *P. praelongus* für kühles und klares Wasser sprechen. Das bald hinzutretende submerse *Myriophyllum spicatum*, im höheren Abschnitt der Flachwasserbewohner *Hippu-*

ris vulgaris und reichlich vorkommende *Characeen*-Arten verweisen auf kalkoligotrophe Verhältnisse am Standort.

Die ab Pr. K 4 angetroffene Ostrakodenfauna weist mit *Candona candida* und *C. weltneri var. obtusa* auf ein flaches Gewässer und niedrige Temperaturen hin. Dies korrespondiert gut mit dem karpologischen Nachweis von *Potamogeton praelongus* und *Carex aquatilis*. Zunächst muß es sich um ein stehendes Gewässer ohne Salzwassereinfluß gehandelt haben, da *Candona weltneri var. obtusa* einen größeren Teil der Ostrakodenfauna ausmacht. Bis zur Pr. K 8 zeichnet sich eine Entwicklung ab, die durch einen zunehmenden Salzwassereinfluß (Abb. 5), wahrscheinlich leicht ansteigenden Temperaturen und Wassertiefe sowie zunehmenden Pflanzenwuchs in diesem Gewässer gekennzeichnet ist. In Pr. K 7 erscheinen mit *Limnocythere inopinata*, *Candona neglecta* und *Cyprideis torosa* die ersten polyhalophilen Arten bzw. die erste Brackwasserart. In Pr. K 8 lag die Salinität nicht weit unter 0,5 ‰, worauf das gleichzeitige Vorkommen der glattschaligen und der gebuckelten Form von *Cyprideis torosa* hinweist (FRENZEL 1991). *Candona weltneri var. obtusa* als einzige reine Süßwasserart trat, wie auch oligohalophile Arten, in ihrer Häufigkeit zurück. Die höchste Diversität der Ostrakodenfaunen innerhalb des Profils besteht in Pr. K 8, die günstigsten Umweltbedingungen wurden hier erreicht.

Die in den Pr. K 4 - 5 und S 7/1 - 9/1 nachgewiesenen Mollusken, u. a. die trocken-kaltklimatischen Offenlandgastropoden *Vallonia pulchella* und *Columella columella* neben Süßwasser- und mesophilen Feuchtländarten (*Succinea oblonga*) sowie die Kaltwasserarten *Valvata piscinalis antiqua* und *Pisidium tilljeborgi*, belegen einen noch kaltklimatischen Abschnitt. Bereits in den Pr. K 6 und S 10/1 treten mit *Valvata piscinalis piscinalis* und *Gyraulus crista f. cristatus* wärmeliebende Formen hinzu. Dies führt zu einer Tieferlegung der Grenze Saale-Eem nach den faunistischen Befunden. Die Grenzziehung zwischen Saale-Spätglazial und Eem-Interglazial wurde hier aufgrund der Pollenanalyse vorgenommen. Sie entspricht den Kriterien der Grenzziehung bei MENKE & TYNNI (1984). Hier wird jedoch betont, daß der Beginn der endgültigen Bewaldung (Beginn des Eem) gegenüber der deutlichen Klimaverbesserung verzögert sein kann. Eine solche Verzögerung ist für das Profil Klein Klütz Höved deutlich erkennbar. Der Übergang von arktisch-subarktischen zu borealen Klimabedingungen war am Beginn der Ablagerung des Sedimentkomplexes II bereits vollzogen, wie aus den zahlreichen Makroresten von Baumbirken gegenüber den wenigen Zwergbirkenresten hervorgeht. Auch haben die gefundenen Seggenarten mit Ausnahme der vor allem boreal verbreiteten *Carex aquatilis* heute ihren Verbreitungsschwerpunkt im Gebiet des gemäßigten

Klimas. Sie kommen zwar auch in Skandinavien vor, jedoch nicht im hohen Norden.

Da sich mit der Makrorestanalyse eher klimatische Aussagen erzielen lassen als der Beginn der endgültigen Bewaldung pollenanalytisch festzustellen ist, würde somit eine rein methodisch bedingte Diskrepanz in der Grenzziehung erfolgen. Bei der Molluskenanalyse eignet sich das Aussetzen der Lößschnecken als Merkmal zur Grenzziehung, die danach noch etwas höher als die Grenze nach karpologischen Befunden liegen würde (Abb. 4).

In Pr. K 8 ist das Auftreten eines männlichen Exemplares von *Limnocythere inopinata* ein Hinweis für eine zeitliche Einstufung in das Eem, da amphigone Populationen dieser Ostrakodenart, die sich rezent in unserem Gebiet rein parthenogenetisch vermehrt, typisch für das Eem sind (PIETRZENIUK 1991).

Abnehmende Anzahl der Statoblasten von *Cristatella mucedo* und indirekt auch die steigenden Werte von *Pediastrum boryanum* (Eutrophierung) verweisen neben *Potamogeton friesi* auf eine zunehmende Verflachung des Sedimentationsraumes im oberen Teil des Sedimentkomplexes II.

Anhand der faunistischen und floristischen Befunde dürften die Mudden Altwasserbildungen darstellen. Offenbar erfolgte im Verlauf des Saale-Spätglazials eine Verlegung des Flußlaufes und ein vom Hauptwasserlauf abgeschnürter Altwasserarm, in dem Stillwassersedimente abgelagert wurden, entstand. Durch Salzwassereintrag, belegt durch die Ostrakoden der Pr. K 7 und 8, ist eine küstennahe Lage des Profils anzunehmen.

5.1.2 Eem-Interglazial (LPAZ 2 - 5 - Z 1 - 4 n. ERD 1973)

5.1.2.1 Birken-(Kiefern-)Zeit (LPAZ 2 - Z 1 n. ERD 1973)

Mit dem Sedimentationswechsel von limnischen feinklastischen zu organogenen Ablagerungen (Tonmudde) unter fortschreitender Verflachung des Sedimentationsraumes bis zur Bildung von "Torf", setzt pollenanalytisch die birkenreiche Phase (Z 1) des Eem-Interglazials ein. Der Übergang vom Saale-Spätglazial erfolgte nicht kontinuierlich bzw. Z 1 ist nicht vollständig im Diagramm erfaßt. An der lithologischen Grenze zwischen Tonmudde und "Torf" zeigt sich ein ausgeprägtes *Poaceen*-Maximum (85%), das das Bild der übrigen Flora stark verzerrt. In der weiteren Umgebung des Altwassers traten die Baumbirken gegenüber *Pinus*, die unter dem zunächst herrschenden borealen Einfluß optimale Verbreitungsbedingungen vorfand, rasch zurück. Die heliophile Spätglazialflora verliert durch sich verändernde Lichtverhältnisse an Boden, lediglich *Artemisia* und *Juniperus* konnten sich halten. Die noch sehr lockere Bewaldung gestattete dem Wacholder eine Besiedlung nicht be-

schatteter Standorte (Waldsäume, Lichtungen) bis zum Beginn der Z 2, an deren unterer Grenze er im Gebiet nicht mehr vorhanden war.

In der Lokalvegetation vollzog sich ein Wechsel von Großseggenrieden zu *Typha*-Röhrichten im Uferbereich, die wechselnde Wasserstände und auch längeres Trockenfallen schadlos überdauern konnten. Die pollenanalytisch nachgewiesene Massenausbreitung von *Equisetum* zu Beginn der Z 1 wurde durch den Übergang zu sedimentären Verhältnissen infolge Verflachung des Sedimentationsraumes, u. a. auch durch die Abnahme der *Chara*-Oosporen und der Statoblasten von *Cristatella mucedo* belegt, gefördert. Mit dem Einsetzen des "Torfes" wurden die Formen offener Wasserflächen eingeschränkt (*Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton*-Arten pollenanalytisch und karpologisch in der Tonmudde noch mit Maximalwerten nachgewiesen).

Die Molluskenfunde zeigen Flachwassermilieu an. In Pr. K 9 fehlen, abgesehen von einer Klappe von *Cyprideis torosa*, Ostrakoden. Vermutlich wurde diese Klappe umgelagert und könnte aus den tieferen Teilen der Mudde stammen. Der "Torf" weist keine wesentlich andere Ostrakodenfauna auf als die liegende Mudde, lediglich die Diversität ist geringer. Der Salzgehalt des Wassers ging leicht zurück, mit *Metacypripis cordata* erschien eine zweite reine Süßwasserart. Wahrscheinlich schwankte der Salzgehalt zeitweise, da gleichzeitig die Brackwasserart *Cyprideis torosa* vorkam (Tab. 2).

Der "Torf" an sich dürfte nicht rein sedimentär entstanden sein, sondern zum größten Teil aus zusammengeschwemmtem Material bestehen, wofür sehr große Holzreste, das pollenanalytische *Poaceen*-Maximum zu Beginn der Z 1 sowie die karpologisch massenhaft nachgewiesenen *Typha*-Tegmen sprechen. Durch die extreme Verfestigung lassen sich nur schwerlich genauere Rückschlüsse zur Genese ziehen. Pollenanalytische und karpologische Befunde sowie der oben beschriebene Zustand des "Torfes" lassen auf einen Hiatus in der Sedimentation zu Beginn des Eem-Interglazials schließen. Für die weitgehende Verlandung des Gewässers am Standort als Voraussetzung der Torfbildung sind verschiedene Ursachen denkbar. Zum einen kann die Verflachung zunächst soweit fortgeschritten sein, daß eine Unterbrechung der Mudde-sedimentation erfolgte und der Standort zeitweise bis auf kleine Schlenkenbereiche trockenfiel und somit ein Teil der Z1 im Diagramm nicht seinen Niederschlag findet. Zum anderen sind ständige Grundwasserspiegelschwankungen als Ursache denkbar.

5.1.2.2 Kiefern-Birken-EMW-Zeit (LPAZ 3 - Z 2 n. ERD 1973)

Mit fortschreitender Torfakkumulation (organische Produktion erreicht Werte um 80%, max. 84%; Abb. 4) vollzog sich der Übergang von einer durch Birken

und Kiefern zu einer zunächst rein durch *Pinus* dominierten Landschaft. *Pinus* steigt zu Beginn der Z 2 rasch auf Maximalwerte an und scheint auf Kosten von *Betula* in der weiteren Umgebung des Sedimentationsraumes endgültig Fuß gefaßt zu haben. *Betula* wurde auf die ärmeren und wahrscheinlich stauassen Uferbereiche zurückgedrängt. Die schon mit geringen Werten in der Z 1 auftretenden EMW-Elemente *Ulmus* und *Quercus* etablierten sich mit sich verbessernden Klimaverhältnissen zunehmend. Da die Werte des schlechten Pollenspenders *Ulmus* um 3% liegen, kann mit einer sicheren Präsenz im Gebiet gerechnet werden (HUNTLEY & BIRKS 1983). Dabei wurden durch *Ulmus* anspruchsvollere und von *Quercus* saure, auch durch hohe Grundwasserstände gekennzeichnete Standorte bevorzugt. An übrigen Laubhölzern traten schon vereinzelt *Corylus*, *Fraxinus* und *Acer* im Verlauf der Z 2 hinzu. Neben den Laubgehölzen sprechen *Hedera helix* und *Ilex aquifolium* in der zweiten Hälfte der Z 2 für den Übergang von borealen zu atlantisch beeinflussten temperaten Verhältnissen zum Ende der Z 2. Durch die Ausbreitung thermophiler, ozeanisch geprägter Laubmischwälder wurde *Pinus* immer mehr zurückgedrängt. *Betula* konnte durch *Ulmus* und *Quercus* offenbar gemiedene Standorte, wenn auch nur kurzzeitig, zurückerobern.

In der zweiten Hälfte von Z 2 kam es zur erneuten Vernässung des Standortes, die sich besonders durch Veränderungen in der Lokalvegetation bemerkbar machte. Der "Torf" wurde überschwemmt und es wurden wiederholt Mudden akkumuliert. Durch die enge Verzahnung der Sedimente ist ein Hiatus nicht wahrscheinlich.

Die sehr wärmebedürftige, rezent in Mecklenburg-Vorpommern wegen ungünstiger Temperaturverhältnisse ausgestorbene *Salvinia natans* wurde in der Z 2 massenhaft ab Pr. K 10 karpologisch neben pollenanalytisch belegten *Polypodiales* (max. 68%) nachgewiesen und spricht, wie die die Uferregionen besiedelnde und lediglich durch zahlreiche Früchte belegte *Cladium mariscus* und ab Pr. K 11 ebenfalls nur karpologisch belegte *Najas marina*, für zunehmende Erwärmung unter steigendem atlantischen Einfluß. *Salvinia* ist eine wichtige Kennart von Schwimmblattgesellschaften neben dem wiedereinsetzenden *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus aquatilis* als Besiedler erneut vorhandener Wasserflächen. Die sehr hohen Makrorestnachweise von *Salvinia* und die *Polypodiaceen*-Werte im Diagramm sowie die Zusammensetzung der Ostrakodenfauna der Pr. K 10 (hoher Anteil mesorheophiler Arten) stützen die Annahme, daß es sich bei dem "Torf" um mehr zusammengeschwemmtes als sedentär entstandenes Material handelt. *Potamogeton perfoliatus*, die wärmebedürftigen *Lemma minor*, *Nymphaea alba*, *Spartanium erectum* sowie *Ceratophyllum demersum* treten als weitere Wasserpflanzen hinzu. Die

Artenzusammensetzung der Wasservegetation spricht für die Ausbildung meso- bis eutropher, alkalischer Verhältnisse. Im offenen Wasser dominant sind jedoch *Characeen*, vor allem *Nitellopsis obtusa*. Die Anhäufung von *Characeen*-Oogonien, die reiche Ostrakodenfauna und massenhaftes Auftreten von Opercula der Süßwasserschnecke *Bithynia tentaculata* verursachen eine starke Zunahme des CaCO_3 -Gehaltes (max. 86%, Abb. 4) im Sediment. Das im Wasser gelöste CaCO_3 wurde organisch gefällt. Die nachgewiesenen Mollusken belegen ebenso wie die botanischen Untersuchungsergebnisse wärmeklimatische Verhältnisse im Gebiet.

Nach Schuppenresten erreichten die in Pr. S 13/1 nachgewiesenen Süßwasserfische ein Mindestalter von 4 bis 6 Jahren. *Tinca tinca* verlangt zur Fortpflanzung sommerwarmes Wasser ($\geq 20^\circ\text{C}$, pH 6,5 bis 8). Da die Laichzeit von *Esox lucinus*, *Scardinius erythrophthalmus* und *Rutilus rutilus* im Mai endet, muß das Gewässer zu diesem Zeitpunkt eisfrei und mindestens 10°C warm gewesen sein. Alle genannten Fische, auch der stationäre Uferfisch *Esox lucinus*, meiden rasche Strömung, Pflanzen und Schlamm als Substrat bevorzugende Ostrakodenarten wie *Cyclocypris serena* und *Herpetocypris reptans* werden in Pr. K 10 und der sich anschließenden hangenden Mude relativ häufig. Der Salzwassereinfluß nahm bis zur Pr. K 13 zu, wie sich aus dem steigenden Anteil von *Cyprideis torosa* ablesen läßt (Abb. 5, Tab. 2). Es muß jedoch ein wechselnder Eintrag von Süß- und Brackwasser bestanden haben, da immer noch *Metacypris cordata* vorkommt. Die Dominanz der Form *Cyprideis torosa f. torosa* (gebuckelte Form) läßt auf einen Salzgehalt bis zu 0,5‰ schließen (FRENZEL 1991), der Salzgehalt lag damit an der Grenze zwischen Süß- und Brackwasser. In Pr. K 13 wird die größte Individuenhäufigkeit bei geringer Diversität der Ostrakodenfauna erreicht. Die Umweltbedingungen müssen bereits relativ schlecht gewesen sein, da sich die sehr anpassungsfähige *Cyprideis torosa* ohne wesentliche Konkurrenz derartig vermehren konnte. Nach den faunistischen Befunden wird für den Sedimentkomplex II (Pr. K 12 - 13, S 13/1) auf ein nahrungs- und fischreiches Gewässer geringer Tiefe und Strömung mit schlammigem Grund, reichlich Pflanzenwuchs und eingeschränkter Verbindung zum offenen Meer, im unmittelbaren Einflußbereich eines Süßwassereinstroms geschlossen.

Im Uferbereich dominiert weiterhin *Typha* unter Ausbildung breiter Röhrichtgürtel bei nur geringer *Cyperaceen*-Beteiligung, die hier größtenteils durch *Cladium mariscus* vertreten sein dürften. Die wechselnde Wasserstände tolerierenden *Typha* und *Cladium* korrespondieren gut mit der auf extreme Ablagerungszustände verweisenden Ostrakodenfauna der Pr. K 13. Die erneute Einstellung von Flachwasserbedingungen und der wachsende ozeanische Einfluß im Untersuchungsgebiet deuten die unmittelbar bevorstehende Transgression des Eem-Meeres an.

5.1.2.3 Kiefern-EMW-Zeit und EMW-Hasel-Zeit (LPAZ 4 und 5 - Z 3 und 4 n. ERD 1973)

Die Kiefern-EMW(*Quercus-Ulmus*)-Zeit ist im Profil nur durch die Pr. 26 (STRAHL) und K 13 (KEDING) repräsentiert. Sie bildet den Abschluß der limnischen Entwicklung im Untersuchungsgebiet und wird durch den den Sedimentkomplex III einleitenden Würgebodenhorizont 1 diskordant überlagert (Abb. 3, 4). Aus den Taschenböden des Würgebodens ("Mudde 6") wurden Pr. 27 (STRAHL), deren Spektrum bereits in die Z 4 nach ERD (1973) gehört sowie Pr. U 14 und 15 (ULLERICH), entnommen.

In Z 3 breitet sich der EMW mit vornehmlich *Quercus* zuungunsten von *Pinus* und *Betula* aus. *Quercus* erscheint gegenüber *Ulmus* mit deutlich höheren Werten (max. 15%).

Da *Ulmus* nicht mehr als 3% erreicht, scheint sie keine größeren reinen Bestände im Gebiet gebildet zu haben. Auch die *Poaceen* gewannen bei Besiedlung offener Standorte (Waldsäume, Lichtungen) erneut an Bedeutung.

Die Lokalvegetation zeigt gegenüber Z 2 kaum Veränderungen. In der Uferregion trat lediglich wieder *Equisetum* mit geringen Werten und karpologisch belegt, *Urtica dioica* neben der andauernd dominanten *Typha* (Tegmen) auf. *Polypodiaceen* gingen nach Erreichen ihres zweiten Maximums an der Grenze Z 2/3 stetig zurück, wohingegen *Pediastrum* ein Maximum zu verzeichnen hatte. *Characeen*, vor allem *Nitellopsis obtusa*, beherrschten weiterhin die Vegetation des offenen Wassers.

Die Untersuchung der Pr. 27 zeigt, daß die Sedimentation von Mudden bis in die Z 4 anhielt. Da hier nur der unterste Teil der Z 4 nachgewiesen wurde (*Corylus* erreicht kein pollenanalytisches Maximum), wird die Zone als Z 4a im Diagramm ausgehalten. Die EMW-Hasel-Zeit ist durch das schlagartige Einsetzen und die rasche Ausbreitung der Hasel im Gebiet gekennzeichnet. Ihr Erscheinen liegt in der für das Eem typischen Folge nach dem Einwandern von *Ulmus* und *Quercus*. *Hedera* und *Acer* wurden in dieser Probe nicht nachgewiesen, erschienen aber in den zur Kontrolle untersuchten Proben. *Quercus* erreichte ein Maximum von 23%. *Pinus* verlor weiter an Boden und die durch die Birke besiedelten Standorte wurden nun bevorzugt durch *Corylus* eingenommen. Daneben trat *Picea* mit noch geringen Werten in die Vegetation ein. Neben der Ostrakodenfauna (Pr. K 13) belegen auch *Dinoflagellaten* den sich seit Z 3 zunehmend bemerkbar machenden marinen Einfluß.

Pollenanalytisch kann das Eem-Optimum, das nach ERD (1973) die Zonen 5 - 7 umfaßt, nicht belegt werden. Die im Würgeboden 1 enthaltenen Feinsande und Schluffe führen Mollusken und Foraminiferen, die die marine Transgression im Eem repräsentieren. Die Transgression erfolgte unter ozeanischen, tem-

peraten Bedingungen evtl. noch in Z 4 oder kurz danach. Bei der Überflutung durch das Meer sind die oberen Horizonte der limnischen Ablagerungen erodiert und diskordant durch marine Sedimente überlagert worden. Somit liegt auch hier ein Hiatus in der Sedimentation vor. Unter den Mollusken (STEINICH Pr. S 14/1 - 16/1) wurden die marinen Formen *Hinia reticulata*, *Bittium reticulatum*, *Venerupis senescens*, *Cerastoderma edulis*, *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis* und auch (?) *Arctica islandica* nachgewiesen. Sie sind offenbar sekundär angereichert, da die Arten ökologisch nicht zusammenpassen und auch einen unterschiedlichen Erhaltungszustand aufweisen. Einige Muschelschalen lassen Windschliffbeanspruchung erkennen. Das gilt besonders für den Kiesanteil der Brodeltaschen, hinzu kommen Bleichung und braune Verfärbung der Feuersteine, so daß auch hieraus auf eine subaerische Phase nach der marinen Sedimentation geschlossen werden kann. Die aus den Pr. U 14 und 15 gewonnene Ostrakodenfauna umfaßt neben einer juvenilen Ostrakodenklappe, die zur Gattung *Candona* gestellt werden kann, nur beide Formen von *Cyprideis torosa*. Das Zahlenverhältnis dieser beiden Formen weist auf mixooligohalines Brackwasser hin. Da dieses Verhältnis aber auf der Zählung nur weniger Klappen beruht, könnten auch Salzgehalte von bis zu 6 oder 7‰ bestanden haben. Dies würde auch mehr dem Vorkommen der Foraminiferen *Elphidium albiumbilicatum* (8 Exemplare in Pr. U 14 und 22 in Pr. U 15) und *Bucella frigida* (3 Exemplare in Pr. U 15) entsprechen. Über die Dauer der Transgression kann nur im Vergleich mit weiter südlich gelegenen Profilen eine Aussage gemacht werden. Sicher ist lediglich, daß die Transgression noch vor dem Klimaoptimum oder kurz nach seinem Beginn erfolgt sein muß. Aufgrund des Zustandes der Fauna werden lange Transportwege ausgeschlossen und parautochthone Lagerung angenommen.

Insgesamt erscheint die pollenanalytisch belegte Entwicklung des I-Profiles am Klein Klütz Höved sehr stark gerafft. Dies ist größtenteils auf die bereits erörterten Sedimentationsumstände zurückzuführen.

5.1.3 Früh-Weichselglazial

Der den Sedimentkomplex III (Abb. 3) einleitende und durch periglaziale Erscheinungen entstandene Würgebodenhorizont 1 wird zeitlich dem Weichsel-Frühglazial zugeordnet. Er repräsentiert einen Hiatus zwischen eem- und weichselzeitlichen Ablagerungen. Ein gradueller Übergang zwischen Eem und Weichsel-Kaltzeit ist pollenanalytisch nicht belegt. Der Würgebodenhorizont 1 und der über zwischengeschalteten glazifluviatilen Sedimenten folgende Würgebodenhorizont 2 deuten auf klimatische Kälteeinbrüche zu Beginn der Weichselvereisung hin.

Die zwischen den Würgeböden 1 und 2 befindlichen

Sedimente sind frei von periglaziären Spuren. Die CaCO_3 -Kurve (Abb. 4) weist nur geringe Werte auf und die Glühverlustkurve setzt zeitweise ganz aus. Auch makrofaunistisch und -floristisch liegen keine Nachweise vor. Für wieder intensiv einsetzende Umlagerungsprozesse sprechen die Pollenspektren der aus Schlufflagen gewonnenen Proben (STRAHL Pr. 28 und 29). Die größtenteils umgelagerten Pollen und Sporen sowie hohe *Dinoflagellaten*-Werte verzerren das reale Vegetationsbild völlig und sprechen für anwachsende Bodenerosion durch Zurückweichen der Vegetation aus dem Gebiet. Die Glühverlustkurve (Abb. 4) verweist auf stark nachlassende organische Produktion infolge Klimaverschlechterung. Die Sedimente zwischen den Würgeböden werden als glazifluviale Bildungen, deren Akkumulation unter arktischen bis subarktischen Bedingungen erfolgte, interpretiert.

6 Vergleich des Eem-Interglazials am Klein Klütz Höved mit anderen Eem-Vorkommen Mecklenburg-Vorpommerns

Eine Konzentration von bisherigen Eem-Fundpunkten in Mecklenburg-Vorpommern ist im Raum Rostock (Bereich der Unterwarnow, Diedrichshäger Berge) und im NW im Hinterland der Lübecker Bucht bei Elmenhorst und Herrnburg zu verzeichnen. Eine detaillierte Beschreibung der Warmzeitsedimente führenden Profile aus der Umgebung von Rostock geben GEHL (1961) und LUDWIG (1964). Das Eem ist in den durch GEHL (1961) beschriebenen Bohrungen in ursprünglicher Lagerung in einer Teufe von -20 bis -30 m NN stets zwischen zwei Geschiebemergeln anzutreffen. Von diesen wie auch der Hydrobohrung Elmenhorst 1958 liegen keine pollenanalytischen Auswertungen vor. Lediglich in den stets über limnischen Ablagerungen folgenden marinen Sanden finden sich Mollusken-, Ostrakoden- und Foraminiferenvereinschaftungen, die zu einer Einstufung in das Eem berechtigen. Die gleichen Lagerungsverhältnisse wie im Raum Rostock finden sich auch in der Bohrung Elmenhorst, 2 km (!) südlich des Klein Klütz Höved, in der ebenfalls über tonigen limnischen Ablagerungen sandiges marines Eem zwischen zwei Geschiebemergeln folgt.

Durch den geologischen Dienst Schwerin wurden in den fünfziger Jahren und 1973/74 mehrere hydrogeologische und Kartierungsbohrungen bei Herrnburg (unveröff. Ber. Geol. Dienst Schwerin) niedergebracht. Von diesen Bohrungen sind die Hydrobohrung Herrnburg 1955 (Hy 1955), die Bohrungen 1/58 und 5/58 des Kartierungsbohrprogramms 1958 sowie die Hydrobohrung Herrnburg 1974 (Hy 1974) faunistisch und pollenanalytisch untersucht. Im Profil Herrnburg 1955 (Teufe 106,0 m) ist limnisches und marines Eem, wieder zwischen zwei Geschiebe-

mergeln, in einer Teufe von -26,5 bis -40,0 m NN erfaßt. Nach SCHULZ (1955, unveröff. Ber. Geol. Dienst Schwerin) können für das Eem die Pollenzonen f - h nach JESSEN & MILTHERS (1928), die den Z 4 - 7 nach ERD (1973) entsprechen würden, ausgehalten werden. Die Z 1 - 3 sind nicht erfaßt; ob die diese Zonen repräsentierenden Sedimente evtl. erodiert sind oder die Akkumulation von warmzeitlichen Sedimenten erst kurz vor dem Klimaoptimum in diesem Raum einsetzte, kann hier nicht entschieden werden. Nach der Lage des Transgressionskontaktes fallen lokal Klimaoptimum und Transgression zusammen. Generell ist hier eine ärmere Makrofauna als in den Bohrungen bei Rostock und am Klein Klütz Höved festzustellen. Ostrakoden und Foraminiferen treten in quantitativ großer Anzahl auf, repräsentieren aber nur, bei Verweis auf brackische bis marine Verhältnisse, eine geringe Artenzahl.

Von der Ausbildung der Sedimente her gleiche Verhältnisse zeigen sich in der Kartierungsbohrung Herrnburg 1/58. Das Eem liegt hier bei -37,2 bis -45 m NN. Pollenanalytisch sind die Zonen e - h (?) nach JESSEN & MILTHERS (1928; Z 3 - 7 nach ERD 1973) belegt. SCHULZ (1958) nimmt eine sehr geraffte Widerspiegelung der Eem-Warmzeit ähnlich dem Klein Klütz Höved bei Erreichen temperater, atlantisch geprägter Verhältnisse in den Zonen e - g (Z 3 - 6 nach ERD 1973) an. Die durch SCHWARZENHOLZ (1958) untersuchte Diatomeenflora widerspiegelt für die über diatomeenleeren limnischen Tonmudden lagernden Sedimente brackische bis marine Verhältnisse und darüber eine zunehmende Aussüßung, angezeigt durch Hinzutreten limnischer Formen. Auch hier fallen Transgressionskontakt und Klimaoptimum zusammen.

In der Hydrobohrung Herrnburg 1/74 letztlich wird durch SEIFFERT (1974) über saalezeitlichen Ablagerungen in -30 bis -34 m NN Eem der Z 4 - 5b nachgewiesen. Insgesamt ist für die angeführten Profile und das Klein Klütz Höved ein gleicher Charakter der Sedimentation festzustellen. Zwischen zwei Geschiebemergeln ist das Eem zunächst durch limnische und nachfolgend marine Sedimente, in denen sich mehr oder weniger reiche Faunen als Repräsentanten der Transgression des Eemmeeres in den mecklenburgischen Raum nachweisen lassen, vertreten. Funde von *Venerupis senescens* gelten nach HECK (1960) als eindeutiger Eemnachweis.

Gegenüber dem Aufschluß des I₁-Profils befindet sich das Eem in allen anderen besprochenen Bohrungen in ursprünglicher Lage. Dafür sprechen die Teufen in -20 bis -45 m NN, die gut mit Angaben aus dem nordwestdeutschen Raum harmonieren (HÖFLE et al. 1985, MENKE 1985). Ursache für das hohe Lagerungsniveau am Klein Klütz Höved dürften Stauchungsprozesse während der Weichselvereisung sein, die auch zu in sich gestörten Lagerungsverhältnissen des geschlossenen Profils am Kliff führten. LUDWIG (1964) vermutet

für das Eemvorkommen Schollencharakter und damit keine ursprüngliche Lagerung. Die pollenanalytischen Nachweise der Bohrungen um Herrnburg zeigen für das Saalespätglazial (Herrnburg 1974) sowie die Z 3 - 4 nach ERD (1973; Herrnburg 1955, 1/58, 1974) eine generell übereinstimmende Vegetationsentwicklung mit lokal bedingten, kleineren Abweichungen.

Stimmen die stratigraphischen Einstufungen in Herrnburg, so erreichte das Eem-Meer diesen Raum erst kurz vor (Z 5b, Herrnburg 1/74) bzw. zum Klimaoptimum (Z 6, Herrnburg 1995, 1/58, 5/58), da Transgressionskontakt und Z 6 zusammenfallen. Dann ist für das Klein Klütz Höved bei Annahme des Einsetzens der Transgression noch in der Z 4 oder nur kurz danach das Klimaoptimum und die darüber hinaus folgenden Abschnitte des Eem zumindest bis zur Fichten-Zeit (Z 7) durch die im Würgeboden enthaltenen Fossilien belegt. Zu diesem Zeitpunkt entsprach das Niveau der Eem-Basis noch dem des Hinterlandes. Für die Bohrungen des Rostocker Raumes kann aufgrund der fehlenden pollenanalytischen Belege keine genauere Aussage zu Zeitpunkt und Dauer der marinen Transgression gemacht werden, als daß sie wie schon durch GEHL (1961) angegeben, im mittleren Abschnitt der Warmzeit erfolgte.

7 Schriftenverzeichnis

- EISSMANN, L. (1990): Das mitteleuropäische Umfeld der Eemvorkommen des Saale-Elbe-Gebietes und Schlußfolgerungen zur Stratigraphie des Jüngeren Quartärs. - *Altenbg. nat. wiss. Forsch.*, **5**: 11 - 48, 12 Abb., 3 Taf.; Altenburg.
- ERD, K. (1973): Pollenanalytische Gliederung des Pleistozäns der Deutschen Demokratischen Republik. - *Z. geol. Wiss.*, **1**: 1087-1103, 8 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- FRENZEL, P. (1991): Die Ostracodenfauna der tieferen Teile der Ostsee-Boddengewässer Vorpommerns. - *Meyniana*, **43**: 151-175, 7 Abb., 6 Tab., 2 Taf.; Kiel.
- GEHL, O. (1961): Neue Ergebnisse über das marine Eem und zur Gliederung des Jungpleistozäns in NW-Mecklenburg. - *Geologie*, **10**: 396-408, 6 Abb.; Berlin.
- (1969): Die stratigraphische Stellung und mögliche Deutung der rotbraunen Tone im Pleistozän Mecklenburgs und angrenzender Gebiete. - *Geologie*, **18**: 550-562, 2 Abb., 2 Tab.; Berlin.
- HECK, H.-L. (1955): Unveröff. Ber. Geol. Dienst Schwerin, 4 S.; Schwerin.
- (1960): Frühwürm im Kliffprofil des Klein-Klütz-Höved (Lübecker Bucht). - *Geologie*, **9**: 788-798, 7 Abb.; Berlin.
- HILLER, D. (1972): Untersuchungen zur Biologie und zur Ökologie limnischer Ostracoden aus der Umgebung von Hamburg. - *Arch. f. Hydrobiol., Suppl.*, **40**: 400-497, 20 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- HÖFLE, H. C., MERKT, J., MÜLLER, H. (1985): Die Ausbreitung des Eem-Meeres in Nordwestdeutschland. - *Eiszeitalter und Gegenwart*, **35**: 49 - 50, 4 Abb.; Hannover.
- HUNTLEY, B., & BIRKS, H. J. B. (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0 - 13 000 years ago. - 667 S.; Cambridge (Cambridge Press).
- JESSEN & MILTHERS (1928): Stratigraphical and Paleontological Studies of Interglacial Fresh-Water Deposits in Jutland and North west Germany. - *Danm. geol. Unders.*, II. R., **48**: 379 S., 48 Fig., 40 Taf. (Atlas); Kobenhavn.
- KLENGEL, J. (1954): Beobachtungen zur Stratigraphie des Pleistozäns an der Steilküste des Klein-Klütz-Höved. - *Bergakademie*, **11**: 496-498, 2 Abb., 1 Tab.; Freiberg.
- KOSAK, B. & LANGE, W. (1985): Das Eem-Vorkommen von Offenbüttel/Schnitlohe und die Ausbreitung des Eem-Meeres zwischen Nord- und Ostsee. - *Geol. Jb.*, **A 86**: 3-17, 2 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- LUDWIG, A. O. (1964): Stratigraphie des Pleistozäns der Ostseeküste von der Lübecker Bucht bis Rügen. - *Geologie*, **13**, Beiheft, **13**: 143 S.; Berlin.
- MENKE, B. & TYNNI, R. (1984): Das Eem-Interglazial und das Weichsel-Frühglazial von Redderstall/Dithmarschen und ihre Bedeutung für die mitteleuropäische Jungpleistozän-Gliederung. - *Geol. Jb.*, **A 76**: 120 S., 18 Abb., 7 Tab., 9 Taf.; Hannover.
- MENKE, B. (1985): Palynologische Untersuchungen zur Transgression des Eem-Meeres im Raum Offenbüttel/Nord-Ostsee-Kanal. - *Geol. Jb.*, **A 86**: 63-99, 1 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- MÜLLER, H. (1983): *Fische Europas*. - 320 S.; Leipzig-Radebeul (Neumann).
- NÖTZOLD, T. (1965): Faziell-ökologische Aussagen auf Grund von Pflanzenfossilien aus dem Riß-Würm-Interglazial vom Klein Klütz Höved in der Lübecker Bucht. - *Beitr. Meereskunde*. - **12-14**: 119-128.
- NÜCHTERLEIN, H. (1969): Süßwasserostacoden aus Franken. Ein Beitrag zur Systematik und Ökologie der Ostracoden. - *Int. Revue Ges. Hydrobiol.*, **54**: 223-287, 37 Abb.; Berlin.
- PIETRZENIUK, E. (1991): Die Ostracodenfauna des Eem-Interglazials von Schönfeld, Kr. Calau (Niederlausitz). - *Natur und Landschaft in der Niederlausitz, Sonderheft: Eem von Schönfeld I*, 92 - 116, 3 Abb., 5 Tab., 5 Taf.; Cottbus.
- SCHULZ, W. (1955): Kartierungsbohrprogramm Herrnburg 1955. - Unveröff. Ber. Geol. Dienst Schwerin; Schwerin.
- SCHWARZENHOLZ, H. (1958): Kartierungsbohrprogramm Herrnburg 1958. - Unveröff. Ber. Geol. Dienst Schwerin; Schwerin.
- SEIFFERT, M. (1974): Kartierungsbohrprogramm Herrnburg 1974. - Unveröff. Ber. Geol. Dienst Schwerin; Schwerin.
- STEINICH, G. (1992): Quartärgeologie der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns (Rügen, Fischland, Stoltera, Klein-Klütz-Höved). - *Exkursionsführer zur Deuqua '92*, 12. - 21. September 1992 in Kiel: 5 - 46.
- STRAHL, J. (1991): Pollenanalytische Untersuchungen im Jungquartär der mecklenburg-vorpommerschen Küste. - *Diss. Univ. Greifswald*, 143 S.; Greifswald.
- ÜLLERICH, H. (1991): Die sandig-siltigen Zwischensedimente am Kliff des Klein-Klütz-Höved (Mecklenburger Bucht). - *Dipl. Arb. Univ. Greifswald*, 70 S.; Greifswald.
- VESPER, B. (1975): Ein Beitrag zur Ostracodenfauna Schleswig Holsteins. - *Mitteilungen des Zoologischen Museums und Institutes Hamburg*, **72**: 97-108; Hamburg.
- WIEGANK, F. (1972): Ökologische Analyse quartärer Foraminiferen. Beitrag zur Quartärstratigraphie in der nördlichen Deutschen Demokratischen Republik. - *Geologie*, **21**, Beiheft **77**: 111 S.; Berlin.