

125 000 Jahre Klima- und Umweltentwicklung im mittleren Elbe-Saale-Gebiet

Dietrich MANIA

28 Abbildungen und 5 Tabellen

ABSTRACT

MANIA, D.: 125 000 years - development of climate and environment in the middle region of the middle Elbe and Saale rivers. – *Hercynia N. F.* 32 (1999): 1–97.

With the help of three distinctly divided sediment sequences the Upper Pleistocene and Holocene of the Elbe-Saale region can be similarly completely subdivided into numerous climatic oscillations as is possible with the method of the oxygen-isotope-stages of the deep sea sediments or of the ice drillings in Greenland and in the Antarctic. The travertine sequence of Burgtonna (Thuringia), the cyclic sequence of the Aschersleben See (lake of Aschersleben) (in the Nordharzvorland) and a late glacial sequence from the valley of the Geisel river were studied. These sequences show that all the phenomenons of the inorganic and organic world were dependent on the cyclic climatic development of the last 125 000 years: sedimentation, geomorphologic events, subrosion, vegetation (palynology and macro remains), molluscan, ostracod and vertebrate fauna. Additionally, the sequences and Palaeolithic are correlated. 20 small cycles including the interglacials were found within the climatic main cycle of Eemian-Weichselian-Holocene. The main cycle is subdivided in the following way:

1. Last interglacial with two late interglacial cool oscillations (stage 5.5). Beginning 130 000 B. P. End 110 000 B. P.
2. Early glacial 1. End about 65 000 B. P. Four cycles with four stadials and four interstadials/stages 5.1 to 5.4).
3. Early glacial 2. End about 22 000 B. P. Begins with the extremely cold fifth stadial (stage 4). Four cycles (four stadials and four interstadials) (stage 3).
4. Pleniglacial. End about 15 000 B. P. It is a larger stadial with at least three warmer phases (intervals) (belongs to stage 2).
5. Late glacial. End 10 000 B. P. Four stadials with two intervals and two interstadials (belongs to stage 2).
6. Holocene. Interglacial with a cold phase at its beginning (Youngest Dryas) (stage 1).

1 EINLEITUNG

In den Tagebauen im Gebiet des ehemaligen Ascherslebener Sees (Nordharzvorland) (Abb. 1) war in den Jahren von 1961 bis 1989 eine etwa 25 m mächtige Sedimentabfolge aufgeschlossen. Sie ließ in eindrucksvoller Weise die Gliederung des jüngsten eiszeitlichen Klimazyklus von der letzten Warmzeit über die Weichselkaltzeit bis zum Holozän erkennen (MANIA 1967 a, 1975 a, MANIA et TOEPFER 1973, MANIA et STECHEMESSER 1970). Insgesamt konnten einschließlich der begrenzenden Warmzeiten elf untergeordnete Klimaschwankungen festgestellt werden. Diese Abfolge wurde mit Hilfe stärker gegliederter spätglazialer bis holozäner Sedimentfolgen aus dem westlichen Geiseltal (z. B. MANIA 1973, MANIA et TOEPFER 1971) sowie durch die Ergebnisse von Neuuntersuchungen in beiden Aufschlußgebieten ergänzt, so daß wir heute eine Vollgliederung des letzteiszeitlichen Klimazyklus in diesem Gebiet in mindestens 15 Kleinzyklen vorliegen haben.

In die Darstellung dieses Klimaablaufes werden die Travertine aus Thüringen, die in die letzte Warmzeit eingeordnet werden, herangezogen (Burgtonna, Taubach, Weimar: Quartärpaläontologie 2, 1977; 3, 1978; 5, 1984). Auch hier liegen neue Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre vor, besonders von Burgtonna.

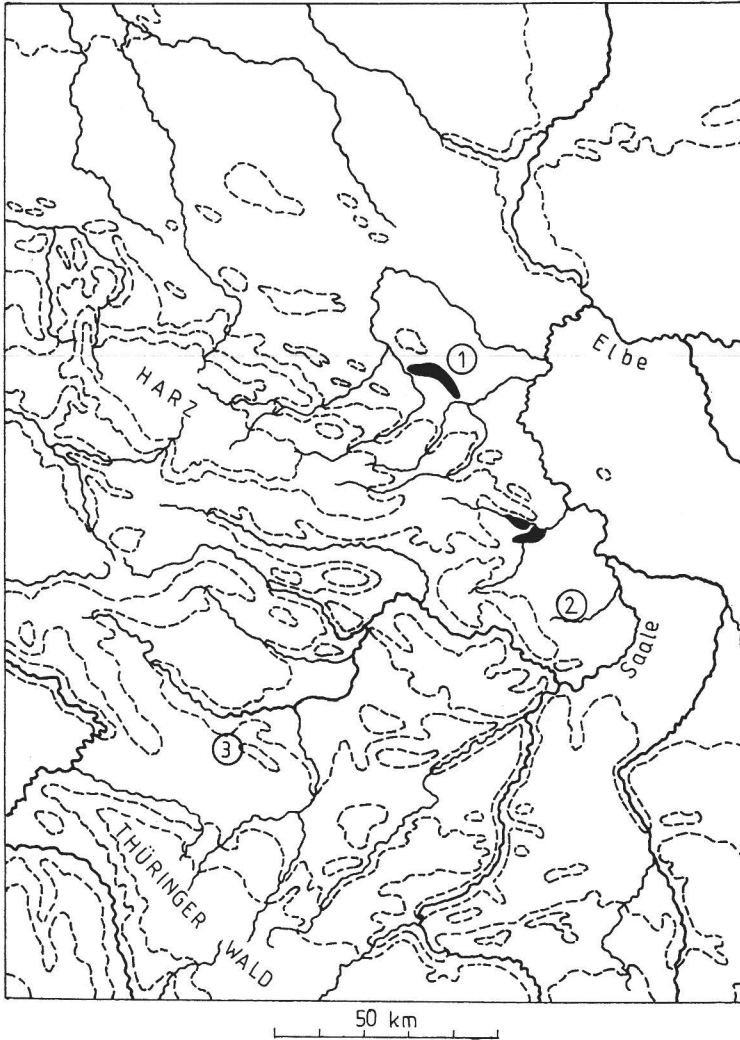


Abb. 1: Das mittlere Elbe-Saalegebiet. Lage der Aufschlüsse: 1 - Ascherslebener See, 2 - Geiseltal (Mücheln, Krumpa), 3 - Burgtonna.

Unser Wissen über den vegetationsgeschichtlichen Ablauf der letzten Warmzeit und des anschließenden Weichselfrühglazials wurde durch Neufunde von Interglazialen aus dem östlich benachbarten Gebiet bereichert. Wir stützen uns auf Gröbern bei Bitterfeld (EißMANN 1990, LITT 1994), da dieses Interglazial mit größerer Sicherheit der letzten Warmzeit zugewiesen werden kann, während bei den übrigen Interglazialen von verschiedenen Bearbeitern auch Zweifel an einer sicheren Zuordnung zum Eem angemeldet werden und auch ein höheres, intrasaalezeitliches Alter diskutiert wird (z. B. Grabschütz nördlich von Leipzig: LITT 1990, aber im Gegensatz zu ihm FUHRMANN 1990, MAI 1990a). Das trifft nicht für das ausgesprochen fossilreiche Interglazial von Neumark-Nord zu, das nach unserer Überzeugung ein intrasaalezeitliches Interglazial repräsentiert (MANIA et THOMAE 1987, 1988, 1989). Ein weiterer Hinweis auf eine solche Warmzeit in intrasaalezeitlicher Position wurde im Deckschichtenprofil einer mittelpleistozänen Saaleterrasse bei Lengfeld-Bad Kösen nachgewiesen (MANIA et ALTERMANN 1970, MANIA et al. 1995)

und bei Neuuntersuchungen der letzten Jahre entgegen der Darstellung von STEINMÜLLER (1972) durch den Nachweis einer Parabraunerde mit *Celtis*-Steinkernen bestätigt (Mitteilungen darüber bei MANIA 1989, 1990, MANIA et al. 1997). Nicht zuletzt ist der Ehringsdorfer Travertinkomplex der gleichen stratigraphischen Position zuzuweisen. Auch hier deuten neue Befunde darauf hin, daß die paläontologischen (HEINRICH 1981, 1982, 1987, KRETZOI 1975, 1977, MUSIL 1991, MANIA 1989, MANIA et al. 1997) und durch radiometrischen Datierungen (BRUNNACKER et al. 1983, SCHWARCZ et al. 1988) gegebenen Hinweise auf ein höheres Alter als Eem durchaus richtig sind.

2 DIE VEGETATIONSENTWICKLUNG DER LETZTEN WARMZEIT UND DES WEICHELFRÜHGLAZIALS

Wie die Pollenanalysen von Kittlitz, Niederlausitz (ERD 1973) und Gröbern (LITT 1990, 1994) zeigen, folgt die Vegetationsentwicklung der letzten Warmzeit im Gebiet nördlich der Mittelgebirge dem bekannten Trend (vgl. WELTEN 1981, BEHRE et LADE 1986). Generell werden folgende Abschnitte der Sukzession unterschieden:

1. Birkenzeit; 2. Kiefern-Birkenzeit; 3. Kiefern-Eichenmischwaldzeit; 4. a) Eichenmischwald-Haselzeit, b) Hasel-Eiben-Lindenzeit; 5. Hainbuchenzeit; 6. Kiefern-Fichten-Tannenzeit; 7. Kiefernzeit.

Danach folgt der Übergang zur Kaltzeit in mehreren Klimaschwankungen mit mindestens zwei wärmeren Phasen. Die Warmphasen sind durch Birken-Kiefernwälder mit Lärche und Fichte sowie wärmeliebenden Gehölzarten (*Alnus*, *Corylus*, *Quercus* u. a.), aber auch durch einen höheren Anteil von Heliophyten gekennzeichnet. Diese sind typisch für die Kaltphasen. Aber sehr auffällig ist, daß im Falle von Gröbern in der ersten Kaltphase die *Betula*- und *Pinus*-Kurve nicht wesentlich zurückgehen. Der *Pinus*-Anteil liegt bei 40-50 % der Gesamtpollensumme und erreicht sogar gelegentlich bis 60 %, wie in den Warmphasen. Außerdem ist ohne Unterbrechung *Picea* vorhanden. Auffällig ist auch, daß die kaltzeitlichen Abschnitte durch sandig-schluffige, kalkige Mudden gekennzeichnet sind und nicht durch ausschließlich minerogene Sedimente, Frostbodenstrukturen und Solifluktion. Das aber müßte man bei einschneidenden kalkklimatischen Änderungen, die gewöhnlich die Warmzeit einleiten, erwarten.

Die floristischen Makroreste des Interglazials von Gröbern wurden durch MAI (1990 b) untersucht.

2.1 Spezieller Ablauf der Sukzession (G - Gröbern, K - Kittlitz)

- a) Beide Vegetationsfolgen beginnen im Spätglazial der Saalezeit. Neben z. T. strauchförmigen, z. T. baumförmigen Birken ist die Kiefer bereits vorhanden. Sonst herrschen Pollen von Sträuchern, Gramineen und Kräutern vor. Das sind vor allem Heliophyten: *Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceen*. Ferner kommen Weiden, Sanddorn (*Hippophae*), Wacholder (*Juniperus*), der Moosfarn (*Selaginella*) und das Meerträubel (*Ephedra*) vor.
- b) Die warmzeitliche Entwicklung setzt im allgemeinen mit einer Birkenzeit (G1, K1) ein. Baumbirken erreichen bis 50 % Pollenanteil, Kiefern etwa 25 %. Noch sind Weiden, Wacholder und Sanddorn sowie hohe Anteile von Gräsern (Gramineen) und Kräutern (Heliophyten) charakteristisch.
- c) Es folgt eine Kiefern-Birkenzeit (G2, K2). Die Kiefer breitet sich aus (40-70 %), der Birkenanteil geht zurück, und gegen Ende der Phase wandern erste thermophile Vertreter des Eichenmischwaldes ein: erst die Ulme, dann die Eiche. Gräser (Gramineen), einige Heliophyten unter den Kräutern sowie Wacholder sind noch vorhanden.
- d) Kiefern-Eichenzeit (G3, K3 z. T.). Während der Birkenanteil stark zurückgeht, breiten sich in den Kiefernwäldern Eichen (bis 30 % Pollenanteil), Ulmen und Eschen aus. Die Hasel tritt allmählich in Erscheinung. Erlen finden sich in den Niederungen ein. Efeu (*Hedera*) und Mistel (*Viscum*) treten auf.
- e) Eichenzeit (G4a z. T., K3/4). Die Ausbreitung der Eiche führt kurzfristig zu ihrer Vorherrschaft (bis 50 %). Auch Ulme und Esche erreichen einen Gipfelwert. Die Kiefer ist auf etwa 30 % abgesunken.

- f) Hasel-Eichenzeit (G4a, K4 z. T.) Die Hasel breitet sich rasch aus. Auf Grund ihrer reichen Pollenproduktion steigt ihr Pollenanteil auf über 60 % an. Dadurch werden die Anteile des Eichenmischwaldes (Eiche, Ulme, Esche, Ahorn) unterdrückt. Linde, Fichte und Eibe kommen hinzu. *Ligustrum* wurde beobachtet.
- g) Hasel-Eibenzeit (G4b, K5). Die Hasel beherrscht weiterhin die Vegetation. Im Eichenwald breiten sich Linde und Eibe aus. Letztere erreicht über 15 % (K). Der Erlenteil nimmt zu, Hainbuche tritt zögernd auf. Die Fichte ist ohne Unterbrechung vorhanden. - *Ilex*, *Ligustrum*, *Hedera*, *Viscum* als anspruchsvolle Elemente sind vorhanden.
- h) Hainbuchenzeit (G 5, K 6). Während sich die Hainbuche rasch ausbreitet und Werte über 50 % erreicht, geht die Hasel stark zurück. Eiben sind noch weitgehend beteiligt, auch der Eichenmischwald, in dem *Tilia* höhere Häufigkeitswerte hat. Die Tanne tritt allmählich auf. Zu den anspruchsvolleren Arten gesellt sich noch *Vitis* (K).
- i) Hainbuchen-Fichtenzeit (G5, K7). Eine solche Phase zeichnet sich in der stärker untergliederten Abfolge von K ab. Die Fichte breitet sich weiter aus. Im jüngeren Teil erreicht die Tanne bereits höhere Pollenanteile. Die Erle nimmt an Häufigkeit zu. Hasel und Eichenmischwald haben geringe Anteile. Letzterer ist noch mit allen Vertretern vorhanden (Ulme, Linde, Eiche, Ahorn und Eibe).
- j) Hainbuchen-Fichten-Tannenzeit (G6a, K8). Die Tanne breitet sich aus und erreicht ein Maximum (30 %), während die Hainbuche zurückgeht, *Taxus* verschwindet, der Eichenmischwald nur noch gering und mit weniger Arten beteiligt ist sowie die Kiefer wieder ansteigende Pollenwerte verzeichnet. Erle erreicht Gipfelwerte (25-30 %), die Fichte breitet sich weiter aus. Wie in K6 und 7 sind noch zahlreiche anspruchsvollere Elemente vorhanden (*Hedera*, *Ligustrum*, *Ilex*, *Viscum*), auch *Vitis* kommt noch vor. *Buxus* wurde nachgewiesen.
- k) Eine Kiefern-Tannen-Fichtenzeit schließt sich an (G6b, K8). Die Fichte erreicht höhere Werte, auch die Erle hat hohe Werte, bevor sie gegen Ende des Abschnittes zurückweicht. Auch die Tannen-Anteile gehen allmählich zurück. Die Pollenanteile der Kiefer steigen dagegen bis auf 75 % an. Die Vertreter des Eichenmischwaldes einschließlich der Eibe sind weitgehend verschwunden, nur die Eiche hält noch bis Ende der Phase mit geringen Anteilen durch.
- l) Kiefernzeit. In G nur geringfügig erfaßt (G 7), aber im Kittlitzer Profil weit entwickelt (K9). Die Kiefer dominiert (50-80 %), auch die Pollenanteile der Birke steigen wieder an. Typisch ist die geschlossene Pollenkurve der Fichte. Sauergräser (Cyperaceen) erreichen zeitweilig hohe Werte.
- m) Die warmzeitliche Sukzession geht ohne Unterbrechung in eine Phase über, die allgemein einem ersten kaltzeitlichen Stadial zugewiesen wird (G WF I A-C, WF II A) (K W I). Die Abfolge von Gröbern zeigt in dieser Zeit noch sehr hohe Kiefernpollenwerte (50-60 %), und die *Picea*-Kurve wird nicht unterbrochen!
- Ähnliche Verhältnisse zeigt auch die Kittlitzer Abfolge. Erst gegen Ende dieser Phase (G WF II A, K W I) sinken die Werte der Kiefer unter 10 % ab, bei gleichzeitig starker Zunahme von Kräutern und Gräsern (*Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, Gramineen) und *Juniperus*.
- Im allgemeinen ist diese Übergangsphase durch generelle Zunahme der Nichtbaumpollen gekennzeichnet. Nach ihr wird die kaltzeitliche Entwicklung mehrfach (2-3 mal) durch Wärmeschwankungen unterbrochen. Während der WF I-Phase von Gröbern fällt die Ausbildung einer geringmächtigen Kalk-Schluffmulde auf, in der eine gewisse Änderung der Pollenkurven zu beobachten ist: Anstieg von *Pinus* und *Betula*, Einsetzen von *Alnus*, Vorkommen oder höhere Anteile von *Picea* und thermophilen Gehölzen. Vielleicht deutet sich hier eine Wärmeschwankung an, die sich aus verschiedenen Ursachen im untersuchten Profil nicht deutlich niedergeschlagen hat. Hier macht sich negativ bemerkbar, daß bei punktuellen Profiluntersuchungen die räumliche Verbreitung und die Gesamtentwicklung der Schichtkörper unbekannt bleiben.
- n) Nach der G WF I/WF II-A-Phase setzen Torf- und Kalkmudden ein, die ein längeres Interstadial nachweisen (GWF II). *Pinus* herrscht vor (über 50 %, Maximum bei 70 %), wie in der vorangehen-

den Phase, *Larix* tritt auf, *Alnus* und *Picea* nehmen zu und sind charakteristische Arten. Vereinzelt kommen thermophile Vertreter vor. Die für die kaltzeitlichen Abschnitte typischen Gräser und Kräuter sind weniger häufig. In der Abfolge von G soll gleich zu Beginn die interstadiale Entwicklung durch eine kühlere Phase unterbrochen werden. So sinkt *Pinus* ab und *Betula* hat einen Gipfelwert von etwa 40 %. Diese vermutliche Schwankung wurde aber nur mit Hilfe einer Probe belegt (LITT 1994).

- o) Nach einer Stadiaphase (WF III) mit Schluffmudden und wieder reichen Anteilen von Nichtbaumpollen ist im G-Profil ein weiteres Interstadial entwickelt (GWF IV): Hohe *Pinus*-Werte (über 60 %), einzelne thermophile Gehölze, *Alnus*, *Larix* und *Picea* kommen vor. Wahrscheinlich ist auch der nachfolgende Teil (G „WF V“) diesem Interstadial zuzurechnen.

Im K- Profil ist ein ähnlicher Verlauf der frühen kaltzeitlichen Entwicklung zu erkennen. Drei Interstadiale (KW II, IV und VI) werden von Stadiaphasen begrenzt und abgelöst (KW I, III, V, VII). Eine Parallelisierung von GWF II mit KW II-IV und GWF IV mit KW VI liegt nahe, ist aber nicht sicher.

MAI (1990 b) konnte mit Hilfe von pflanzlichen Großresten (siehe Tab. 4) zu Beginn der warmzeitlichen Vegetationsentwicklung (spätglaziale Phase G1) eine arktische Moostundra mit charakteristischen Pflanzen, wie dem Moosfarn (*Selaginella selaginoides*) und Vertretern einer Dryas-Flora (*Dryas octopetala*, *Betula nana*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Thalictrum alpinum*) nachweisen. Gegen Ende der Phase kommen subarktisch-boreale Arten vor, z. B. *Carex globularis*.

Das Hochinterglazial (vor allem Phasen 3-6) ist durch das Vorkommen Sommerwärme liebender Pflanzen gekennzeichnet, z. B. von Wasserpflanzen, die dem *Brasenia*-Komplex zugehören. Charakteristisch sind *Brasenia holsatica*, *Ceratophyllum submersum*, *Najas marina*, *Nuphar lutea* und *Trapa natans*. Ferner waren *Baldellia ranunculoides*, *Myriophyllum alterniflorum* und *Ilex aquifolium* nachweisbar.

Eine boreale Endphase, die bis zu subarktischen Verhältnissen führt (G7 bis WF I), wieder mit *Carex globularis*, *Betula nana*, *Arctostaphylos uva-ursi* und Kaltwasserpflanzen, schließt sich an.

Die Molluskenfauna von Gröbern (FUHRMANN 1990) enthielt etwa 60 Arten, davon 26 terrestrische Arten. Charakteristisch waren dem Einbettungsort entsprechend vor allem die Wasserarten. Die basale spätglaziale Phase war durch Gesellschaften der Niederungstundren (*Columella*-Fauna mit *C. columella*, *Vertigo genesii* und *Pisidium obtusale lapponicum*) und kalkklimatischen Steppen (*Pupilla*-Fauna mit *P. loessica*, *P. muscorum densegyrata*, *Succinea oblonga*) gekennzeichnet. Die warmzeitliche Fauna ist besonders durch Gesellschaften des stehenden Gewässers gekennzeichnet. Charakteristische Arten sind *Bithynia tentaculata*, *Armiger crista*, *Gyraulus albus*, *G. laevis*, verschiedene *Lymnaea*-Arten und vor allem *Valvata piscinalis*, die mit verschiedenen Formen (*V. p. piscinalis*, *V. p. antiqua*) auftritt. Zu diesen ist wohl auch die von FUHRMANN 1990 als neue Unterart beschriebene *Valvata fluviatilis groeberi* zu zählen. Er erhebt die von COLBEAU 1865 beschriebene *Valvata piscinalis fluviatilis* in den Rang einer selbständigen Art (*Valvata fluviatilis*), da sie „einen eigenen ökologischen Formenkreis bildet“ (S. 152). Die geringen Unterschiede der als „groeberi“ beschriebenen Formen zu den Formen von *Valvata piscinalis* rechtfertigen allein keine artliche Trennung!

Unter den Landarten erscheinen vor allem Arten der Sümpfe, mehr oder weniger nassen Wiesen und Auwälder, darunter neben allgemein das Offenland bewohnenden Arten (*Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea*, *Vallonia costata*, *V. pulchella*), auch einige an Wald gebundene Arten (*Helicodonta obvoluta*, *Oxychilus cellarius*, *Cepaea hortensis*).

Auch die Analyse der Ostrakodenfauna von Gröbern liegt vor (FUHRMANN et PIETRZENIUK 1990) (siehe Tab. 2).

An Hand von Fossilfunden konnten für den warmzeitlichen Abschnitt (Gröbern 4-5) folgende Wirbeltierarten nachgewiesen werden (BENECKE et al. 1990) (siehe Tab. 3, S. 76):

Esox lucius, *Tinca tinca*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Perca fluviatilis*, *Triturus vulgaris*, *Bufo bufo*, *Anguis fragilis*, *Natrix natrix*, *Lacerta agilis*, *Sorex* sp., *Pipistrellus* sp., *Apodemus* sp., *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola* sp., *Microtus* sp., *M. subterraneus*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Dicerorhinus* sp., *Palaeoloxodon antiquus*, *Canis lupus* (größerer Rest eines Skelettes im Museum Bitterfeld).

2.2 Die Interglazialvorkommen von Grabschütz und Neumark-Nord

25 km südlich von Gröbern in der gleichen Klima- und Vegetationszone liegt das Interglazial von Grabschütz, das in die letzte Warmzeit (Eem) gehören soll. Es hat zwar eine Gröbern und Kittlitz ähnliche Pollensukzession (LITT 1990, 1994), aber die makroskopischen Pflanzenreste (MAI 1990 a) charakterisieren das Optimum mit einem Querceto-Carpinetum und subkontinentalen Elementen eines Steppenwaldes, wie *Acer tataricum*, *Alcea rosea*, *Setaria pumila*, *Viola rupestris* und einem überaus artenreichen *Brasenia*-Komplex, der ebenfalls für hohe Sommerwärme und subkontinentale Bedingungen spricht (vgl. auch MAI 1992). Dieser Befund entspricht der Optimalphase des Intrasaale-Interglazials von Neumark-Nord, wo MAI (1990 c, 1992) ebenfalls einen *Acer tataricum*-Eichensteppenwald unter warmen subkontinentalen Bedingungen im Bereich des Querceto-Carpinetums nachweisen konnte. Das hebt beide Interglazialvorkommen deutlich von der Eemwarmzeit, zu der offenbar Gröbern und Kittlitz gehören, ab. Hier können kaum die Bedingungen des „mitteldeutschen Trockengebietes“ eine Rolle spielen, um derartig große Unterschiede in der Vegetation zu erklären, zumal im Kern des Trockengebietes aus den letztwarmzeitlichen Travertinen Thüringens Floren mit hoher atlantischer Prägung bekannt sind, so mit *Ilex aquifolium* und *Myrica gale*. Bei dieser Situation kann ein derart starker subkontinentaler Einfluß wie bei den Interglazialen von Neumark-Nord und Grabschütz, die bereits im äußeren Randgebiet der Trockenzone liegen, nicht mit lokalklimatischen Verhältnissen erklärt werden. Das Optimum des Eeminterglazials war ausgesprochen atlantisch, so daß die Klimaverhältnisse stärker nivelliert waren und die Vegetationsunterschiede zum Trockengebiet hin verwischt waren. Übrigens zeigt das Pollendiagramm von Neumark-Nord auch deutliche Unterschiede zum Eemtyp (SEIFERT 1990).

Das Interglazial von Neumark-Nord wurde nicht durch seine subkontinental gekennzeichnete Flora in den Saalekomplex eingestuft (vgl. LITT 1990: 101), sondern durch die Beschaffenheiten seiner Deckschichtenfolge. Diese besteht aus zwei periglaziären Serien (Löss, Lößderivate, Froststrukturen), die zwei Kaltzeiten entsprechen. Zwischen ihnen liegen zwei schwarze Humusgleye (ALTERMANN 1995), die in die ersten beiden frühweichselzeitlichen Interstadiale einzustufen sind, wenn der untere nicht sogar in das Eem gehört. Sie stellen den Naumburger Bodenkomplex dar. Thermolumineszenz-Datierungen (KARELIN 1997) engen diesen Komplex auf etwa 100 000 bis 70 000 B. P. ein, das Optimum des Interglazials wird mit 175 000 bis 195 000 B. P. datiert, die unterlagernden Schmelzwassersande aus der Zeit des Eiszerfalles (Toteisstadium) der Saalevereisung (Hauptvorstoß, Drenthe) haben ein TL-Alter von 238 000 B. P. Die untere periglaziäre Folge (Warthezeit) wird mit durchschnittlich 142 000 B. P. datiert, reicht aber offenbar bis 170 000 B. P. zurück. Auch diese Datierungen stimmen mit unserer stratigraphischen Zuweisung der organogenen Folge von Neumark-Nord in ein intrasaalezeitliches Interglazial überein.

3 ZUR GLIEDERUNG DER LETZTEN JUNGQUARTÄREN WARMZEIT UND DES WEICHELFRÜHGLAZIALS IN THÜRINGEN

Grundlagen der Gliederung sind die Travertine von Burgtonna im westlichen Thüringer Becken, die Ablagerungsfolge des ehemaligen Ascherslebener Sees im Harzvorland sowie eine Abfolge aus dem Geiseltal bei Mücheln und Krumpa (vgl. Abb. 1).

3.1 Der Travertin von Burgtonna

Am Nordwestende des Muschelkalkrückens „Fahner Höhe“ im Tal der Tonna gelegen, wird der Travertinkomplex von dem jüngsten Einschnitt dieses Fließchens in östlicher Richtung durchschnitten. In diesem liegen die Niederterrassenschotter der Weichselkaltzeit. Unterlagert wird der Travertin von der sog. Hauptmittelterrasse und der unteren Mittelterrasse (GESANG et UNGER 1969, GESANG 1978). Beide gehören in die Saalezeit (Saalekomplex) (Abb. 2 und 3).

²³⁴U/²³⁰Th-Datierungen (BRUNNACKER et al. 1983) ergaben folgende Werte: für den mittleren Teil des Interglazials 111 000 +/- 7 000 und 104 000 +/- 8 000 Jahre B. P., für den hangenden Teil des Travertins, also einen jüngeren Abschnitt des Interglazials 101 000 +/- 8000 Jahre B. P.

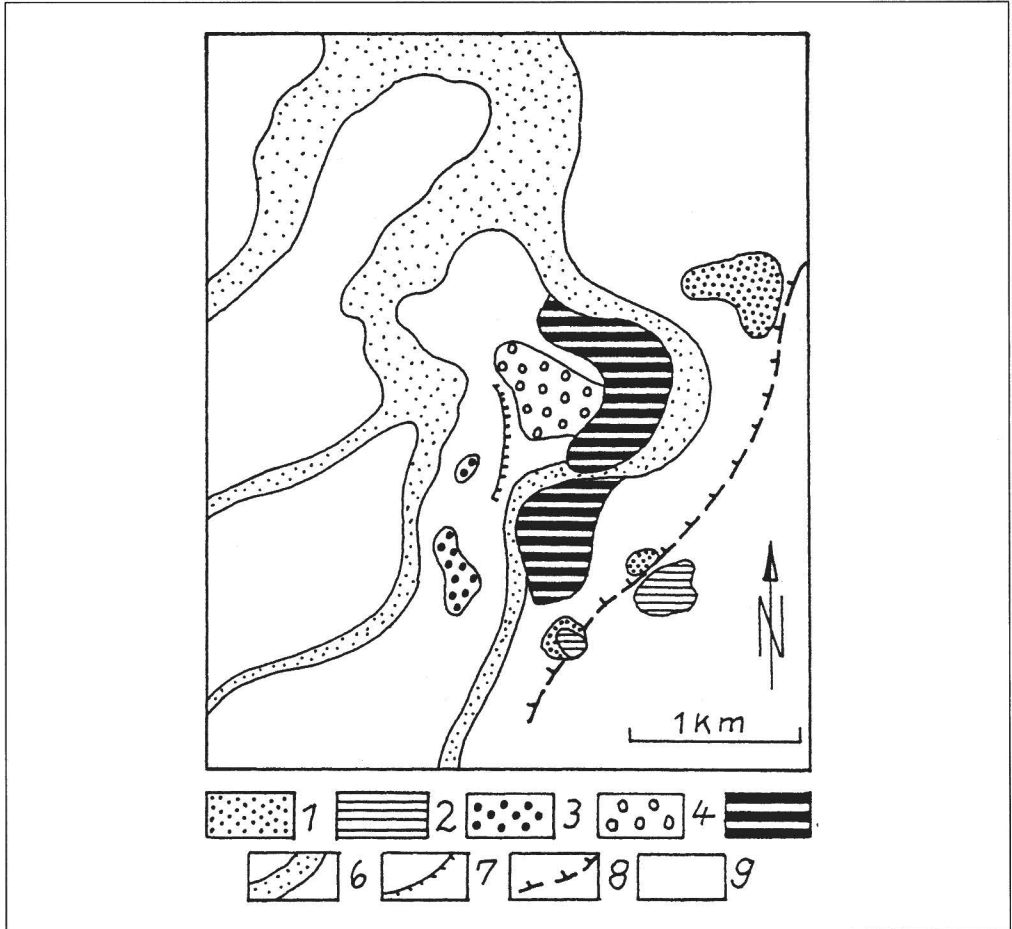


Abb. 2: Burgtonna. Geologische Übersicht.

1 - frühelsterzeitliche Terrasse, 2 - Grundmoräne der Elstervereisung, 3 - Schotter der oberen Mittelterrasse, 4 u. 5 - Travertine, 6 - Talalluvionen, 7 - Terrassenkante, 8 - Rand des präglazialen Tales, 9 - triassischer Untergrund (nach GESANG 1978).

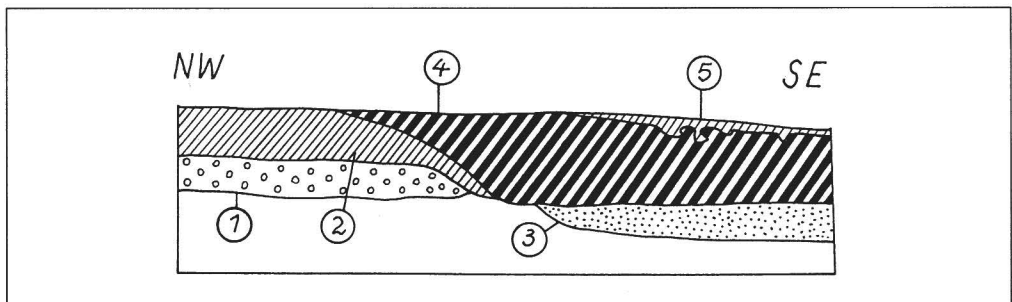


Abb. 3: Burgtonna. Schematischer Schnitt durch das Travertinvorkommen.

1 - Hauptmittelterrasse, 2 - Älterer Löß, 3 - untere Mittelterrasse, 4 - Travertin, 5 - Jüngerer Löß (nach GESANG 1978).

Die Travertinausscheidung war an die wärmeren Klimabedingungen der Warmzeit geknüpft, so daß die kühleren Früh- und Spätphasen, vor allem die frühen Phasen der Warmzeit im Profil kaum erfaßt sind. Selbst die basalen Auermergel enthalten bereits eine warmzeitliche Fauna und gehören somit in einen fortgeschrittenen Abschnitt der frühen Warmzeit.

Die zeitliche Abfolge liegt weniger in den maximal 30 m mächtigen Travertinaufschlüssen als in der horizontalen, seitlich sich überlappenden Anlagerung mehrerer Kaskaden (Abb. 4).

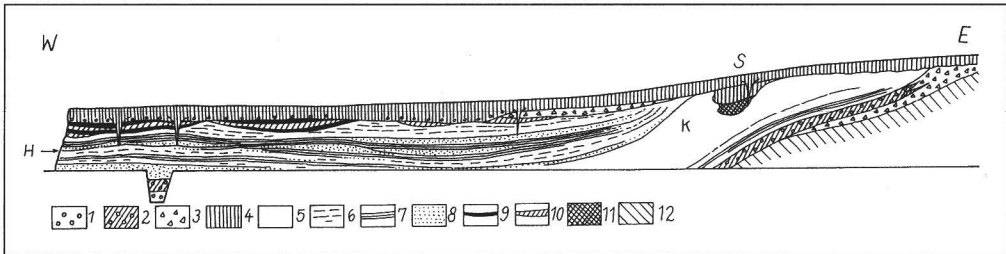


Abb. 4: Burgtonna. Profil im Nordostsektor des Steinbruches am Ort. Stand 1975 bis 1989.
Länge des Aufschlusses 80 m, Höhe 6 bis 10 m.

1 - Flußschotter (untere Mittelterrasse), 2 - tonige Mergel mit Hangschutt, 3 - lehmiger Hangschutt, 4 - Löß/Lößderivate, 5 - feste Travertine (K Kaskade), 6 - mürbe Strukturtravertine, 7 - geschichtete Blättertravertine, 8 - lockere sandige Travertine, 9 - Humuszonen (Rendzinen), 10 - humose Schwemmitravertine, 11 - Schwarzerde, Schwarzerdekolluvium, 12 - triassischer Untergrund (Tonsteine des Unteren Keupers). H - *Helicigona banatica*-Horizont.

In diesen konnten in zeitlicher Abfolge 8 verschiedene Phasen nach ihrer Molluskenfauna unterschieden werden (MANIA 1978). Diese Abfolge wurde während Neuerschließungen und des extremen Abbaues, der zur Zeit durchgeführt wird, mehrfach auf das Beste bestätigt (MANIA unveröff.)

Im allgemeinen folgt diesen Phasen auch ein Wechsel der Flora. Bis jetzt liegt nur eine wenig stratifizierte Travertinflora vor (VENT 1978, CLAUS 1978). Zur Zeit wird versucht, mit Hilfe umfangreicher Aufsammlungen eine stratigraphisch gesicherte Abfolge der Vegetationsentwicklung im Travertin nachzuweisen.

Mit Hilfe der faunistischen Abfolge können Parallelisierungen mit den letztwarmzeitlichen Travertinen Taubach und Weimar durchgeführt werden. Scheinbare Übereinstimmungen der Phasen 4 bis 8 mit der Travertinfolge Ehringsdorf im Sinne der zweiten Hälfte der letzten Warmzeit, wie bei MANIA (1973, 1975 b, in Anlehnung an WÜST 1910) bestehen allerdings nicht, da es wesentliche Hinweise auf ein höheres intrasaalezeitliches Alter der Travertine von Ehringsdorf gibt. Es liegt lediglich ein ähnlicher Entwicklungsablauf vor. Insofern ist die Auffassung von MANIA (1975 b) falsch.

Stratigraphische Untergliederung des Travertins von Burgtonna (B) nach Molluskenfaunen (Abb. 5, siehe Tab.1, S. 72):

B - Phase 1

Basale Mergel mit Travertinsanden und Strukturtravertinbänkchen (Moos-, *Chara*-, Blättertravertine), untere Partien der Travertinfolge (vorwiegend *Chara*-Travertinsande).

Gewöhnliche mitteleuropäische Waldfauna. Artenreich (50 Arten). Besteht bereits zu 40 % aus Waldarten. Vorwiegend Arten, die auch heute zur mitteleuropäischen Waldfauna gehören (europäische und mitteleuropäische Arten, einige meridionale und meridional-mitteleuropäische Arten). Sogenannte *Cochlodina laminata*-*Helicodonta obvoluta*-Assoziation (vgl. MANIA 1973). Außer den Leitarten kommen *Acicula polita*, *Ruthenica filigrana*, *Monachoides incarnata*, *Discus rotundatus*, *Cepaea hortensis* und

die südlich verbreiteten Arten *Orcula doliolum* und *Daudebardia rufa* vor. Auf Grund des nahen Quellwassereinflusses z. T. massenhaftes Auftreten der Quellschnecke *Belgrandia germanica*.

Bisher nachgewiesene floristische Reste: Hasel, Weide, Feldahorn. - Waldlandschaften.

Klima: warm-gemäßigt.

B - Phase 2

Unterer Teil der Travertinfolge mit mürbem Strukturtravertin, gelegentlich eingeschlossenen humosen Zonen, im südlichen Teil des Vorkommens eine Kaskade mit >15 m Mächtigkeit. Blättertravertine, Stengel-, Moos- und Algentravertine, letztere vor allem an der Kaskadenstirn. Mergelige Sumpf- und Seekalke im Bereich hinter der Kaskade.

Sehr artenreiche Waldgesellschaften (80 Arten). Charakterisiert als *Discus perspectivus-Pagodulina pagodula*-Fauna an Hand der südeuropäisch/südeuropäischen Leitarten. Die Waldfauna erreichte einen 45-50 % hohen Anteil. Zum Grundbestand sind karpatisch-alpin-balkanisch und meridional/mediterranean verbreitete Arten dazugekommen: außer den Leitarten sind es *Aegopis verticillus*, *Vitrea subrimata*, *Vitrea diaphana*, *Cochlodina orthostoma*. Dazu eine westeuropäisch-atlantische Komponente: *Cepaea nemoralis* (mit Form *tonnensis*), *Vertigo moulinsiana*, *Clausilia bidentata*. Einige wärmeliebende Trockenrasenarten: die meridionalen und sarmatischen Arten *Truncatellina claustralis*, *Tr. strobili* und *Tr. costulata*, sowie die pannonische Art *Cepaea vindobonensis*. Mitunter noch Massenvorkommen von *Belgrandia germanica*.

Floristische Reste: Hasel, Esche, Eiche, Weide, Feldahorn, Bergahorn, Efeu, Ilex, Hirschezungenfarn (*Phyllitis scolopendrium*). - Waldlandschaften.

Klima: warm-gemäßigt, feucht-warm.

B - Phase 3

Mittlerer Teil der Travertinfolge. Strukturtravertine und humose Zonen. Blätter- und Stengeltravertine, Baumstammabdrücke, teilweise senkrecht stehend und noch bis 4 m hoch. Zahlreiche Blattabdrücke, oft als Genist hinter kleinen Kaskaden. Vorwiegend im nördlichen Teil humose Mergel.

Mit den artenreichen Waldfaunen dieser Phase ist das atlantisch-warme Klimaoptimum erreicht. 85 Arten. Etwa 40-45 % Waldarten. *Helicigona banatica*-Fauna nach der kennzeichnenden südkarpatischen Leitart (vgl. LOZEK 1964, MANIA 1973). Weitere charakteristische Arten: *Aegopis verticillus* und alle wichtigen Arten der Phase 2, außer *P. pagodula* und *D. perspectivus*, die verschwinden. Atlantische Arten und Trockenrasenarten wie Phase 2.

Floristische Reste: *Ilex aquifolium*, *Acer monspessulanum*, Hasel, Esche, Feld-, Spitz-, Bergahorn, Efeu, Weide, Ulme, *Myrica gale*. - Waldlandschaften.

Klima: warm-gemäßigt, sehr warm, feucht. Warmklimatischer Höhepunkt.

B - Phase 4

Oberer Teil der Strukturtravertine, kompakte *Chara*- und *Moostravertine*, knottige *Lockertravertine*, mergelige *Seekalke*.

Abnahme der Artenhäufigkeit (45 Arten), Rückgang des Anteils der Waldfauna zu Gunsten der offenen Landschaft. Allgemeine mitteleuropäische Waldfauna mit Elementen der *Cochlodina laminata-Helicodonta obvoluta*-Assoziation. Alle Exoten sind verschwunden. Außer den Leitarten *Acicula polita*, *Iphigena plicatula*, *Monachoides incarnata*, *Cepaea nemoralis*, *Helix pomatia*, einige südlich orientierte Arten: *Orcula doliolum*, *Vitrea diaphana*. Gelegentlich bis 40 % Anteil der Arten der offenen Landschaft: Zunahme offener gebüschreicher Stellen, Rückgang der geschlossenen Wälder.

Klima: Geringe Abkühlung. Warm-gemäßigt, deutlicher Rückgang des warm-feuchten Klimas.

B -Phase 5

Schwemltravertine, stellenweise grobklastische Hangschutteinlagerungen, im südlichen Teil in den Travertin eingekerbte Bachrinnen. Nach Norden flächig ausgebreitete geringmächtige Bachschotter, die aus Muschelkalk und Kiesen der höheren Tonna-Terrassen bestehen.

Fauna der offenen Landschaft und der Waldsteppe: Die Artenzahl nimmt weiter ab, vor allem verschwinden die anspruchsvollen Waldarten. 30 Arten. Es überwiegen die Arten der offenen Landschaft (50 bis 60 % der Individuendichte). Charakteristisch ist die Steppenart *Pupilla triplicata*. Daneben kommen Elemente der lichten trockenen Wälder oder von Auwaldstandorten vor (*Bradybaena fruticum*, *Vitrea crystallina*, *Arianta arbustorum*, *Clausilia pumila*). - Rückgang der geschlossenen Wälder. Steppenheiden, Waldsteppen.

Da noch einige allgemein warmzeitliche Arten vorkommen, wie *Ruthenica filograna*, *Discus rotundatus*, *Cepaea hortensis*, *Truncatellina costulata* und *Helicigona lapicida*, war das Klima zwar relativ trocken, aber doch noch mäßig warm.

Klima: Kühl-gemäßigt, trocken.

B - Phase 6

Travertinsande, Charakalke (Charasande), Humuszonen (Rendzinen), mergelige Kalke, feste Travertinbänke mit Gras-, Schilf- und Charastrukturen.

Geringe Zunahme der Artenzahl der Molluskenfauna (39 Arten), bedingt durch die Rückkehr einiger anspruchsvoller Arten der *Cochlodina laminata-Helicodonta obvoluta*-Assoziation. Faunen der Waldsteppen und Trockenwälder. Neben den Kennarten der genannten Assoziation treten folgende Waldarten auf: *Acicula polita*, *Orcula doliolum*, *Isognomostoma isognomostoma*, dazu die wärmeliebenden Arten lichter, trockener Wälder und Gebüsche, wie *Helix pomatia*, *Cepaea hortensis*, *Bradybaena fruticum*. Alle anderen Arten der Phase 5 sind vorhanden. Individuell überwiegen die Arten der offenen Landschaft (bis 70 %), darunter einige Arten sommerwarmer Steppen: *Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens*. Waldsteppen, Steppenheiden, Wiesensteppen, Auwälder.

Klima: Gemäßigt. Warm-trocken.

B -Phase 7

Schwemltravertine, Hangschuttbildungen. Flach eingeschnittene Bachrinnen mit Schottern wie in der Phase 5. Humoser, lehmiger Hangschutt.

Wieder Rückgang der Artendichte durch Verschwinden der anspruchsvollen Arten. Etwa 25 Arten. Überwiegend *Bradybaena fruticum*-Fauna der Waldsteppe und *Chondrula tridens*-Fauna der Tschernosem-Wiesensteppe mit Arten sommerwarmer Standorte: *Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*. Die Fauna der offenen Landschaft erreicht Anteile von 75 % der Individuendichte. - Wald- und Wiesensteppen, Galeriewälder.

Klima: kühl-gemäßigt, trocken.

B - Phase 8

Travertinsande, Charasande, stellenweise feste Strukturtravertine mit Gras-, Schilf- und Charastrukturen. Humusböden (Rendzinen). Ende der Travertinbildung, Einsetzen der Lösungsverwitterung.

Rückkehr verschiedener anspruchsvoller Elemente, dadurch Anstieg der Artenanzahl (43 Arten). Aus der *Bradybaena fruticum*-Fauna entwickelt sich wieder die *Cochlodina laminata-Helicodonta obvoluta*-Fauna. Außer den Leitarten sind *Ruthenica filograna*, *Isognomostoma isognomostoma*, *Discus rotundatus*, *Helix pomatia* und *Helicigona lapicida* charakteristische Arten. Daneben existiert aber in der Fauna ein hoher Anteil von Vertretern der offenen Landschaft. Individuell erreicht dieser Anteil bis 85 % des

Gesamtbestandes. Charakteristisch sind neben allgemeinen Vertretern vor allem *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata* und *Pupilla triplicata*, einmal taucht auch *Abida frumentum*, die heute eine südalpin-mediterrane Verbreitung besitzt, auf. Wie in Phase 6 überwogen Gebüsch statt Gehölze. Waldsteppen, Steppenheiden und Wiesensteppen waren ausgebildet.

Klima: warm-gemäßigt, trocken.

Da es bis auf einige Funde von Großsäugerresten und auf Entnahmestellen mit Kleinvertebratenfauna keine genau stratifiziert aufgesammelte Wirbeltierfauna gibt, kann diese hier nur summarisch angegeben werden. Sie stammt vor allem aus den Horizonten der Phasen 3 bis 4 (KAHLKE et al. 1978, MAUL 1994, BÖHME 1997)(siehe Tab. 3): *Cottus gobio*, *Emys orbicularis*, *Natrix natrix*, *Elaphe longissima*, *Anas platyrhynchos*, *Bison priscus*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*, *Diceros rhinus kirchbergensis*, *D. hemitoechus*, *Equus cf. germanicus*, *Equus (Asinus) hydruntinus*, *Palaeoloxodon antiquus*, *Ursus arctos*, *Crocota crocuta*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Felis silvestris*, *Vulpes vulpes*, *Castor fiber*, *Sorex araneus*, *Glis glis*, *Apodemus sylvaticus*, *Cricetus cricetus*.

In den Travertinen von Phase 6 wurden 1996/97 Reste vom *Bison* geborgen. Aus Schilftravertinen der Phase 4 stammt ein von der Planierraupe zerstörtes Skelett eines Bibers (*Castor fiber*). Nach Aussage des lehmigen Bodensediments und der darin eingebetteten Molluskenfauna aus einem wohl durch Verkarstung entstandenen Hohlraum in hangenden Partien des Travertins im südlichen Teil der Lagerstätte stammt der Unterkiefer vom Stachelschwein (*Hystrix cf. vinogradovi*) (MAUL 1994) eher aus frühweichselzeitlichen Horizonten statt aus dem Spätinterglazial. Mit ihm waren vergesellschaftet (BÖHME 1997): *Triturus vulgaris*, *Bufo bufo*, *Rana arvalis*, *Rana temporaria*, *Anguis fragilis*, *Lacerta sp.*, *Vipera berus*.

Zur Ergänzung soll hier noch die Liste der von VENT (1978) bestimmten Pflanzenarten des Travertins, ebenfalls vorwiegend aus den Phasen 2 bis 4, angeführt werden (siehe Tab. 4): *Chara sp.*, *Phyllitis scolopendrium*, *Quercus sp.*, *Betula sp.*, *Corylus avellana*, *Ulmus sp.*, *Salix cf. fragilis*, *Salix cf. caprea*, *Salix cf. cinerea*, *Populus alba*, *Tilia sp.*, *Rubus sp.*, *Malus sp.*, *Mespilus germanica*, *Ribes sp.*, *Philadelphus sp.*, *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Cornus sp.*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Rhamnus catharticus*, *Frangula alnus*, *Fraxinus excelsior*, *Myrica gale* (CLAUS 1978).

Auch die Ostrakodenfauna von Burgtonna wurde untersucht (DIEBEL et PIETRZENIUK 1978) (siehe Tab. 2).

Die Phasen 1 bis 8 verweisen auf einen Teil der letzten Warmzeit, vor allem auf das klimatische Optimum und dessen benachbarte Abschnitte. Die Früh- und Spätphase der Warmzeit sind nicht erfaßt. Offenbar reichten die klimatischen Bedingungen während dieser Phase nicht aus zu einer nennenswerten Travertinbildung.

Während der Phase 1 sind bereits warm-gemäßigte Klimaverhältnisse wie heute in Mitteleuropa wirksam. Phase 2 liegt mit ihren Klimawerten bereits über den gegenwärtigen und ist ausgesprochen warm. Zugleich werden hohe Humiditätswerte erreicht (atlantischer Einfluß). Diese gehen in der Phase 3 bereits wieder zurück, während das warm-gemäßigte Klimaoptimum der Warmzeit erreicht wird.

Ab Phase 4 ist eine allgemeine Abkühlung, verbunden mit Zunahme trockener Klimaverhältnisse, zu erkennen. Sie schreitet fort über kühlere Phasen (5 und 7) und Phasen mit kühl-gemäßigtem Klima (Phasen 6 und 8). Diese Schwankungen gehören in die Zeit kurz nach dem Klimaoptimum und lassen sich nicht mit frühglazialen weichselzeitlichen Schwankungen parallelisieren. Unter noch warmen, allmählich kühler werdenden Klimaverhältnissen der späten Warmzeit setzt vorübergehend oberflächlich Lösungsverwitterung des Travertins ein. Es entstehen Karsthohlräume.

3.2 Die Deckschichten des Travertins von Burgtonna

Als Ergebnis einer oder mehrerer frühweichselzeitlicher Schwankungen ist die Sedimentfüllung einer Schlotte aufzufassen.

Unter Lößderivaten befinden sich Bodensedimente („Schwarzerdekolluvium“) (HEINRICH et JANOSSY 1978, HEINRICH et JÄGER 1978, MANIA 1978), die auf Grund ihrer Fauna gewisse Leithorizonte bilden (siehe Tab. 3).

Im südlichen Teil der Travertinlagerstätte war als Äquivalent des Schwarzerdekolluviums ein etwa 1,5 m mächtiger Horizont humoser Travertinsande ausgebildet. Er enthielt bereits einen hohen Anteil eingelagerter toniger Schluffe aus der Umgebung des Travertinbeckens. Nach oben gingen die Sande in lehmige Travertinsande und schließlich in einen lehmigen Löß über.

Dieser war durch Solifluktion und Kryoturbationen überprägt. Es folgten eine Denudationsfläche und darauf lagernd der Jüngere Löß. Von dieser Fläche gingen Eiskeile in das Liegende aus. Auch die Abfolge in der Schlotte wurde von Eiskeilen überprägt. Der Eiskeilhorizont unter dem Jüngeren Löß entstand offensichtlich in einer besonders kalten Stadiaphase des Frühglazials um 60 000 B. P.

Das Schwarzerdekolluvium im Deckschichtenprofil wurde mit Hilfe der TL-Methode in die Zeit zwischen 102 000 und 76 000 B. P. eingeordnet (JÄGER 1995). Die Lößderivate liegen zwischen 72 000 und 60 000 B. P.

B - frühkaltzeitliche Phase a

Tschernosem, Tschernosemkolluvium.

Molluskenfauna mit 27 Arten: Elemente der Waldsteppen (*Bradybaena fruticum*-Fauna: *B. fruticum*, *Discus ruderatus*, *Clausilia pumila*, *Euomphalia strigella*, *Vallonia costata*) und der Tschernosemwiesensteppen (*Chondrula tridens*-Fauna: *C. tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata*, allgemeine Arten der offenen Landschaft). Die Steppenarten und Arten der offenen Landschaft erreichen bis 80 % der individuellen Häufigkeit. Thermophile Arten treten nicht mehr auf, die kennzeichnenden Arten der *Cochlodina laminata*-*Helicodonta obvolvata*-Assoziation der Phasen 6 und 8 fehlen völlig. Statt dessen treten boreo-alpine Arten auf: *Discus ruderatus*. Landschaftstyp: Parktaigen/Waldsteppen und Tschernosem-Wiesensteppen.

Klima: boreal bis kühl-temperiert, relativ trocken, sommerwarm.

Begleitet wird die Molluskenfauna von Kleinvertebraten (HEINRICH et JANOSSY 1978): *Talpa europaea*, *Sorex araneus*, *Sorex minutus*, *Microtus oeconomus*, *M. gregalis*, *M. arvalis*, *Citellus citelloides*, *Sicista subtilis/betulina*, *Crocidura russula/leucodon*, *Myotis daubentoni*, *Apodemus* sp., *Pitymys subterraneus*, *Arvicola terrestris*. Dazu kommen noch *Vulpes* sp., *Ursus arctos*, *Mustela nivalis*, *Putorius putorius/evermanni*, *Equus* cf. *germanicus*, *Megaloceros giganteus* und (nach neueren Beobachtungen) *Coelodonta antiquitatis*, *Bison priscus* und *Cervus elaphus*.

Stratigraphisch kommen für diese Fauna die ersten beiden Interstadiale des Frühweichselglazials in Frage (Ascherslebener See. Zyklen I a2 und I b).

B - frühkaltzeitliche Phase b

Lößartiger Schluff (Lößderivat, Schwemm-/Fließlöß) humos und kalkhaltig. Über diesem unteren Teil ist ein Frostgley ausgebildet, über dem wiederum ein lößartiger, lehmiger Schluff folgt. Darauf lagert ein molluskenreicher hellgrauer humoser Sumpflöß, der nach oben in einen dunkelgrauen, schwarzerdeartigen Boden übergeht.

Der lößartige Schluff enthält im unteren wie oberen Teil eine artenarme Molluskenfauna der offenen Landschaft mit *Pupilla muscorum*, *Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*, *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella* und *Succinea oblonga*. Es handelt sich um eine *Helicopsis striata*-Fauna mit Anklängen an die *Chondrula tridens*-Fauna. Sie verweist auf die Existenz von sommerwarmen Steppen und auf allgemein kühles, aber nicht kaltes, etwa boreales und kontinentales Klima. Im unteren Teil dieses Horizontes wurde von HEINRICH et JANOSSY (1978) der Graulemming (*Lagurus lagurus*) nachgewiesen. Er lebt heute in Steppen und Halbwüsten, besonders in den *Artemisia*-Steppen außerhalb des Gebietes mit Dauerfrostboden. Er deutet wie die Molluskenfauna auf kräuterreiche sommerwarme Steppen und kontinentale Klimabedingungen. Neben ihm wurde nur noch *Microtus arvalis* gefunden. Es handelt sich weniger um einen klimatisch bedingten (HEINRICH et JANOSSY 1978, HEINRICH et JÄGER 1978) als lediglich um einen lokal-ökologisch bedingten Faunenschnitt. Der Horizont mit der genannten Fauna

stammt auch nicht (HEINRICH et JÄGER 1978) aus einem Stadial des Mittelweichsels, sondern aus einem älteren Abschnitt mit nur mäßig kalten Verhältnissen, etwa der Zeit des zweiten Interstadials oder der Zeit unmittelbar nach diesem.

Auch der obere Teil des lößartigen Schluffes mit dem in ihn eingeschlossenen Boden (Frostgley) und seiner oberen, mit einer reichen Sumpfffauna durchsetzten humosen Zone und dem darauf lagernden Boden gehört noch in den unteren Bereich des Frühglazials.

Die Sumpfffauna bestand zu etwa 98 % aus *Lymnaea palustris*. Außer einigen anderen in Sümpfen lebenden Arten kamen vor allem alle jene Arten der offenen Landschaft vor, die auch den lößartigen Horizont darunter charakterisieren und mit den ökologischen Ansprüchen von *Lagurus lagurus* konform gehen.

HEINRICH (1990) konnte auch zwischen den beiden humosen Böden des Bodenkomplexes (Naumburger Bodenkomplex) der Beckenfolge von Neumark-Nord *Lagurus lagurus* nachweisen. Hier war er vergesellschaftet mit *Citellus citelloides*, *Arvicola* sp., *Microtus gregalis*, *Equus* sp. und *Carnivora* indet. Diese Begleitfauna erinnert an die des Humuskolluviums im Deckschichtenprofil von Burgtonna. Wie dort, gehört auch der *Lagurus*-Horizont von Neumark-Nord in den frühweichselzeitlichen Abschnitt vor 70 000 B. P.

4 DIE JUNGQUARTÄRE ABFOLGE AUS DEM ASCHERSLEBENER SEE UND DEM GEISELTAL (HARZVORLAND)

Der ehemalige Ascherslebener See erstreckte sich zwischen Gatersleben und Aschersleben im nördlichen Harzvorland und verband das Tal der Selke mit dem der Eine. Er war 12 km lang und 2,5 km breit (Abb. 6). Heute erinnern nur noch die Reste des sogenannten Seeländereitales, einer Niederung bei 108 m NN, an diesen See. Ein großer Teil wurde durch Braunkohlentagebaue bei Königsau, Nachterstedt und Schadeleben zerstört. Diese allerdings schlossen die Sedimente des Sees und seines Untergrundes auf und ließen eine Rekonstruktion seiner erdgeschichtlichen Vergangenheit zu (MANIA 1967 a-d, 1975 a, MANIA et TOEPFER 1973). Spezielle Untersuchungen waren bis zur Schließung der Tagebaue um 1992 möglich.

4.1 Allgemeine Entwicklung des Ascherslebener Sees

Der Ascherslebener See liegt inmitten der Ascherslebener Depression. Diese entstand bei halokinetischen Vorgängen im Untergrund. Auftrieb des Zechsteinsalinars wölbte im Tertiär an einer Schwächestelle im Deckgebirge den herzynisch streichenden Ascherslebener Sattel auf. Dieser besteht aus den Gliedern der subherzynen Trias (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper), des Jura und der Kreide, deren Ablagerungen den Abschluß in der sich südlich anschließenden Halberstädter Mulde bilden (Abb. 7 und 8).

Während des Übergangs aus einem Breitsattel- in ein Schmalsattelstadium entstanden durch Massenschwund an den Flanken des Salzsaatels (Salzrücken, Salzdiapir im Sinne von TRUSHEIM 1957) bis 120 m tiefe Randsenken, die im umlaufenden Streichen am nordwestlichen Ende des Sattels hufeisenförmig miteinander verbunden sowie mit eoänen Braunkohleflözen und unteroligozänen marinen Sanden gefüllt sind.

Im Alt- und Mittelpleistozän verlagerte sich die Zone intensiver Absenkung immer mehr auf den Sattelfirst zu. Zusätzlich machte sich die zunehmende Subrosion in diesem selbst bemerkbar. Im allgemeinen folgten die Oberflächenwässer, besonders die damals nach Nordwest abfließende Eine sowie Schmelzwässer der Elster- und Saalevereisungen den durch die Absenkung vorgezeichneten Leitlinien und erodierten wiederholt zwei parallel zum Sattel verlaufende Talrinnen, die sich nach Nordost hin vereinigten und in das Selketal mündeten. Diese Taldepressionen sind mit den Ablagerungen von drei glaziären Serien (Elstervereisung I und II, Saalevereisung/Drenthevereisung) und der frühsaalezeitlichen vereinigten Eine-Selke-Hauptterrasse gefüllt (Abb. 9).

Die Schmelzwässer der Saalevereisung (Drenthezeit) folgten generell der Subrosionslinie über dem Sattel und räumten eine einheitliche breite Taldepression aus, in deren Talboden sich allerdings noch die

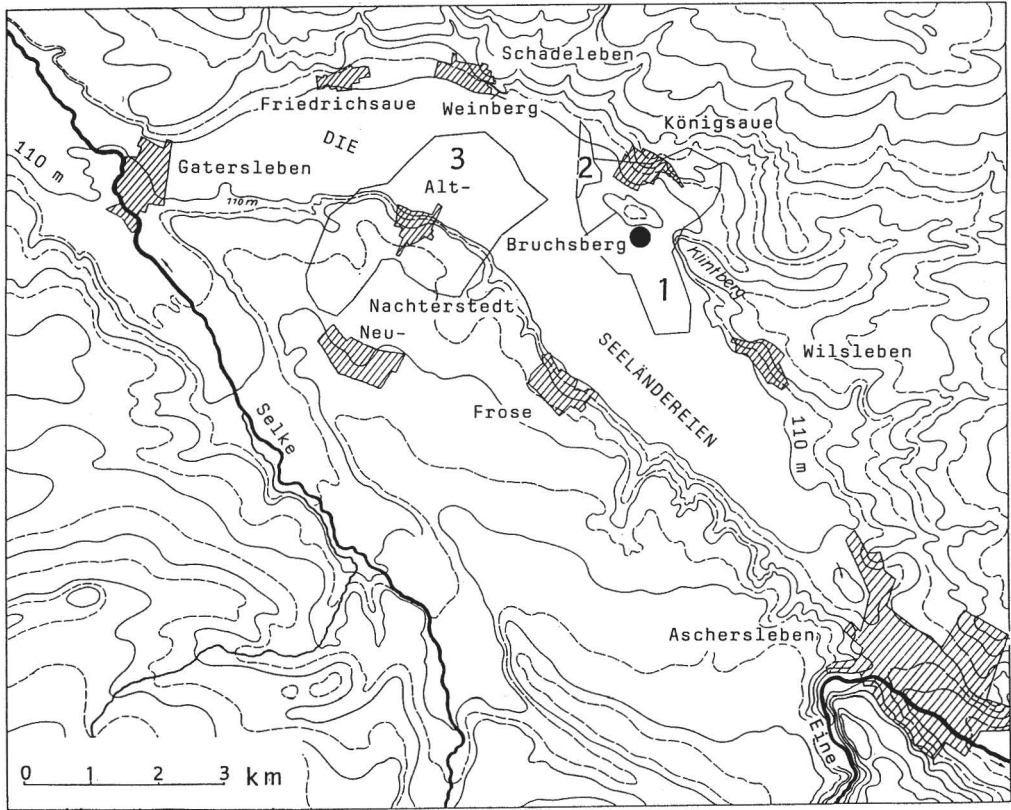


Abb. 6: Der ehemalige Ascherslebener See. Morphologie.

1 - ehemaliger Tagebau Königsau, 2 - ehemalige Grube Georg, 3 - Tagebau Nachterstedt/ Schadeleben.
Schwarzer Kreis: mittelpaläolithische Fundstelle Königsau.

beiden Randsenken durch tiefere Partien abzeichneten. Auf diesem Talboden wurden Schmelzwassersande und warthezeitliche Flußschotter abgelagert. Zugleich bildete diese Depression das Seeländereital. Die Eine wurde nach Osten abgelenkt. Während der letzten Warmzeit wurde durch Absenkung das Erosionsniveau unterschritten. Jetzt entstand der Ascherslebener See. Das Seebecken war durch die noch vorherrschende verstärkte Absenkung über den Randsenken bestimmt und hatte deshalb die Form einer hufeisenförmigen Rinne. Erst im Laufe der Weichselzeit transgredierte infolge weiterer Absenkungsvorgänge über dem Sattelfirst der See über diesen hinweg (Abb. 10).

Die weitere Entwicklung des Seebeckens und seiner Ablagerungen wurde durch die phasenhafte, zyklische Klimaentwicklung der Weichselzeit gesteuert und geprägt. Zunächst waren es die Absenkungsvorgänge, die nur während der wärmeren Klimaphasen bei zirkulierenden Grundwässern und dadurch möglicher Subrosion wirksam waren, aber während der durch Permafrost ausgezeichneten Kaltphasen stagnierten.

Weiter wurden der Sedimentationsablauf, die bodengenetischen Prozesse, die Entwicklung der Vegetation in und am See, die Entwicklung der Wasser- und Landfauna (Mollusken, Ostrakoden, Wirbeltiere) sowie der Chemismus des Gewässers durch den zyklischen Klimaablauf des Jungquartärs gesteuert und bestimmt.

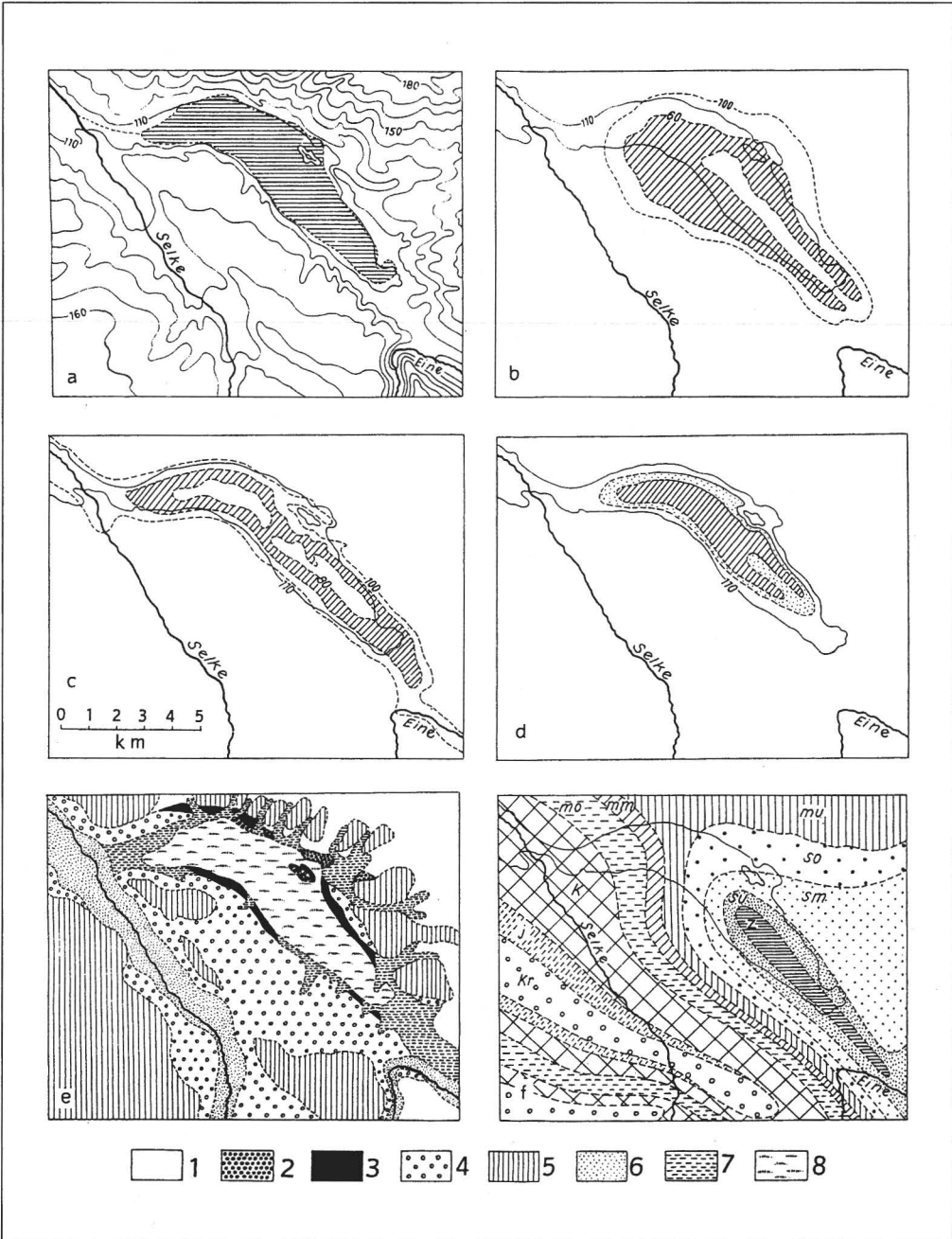


Abb. 7: Geologische Verhältnisse und Entwicklung der Ascherslebener Depression.
 a) Endphase des Ascherslebener Sees im 12. Jahrhundert, b) Auflagerungsfläche des Tertiärs (Randsenken im umlaufenden Streichen des Schmalsattels), c) Auflagerungsfläche des Quartärs (Erosionsrinnen und Täler der Elster- und Saalezeit), d) jungpleistozäne Seephasen, e) Verbreitung des Quartärs und Tertiärs, f) prätertiärer Untergrund.

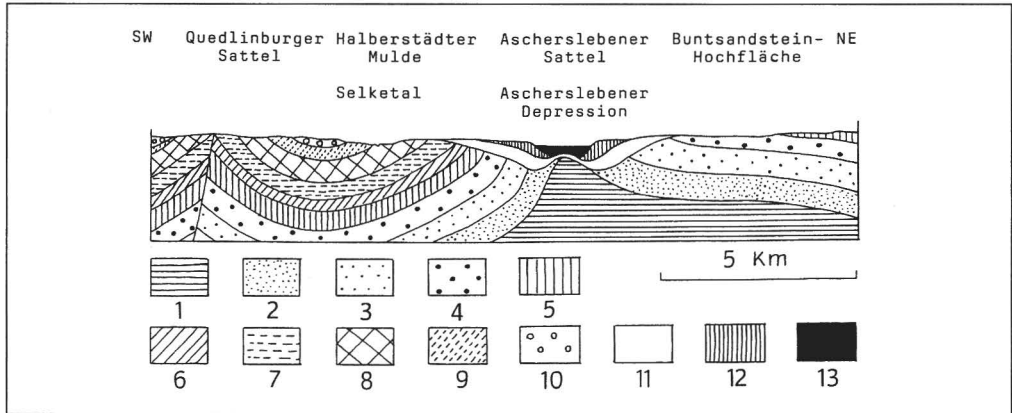


Abb. 8: Schnitt durch den Ascherslebener Sattel und die Ascherslebener Depression.

1 - Zechstein, 2 - Unterer, 3 - Mittlerer, 4 - Oberer Buntsandstein, 5 - Unterer, 6 - Mittlerer, 7 - Oberer Muschelkalk, 8 - Keuper, 9 - Jura, 10 - Kreide, 11 - Tertiär (Eozän und Oligozän), 12 - Alt- und Mittelpleistozän, 13 - Jungpleistozän und Holozän (nach MANIA 1967 a).

Insgesamt liegen 13 klimagebundene Sedimentationszyklen aus der 25 m mächtigen Abfolge des Ascherslebener Sees vor (Abb. 11).

Allmähliche phasenhafte Beckenbildung infolge Braunkohlendiapirismus (THOMAE 1990) bei der beginnenden Auflösung des Dauerfrostbodens am Ende des Hochglazials war die Ursache dafür, daß sich zwei klimatisch gesteuerte Sedimentationszyklen vor dem Bölling des Spätglazials im westlichen Geiseltal (Tagebaue Mücheln und Krumpa) bilden konnten. Sie ergänzen die Abfolge aus dem Ascherslebener See (MANIA et TOEPFER 1971, MANIA et al. 1993) (Abb. 12). Somit liegt jetzt eine Abfolge von 15 Zyklen vor, die im letzten Thermal beginnt, die ganze Weichselkaltzeit umfaßt und im holozänen Thermal endet. Sie bildet einen klimatischen Großzyklus aus mindestens 15 Kleinzyklen, die mindestens ebenso viele Wärmeschwankungen umfassen. Dieser Großzyklus umfaßt 125 000 Jahre und setzt sich wie folgt zusammen:

Warmzeitzyklus - 8 frühglaziale Zyklen (8 Interstadiale) - 1 hochglazialer Zyklus (mit mindestens 3 Intervallen) - 4 spätglaziale Zyklen (2 Intervalle, 2 Interstadiale) - 1 Warmzeitzyklus. Die Abfolge hat ihre beste Entsprechung im jungquartären Klimazyklus, der an Bohrkernen aus dem grönländischen Inlandeis nachgewiesen wurde (DANSGAARD et al. 1969, DANSGAARD et al. 1993). Hier ist zu bemerken, daß die Untersuchung im Ascherslebener See ohne Kenntnisse des Bohrkernergebnisses vor dem Jahre 1969 ablief und somit durch die Klimakurve von DANSGAARD nicht subjektiv beeinflusst wurde.

Die durch das Profil im Geiseltal ergänzte Sedimentationsabfolge im Ascherslebener See ist eine der bisher vollständigsten durch klimatische Kleinzyklen aufgebauten Abfolgen des letzten quartären Klimazyklus vom Kontinent.

Es wurden untersucht: Geologie, Geomorphologie, Sedimente und Sedimentationsablauf, periglaziäre Prozesse (D. MANIA, 1967 a-d, Neuuntersuchungen), bodengenetische Prozesse (ALTERMANN et MANIA 1968), Molluskenfauna (MANIA 1973, Ergänzungen), speziell Pisidien-Fauna (KUIPER 1968), Ostrakodenfauna (MANIA 1967 b), Wirbeltierreste (V. TOEPFER in: MANIA et TOEPFER 1973), Charophytenflora, Früchte und Samen (NÖTZOLD 1965), weitere pflanzliche Großreste (E. SCHWARZE, Halle, O. MEYER, Freiberg/Sa.), Diatomeenflora (SCHWARZENHOLZ 1965), Pollenanalysen (VODICKOVA 1975) (Einzelproben: G. LENK, Halle, H. JAKOB, Weimar, Spätglazial und Holozän: MÜLLER 1953), ¹⁴C-Datierungen (MANIA et STECHEMESSER 1970, GROOTES 1977), spezielle Untersuchungen des Laacher-See-Tuffs (ALTERMANN et MANIA 1968). Die Pollenflora der Sedimente aus dem Ascherslebener See ist durch reichliche

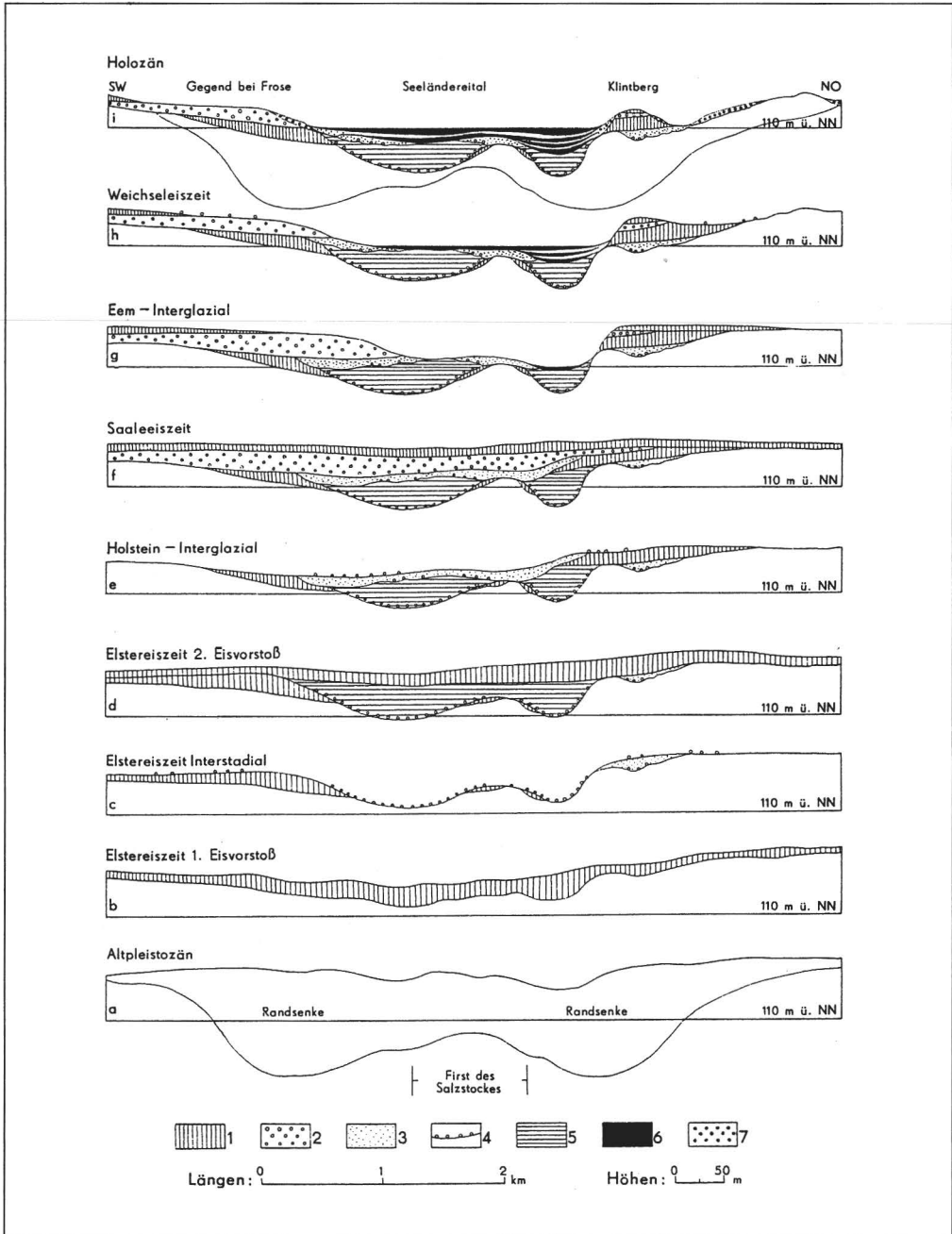


Abb. 9: Entwicklung der Ascherslebener Depression seit dem Altpleistozän.

1 - Grundmoränen, 2 - Herzynschotter (Hauptterrasse), 3 - Schmelzwassersand, 4 - Denudationsdiskordanz mit Denudationsrückständen, 5 - Staubeckensedimente, 6 - limnische und telmatische Sedimente zwischen Sanden und Solifluktsdecken, 7 - periglaziale Schuttdecken und Löß, ohne Signatur innerhalb der Randsenken: Tertiär (nach MANIA 1967 a).



Abb.10: Ehemaliger Ascherlebener See. Verlauf von Uferlinien einiger Seephasen: I a 1 (1), I b (2) mit mittelpaläolithischer Fundstelle, IX (3) (Holozän).

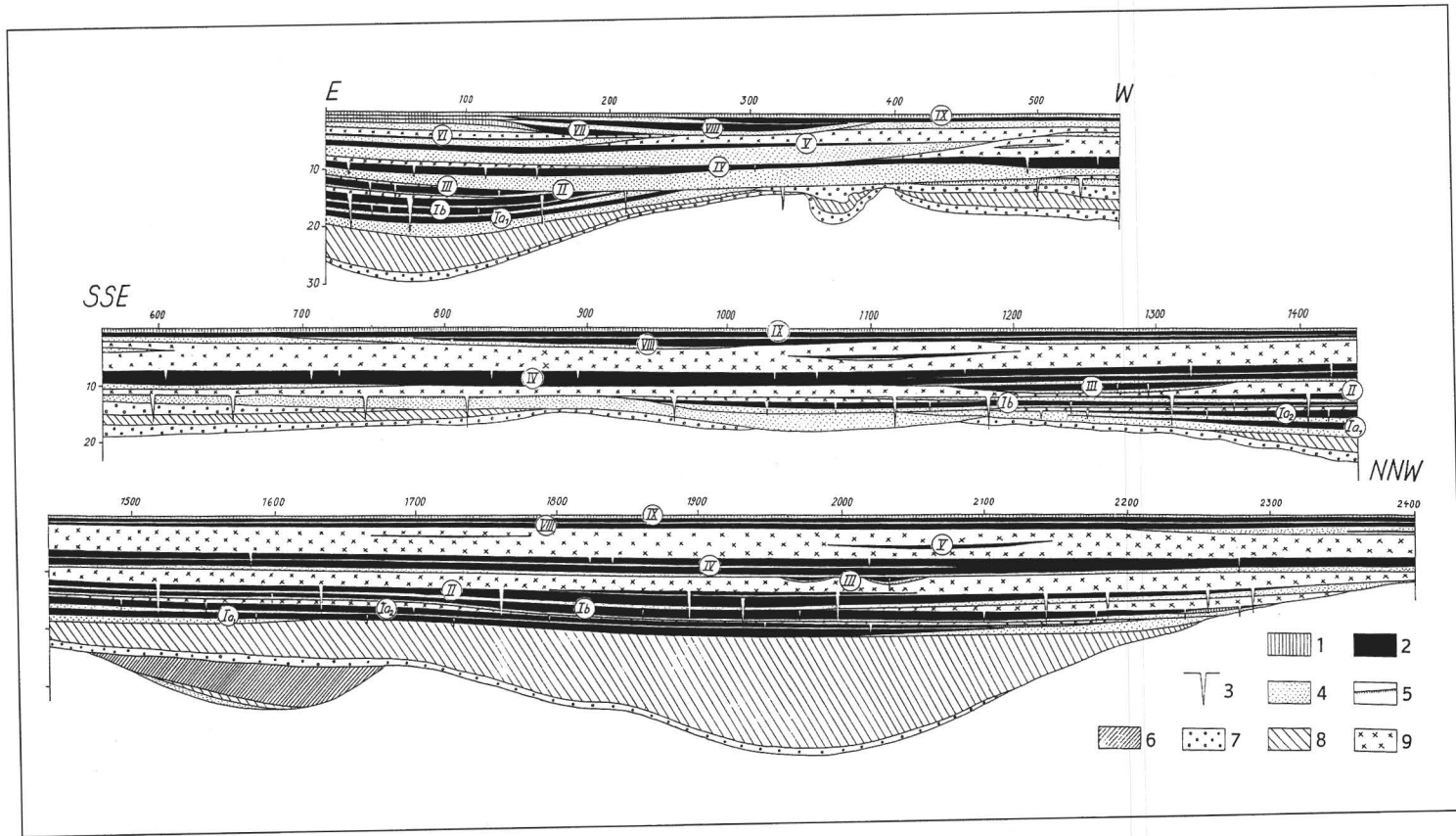


Abb. 11: Sedimentfolge des Ascherslebener Sees nach den Aufschlüssen des ehemaligen Tagbaues Königsau (vgl. Abb. 6).
 1 - Torfe, 2 - Mudden, 3 - Frostspalten, Eiskeile, 4 - Sande, 5 - anmoorige Böden, 6 - Grundmoräne, Geschiebemergel (Elstervereisung), 7 - Blockmoräne, 8 - glazilimnische Beckenschluffe und -tone (Bändertone), 9 - periglaziale Bildungen, vor allem Solifluktsdecken, Fließerden.

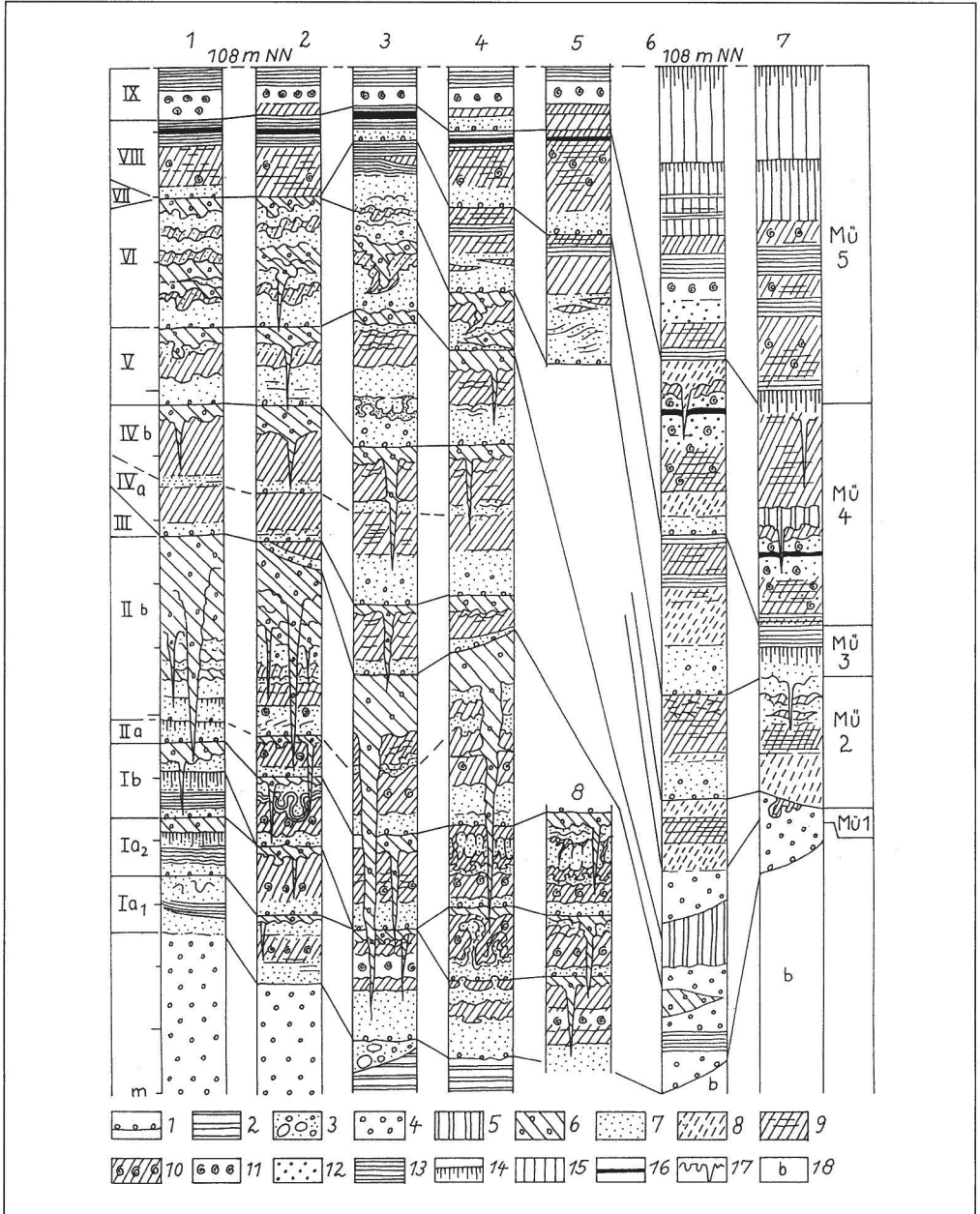


Abb. 12: Detailprofile aus dem Ascherslebener See und dem Geiseltal.

Profile 1 und 2: Nachterstedt-Nordfeld; 3, 4 und 8: Tagebau Königsau; 5 - Grube Georg; 6 und 7: Geiseltal, Tagebau Mücheln und Krumpa.

1 - Denudationsfläche, 2 - glazilimnische Beckenschluffe und -tone, 3 - Grobschotter, Blockmoräne (2 und 3: Elstereiszeit), 4 - Flußschotter, 5 - Löß, 6 - Fließerden (Soliflukationsdecken), 7 - Sande, 8 - Beckenschluff, 9 - Schluff- und Tonmudden, 10 - Kalkmudden, 11 - Seekalk, 12 - Charakalk, Charatravertin, 13 - Torf, 14 - Anmoorboden, 15 - Auelehm, 16 - vulkanische Asche (Laacher See), 17 - Froststrukturen, 18 - Braunkohle.

Umlagerung und Einmischung von Pollen aus tertiären Ablagerungen überprägt, so daß die Pollenanalysen nur sehr provisorisch ausgedeutet werden können. Daran werden auch zukünftige, in Teilabschnitten noch mögliche Pollenanalysen nichts ändern. Lediglich in rein organogenen Ablagerungen (Torfe in Ia1, Ib, VII, alle Ablagerungen in VIII und IX) fehlen diese Beimischungen. Aus diesem Grund können leider keine eindeutigen Vergleiche mit bekannten Pollenabfolgen angestellt werden (z. B. mit BEHRE et LADE 1986).

1963 bis 1964 wurden vom Autor drei mittelpaläolithische Fundhorizonte in einer vertorften Uferzone des zweiten warmzeitlichen Interstadials (Zyklus I b) entdeckt und unter zeitweiliger Mithilfe des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle ausgegraben (MANIA et TOEPFER 1973, MANIA 1975 a, 1988). Neufunde in Form vereinzelter Artefakte und Tierknochen kamen bei Neuuntersuchungen des Aufschlusses in den letzten Jahren hinzu (U. und D. MANIA). Sie stammen vor allem aus dem Zyklus Ia2.

Auf alle Untersuchungen stützt sich die nachfolgende Darstellung der einzelnen klimatisch geprägten Abschnitte der Sedimentabfolge aus dem Ascherslebener See und ihrer Ergänzung durch das Profil aus dem Geiseltal.

Die angegebenen absoluten Daten stützen sich ausschließlich auf ^{14}C -Datierungen. Die spätglazialen und frühholozänen ^{14}C -Daten sind im Gegensatz zu den dendrochronologisch ermittelten Daten um etwa 1500 Jahre zu jung (STREET et al. 1994). Eine Umrechnung der entsprechenden ^{14}C -Daten wurde nicht vorgenommen!

4.2 Aufbau einer Sedimentationsfolge (Kleinzyklus) aus dem Ascherslebener See

Generell besteht jede Sedimentationsfolge aus drei charakteristischen Abschnitten: einem unteren fluviatilen (A), einem mittleren limnisch-telmatischen (B) und einem oberen periglaziären Abschnitt (C). Der letzte wird durch eine Denudationsfläche überprägt, welche gleichzeitig die Sedimentationsfolge von der nächsten darüber liegenden einwandfrei trennt. Die Denudationsflächen gehen meist auf Deflation zurück (Abb. 12 und 13) (vgl. Abb. 15, S. 44).

Allgemeiner Aufbau einer Sedimentationsfolge:

2. Sedimentationsfolge	A	1.	Steinsohle - Denudationsfläche		
		C	10.	Lößverwitterung	
			9.	Frostspalten, Fließerden	peri-
			8.	Kryoturbationen	glaziärer
	7.		Tropfenböden	Abschnitt	
	B	6.	Sande, sandige Mudden		
		1. Sedimentationsfolge	5.	tonig-schluffige Mudden, Kalkmudden, Torfe, Anmoore	limnisch-telmatischer
			4.	sandige Mudden	Abschnitt
	A	3.	Sande	fluviatiler	
		2.	kiesige Sande	Abschnitt	
1.		Steinsohle - Deflationsfläche			

Diesem Ablauf folgen auch alle anderen Erscheinungen, vor allem Fauna und Flora (Abb. 14).

Entwicklung der Gewässerfauna in einer Sedimentationsfolge:

C	7.	Gewässerfauna verschwindet	
B	6.	artenarme widerstandsfähige Fauna	individuenarm

- | | | | |
|---|----|--|-----------------|
| | 5. | wärmeliebende Arten verschwinden | |
| | 4. | Optimum der Entwicklung: artenreiche wärmeliebende Fauna | individuenreich |
| | 3. | Auftreten wärmeliebender Arten | |
| | 2. | artenarme widerstandsfähige Fauna | individuenarm |
| A | 1. | allmähliches Auftreten einzelner Arten | |

Entwicklung der Vegetation in einer Sedimentationsfolge:

- | | | |
|---|----|--|
| A | 1. | Vegetation der Tundren und Kältesteppen |
| C | 6. | Birkenphase |
| B | 5. | Kiefernphase |
| | 4. | wärmeliebende Vegetation, optimal bis zum thermophilen Laubmischwald |
| | 3. | Kiefernphase |
| | 2. | Birkenphase |
| A | 1. | Vegetation der Tundren und Kältesteppen |

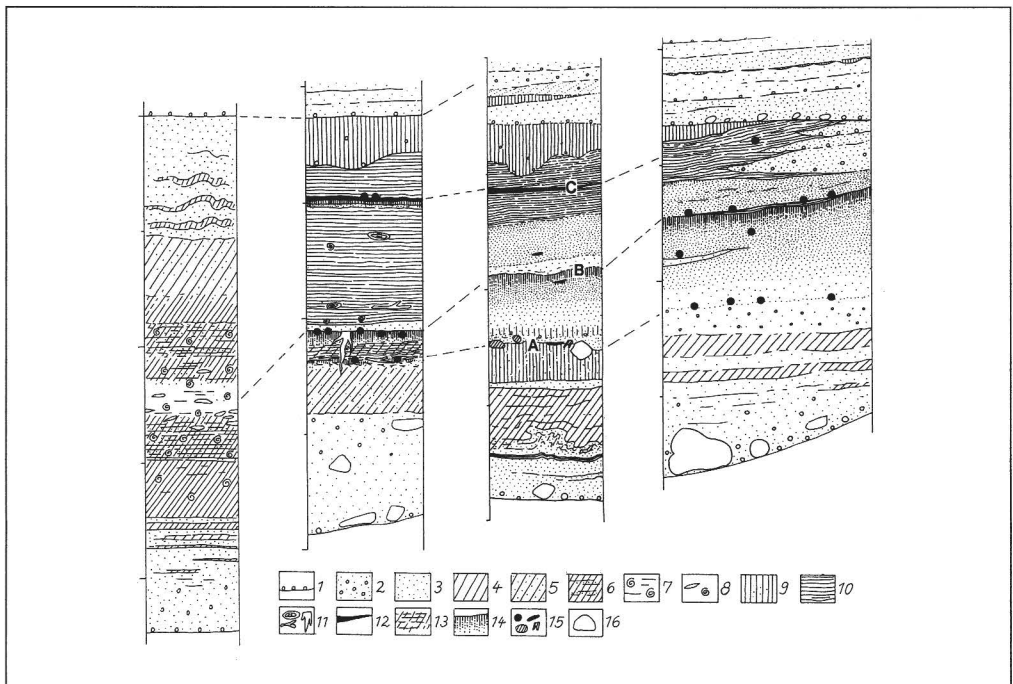


Abb. 13: Ascherslebener See. Detailprofile aus dem Zyklus I b (südlich von Königsau, am Großen Bruchsberg).
 1 - Denudationsfläche, 2 - kiesiger Sand, 3 - Sand, 4 - Schluffmudden, 5 - sandige Schluffmudden, 6 - Tonmudden, 7 - Kalkmudden, 8 - Schalen von Teichmuscheln und Schnecken, 9 - sandig-tonige Mergel, 10 - Bruchwald-, Schilf- und Moostorf, 11 - Hölzer, Baumstüben, 12 - Holzkohleschicht, 13 - humoser sandiger Torf, 14 - Anmoor, 15 - Silexartefakte (schwarz), Tierknochen (schraffiert), 16 - große Gerölle. A, B, C - mittelpaläolithische Fundhorizonte „Königsau A, B und C“.

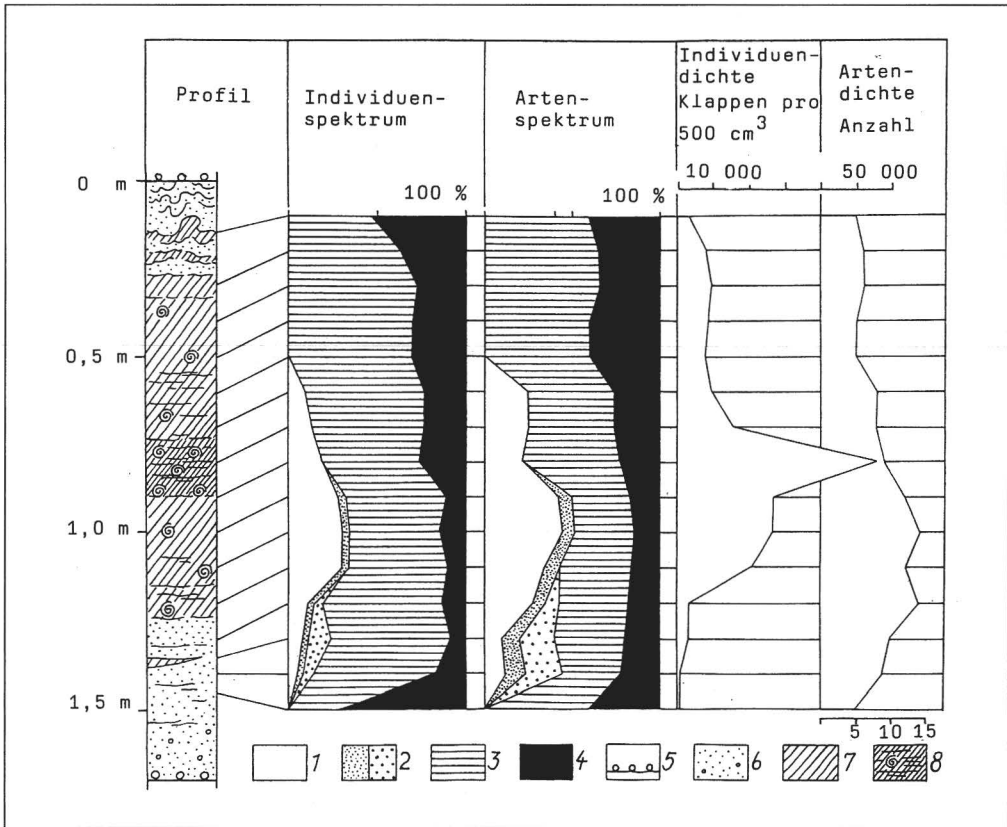


Abb. 14: Ascherslebener See. Beispiel für den Aufbau einer Sedimentationsfolge und die Entwicklung ihrer Ostrakodenfauna (Zyklus Ib).

1 - wärmeliebende Ostrakodenarten (Sommerformen), 2 - schnellwüchsige/langsamwüchsige Frühjahrsformen, 3 - eurytherme Dauerformen, 4 - kaltstenotherme Formen, 5 - Denudationsfläche, 6 - kiesige Sande, Sande, 7 - schluffige Mudden, 8 - tonige Mudden.

4.3 Sedimentationsfolgen (Klimakleinzyklen) aus dem Ascherslebener See (AS) und Geiseltal (MÜ 1 und MÜ 2)

Zur Bezeichnung: Ia1, Ia2, Ib, IIa, IIb, III-IX = Bezeichnung der Sedimentationsfolgen = Kleinzyklen. A, B und C: Abschnitte der Sedimentationsfolgen (vgl. Tab. 1, S. 72), gleichbedeutend mit Klimaabschnitten. „Königsau A, B und C“: mittelpaläolithische Fundhorizonte aus dem Zyklus Ib.

Zur Beschreibung: G = Sedimente, geologische Erscheinungen. V = Vegetation, PA = Pollenanalyse. MR = Makroreste. MF = Molluskenfauna. OF = Ostrakodenfauna. WF = Wirbeltierfauna. Pal = Paläolithikum. Ök = Ökologische Charakterisierung. K = Klima.

Grundlagen: Abb. 16-27 (siehe S. 46-62).

AS - I a1 (A). Warthekaltzeit (Saalezeit), Stadial

G. Sandige Schotter (entsprechen der jüngeren saalezeitlichen Terrasse), Kryoturbationen, Frostspalten, gelegentlich Fließerden. Im oberen Teil eingeschlossen geringmächtige Sand-Schluffmudden (Interstadial). Abgeschlossen durch Denudationsfläche. Darauf Sande und kiesige Sande.

MF. In der Mudde anspruchslose Fauna aus 10 Arten (ohne Pisidien), vor allem Gewässerfauna *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation). Allein 70 % des individuellen Anteils haben einige Pisidienarten.

WF. Aus Schottern und Sanden: *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus* sp., *Bison* sp., *Rangifer tarandus*, *Crocota spelaea*.

Ök. Tundren und Kältesteppen. Aufschotterung in den Tälern, Permafrost, Solifluktion, Spaltennetze, Deflation und Lößbildung. Hinweis auf ein Interstadial mit flachen Kleingewässern.

K. Arktisch. Wechselnd trocken - relativ feucht. Interstadial: subarktisch.

AS - I a1 (B) - Warmzeit

G. Organogene Kalkmudden, Muddekalke, Grobdetritusmudden. Ton- und Schluffmudden in der Endphase. Flachmoortorfe (Schilf-, *Carex*-Torfe), Anmoorböden, Humusgleye.

V. PA. Auf Grund der Geringmächtigkeit der Sedimente wurden keine Gesamtabfolge, sondern nur Teilabschnitte erfaßt: Waldphasen mit bis 80 % Gehölzarten. Eichen-Kiefernwälder mit viel *Corylus*, auch *Tilia*, *Ulmus*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ilex*, *Buxus*. Eine Früh- und Spätphase mit Kiefern-Birkenwäldern und hohem Anteil von Kräutern und Gräsern.

V. MR. Zahlreiche Wasserpflanzen, vor allem *Potamogeton vaginatus* und *Zannichellia palustris*, die auf Versalzung (Subrosion) des Gewässers hinweisen.

Ferner: *Potamogeton pusillus*, *P. densus*, *P. crispus*, *P. acutifolius*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. filiformis*, *P. praelongus*, *P. obtusifolius*, *Carex flava*, *Carex* sp., *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, Characeen, *Phragmites communis*, *Typha latifolia*, *Cladium mariscus*.

MF. Artenreich: 52 Arten (ohne Pisidien). Gewässerfauna mit wärmeliebenden Arten. Kennzeichnende Arten sind *Valvata piscinalis* mit ihrer Form *piscinalis*, *Bithynia tentaculata*, *Anodonta anatina*, *Gyraulus albus*. Sonst Grundbestand der *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation. *Hydrobia stagnorum* (Brack- und Salzwasser). Sumpfffauna mit der wärmeliebenden Art *Vertigo moulinsiana* (atlantisch-meridional). Thermophile Arten einer Waldfauna (*Cochlodina laminata-Helicodonta obvoluta*-Assoziation) mit *Acicula polita*, *Discus rotundatus*, *Cepaea hortensis*.

Pisidienfauna: Sie nimmt nach Individuen nur 4,5 % der MF ein. 6 Arten. Dazu *Sphaerium corneum* 0,3 %. Typisch sind *P. milium*, *nitidum*, *amicum*, *subtruncatum*, *casertanum*, *stewarti* - vor allem holarktische und kosmopolitische Arten. In der Spätphase (Kiefernzeit) zeichnet sich bereits eine Gesellschaft mit boreo-alpinen Arten ab: *P. hibernicum*, *lilljeborgi*, *obtusale* f. *lapponica*, dazu häufig *stewarti*. Außerdem nimmt jetzt der individuelle Anteil der Pisidien an der MF auf 58 %, von *Sphaerium corneum* auf 8 % zu.

OF. Arten- und individuenreich: 36 Arten, durchschnittlich 45 000 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 230 000 Klappen). Hoher Anteil wärmeliebender Arten, darunter warm-stenothermer Arten (*Notodromas monacha*, *Dolerocypris fasciata*). Individueller Anteil eurythermer und kaltstenothermer Arten unter 40 %. Salzwasserformen sehr häufig (bis 35 %: *Heterocypris salina*, *Cyprideis litoralis*, *Candona angulata*). Eine Früh- und Spätphase mit artenarmen, überwiegend eurytherm-kaltstenothermen Assoziationen.

WF. *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Cervus elaphus*.

Ök. Laubmischwälder, im Optimum Eichenmischwälder. In verschiedenen Phasen, vor allem des Spätinterglazials, Kiefer vorherrschend. Früh- und Spätphase mit Nadelwäldern und offenen Flächen. Eutrophes Flachgewässer mit dichtem Schilfgürtel. Starker Salzwassereinfluß (Subrosion).

K. Optimal entwickelte Phase: warm-gemäßigt. relativ feucht, atlantisch geprägt. Endphase: kühl-gemäßigt bis boreal, relativ trocken.

AS - I a1 (C) und I a2 (A). Stadial

G. Tropfenböden, Kryoturbationen, gelegentlich kleine Frostspalten, kaum Fließerden. Denudationsfläche, darauf kiesige Sande und Sande.

Ök. Offene tundrenartige Landschaften und Steppen. Kurzfristig Permafrost. Geringfügig Deflation und Solifluktion. Fluviale Vorgänge.

K. Arktisch. Kalt. Relativ feucht.

AS -I a2 (B). Interstadial

G. Organogene kalkreiche Ton- und Schluffmudden, geringmächtige Kalkmudden, Grobdetritusmudden, Flachmoortorfe (Schilf-, *Carex*-Torfe), Anmoorböden, Humusgleye.

V. PA. Beginnt und endet mit einer Birken- bis Birken-Kiefernphase mit geringer Bewaldung. Sonst Kiefernphase mit Vorherrschaft der Kiefer (bis 65 %). *Picea* und *Alnus* vorhanden, auch vereinzelt *Corylus* und *Quercus*. Relativ hoher Anteil von Kräutern und Gräsern (*Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, Ericaceen, *Calluna*, Gramineen).

V. MR. Hölzer von *Pinus*, Baumbirken, *Salix*. Wasserpflanzen: hoher Anteil von *Potamogeton vaginatus* (Salzwassereinfluß), ferner *Carex flava*, *Carex* sp., *Phragmites communis*, *Typha latifolia*, *Hippuris vulgaris*, Characeen.

MF. Relativ artenreich: 31 Arten (ohne Pisidien). Ausgesprochen termophile Arten fehlen. *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation. Einige anspruchsvolle Elemente: *Valvata p. piscinalis*, *Anodonta anatina*, *Vertigo antivertigo*, in Gemeinschaft mit boreo-alpinen Elementen: *Valvata p. antiqua*, *Gyraulus acronicus*, *Vertigo genesii*. Unter der Landfauna einige Arten der *Chondrula tridens*-Fauna, die auf Tschernosemwiesensteppen hinweist: die Steppenarten *Chondrula tridens*, *Pupilla sterri*, *Helicopsis striata* und allgemeine Arten der offenen Landschaft, zusätzlich einige Vertreter der Waldsteppe und des Auwaldes (*Bradybaena*-Fauna).

Pisidien-Fauna: Ihr individueller Anteil an der MF beträgt 20 %. 10 Arten. Dazu *Sphaerium corneum* mit 6 %. Neben holarktischen, paläarktischen und kosmopolitischen Arten (wie Ia1) kommt die *hibernicum-laponica-stewarti-lilljeborgi*-Assoziation (boreo-alpin) vor. Außerdem tritt *P. pulchellum* auf.

OF. 23 Arten, durchschnittlich 15 000 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 26 700 Klappen). Warmstenotherme Arten fehlen. Einige wärmeliebende Sommerformen kommen vor (*Cypridopsis vidua*, *Potamocypis villosa*, *Herpetocypis reptans*). Eurytherm-kaltstenotherme Arten nehmen individuell etwa 58 % der Fauna ein. Kennzeichnend sind raschwüchsige Frühjahrsformen. Der Anteil von Salzwasserformen ist relativ hoch (35 %).

WF. *Equus* sp., *Bison* sp., *Perca fluviatilis*.

Pal. Einige Einzelfunde mittelpaläolithischer Silexartefakte aus einer Uferzone im Nachterstedter Nordfeld bei Schadeleben. Mousterioide Fazies. Auch einige zerschlagene Säugetierknochen wurden gefunden.

Ök. Parktaigen (Kiefernwälder, Kiefern-Birkenwälder mit Fichte, auch Erle und einigen thermophilen Gehölzarten) und Tschernosemwiesensteppen. Flaches eutrophes Gewässer mit Schilfgürtel und *Carex*-Wiesen. Ufergehölz, Bruchwald. Salzwassereinfluß (Subrosion).

K. Kühl-temperiert/boreal. Trocken-warme Sommer.

AS - I a2 (C) und I b (A). Stadial

G. Tropfenböden, Kryoturbationen, vereinzelt kleine Frostspalten, Steinnetzböden. Geringmächtige Fließerden, stellenweise Einschwemmung sandig-kiesiger Sedimente. Denudationsfläche. Darüber Sande und kiesige Sande.

Ök. Tundren und Steppen. Kurzfristig Permafrost. Frostmusterböden, geringe Deflation und Solifluktion. Fluviale Vorgänge.

K. Arktisch, relativ feucht.

AS - I b (B). Interstadial

¹⁴C-Datierung (Mindestalter): Fr 15/GrN 7001 = 60 100 + 1 400/-1 200 B. P.

G. Organogene kalkreiche Ton- und Schluffmudden, geringmächtige Kalkmudden, Grobdetritusmudden, Bruchwaldtorf, Flachmoortorfe (Schilf-, *Carex*-, Moostorfe). Anmoorböden, Humusgleye. Am Ufer bei Königsau zuunterst an Grobdetritus reicher toniger Muddesand, anmoorig, mit Torf (Kö A), darüber eingeschwemmte Sande, die ein Anmoor tragen (Kö B). Dieses geht nach oben in Bruchwaldtorf über (eingelagert Horizont Kö C), auf diesem lagert dunkelgrauer humoser Ton.

V. PA. Drei Abschnitte sind angedeutet:

- a) Aus einer Birken-Kiefernphase mit hohem Kräuter- und Gräseranteil entwickelt sich eine Kiefern-Birkenphase mit vereinzelt anspruchsvollen Gehölzarten (*Quercus*, *Tilia*, *Corylus*, *Ulmus*). *Alnus* und *Picea* ständig vorhanden.
- b) Die anspruchsvollen Bäume gehen zurück oder verschwinden, auch Kiefer und Birke gehen etwas zurück. Dafür hoher Anteil von Kräutern und Gräsern, vor allem Gramineen und Heliophyten. Vereinzelt *Hippophae*.
- c) Längere Kiefernphase mit einigen anspruchsvolleren Gehölzarten. Kiefer herrscht vor (bis 60 %), dazu *Betula*, *Salix*, *Alnus* und *Picea*, letztere wohl als *P. omoricoides*. Vereinzelt *Quercus*, *Tilia* und *Ulmus*; *Carpinus* mit einem kleinen Gipfel. Kräuter und Gräser recht häufig, nur während des Optimums unter 30 %. Vor allem Gramineen, *Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, *Thalictrum*, *Armeria*, Ericaceen, *Calluna*, relativ viel Ranunculaceen und Cyperaceen, Asteraceen und *Plantago*. Am Ende der Phase gehen Wälder zurück.

Der paläolithische Fundhorizont Kö A gehört in die Phase a, Kö B und C stammen aus der Phase c.

V. MR. Besonders aus dem Bruchwaldtorf vom Tagebau Königsau *Pinus silvestris*, Baumbirken, *Picea omorica*, *Salix* sp., *Populus* sp., *Rubus* sp., *Calluna*, *Carex*, *Typha latifolia*, *Phragmites communis*, Moose. In den Mudden zahlreiche Potamogetonarten, häufig *P. vaginatus* (Salzwassereinfluß), ferner *P. pusillus*, *densus*, *crispus*, *perfoliatus*, *filiformis*, *obtusifolius*, *Carex flava*, *Carex* sp., *Scirpus mucronatus*, *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, Characeen.

MF. Relativ artenreich: 32 Arten (ohne Pisidien). Ähnlich wie in Ia2: *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation, mit einzelnen anspruchsvolleren Elementen (*Valvata p. piscinalis*, *Anodonta anatina*). Boreo-alpine Elemente: *Valvata p. antiqua*, *Gyraulus acronius*, *Vertigo genesii*. Unter der Landfauna Arten der offenen Landschaft, speziell der Tschernosemwiesensteppe (*Chondrula tridens*-Fauna) mit *Chondrula tridens* und *Helicopsis striata*. Es treten Arten der offenen Landschaft auf, die später den Grundbestand der Lößfaunen bilden: *Pupilla muscorum*, *Pupilla muscorum densegyrata*, *Succinea oblonga*. Außerdem einige Arten der Waldsteppe (*Bradybaena*-Fauna).

Pisidienfauna: 32 % individueller Anteil der MF, 9 Arten. Dazu *Sphaerium corneum* mit 12 % und *Sphaerium lacustre*. Zum holarktisch-paläarktisch-kosmopolitischen Grundbestand kommt die boreo-alpine *hibernicum-lapponica-stewarti-lilljeborgi*-Assoziation dazu. Außerdem *P. henslowanum* f. *inappendiculata*.

OF. 28 Arten. Durchschnittlich 13 000 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 56 000 Klappen). Keine warmstenothermen Arten. Einige wärmeliebende Sommerformen treten auf (*Cypridopsis vidua*, *Potamocypis villosa*, *Ilyocypris gibba*, *Herpetocypris reptans*). Ihr individueller Anteil erreicht bis 40 %. Es herrscht ein eurytherm-kaltstenothermer Grundbestand vor (60 bis 70 %). Darunter befinden sich neben kaltstenothermen Formen besonders Frühjahrsformen (*Eucypris*-Arten, *Cypris pubera*). Alle drei Salzwasserarten treten auf und erreichen 11 %.

WF. Aus den paläolithischen Fundhorizonten und Seeablagerungen stammen Reste von *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Dicerorhinus hemitoechus*, *Bison priscus*, *Equus* „mosbachensis-abeli“, *Equus (Asinus) hydruntinus*, *Cervus elaphus maral*, *Rangifer tarandus*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Crocota crocota spelaea*, *Canis lupus*, *Microtus arvalis*, *M. gregalis*, *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*. Es handelt sich um eine warmzeitlich-kaltzeitliche Übergangsauna mit einigen anspruchsvollen Elementen (*D. hemitoechus*, *Cervus elaphus*). Sie ist eine Fauna der Waldsteppen und Wiesensteppen.

Pal. Südlich des Bruchsberges bei Königsau, am Nordufer, befand sich auf einer Uferterrasse neben einer Bucht mit Bacheinmündung ein Aufenthaltsplatz mittelpaläolithischer Jäger. Eine kiesig-tonigtorfige Grobdeptritusmulde mit Anmoor enthielt Horizont Königsau A. Darüber lagen Ufersande mit einem stärker entwickelten Anmoor, das in einen Bruchwaldtorf überging. Hier befand sich Horizont Kö B. Horizont Kö C lag in den oberen Abschnitten des Bruchwaldtorfes. Die Inventare von Kö A und C gehören zum „Micoquo-Prondnikien“ mit bifazialen Keilmessern; Kö B stellt ein typisches Mousterien mit Moustierspitzen und kleinen Faustkeilen dar (MANIA et TOEPFER 1973).

Ök. Weit verbreitet waren Tschernosemwiesensteppen und Parktaigen/Waldsteppen (Kiefern- und Birken-Kiefernwälder mit Fichte und wahrscheinlich auch Lärche, vereinzelt wärmeliebenden Strauch- und Baumarten). Galeriewälder an den Flüssen, Weidendickichte, Au- und Bruchwälder in den Niederungen. Eutropher Flachwassersee, noch mit mäßigem Salzwassereinfluß (durch Subrosion bedingt), mit Schilfgürtel, Bruchwald, Flachmoor, *Carex*-Wiesen und -sümpfen.

K. Kühl-temperiert/boreal, kontinental. Warme trockene Sommer. Zu Beginn war das Interstadial durch eine kühlere Phase (subarktisch) unterbrochen.

Ergänzung zur Datierung der mittelpaläolithischen Fundhorizonte in Ib mit Hilfe der ^{14}C -Methode: 1998 wurden ^{14}C -Daten von Ib veröffentlicht, die mit Hilfe der Accelerationsmethode in Oxford gewonnen wurden (HEDGES et al. 1998). Dazu ist folgendes zu sagen: Die Proben wurden vom Landesamt für Archäologie Sachsen-Anhalt in Halle (Saale) über J.M.GRÜNBERG vermittelt. Sie stammen aus dem Fundmaterial der mittelpaläolithischen Fundhorizonte A und B sowie vor allem aus einem Horizont, der bereits durch die relativ stratigraphischen Untersuchungen und damit erfolgten Einordnungen geologisch eindeutig fixiert ist und in eine Zeit gehört, die bekanntlich mit der ^{14}C -Methode nicht mehr erfaßt werden kann. Allein aus diesem Grund hätte sich die Datierung der Fundstücke erübrigt, zumal bereits unterschiedliche und unrealistische ^{14}C -Daten vorliegen (siehe oben). Leider wurde der Autor als Ausgräber und Bearbeiter der Fundhorizonte von Königsau von der Absicht der Datierung nicht informiert und zu Rate gezogen. Das wäre notwendig gewesen, da es sich um außergewöhnlich wichtige und einmalige Fundstücke handelt, die datiert und zusätzlich zur chemischen Analyse beprobt wurden:

1. Königsau A. Ein Stück Harz (Pech?), das als Kittmasse für eine Schäftung eines Feuersteingerätes genutzt wurde. Es zeigt die Abdrücke der gemaserten Fläche des Holzgriffes sowie von einer retuschierten Kante des Einsatzes aus Feuerstein. Obendrein ist es mit einem Fingerabdruck versehen, der beim Einpressen der Kittmasse entstand. Er läßt deutlich die Papillarlinien der Fingerbeere erkennen. Es ist, nach den Worten des Paläoanthropologen E.VLCEK, Prag, weltweit der einzige fossile Nachweis von Weichteilanatomie des mittelpaläolithischen Menschen (Neandertalers oder modernen eiszeitlichen Sapiens). Damit hat es eine außerordentliche Bedeutung, und es ist die Frage, ob aus ihm überhaupt leichtfertige Proben zur chemischen Analyse - die ein sehr zweifelhaftes Ergebnis geliefert hat - und zur ^{14}C -Datierung hätten entnommen werden dürfen! Letztere hat sich ja bereits erübrigt, da die an Holz und Holzkohle der Fundsicht durchgeführten Datierungen widersprüchliche Werte ergeben haben sowie der Fundhorizont ein eindeutiges geologisches Alter hat!
2. Königsau B. Ebenfalls ein Stück Harz, das eine künstlich erzeugte Form und einige Holzabdrücke besitzt. Für dieses Stück treffen die gleichen Argumente hinsichtlich der Beprobung zu wie bei dem Stück von Königsau A.

Es kommen noch einige Umstände hinzu, die eine Datierung als fragwürdig erscheinen lassen: Es gibt noch keine Erfahrungen mit derartigen Materialien, besonders mit derart alten sehr speziellen Materialien. Dann liegen sie bereits 35 (!) Jahre seit ihrer Bergung in der Sammlung vom Landesmuseum Halle und haben alle möglichen Oberflächeneinflüsse erlebt. Von diesen sind hinsichtlich Accelerations-Datierungen, die sich mit kleinsten Probenmengen befassen, jene Einflüsse von Bedeutung, die eine Verfälschung des Datierungsergebnisses hervorrufen - abgesehen davon, daß diese Stücke außerhalb der Reichweite der ^{14}C -Datierung überhaupt keine realen Werte mehr ergeben können. Solche Einflüsse sind organische Infiltrationen, die allein durch das ständige Anfassen von unterschiedlich schweißigen Händen hervorgerufen wurden.

Die Daten sind nun entsprechend zweifelhaft und unbrauchbar ausgefallen:

OxA-7124 Königsau A = 43 800 +/- 2100 B. P.

OxA-7125 Königsau B = 48 400 +/- 3700 B. P.

Es war nicht notwendig, wie es im Kommentar heißt, das mittelpaläolithische Alter der Fundhorizonte mit diesen Datierungen zu bestätigen und möglicherweise noch die verlässliche Grabungsarbeit und Stratifizierung von Königsau A und B anzuzweifeln, die in Superposition angetroffen wurden (B über A), was die Daten ins Gegenteil verkehren. Abschließend: Es bestand vor allem in keiner Weise eine zwingende Notwendigkeit, ausgerechnet mit diesen wichtigen Stücken das mittelpaläolithische Alter von Königsau A und B zu bestätigen.

AS - I b (C) und II a (A). Stadial

G. Tropfenböden, Kryoturbationen, kleine Frostspalten, Steinnetzböden. Gelegentlich Einschwemmung von Sanden. Geringmächtige Fließerden. Denudationsfläche, darüber z. T. kiesige Sande.

Ök. Tundren und Steppen. Permafrost. Solifluktion und Strukturböden. Im geringeren Umfang Deflation und Lößbildung. Fluviale Vorgänge.

K. Arktisch. Relativ feucht.

AS - II a (B). Interstadial

¹⁴C-Datierung: Fr 16 = > 40 000, GrN 5423 = 41 000 +/- 1275, GrN 7108 = 37 200 +1900/-1500 B. P. Die Daten sind offensichtlich zu jung. Das Interstadial ist älter als 55 000 B. P.

G. Geringmächtige kalkhaltige Ton- und Schluffmudden mit Grobdetritus (Pflanzenhäcksel), überwiegend sandige Schluffmudden. Geringmächtige Flachmoortorfe, sandige Schwemmtorfe mit Hölzern, anmoorige Böden. Sandig-kiesige Schuttkegel vor Bacheinmündungen, besonders im Gebiet südwestlich von Schadeleben.

V. PA. Nach einer Birkenphase entwickelt sich eine Birken-Kiefernphase mit 50 bis 70 % hohem Anteil von Kräutern und Gräsern (*Artemisia*, Chenopodiaceen, *Helianthemum*, Ericaceen, *Calluna*, *Thalictrum*, Silenaceen, *Plantago*, Asteraceen, Gentianaceen, Ranunculaceen, Gramineen, Cyperaceen). Ausserdem kommen *Salix* und ständig, aber mit geringer Häufigkeit, *Alnus* und *Picea* vor. Gelegentlich tritt *Corylus* auf. Vereinzelt kommen *Quercus* und *Ulmus* vor. Gegen Ende der Phase wieder Vorherrschaft der Birke und hohe Anteile von Kräutern und besonders von Gramineen.

V.MR. *Potamogeton*-Arten, selten *P. vaginatus*, auch *P. pusillus* und *P. perfoliatus*. Häufig ist *Myriophyllum verticillatum* (Zunahme der Azidität). Characeen.

Diatomeenflora: 135 Formen. 88,2 % Süßwasser-, 9,6 % Brackwasser- und 2,2 % Salzwasserformen.

MF. Merklicher Rückgang im Artbestand: Es kommen 17 Arten (ohne Pisidien) vor. *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation. Vorwiegend *Lymnaea peregra* f. *ovata*, *Sphaerium corneum*, *Gyraulus laevis*, Pisidien. *Anodonta anatina* ist relativ häufig. Selten ist *Valvata p. piscinalis*, dagegen tritt die boreo-alpine Form *Valvata p. antiqua* häufiger auf. Die Landfauna ist durch Arten der offenen Landschaft vertreten. Auffällig sind Arten der Lößfauna (*Pupilla*-Fauna mit *Pupilla muscorum*, *P. muscorum densegyrata*, *Succinea oblonga*).

Pisidienfauna: Sie umfaßt individuell 61 % der Mf. 9 Arten, dazu *Sphaerium corneum* mit 12 % und vereinzelt *Sphaerium lacustre*. Holarktisch- paläarktisch- kosmopolitischer Grundbestand mit der boreo-alpinen *hibernicum-stewarti-lilljeborgi-inappendiculata*-Assoziation.

OF. 15 Arten. Durchschnittlich 8 600 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 53 000 Klappen). Über 90 % der individuellen Häufigkeit nimmt der eurytherm-kaltstenotherme Grundbestand ein. Selten treten zwei allgemein wärmeliebende Sommerformen auf (*Ilyocypris gibba*, *Herpetocypris reptans*). Salzwasserformen sind verschwunden. Charakteristisch sind einige schnellwüchsige Frühjahrsformen.

WF. *Coelodonta antiquitatis*, *Equus* sp., *Rangifer tarandus*, *Bison priscus*.

Ök. Offene Landschaften mit Wiesensteppen und verstreut parktaiga-artigen Gehölzen (Birken-Kieferngehölze mit vereinzelt anspruchsvolleren Arten), Weidengebüschen und Galeriewäldern. Eutropher Flachwassersee mit *Carex*-Wiesen und -sümpfen. Nur noch schwacher Salzwassereinfluß.

K. Boreal-subarktisch, kontinental. Trockene warme Sommer.

AS - II a (C) und II b (A). Stadial

G. Tropfenböden, Kryoturbationen, gelegentlich stark entwickelte Frostspalten (Eiskeile), sandige Fließerden, kräftige Denudation. Denudationsfläche, darüber Sande und kiesige Sande.

Ök. Tundren und Steppen. Permafrost mit Strukturböden und Spaltennetzen. Deflation, Solifluktion und fluviatile Vorgänge. Geringe Lößbildung.

K. Arktisch. Relativ feucht.

AS - II b (B). Interstadial

Älter als 55 000 B. P.

G. Überwiegend sandige Schluffmudden mit Grobdetritus (Pflanzenhäcksel), geringmächtige kalkhaltige Tonmudden, anmoorige Böden. Der Horizont wurde an vielen Stellen im Becken von der nachfolgenden starken Denudation erfaßt und war nur lokal nachweisbar.

V.PA. Ähnlich wie in IIa(B). Nach einer Birkenphase ist eine Birken-Kiefernphase entwickelt. Bis 45 % Baumpollen. *Alnus*, *Picea* und *Corylus* sind mit geringen Anteilen vertreten. *Salix* ist relativ häufig. Außer *Corylus* vereinzelt einige wärmeliebende Arten (*Quercus*, *Tilia*, *Carpinus*). Der Anteil von Gräsern und Kräutern ist hoch (50 bis 60 %). Kennzeichnend sind Heliophyten. Es kommen *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, *Armeria*, Silenaceen, Asteraceen, Chenopodiaceen, ferner Ericaceen, *Calluna*, Gramineen und Cyperaceen vor.

V.MR. Nachgewiesen sind *Potamogeton*-Arten. Selten tritt *P. vaginatus* auf. Häufig sind *Myriophyllum verticillatum* und *Carex*, weniger häufig sind Characeen.

MF. 14 Arten (ohne Pisidien). *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation. *Valvata p. piscinalis* tritt nicht mehr auf. Ihre Stelle nehmen die boreo-alpinen Formen *Valvata p. antiqua* und *Valvata p. alpestris* ein. *Anodonta anatina* ist noch vorhanden. Die Landfauna wird von Arten der offenen Landschaft (*Pupilla*-Fauna) bestimmt: *Pupilla muscorum*, *P. muscorum densegyrata*, *Succinea oblonga*, nun auch *Pupilla loessica*.

Pisidienfauna: Sie nimmt individuell 64 % der Mf ein und umfaßt 9 Arten. Dazu kommt *Sphaerium corneum* mit 3 %. Wie in IIa ist neben dem Grundbestand die boreo-alpine Assoziation mit *P. hibernicum*, *stewarti*, *lilljeborgi* und *henslowanum* f. *inappendiculata*.

OF. 12 Arten. Durchschnittlich 2500 Klappen/500 cm³ (Optimum 10 300 Klappen). Eurytherm-kaltstenotheerme Fauna. Selten sind allgemein wärmeliebende Sommerformen (*Herpetocypris reptans*). Relativ häufig sind schnellwüchsige Frühjahrsformen (z. B. *Eucypris lutaria*).

Ök. Offene Landschaften mit Wiesensteppen und kleinen parktaiga-artigen Gehölzen (Birken-Kieferngehölze) mit Weidengebüschen und Galeriewäldern. Eutropher Flachwassersee mit *Carex*-Wiesen und -sümpfen. Nur schwacher Salzwassereinfluß.

K. Boreal-subarktisch, kontinental. Trockene, relativ warme Sommer.

AS - II b (C) und III (A). Stadial

¹⁴C-Datierung: Älter als 50 000 (vgl. GrN in AS - III). Etwa um 60 000 B. P.

G. Tropfenböden, sehr kräftige Kryoturbationen und gravitative Ausgleichsbewegungen, die auf den sommerlichen Mollisol zurückgehen. Mächtige lehmig-sandig-kiesige Fließerden im Wechsel mit Abtragungsvorgängen. Ausgeprägte Spaltennetze: Etwa drei aufeinanderfolgende Generationen, zunächst

zwei Generationen mit schwach ausgebildeten Frostspalten, dann eine letzte von längerer Bildungsdauer mit bis 8 m tiefen und bis 2 m breiten Eiskeil-pseudo-morphosen und Polygonen mit 5 bis 30 m Durchmesser, je nach Tiefe/Mächtigkeit feinkörniger frostgefährdeter Sedimente im Untergrund. Ein hoher Schluff-/Feinerdeanteil in den Fließerden des Horizontes verweist auf einen höheren Grad der Frost-/Feinerdeverwitterung („Verlössung“). Nur über geringe Strecken aushaltende untergeordnete Denudationsflächen, die vor allem mit den Frostspaltengenerationen verbunden sind, verweisen auf zunehmende Abtragungsvorgänge, vor allem in Form von Deflation in dem für die West- und Nordwestwinde zugänglichen Becken hin. Sie enden in der die gesamte Folge II b übergreifenden Denudationsfläche, von der auch der markante Strukturboden ausgeht. Sie verweist auf eine lang anhaltende Zeit der Deflation und damit verbundenen Materialtransport und Lößablagerung in der Umgebung hin. Danach kam es wieder zur Einschwemmung von Sanden und kiesigen Sanden, dabei auch zur Erosion in Form kleiner schmaler Rinnen, die die Denudationsfläche durchschnitten.

Ök. Niedrungstundren, Kältesteppen, Frostschuttwüsten. Ausgeprägter Permafrost mit Strukturböden, Spaltennetzen, starker Solifluktion, Deflation und Lößbildung. Ablagerung von Lößdecken in der Umgebung des Seeländereitales und ihre Überprägung zu Fließ- und Schwemmlössen.

K. Arktisch. Überwiegend kalt, relativ feucht. Während des stadialen Klimatiefpunktes kalt-trocken. Ausgeprägtes Stadial. Nach dem ersten Stadial des Weichselzyklus ein besonders einschneidendes Ereignis.

AS - III (B). Interstadial

¹⁴C-Datierung: Fr 17 = GrN 7078 = 49 200 ± 4 100/-2 700 B. P.

G. Auf Grund der langen vorausgehenden Dauerfrostboden-Phase stagnierten Grundwasserbewegung und Subrosion. Daher setzt erst zögernd wieder eine Absenkung des Untergrundes ein. Das bedeutet aber, daß Erosion möglich war. In den dadurch entstandenen Rinnen sowie nur in tiefsten Beckenteilen wurden kleinflächig die Mudden von III (B) abgesetzt. Es sind Sand- und Schluffmudden mit z. T. hohen Anteilen an Grobdetritus (vor allem Gräser), seltener sind tonige Mudden. Geringmächtige Schwemm- und Grastorfe.

V.PA. Geringer, etwa 20 bis 30 % hoher Anteil von Baumpollen, entsprechend bis 80 % hoher Anteil von Kräutern und Gräsern. Angedeutet ist eine Birken-Kiefernphase mit *Picea* und *Alnus*. Auch *Corylus* tritt mit geringen Werten auf. Viel *Salix*. Unter den Kräutern sind *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, Chenopodiaceen, Silenaceen, Ericaceen, *Calluna* und Gramineen häufig. Gegen Ende der Phase nehmen Cyperaceen zu. Ob die gelegentlich auftretenden wärmeliebenden Baumarten (*Tilia*, *Carpinus*) auf allochthonen Pollen zurückgehen oder nicht, läßt sich nur schwer entscheiden.

V.MR. Hölzer von *Pinus* und *Salix*. *Potamogeton*-Arten: Selten ist *P. vaginatus*, ferner *P. densus*, *P. obtusifolius*, *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, Characeen.

MF. Die Molluskenfauna ist artenarm (8 Arten ohne Pisidien). In der Wasserfauna überwiegen *Lymnaea peregra* f. *ovata* und *Sphaerium corneum*. *Valvata piscinalis antiqua* und *alpestris* kennzeichnen den boreo-alpinen Charakter der Fauna. Die Landfauna ist eine Steppenfauna in Form der *Pupilla*-Fauna. Es treten *Pupilla muscorum*, *P. muscorum densegyrata*, *Pupilla loessica* und *Succinea oblonga* auf.

Pisidienfauna: Individuell 74 % der MF entfällt auf Pisidien. 4 Arten treten auf, dazu kommt in dieser Muschelfauna noch *Sphaerium corneum* mit 2 %. Der *antiqua-alpestris*-Assoziation entspricht die boreo-alpine *lilljeborgi-inappendiculata-conventus*-Assoziation. Dazu gesellt sich die kosmopolitische Art *P. casertanum*.

OF. Sie führt 10 Arten. Durchschnittlich 5200 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 46 600 Klappen). Es ist eine überwiegend eurytherm-kaltstenotherme Fauna. Kennzeichnend sind neben kaltstenothermen Dauerformen besonders die schnellwüchsigen Frühjahrsformen (*Eucypris lutaria*, *Eucypris virens*).

Ök. Offene Landschaften mit Wiesensteppen und kleinen Gehölzen (Birke, Kiefer). Gebüschgesellschaften, z. B. Weidengebüsche in den Niederungen. Tümpel und Teiche, eutroph, mit *Carex*-Wiesen und -sümpfen.

K. Subarktisch-boreal. Trocken, warme Sommer.

AS - III (C) und IV (A). Stadial

G. Schwache Kryoturbationen, Kleine Frostspalten. Sandig-schluffige Fließberden. Hoher Feinerdeanteil (Verlössung). Denudationsfläche, darüber sandig-kiesige Sedimente.

Ök. Tundren und Lößsteppen. Permafrost. Gelegentlich Spaltenetze. Deflation. Lößbildung.

K. Arktisch. Zunehmend trocken.

AS - IV (B). Zwei Interstadiale (a und b)

¹⁴C-Datierung: Fr 22 = 32 500 +/- 2600 B. P.

G. Sand- und Schluffmudden, seltener tonige Mudden, gelegentlich Grobdetritus (Pflanzenhäcksel), geringmächtige Gras- und Moostorfe. Der bis 2,5 m mächtige Horizont ist im ganzen Seebecken verbreitet. Er ist durch ein sandiges Mittel (eingeschwemmte Sande und kiesige Sande) in zwei Muddefolgen gegliedert (a und b).

V.PA. In beiden Interstadialen geringe Baumpollendichte (etwa 20 %) und 70 bis 80 % hohe Anteile von Kräutern und Gräsern (*Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, *Thalictrum*, Silenaceen, Ericaceen, *Calluna*, Gramineen, höhere Anteile von Cyperaceen).

Baumpollen erreichen mitunter bis 40 %. *Pinus* und *Betula* sind mit gleichen Anteilen vertreten. Vereinzelt kommen *Picea*, *Alnus* und *Corylus* vor. *Salix* ist vorhanden. Da nur jede zweite Probe untersucht wurde, wird die Untergliederung in zwei Interstadiale mit Hilfe der Pollenspektren nicht deutlich. Immerhin ist zwischen ihnen ein deutlicher Rückgang der Baumpollen zu erkennen. Im allgemeinen ist für beide Abschnitte eine Birken-Kiefernphase angedeutet.

V.MR. In den Mudden wurden *Potamogeton*-Arten nachgewiesen: *P. vaginatus*, *perfoliatus*, *filiformis*, *pectinatus*, *obtusifolius*. Ferner kommen *Sparganium erectum*, *Carex flava*, *Carex* sp., *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, Characeen vor. Holzreste stammen von *Pinus* und *Salix*.

MF. Die Molluskenfauna umfaßt ohne Pisidien 10 Arten. In beiden Interstadialen herrscht eine Assoziation mit *Lymnaea peregra* f. *ovata*, *Sphaerium corneum*, *Gyraulus acronicus*, *Valvata piscinalis antiqua*, *Valvata p. alpestris* vor. Pisidien erreichen sehr hohe Anteile. Damit wird die Entwicklung von AS - III fortgesetzt. Jetzt überwiegt *V. p. alpestris* gegenüber der *antiqua*-Form. Insgesamt ist es eine boreo-alpine Assoziation. Landfauna: Alle nachgewiesenen Arten deuten auf die Ausbildung einer Lößsteppenfauna hin. So kommen vor: *Pupilla muscorum*, *P. m. densegyrata*, *Pupilla loessica* und *Succinea oblonga*; aber auch die etwas anspruchsvollere Art offener Landschaften, *Vallonia costata*, tritt auf.

Pisidienfauna: Die Kleinmuscheln erreichen in beiden Interstadialen hohe individuelle Anteile von 50 bis 69 % der Molluskenfauna, dazu *Sphaerium corneum* mit bis 20,8 %. Fünf Arten treten auf: die kosmopolitische Art *Pisidium casertanum* sowie die vier Arten der boreo-alpinen Assoziation *hibernicum-lilljeborgi-inappendiculata-conventus*.

OF. Insgesamt 16 Ostracodenarten treten auf. 13 Arten kommen in IVa und 14 Arten in IVb vor. Bei Berücksichtigung aller untersuchter Proben entfallen durchschnittlich 7500 Klappen/500 cm³. Das beobachtete Optimum liegt bei 91 500 Klappen/500 cm³. Beschränken wir uns auf die Proben jener Profile, wo die Trennung in die beiden interstadialen Folgen deutlich vorhanden war, so ergeben sich folgende absolute Häufigkeitswerte: IVa - durchschnittlich 6100 Klappen/500 cm³ (Optimum 10 000 Klappen). IVb - 5000 Klappen/500 cm³ (Optimum 11 300 Klappen). Generell herrscht eine eurytherm-kaltstenothe Fauna mit 80 bis 90 % der individuellen Häufigkeit vor. Charakteristisch sind schnellwüchsige Frühjahrsformen (vor allem *Eucypris*-Arten). In beiden Interstadialen treten während des klimatischen Optimums auch allgemein wärmeliebende Sommerformen auf: *Cypridopsis vidua*, *Ilyocypris gibba*. In diese Abschnitte fällt jeweils auch die höchste Arten- und Individuenhäufigkeit. Das Sandmittel zwischen den Folgen hat eine artenarme kaltstenothe Fauna: 5 Arten, 500 Klappen/500 cm³ Sediment.

WF. Rest von *Rangifer tarandus*.

Ök. Offene Landschaften mit Wiesensteppen, verstreut kleinen Gehölzen (Birken, Kiefern), Strauchgesellschaften (z. B. Weidenbüsche). Während der kalten Phase, die die beiden relativ gleichartig entwickelten Interstadiale trennt, gab es offene Steppen- und Strauchtundrenlandschaften, möglicherweise mit verstreuten kleinen Gehölzen.

Eutropher Flachwassersee mit *Carex*-Wiesen und -sümpfen. Geringer Salzwassereinfluß. Geringerer Kalkgehalt (*Myriophyllum verticillatum*).

K. Subarktisch-boreal, kontinental. Relativ warme Sommer. Zwischenphase kalt, arktisch-subarktisch. Allgemein trocken.

AS - IV (C) und V (A). Stadial

G. Schwache Kryoturbationen, kleine Frostspalten und Polygone. Schluffige Fließerden, mitunter als geschlossene Decke mehrere Meter mächtig. Starke Feinerdeverwitterung (Verlössung). Denudationsfläche. Darüber geringmächtige Sande.

Ök. Tundren und Kältesteppen (Lößsteppen). Frostschuttwüsten. Permafrost. Lößverwehung.

Geringe Intensität der Froststrukturen auf Grund der Aridität.

K. Arktisch-hocharktisch. Trocken.

AS - V (B). Interstadial

¹⁴C-Datierung: Fr 23 = 25 000 +/- 750 B. P.

G. Sand- und Schluffmudden, untergeordnet tonige Mudden und grobdetritusreiche Horizonte. Geringmächtige torfige Bildungen (Grastorfe). Der organogene Horizont hat eine geringere Verbreitung im Becken als die Mudden von IV, da die Subrosion und damit die Absenkung wieder unterbunden ist (offensichtlich zu kurze Zeit mit dauerfrosthreiem Untergrund).

V.PA. Geringer Anteil von Baumpollen (10 bis 15 %) gegenüber sehr hohem Anteil von Kräuter- und Gräserpollen (85 bis 90 %). Angedeutet ist eine Birkenphase mit wenig Beteiligung der Kiefer. Vorwiegend offene Landschaften mit Gramineen und Heliophyten. Häufig sind *Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, Asteraceen, Silenaceen, *Thalictrum*, Ericaceen, ferner treten auf *Scabiosa*, *Centaurea*, *Plantago*, *Euphorbia*, Gentianaceen, Rosaceen. Vereinzelt und selten treten *Alnus*, *Corylus* und *Picea* auf.

V.MR. Holzreste von Weide und Birke. *Potamogeton*-Früchte. *Carex* sp. Vereinzelt Characeen.

MF. Ohne Pisidien umfaßt die verarmte Fauna nur 8 Arten. Es handelt sich um eine Assoziation aus *Lymnaea peregra* f. *ovata*, *Sphaerium corneum*, *Anisus leucostomus* und der boreo-alpinen Form *Valvata piscinalis alpestris*. *V. p. antiqua* tritt nicht mehr auf. Landfauna: Vereinzelt Arten der Lößsteppenfauna (*Pupilla*-Fauna), wie *Pupilla muscorum*, *P. m. densegyrata*, *Pupilla loessica* und *Succinea oblonga*.

Pisidienfauna: Sie besteht aus 5 Arten und erreicht 35 % des individuellen Anteils der Molluskenfauna. Dazu kommt noch *Sphaerium corneum* mit 17,3 %. Außer der kosmopolitischen Art *Pisidium casertanum* herrscht die boreo-alpine *lapponica-lilljeborgi-inappendiculata*-Assoziation vor. Außerdem kommt *P. stewarti* vor. *P. conventus* tritt nicht mehr auf.

OF. Sie setzt sich aus 14 Arten zusammen. Durchschnittlich waren 2900 Klappen/500 cm³ nachweisbar (Optimum 8900 Klappen). Es herrscht eine eurytherm-kaltstenotherme Fauna vor. Wärmeliebende Elemente kommen nicht vor. Charakteristisch sind schnellwüchsige Frühjahrsformen (*Eucypris lutaria*, *Eucypris virens*, *Cypris pubera*).

Ök. Offene Landschaften mit kräuterreichen Wiesensteppen. Offenbar mit kleinen Birkengehölzen oder -büschen sowie vereinzelt Vorkommen der Kiefer. Eutrophe Tümpel und Teiche. *Carex*-Wiesen und -sümpfe

K. Subarktisch, mit zeitweiligen Anklängen an boreal. Sehr trocken. Relativ warme Sommer.

AS - V (C), VI und VII (A). Stadial mit Intervallen

¹⁴C-Datierung: Nach Fr 23 und 24 zwischen 22 000 und 16 000 B. P.

G. Der Horizont besteht aus durch das ganze Becken aushaltenden, 3 bis 5 m mächtigen schluffig-sandigen Fließerden und Lößderivaten, wie Feinsanden und lößartigen Schluffen, auch tonigen Schluffen. Uferwärts schalten sich kiesige Fließerden und Schuttbildungen ein. Außerhalb des Seebeckens entspricht diesen Bildungen der weichselzeitliche Hauptlöß. Kryoturbationen zeigen nur geringe Intensität. Es wurden drei bis vier Frostspaltengenerationen beobachtet, die von Deflationsflächen ausgingen und nur geringe Tiefe (0,5 bis 1,5 m) hatten sowie kleine Polygone bildeten. Diese Froststrukturhorizonte sowie die mit ihnen zusammenhängenden, von Deflation überprägten Oberflächen deuten auf eine drei- bis vierfache Unterbrechung bzw. Untergliederung des Abschnitts hin. Wahrscheinlich handelt es sich um kurzfristige wärmere Phasen von der Intensität von Intervallen. Mindestens ein solches Intervall konnte nachgewiesen werden. Es handelt sich um auf nur kurze Strecken (10 bis 25 m) aushaltende geringmächtige Lagen aus Sand- und Schluffmudden mit nur geringem Anteil an pflanzlichem Grobdetritus (Pflanzenhäcksel, Gräser, Moose, Strauchreste).

Diese Lagen wurden nie in Superposition beobachtet, kamen aber in verschiedenen Höhen des Horizontes vor, so daß die Annahme berechtigt ist, daß mindestens drei derartige Unterbrechungen der periglaziären Ablagerungen vorhanden waren. Das entspricht auch der Beobachtung von den drei bis vier Froststrukturgenerationen mit durch Deflation überprägten Oberflächen. Diese Erscheinungen folgten jeweils den Intervallen. Am Ende des Abschnitts (VII -A) kommt es über der den gesamten Horizont beckenweit abschließenden Denudationsfläche zur weitflächigen Einlagerung von Sanden und sandigen Kiesen.

V.PA. Die Sand-/Schluffmudden enthielten den höchsten Anteil von Nichtbaumpollen im gesamten Profil. Sie erreichten 93 %, während 7 % Baumpollen auf Birke, Kiefer und *Salix* entfallen. Ob die verstreut auftretenden Pollen von *Alnus*, *Picea* und *Corylus* autochthon sind oder nicht, läßt sich nicht entscheiden. Unter den Kräutern und Gräsern überwiegen Gramineen mit bis 80 %. Cyperaceen sind nur gering beteiligt. Häufig und charakteristisch sind die Grasnelke (*Armeria*), *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, Ericaceen, *Calluna*, Asteraceen, *Geranium*, Silenaceen, *Centaurea* und Chenopodiaceen.

V.MR. Gras- und Moosreste, *Carex* sp., *Potamogeton* sp., Reste von Sträuchern (Zwergsträuchern?).

MF. In den limnischen Ablagerungen der Intervalle erschien eine artenarme Molluskenfauna (8 Arten ohne Pisidien) mit *Lymnaea peregra* f. *ovata*, *Lymnaea truncatula*, *Sphaerium corneum* und Pisidien. Zu dieser Gewässerfauna kommt eine Komponente der Landfauna, die nur aus Arten der Lößsteppe besteht (*Pupilla*-Fauna). Es sind *Pupilla muscorum*, *P. m. densegyrata*, *Pupilla loessica*, *Succinea oblonga* und die zentralasiatische Art *Vallonia tenuilabris*. In den periglazialen Schluffen und Sanden des Horizonts wurden nur diese Arten beobachtet. Meistens bildeten sie die artenarme Variante der *Pupilla*-Fauna, bestehend aus *Pupilla muscorum* und *Succinea oblonga* oder nur aus *Succinea oblonga*. Gelegentlich gesellte sich die eine oder andere oben genannte Art dazu.

Pisidienfauna: Sie nahm etwa 25 % des individuellen Anteils der Molluskenfauna ein. *Sphaerium corneum* erreichte etwa 10 %. Es kommen *Pisidium henslowanum* f. *inappendiculata*, *P. lilljeborgi* und *P. casertanum* vor. So erinnert sie an die boreale Assoziation.

OF. Auch die Ostrakodenfauna ist sehr artenarm. 4 Arten wurden in den limnischen Sedimenten nachgewiesen. Zugleich ist sie sehr individuenarm: So kamen 20 Klappen/500 cm³ vor (Optimum 50 Klappen). Die Fauna ist eurytherm-kaltstenotherm. Es kommen Arten vor, die auch längere Trockenzeiten mit Dauerstadien überstehen können. Es sind *Candona candida*, *Cytherissa lacustris*, *Limnocythere inopinata* und *Limnocythere sancti-patricii*.

Ök. Intervalle: Offene Landschaften, vor allem kräuterreiche Wiesensteppen, auch als Grassteppen,, offenbar mit kleinen Birkengehölzen/-gebüschchen, Weidengebüschchen, vielleicht vereinzelt Kiefern. Birken und Weiden auch als Zwergsträucher. Temporäre Kleingewässer mit *Carex*-Wiesen und -sümpfen. Der Permafrost war offenbar nicht endgültig aufgelöst und im Boden verblieben. Keine Subrosion.

Stadiale: Lößsteppen und Tundren, Frostschuttwüsten. Permafrost. Starke Frostverwitterung, Deflation und Lößbildung. Löß außerhalb des Seegebietes als bis 6 m mächtiger Fluglöß. In den Niederungen (Seebecken) kleine, wenig zusammenhängende Spaltenetze und Frostspalten von geringer Tiefe auf Grund der hohen Aridität. Geringe Auftautiefen im Sommer.

K. Intervalle: Subarktisch, trocken.

Stadiale: Hocharktisch. Ausgeprägt kalt und trocken. Kaltklimatischer Tiefpunkt der Weichselkaltzeit bzw. des Klimagroßzyklus.

Abfolgen 1 und 2 von Müheln mit den Mühelner Intervallen 1 und 2

Gegen Ende des Horizonts AS VI - VII (A) beginnt das Spätglazial mit zwei schwachen Schwankungen, die in der Sedimentfolge des westlichen Geiseltals erfaßt wurden (Abb. 25 und 26). Wie im Ascherlebener Seebecken, folgte auch hier die Sedimentation dem kleinzyklischen Klimaablauf, so daß gleichartig gegliederte Sedimentzyklen entstanden. Nach den diesen Abschnitt begrenzenden ¹⁴C-Daten sind die Mühelner Intervalle 1 und 2 etwa zwischen 16 500 und 14 500 B. P. anzusetzen.

AS - VII (A1) - Mü 1 (A). Stadial

G. Auf der Niederterrasse der Geisel lagern Löß und Fließerden mit Froststrukturen (Kryoturbarationen, Eiskeile) - das Äquivalent zu AS - VI. Darauf folgen geringmächtige sandige Kiese und Sande, die in lößartige Beckenschluffe übergehen. Dieser Horizont entspricht AS - VII (A).

MF. In den Schluffen befindet sich eine *Pupilla*-Fauna mit einigen Arten feuchterer tundrenartiger Biotope in den Niederungen. Sie umfaßt acht Arten. Sechs Arten sind typisch für die Lößsteppe: *Pupilla muscorum*, *P. m. densegyrata*, *Pupilla loessica*, *Vallonia tenuilabris*, *Trichia hispida* und *Succinea oblonga*. Dazu kommen zwei Kleinmuscheln, die kleine Gewässer besiedelten: *Sphaerium corneum* und *Pisidium* sp.

Ök. Kräuterreiche Wiesensteppen (Lößsteppen) auf den Hochflächen, Niederungstundren mit Zwergstrauchheiden, *Carex*-Wiesen und -sümpfen. Permafrost mit Froststrukturböden. Lößbildung.

K. Hocharktisch/arktisch. Kalt-trocken.

Mü 1 (B). Intervall

G. Aus den basalen lößartigen Beckenschluffen gehen geringmächtige Schluffmudden hervor, die mit pflanzlichem Grobdetritus angereichert sind (Gräser, Moose, Hölzer von Sträuchern).

V.PA. Pollenanalysen liegen nicht vor (starke Verunreinigung durch umgelagerte Braunkohle).

V.MR. Moose, Gräser. Hölzer von Zwergsträuchern. Früchte und Samen von *Carex* sp., *Ranunculus aquatilis* und *Myriophyllum verticillatum*.

MF. 12 Arten (ohne Pisidien). Gewässerfauna mit einer Assoziation ähnlich wie im Zyklus V aus *Lymnaea peregra* f. *ovata* (bis 48 %), *Lymnaea truncatula*, *Sphaerium corneum* und zahlreichen Pisidien. Mitunter tritt der boreo-alpine *Gyraulus acronicus* auf. Die begleitende Landfauna (parautochthone Komponente) umfaßt 20 % der Fauna und besteht aus Elementen einer Tundrenassoziation (*Columella*-Fauna) und der Lößsteppenfauna (*Pupilla*-Fauna). Das sind Arten, wie *Columella columella*, *Pupilla muscorum densegyrata*, *Pupilla loessica*, *Vallonia tenuilabris*, *Trichia hispida* und *Succinea oblonga*.

Pisidienfauna: Sie nimmt individuell 35 % der Mf. ein und besteht mindestens aus 4 Arten; dazu kommt *Sphaerium corneum* mit 2,5 % . An Pisidien wurden bisher *P. milium*, *casertanum* und *obtusale* f. *lapponica* bestimmt. Das sind zwei kosmopolitische und eine boreale Form.

OF. Arten- und individuenarm. Etwa 7 Arten. Eurytherm-kaltstenothermer Grundbestand (*Candona candida*, *Candona neglecta*) mit einigen schnellwüchsigen Frühjahrsformen, die temporäre Gewässer des arktischen Sommers bewohnen.

Ök. Offene Landschaften mit Wiesensteppen, vereinzelt Gebüsch aus Birken und Weiden, teilweise feuchten Talniederungen mit Zwergstrauchformationen, *Carex*-Wiesen und -sümpfen, temporären Kleingewässern.

K. Subarktisch, relativ trocken.

Mü 1 (C) - Mü 2 (A). Stadial

G. Lößartige Beckenschluffe und sandige Schluffe mit Kryoturbationen, darüber eine Denudationsfläche, von der bis 2 m tiefe Frostspalten ausgehen. Darauf lagern kiesige Sande und Sande.

MF. 9 Arten. Sie gehören zu einer *Pupilla*-Fauna (*P. muscorum*, *P. m. densegyrata*, *P. loessica*, *Succinea oblonga*, *Vallonia tenuilabris*, dazu die an wärmere Sommertemperaturen etwas anspruchsvollere *Pupilla sterri*). Daneben treten Arten der feuchteren Niederungstundra auf: *Columella columella* und die akzessorischen, z. T. Feuchtigkeit liebenden *Succinea putris* und Limacidae.

Ök. Kräuterreiche Wiesensteppen (Lößsteppen) auf den Hochflächen, Niederungstundren mit Zwergstrauchheiden, *Carex*-Wiesen und -sümpfen. Permafrost. Froststrukturböden in den Niederungen. Gelegentliche und lokale Lößbildung.

K. Arktisch. Trocken, etwas feuchter als vorangehende Stadiale.

Mü 2 (B). Intervall

G. Auf Beckenlöß lagern Sand- und Schluffmudden mit pflanzlichem Grobdetritus und Holzresten von Sträuchern. Stellenweise geringmächtige Gras- und Moostorfe, sandiger Schwemmtorf.

V.MR. Reste von Gräsern, Moosen, Zwergsträuchern. Früchte und Samen von *Carex* sp., *Myriophyllum verticillatum*, Oogonien von Characeen.

MF. 24 Arten ohne Pisidien. Die Gewässerfauna besteht aus *Lymnaea peregra* f. *ovata*, *Physa fontinalis*, *Armiger crista*, *Lymnaea truncatula* und *Anisus leucostomus*. Die Arten deuten auf stehende bis sumpfige Kleingewässer. Im sumpfigen Milieu der Umgebung fand sich vor allem *Succinea putris* ein, während auf verschiedenen feuchte Biotope in der Umgebung akzessorische Elementen deuten, wie *Perpolita radiatula*, *Euconulus fulvus*, *Punctum pygmaeum* und *Cochlicopa lubrica*. In den Zwergstrauchgebüsch lebte die alpine Art *Eucoeresia diaphana*.

Einen Höhepunkt erlebt die *Columella columella*-Fauna. Die namengebende Art erreicht individuell bis 27 % der Fauna. Auch die Vertreter der offenen trockenen Steppen erreichen hohe Werte: *Pupilla muscorum*, *P. m. densegyrata* und *Vallonia tenuilabris*. Eine typische Art der Lößsteppe tritt jetzt nicht mehr auf (*P. loessica*). Dafür treten zum ersten Mal nach dem Hochglazial die etwas anspruchsvolleren Arten der offenen Landschaft, *Vallonia costata* und *Vallonia pulchella* auf.

Pisidienfauna: Ihr individueller Anteil an der Molluskenfauna ist nur 13 % hoch und verweist auf allmählichen Rückgang. Drei bis vier Arten, ähnlich wie in Mü 1.

OF. Arten- und individuenarm, etwa 5 bis 8 Arten. Eurytherm-kaltstenotherme Fauna mit schnellwüchsigen Frühjahrsformen.

Ök. Offene Landschaft mit kräuterreichen Wiesensteppen, Zwergstrauchheiden, teilweise versumpften Niederungen mit beständigen pflanzenreichen Kleingewässern. *Carex*-Wiesen und -sümpfe.

K. Subarktisch. Durchschnittlich trocken, relativ feucht.

Mü 2 (C) - Mü 3 (A)/AS - VII (A2). Stadial

G. Zunächst entstanden über den Mudden wieder Beckenschluffe, danach sandig-schluffige Ablagerungen durch Einschwemmung und Solifluktion. Zum Teil sind sie fließerdeartig. Linsen lößartiger Schluffe fügen sich ein. Kryoturbationen und Frostpaltenetze. Die Spalten sind bis 2 m tief. Denudationsfläche, darauf eingeschwemmte z. T. kiesige Sande, die nach oben in lößartige Beckenschluffe übergehen.

V.PA (AS). Ausgehende Älteste Dryaszeit: Über 60 % hoher Anteil von Kräutern und Gräsern, vor allem Cyperaceen, weniger Gramineen. Häufig sind *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, Chenopodiaceen, ferner *Galium*. Sanddorn (*Hippophae*) tritt auf. Unter den Baumpollen überwiegen mit bis 30 % der Gesamtpollensumme *Salix* und mit etwa 20 % Birken. Die Pollen stammen überwiegend von Zwergsträuchern, aber bei den Birken z. T. wohl auch schon von Bäumen. Vereinzelt kommt Kiefer vor. Zögernder Beginn der Wiederbewaldung gegen Ende der Ältesten Dryaszeit.

V.MR. Zahlreiche Holzreste von Polarsträuchern, im AS bis armdicke Weidenstämme in Ufersanden.

MF. 23 Arten (ohne Pisidien) konnten in den Beckenschluffen und Sanden mit reichlich Ast- und Zweigdetritus von Sträuchern festgestellt werden. Vertreter der *Pupilla*- und der *Columella*-Fauna bilden den Grundbestand (*Pupilla muscorum*, *P. m. densegyrata*, *P. loessica*, *Vallonia tenuilabris*, *Trichia hispida*, *Succinea oblonga*, *Columella columella*). Sie erreichen bis 60 % des Individuenanteils der Fauna. In feuchtigkeitsliebenden Assoziationen hat *C. columella* das Übergewicht. Sie ist hier mit Arten mittelfeuchter bis sumpfiger Standorte assoziiert (*Cochlicopa lubrica*, *Punctum pygmaeum*, *Perpolita radiatula*, *Euconulus fulvus*, Limacidae, *Succinea putris*). Die boreo-alpine Form *Vertigo genesii genesii* tritt hier zum ersten Male auf.

In der Fauna der offenen Landschaft bleiben *Vallonia pulchella* und *costata* erhalten, was wie der Artenreichtum auf günstigere stadiale Bedingungen hinweist. Die Gewässerfauna setzt sich wie zuvor aus Arten kleiner stehender bis sumpfiger pflanzenreicher Gewässer zusammen. - Der gleiche Grundbestand der *Pupilla*- und *Columella*-Fauna mit 6 Arten auch im AS. In der Gewässerfauna wurden der boreo-alpine *Gyraulus acronicus*, ferner *Armiger crista* und *Sphaerium corneum* sowie einige Pisidien (*P. hibernicum*, *obtusale* f. *lapponica*, *liljeborgi*) nachgewiesen.

OF. (AS). 9 Arten, durchschnittlich 85 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 130 Klappen). Eurytherm-kaltstenotherme, arktische Fauna (ähnlich wie in VI). Charakteristisch sind schnellwüchsige Frühjahrsformen mit 30 % Anteil an der Fauna (*Eucypris lutaria*, *Eucypris vires*), ferner die Dauerformen *Cyprinotus incongruens* und die kaltstenotherme *Candona candida*.

MF. *Rangifer tarandus*.

Ök. Kräuterreiche Wiesensteppen, Niederungstundren, Zwergstrauchheiden, sommerliche Sümpfe und Kleingewässer, *Carex*-Wiesen. Permafrost, gelegentliche und lokale Lößbildung.

K. Arktisch, kontinental. Durchschnittlich trocken, etwas feuchter.

AS - VII (B), Mü 3 (B). Interstadial („Bölling“-Interstadial)

¹⁴C-Datierung (AS): H 88/74 = 13 250 +/- 280 B. P. H 106/89 = 12 700 +/- 320 B. P. Fr 24 = 12 890 +/- 190 B. P. Mü: LZ-1147 = 12 760 +/- 120 B. P.

G. Aus einem Beckenlöß geht eine Schluffmudde hervor (ausgehende Älteste Dryaszeit), auf dieser sind tonige, an Pflanzenhäcksel reiche Grobdetritusmudden, Flachmoortorfe und schluffige Tonmudden entwickelt, im Geiseltal sind es auch Gras- und Moostorfe mit Holzresten (Baumbirken) sowie Travertinsande mit grobkörnigen Travertinaggregaten.

V.PA (AS). Die Pollendichte nimmt zu. Baumpollen erreichen etwa 40 %. Unter ihnen überwiegen Birken, weniger häufig sind Kiefern. Eine Birkenphase zeichnet sich ab. Noch hoher Anteil von Kräutern und Gräsern der offenen Landschaft (*Artemisia*, *Helianthemum*, *Sanguisorba minor*, *Thalictrum*, *Galium*, Cruciferae, Umbelliferae, *Plantago*, Labiatae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, *Filipendula*, *Lythrum*, *Gentiana*, *Vaccinium*, *Empetrum*, *Sanguisorba officinalis*, Ranunculaceae, Rosaceae, Gramineae, Cyperaceae).

V.MR (AS). *Potamogeton*-Arten (*vaginatus*, *pusillus*, *densus*, *crispus*, *filiformis*, *pectinatus*, *obtusifolius*). *Carex flava*, *Carex* sp., *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, Characeen.

Diatomeenflora: 157 Formen. 0,6 % Salzwasser-, 10,2 % Brackwasser- und 89,2 % Süßwasserformen.

MF. In den Gewässern des Ascherslebener Beckens wurden 21 Arten (ohne Pisidien) nachgewiesen. Die Gewässerfauna besteht aus folgenden Arten: *Lymnaea peregra* f. *ovata*, *Lymnaea palustris*, *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea truncatula*, *Armiger crista*, *Sphaerium corneum* und die boreo-alpinen Formen *Gyraulus acronicus* und *Valvata piscinalis antiqua*. Die terrestrische Komponente besteht aus allen auch in der Ältesten Dryas nachgewiesenen Arten der *Pupilla*- und *Columella*-Fauna. Neu tritt die boreo-alpine Art *Vertigo genesii* auf.

Pisidienfauna: 9 Arten erreichen etwa 10 % individuellen Anteil der Gesamtf fauna. Dazu kommt *Sphaerium corneum* mit 7,5 %. Die boreo-alpine *hibernicum-lilljeborgi-laponica*-Assoziation bleibt erhalten, doch kommen paläarktisch-holarktisch-kosmopolitische Arten hinzu (*nitidum*, *amicum*, *subtruncatum*, *casertanum*, *obtusale*), außerdem *P. pulchellum*.

Im Geiseltal tritt während dieses Interstadials (Mü 3) der gleiche Grundbestand in Wasser- und Landfauna auf. Die MF ist aber artenreicher. Insgesamt wurden 34 Arten (ohne Pisidien) nachgewiesen. Mit *Planorbis planorbis* ist hier die *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation besser ausgeprägt. Zusätzlich treten *Gyraulus laevis*, *Hippeutis complanatus*, *Physa fontinalis* und *Acroloxus lacustris* auf. In der Fauna der offenen Landschaft kommen weiterhin als charakteristische Vertreter *Vallonia costata* und *Vallonia pulchella* vor. Im Gegensatz zu den Thanatozönosen vom AS erscheinen zahlreiche Vertreter der mittelfeuchten bis sumpfigen Standorte einschließlich der beiden boreo-alpinen Formen *Vertigo genesii genesii* und *V. g. geyeri*.

OF. Es tritt wieder eine arten- und individuenreiche Ostrakodenfauna auf: 26 Arten, durchschnittlich 4800 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 12 900 Klappen). Neu sind 7 wärmeliebende Arten, die etwa 26 % der individuellen Häufigkeit erreichen, darunter bereits 2 warmstenotherme Arten (*Notodromas monacha*, *Dolerocypris fasciata*). Ferner sind es *Ilyocypris gibba*, *Potamocypris villosa*, *Cypridopsis vidua*, *Herpetocypris reptans*. Charakteristisch sind auch die schnellwüchsigen Frühjahrsformen (*Eucypris virens*, *Eucypris crassa*, *Cypris pubera*). Sie erreichen 16 %. 58 % nehmen andere eurytherme und kaltstenotherme Arten ein.

WF. *Perca fluviatilis* (AS, Mü). Einige Reste von *Bison* sp. (Mü).

Ök. Offene Landschaft mit Wiesensteppen und verstreuten Gehölzen (Birkenwälder mit Kiefern), auch als Galeriewälder. Weidengebüsche, Zwergstrauchheiden. Eutrophe Kleingewässer und Sümpfe. Relativ starke Vernässung in den Auen und Niederungen. Offenbar Auflösung des Dauerfrostbodens in weiten Teilen der Landschaft, damit verbunden beginnende Aktivierung der Subrosion, geringer Salzwassereinfluß in den Gewässern: Auftreten von *Potamogeton vaginatus* und einigen Salzwasser-Diatomeen.

K. Boreal, kontinental. Trocken, aber allmähliche Feuchtigkeitszunahme.

AS - VII (C) und VIII (A). Mü 3 (C) und Mü 4 (A). Stadial („Ältere Dryaszeit“)

¹⁴C-Datierung: AS: Fr 25 = 12 520 +/- 180 B. P.

G. AS. Sandig-schluffige Fließerden, Sande, Kryoturbationen, vereinzelt schwache Frostspalten. Denudationsfläche. Darüber wieder kiesige Sande. An tieferen Stellen des Beckens entstanden Beckenschluffe. Am Kliff des Nordufers des Seebeckens wurden Sandlössе aufgeweht.

Im Geiseltal vorwiegend lößartige Beckenschluffe. Darüber lagern über Denudationsfläche geringmächtige Sande. An anderen Stellen geht aus den Schluffen ein vorwiegend aus Gräsern und Moosen bestehender Torf hervor. Dieser stellt die ausgehende Ältere Dryaszeit dar, und nicht, wie bei LITT (1994) erst ein dünnes Braunmoostorfbändchen, das auf einer etwa 5 cm mächtigen Kalkmudde gebildet wurde, welche bei einer derartigen Einstufung als Bölling angesprochen wird. Die Pollenanalysen belegen das nicht (entgegen der Ansicht bei LITT 1994, vgl. auch BÖTTGER 1998). Der 30 cm mächtige sandige Torf unter der Kalkmuddelage ist statt dessen der Älteren Dryaszeit zuzuweisen, wie das die Molluskenfauna und der hohe *Salix*-Gipfel (MANIA et al. 1993) ergeben. Unter dem Torf befand sich ein Anmoor auf Muddesanden, die dem Bölling zugewiesen werden.

V.PA. Wie in der ausgehenden Ältesten Dryaszeit haben Baumpollen relativ hohe Werte (über 60 %).

Doch lassen sich auch hier wieder ein sehr hoher Anteil von *Salix* (AS bis 35 %, Mü bis 60 %) und relativ hohe Werte von Birken nachweisen (AS bis 30 %, Mü bis etwa 10 %). Es ist anzunehmen, daß diese Pollenwerte wieder auf die Polarsträucher zurückgehen. So konnte *Betula nana* nachgewiesen werden. *Pinus* ist auch beteiligt. Sanddorn und Wacholder treten auf. Unter den Kräutern herrschen *Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, *Filipendula*, Umbelliferen, *Thalictrum*, *Galium* und Ericaceen vor. *Anemone*, *Plantago*, *Labiatae*, *Sanguisorba officinalis*, *Rumex*, Caryophyllaceen, *Gentiana* und *Campanula* treten auf. Gramineen und Cyperaceen sind sehr häufig.

MF. Mü: Insgesamt treten 30 Arten (ohne Pisidien) auf. Die Fauna ist ähnlich zusammengesetzt wie jene in der ausgehenden Ältesten Dryaszeit und im Bölling. Die Faunen der offenen Landschaft (*Pupilla*- und *Columella*-Fauna mit allen Arten, auch *Pupilla loessica*) überwiegen (mehr als 50 % individueller Anteil der MF). Dazu kommen die Arten mittelfeuchter bis sumpfiger Standorte und die Gewässerfauna mit ihrer *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation.

OF. AS: 10 Arten, durchschnittlich 480 Klappen/500 cm³ Sediment (Optimum 1200 Klappen). Wärme liebende Arten sind wieder verschwunden. Es herrscht eine eurytherm-kaltstenothe Fauna vor. Kennzeichnend sind einige schnellwüchsige Frühjahrsformen (*Eucypris lutaria*, *Eucypris virens*).

Ök. Kräuterreiche Steppen und Tundren, in geringem Umfang Lößverwehung und Permafrost. Wahrscheinlich einzelne Birkengehölze. Zwergstrauchheiden, ausgedehnte Weidengebüsche. Temporäre Kleingewässer und Sümpfe.

K. Arktisch, kontinental. Durchschnittlich trocken.

AS - VIII (B). Mü 4 (B). Interstadial („Alleröd-Interstadial“)

¹⁴C-Datierung: AS: H 77/54 = 12 300 +/- 260 B. P. Mü: Beginn Alleröd LZ-1202 = 12 110 +/- 80 B. P. LZ-916 = 11 890 +/- 120 B. P. Unter dem Laacher-See-Tuff LZ-928 = 11 030 +/- 100 B. P. Über dem Tuff LZ-914 = 10 950 +/- 100 B. P.

G. Aus Sanden oder Beckenschluffen der ausgehenden Älteren Dryas entwickeln sich Sand- und Schluffmudden, dann schluffige Kalkmudden und Charakalke, im Geiseltal auch grobkörnige Travertinsande mit größeren Travertinaggregaten. Dazu Grobdetritusmudden, Flachmoortorfe, Anmoorböden, Humusgleye. Außerhalb des AS auf einem Kliff des Nordufers bildete sich auf Sandlöß die Initialphase einer Schwarzerde (ALTERMANN et MANIA 1968). In den organogenen Ablagerungen des jüngeren Alleröd-Interstadials wie in der Schwarzerde wurde die vulkanische Asche des Laacher-See-Ausbruchs nachgewiesen, teilweise über große Flächen mit mehreren Kilometern Ausdehnung sowie 3 bis 15 cm Mächtigkeit (AS, Geiseltal).

V.PA. Aus einer Birkenphase (ausgehende Ältere Dryas) entwickelt sich zunächst eine Birken-Kiefern-, dann eine Kiefernphase. Die Baumpollen erreichen 60 bis 80 % der Gesamtpollen. Außer den genannten Baumarten erscheint *Populus* (Espe). *Salix* geht zurück. Unter den Kräutern und Gräsern als Hinweis auf offene Landschaft sind weiterhin *Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, *Thalictrum*, Silenaceen, *Filipendula*, Umbelliferen, *Galium* und Ericaceen charakteristisch. Gramineen erreichen z. T. hohe Anteile, im Geiseltal während des Niederschlags der vulkanischen Asche z. B. über 60 %, während *Pinus* kurzfristig unterdrückt wird (eine Folge des Ascheniederschlags?).

V. MR. Hölzer von *Pinus* und *Betula*, im Geiseltal auch von der Tephra umhüllt. Im Uferbereich eines Gewässers im Geiseltal in einem Torf die Reste eines Birken-Kiefernwaldes.

Früchte und Samen von *Potamogeton*-Arten (AS: *P. vaginatus*, *pusillus*, *densus*, *crispus*, weniger häufig *acutifolius*, *lucens*, *perfoliatus*, *filiformis*, *praelongus* und *obtusifolius*), von *Zannichellia palustris* (deutet mit *P. vaginatus* auf Salzwassereinfluß), *Sparganium erectum*, *Carex flava*, *Carex* sp., *Scirpus mucronatus*, *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*.

Diatomeenflora (AS): 118 Formen. 2,5 % Salzwasser-, 6,7 % Brackwasser- und 90,8 % Süßwasserformen.

MF. In der ausgehenden Älteren Dryaszeit gehen die Anteile der *Pupilla*- und *Columella*-Fauna zu Gunsten der Arten mittelfeuchter und feuchter Standorte sowie der Sumpf- und Gewässerfauna zurück. Im AS herrscht z. B. eine Fauna aus 19 Arten (ohne Pisidien) mit den allgemeinen Vertretern der *Lymnaea-Planorbis*-Assoziation und den erneut auftretenden boreo-alpinen Formen *Valvata piscinalis antiqua* und *Gyraulus acronicus*. Im Alleröd umfaßt die Mf im AS 28 Arten, im Geiseltal 44 Arten (ohne Pisidien). Im Frühalleröd entwickeln sich Faunen, die als eine Wiederholung der Bölling-Faunen anzusehen sind. Daraus gehen die artenreichen Faunen des jüngeren Alleröds (Kiefernphase) hervor. Die Gewässerfauna besteht allein aus 24 Arten. Besonders charakteristisch und sehr individuenreich sind in den Allerödgewässern *Lymnaea peregra*, *Armiger crista*, *Gyraulus laevis*, *Segmentina nitida*, *Sphaerium corneum* und Pisidien. Weniger häufig, aber konstant vertreten sind *Anodonta cygnaea*, *Anodonta anatina*, *Anisus vortex* und *Acroloxus lacustris*. Dazu kommen noch die oben genannten beiden boreo-alpinen Arten. In der Landfauna sind die Offenlandarten das kennzeichnende Element. Es sind die Arten der *Pupilla*- und *Columella*-Fauna, die bis auf *Pupilla loessica* noch alle vorkommen. Zu ihnen gesellen sich *Vertigo pygmaea*, *Vallonia costata* und *Vallonia pulchella* sowie die Arten verschieden feuchter Standorte, wie *Cochlicopa lubrica*, *Punctum pygmaeum*, *Perpolita radiatula*, *Euconulus fulvus*, *Trichia hispida*, *Vertigo angustior*, *Vertigo antivertigo*, *Vertigo genesii genesii* und *V. g. geyeri*, *Succinea putris* und einige andere. Sie treten auch alle als Begleitung der *Bradybaena fruticum*-Fauna, also der auf boreal/kühl temperierte kontinentale Klimaabschnitte beschränkten Waldsteppenfauna auf. Dieser fehlen hier nur die ersten echten Waldarten, die aber während des Alleröds in den benachbarten Bergländern in Gestalt des boreo-alpinen *Discus ruderatus* bereits auftreten.

Pisidienfauna (AS): In der ausgehenden Älteren Dryaszeit erreichen die Pisidien (4 Arten) 20 %, im Alleröd (10 Arten) über 40 % des individuellen Anteils an der MF. *Sphaerium corneum* erreicht etwa 7 %. Es überwiegen paläarktische, holarktische und kosmopolitische Arten, neben ihnen sind boreo-alpine Arten charakteristisch (*P. hibernicum*, *obtusale* f. *lapponica*, *stewarti*, *lilljeborgi*, *henslowanum* f. *inappendiculata*). Dazu kommt *P. pulchellum*.

OF. 22 Arten, durchschnittlich 6 250 Klappen/500 cm³ (Optimum 24 000 Klappen). Zum eurytherm-kaltstenothermen Grundbestand mit zahlreichen Frühjahrsformen (*Eucypris virens*, *Cypris pubera*, *Cyprois marginata*) gesellen sich allgemein wärmeliebende Arten (*Cypridopsis vidua*, *Potamocypris villosa*) und warmstenotherme Arten (*Notodromas monacha*, *Dolerocypris fasciata*).

WF. Reste von *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*.

Pal. Im Kontakt mit limnisch-telmatischen Sedimenten des AS vereinzelte Feuersteinartefakte des ausgehenden Jungpaläolithikums (Federmessergruppen), eine aus Hirschgeweih geschnitzte Speerspitze und eine Rengeweihhacke (HEMPRICH 1932, NIKLASSON 1936, MANIA 1967 d). Im Schwarzerdeboden des Kliffprofils bei Schadeleben kamen unterhalb der Laacher-See-Tephra zahlreiche Silixartefakte zum Vorschein, die ebenfalls zu den Federmessergruppen zu stellen sind. Im Geiseltal einige uncharakteristische Silixartefakte in ufernahen Sedimenten.

Ök. Erst Birken-, dann Birken-Kiefern- und Kiefernwälder mit Zitterpappel. Eingestreut offene Landschaften mit Wiesensteppen. Landschaftscharakter derjenige von Waldsteppen und Parktaigen mit Tschernosemiesensteppen. Vernäbte Auen und Niederungen, Bruchwälder, Rieder, Sümpfe, eutropher Flachwassersee (AS), Kleingewässer. Auflösung des Permafrosts. Subrosion im Untergrund.

K. Boreal mit Tendenz zu kühl-temperiert, aber kontinental-trocken, geringe Feuchtigkeitszunahme.

AS - VIII (C) und IX (A). Mü 4 (C) und Mü 5 (A). Stadial („Jüngere Dryaszeit“)

¹⁴C-Datierung: AS Fr 44 = 10 490 +/- 240 B. P. Mü LZ-936 = 10 820 +/- 140 B. P. LZ-937 = 11 430 +/- 120 B. P.

G. AS. Sandige Schluffe, im Zentrum des Beckens Schluffmudden, geringe Kryoturbationen.

Stellenweise Spaltennetze mit Polygondurchmesser von etwa 3 bis 10 m und nur etwa 1 m tiefen Frostspalten (Eiskeilpseudomorphosen). Denudationsfläche, darüber eingeschwemmte sandige Kiese und

Sande. Auf dem Kliff des Nordufers wurde eine Sanddüne aufgeweht. - Mü: Hier bis 2,5 m mächtige Sedimentfolge, die eine Ereignisabfolge erhalten hat, die sonst nicht für die Jüngere Dryaszeit belegt werden kann: aus Schluffmudden ging ein 40 cm mächtiger autochthoner Löß hervor. An seiner Basis befand sich ein Frostspaltennetz mit bis 1 m tiefen Eiskeilspalten. Über die Spaltenöffnungen griffen 5 cm mächtige millimeterdünn gewarvte Feinsande und Schluffe hinweg als Ausdruck wechselnden Jahreszeitenklimas im sommerlichen Auftauboden. Etwa 20 Doppelwarven (=20 Jahre) konnten ausgezählt werden. Über dem Lößhorizont befand sich eine weitere gewarvte Feinsand-Schlufflinse. Sie war krypturbar überprägt. Nun setzten 2 m mächtige kalkhaltige Schluffmudden ein, zunächst ungeschichtet und überwiegend minerogen, nach oben mit undeutlicher Schichtung und Zunahme des organogenen Sedimentanteils, mit Grobdetritus, z. B. Blättern von *Dryas octopetala* und Zwergsträuchern (Birken, Weiden). Eingeschaltet waren dünne Moos- und Grastorflagen. Im oberen Teil war wieder ein Froststrukturhorizont mit etwa 1 m langen Eiskeilspalten entwickelt. Abgeschlossen wurde das Profil von einem holozänen Humusgley.

V.PA. Der Baumpflanzanteil (Birken, Kiefern) geht auf 30 bis 40 % zurück. Weiden nehmen nur geringfügig zu. *Betula nana* ist nachgewiesen. Zunächst herrscht Birke vor, gegen Ende steigt die Kiefernhäufigkeit wieder an. Baumbirken und Kiefern sind nicht aus dem Gebiet verschwunden. Hoher Anteil von Gräsern (vor allem Gramineen bis 50 %, zweitrangig Cyperaceen) und Kräutern als Hinweis auf weitflächig offene Landschaften: *Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, *Rumex acetosella*, *Filipendula*, Umbelliferen, *Thalictrum*, *Galium*, *Tubuliflorae*, *Liguliflorae*, *Plantago*, Caryophyllaceen, Cruciferen, Ranunculaceen, *Potentilla*, *Vaccinium*, *Empetrum*, *Calluna*.

V.MR. *Carex*- und Moosreste. Im Geiseltal besonders die Blätter von *Dryas octopetala* sowie von Polarbirken und -weiden.

Diatomeenflora (AS): 144 Formen. 2,0 % Salzwasser-, 6,9 % Brackwasser- und 91,1 % Süßwasserformen.

MF. Im AS insgesamt 15, im Geiseltal 43 Arten (ohne Pisidien). Gemeinschaft von Wasserarten wie im Alleröd, aber mit anderen Häufigkeitsverhältnissen. Vorherrschend sind auch *Lymnaea peregra* f. *ovata*, *Gyraulus laevis*, *Armiger crista*, *Sphaerium corneum*, aber auch *Anisus vortex*, im AS auch *Valvata piscinalis antiqua*. *Pupilla*- und *Columella*-Fauna sind wieder die charakteristischen Elemente der Fauna, auch *Pupilla loessica* ist zurückgekehrt. *Vallonia pulchella* und *Vallonia costata* bleiben mit hohen Anteilen erhalten und deuten so auf relativ günstige Bedingungen hin. Desgleichen kommen zahlreiche Arten verschiedener Feuchtigkeitsansprüche dazu, unter anderem auch die beiden Formen der boreoalpinen Art *Vertigo genesii*.

Pisidienfauna (AS). Sie erreicht nur 25 % des individuellen Anteils. 9 Arten und *Sphaerium corneum* (mit 2 %). Vorwiegend paläarktische, holarktische und kosmopolitische Arten.

OF. AS. 5 Arten, durchschnittlich 1140 Klappen/500 cm³ (Optimum 2 420 Klappen). Eurytherm-kaltstenotheime Fauna.

Ök. Strauch- und Baumtundren, Wiesensteppen. Zwergstrauchheiden. Lokal und zeitlich beschränkt Lößverwehung, Permafrost und Froststrukturen. Dünenbildung. Temporäre Kleingewässer und Sümpfe.

K. Mäßig arktisch/subarktisch. Noch kontinental-trocken, aber schon feuchter als vorangegangene Stadien.

AS - IX (B). Mü 5 (B). Holozäne Warmzeit

¹⁴C-Datierung: AS Fr 32 = 8 460 +/- 125 B. P. (Boreal). Fr 45 = 1 750 +/- 100 B. P. Holz aus einem Brunnen der Frühen Römischen Kaiserzeit - Subatlantikum).

G. (AS.) Vorwiegend organogene Kalkmudden und Muddekalk, Charakalk, Ton- und Schluffmudden, grobdetritische Mudden, Flachmoortorfe (Schilf-, *Cladium mariscus*-Torf), Anmoore, Humusgleye, degradierte Schwarzerden, Braunerden. - Abfolge im Geiseltal: Basistorf - Schluff-/Tonmudde - Kalkmudde, Muddekalk, Travertin - Flachmoortorf - Grobdetritusmudde mit Travertinsanden - Flachmoortorf - schwarzer organogener Auelehm - Flachmoortorf - unterer grauer humoser Auelehm - Humushorizont -

gelber Auelehm - rezenter Boden. Eingeschaltet sind Linsen fluviatiler Sande und Muschelkalkschotter (Geisellauf).

V.PA. Abfolge Präboreal - Boreal - Atlantikum - Subboreal - Subatlantikum - Subrezent/ Gegenwart. Zunächst Birkenphase, dann Kiefernphase mit Abnahme der Arten der offenen Landschaft. Diese Phase wird deutlich unterbrochen durch eine kühle Phase mit plötzlichem starkem Rückgang der Kiefer und erneuter Ausbreitung der Birke (z. B. MÜLLER 1953, Abb. 7, in IV b) (Abb. 18 und 19). Jetzt herrschen wieder mit über 50 % Kräuter und Gräser. Diese Schwankung im jüngeren Präboreal entspricht der Jüngsten Dryaszeit oder Präboreal-Oszillation (BEHRE 1978). Nach dieser Phase erholt sich schnell die Sukzession. Bei Vorherrschaft der Kiefer erscheinen im späten Präboreal die ersten wärmeliebenden Gehölze (*Corylus*, *Ulmus*, *Quercus*, später kommen *Tilia* und *Fraxinus* dazu). Jetzt Weiterentwicklung über die borealen Kiefern-Eichen-Haselwälder zu den Eichenmischwäldern des klimatischen Optimums im Atlantikum. Ab dieser Zeit zunehmend anthropogene Eingriffe in die natürliche Sukzession.

V.MR. Holzreste (Birke, Kiefer, Eiche, Erle, Weide), Haselnußschalen, Reste von *Phragmites communis*, *Cladium mariscus*, *Typha latifolia*, *Carex* sp. sp., *Potamogeton vaginatus*, weitere *Potamogeton*-Arten, *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum verticillatum*, Characeen. Nachweis von Salzwassereinfluß (*Zannichellia palustris*, *Potamogeton vaginatus*).

MF. Artenreich: 56 Arten (AS) und 61 Arten (Mü) ohne Pisidien. Entwicklung zu warmzeitlichen Gesellschaften. Artenreiche Wasserfauna. Boreo-alpine Arten verschwinden spätestens nach dem Boreal (*Valvata piscinalis antiqua* zu Gunsten von *V. piscinalis piscinalis*, *Gyraulus acronicus*, ebenfalls die terrestrische Art *Vertigo genesii*). Eine kennzeichnende Art der Gewässer ist jetzt *Bithynia tentaculata*. Als atlantisches Element erscheint *Gyraulus riparius*. In der Landfauna treten jetzt an Wald im weiteren Sinne, wie Parkwälder, Gebüsch, Au- und Sumpfwälder gebundene Arten auf: *Discus rotundatus*, *Bradybaena fruticum*, *Arianta arbustorum*, *Cepaea hortensis*, *Cepaea nemoralis*, *Helix pomatia* *Clausilia pumila*, *Perforatella bidentata*. Echte Waldgesellschaften (*Cochlodina laminata* - *Helicodonta obvoluta*-Gesellschaften) treten erst in den bewaldeten Bergländern auf. Als Begleitfauna zu den genannten Waldarten erscheinen statt dessen in den Thanatozönosen des AS und Geiseltals wärmeliebende Steppenarten, die im Mitteldeutschen Trockengebiet für die Tschernosemiesensteppen typisch sind. Sie sind Anzeiger für offene Landschaftsteile im Harzvorland, Thüringer Becken, unterem Saale- und mittlerem Elbegebiet seit dem Frühholozän. Sie verschwanden deshalb nicht im Laufe des Holozäns, da seit dem Einwandern frühneolithischer Bauernvölker um 7 000 B. P. infolge anthropogener Eingriffe das offene, mit Schwarzerden bedeckte Zentrum des mitteldeutschen Trockengebietes nicht endgültig von der Bewaldung erfaßt werden konnte. Zu den erwähnten Steppenfaunen gehören *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla sterri*, später gesellen sich zu ihnen als Kulturfolger *Helicella obvia*, *Helicella itala*, *Zebrina detrita*, *Candidula unifasciata*, *Cernuella neglecta* und *Cecilioides acicula*, die unterirdisch lebt. Außerdem sind die Faunen durch hohe individuelle Anteile von allgemeinen Arten der offenen Landschaft ausgezeichnet. Als weitere wärmeliebende Form erscheint *Vertigo moulinsiana*, die im Geiseltal noch für das 12./13. Jahrhundert nachgewiesen werden konnte, heute aber in der mitteldeutschen Fauna bereits fehlt.

Pisidienfauna (AS): Nur 5 % des individuellen Anteils der MF sind Pisidien. Es treten vier Arten auf (*P. milium*, *nitidum*, *obtusale*, *pseudosphaerium*), dazu kommt noch *Sphaerium corneum* mit 0,4 %.

OF. (AS): 27 Arten, durchschnittlich 39 000 Klappen/500 cm³ (Optimum 100 000 Klappen). Bis 60 % hoher Anteil von zahlreichen allgemein wärmeliebenden und warmstenothermen Arten (*Notodromas monacha*, *Dolerocypris fasciata*, viele Sommerformen). Sonst herrscht der eurytherm-kaltstenotherme Grundbestand mit Frühjahrs- und Dauerformen. Salzwasser liebende Arten treten auf (*Heterocypris salina*, *Candona angulata*). Sie erreichen bis 30 % des individuellen Anteils.

WF. (AS): Reste von *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Emys orbicularis*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*, *Bos primigenius*. Geiseltal (Mü): Faunenreste aus einer borealen mesolithischen Ufersiedlung: Wildpferd (*Equus* sp.), *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*.

Ök. Entwicklung von thermophilen Laubmischwäldern in der weiteren Umgebung, Au- und Sumpfwälder. AS: Eutropher Flachwassersee mit Schilfgürtel, der im Laufe des Holozäns verlandet (Flachmoor). Im Geiseltal existiert eine teils versumpfte, teils mit stehenden Kleingewässern sowie dem Fluß durchgezogene Aue, in der im Jungholozän unter anthropogener Einwirkung mächtige Auelehme abgelagert werden. Auf den benachbarten Hochflächen von AS und Geiseltal existierten von Wald weitgehend freie Tschernosemwiesensteppen, aus denen sich später die Kultursteppen entwickeln.

Kühle Schwankung im Präboreal: Lichte Birkengehölze mit Kiefern, größere offene Landschaftsteile mit Wiesensteppen.

K. Während des Optimums warmgemäßigt-atlantisch, doch mit einem gewissen subkontinentalen Einfluß. - Präboreale Schwankung: annähernd subarktisch.

5 DER VERLAUF DES JUNGQUARTÄREN GROßZYKLUS

Mit Hilfe der kombinierten Abfolge aus dem Ascherslebener See und dem Geiseltal läßt sich ein klimatischer Großzyklus von der letzten Warmzeit über die Weichselkaltzeit bis zur holozänen Warmzeit erfassen, der sich unter Berücksichtigung der beiden Interstadialfolgen im Zyklus IV (a und b) aus mindestens 15 Kleinzyklen zusammensetzt. Dazu kommen noch die kühlen Schwankungen am Ende der letzten Warmzeit, die im oberen Teil des Burgtonnaer Travertins festgestellt wurden und gleichsam das Pendeln des Klimazyklus einleiten sowie jene kühle Schwankung im Präboreal, mit der dieses Pendeln wieder ausklingt. Der gesamte Großzyklus umfaßt etwa 125 000 Jahre. Die warmklimatischen Optima liegen am Beginn und am Ende des Großzyklus, sein kaltklimatischer Tiefpunkt ist etwa um 20 000 B. P. erreicht. Vor diesem liegen einschließlich IVa und IVb acht kaltzeitliche Kleinzyklen mit Interstadialen, er selbst besteht aus mindestens drei Oszillationen mit Intervallen, danach sind es mindestens 4 Kleinzyklen, zunächst mit Intervallen, zuletzt mit zwei Interstadialen. Bis zum Tiefpunkt des Zyklus nehmen die Warmphasen an Intensität ab, zeigen den geringsten Grad an Erwärmung während dieses hochglazialen Tiefpunktes, um danach wieder an Intensität zuzunehmen.

Generell folgt die Entwicklung der Stadiaphasen jener der Wärmeschwankungen. Doch gibt es einige einschneidende Ereignisse. Das erste solche Ereignis allgemeiner Bedeutung ist das erste Stadial (Ia1 C/ Ia2 A). Gleich nach der Warmzeit sank die Temperatur so weit ab, daß vorübergehend unter arktischen Verhältnissen ein Dauerfrostboden mit Froststrukturen entstehen konnte. Das entspricht im Vergleich mit den heutigen Klimawerten im Elbe-Saalegebiet einer allgemeinen Temperaturabsenkung von etwa 9 bis 10 °C im jährlichen Mittel. Im zweiten bis zum vierten Stadial werden die mit Dauerfrostboden verbundenen geologischen Erscheinungen immer intensiver, bis dann in der Zeit vor 55 000 B. P. (nach den ¹⁴C-Daten vom Ascherslebener See), auf Grund der Ozean- und Inlandeis-Kurven etwa um 60 000 bis 65 000 B. P., ein auffälliges, besonders kaltes und relativ feuchtes, wohl auch länger andauerndes Stadial erreicht wird. Es ist durch besonders mächtige Fließerden und sehr tiefe ausgeprägte Frostspalten in einem grobmaschigen Polygonboden sowie mehrere Frostspaltengenerationen, die zu diesem Polygonboden führen, gekennzeichnet (Abb. 15). Es ist das 5. Stadial im Ablauf der Ascherslebener-See-Folge (IIb C/III A). Danach nehmen alle Frostbodenerscheinungen, die mit höherer Feuchtigkeit verbunden sind, an Intensität ab und jene, die mit höherer Trockenheit und geringen Auftautiefen des Dauerfrostbodens verbunden sind, zu, wie z. B. die Feinerde-Frostverwitterung (Verlössung) und die Deflation als hauptsächlicher Faktor für Denudation und Umlagerung. Daraus ist die im allgemeinen ständig zunehmende Aridität des Klimas abzuleiten. Während in den frühen Stadialen - mit Ausnahme des 5. Stadials - eine Lößbildung von untergeordneter Bedeutung war, ist diese ein Charakteristikum der mittleren Stadiale, besonders der Zeit des kalt-ariden Tiefpunktes. Während die frühkaltzeitlichen Lösser durch vorherrschende Abschwemmvorgänge und Solifluktion umgelagert wurden und weitgehend als Schwemm- und Flieblösser vorliegen, sind die der mittleren Stadiale als autochthone Fluglösser erhalten. Ausdruck für hohe Aridität und niedrige Temperaturen sind auch die Intervalle zur Zeit des kaltklimatischen Tiefpunktes im Zyklus VI. Es fanden nur noch kleine Oszillationen statt, wahrscheinlich mindestens drei,

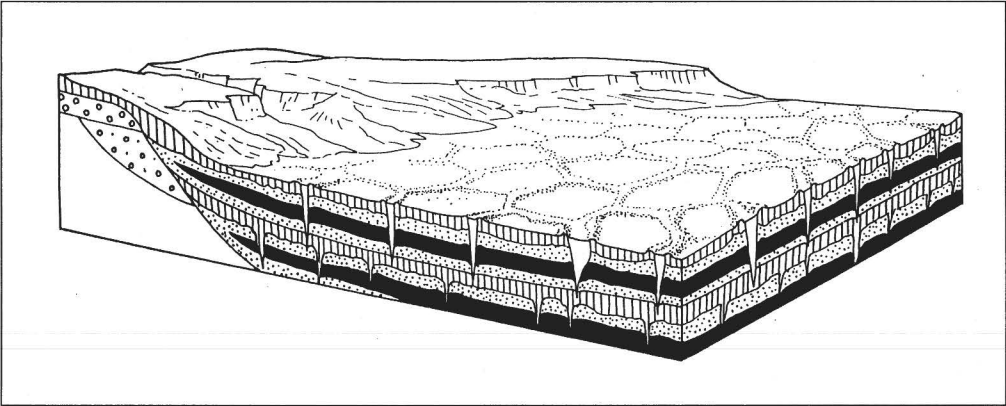


Abb. 15 : Ascherslebener See. Blockbild eines ufernahen Abschnittes während einer arktischen Klimaphase der Weichselkaltzeit.

Eiskeilnetz (Polygonboden) im ausgetrockneten Seebecken. Auf der Hochfläche und am Ufer ist eine Lößdecke abgelagert worden, während das Seebecken selbst der Ausblasung unterlag. Solifluktion war vor allem an den Beckenrändern wirksam und reichte von dort in das Becken. Im arktischen Sommer füllten sich die Polygone mit Bodenschmelzwasser. Im Untergrund eine ältere fossile Eiskeilgeneration. Schraffiert: Löß und Solifluktionsschutt (Fließerden). Gerastert: sandige Sedimente. Schwarz: Seeablagerungen der warmen Klimaphasen. Kringel: Flußschotter (Terrasse), darunter Schmelzwasserbildungen.

die dann überleiten zu den spätglazialen Intervallen Mücheln 1 und 2. Gemessen an heutigen Klimawerten im Untersuchungsgebiet, hat die maximale Temperaturdepression während des kaltklimatischen Tiefpunktes mindestens 12 bis 15 °C im jährlichen Mittel betragen, gemessen an den klimatischen Optima der den Großzyklus begrenzenden Warmzeiten sogar mindestens 14 bis 17 °C. Nach dem Tiefpunkt werden die Stadiale rasch schwächer und wesentlich kürzer. Letzte kurzfristige und lokale Erscheinungen von Permafrost, z. B. als Frostspaltenetze sowie äolische Umlagerungen gab es in der Jüngeren Dryaszeit (VIII C/IX A).

Im Allgemeinen werden die Kleinzyklen bis zum kaltklimatischen Tiefpunkt immer kürzer. Dieser Trend hält allerdings auch danach noch an, indem zwar die wärmeren Phasen wieder länger werden, aber nicht die Kaltphasen. Unter Berücksichtigung der ¹⁴C-Datierungen des Ascherslebener Seeprofiles und der Annahme, die kaltzeitliche Entwicklung der letzten Kaltzeit habe vor etwa 100 000 bis 110 000 Jahren begonnen, betrug die durchschnittliche Dauer der ersten vier Zyklen 10 000 bis 15 000 Jahre, der nächsten vier bei Berücksichtigung einer längeren Dauer des 5. Stadials etwa 8 000 bis 10 000 Jahre. Die Zeit des hochglazialen Tiefpunktes umfaßt etwa 6 000 bis 7 000 Jahre. Bei mindestens drei Oszillationen in dieser Zeit, hatten die Kleinzyklen eine durchschnittliche Dauer von etwa 2 500 Jahren. Der späte Abschnitt der Kaltzeit umfaßte 5 000 Jahre. Seine vier Kleinzyklen hatten also eine Durchschnittsdauer von etwa 1 200 Jahren. Die letzte Warmzeit, in deren Höhepunkt der Großzyklus begann, dauerte etwa 18 000 Jahre, von der holozänen Warmzeit sind bereits 10 000 Jahre abgelaufen. Ihr Höhepunkt war etwa 5 000 Jahre nach ihrem Beginn erreicht.

Insgesamt liegt ein ausgesprochen asymmetrischer Verlauf des Großzyklus vor: Er gliedert sich in eine lange Anlaufphase, die mit dem Höhepunkt der Warmzeit beginnt (etwa um 125 000 bis 120 000 B. P.) und die wir ab erstem kaltzeitlichen Stadal Frühglazial nennen (110 000 bis 22 000 B. P.). Es folgt ein kurzes kaltzeitliches Optimum, das Hochglazial (22 000 bis 15 000 B. P.) und diesem eine noch kürzere Zeit des Rücklaufs, das Spätglazial (15 000 bis 10 000 B. P.). Der Großzyklus endete dann im Atlantikum des Holozäns, also in der Zeit des holozänen warmklimatischen Optimums.

Auffällig ist, daß die Kleinzyklen gelegentlich Ansätze zu einer weiteren, untergeordneten zyklischen Gliederung zeigen. Doch bleibt diese unklar und verborgen, da sie sich im terrestrischen geologischen

Geschehen nicht ausprägen konnte. Zum Beispiel wird im zweiten Interstadial die Entwicklung nochmals durch eine frühinterstadiale kalte Phase unterbrochen. Oder das 5. Stadial läßt eine Untergliederung in drei bis vier schwächere Oszillationen erkennen (Frostspaltengenerationen). Das würde der Untergliederung des nächsten sehr kalten Abschnitts, des Hochglazials, entsprechen, so daß der Großzyklus in zwei größere zyklische Abfolgen gegliedert erschiene, die in ihrem Rang zwischen jenem des Großzyklus und der 15 Kleinzyklen liegen würden. Überhaupt untergliedert das 5. Stadial als besonders auffällige Phase das Frühglazial in zwei Abschnitte, in einen unteren Abschnitt, das Frühglazial 1, dem das Frühglazial der Weichselkaltzeit nach herkömmlicher Auffassung entspricht und in einen oberen Abschnitt, das Frühglazial 2. Dieses wurde bisher als Teil des „Mittelweichsels“ oder „Pleniglazials“ betrachtet.

Hier folgt eine zusammenfassende Übersicht der Gliederung des letzten eiszeitlichen Großzyklus (Abb. 27):

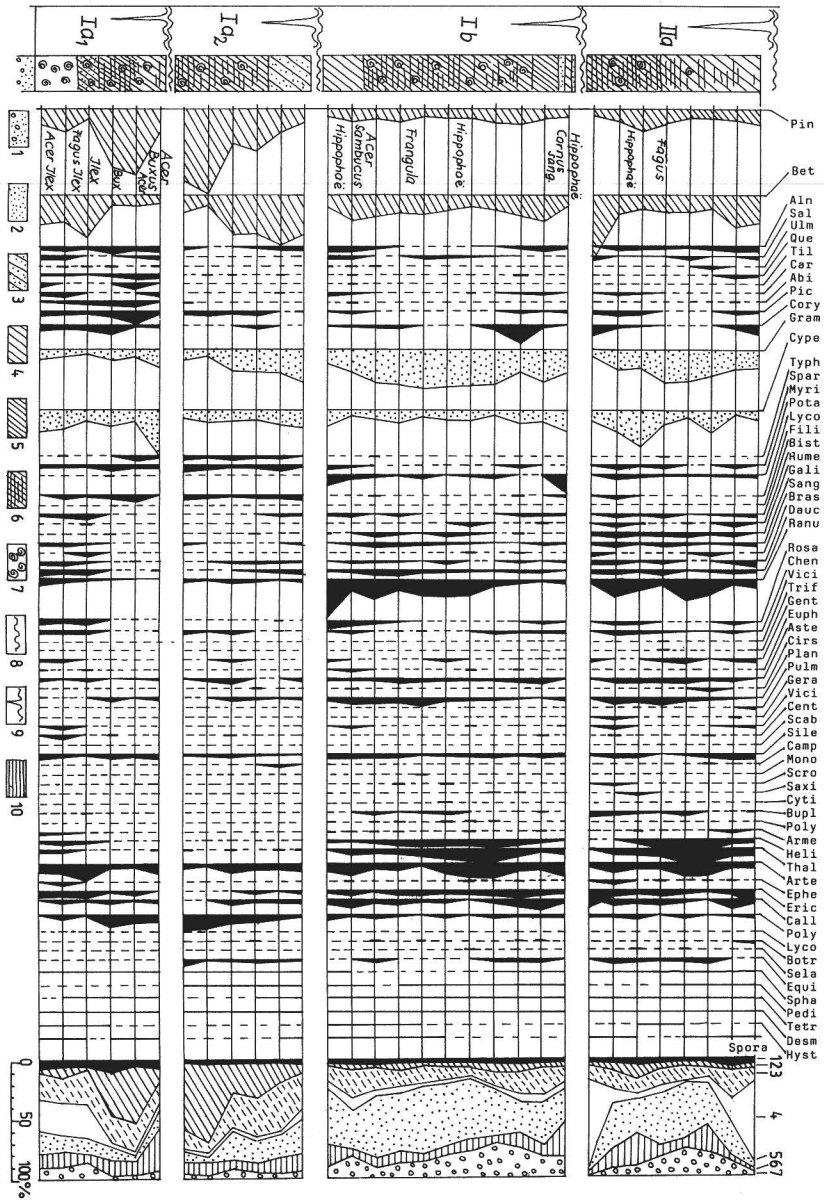
1. Letzte Warmzeit (Eemwarmzeit)(in Ia1). Beginn um 130 000 B. P. Höhepunkt als Beginn des Großzyklus um 125 000 B. P. Warm-gemäßigtes, humides Klima. In der Spätphase des Interglazials sind zwei Klimaschwankungen zu beobachten, die zu kühlen boreal-kontinentalen Verhältnissen und jeweils zurück zum temperierten Bereich, aber mit zunehmend kontinentalem Einfluß führen.
2. Frühglazial. Ende um etwa 22 000 B. P. Eine lange Entwicklungsphase der Kaltzeit mit relativ langen, im allgemeinen ständig kürzer werdenden Schwankungen und an Intensität abnehmenden Warmphasen. Im Gegensatz dazu nehmen allgemein die Aridität und speziell in den Stadialen das kalte Klima zu. Zeit des phasenhaften Aufbaues des skandinavischen Inlandeises.

Abschnitt 1. Ende um etwa 65 000 B. P. Vier Zyklen (Ia2, Ib, IIa, IIb) mit vier Stadialen und vier Interstadialen. Diese waren noch relativ weit bis zu borealen, überwiegend kontinentalen Klimaverhältnissen entwickelt. Die ersten beiden zeigen Anklänge an kühl-temperierte Verhältnisse. Das erste Interstadial war offensichtlich nicht so intensiv wie das zweite. Die warmklimatische Entwicklung des zweiten Interstadials wird zu Beginn durch eine kalte Schwankung unterbrochen.

Abschnitt 2. Er beginnt mit dem großen 5. Stadial und besteht ebenfalls aus vier Zyklen (III, IVa, IVb, V) mit vier Stadialen und ebensovielen Interstadialen. Diese erreichen unter kontinentalen Verhältnissen subarktisch-boreale Verhältnisse. Das Stadial zwischen IVa und IVb war relativ kurz und wenig intensiv. Auch die Stadiale werden arider. Intensivierung der Lößbildung. Während des 5. Stadials erreicht ein Inlandeisvorstoß bereits das südliche Ostseegebiet.

3. Hochglazial. Ende um 15 000 B. P. Besteht im allgemeinen aus einem größeren Stadial (VI), das aber durch einige Intervalle - wahrscheinlich sind es mindestens drei - in Kleinzyklen untergliedert wird. Die Intervalle erreichen nur subarktische Verhältnisse. Sonst herrscht ausgesprochen kalt-arides Klima. Höhepunkt der Lößbildung. Das Inlandeis hat seine südliche Randlage erreicht und oszilliert entsprechend der Intervalle.
4. Spätglazial. Ende um 10 000 B. P. Zeit der phasenhaften Wiedererwärmung und allerdings noch zögernden Feuchtigkeitszunahme. Deshalb ist es durchschnittlich kontinental. Es besteht aus vier Zyklen (Mü 1, Mü 2, VII und VIII) mit vier Stadialen, zwei Intervallen und nachfolgenden zwei Interstadialen. Im letzten Interstadial befindet sich die Laacher-See-Tephra. Zunächst subarktische Klimaverhältnisse in den Intervallen, dann zunehmend boreale Klimaverhältnisse in den Interstadialen. Das Stadialklima ist arktisch. Das letzte Stadial, mit dem die Kaltzeit endet, tendiert bereits zu subarktisch.
5. Holozäne Warmzeit (IX). Entwicklung zu warm-gemäßigten humiden Klimaverhältnissen. Zu Beginn, etwa um 9 800-9 600 B. P., wird diese Entwicklung durch eine kurze kalte Phase als letztes zyklisches Ereignis der Kaltzeit unterbrochen.

Alle anorganischen und organischen Prozesse und Erscheinungen waren der Klimaentwicklung unterworfen und lassen nicht nur den kleinzyklischen Ablauf deutlich erkennen, sondern reagierten auch qualitativ auf die allgemeine großzyklische Entwicklung nach Art und Ausprägung oder nach ihrem Entwicklungsgrad.



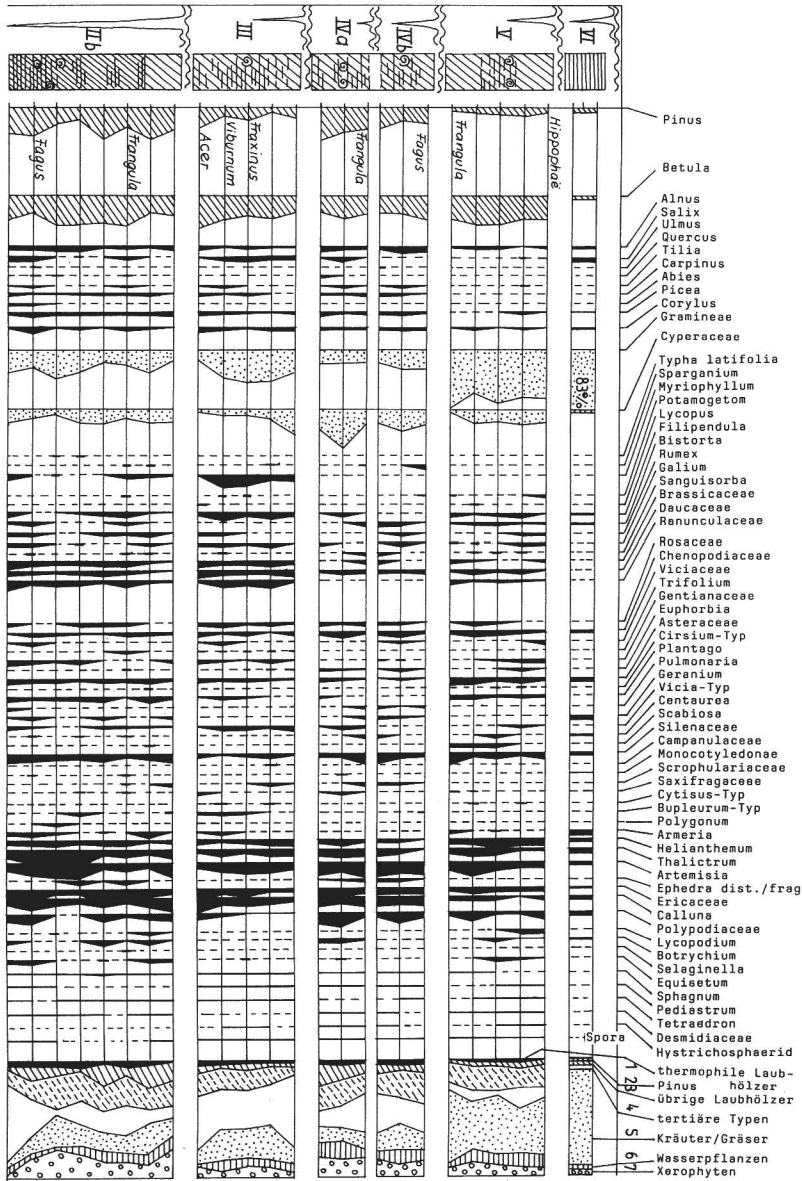


Abb. 16: Ascherslebener See. Vegetationsentwicklung auf Grund von Pollenanalysen (nach V. VODICKOVA 1975, umgezeichnet).
 Zyklen I a1 bis VI (Eem bis Hochglazial).

1 - kiesiger Sand, 2 - Sand, 3 - Sand-Schluffmudden, 4 - Schluffmudden, 5 - Tonmudden, 6 - fein geschichtete Tonmudden, 7 - Seekalk, Kalkmudden, 8 - periglaziale Bildungen (Solifunktionsdecken, Kryoturbattonen), 9 - Eiskeilgenerationen, 10 - torfige Bildungen.

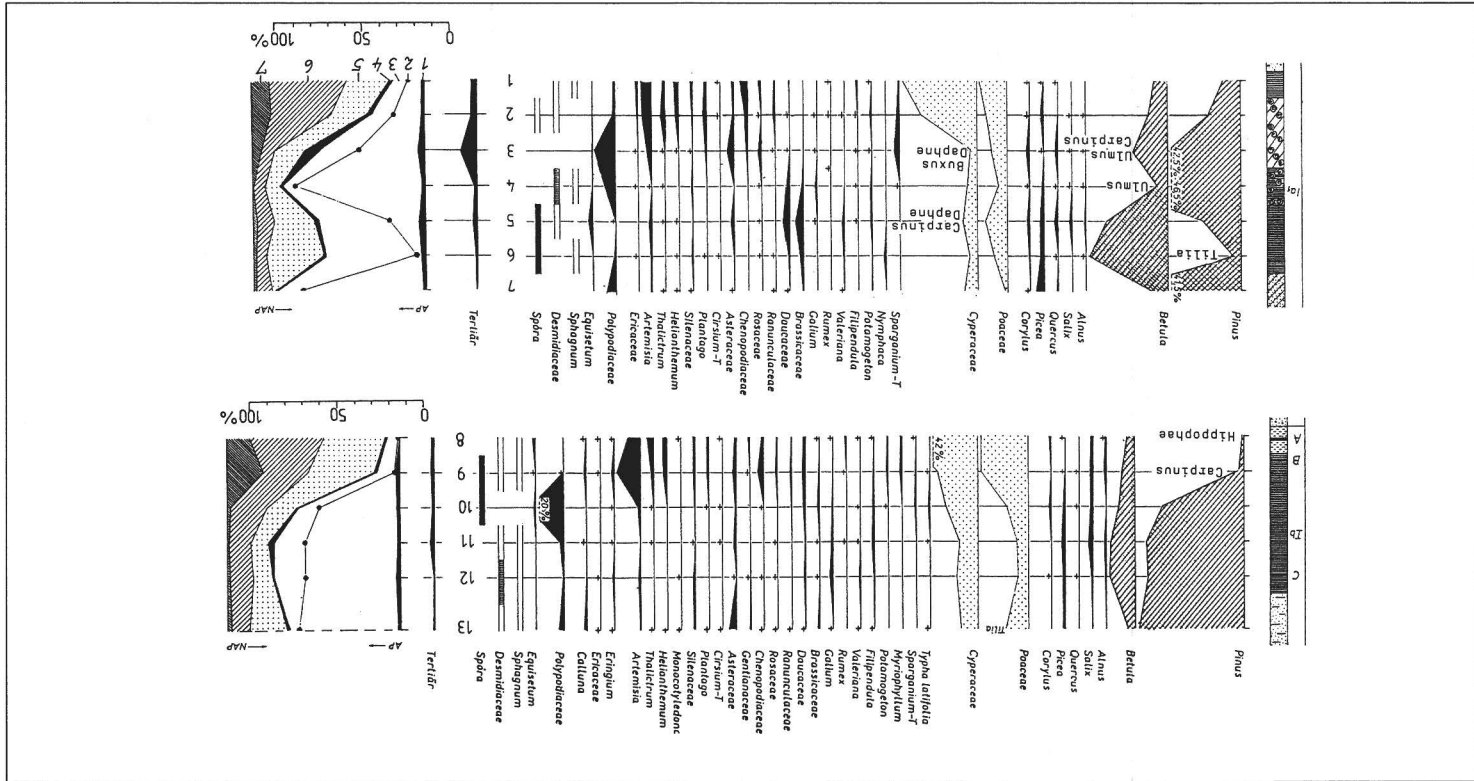


Abb. 17: Ascherslebener See. Vegetationsentwicklung der Zyklen I a1 und I b auf Grund von Pollenanalysen (V.VODICKOVA 1975).

Legende: siehe Abb. 16. Sporenpflanzen: Doppellinie - 1 bis 10 Sporen, schraffiertes Band - 11 bis 100 Sporen, schwarzes Band - 101 und mehr Sporen. 1 thermophile Laubbäume, 2 *Pinus*, 3 übrige Baumarten, 4 tertiäre Typen, 5 Kräuter/Gräser, 6 Wasserpflanzen, 7 Xerophyten.

A, B und C - mittelpaläolithische Fundhorizonte von Königsau. - Weitere Pflanzennachweise: Probe 1: *Alisma*, *Lysimachia*, *Calystegia*, *Urticaceae*, *Euphorbia*. 2: *Alisma*, *Myriophyllum*, *Sanguisorba officinalis*, *Urticaceae*, *Gentianaceae*, *Saxifragaceae*, *Fagopyrum*, *Ephedra distachya*, *Calluna*, *Botrychium*. 3: *Typha latifolia*, *Sanguisorba officinalis*, *Centaurea*, *Monocotyledonae*, *Teucrium*, *Cystisus*-Typ, *Calluna*, *Empetrum*, *Dryopteris*. 4: *Lycopus*. 5: *Euphorbia*, *Eringium*. 6: *Calystegia*, *Fagopyrum*, *Armeria*. 7.-. 8: *Lycopus*, *Bistorta*, *Epilobium*, *Sanguisorba officinalis*, *Trifolium*, *Euphorbia*, *Scrophulariaceae*, *Bupleurium*-Typ, *Botrychium*, *Pediastrum*. 9: *Menyanthes*, *Bistorta*, *Urticaceae*, *Trifolium*, *Geranium*, *Bupleurium*-Typ, *Convolvulus*, *Tetraedron*. 10: *Polygonum aviculare*. 11: *Scabiosa*. 12: *Centaurea montana*, *Lycopodium*. 13: *Centaurea jacea*.

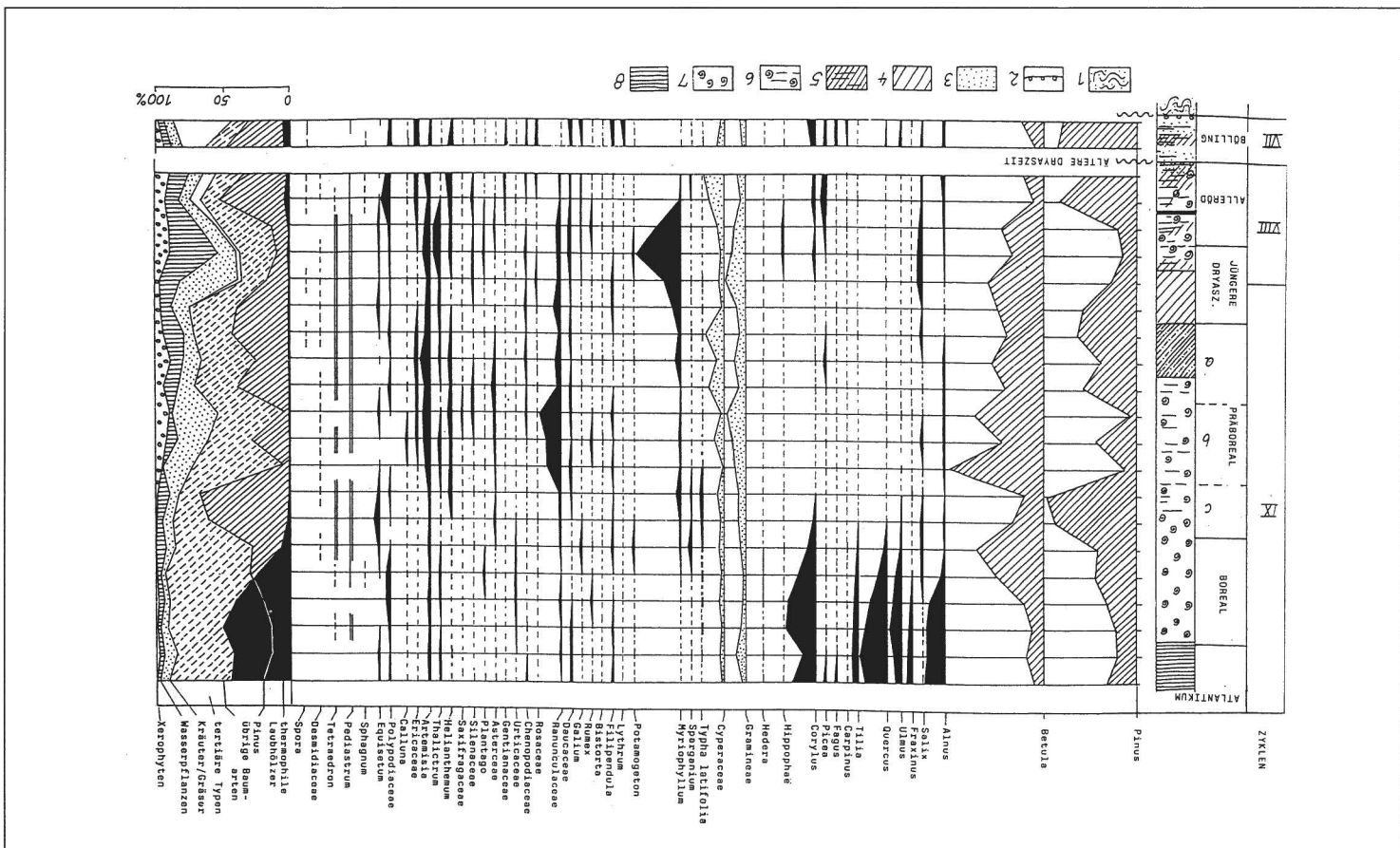
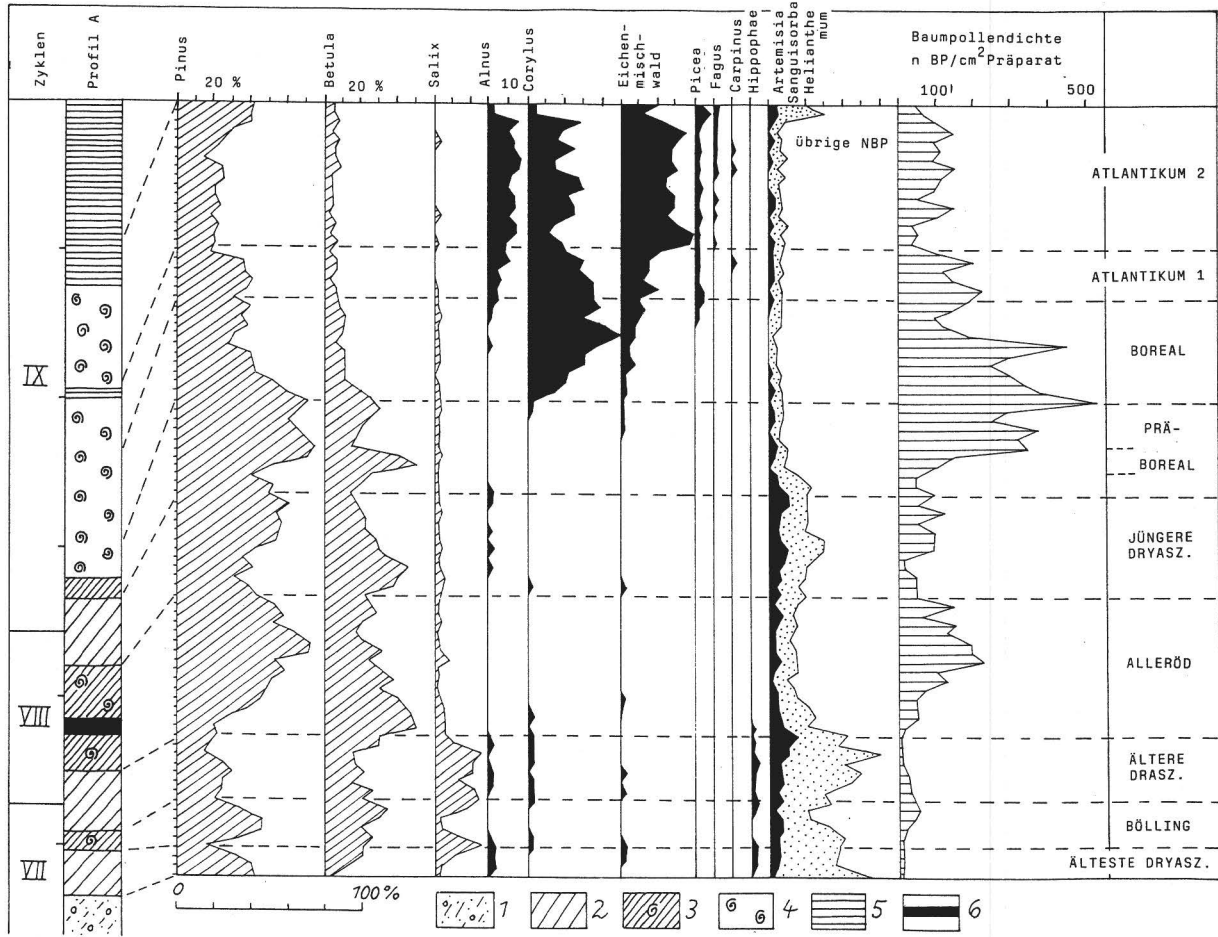


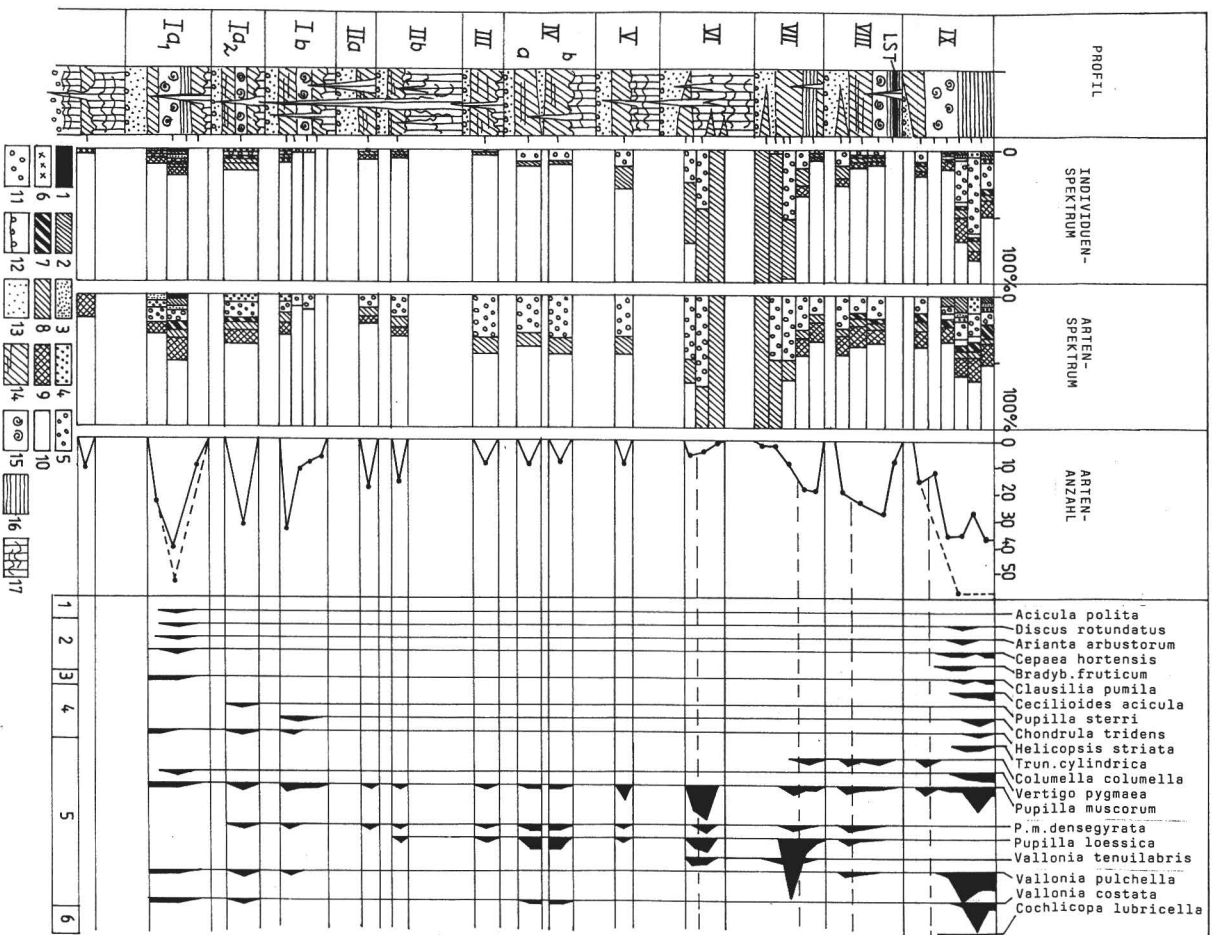
Abb.18: Ascherslebener See. Vegetationsentwicklung auf Grund von Pollenanalysen (nach V. VODICKOVA 1975, umgezeichnet).

Zyklen VII bis IX, im Präboreal mit kaltklimatischer Oszillation (b).

- 1 - sandige Fließerden mit Frostrukturen, 2 - Denudationsfläche, 3 - Sande, 4 - Sand- und Schluffmudden, 5 - Tonmudden, 6 - Kalkmudden, 7 - Seekalk, Muddekalk, 8 - Flachmoortorf.



- ◀ Abb. 19: Ascherslebener See. Vegetationsentwicklung des Spätglazials und Holozäns (Zyklen VII bis IX) auf Grund von Pollenanalysen (nach MÜLLER 1953, umgezeichnet und vereinfacht).
1 - kiesige und schluffige Sande, 2 - Schluffmudden, 3 - kalkhaltige Tonmudden, 4 - Kalkmudden, 5 - Flachmoortorfe, 6 - vulkanische Asche (Laacher See). Im Präboreal ist die Oszillation der Jüngsten Dryaszeit angedeutet.



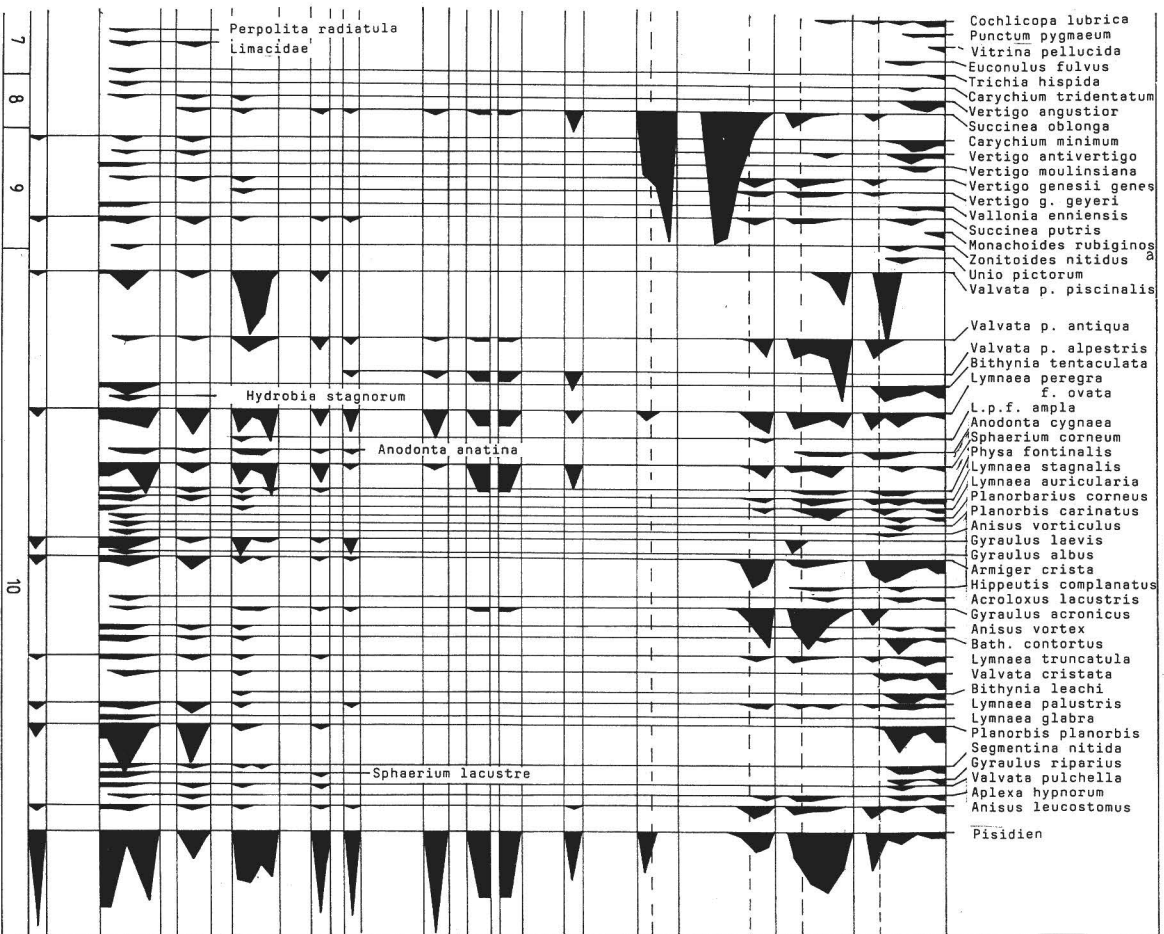


Abb. 20: Ascherleberer See: Entwicklung der Molluskenfaua. Zyklen I a1 bis IX (Eem bis Holozän).

1 bis 10 - ökologische Gruppen nach Lozek 1964 (vgl. Abb. 5), 11 - sandige Kieme (warhezeitliche „Terrassee“ der Eime), 12 - Denudationsfläche, 13 - Sande, 14 - Schluff- und Tonmudden, 15 - Kalkmudden, See-kalk, Muddkalk, 16 - Torfe, 17 - Fiecbenden, Soifluktionsecken mit Löbantellen und Frostrukturen. LST - Laacher-See-Tephra.

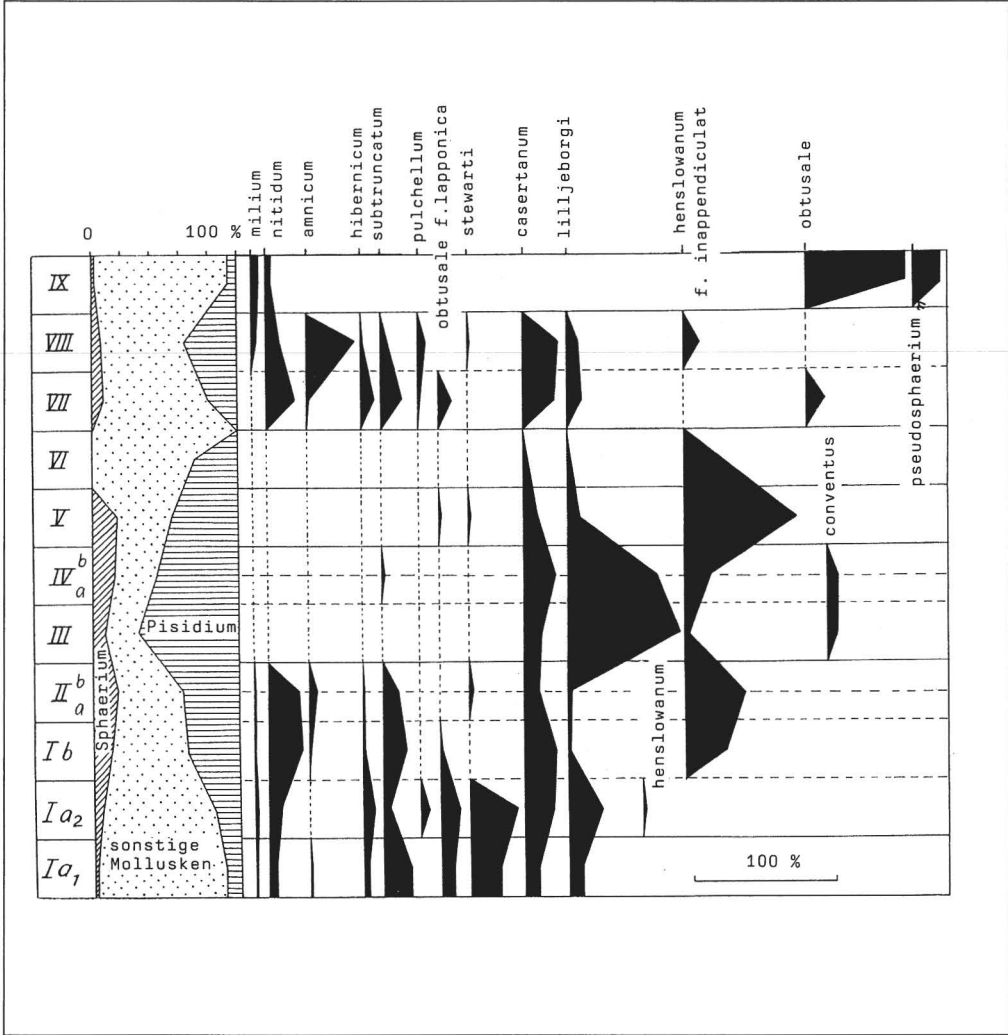


Abb. 21: Ascherslebener See. Entwicklung der Pisidien-Fauna (nach KUIPER 1968).
 Zyklen Ia₁ bis IX (Eem bis Holozän).

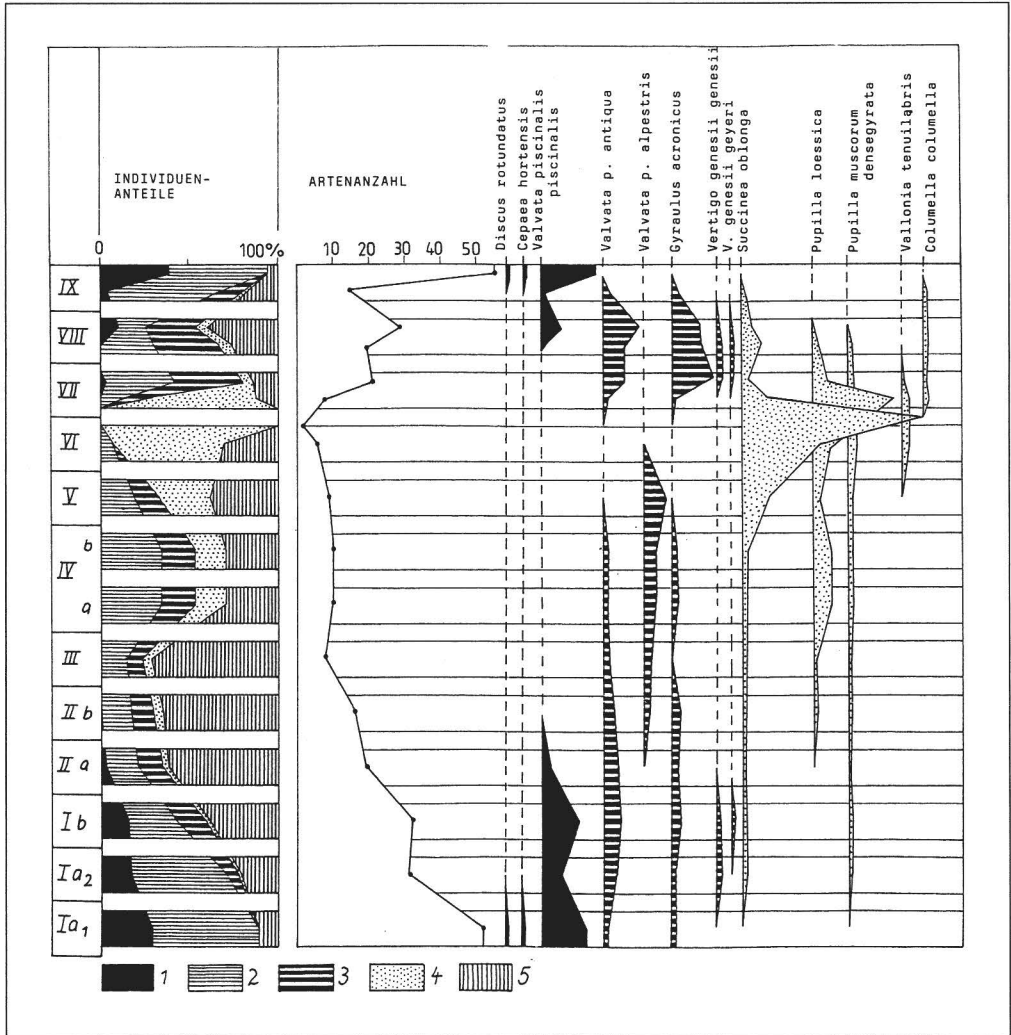


Abb. 22: Ascherslebener See. Entwicklung der Molluskenfauna. Zyklen Ia1 bis IX (Eem bis Holozän).
 1 - wärmeliebende Arten, 2 - eurytherme/euryöke Arten, 3 - boreo-alpine Arten, 4 - Lößarten, 5 - Pisidien.

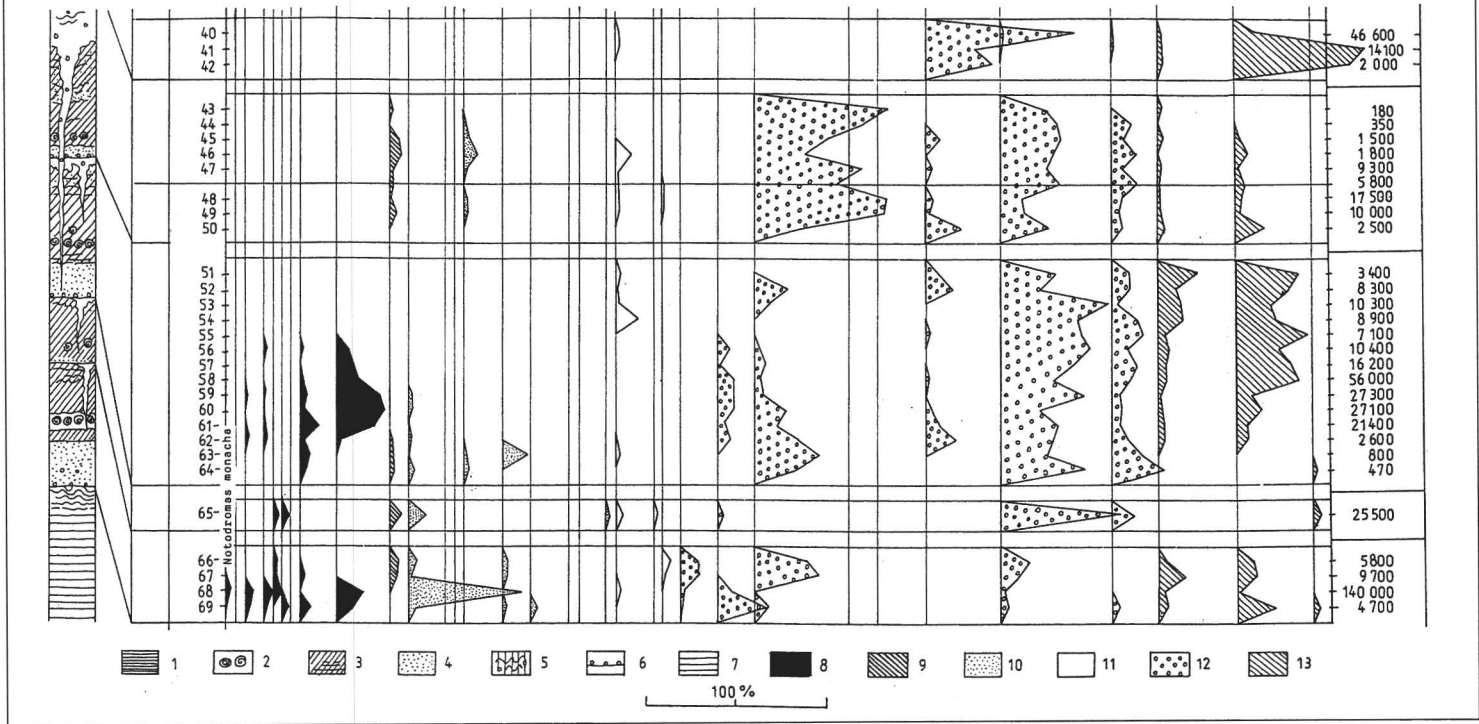
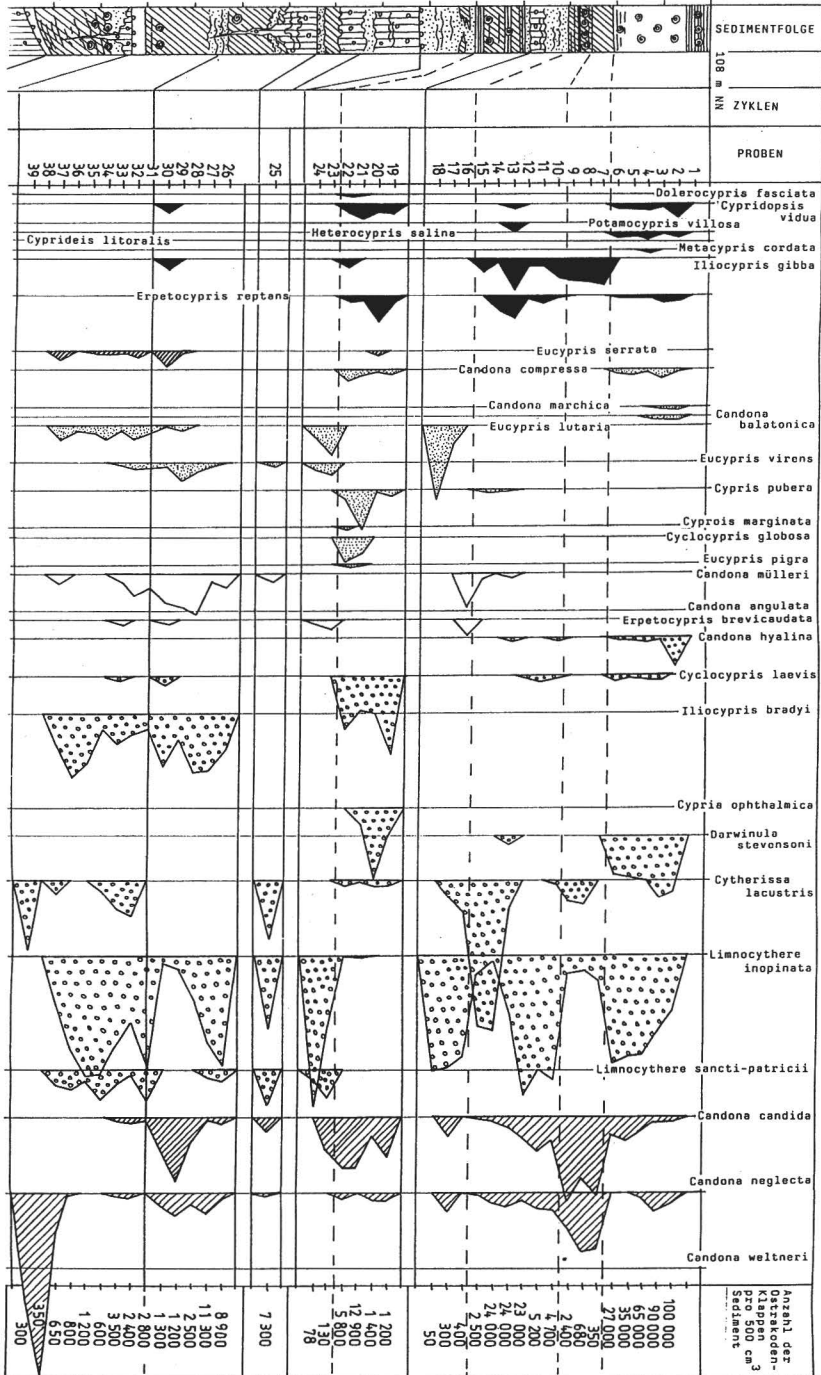


Abb. 23: Ascherslebener See. Entwicklung der Ostrakodenfauna, dargestellt am Profil vom Tagebau Königsau.

Zyklen I a1 bis IX (Eem bis Holozän, in diesem Profil ohne VI).

1 - Flachmoortorf, 2 - Seekreide, Seekalk, 3 - Tonmudde, 4 - Sande, 5- Fließerdien und Froststrukturen, 6- Denudationsfläche, 7- Bänderton, 8- warm-stenotherme und allgemein wärmeliebende Arten, Sommerformen, 9 - Eucypris serrata: ökologisch unsicher (Frühjahrsform?), 10 - Frühjahrsformen, 11 - ökologisch unsichere Arten (überwiegend eurytop und eurytherm), 12 - eurytherme Dauerformen, 13- kalt-stenotherme Dauerformen.



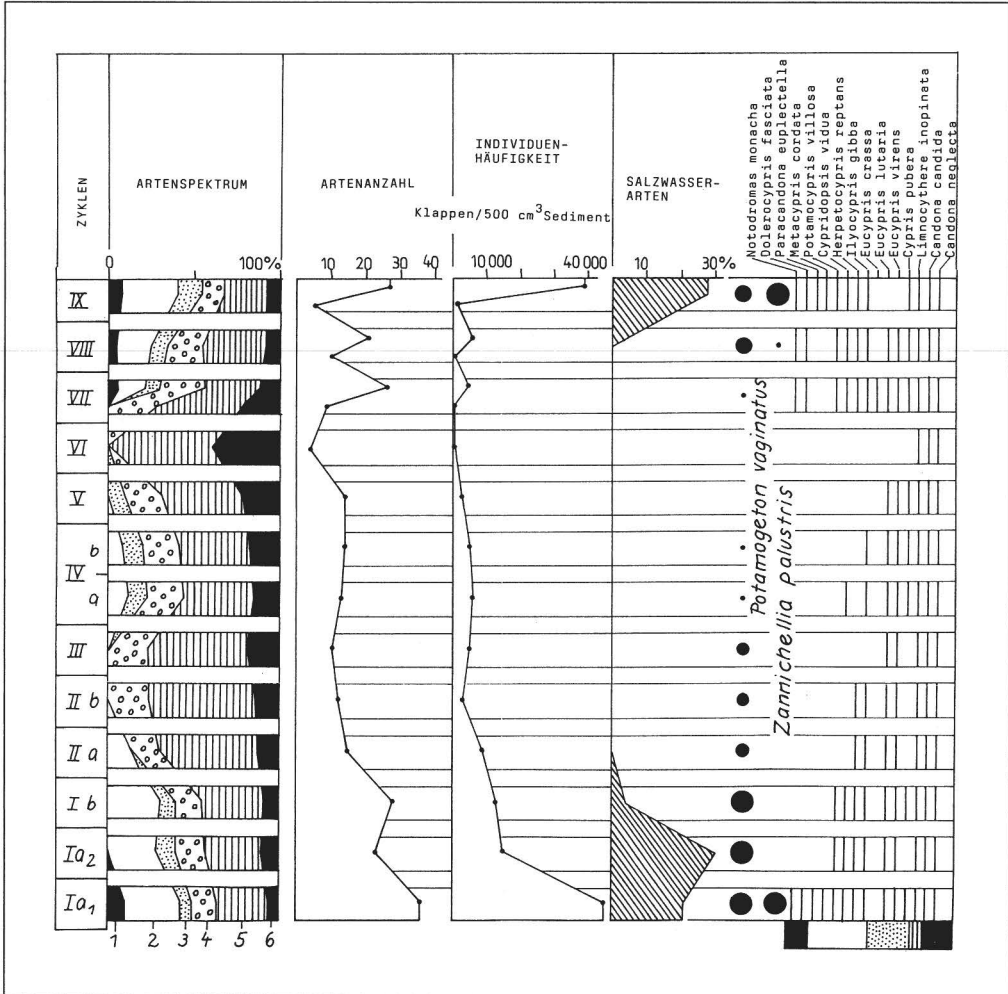


Abb. 24: Ascherslebener See. Ostrakodenfauna der Zyklen I a₁ bis IX (Eem bis Holozän).

1 - warm-stenotherme Arten, 2 - allgemein wärmeliebende Sommerformen, 3 - schnellwüchsige, 4 - langsamwüchsige Frühjahrsformen (überwiegend eurytherm), 5 - eurytherme Dauerformen (einschließlich ökologisch unsicherer, aber wohl eurythermer Arten), 6 - kalt-stenotherme Dauerformen.

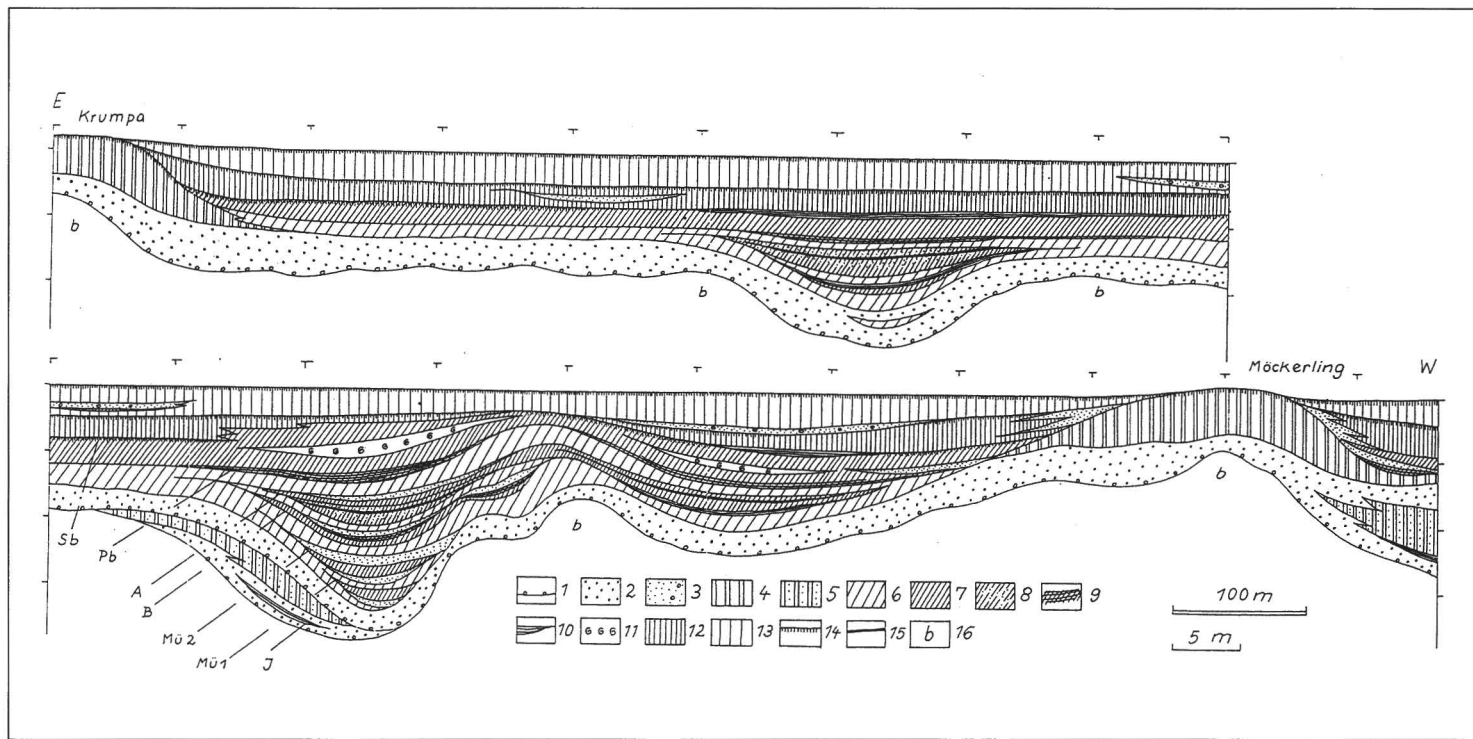
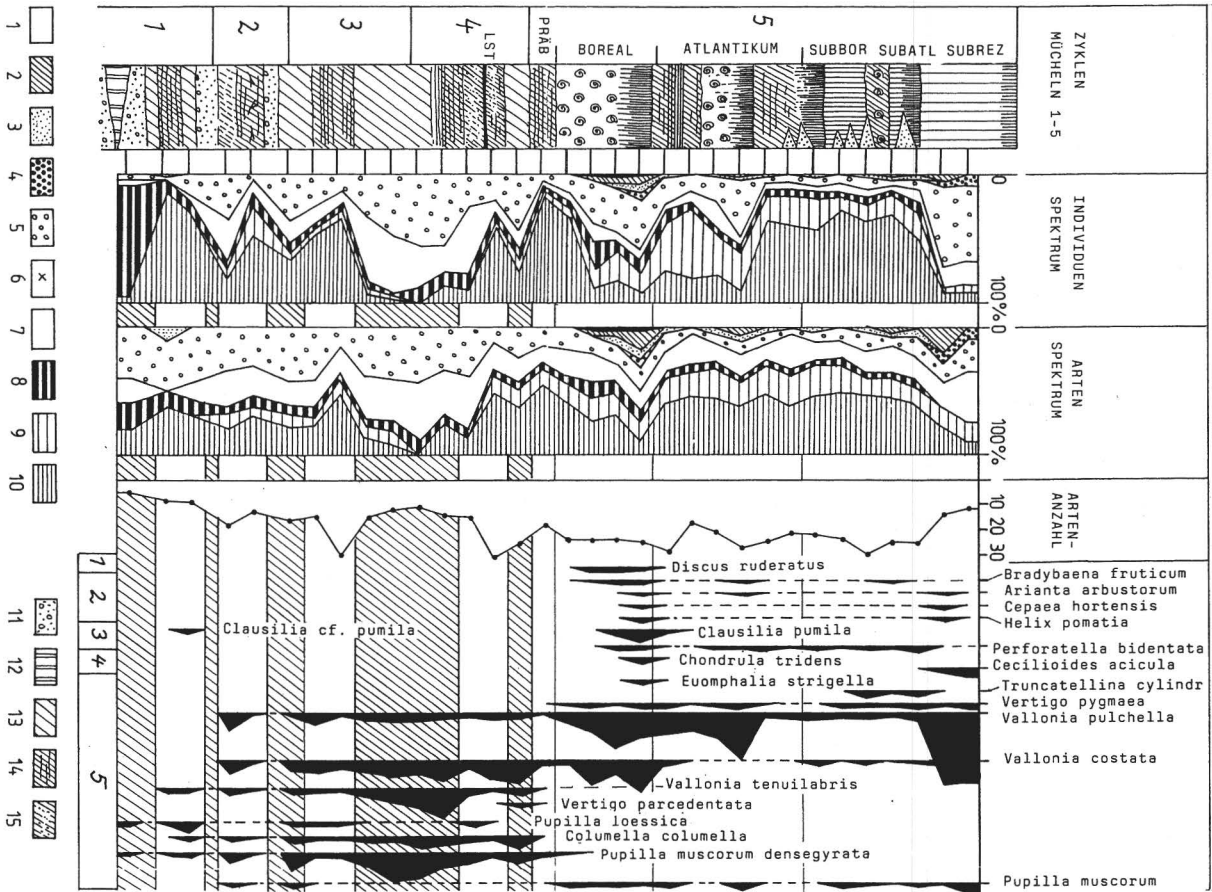


Abb. 25: Geiseltal. Tagebau Mücheln. Nordrand der Geiselaue (nach den Aufschlußkartierungen von 1966 bis 1975).

1 - Denudationsfläche, 2 - sandige muschelkalkreiche Geiselschotter (Niederterrasse), 3 - Sande, kiesige Sande, 4 - autochthoner Fluglöß, 5 - Lößderivat (Fließlöß), 6 - Beckenschluff, Schluffmudde, 7 - Schluff-/Tonmudden mit höherem organogenem Sedimentanteil, 8 - Charakalke, Charamudden, Charatravertin, 9 - Grobdetritusmudden, 10 - Flachmoortorfe, 11 - Kalkmudde, Seekalk, 12 - humoser grauer Auelehm, 13 - lößartiger gelber Auelehm, 14 - humoise Böden, Anmoore, 15 - vulkanische Asche (Laacher See), 16 - Braunkohlendiapire. Archäologische Funde im Profil: 1 - mittelpaläolithischer bifazialer Schaber aus Feuerstein, 2 - mesolithischer Fundhorizont aus dem frühen Boreal, 3 - hallstattzeitliche Funde, 4 - Scherben der Frühen Römischen Kaiserzeit, 5 - Schutthorizont, Reste befestigter Wege im Sumpf sowie von Bauten auf Pfahlgründung, 11./12. Jahrhundert, 6 - Schutthorizont 16.-18. Jahrhundert. - I frühweichselzeitliches Interstadial, Mü 1 bis Mü 5 - Sedimentzyklen vom ausklingenden Hochglazial, Spätglazial und Holozän. Mü 1 und 2 - Mücheln Intervalle 1 und 2, B - Bölling, A Alleröd, Pb Präboreal, Sb Subboreal.



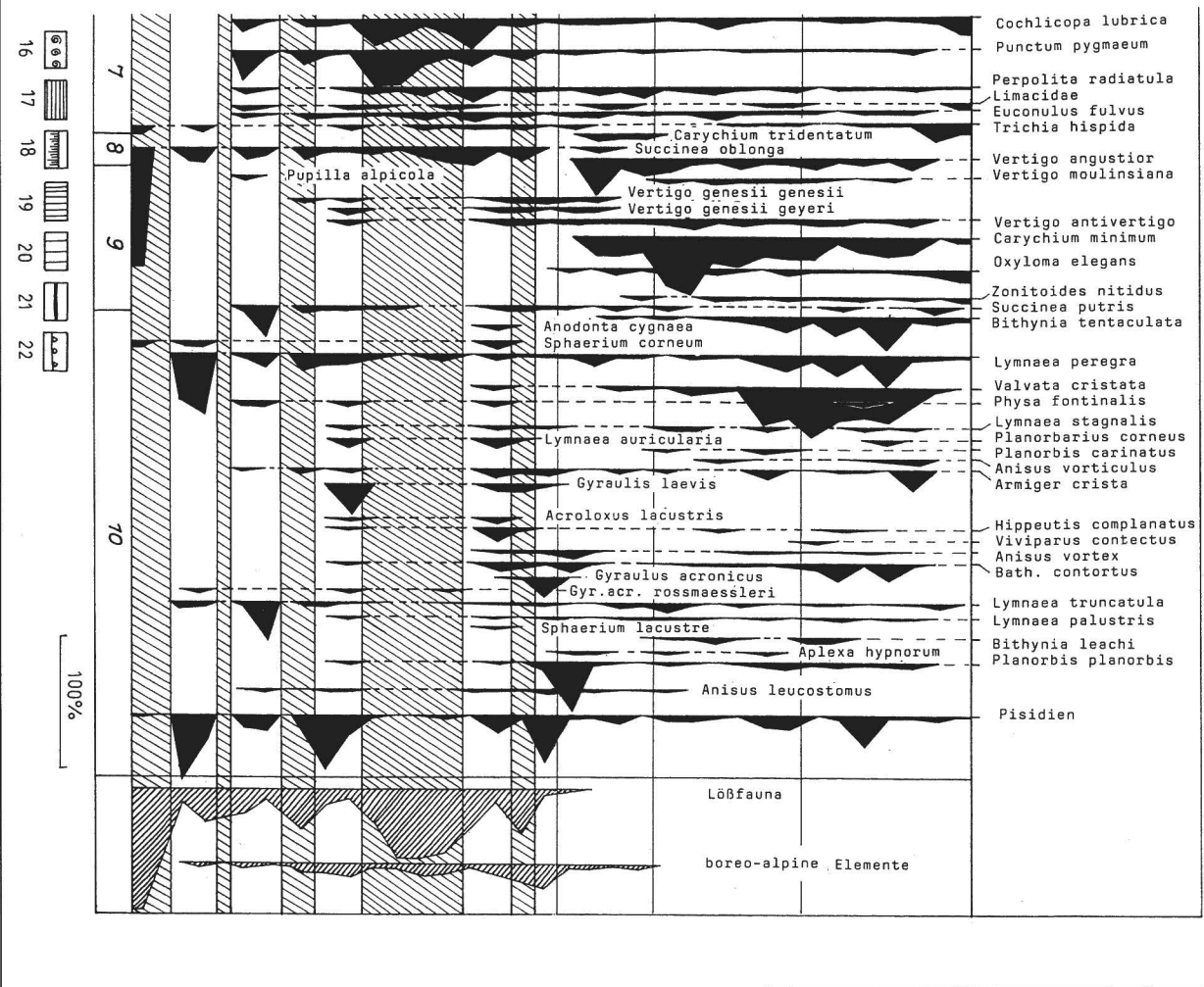


Abb. 26: Geiselalpe, Tagebau Muehlen. Entwicklung der Molluskenfauna. Zyklen Muehlen 1 bis 5 (Hochglazial bis Holozän).

1 bis 10 ökologische Gruppen nach Lozek 1964 (vgl. Abb. 5). 11 - kiesige Sande, 12 - Löß, Lößderivat, 13 - Beekenschluff, Schluffmüde, 14 - Tonmüde, 15 - Tonmüde mit Charakterkalken, 16 - Kalkmüde, 17 - Torf, 18 - Humushorizont, Boden, 19 - humoser grauer Auelehm, 20 - lößartiger gelber Auelehm, 21 - vulkanische Asche (Laacher See) - LST, 22 - Denudationsfläche.

5.1 Geologische Prozesse und Erscheinungen

(vgl. Abb. 11-13, 15 und 25)

Eine spezielle Erscheinung im Gebiet der Ascherslebener Depression und ihres Salzsattels ist die Subrosion. Die Subrosionsvorgänge im Untergrund sind vom Klima abhängig und wurden durch die zyklische Klimaentwicklung gesteuert. Sie wurden vom Dauerfrostboden in den Stadien unterbunden und nahmen zusätzlich zum kalt-ariden Tiefpunkt hin ständig ab. In der Spätphase während der Wiedererwärmung wurden sie wieder aktiviert.

Unter den Bedingungen der kleinzyklischen Klimaentwicklung wurden am Ende einer Kaltphase zunächst sandige Sedimente in das Becken eingeschwemmt. Die wiederbelebte Subrosion führte zur Absenkung des Beckenbodens und zur Bildung eines flachen stehenden Gewässers. Das macht sich in der Korngrößenabnahme der Sedimente und in der Entstehung von Beckenschluffen bemerkbar. Zugleich führte die Erwärmung zur Zunahme organogener Sedimentanteile in Form von organischem Grob- und Feindetritus sowie organogenen Kalkes und zur Bildung von Mudden (Gyttjen). Aus kalkhaltigen Schluffmudden gingen je nach Klimaentwicklung der Wärmeschwankung Tonmudden und schließlich Kalkmudden und Muddekalke hervor. Wenn keine allgemeine Verlandung stattfand, setzte nach dem Höhepunkt der Wärmeschwankung der umgekehrte Vorgang ein und es entstanden wieder Schluff- und Sandmudden mit abnehmendem organogenem Sedimentanteil.

Rein organogene Sedimente, wie Charakalke, Muddekalke, Kalkmudden, Torfe, Anmoore und Humushorizonte wurden vor allem in den Warmzeiten und in den wärmeren Interstadialen zu Beginn und am Ende der Kaltzeit gebildet. Sie kommen noch in geringerem Umfang in den ersten beiden Interstadialen vor und entstehen wieder in den spätglazialen Interstadialen in beträchtlichem Umfang. In Richtung Hochglazial nehmen organogener Sedimentanteil und damit verbundener Kalkgehalt der limnischen Sedimente zu Gunsten des minerogenen Sedimentanteils stark ab. Es entstanden jetzt vor allem zunächst tonige Schluffmudden, dann mehr und mehr schluffige und sandige Mudden. Ein höherer organischer grobdetritischer Sedimentanteil ist in diesen Horizonten lokal auf zusammengeschwemmten Pflanzenhäcksel (Moos-, Gras-, Strauchreste) in dünnen Lagen beschränkt. Die limnischen Sedimente der hochglazialen Intervalle sind durch stark sandige Mudden mit geringem organogenem Anteil gekennzeichnet.

Verlandungen führten während der Warmzeiten im Seebecken zu weitflächigen Flachmooren mit Schilftorfen. Auf diesen oder auf den äußeren sumpfigen Uferzonen entstanden mächtige Anmoore und Humusgleye. Diese Vorgänge und ihre Ablagerungen sind auch noch in den ersten beiden Interstadialen typisch, klingen aber rasch im dritten und vierten Interstadial ab. Danach bildeten sich in den Interstadialen und Intervallen nur noch geringmächtige Torfe, meistens sandige Moos- und Grastorfe mit geringer Ausbreitung. Humose Bildungen wurden nicht mehr beobachtet. Zu nennenswerten Torfbildungen kam es erst wieder in den beiden letzten spätglazialen Interstadialen. Jetzt bildeten sich auch wieder humose Böden, so Anmoore, Humusgleye und außerhalb des Beckens Initialformen der Schwarzerde.

Nach unserer Kenntnis fossiler und holozäner Böden außerhalb der Becken und Talniederungen (z. B. HAASE et al. 1970) entwickelten sich in den Warmzeiten als typische Böden die Parabraunerden unter Wald. Im Holozän wurden weite Flächen im mitteldeutschen Trockengebiet, so auch in der Umgebung vom Ascherslebener See und Geiseltal nicht mehr oder nur locker von der allgemeinen Bewaldung erfaßt, da sie bereits seit dem Frühneolithikum vom Menschen freigehalten wurden. So blieben hier die frühholozänen Schwarzerden erhalten. Schwarzerden sind auch die typischen Böden der ersten beiden frühweichselzeitlichen Interstadiale. Sie entstanden in den kontinentalen sommerwarmen Wiesensteppen dieser Schwankungen. Im dritten und vierten Interstadial kam es höchstens zur Entwicklung schwach humoser Böden. Danach lassen sich als Bodenbildungen nur schwache Verlehungen, wie sie gelegentlich in den mittelweichselzeitlichen Lössen beobachtet wurden („Kösener Verlehungszone“, RUSKE et WÜNSCHE 1961, 1964) oder Pseudoverleyungen nachweisen. Erst im Alleröd-Interstadial bildeten sich wieder humose Böden, die - wie bereits erwähnt - als Frühphasen der Schwarzerde erkannt wurden,

welche sich dann besonders als charakteristische Böden im Frühholozän entwickeln. Unter Wald entstehen wieder Braunerden und schließlich Parabraunerden. Wo der Wald die Schwarzerden ergreift, werden diese degradiert bis lessiviert (RAU 1995, ALTERMANN 1995).

Die kaltzeitlichen Prozesse und Erscheinungen folgten während der Stadiale ebenfalls dem Großzyklus. Indem die stehenden Gewässer im Seebecken austrockneten und ausfroren, entwickelte sich ein Dauerfrostboden mit Froststrukturen und mit sommerlichen Auftauböden und deren gravitativ bedingten Entschichtungen sowie den Vorgängen der Solifluktion. Zusätzlich wirkten Frostverwitterung, Feinerdebildung, Ausblasung und Verwehung und damit verbundenen Lößablagerung. Außerhalb des Seebeckens fanden in den Tälern Schuttbildung, Erosion, Schottertransport und -akkumulation statt. Diese Vorgänge waren alle von der Klimaentwicklung des Großzyklus abhängig.

Der großzyklische Ablauf ähnelt jenem der Kleinzyklen: Gröberklastisches Material wird wieder in das Becken eingeschwemmt, gleichzeitig bildet sich allmählich ein Dauerfrostboden heraus. In seinem zunächst noch mächtigen Mollisol finden Entschichtungen statt, wie die gravitativ verursachte Bildung von Tropfenböden und die Kryoturbationen. Mehr und mehr setzt sich Bodenfließen durch. Fließerden werden in das Becken eingelagert. Inzwischen haben sich im Dauerfrostboden Spaltennetze gebildet, die bei aktiver Wirkung der Eisblätter in den Spalten größer und tiefer werden und sich zu ausgeprägten Polygonböden entwickeln. Unter dem kalt-trockenen Klima des stadialen Optimums werden bei geringen Auftautiefen die Froststrukturen und Bodenbewegungen mehr und mehr inaktiv. Jetzt herrscht Frostverwitterung in Form von Feinerdebildung vor. Die Feinerden werden ausgeweht, eine Denudationsfläche mit Steinsohle im Sinne einer Deflationsfläche entsteht. Nach dem Höhepunkt setzen mit steigenden Temperaturen und relativer Zunahme der Feuchtigkeit allmähliche Auflösung des Dauerfrostbodens und Aktivierung von Fließgewässern ein, die gröberklastische Gesteine, wie kiesige Sande und Sande, in das Becken eintragen.

In den ersten frühglazialen Stadialen entstanden nur kleine und wenig tiefe Frostspalten. Sie sind gelegentlich mit Steinnetzböden kombiniert. Solifluktion herrschte nur in geringem Umfang. Eine nennenswerte Feinerde-Frostverwitterung und damit verbundene Anreicherung von lößartigen Schluffen in den periglazialen Horizonten fand noch nicht statt. Gelegentlich lassen sich im Becken, vor allem an seinen Ufern, mächtigere Einschwemmungen von Sanden und Kiesen nachweisen. Auftauböden sind mit markanten Tropfenböden und kräftigen Kryoturbationen verbunden. Alle diese Erscheinungen deuten noch auf relativ hohe Feuchtigkeit und noch nicht stark ausgeprägte arktische Bedingungen hin. Das ändert sich nach dem dritten Stadal: Fließerden werden mächtiger, Frostspalten tiefer, Spaltenpolygone markanter. Tropfenböden und Kryoturbationen nehmen an Intensität ab. Die stadiale Entwicklung findet einen Höhepunkt in dem ausgeprägten kalten und relativ feuchten 5. Stadal: sehr mächtige Fließerden, zunehmende Frostverwitterung mit Feinerdeanreicherung, mehrere Frostspaltengenerationen. Die jüngste von ihnen, die von der Denudationsfläche ausgeht, hat die tiefsten (bis 8 m) und breitesten (bis 2 m) Eiskeilspalten, die im Ascherslebener Seeprofil nachgewiesen wurden, und welche sich zu einem Strukturboden mit Polygonen mit 20 bis 30 m Durchmesser zusammenfügen. In den nachfolgenden Stadialen wird das Klima zunehmend kälter und trockener. Zusätzlich sind Auftautiefen des Mollisols gering. Alle diese Bedingungen führen zur Inaktivität des Dauerfrostbodens und nur zur geringen Bildung von schwachen Froststrukturen. Das sind nur schwache Kryoturbationen, kleine schmale Frostspalten, nur lokale Spaltennetze; Tropfenböden fehlen weitgehend. Fließerden entstehen im beschränkten Umfang, Einschwemmungen von Sanden und kiesigen Sanden gehen stark zurück. Statt dessen werden die Verlösung (Feinerdeverwitterung), Ausblasung und Verwehung und damit verbundene Lößablagerung in der Umgebung zu zunehmend charakteristischen Erscheinungen. Einen Höhepunkt erleben diese Vorgänge im kalt-ariden Klima des Hochglazials. In den spätglazialen Stadialen ist eine schrittweise Abnahme aller mit dem Dauerfrostboden verbundenen Erscheinungen zu beobachten. Es entstehen nur noch kleine Frostspalten und Spaltennetze, die Solifluktion klingt allmählich ab, Verlösung und Lößbildung gehen zurück. Es kommt zuletzt nur noch zur lokalen Verwehung von Sandlössen und Sanden. In zunehmend größerem Umfang werden wieder Sande und kiesige Sande eingeschwemmt. Letzte Eiskeilspalten und Polygonböden, Kryoturbationen und schwache Lößbildung lassen sich im letzten Stadal, in der Jüngeren Dryaszeit beobachten.

5.2 Vegetation und Vegetationsentwicklung

(vgl. Abb. 16-19, Tab. 4 und 5)

Leider zeigen die Pollenanalysen nur ein unvollständiges Bild der Vegetationsentwicklung im Ascherslebener Seebecken. Eine Ausnahme sind die Spektren rein organogener Ablagerungen, so von Torfen aus dem Frühglazial oder der spätglazialen und holozänen Folgen (MÜLLER 1953). Die letzte Warmzeit ist als Initialphase der Becken- und Seebildung nur bruchstückhaft mit geringmächtigen Sedimenten erfaßt. Die Stadialphasen mit ihren z. T. gröberklastischen Sedimenten waren nicht analysierbar, da sie als Abtragungs- und Umlagerungsprodukte auch zu viel umgelagerte Fremdpollen aus dem Tertiär enthielten. Dieser Fremdpolleneinfluß überprägt auch in vielen Fällen die Wärmeschwankungen. So kann nur eine pauschale Ausdeutung vorgenommen werden.

Offenbar wurden von der letzten Warmzeit hauptsächlich Spätphasen erfaßt, die bereits durch hohe *Pinus*-Anteile charakterisiert sind. Einzelproben jedoch (z. B. LENK 1964) verweisen auf Eichenmischwald des Klimaoptimums mit höheren Haselanteilen. Abfolgen der letzten Warmzeit, so von Gröbern, die die Vegetationssukzession vermitteln, aber auch von Travertinen, wie von Burgtonna, lassen die optimale Entwicklung besser erkennen. Interessant ist im Travertin von Burgtonna der Nachweis von zwei Schwankungen nach dem warmzeitlichen Optimum, die über kühle Phasen zurück zum gemäßigten, aber zunehmend kontinental beeinflussten Klima führten. Es ist möglich, daß der größte Teil der limnisch-telmatischen Ablagerungen von Ia1 in diese spätinterglaziale Zeit gehört.

In den Interstadialen ist bis zum 8. Zyklus (V) ein zuerst allmählicher, dann aber starker Rückgang der Baumpollen, also der Wälder, festzustellen. In den beiden ersten Interstadialen kommt es noch zu ausgeprägten Kiefernzeiten mit verschiedener Häufigkeit der Birke und mit Beteiligung der Fichte, wobei nach Zapfenfunden auch die *Picea omorica* beteiligt ist. Das Vorkommen von Erle und vor allem einigen wärmeliebenden Gehölzen, wie von Hasel, Linde, Ulme, Eiche und Hainbuche deutet eher auf ihr primäres Vorkommen in diesen Wäldern als auf ausschließliche Fremdpolleneinlagerung hin. Die Anteile der Baumpollen steigen in diesen beiden Interstadialen noch auf über 60 %. Diese Verhältnisse zeigen boreales bis kühl temperiertes Klima an. Allerdings läßt sich ein starker kontinentaler Klimaeinfluß in Form hoher Anteile von Gräsern, vor allem Gramineen sowie von Kräutern, die zu Steppengesellschaften gehören, nachweisen. Hier sind besonders *Artemisia*, *Helianthemum* und Chenopodiaceen zu nennen. Neben Waldsteppen/Parktaigen und Galeriewäldern gab es offene Landschaften, die wir als Tschernosemiesensteppen charakterisieren können.

Im 3. und 4. Stadial gehen die Anteile der Gehölzarten zu Gunsten der Vertreter der offenen Landschaft weiter zurück, mehr und mehr verschwinden die wärmeliebenden Bäume und Sträucher. Fichte, Erle und Hasel bleiben erhalten. Kiefern-Birkenphasen mit entsprechend zusammengesetzten kleineren Wäldern und Parktaigen sind entwickelt, kräuterreiche Grassteppen breiten sich weiter aus.

Nach dem einschneidenden 5. Stadial erreichen die Interstadiale nur noch subarktische bis nur schwach ausgeprägte boreale Klimaverhältnisse. Die Anteile der Kiefern- und Birkenpollen sind unter 30 % zurückgegangen. Doch auch aus dem Vorkommen von Makroresten ergibt sich, daß in diesen Interstadialen kleine Wälder aus Kiefern und Birken in der Umgebung des Ascherslebener Sees, vor allem auch als flußbegleitende, galeriewaldartige Bestände existiert haben, möglicherweise auch noch vereinzelt mit Erle, Fichte und Hasel. Weidengebüsche stockten in den Niederungen. Sonst herrschten offene Steppenlandschaften vor. Zwergstrauchheiden breiten sich aus.

Während der subarktischen Intervalle waren keine Gehölze mehr ausgebildet. Die über 90 % hohen Anteile von Gräsern (besonders Gramineen) und Kräutern verweisen auf kräuterreiche Steppen mit Strauchgesellschaften (strauchförmige Birken und Weiden) sowie Zwergstrauchheiden.

Nach den Mühelner Intervallen 1 und 2 setzt im Spätglazial die Wiederbewaldung ein. Im vorletzten Interstadial rücken vor allem die Birken, nur vereinzelt auch Kiefern vor, im letzten Interstadial, dem Alleröd, kommt es erst zu einer Birken-, dann zu einer Kiefernphase. Es entstanden Birken- und Kiefernwälder; Zitterpappeln beteiligen sich. Abgesehen von bruchwaldartigen Gehölzen in den Niederungen und Tälern, waren die Wälder licht und mit einer Grasdecke durchsetzt. Zusätzlich breiteten sich noch

weite offene Wiesensteppen aus. Das zeigen bis 40 % hohe Nichtbaumpollenwerte sowie das Vorkommen von *Artemisia*, *Helianthemum*, Chenopodiaceen, *Sanguisorba minor* und anderen Gattungen und Arten.

In den Stadien wurde die Waldentwicklung jeweils unterbrochen. Im letzten Stadial der Weichselkaltzeit, in der Jüngeren Dryaszeit, ist aber mit dem Zurückbleiben von Birken und Kiefern in einer Baum- und Strauchtundra zu rechnen. Das leitet zur holozänen warmzeitlichen Waldentwicklung über, die nur kurzfristig durch einen Kälterückfall im jüngeren Präboreal unterbrochen wurde.

Im Vergleich zu anderen Beobachtungen kann angenommen werden, daß während der Stadien Tundren und Steppen die vorherrschenden Landschafts- und Vegetationsformen waren. Die trockenen Formen der Tundra und die Lößsteppe herrschten vor allem während der mittleren Stadien und dem Hochglazial vor. Zeitweilig, aber zum Hochglazial hin in zunehmendem Maße breiteten sich steinige Tundren und Frostschuttwüsten aus.

5.3 Die Diatomeen

(Tab. 5, S. 82)

Proben aus allen Sedimentationszyklen des Ascherslebener Sees wurden auf Diatomeen untersucht (SCHWARZENHOLZ 1965). Nur in den Sedimentproben aus dem 3. Interstadial (II a -B), dem Bölling- (VII-B) und Alleröd-Interstadial (VIII-B) und der ausgehenden Jüngeren Dryaszeit (IX-A) wurden Diatomeen vorgefunden. Die übrigen Proben waren diatomeenleer. Insgesamt wurde eine Flora mit 213 Formen angetroffen, darunter 37 Variationen, die sich auf 30 Gattungen verteilen. In den Proben wurde folgende Formenhäufigkeit angetroffen (Tab. 5):

IIa-B 135 Formen, davon 3 Formen nur in diesem Horizont,

VII-B 157 Formen, davon 28 Formen nur in diesem Horizont,

VIII-B 118 Formen, davon 5 Formen nur in diesem Horizont,

XI-A 144 Formen, davon 11 Formen nur in diesem Horizont.

59 Formen haben alle Horizonte gemeinsam, alle anderen Formen wurden in unterschiedlicher Verteilung angetroffen.

Nach dem Halobiensystem von Kolbe/Hustedt (SCHWARZENHOLZ 1965) wurden 22 Brackwasser- und 4 Salzwasserformen nachgewiesen. Sie verteilen sich wie folgt:

IIa-B Süßwasserformen 88,2 %, Brackwasserf. 9,6 %, Salzwasserf. 2,2 %,

VII-B Süßwasserf. 89,2 %, Brackwasserf. 10,2 %, Salzwasserf. 0,6 %,

VIII-B Süßwasserf. 90,8 %, Brackwasserf. 6,7 %, Salzwasserf. 2,5 %,

XI-A Süßwasserf. 91,1 %, Brackwasserf. 6,9 %, Salzwasserf. 2,0 %.

Danach läßt sich nur eine geringe Versalzung des Gewässers nachweisen.

Insgesamt kommen 15 planktonische, 89 epiphytische und 108 benthonische Formen vor. Daraus läßt sich ableiten, daß der Ascherslebener See jeweils nur ein mäßig tiefes, mit höheren Wasserpflanzen besiedeltes, aber - wie das die gut entwickelte bodenbewohnende Diatomeenflora erfordert - gut durchlichtetes Gewässer war. Eine grundlegende Aussage zur zyklischen Entwicklung läßt die Diatomeenflora leider nicht zu, da nur einige Horizonte diese Flora führen.

5.4 Die Molluskenfauna

(Abb. 20-22, 26, Tab. 1, S. 72)

Dem Standort entsprechend, sind die Molluskengesellschaften des Ascherslebener Sees durch Wasserarten gekennzeichnet (Abb. 20). Infolge dichter Vegetationsfilter am Ufer, z. B. Schilfgürtel, *Carex*-Wiesen, sind parautochthone Komponenten mit der Landfauna nur gering vertreten. Doch läßt auch die Molluskenfauna deutlich den Ablauf des Großzyklus erkennen. Allerdings kann die Fauna vom Ascherslebener See in willkommener Weise durch die reichen terrestrisch geprägten Molluskenfaunen aus dem Travertin von Burgtonna und dem Geiseltal ergänzt werden.

Ausgesprochen warmzeitliche Gesellschaften waren in Ia1 und IX ausgebildet. Ihr Warmzeitcharakter nimmt in den ersten drei bis vier Interstadialen ständig ab, indem die anspruchsvollen Arten verschwinden und zu dem eurythermen Grundbestand einige boreo-alpine Arten hinzukommen. Nach dem 5. Stadiaal treten wärmeliebende Arten nicht mehr auf. Sie wandern erst in den spätglazialen Interstadialen wieder ein. Dasselbe gilt besonders für die vereinzelt auftretenden Vertreter einer thermophilen Waldfauna, die in Ia1 und IX nachgewiesen wurden und sogar erst im Laufe des Frühholozäns wieder auftauchen. Wie reich eine warmzeitliche Waldfauna entwickelt war, zeigt besonders der Travertin von Burgtonna (Tab. 1). Aus den frühweichselzeitlichen Deckschichten dieses Travertins wurden die Molluskengesellschaften bekannt, die für die beiden ersten Interstadiale typisch sind. Es sind die *Bradybaena fruticum*- und *Chondrula tridens*-Fauna. Die erste ist an die Waldsteppen, die andere an die Tschernosemwiesensteppen gebunden. Elemente beider Faunen kamen auch in den ersten beiden Interstadialen des Ascherslebener Sees vor. Sie kommen verstreut auch im 3. und 4. Interstadial noch vor. Das betrifft besonders die Arten der *Chondrula*-Fauna. Erst im Spätglazial tauchen die Arten dieser beiden Gesellschaften wieder auf. Zuerst sind es die akzessorischen Elemente, die vor allem in verschiedenen feuchten bis sumpfigen Biotopen leben. Sie treten bereits in den Mühelner Intervallen auf. Die typischen Arten erscheinen erst im Alleröd-Interstadial.

Das untere Frühglazial (1. bis 4. Interstadial) und das Spätglazial sind besonders durch das Auftreten von boreo-alpinen Elementen in Land- und Wasserfauna gekennzeichnet. Sie fehlen weitgehend im mittleren Teil der großzyklischen Abfolge. Dafür ist dieser Teil durch artenarme, widerstandsfähige Wassergesellschaften und durch die Fauna der Lößsteppe gekennzeichnet. Die typischen Arten der Lößfauna, der sog. *Pupilla*-Fauna, treten als Elemente der offenen Landschaft schon vereinzelt in den Faunen der ersten Interstadiale auf. Nach dem 5. Stadiaal werden sie zu den charakteristischen Arten, bis die Lößfauna den Höhepunkt ihrer Entwicklung im Hochglazial erreicht. Im Spätglazial tritt die Tundrenfauna mit ihren charakteristischen Arten, der *Columella columella*-Fauna, der Lößfauna zur Seite. Beide Faunen herrschen in den spätglazialen Stadiaalen und Intervallen vor. Sie bestimmen auch noch die Fauna der offenen Steppenlandschaft in den beiden spätglazialen Interstadialen, bevor sie am Ende der Jüngerer Dryaszeit verschwinden. Nach Untersuchungen im Unterharz und den Bergländern an der mittleren Saale (MANIA et STECHEMESSER 1969, MANIA 1972) halten sich aber typische Tundren- und Lößsteppenarten in kühlen Schluchttälern als „Glazialrelikte“ noch bis in das Präboreal, um nochmals während des Klimarückschlags im jüngerer Präboreal eine kurze Blütezeit zu erleben, bevor sie auch hier endgültig verschwinden.

Auffällig ist das durch den großzyklischen Ablauf gesteuerte Verhalten einiger Unterarten, so von *Valvata piscinalis*, einer Wasserart (Abb. 22). Ihre paläarktische Form *V. piscinalis piscinalis* ist charakteristisch für die Warmzeiten; sie verschwindet allmählich während der ersten drei Interstadiale und wird mehr und mehr durch die boreo-alpine Form *V. piscinalis antiqua* ersetzt. Diese verschwindet im Laufe der nächsten Interstadiale zu Gunsten der boreo-alpinen Form *V. piscinalis alpestris*, die zum ersten Male in II b auftritt, in IVa und b überwiegt und im 8. Interstadial (V) schließlich der einzige *Valvata piscinalis*-Vertreter ist. Umgekehrt sind die spätglazialen Faunen durch *V. piscinalis antiqua* gekennzeichnet, bevor diese Form wieder im Frühholozän durch die *V. piscinalis-piscinalis* Form, die bereits im Alleröd wieder vorhanden ist, abgelöst wird.

Die Kleinmuscheln (Genus *Pisidium* und *Sphaerium*) zeigen ebenfalls deutlich klimatisch gebundene Assoziationen (Abb. 21). Ihr Individuenreichtum ist ebenfalls an den Klimagang gebunden. In den Warmzeiten haben sie nur geringe individuelle Anteile von einigen Prozent an der gesamten Molluskenfauna. Sie erreichen hohe individuelle Anteile in den ersten früh- und letzten spätglazialen Phasen, aber höchste Anteile in den mittleren Interstadialen. Für die Warmzeiten sind Assoziationen aus etwa 5 bis 6 paläarktischen, holarktischen und kosmopolitischen Arten typisch. In den ersten vier frühweichselzeitlichen und den beiden spätglazialen Interstadialen erreichen die Assoziationen die höchsten Artenzahlen (12 bis 13 Arten), denn boreo-alpine Elemente kommen hinzu. Das sind *Pisidium hibernicum*, *stewarti*, *lilljeborgi*, *obtusale* f. *lapponica* und *henslowanum* f. *inappendiculata*. In den Interstadialen nach dem 5. Stadiaal bis zum Hochglazial geht der Artenreichtum der Pisidienfauna auf vier bis fünf Arten zurück.

Bis auf ein oder zwei kosmopolitische Arten treten vorwiegend die boreo-alpinen Assoziationen auf. Während in den ersten frühweichselzeitlichen Interstadialen *P. stewarti* am häufigsten ist, wird im 5. bis 7. Interstadial *P. liljeborgi* die häufigste Art, während im 8. Interstadial und danach *P. henslowanum* f. *inappendiculata* überwiegt.

Der Klimawechsel läßt sich allgemein am Wechsel des Artenreichtums der Molluskenfaunen der jeweiligen Warmphasen messen (Abb. 22):

- in der Eemwarmzeit höchster Artenreichtum von über 80 Arten (ergänzt durch Burgtonna),
- im 1. und 2. Interstadial 30 Arten,
- im 3. und 4. Interstadial bereits nur 15 bis 20 Arten,
- nach dem 5. Stadial bis zum 8. Interstadial 10 Arten,
- im Hochglazial nur 2 bis 6 Arten,
- in den spätglazialen Intervallen 10 bis 25 Arten,
- in den spätglazialen Interstadialen 30 bis 45 Arten,
- in der holozänen Warmzeit wieder >60 Arten.

5.5 Die Ostrakodenfauna

(Abb. 23 und 24, Tab. 2, S.74)

Besonders empfindlich reagierte die Ostrakodenfauna auf die Klimaentwicklung. Die Klimaabhängigkeit der nachgewiesenen 42 Arten (ohne neue, noch nicht beschriebene Arten) wird bereits in ihrer Aufteilung nach ökologischen Gruppen deutlich (MANIA 1967 b, Tab.3, S. 76):

- A. Sommerformen. Sie sind überwiegend stenotop und an warme Klimaverhältnisse angepaßt. Sie entwickeln sich nur oder vorwiegend im Sommer und verschwinden im Winter. A1: Stenotherme Warmwasserformen. A2: Allgemeine Sommerformen mit warmstenothermer Neigung. A3: Sommerformen mit Neigung zu Dauerformen. Überwiegend eurytherm.
- B. Frühjahrsformen. Sie sind überwiegend eurytop mit stenotoper Neigung. B1: Langsamwüchsige Frühjahrsformen. Langsame Entwicklung von Frühjahr bis Herbst. Überwiegend eurytherm. B2: Schnellwüchsige Frühjahrsformen. Schnelle Entwicklung nur im Frühjahr. Überwiegend eurytherm. B3: Frühjahrsformen mit Sonderstellung: In austrocknenden Gewässern nehmen sie das Verhalten von Frühjahrsformen ein und bringen nur eine Generation hervor. In nichtaustrocknenden Gewässern haben sie das Verhalten von Dauerformen mit zwei und mehreren Generationen. Eurytherm.
- C. Dauerformen. C1. Entwicklung in der wärmeren Jahreszeit. Erwachsene Tiere kommen auch im Winter vor. Überwiegend eurytop und eurytherm. C2: Stenotherme Kaltwasserformen. Entwicklung in der kälteren Jahreszeit. Eurytop.

Sommerformen wurden noch nicht in subarktischen und arktischen Gewässern beobachtet. Sie sind an die wärmeren Klimagebiete gebunden und bewohnen beständige gut durchwärmte flache Gewässer. Frühjahrsformen entwickeln sich in den gemäßigten Klimaten nur im Frühjahr, in borealen, subarktischen und arktischen Klimaten jeweils in einer dem Frühjahr der gemäßigten Breiten entsprechenden Jahreszeit. Sie bewohnen temporäre Kleingewässer, z. B. solche, die vorübergehend bei der Schneeschmelze entstehen oder im Frühjahr überflutete Eulitoralbereiche der größeren beständigen Gewässer. Vor allem die schnellwüchsigen Frühjahrsformen kommen in Gewässern des borealen und subarktischen Gebietes sowie in den temporären sommerlichen Gewässern der Arktis vor. Dauerformen kommen das ganze Jahr über in verschiedenen Gewässertypen vor. In gemäßigten Breiten finden sie sich im Sommer oft in größeren Wassertiefen, in arktischen Gebieten besiedeln sie die im Sommer entstehenden Kleingewässer. Dauerstadien lassen die Ostrakodenarten das Austrocknen oder Ausfrieren ihrer Biotope überstehen.

Bereits im Ansteigen und Absinken der Individuen- und Artendichte zeigen die Ostrakoden des Ascherslebener Sees die einzelnen untergeordneten Wärmeschwankungen, wie generell den Ablauf des Großzyklus an. In einem Kleinzyklus, so z. B. der interstadialen Phase von Ib, sieht die klimatisch bedingte

Veränderung der Arten- und Individuendichte wie folgt aus: Zu Beginn der Wiedererwärmung kommen nur 5 bis 6 eurytherm-kaltstenotherme Arten vor. Es handelt sich um schnellwüchsige Frühjahrs- und Dauerformen. Sie erreichen eine Häufigkeit von etwa 400 bis 500 Klappen/500 cm³ Sediment. Zum klimatischen Optimum hin ist ein Ansteigen auf 9 bis 14 Arten zu beobachten. Es sind anspruchsvolle und wärmeliebende Sommerformen und langsamwüchsige Frühjahrsformen sowie Dauerformen. Die individuelle Häufigkeit erreicht Höchstwerte von mehr als 50 000 Klappen/500 cm³. Mit abnehmenden Temperaturen nach dem Optimum sinkt die Artendichte wieder auf etwa 6 eurytherme und kaltstenotherme Arten, vor allem Dauerformen, ab. Die Individuendichte beträgt nur noch 3 000 Klappen/500 cm³.

Um die Entwicklung der Ostrakodenfauna im Verlaufe des Großzyklus zu zeigen, geben wir für die einzelnen Abschnitte die Zahl aller nachgewiesenen Arten an, aber nur Durchschnittswerte der individuellen Häufigkeit in Anzahl der Klappen, bezogen auf 500 cm³ Sediment. Hier ist zu beachten das jeweils zwei Klappen zu einem Individuum gehören, also die wahre Individuenzahl nur die Hälfte des angegebenen Wertes umfaßt.

In den Warmzeiten wurden jeweils optimale Existenzbedingungen erreicht. Es lassen sich höchster Artenreichtum (36 Arten im Eem, 27 Arten im Holozän) sowie höchste Individuendichte nachweisen. Diese beträgt 40 000 bis 45 000 Klappen/500 cm³ Sediment bzw. derart viele Individuen/1000 cm³ Sediment.

Die ersten beiden Interstadiale zeigen noch relativ günstige Bedingungen. Sie spiegeln sich in 23 bis 28 Arten und 13 000 bis 25 000 Klappen/500 cm³ Sediment wider.

Im 3. und 4. Interstadial sinken die Häufigkeiten bereits auf 12 bis 15 Arten und 2500 bis 8 000 Klappen/500 cm³ ab.

Die nachfolgenden vier Interstadiale bis zum Beginn des Hochglazials zeigen ähnliche Werte: 10 bis 14 Arten, 2900 bis 5000 Klappen/500 cm³.

Ein drastisches Absinken erfolgt während der Intervalle im Hochglazial. Es kommen nur noch 4 bis 5 Arten vor, sie erreichen nur 20 bis 50 Klappen/500 cm³.

Im Spätglazial ist wieder eine positive Entwicklung zur Warmzeit zu beobachten. In der Ältesten, Älteren und Jüngeren Dryaszeit herrschen folgende Häufigkeiten: 9/85, 10/480, 5/1140. Und in den beiden Interstadialen zwischen den Tundrenzeiten wurden folgende Werte festgestellt: 26/4800 und 22/6250.

Die Warmzeiten sind durch warmstenotherme und allgemein wärmeliebende Arten gekennzeichnet. Einige dieser anspruchsvollen Arten treten auch noch in den ersten frühglazialen sowie wieder in den spätglazialen Interstadialen auf. In den Interstadialen nach dem kalten 5. Stadial kommen kaum noch wärmeliebende Sommerformen, sondern nur noch eurytherm-kaltstenotherme Gemeinschaften vor, in denen neben Dauerformen vor allem schnellwüchsige Frühjahrsformen erscheinen. Diese bilden mit 1 bis 2 Dauerformen die arktisch-subarktischen Gemeinschaften der hochglazialen Intervalle. Diese Gemeinschaften sind auch für die ausgehenden Abschnitte der Dryaszeiten charakteristisch.

Salzwasserliebende Ostrakodenarten (*Candona angulata*, *Cyprideis litoralis* und *Heterocypris salinus*) zeigen mit ihrem Vorkommen und ihrer jeweiligen Häufigkeit den Versalzungsgrad des Seewassers, der mit aus dem Untergrund aufsteigender Salzsole zusammenhängt sowie damit den Grad der Subrosion im Gebiet des Ascherslebener Sattels und seiner Randsenken an (Abb. 24). Doch sind sie nur auf die Warmzeiten und die ersten Interstadiale beschränkt und tauchen erst wieder im ausgehenden Spätglazial auf. *Potamogeton vaginatus* als Halophyt reagiert empfindlicher und zeigt auch noch Salzwassereinfluß in weiteren frühglazialen Phasen an (Abb. 24). Dieses Laichkraut tritt zögernd erst wieder im Bölling, massenhaft dann im Alleröd auf. In den Interstadialen nach dem 5. Stadial ist nur noch schwacher subrosionsbedingter Salzwassereinfluß nachzuweisen, vollständig fehlt er im Hochglazial und in den ersten Intervallen des Spätglazials.

5.6 Die Wirbeltierfauna

(Tab. 3, S. 76)

Die Entwicklung der Wirbeltierfauna über die Zeit des gesamten Großzyklus hinweg ist leider mit Hilfe der Abfolge aus dem Ascherslebener See nicht möglich. Abgesehen von Einzelfunden, hat wenigstens der paläolithische Fundhorizont von Königsau A, B und C aus dem 2. Interstadial eine Faunengemeinschaft ergeben. Burgtonna mit der eemzeitlichen und frühweichselzeitlichen Fauna ist bereits in die großzyklische Folge integriert. Andere, mit gewisser Sicherheit stratigraphisch zuweisbare Fundkomplexe werden hinzugezogen (vgl. Tab. 3). Es lassen sich damit folgende Entwicklungsabschnitte der Wirbeltierfauna nachweisen:

Abschnitt 1: Warmzeitliche Wirbeltierfauna (AS- Ia1 B. -Travertine von Burgtonna, Taubach und Weimar - KAHLKE et al. 1977, 1978, 1984, limnisch-telmatische Ablagerungen von Gröbern - EIBMANN et al. 1990). Sogenannte *Palaeoloxodon antiquus*-Fauna mit folgenden nachgewiesenen Arten:

Esox lucius, *Perca fluviatilis*, *Emys orbicularis*, *Bufo bufo*, *Rana temporaria*, *Natrix natrix*, *Elaphe longissima*, *Anguis fragilis*, *Bison priscus*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Megaloceros giganteus*, *Alces latifrons*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*, *Dicerorhinus kirchbergensis*, *D. hemitoechus*, *Equus taubachensis*, *E. (Asinus) hydruntinus*, *Palaeoloxodon antiquus*, *Crocota spelaea*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Lutra lutra*, *Mustela eversmanni*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Felis silvestris*, *Lynx lynx*, *Castor fiber*, *Talpa europaea*, *Sorex araneus*, *Glis glis*, *Apodemus sylvaticus*, *Clethrionomys glareolus*, *Pitymys subterraneus*, *Cricetus cricetus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus arvalis*.

Abschnitt 2: Fauna des unteren Frühglazials (Zyklen Ia2, Ib, IIa, IIb). Vor allem in AS - Ib (Fundstelle bei Königsau), teilweise auch in Ia2 wurde folgende Fauna festgestellt: *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Bison priscus*, *Cervus elaphus maral*, *Rangifer tarandus*, *Equus mosbachensis-abeli*, *Equus (Asinus) hydruntinus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Dicerorhinus hemitoechus*, *Mammuthus primigenius*, *Crocota spelaea*, *Canis lupus*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Microtus arvalis*, *M. gregalis*. Diese Fauna kann durch frühweichselzeitliche Funde von Gera-Lindentaler Hyänenhöhle (vgl. MANIA 1975 a) ergänzt werden: *Megaloceros giganteus*, *Alces* sp., *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*, *Ursus spelaeus*. *Capra ibex* und *Rupicapra rupicapra* treten im Unterharz auf (Rübeland, MANIA et TOEPFER 1973). Die Deckschichten von Burgtonna (siehe oben) und der Naumburger Bodenkomplex von Neumark-Nord haben vor allem eine umfangreiche Kleinvertebratenfauna geliefert. Ohne die Arten alle hier anzuführen, sei vor allem auf den Nachweis von *Lagurus lagurus* und von *Hystrix vinogradovi* (MAUL 1994) verwiesen. Wir sind der Ansicht, daß der *Hystrix*-Fund von Burgtonna, da er in einer mit braunen lehmigen Bodensedimenten gefüllten Kaverne und nicht im Travertinverband gefunden wurde, in das untere Frühglazial gehört. Dem entsprechen auch andere *Hystrix*-Funde, z. B. aus den Fuchslöchern bei Saalfeld (MANIA et TOEPFER 1973). Beide Arten charakterisieren die sommerwarmen Wiesensteppen des Frühweichsels, vor allem der ersten Interstadiale.

Abschnitt 3: Fauna des oberen Frühglazials (Zyklen III, IV a, IV b, V). Aus dieser Zeit stammen die Faunenkomplexe der Ilsenhöhle von Ranis (Ranis 2/3 - HÜLLE 1970) und aus dem Fundhorizont von Breitenbach (TOEPFER 1970, MANIA 1975 b). Es kommen vor allem *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Bison priscus*, *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus maral*, *Equus* sp. (kleine Form), *Ursus spelaeus*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus* und *Lepus timidus* auf. Dazu kommen zahlreiche Kleinvertebraten der Tundren und Steppen, die vor allem in den Schlotten vom Seweckenberg bei Quedlinburg gefunden worden sind. Es kommen einige Lößfunde aus dem Saalegebiet und Harzvorland dazu. Es kommen zu den schon genannten Arten vor allem *Dicrostonyx torquatus*, *Lemmus lemmus*, *Lagopus lagopus*, *Ochotona pusilla*, *Alactaga jaculus*, *Citellus rufescens*, *Microtus gregalis*, *Microtus arvalis*, *Cricetus cricetus* und *Marmota bobak*.

Abschnitt 4: Fauna des Hochglazials und des beginnenden Spätglazials (Zyklen AS - VI, Mü 1 und 2). Nach verschiedenen Höhlenfunden Thüringens (Ranis, Döbritz - Kniegrotte und Wüste Scheuer, HÜLLE 1977, MUSIL 1974) und Einzelfunden aus dem Löß setzt sich diese Fauna wie folgt zusammen: *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Bison priscus*, *Rangifer tarandus*, *Megaloceros* sp., *Saiga*

tatarica, *Ovibos moschatus*, *Equus* sp. (kleine Form), *Marmota bobak*, *Crocota spelaea*, *Ursus spelaeus*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Alopex lagopus*, *Vulpes vulpes*, *Canis lupus*, *Lepus timidus*, *Dicrostonyx torquatus*, *Lemmus lemmus*.

Abschnitt 5: Fauna des jüngeren Spätglazials (Zyklen VII und VIII). Diese Fauna setzt sich noch aus den Vertretern der Tundren und kontinentalen Steppen zusammen, doch kommen jetzt auch wieder erste anspruchsvollere Arten vor. Einzelfunde gibt es aus dem Ascherslebener See, dem Geiseltal, dann aber die Faunen aus jungpaläolithischen Fundplätzen, wie Nebra (MANIA, im Druck), Döbritz (MUSIL 1974), Lausnitz (FEUSTEL et al. 1963), Oelknitz (MUSIL 1985), Oberritz-Teufelsbrücke (FEUSTEL et al. 1971) und Bad Frankenhausen (TEICHERT 1971) sowie aus einem spätglazialen Hangschuttprofil vor der Urd-Höhle bei Döbritz (v. KNORRE 1971). Mammut und Wollhaarnashorn werden selten, genauso Saigaantilope und Moschusochse. Weitere Arten: *Equus germanicus*, *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Alces* sp., *Bos/Bison*, *Capra ibex*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, *Canis familiaris*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Mustela erminea*, *Alopex lagopus*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Panthera pardus*, *Felis silvestris*, *Talpa europaea*, *Sorex araneus*, *Lepus timidus*, *Cricetus cricetus*, *Microtus gregalis*, *M. arvalis*, *M. agrestis*, *M. oeconomus*, *Arvicola terrestris*, *Clethrionomys glareolus*, *Dicrostonyx torquatus*, *Ochotona pusilla*, *Lagopus mutus*, *Lagopus lagopus*, *Lyrurus tetrix*, *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*. Während wieder einige anspruchsvolle Arten neben den arktischen und subarktischen Vertretern einwandern, erscheint als typische Form sommerwarmer Steppen wie in den ersten Frühweichselinterstadialen *Lagurus lagurus* (Urd-Grotte bei Döbritz, v. KNORRE 1971).

Abschnitt 6: Warmzeitliche holozäne Fauna, größtenteils mitteleuropäische Waldfauna. Zu Beginn noch mit Bison und Wildpferd (Geiseltal, MANIA et TOEPFER 1970), *Bos primigenius* wird erst in historischer Zeit ausgerottet.

Im großzyklischen Ablauf wird die warmzeitliche *Palaeoloxodon antiquus* - Fauna während einer Übergangsphase zur Kaltzeit durch die einwandernde Mammut-Fauna allmählich verdrängt. Die wärmeliebenden Arten verschwinden, einige, wie *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*, *Diceroshinus hemitoechus*, bilden mit den Vertretern der Mammut-Fauna eine Mischfauna, bevor auch sie zurückgehen oder verschwinden (Reh und Wildschwein). In den sommerwarmen kontinentalen Steppen des Frühglazials treten besonders unter den kleineren Vertebraten typische Arten der südosteuropäischen und zentralasiatischen Steppen auf, wie *Lagurus lagurus*, *Hystrix vinogradovi*, *Ochotona pusilla*, später auch *Marmota bobak*. Der Bobak und dazu *Saiga tatarica* werden erst im jüngeren Teil des Frühglazials und besonders im Hochglazial charakteristisch. Zunehmend treten auch weitere Arten der Tundren auf, wie Lemminge, Schneehase, Schneehuhn, Moschusochs. Im Spätglazial tritt wieder über eine Mischfauna der Wechsel zur warmzeitlichen Wirbeltierfauna ein. Letzte arktische Elemente sind in der Jüngeren Tundrenzeit zu beobachten, letzte Steppenformen, wie Bison und Wildpferd, noch in den borealen Schwarzerdesteppen.

Fortsetzung Tab. 2

Arten, Formen	Bu Tau	Grö	Ia1	Ia2	Ib	II a	II b	III	IV a	IVb	V	VI	Mü 1	Mü 2	VII	VIII	IX
<i>Candona lobipes</i>	+																
<i>Candona parallela</i>	+	+															
<i>Candona vavrai</i>	+																
<i>Candona fabella</i>	+																
<i>Candona rawsoni</i>	+																
<i>Herpetocypris reptans</i>	+		+	+	+	+	+						+	+	+	+	
<i>Herpetocypris brevicaudata</i>	+		+	+	+	+	+		+	+	+				+	+	
<i>Herpetocypris ehringsdorfensis</i>	+																
<i>Herpetocypris chevreuxi</i>		+															
<i>Cypris pubera</i>			+		+				+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Heterocypris salinus</i>	+	+	+	+	+												+
<i>Heterocypris incongruens</i>			+									+	+	+	+	+	+
<i>Dolerocypris fasciata</i>	+		+												+	+	
<i>Eucypris serrata</i>			+	+	+	+	+		+	+					+	+	
<i>Eucypris crassa</i>															+		
<i>Eucypris virens</i>	+		+	+	+			+	+	+	+				+	+	
<i>Eucypris zenkeri</i>	+		+		+												
<i>Eucypris lutaria</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
<i>Eucypris pigra</i>	+		+													+	
<i>Cypridopsis vidua</i>	+	+	+	+	+				+	+					+	+	+
<i>Cypridopsis subterranea</i>	+																
<i>Cypridopsis parvoidea</i>			+														
<i>Cypridopsis concolor</i>			+														
<i>Potamocypris villosa</i>			+	+	+										+	+	+
<i>Potamocypris maculata</i>	+																
<i>Potamocypris wolffi</i>	+																
<i>Potamocypris similis</i>			+														
<i>Potamocypris unicaudata</i>			+														
<i>Cyclocypris laevis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+
<i>Cyclopeis globosa</i>															+	+	+
<i>Cyclocypris serena</i>	+	+															
<i>Cyclocypris ovum</i>	+	+															
<i>Cyclocypris pygmaea</i>			+														
<i>Cyclocypris impressopunctata</i>			+														
<i>Cypris ophthalmica</i>	+	+	+			+	+								+	+	+
<i>Candonopsis kingsleii</i>	+	+	+														+
<i>Paracandona euplectella</i>			+														+
<i>Ilyocypris gibba</i>			+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+
<i>Ilyocypris bradyi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+
<i>Ilyocypris inermis</i>	+																
<i>Ilyocypris decipiens</i>		+															
<i>Notodromas monacha</i>	+	+	+												+		+
<i>Cypris marginata</i>	+		+	+	+										+	+	+
<i>Darwinula stevensoni</i>	+	+	+	+	+										+	+	+
<i>Darwinula brevis</i>	+														+	+	+
<i>Cyprideis litoralis</i>			+	+	+												
<i>Cyprideis torosa</i>		+															
<i>Cytherissa lacustris</i>	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
<i>Limnocythere inopinata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Limnocythere sancti-patricii</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Limnocythere baltica</i>	+																
<i>Metacypris cordata</i>		+	+														+
<i>Nannocandona faba</i>	+																
<i>Ilyodromus olivaceus</i>	+																

Bu, Tau Travertine von Burgtonna und Taubach (DIEBEL et PIETRZENIUK 1978). Grö Gröbern (FUHRMANN et PIETRZENIUK 1990). Ia1 bis IX Zyklen der Abfolge aus dem Ascherslebener See. Mü1, Mü2 Mühelner Intervalle 1 und 2 (Geiseltal).
Systematik nach KLIE 1932, MANIA 1967 b, FUHRMANN et PIETRZENIUK 1990.

Fortsetzung Tab. 3

Arten, Formen	Bu	We	Tau	Grö	Ia1	Bu D	Ia2	Ib	II a	IV	Br	Kn	VII	Neb	VIII	Ur	IX
<i>Microtus oeconomus</i>						+										+	+
<i>Microtus gregalis</i>						+		+								+	+
<i>Sicista subtilis/betulina</i>						+											
<i>Dicrostonyx torquatus</i>																+	
<i>Lemmus lemmus</i>												+					
<i>Castor fiber</i>	+	+	+														
<i>Marmota bobak</i>												+					
Lagomorpha																	
<i>Lepus timidus</i>											+	+		+		+	
<i>Ochotona pusilla</i>																+	
Artiodactyla																	
<i>Cervus elaphus</i>	+	+	+	+	+	+		+							+		+
<i>Dama dama</i>	+	+	+	+													
<i>Alces latifrons</i>			+														
<i>Megaloceros giganteus</i>		+	+			+											
<i>Capreolus capreolus</i>	+	+	+	+													+
<i>Rangifer tarandus</i>								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saiga tatarica</i>												+					
<i>Bison priscus</i>	+	+	+			+	+	+	+								
<i>Bos primigenius</i>																	+
<i>Ovibos moschatus</i>												+					
<i>Sus scrofa</i>	+		+														+
Perissodactyla																	
<i>Dicerorhinus kirchbergensis</i>	+	+	+														
<i>Dicerorhinus hemitoechus</i>	+	+	+					+									
<i>Dicerorhinus</i> sp.				+													
<i>Coelodonta antiquitatis</i>						+		+	+		+	+					
<i>Equus taubachensis</i>		+	+														
<i>Equus germanicus</i>	+					+											
<i>Equus mosbachensis-abeli</i>								+									
<i>Equus</i> sp.						+	+	+		+	+			+		+	+
<i>Equus (Asinus) hydruntinus</i>	+							+									
Proboscidea																	
<i>Palaeoloxodon antiquus</i>	+	+	+	+													
<i>Mammuthus primigenius</i>								+			+	+		+			
Carnivora																	
<i>Ursus arctos</i>	+	+	+			+										+	
<i>Ursus spelaeus</i>			+								+	+					
<i>Crocuta crocuta / spelaea</i>	+	+	+					+				+					
<i>Panthera (Leo) spelaea</i>	+		+					+				+					
<i>Panthera pardus</i>			+														
<i>Lynx lynx</i>		+	+														
<i>Felis silvestris</i>	+	+															
<i>Vulpes vulpes</i>	+	+				+					+					+	
<i>Alopex lagopus</i>											+			+			
<i>Canis lupus</i>			+	+							+						
<i>Mustela nivalis</i>						+											
<i>Mustela erminea</i>																+	
<i>Putorius putorius/eversmanni</i>			+			+											
<i>Lutra lutra</i>			+														
<i>Meles meles</i>			+													+	

Bu Burgtonna Travertin (KAHLKE et al. 1978). Wei Weimar Travertin (KAHLKE et al. 1984).
 Tau Taubach Travertin (KAHLKE et al. 1977). Grö Gröbern (BENECKE et al. 1990). Ia1, Ia2, Ib,
 II a, IV, VII, VIII - Zyklen der Abfolge aus dem Ascherslebener See. BuD Burgtonna Deckschichten
 (HEINRICH et JANOSSY 1978). Br Breitenbach. Kn Kniegrotte bei Döbritz (MUSIL 1974). Neb
 Nebra. Ur Urdhöhle bei Döbritz (MUSIL 1971, KNORRE 1971).

Tab. 4: Zur Flora des Jungquartärs aus dem mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Pflanzenresten und von Pollen oder Sporen (*)

Arten, Familien	Bu	Grö	Ia1	Ia2	Ib	GrF	II a	II b	III	IVa	IVb	V	VI	Mü 1	Mü 2	VII	VIII	IX
Abies*		+	+		+	+	+	+	+									+
Acer*		+	+		+				+									+
Acer campestre	+	+																
Acer monspessulanum	+																	
Acer platanoides	+																	
Acer pseudoplatanus	+	+																
Alisma*			+															+
Alnus*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Alnus sp.	+																	
Alnus glutinosa		+																
Apiaceae*						+												
Arctostaphylos uva-ursi						+												
Armeria*			+		+	+	+	+				+	+					
Artemisia*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Asteraceae*			+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				+	+
Badellia ranunculoides		+																
Batrachium*																	+	+
Batrachium aquatile		+				+												
Betula*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Betula Sect. Albae	+	+																
Betula nana						+											+	+
Betula sp.	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bistorta*			+		+		+	+		+	+	+	+			+	+	+
Botrychium*				+	+		+	+		+		+	+					
Brasenia holsatica		+																
Brassicaceae*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
Bupleurum-Typ*			+		+		+	+	+		+							
Buxus*			+															
Calluna*			+	+	+		+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Calluna sp.					+													
Calystegia*			+															
Campanulaceae*				+		+	+		+								+	+
Carex sp.sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Carex flava		+	+	+	+					+	+						+	+
Carpinus*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
Carpinus betulus		+																+
Caryophyllaceae*		+				+											+	+
Caryophyllaceae										+	+						+	+
Centaurea*			+	+	+		+	+		+	+	+	+					
Centaurea montana*						+												
Centaurea jacea						+												
Ceratophyllum demersum		+				+												
Ceratophyllum submersum		+																
Chara sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+
Charites thuringiaca	+																	
Charites ilmica	+																	
Chenopodiaceae		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Cirsium arvense		+				+												
Cirsium-Typ*			+	+	+		+	+										
Cladium mariscus		+	+															+
Convolvulus*						+												
Cornus sanguinea						+												
Cornus sp.	+																	
Corylus*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Corylus avellana	+	+																+
Crataegus monogyna		+																
Crucifera*																	+	+
Cyperaceae*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Cytisus-Typ*						+			+			+						

Fortsetzung Tab. 4

Arten, Familien	Bu	Grö	Ia1	Ia2	Ib	GrF	II a	II b	III	IVa	IVb	V	VI	Mü 1	Mü 2	VII	VIII	IX
Phyllitis scolopendrium	+																	
Picea*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Picea omorica					+													
Picea sp.					+													
Pinus *		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
Pinus silvestris	+	+			+													
Pinus sp.				+					+	+							+	+
Plantago*			+	+	+	+	+	+	+	+							+	+
Plantago lanceolata																		+
Polygonum*					+	+		+										+
Polygonum aviculare*					+													
Polygonum lapathifolium																		+
Polyodiaceae*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+
Populus*		+				+												+
Populus alba	+																	
Populus sp.						+												
Potamogeton*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+
Potamogeton acutifolius			+															+
Potamogeton crispus		+	+		+	+										+	+	
Potamogeton densus			+	+	+				+							+	+	
Potamogeton filiformis		+	+		+	+				+	+					+	+	
Potamogeton friesii		+				+												
Potamogeton gramineus		+				+												
Potamogeton lucens			+														+	
Potamogeton natans		+																
Potamogeton obtusifolius		+	+		+				+	+	+					+	+	
Potamogeton pectinatus										+	+					+		
Potamogeton perfoliatus			+		+		+	+		+	+						+	
Potamogeton polygonifolius		+																
Potamogeton praelongus		+	+			+										+	+	
Potamogeton pusillus			+		+		+	+								+	+	
Potamogeton trichoides		+																
Potamogeton vaginatus			+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+
Potamogeton sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+
Potentilla heptaphylla		+				+												
Pulmonaria*						+	+	+		+	+							
Quercus*		+	+	+	+	+	+	+		+						+		+
Quercus Sect.Robur	+	+																
Quercus sp.	+																	+
Ranunculaceae*		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+				+	+	+
Ranunculus aquatilis			+		+				+	+	+			+	+	+	+	
Ranunculus lingua		+																
Ranunculus repens		+																
Ranunculus sceleratus		+																
Rhamnus catharticus	+																	
Ribes sp.	+																	
Rosaceae*		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+
Rubus caesius		+																
Rubus sp.	+				+													
Rumex*		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+				+	+	+
Rumex acetosella		+															+	
Salix*		+	+	+	+	+	+		+	+		+	+			+	+	+
Salix sp.	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Salix caprea	+																	
Salix cinerea	+																	
Salix fragilis	+																	
Sambucus nigra		+																
Sambucus*					+													
Sanguisorba*			+		+		+	+	+	+	+							

Fortsetzung Tab. 4

Arten, Familien	Bu	Grö	Ia1	Ia2	Ib	GrF	II a	II b	III	IVa	IVb	V	VI	Mü 1	Mü 2	VII	VIII	IX		
<i>Sanguisorba minor</i> *																		+	+	
<i>Sanguisorba officinalis</i> *			+		+	+												+	+	
Saxifragaceae*			+		+	+	+	+	+			+							+	
<i>Scabiosa</i> *					+			+				+							+	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>		+				+														
<i>Scirpus mucronatus</i>					+														+	
Scrophulariaceae*					+		+	+	+	+	+									
<i>Selaginella</i> *					+		+	+												
Silenaceae*			+	+	+		+	+	+	+	+	+	+					+	+	
<i>Sparganium</i> *			+	+	+		+	+	+	+	+						+	+	+	
<i>Sparganium emersum</i>		+																		
<i>Sparganium erectum</i>										+	+							+		
<i>Sparganium microcarpum</i>		+																		
<i>Sphagnum</i> *			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	
<i>Stellaria palustris</i>		+																		
<i>Swida sanguinea</i>		+																		
<i>Taxus</i> *		+																		
<i>Taxus baccata</i>	+	+																		
<i>Tectochara meriani</i>		+																		
<i>Teucrium</i> *			+																	
<i>Thalictrum</i> *		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	
<i>Thuja thuringiaca</i> (Weimar:)	+																			
<i>Tilia</i> *		+	+		+	+	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)							+	
<i>Tilia cordata</i>		+																		
<i>Tilia platyphyllos</i>		+																		
<i>Tilia</i> sp.	+																			
<i>Trapa natans</i>		+																		
<i>Trifolium</i> *					+		+	+	+											
Tubuliflorae*																		+	+	+
<i>Typha latifolia</i> *		+	+	+	+	+	+	+										+	+	+
<i>Typha</i> sp.	+	+	+	+	+														+	
<i>Ulmus</i> *		+	+		+	+	+	+			+								+	
<i>Ulmus</i> sp.	+																			
Umbelliferae*																		+	+	+
Urticaceae*		+	+		+	+													+	
<i>Urtica dioica</i>		+																	+	
<i>Vaccinium</i> *																		+	+	+
<i>Valeriana</i> *			+		+															
<i>Viburnum</i> *									+											
Viciaceae*			+				+	+	+		+	+								
Vicia-Typ*					+		+	+	+	+		+								
<i>Viscum</i> *		+																	+	
<i>Viscum album</i>		+																		
<i>Zannichellia palustris</i>		+	+			+												+	+	

Pflanzliche Makroreste:

Bu Burgtonna Travertin (VENT 1978, Neufunde). Dazu einige Nachweise aus dem Travertin von Weimar (MAI 1984). Grö Gröbern, Optimum der Warmzeit (MAI 1990 b). Ia1 bis IX - Zyklen der Abfolge aus dem Ascherslebener See (NÖTZOLD 1965, MANIA et TOEPFER 1973, Neufunde). GrF Gröbern Frühweichselglazial (MAI 1990 b). Mü1 und Mü2 -Müchelner Intervalle 1 und 2, Geiseltal (MANIA et al. 1993) Pollen, Sporen: Gröbern (LITT 1994). Ascherslebener See (VODICKOVA 1975, MÜLLER 1953).

Tab. 5: Die Diatomeenflora aus einigen Horizonten der Abfolge aus dem Ascherslebener See (SCHWARZENHOLZ 1965)

Arten, Formen	II	VII	VIII	IX 1	S	B	M	p	e	b
Achnanthes										
brevipes AGARDH	+	+	+			=			=	
clevei GRUN.	+	+	+		=				=	
var.rostrata HUST.	+	+			=				=	
conspicua A.MAYER	+	+	+		=				=	
exigua GRUN.				+	=				=	
var.constricta FORKE				+	=				=	
flexella (KÜTZ.)	+			+	=				=	
lanceolata BREB.	+	+	+	+	=				=	
var.elliptica CL.		+	+	+	=				=	
marginulata GRUN.				+	=				=	
Amphora										
libyca EHR.	+	+	+	+	=	=				=
ovalis KÜTZ.	+	+	+	+	=					=
pediculus (KÜTZ.) GRUN.	+	0	+	+	=					=
Anomoeoneis										
sphaerophora (KÜTZ.) PF.		+	+	+	=	=				=
zellensis (GRUN.) CL.				+	=					=
Caloneis										
bacillum (GRUN.)MER.		+	+	+	=					=
ladogensis CL.				+	=					=
schumanniana (GRUN.)CL.				+	=					=
var.biconstricta GRUN.	+	+	+		=					=
var.lancettula HUST.		+			=					=
silicula (EHR.) CL.	+	+	+	+	=					=
var. alpina CL.		+	+	+	=					=
var. gibberula (KÜTZ.)GR.	+	+			=					=
var. truncatula GRUN.	+	+	+	+	=					=
Campylodiscus										
hibernicus (EHR.) GRUN.	+	+	+	+	=					=
Cocconeis										
diminuta PANT:	+				=					=
disculus SCHUM.	+		+		=					=
pediculus EHR.	+	+	+	+	=	=				=
placentula (EHR.)	+	+	+	+	=					=
var.euglypta (EHR.)CL.			+	+	=	=				=
var.lineata (EHR.)CL.	+	0	+	+	=					=
Cyclotella										
antiqua W.SM.		+			=			=		
comta (EHR.)KÜTZ.	+	+		+				=		
kützingiana TWAITHES	+	+		+	=			=		
var.planetophora FRICKE		+			=			=		
var. radiosa FRICKE	+			+	=			=		
menghiniana KÜTZ.		+			=	=		=		
ocelata PANT.	+		+		=			=		
Cymatopleura										
elliptica (BREB.) W.SM.	+	+	+	+	=					=
solea (BREB.) W.SM.	+	+	+	+	=					=

Fortsetzung Tab. 5

Arten, Formen	II	VII	VIII	IX 1	S	B	M	p	e	b
Cymbella										
affinis KÜTZ.		0	+	+	=				=	
alpina GRUN.	+	+	+	+	=				=	
amphicephala NAEGELI	+	+		+	=				=	
aspera (EHR.) CL.	+	+	+		=				=	
cesatii (RABH.) GRUN.				+	=				=	
cistula (HEMP.) GRUN.	+	0		+	=				=	
cuspidata KÜTZ.	+	+	+	+	=				=	
cymbiformis (AGARDH) K.	+	0	+	+	=				=	
ehrenbergii KÜTZ.	+	+	0	0	=				=	
hebridica (GREG.) GRUN.		+		+	=				=	
helvetica KÜTZ.			0	+	=				=	
hybrida GRUN.	+	+		+	=				=	
lanceolata GRUN.	+	+	+	+	=				=	
leptoceros (EHR.) GRUN.	+	+		+	=				=	
microcephala GRUN.	+		+	+	=				=	
obtusiuscula (KÜTZ.) GR.		+		+	=				=	
parva (W.SM.) CL.		0			=				=	
prostrata (BERK.) CL.	+	+	+	+	=				=	
reinhardtii GRUN.	+	+	+	+	=				=	
sinuata GREG.	+		+		=				=	
tumida (BREB.)v.HEURCK	+		+		=				=	
turgida (GREG.) CL.		+			=				=	
ventricosa KÜTZ.	+	+	+	+	=				=	
Diatoma										
elongatum AGARDH				+	=	=			=	
Diploneis										
elliptica (KÜTZ.) CL.	+	+			=				=	
interrupta (KÜTZ.) CL.		+			=	=			=	
oculata (BREB.) CL.		+		+	=				=	
ovalis (HILSE) CL.	+	+	+		=	=			=	
var.oblongella (NAEG.)CL.			+		=				=	
smithii (BREB.) CL.	+	+	+	+	=	=			=	
Epithemia										
argus KÜTZ.		0		+	=				=	
var. alpestris GRUN.		0			=				=	
var. longiconis GRUN.		+			=				=	
intermedia FRICKE	+	+	+	+	=				=	
sorex KÜTZ.	+	+	+	+	=	=			=	
var.gracilis HUST.		+			=	=			=	
turgida (EHR.) KÜTZ.	+	+			=	=			=	
var.granulata (EHR.) GR.	+	+			=				=	
zebra (EHR.) KÜTZ.	+	0	+	+	=				=	
var. porzellus (KÜTZ.) GR.	+	+	+	+	=	=			=	
var.saxonica (KÜTZ.) GR.	+	+	+		=	=			=	
Eunotia										
lunaris (EHR.) GRUN.			+		=				=	
tenella (EHR.) HUST.			+		=				=	

Fortsetzung Tab. 5

Arten, Formen	II	VII	VIII	IX I	S	B	M	p	e	b
Fragilaria										
brevistrata GRUN.	+	H	H	+	=				=	
capucina DESMAZIERES	+	+		+	=			=		
var.mesolepta (RABH.)GR.	+				=				=	
construens (EHR.) GRUN.	+		+	+	=				=	
var. binodes (EHR.) GR.	+	0	+	+	=				=	
var. subsalina HUST.	+	+			=	=			=	
var. triundulata REICHELT			+		=				=	
var. venter (EHR.) GRUN.	0	H	H	0	=				=	
cortonensis KITTON		+			=	=		=		
inflata (HEIDEN) HUST.	0	+	0	+	=				=	
intermedia GRUN.	+	+	+	+	=				=	
pinnata EHR.		0	+	+	=				=	
virescens RALFS	+	0	0	+	=	=			=	
Gomphonema										
abbreviatum AGARDH		+			=				=	
acuminatum EHR.		+	+	+	=				=	
var.brebissonii (KÜTZ.)CL:	+	+			=				=	
var.coronata (EHR.)W.SM.	+	+		+	=				=	
angur EHR.	+	+			=				=	
angustatum (KÜTZ.)RABH.		+		+	=				=	
bohemicum REICH.FRICKE		+	+	+	=				=	
constrictum EHR.	+	+		+	=				=	
var. capitata (EHR.) CL.		+		+	=				=	
gracile EHR.		+			=				=	
intricatum KÜTZ.		+			=				=	
var. pumila GRUN.		+			=				=	
lanceolata EHR.		+			=				=	
var. insignis (GREG.) CL.		+			=				=	
longiceps EHR.		+			=				=	
var. subclavata GRUN.	+	+	+	+	=				=	
olivaceum (LYNGBYE) KÜ.	+	+				=			=	
Gyrosigma										
kützingii (GRUN.) CL.	+	+	+	+	=					=
strigile (W.SM.) CL.	+	+	+	+		=				=
Hantzschia										
amphioxys (EHR.) GRUN.		+			=					=
Mastogloia										
elliptica AGARDH		+	+			=				=
grevillei W.SM.		+	+		=					=
smithii THWAITES		+				=				=
Melosira										
granulata (EHR.) RALFS		+	+		=			=		
islandica O.MÜLL.		+			=			=		
juergensi C.A. AG.		+				=		=		

Fortsetzung Tab. 5

Arten, Formen	II	VII	VIII	IX 1	S	B	M	p	e	b
Navicula										
amphibola CL.				+	=					=
anglica RALFS	+	+	+	+	=	=				=
arata GRUN.	+	+	+			=				=
bacilliformis GRUN.		+		+	=					=
bacillum GRUN.	+	+	+	+	=					=
cari EHR.	+	+		+	=					=
cincta (EHR.) KÜTZ.	+	+	+	+	=	=				=
var. heufleri GRUN.	+	+	+	+	=	=				=
clementis GRUN.	+	+	+	+	=	=				=
cocconeiformis GREG.				+	=					=
contenta GRUN.	+	+		+	=					=
crucicula (W.SM.)DONKIN	+	+	+	+		=				=
cryptocephala KÜTZ.	+	+		+		=	=			=
var. intermedia GRUN.	+	+		+		=				=
var.veneta (KÜTZ.)GRUN.	+	+				=				=
cuspidata KÜTZ.	+	+		+	=					=
dicephala (EHR.) W.SM.		+	+	+						=
exigua (GREG.) O.MÜLL.	+	+	+	+	=					=
gastrum EHR.	+		+	+	=					=
gothlandica GRUN.	+					=	=			=
graciloides A.MAYER	+	+	+	+	=					=
gregaria DONKIN			+	+			=			=
hungarica GRUN.	+	+	+	+	=					=
lacustris GREG.				+	=					=
lanceolata (AG.) KÜTZ.	+		+	+	=					=
laterostrata HUST.	+			+	=					=
menisculus SCHUM.	+	+	+	+	=					=
mutica KÜTZ.	+			+	=	=				=
oblonga KÜTZ.	+	0	+	+	=					=
peregrina (EHR.) KÜTZ.	+	+	+	+		=				=
placentula (EHR.) GRUN.	+	+	+	+	=					=
protracta GRUN.	+		+	+		=	=			=
pupula KÜTZ.	+	+		+	=					=
pseudoscutiformis HUST.	+	+	+	+	=					=
radiosa KÜTZ.	+	0	+	0	=					=
reinhardtii GRUN.	+	+	+	+	=					=
rotaeana (RABH.) GRUN.				+	=					=
salinarum GRUN.	+	+	+	+			=			=
scutelloides W.SM.			+	+	=					=
similis KRASSKE	+	+		+	=					=
tuscula (EHR.) GRUN.	+	+	+	+	=					=
var. minor (EHR.) GRUN.	+	+	+	+	=					=
viridula KÜTZ.	+			+	=	=				=
Neidium										
affine (EHR.) CL.			+	+	=					=
dubium (EHR.) CL.	+	+	+	+	=					=
f. constricta HUST.	+			+	=					=
viridis (EHR.) CL.		+	+		=					=
kozłowi MERESCHKOVSKI	+		+	+	=					=

Fortsetzung Tab. 5

Arten, Formen	II	VII	VIII	IX 1	S	B	M	p	e	b
Nitzschia										
amphibia GRUN.	+	+	+	+	=					=
angustata (W.SM.)	+	+	+	+	=					=
denticula GRUN.	+	+	+	+	=					=
dissipata (KÜTZ.) GRUN.	+		+	+	=					=
kützingiana HILSE		+		+	=					=
linearis W.SM.	+	+	+	+	=					=
recta HANTZSCH	+	+	+	+	=					=
sigmoidea (EHR.) W.SM.	+	+	+	+	=					=
tryblionella HANTZSCH	+		+	+		=				=
Pinnularia										
brevicostata CL.		+			=					=
dactylus EHR.	+	+			=					=
gibba EHR.			+	+	=					=
interrupta W.S.		+		+	=					=
lata (BREB.) W.S.	+	+			=					=
major KÜTZ.	+	+		+	=					=
mesolepta (EHR.) W.SM.	+	+		+	=					=
mirostaaron (EHR.) CL.	+	+	+	+	=					=
subcapitata GREG.				+	=					=
viridis (NITZSCH) EHR.	+	+	+	+	=					=
var.sudetica (HILSE) HU.		+	+	+	=					=
Rhoicosphenia										
curvata GRUN.	+	+		+	=	=				=
Rhopalodia										
gibba (EHR.) O.MÜLL.		+	+	+	=					=
gibberula (EHR.) O.MÜLL.		+				=				=
parallela (GRUN.) O.MÜLL.		0	+	+	=					=
Stauroneis										
anceps EHR.	+	+		+	=					=
montana KRASSKE				+	=					=
phoenicentrum EHR.	+	+		+	=					=
smithii GRUN.	+		+	+	=					=
var. incisa PANT.	+		+	+	=					=
Stephanodiscus										
astraea (EHR.) GRUN.			+		=			=		
var.minutula (KÜTZ.) GR.		+			=			=		
Surirella										
biseriata BREB.	+		+	+	=					=
caproni BREB.	+		+		=					=
elegans EHR.	+		+		=					=
ovata KÜTZ.	+			+	=	=				=
Synedra										
amphicephala KÜTZ.	+	+	+	+	=					=
rumpens KÜTZ.			+	+	=					=
tabulata (AGARDH) KÜTZ.		+			=	=				=
ulna (NITZSCH) EHR.	+	+			=					=
vaucheriae KÜTZ.	+	+		+	=					=
Tabellaria										
fenestrata (LYNGBYE) KÜ.		+			=				=	
flocculosa (ROTH) KÜTZ.		+			=					=

II - Interstadiale II a und II b, VII - Bölling-, VIII - Allerödinterstadial, IX 1 - Jüngere Dryaszeit.

S Süßwasser-, B Brackwasser-, M Salzwasserformen. p planktonische, e epiphytische,

b benthonische Formen. + vorhanden, 0 häufig, H sehr häufig.

5.7 Das Paläolithikum

Der paläolithische Mensch war dem Klimawechsel ausgesetzt. Im Verlaufe der Weichselkaltzeit paßte er sich mit Hilfe seiner Kultur immer mehr an die kaltzeitlichen Verhältnisse, im Hochglazial schließlich sogar an die kalt-ariden hocharktischen Landschaften an. Hier ist nicht der Platz, diesen Vorgang zu schildern. Es sei nur auf einige wichtige Fundstellen im mittleren Elbe-Saalegebiet hingewiesen (zusammenfassend TOEPFER 1970, dazu MANIA et TOEPFER 1973, MANIA 1975a, 1988, MANIA im Druck, TOEPFER et MANIA 1973, MANIA et al. 1990).

Fundstellen aus

- der letzten Warmzeit (Ia1): Taubach, Weimar, Burgtonna, Gröbern, Rabutz (?) (warmzeitliches Mittelpaläolithikum);
- Zyklus Ia2: Ascherslebener See (Schadeleben, Nordfeld). Gera-Lindentaler Hyänenhöhle (Micoquo-Prondnikien);
- Zyklus Ib: Ascherslebener See (Königsau) (Micoquo-Pondnikien);
- Zyklen Ib bis II b: Oppurg-Gamsenberg, Petersberg (Micoquo-Prondnikien);
- Zyklus III: Ranis 2 (Blattspitzengruppe);
- Zyklen III und IV a: Ranis 3, Breitenbach bei Zeitz, Zoitzberg bei Gera (Aurignacien);
- Zyklen IV und V: Bilzingsleben-Simsensee (Gravettien-Perigordien);
- Älteres Spätglazial (Mücheln 2/ AS-VII): Döbritz-Kniegrotte z. T., Oberritz-Teufelsbrücke, Aschersleben (mittleres Magdalenien);
- Jüngeres Spätglazial: Lausnitz, Döbritz-Urdhöhle, Garsitz, Allendorf, Nebra, Bad Frankenhäusen, Ölknitz, Saaleck, Kahla-Löbschütz, Friedensdorf (Kriegsdorf), Halle-Galgenberg, Seeufer vom Ascherslebener See: Wilsleben, Königsau-Klintberg, -Großer Bruchsberg, Grube Georg, Gatersleben (jüngeres Magdalenien). Schadeleben-Weinberg (Federmessergruppe).

5.8 Entwicklung des Landschaftstyps

Die Landschaft in der Umgebung des Ascherslebener Sees, des Geiseltals und von Burgtonna - also im Thüringer Becken, dem Harzvorland und der weiteren Umgebung entwickelte sich von einem nemoralen Laubmischwald zu Tundren und Steppen und wieder zurück zum nemoralen Laubmischwald des Holozäns. Dabei unterlag diese Landschaftsentwicklung genauso dem großzyklischen wie dem kleinzyklischen Klimaablauf. Da die Vegetation ein übergeordnetes landschaftsbestimmendes Element ist, zeigt uns allein diese in ihrer Veränderung bereits die Veränderung des Landschaftstyps. So werden nach dem Optimum der letzten Warmzeit aus Eichenmischwäldern und Hainbuchenwäldern zunächst Kiefern-Fichtenwälder, dann Kiefernwälder, Birkenwälder und schließlich Baum- und Strauchtundren sowie Tundren und kaltzeitlichen Steppen. Dabei macht sich ein zunehmend stärkerer kontinentaler Klimaeinfluß und damit verbunden eine Öffnung der bewaldeten Landschaft bemerkbar, so daß parallel zu der Waldentwicklung aus den geschlossenen Wäldern Waldsteppen und Steppen mit einzelnen Gehölzen und Galeriewäldern und zuletzt waldfreie Landschaften werden. Das Extrem, das diese Entwicklung hervorruft, ist die Landschaft im Hochglazial unter besonders kalt-ariden Bedingungen. Kältesteppen (Löbsteppen), Tundren in den Niederungen, steinige Bergtundren in den höheren Lagen und schließlich Frostschuttwüsten kennzeichnen diese Landschaft. Während der Wärmeschwankungen der Kleinzyklen wurde diese Entwicklung ständig unterbrochen, wie das bei der Darstellung der einzelnen Zyklen bereits beschrieben wurde.

5.9 Das Klima

Klimawerte lassen sich aus der Vegetation, den Molluskenfaunen, dem Auftreten besonderer Wirbeltierarten oder -assoziationen, geologischen und anderen Klimaindikatoren ermitteln. Folgende Klimawerte waren für die jeweiligen Entwicklungsabschnitte des Großzyklus typisch:

1. Abschnitt. Warmzeitliches Optimum, warm-gemäßig-atlantisch. Das Jahresmittel der Temperatur (JM) lag bei +10 bis +11 °C, das Julimittel der Temperatur (JuM) bei +19 bis +21 °C, während das

Januarmittel der Temperatur (JaM) +/- 0 °C betrug. Als Jahresmittel der Niederschläge (JMN) außerhalb der Mittelgebirge konnten mindestens 600 bis 800 mm ermittelt werden.

Die kühlen Phasen nach dem Optimum erreichten etwa boreale, kontinental gefärbte Klimawerte, die wärmeren Phasen nach ihnen wieder gemäßigste, ebenfalls trockene Verhältnisse.

2. Abschnitt. Frühweichselglazial 1. Vier Zyklen Ia2, Ib, II a, II b. Die Temperaturdepression, die die Kaltzeit einleitet, muß im ersten Stadial bereits zu JM von <0 °C geführt haben. Dadurch wurde dieses Stadial zum einschneidenden Ereignis, das allerdings in einigen anderen Abfolgen, die dieser Zeit zugeordnet werden, nicht zum Ausdruck kommt, wie z. B. in der Pollensukzession von Gröbern (LITT 1994). Die in dieser Abfolge als WF 1 geführte Kaltphase, die auf die warmzeitliche Sukzession folgt, ist durch 50 bis 70 % hohe Anteile von Baumpollen, besonders von *Pinus*, gekennzeichnet, auch die *Alnus*- und *Picea*-Kurven sind nicht unterbrochen.

In den nachfolgenden Stadien sank das Jahresmittel wahrscheinlich noch weiter ab.

Die Interstadiale, vor allem die ersten zwei stärker entwickelten Interstadiale mit Parktaigen/Waldsteppen und Tschernosemwiesensteppen waren durch sommerwarme, aber bereits winterkalte und kontinentale Verhältnisse gekennzeichnet. Durchschnittliche Werte: JM +4 bis +6 °C, JuM +14 bis +16 °C, JaM -5 °C. JMN etwa 400 mm. Die folgenden beiden Interstadiale erreichten diese Werte nicht mehr.

3. Abschnitt. Frühglazial 2. Ab 5. Stadial mit vier Zyklen III, IV a, IV b und V. Während des besonders intensiven Stadials sank das JM unter -2 °C ab. Das JuM lag unter +10 °C, das JaM bei -10 °C. Niederschlagsmengen sind schwer zu erschließen (JMN < 200 mm). Die relativ hohe Feuchtigkeit bis zu diesem Stadial ist weniger auf erhöhte Niederschläge als auf die im allgemeinen stark verringerte Transpiration und Evaporation infolge Auflockerung der Vegetation und Absinken der Temperaturen bedingt. Doch hält die generelle Zunahme der Aridität bis zum Hochglazial an. Das betrifft auch die Interstadiale nach dem 5. Stadial: Sie sind durchschnittlich kühl und trocken, aber auch relativ sommerwarm. Ihre durchschnittlichen Werte: JM +2 bis +4 °C, JuM +10 bis +12 °C, JaM < -5 °C. JMN um 300 mm.
4. Abschnitt: Hochglazial. Kalt-arider Tiefpunkt. Ein stadialer Abschnitt (VI), aber mit mindestens 3 kleineren Zyklen/Oszillationen. Durchschnittlich sehr kalt und trocken. Die Feuchtigkeit ist weitgehend im Permafrost gebunden. Geringe sommerliche Auftautiefen. Abnehmende Niederschläge, hohe Aridität, ausgesprochen kontinental. JM weit unter -2 °C (mindestens -5 °C), JuM um +4 bis +6 °C, JaM unter -10 °C. JMN möglicherweise um 150 mm oder darunter. In den Intervallen lagen die Klimawerte etwas günstiger, etwa zwischen denen der Stadien und der vor dem Hochglazial liegenden Interstadiale.
5. Abschnitt. Spätglazial. Vier Zyklen: Mü 1 und Mü 2 mit Intervallen, VII und VIII mit Interstadien (Bölling, Alleröd). Zeit der raschen Wiedererwärmung, aber verzögerten Feuchtigkeitszunahme. Bölling-Interstadial: JM +2 bis +3 °C. Alleröd-Interstadial: JM +4 bis +6 °C, JuM um + 15 °C, JaM etwa -5 °C. JMN ansteigend, über 300 mm. Es bleibt trocken, so daß im Alleröd die Fichte nicht einwandern konnte. JM der Jüngerer Dryaszeit: etwa um 0 °C.
6. Abschnitt. Holozäne Warmzeit. Klimaoptimum im Atlantikum: JM +9 bis +10 °C, JuM +19 °C, JaM -1 bis 0 °C.

Heutige Werte: JM +8 bis +9 °C, JuM +16 bis +18 °C, JaM -1 bis -3 °C. JMN 450 bis 550 mm.

6 VERGLEICH DES KLIMAGROSSZYKLUS AUS DEM ASCHERSLEBENER SEE UND GEISELTAL MIT ANDEREN ABFOLGEN

Die lange Entwicklungsphase des Großzyklus bis zum kalt-ariden Tiefpunkt von 110 000 bis 22 000 B. P. entspricht der Zeit des allmählichen phasenhaften Aufbaues des nordeuropäischen Inlandeises, das in dieser Zeit mit dem Brandenburger Stadium seine südlichste Randlage erreichte. Während des inten-

siven 5. Stadials um 65 000 bis 60 000 B. P. kam es bereits zu einem größeren Eisvorstoß bis über das südliche Ostseegebiet, der später wieder überfahren wurde. Ein solcher Vorstoß ist in Osteuropa und Sibirien schon länger bekannt (Leningradskoje oder Kalininskoje Oledenenije, Syrjanskoje Oledenenije - z. B. BORISKOVSKI 1984) und wird auch für das mecklenburgisch-vorpommersche Ostseeküstengebiet diskutiert (Wo-Moräne, „Mittelweichselglazial“). Hier liegt es nahe, einen Versuch zur Parallelisierung der Abfolge aus dem Ascherslebener See und dem Geiseltal mit den Eisrandstadien und -stadien des nordeuropäischen Vereisungsgebietes (CEPEK 1994, DUPHORN et al. 1995) vorzunehmen:

Zyklus VI: Brandenburger Stadium - Intervall - Frankfurter Stadium - Intervall (Blankenberg-Interstadial) - Pommersches Stadium - Intervall (Lockarp-Interstadial) - Rosenthaler Staffel.

Letztgenannter Vorstoß geht in den kaltzeitlichen Teil von Zyklus Mü 1 über. In diese Zeit fällt mehr oder weniger der Beginn des Spätglazials. Die beiden Zyklen Mü 1 und 2 entsprechen wahrscheinlich den weiteren Vorstößen des „Mecklenburger Stadiums“ (Velgaster Staffel, Nordrügen-Staffel, Bornholmer Staffel), die jeweils von Intervallen getrennt werden. Hier zeigt sich bereits eine Differenz zwischen der größeren Anzahl von Eisvorstößen und dem Angebot von Kleinzyklen in unserer Abfolge. Offenbar fehlt mindestens ein Intervall, das noch in VI untergebracht und nach der Rosenthaler Staffel eingesetzt werden müßte. Während des nun folgenden Stadials (Mü 2-C - VII-A) befindet sich der Eisrand in Südschweden. Nun folgt das Interstadial VII-B, das in Anlehnung an die Pollenanalysen von MÜLLER (1953) mit dem Bölling im alten Sinne parallelisiert wurde. Heute ist man anderer Meinung und sieht Bölling als Frühphase des Alleröd-Interstadials an, die von dessen Hauptphase durch die nur 200 Jahre dauernde Ältere Dryaszeit getrennt wird. Da der Zyklus VII geologisch-sedimentologisch voll entwickelt ist, läßt er sich kaum mit einer solchen Subphase korrelieren. So muß angenommen werden, daß sich eine Böllingphase im neuen Sinne zusätzlich in der Allerödsukzession des Ascherslebener Sees - vielleicht ähnlich, wie es LITT (1994) im Profil von Krumpa (Geiseltal) sehen will (entgegen MANIA et al. 1993, BOETTGER et al. 1998) verbirgt. Jedenfalls kann man nach dieser neuen Ansicht nicht einfach alle Schwankungen in Mitteleuropa, die bisher mit Bölling im alten Sinne gleichgesetzt wurden, einfach als untergeordnetes Ereignis in einem Frühalleröd unterbringen. Mü 4 und AS VII sind also selbständige Zyklen. Im nachfolgenden Stadial sind die Eisrandlinien noch in Südschweden zu finden. Das gilt auch noch für Bölling (neu) und die Ältere Dryaszeit. In der Jüngeren Dryaszeit befindet sich der Eisrand in Mittelschweden und Südfinnland (Ra- und Salpausselkä-Stadium).

Während der Präboreal-Oszillation erfolgt nochmals ein größerer Eisvorstoß von einem Halt, der nach der präborealen Abschmelzphase weit nördlich des Salpausselkästadiums lag. In Südwestnorwegen entstanden dabei die Endmoränen des Eidfjord-Osa-Stadiums mit einem ^{14}C -Alter um 9 700 B. P. (bei BEHRE 1978).

Weichselzeitliche Abfolgen aus dem mittleren Elbe-Saalegebiet sind besonders durch Löss- und Hangschuttserien bekannt geworden. In diesen Abfolgen befinden sich einige fossile Böden (RUSKE et WÜNSCHE 1961, 1964, HAASE et al. 1970). An der Basis befindet sich der Naumburger Bodenkomplex, der aus der letztwarmzeitlichen Parabraunerde und darauf liegenden Humuszonon besteht. Diese sind meist als ein mächtiger, selten durch ein schwaches Lößmittel in zwei Böden untergliederter Tschernosem ausgebildet. Er überprägt die interglaziale Parabraunerde, die ebenfalls nur durch wenige Dezimeter Löß oder Lößderivate vom Tschernosem getrennt ist. Zwischen den Böden befinden sich jeweils Frostspaltenhorizonte. Sie sind allerdings nur wenig entwickelt (Lengefeld-Bad Kösen - MANIA et al. 1995, Neumark-Nord - MANIA 1994). Erst über den Böden setzen mehrere Meter mächtige Löss- ein, die in der Regel in einen unteren solifluidal verlagerten Fließ- oder Schwemmlöß und einen oberen primären nicht verlagerten Fluglöß unterteilt sind. Zwischen beiden Lössen läßt sich eine Denudations- bzw. Deflationsdiskordanz mit Steinsohle beobachten, die mit kräftigen Froststrukturen verbunden ist, wie Kryoturbationen und tiefen Eiskeilspalten. Dieser Horizont und der größte Teil der darunter liegenden Fließlöss- und Solifluktuationsdecken entsprechen dem intensiven 5. Stadial. Der Fluglöß dagegen ist zum größten Teil ein Erzeugnis des Hochglazials. An seiner Basis oder dicht darüber ist gelegentlich mindestens eine schwache braune Verwitterungszone (Verlehmungszone) ausgebildet, die einem Interstadial der Zyklen III bis V, gewöhnlich den dicht aufeinander folgenden Zyklen IV a und IV b zugeordnet werden muß. Im

Spätglazial entstanden weniger umfangreiche Lössе, meist nur noch lokal Sandlöß- und Flugsanddecken. In einer solchen Abfolge auf dem Weinberg, einem Kliff am Nordufer des Ascherslebener Sees bei Schadeleben (ALTERMANN et MANIA 1968) war auf Sandlöß eine Schwarzerde im Initialstadium entwickelt. In ihrem A-Horizont war die Laacher-See-Tephra eingelagert, über ihr befand sich ein Sandlöß der jüngeren Dryaszeit, darauf ein frühholozäner Flugsand in Form einer Klifftranddüne.

Diese jungquartären Lößprofile haben stärker aufgegliederte Parallelen im kontinental geprägten südöstlichen Mitteleuropa und Südosteuropa (Böhmen, Mähren, Slowakei, Moldavien, Dnjestr-, Dnjeprgebiet), z. B. im Lößprofil von Dolni Vestonice (DEMEK et al. 1969). Der PK III mit seiner Parabraunerde und den darüber folgenden Tschernosemen entspricht der Warmzeit und ihren spätinterglazialen Schwankungen, im PK II liegen zwei Tschernoseme als Ausdruck intensiv entwickelter frühglazialer Interstadiale (Ia1, Ia2). Darüber liegen mehrere initiale Humuszonen, die auf Grund ihrer ^{14}C -Daten älter als 55 000 B. P. sind. Ihnen entsprechen die Interstadiale in II a und II b. Das 5. Stadial ist mit mächtigen umgelagerten Lössen vertreten. Dann folgen im Lößprofil weitere Bodenhorizonte, meist braune Böden (im PK I). Sie werden zwischen 34 000 und 25 000 B. P. datiert und entsprechen den Schwankungen III bis V, die Pseudogleye aber, die dann entwickelt sind, den Intervallen in VI.

Westeuropäische Lößprofile (ANTOINE 1988) führen über dem Lessivé der letzten Warmzeit zu zwei grauen Waldböden, darüber folgen zwei schwächere humose Böden. Über ihnen befindet sich meist ein mächtiges Kolluvium und mindestens ein intensiver Eiskeilhorizont. Hier kann auch wieder das besonders kalte 5. Stadial vorliegen, die Böden davor ordnen sich den vier frühweichselzeitlichen Interstadialen zu. In höheren Profilteilen folgen dann weitere Lössе mit mehreren weniger intensiven Frostspalten-generationen. Hier verbirgt sich die Gliederung des oberen Frühglazials und des Hochglazials.

In bezug auf Pollensukzessionen, die vor allem das Frühglazial betreffen, besteht mit dem Ascherslebener Profil eine prinzipielle Übereinstimmung (z. B. mit Oerel, Niedersachsen - BEHRE et LADE 1986, mit Gröbern - LITT 1994, aber nicht bei EißMANN 1990, Tab. 2, S.24). Meist ist aber bei Vergleichen durchaus die Frage zu stellen, ob die einzelnen Abfolgen vollständig sind und alle Schwankungen erfaßt wurden. Auch die Abfolge vom Ascherslebener See ist nicht vollständig. Hier können Lücken dort vorhanden sein, wo stärkere Überprägung durch Denudationsvorgänge, wie zu Beginn des 5. Stadials, oder Stagnieren der Absenkung infolge langfristiger Unterbindung der Subrosion durch Permafrost nachweisbar sind, wie im Hochglazial.

Daß ein genereller Klimaablauf den Aufbau der Abfolgen gesteuert hat, zeigt auch die Ähnlichkeit des Ascherslebener Seeprofiles mit weiteren eem- und weichselzeitlichen Abfolgen und ihren Pollenanalysen (WELTEN 1981: Grande Pile/Vogesen, Sulzberg/Baden, Samerberg/Oberbayern, Amersfoort/Odderade/Niederlande - Niedersachsen). Am interessantesten ist der Vergleich mit dem Profil von Grande Pile (WOILLARD 1975, 1978, 1979): Einem Eem mit mehreren spätinterglazialen Schwankungen folgen drei relativ weit entwickelte Interstadiale, bei denen das erste (St. Germain I A) weniger weit entwickelt ist als das zweite (St. Germain I C). Das entspricht Ia 2 und Ib im Ascherslebener Profil. Nun folgen zwei bis drei kürzere und weniger intensiv ausgebildete Interstadiale (Ognon I-III) sowie ein sehr kaltes und intensives Stadial. Das dürfte dem 5. Stadial im Ascherslebener See entsprechen. Die weitere Entwicklung ist auch sehr ähnlich: Es konnten vier Interstadiale (Goulotte, Pile, Charbon, Grand Bois) nachgewiesen werden, die wie im Ascherslebener Profil durch abnehmende Anteile von Birke und Kiefer sowie stark zunehmende Anteile von Gramineen gekennzeichnet sind. Etwa nach 25 000 B. P. folgt auch im Grande Pile-Profil der hochglaziale Abschnitt mit teilweise sehr kaltem Klima und etwa 3 Intervallen (Marcoudan I-III).

Allen zum Vergleich herangezogenen Pollenabfolgen fehlen die beiden Schwankungen im jüngeren Teil der Eemwarmzeit, wie sie bei Burgtonna nachgewiesen werden konnten. Sie können sich unter ähnlichen Schwankungen des spätinterglazialen Pollenkurven-Verlaufs verbergen, wie beim Profil von Grande Pile. Hier ist eine Feststellung von WELTEN (1981) interessant, wonach wahrscheinlich gegen Ende der Eemwarmzeit an vielen Orten Entwicklungshemmungen oder Denudation die kontinuierliche Sukzession unterbunden haben. Dadurch sind nur selten „zwei *Picea*-Phasen“ erhalten, die von untypischen kühlen Phasen mit geringer Waldlichtung und *Pinus*-Dominanz begrenzt werden.

Aus der Zeit nach 55 000 B. P. sind verschiedene Interstadiale vor allem in Westeuropa bekannt geworden (ZAGWIJN 1974, RENAULT-MISKOVSKY et LEROI-GOURHAN 1981): Moershoofd-Interstadial (46 000 B. P.), Hengelo-Interstadial (36 000 B. P.), Denekamp-Interstadial (28 000 B. P.), Arcy/Sol de Kesselt-Interstadial (26 000-24 000 B. P.) sowie eine Reihe von nachfolgenden Intervallen/Osszillationen nach diesen vier „Mittelweichsel-Interstadialen“: Tursac (22 000 B. P.), Laugerie (19 000-18 000 B. P.), Lascaux (17 000-16 000 B. P.), Angles (15 000 B. P.), Präbölling (14 000 B. P.). Dann folgen die bekannten spätglazialen Interstadiale Bölling im alten Sinne (13 000-12 400 B. P.) und Alleröd (11 800-10 800 B. P.).

Den ersten vier Interstadialen können mit großer Wahrscheinlichkeit unsere Interstadiale in III, IV a, IV b und V entsprechen, den Intervallen Tursac, Laugerie und Lascaux etwa die drei hochglazialen Intervalle in VI, den Intervallen Angles und Präbölling die Müchelner Intervalle 1 und 2, während bei den beiden letzten spätglazialen Interstadialen in der Parallelität (Bölling im alten Sinne!) kein Zweifel ist.

Wenden wir uns schließlich den Abfolgen zyklischer Klimaentwicklung aus den Eiskernbohrungen Grönlands und Tiefseebohrkernen zu (vgl. Abb. 27, Abb. 28):

An einer Eiskernbohrung GRIP Summit wurde eine Klimakurve der letzten 130 000 Jahre ermittelt (DANSGAARD et al. 1993), die mit ihren zahlreichen Schwankungen genügend Möglichkeiten zum Vergleich bietet:

Das Optimum des Eem-Interglazials liegt bei 125 000 B. P.

Es folgen zwei kräftige spätinterglaziale Schwankungen mit kühlen Phasen um 120 000 bis 115 000 B. P., die den beiden Schwankungen aus dem Burgtonnaer Travertin entsprechen.

Zwei kräftig entwickelte frühglaziale Interstadiale zwischen 100 000 und 80 000 B. P. (IS-Number 23/24 und 21/22) entsprechen den beiden borealen Interstadialen Ia2 und Ib. Bei ihnen zeigt sich jeweils eine warme Anfangsphase, die nochmals durch eine kühlere Phase unterbrochen wird, bevor sich das Interstadial endgültig entwickelt. Das wurde auch im ersten Interstadial von Oerel (BEHRE et LADE 1986) erkannt und als Anlaß dazu genommen, das etwas geringer entwickelte Amersfoort-Interstadial (ZAGWIJN 1974) einzuziehen und mit einer solchen schwachen Anfangsschwankung gleichzusetzen und dem Brörup-Interstadial einzugliedern, das nun zum ersten frühweichselzeitlichen Interstadial deklariert wurde. Dabei wurde allerdings nicht beschrieben, daß sich das gleiche Phänomen auch im Odderade-Interstadial wiederholte. Im zweiten Interstadial vom Ascherslebener See zeigt es sich ebenfalls. Und in dem großen Interstadial Alleröd herrscht das gleiche Phänomen. Es ist anzunehmen, daß dieses Phänomen einer Initialschwankung zu Beginn eines größeren Interstadials eine allgemeine Erscheinung darstellt. Was ist dann nun Amersfoort, Brörup und Odderade?

Vergleichen wir weiter die Eiskernabfolge: Es erscheinen kurz hintereinander etwa zwischen 75 000 und 65 000 B. P. zwei deutlich entwickelte Wärmeschwankungen, die jeweils von intensiven Kaltphasen begrenzt werden (IS-Number 20 und 19). Wir können sie eigentlich ohne Schwierigkeiten mit II a und II b gleichsetzen.

Nun folgt um 60 000 das besonders kalte intensive Stadial, dem bereits ein markanter Eisvorstoß entspricht. Dieses Ereignis in der Eiskurve läßt sich nun mit unserem 5. Stadial gleichsetzen. Einige intervallartige Ausschläge in diesem Bereich könnten jene Unterbrechungen im Horizont AS II b-C/III-A darstellen, die durch Denudationsflächen mit Frostspaltengenerationen angezeigt werden.

Den zahlreichen Wärmeschwankungen zwischen 55 000 und 25 000 B. P., die die Eiskurve erkennen läßt und welche auch z. T. rasch aufeinanderfolgen, können nur bedingt mit unserer Abfolge (AS III, IV a, IV b und V) korreliert werden. Entweder setzen sich die größeren Interstadiale aus mehreren Schwankungen zusammen oder in unserer Folge sind nicht alle Schwankungen vertreten. Wir möchten das erste annehmen.

Für die hochglazialen und unteren spätglazialen Intervalle gibt es auch genügend Ausschläge, doch ist es unmöglich, eine sichere Zuweisung zu finden.

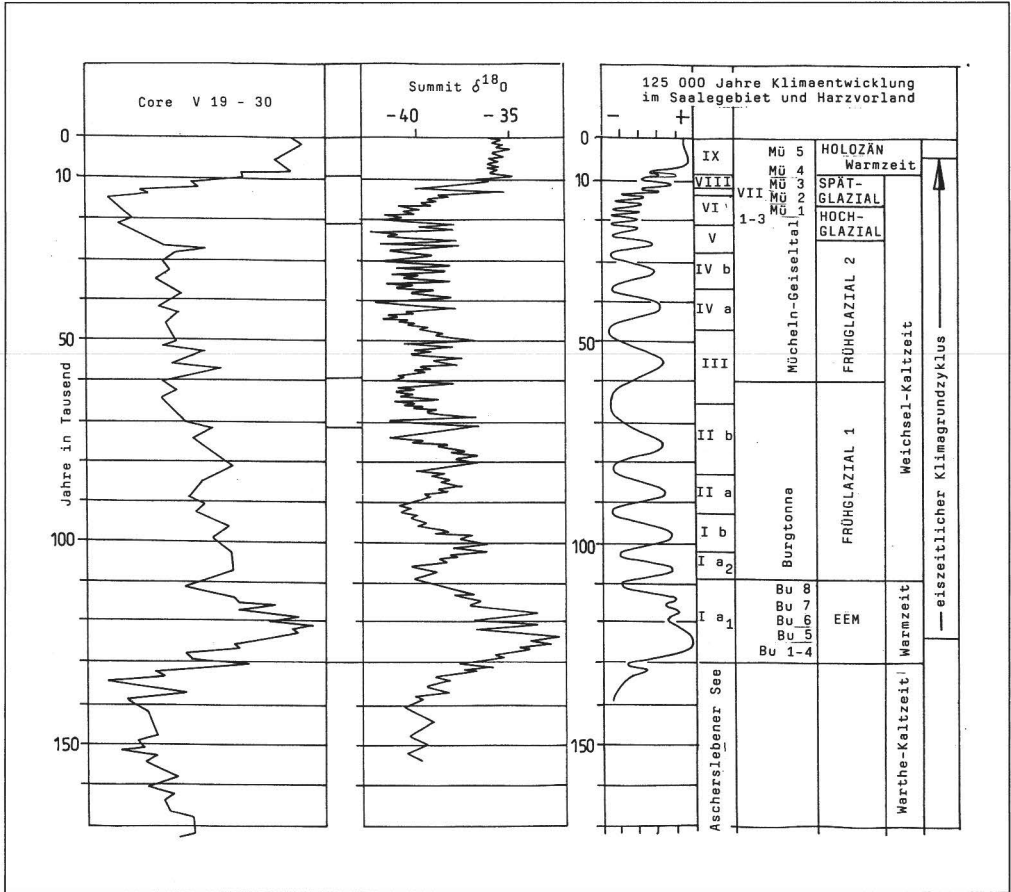


Abb. 28: Der letzte eiszeitliche Klimagroßzyklus. Vergleich der Abfolgen in Form von Klimakurven der Tiefseeböden (Core V19-30) und des grönländischen Inlandeises (nach DANSGAARD et al. 1993 und SHACKLETON 1987) (Summit) mit der Klimakurve vom Kontinent (mittleres Elbe-Saale-Gebiet). Klimawerte der Spalten von + bis -: warm gemäßigt - boreal/kühl temperiert - subarktisch - arktisch - hocharktisch.

Das obere Spätglazial der Eiskurve weicht insofern von unseren Beobachtungen ab, als das Bölling als eine sehr warme frühallerödzeitliche Phase vor einem recht unterentwickelten Haupt-Alleröd erscheint. Hier sollte man abwarten, ob diese Zuweisung stimmt und keine vorschnellen falschen Schlüsse für unsere mitteleuropäische Gliederung ziehen (vgl. auch STREET et al. 1994).

Der Vergleich unserer Abfolge mit den Tiefseekurven (SHACKLETON et al. 1973, 1976, RIND et al. 1986, DOUGLAS et al. 1981, SHACKLETON 1987) fällt auch nicht schwer. Generell fügt sich die Abfolge Burgtonna/Ascherslebener See/Geiseltau in den allgemeinen Ablauf der Stages 1 bis 5 ein:

5.5 = Eemwarmzeit, in den Bereich von 5.4 bis 5.1 sind die späteemzeitlichen Schwankungen von Burgtonna und die nachfolgenden vier frühglazialen Zyklen einzugliedern.

4 = 5. Stadial.

3 = Zyklen III, IV a, IV b, V.

2 = Hoch- und Spätglazial.

1 = Holozän.

Aus den Vergleichen ist zu entnehmen, daß auch in Zukunft einige markante, wichtige Ereignisse in den Abfolgen zur Parallelisierung größere Bedeutung haben als formale Angleichungen oder sogar nur ein Abzählen der Straten.

7 ZUSAMMENFASSUNG

125 000 Jahre Klima- und Ökologieentwicklung im mittleren Elbe-Saale-Gebiet. – Hercynia N. F. 32 (1999): 1–97.

Mit Hilfe dreier deutlich unterteilter Sequenzen kann das Jungpleistozän und Holozän des Elbe-Saalegebietes ähnlich vollständig in zahlreichen Klimaschwankungen untersucht werden, wie das möglich ist mit der Methode der Ocean-Isotope-Stages (OIS) oder der Eisbohrungen in Grönland und in der Antarktis. Die Travertinsequenz (Ascherslebener See, im Nordharzvorland) und eine spätglaziale Sequenz aus dem Geiseltal wurden untersucht. Diese Sequenzen zeigen, daß alle Erscheinungen der anorganischen und organischen Welt abhängig waren von der zyklischen Klimaentwicklung der letzten 125 000 Jahre: Sedimentation, geomorphologische Ereignisse, Subrosion, Vegetation (Palynologie und Makroreste), Mollusken-, Ostrakoden- und Vertebratenfauna. Außerdem stehen die Sequenzen und das Paläolithikum in Beziehung zueinander.

20 Klimazyklen, einschließlich der Interglaziale, wurden innerhalb des Klima-Hauptzyklus Eem-Weichsel-Holozän festgestellt.

Der Hauptzyklus ist folgendermaßen unterteilt:

1. Letztes Interglazial mit den beiden späten interglazialen kühlen Schwankungen (stage 5.5.). Beginn 130 000 B. P. Ende 110 000 B. P.
2. Frühglazial 1. Ende etwa 65 000 B. P. Vier Zyklen mit vier Stadialen und vier Interglazialen (stage 5.1. - 5.4.)
3. Frühglazial 2. Ende etwa 22 000 B. P. Beginnt mit dem besonders kalten 5. Stadial (stage 4). Vier Zyklen (vier Stadiale und vier Interstadiale) (stage 3).
4. Pleniglazial. Ende etwa 15 000 B.P. Es ist ein größeres Stadial mit mindestens drei wärmeren Phasen (Intervallen) (gehört zu stage 2).
5. Spätglazial. Ende 10 000 B. P. Vier Stadiale mit zwei Intervallen und zwei Interstadialen (gehören zu stage 2).
6. Holozän. Interglazial mit einer kalten Phase am Anfang (Jüngste Dryas) (stage 1).

8 LITERATURVERZEICHNIS

- ALTERMANN, M. (1995): Böden im südlichen Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung des Exkursionsgebietes. - MANIA, D.; ALTERMANN, M.; RAU, D.: Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet. Arbeitskreis Paläopedologie der Deutschen Bodenkundl. Ges., Sitzung u. Exkursion 25.-27.5.1995 in Jena.
- ALTERMANN, M.; MANIA, D. (1968): Zur Datierung von Böden im mitteldeutschen Trockengebiet mit Hilfe quartärgeologischer und urgeschichtlicher Befunde. - Thaer-Archiv, 12: 539-557.
- ANTOINE, P. (1988): Contribution à l'étude des loess du Pleistocene Supérieur du Bassin de la Somme. - Actes du Colloque „Cultures et industries paléolithiques en milieu loessique“, Amiens 1986. - Revue Archeologique de Picardie, 1-2: 25-44.
- BEHRE, K. E. (1978): Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. - Petermanns Geograph. Mitt., 78: 97-102.
- BEHRE, K. E.; LADE, U. (1986): Eine Folge von Eem und vier Weichsel-Interstadialen in Oerel/ Niedersachsen und ihr Vegetationsablauf. - Eiszeitalter u. Gegenwart, 36: 11-36.
- BENECKE, N.; BÖHME, G.; HEINRICH, W.D. (1990): Wirbeltierreste aus den interglazialen Beckensedimenten von Gröbern (Kr. Gräfenhainichen) und Grabschütz (Kr. Delitzsch). - Altenburger naturwiss. Forschungen, 5: 231-281.

- BÖHME, G. (1997): Reste von Amphibien und Reptilien aus der Fundstelle Bilzingsleben und die quartären fossilen Herpetofaunen Thüringens. - *Bilzingsleben V*, 113-120.
- BÖTTGER, T.; HILLER, A.; JUNGE, F. W.; LITT, T.; MANIA, D.; SCHEELE, N. (1998): Late Glacial stable isotope record, radiocarbon stratigraphy, pollen and mollusc analyses from the Geiseltal area, Central Germany. - *Boreas*, **27**: 88-100.
- BORISOVSKI, P.I. (1984): Paleolit SSSR. - *Archeologija SSSR*, 5-382. Moskva.
- BRUNNACKER, K.; JÄGER, K. D.; HENNIG, G. J.; PREUß, J.; GRÜN, R. (1983): Radiometrische Untersuchungen zur Datierung mitteleuropäischer Travertinvorkommen. - *Ethnograph.-Archäol. Z.*, **24**: 217-266.
- CEPEK, G. A. (1994): Stratigraphie und Lithofazies. - *Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg* (Hrsg. SCHRÖDER, J. H.), **2**: 26-39.
- CLAUS, H. (1978): Der Gagelstrauch *Myrica gale* L. 1753 im Travertin von Burgtonna in Thüringen. - *Quartärpaläontologie*, **3**: 67-68.
- DAANSKARD, W.; JOHNSEN, S. J.; MÖLLER, J. (1969): One Thousand Centuries of Climate Record from Camp Century on the Greenland Ice Sheet. - *Science*, **166**: 377-381.
- DANSGAARD, W.; JOHNSEN, S. J.; CLAUSEN, H. B.; DAHL-JENSEN, D.; GUNDESTRUP, N. S.; HAMMER, C. U.; HVIDBERG, C. S.; STEFFENS, J. P.; Sveinbjörnsdóttir, A. E.; JOUZEL, J.; BOND, G. (1993): Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. - *Nature*, **364**: 218-220.
- DEMEK, J.; KUKLA, J. (eds.) (1969): Periglazialzone, Löß und Paläolithikum der Tschechoslowakei (VIII. Kongreß der INQUA), 1-156, Brno.
- DIEBEL, K.; PIETRZENIUK, E. (1978): Die Ostrakodenfauna des eeminterglazialen Travertins von Burgtonna in Thüringen. - *Quartärpaläontologie*, **3**: 87-91.
- DOUGLAS, F. W.; MOORE, W. S.; FILLON, H. (1981): Role of glacial Arctic Ocean ice sheets in Pleistocene oxygen isotope and sea level records. - *Earth and Planetary Science Letters*, **56**: 157-166.
- DUPHORN, K.; KLIEWE, H.; NIEDERMEYER, R.-O.; JANKE, W.; WERNER, F. (1995): Die Deutsche Ostseeküste. *Sammlung Geolog.Führer*, **88**: 1-281. Berlin, Stuttgart.
- EIßMANN, L. (1990): Das mitteleuropäische Umfeld der Eemvorkommen des Saale-Elbe-Gebietes. - *Altenburger Naturwiss. Forschungen*, **5**: 11-48.
- EIßMANN, L. (ed.) (1990): Die Eemwarmzeit und die frühe Weichselzeit im Saale-Elbe-Gebiet. - *Altenburger Naturwiss. Forschungen*, **5**: 1-103.
- ERD, K. (1973): Pollenanalytische Gliederung des Pleistozäns in der Deutschen Demokratischen Republik. - *Z. geol. Wiss.*, **1**: 1087-1103.
- FEUSTEL, R. (1983): Zur zeitlichen und kulturellen Stellung des Paläolithikums von Weimar-Ehringsdorf. - *Alt-Thüringen*, **19**: 16-42.
- FEUSTEL, R.; TEICHERT, M.; UNGER, K. P. (1963): Die Magdalenienstation Lausnitz in der Orlasenke. - *Alt-Thüringen*, **6**: 57-103.
- FEUSTEL, R.; KERKMANN, K.; SCHMID, E.; MUSIL, R.; MANIA, D.; KNORRE, D. v.; JAKOB, H. (1971): Die Urhöhle bei Döbritz. - *Alt-Thüringen*, **11**: 131-226.
- FUHRMANN, R. (1990): Die Molluskenfauna des Interglazials von Gröbern. - *Altenburger Naturwiss. Forschungen*, **5**: 148-167.
- FUHRMANN, R.; PIETRZENIUK, E. (1990): Die Ostrakodenfauna des Interglazials von Gröbern. - *Altenburger Naturwiss. Forschungen*, **5**: 168-193.
- GESANG, H. (1978): Zur Geologie der Travertine von Burgtonna in Thüringen. - *Quartärpaläontologie*, **3**: 43-49.
- GESANG, H.; UNGER, K. P. (1969): Quartäre Ablagerungen im Zentralen Thüringer Becken. - *Exkursionsführer „Ergebnisse quartärgeologischer Untersuchungen in Thüringen“*, 57-82.
- GROOTES, P. M. (1977): Thermal Diffusion Isotopic Enrichment and Radiocarbon Dating beyond 50 000 Years B. P. 1-221. Diss., Groningen.
- HAASE, G.; LIEBEROTH, J.; RUSKE, R. (1970): Sedimente und Paläoböden im Lößgebiet. - *Petermanns Geograph. Mitt., Ergänzungsheft*, **274**: 99-212.
- HEDGES, R. E. M.; PETTITT, P. B.; BRONK RAMSEY, C.; VAN KLINKEN, G. J. (1998): Radiocarbon dates from the Oxford AMS System: Archaeometry datelist 25. - *Archaeometry*, **40**, 1: 227-239.
- HEINRICH, W. D. (1981): Zur stratigraphischen Stellung der Wirbeltierfaunen aus den Travertinfundstätten von Weimar-Ehringsdorf und Taubach in Thüringen. - *Z. geol. Wiss.*, **9**: 1031-1055.
- HEINRICH, W. D. (1982): Zur Evolution und Biostratigraphie von *Arvicola* (Rodentia, Mammalia) im Pleistozän Europas. - *Z. geol. Wiss.*, **10**: 683-735.
- HEINRICH, W. D. (1987): Neue Ergebnisse zur Evolution und Biostratigraphie von *Arvicola* (Rodentia, Mammalia) im Quartär Europas. - *Z. geol. Wiss.*, **15**: 389-406.
- HEINRICH, W. D. (1989): Biostratigraphische Untersuchungen an fossilen Kleinsäugerresten aus dem Travertin von Bilzingsleben. Biometrische Untersuchungen an Fossilresten des Bibers (*Castor fiber*) aus thüringischen Travertinen. - *Ethnograph.-Archäol. Z.*, **30**: 379-403.

- HEINRICH, W. D. (1990): Nachweis von *Lagurus lagurus* (PALLAS 1773) für das Pleistozän von Neumark-Nord, Kr. Merseburg. - Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **43**: 167-175.
- HEINRICH, W. D.; JÄGER K. D. (1978): Zusammenfassende stratigraphische und palökologische Interpretation des Fossilvorkommens in der untersuchten jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem Travertin von Burgtonna in Thüringen. - Quartärpaläontologie, **3**: 269-285.
- HEINRICH, W. D.; JANOSSY, D. (1978): Fossile Säugetierreste aus einer jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem interglazialen Travertin von Burgtonna in Thüringen. - Quartärpaläontologie, **3**: 321-254.
- HEMPRICH, A. (1932): Der vorgeschichtliche Mensch, die vorgeschichtliche Besiedlung und Kulturentwicklung im Harzgau. - Städt. Mus. Halberstadt, **11/12**: 26 ff.
- HÜLLE, W. M. (1977): Die Isenhöhle unter Burg Ranis/Thüringen. 1-203. Stuttgart, New York.
- JÄGER, K. D. (1995): Umweltbedingungen und Umweltwandel während der letzten Kaltzeit in Mitteleuropa. Etudes et Recherches Archeologiques de l'Université de Liège, **62**: 67-75.
- KARELIN, P.G. (1997): Untersuchungen zur Datierungsanwendung des 325 °C-TL-Peaks in Quarzen aus dem nördlichen Vereisungsgebiet Deutschlands. Diss., unveröff., Heidelberg.
- KAHLKE, H.D. (ed.) et al. (1977): Das Pleistozän von Taubach bei Weimar. - Quartärpaläontologie, **2**: 1-509.
- KAHLKE, H.D. (ed.) et al. (1978): Das Pleistozän von Burgtonna in Thüringen. - Quartärpaläontologie, **3**: 1-399.
- KAHLKE, H.D. (ed.) et al. (1984): Das Pleistozän von Weimar. - Quartärpaläontologie, **5**: 1- 432.
- KLIE, W. (1938): Ostracoda. - DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, Teil 34, Krebstiere oder Crustacea, III. Jena.
- KNORRE, D. VON (1971): Die Kleinsäugerreste. - FEUSTEL, R. et al. (eds.): Die Urhöhle bei Döbritz., Alt-Thüringen, **11**: 209-211.
- KRETZOI, M. (1975): Die Castorfunde aus dem Travertinkomplex von Weimar-Ehringsdorf. - Abh. Zentr.Geol. Inst., Paläontol., **23**: 513-532.
- KRETZOI, M. (1977): Die Castorreste aus den Travertinen von Taubach bei Weimar. - Quartärpaläontologie, **2**: 389-400.
- KUIPER, J. G. J. (1968): Die pleistozänen Pisidien des ehemaligen Ascherslebener Sees. - Archiv für Molluskenkunde, **98**: 23-38.
- LENK, G. (1964): Pollenanalytische Untersuchung einiger Sedimentproben aus dem ehemaligen Ascherslebener See. Unveröff. Bericht, Halle /Saale.
- LITT, T. (1990): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Klimaentwicklung während des Jungpleistozäns in den Becken von Gröbern und Grabschütz. - Altenburger Naturwiss. Forschungen, **5**: 92-105.
- LITT, T. (1994): Paläoökologie, Paläobotanik und Stratigraphie des Jungquartärs im nordmitteleuropäischen Tiefland. Diss. Botanicae, **227**: 1-185, Stuttgart.
- LOZEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. 1-374, Praha.
- LOZEK, V. (1965): Das Problem der Lößbildung und die Lößmollusken. - Eiszeitalter und Gegenwart, **16**: 61-75.
- MAI, D. H. (1990 a): Die Flora des Interglazials von Grabschütz (Kreis Delitzsch). - Altenburger Naturwiss. Forschungen, **5**: 116-137.
- MAI, D. H. (1990 b): Die Flora des Interglazials von Gröbern (Kr.Gräfenhainichen). - Altenburger Naturwiss. Forschungen, **5**: 106-115.
- MAI, D.H. (1990 c): Zur Flora des Interglazials von Neumark-Nord, Kreis Merseburg. - Veröff. Landessmus. Vorgesch. Halle, **43**: 159-160.
- MAI, D.H. (1992): Über einige Steppen- und Salzpflanzen in sächsisch-thüringischen Interglazialen und ihre vegetationsgeschichtliche Bedeutung. - Gleditschia, **20**, 57-85.
- MANIA, D. (1967 a): Das Jungquartär aus dem ehemaligen Ascherslebener See im Nordharzvorland. - Petermanns Geograph. Mitt., **111**: 257-273.
- MANIA, D. (1967 b): Pleistozäne und holozäne Ostrakodengesellschaften aus dem ehemaligen Ascherslebener See. - Wiss. Z. Univ. Halle, M, **16**: 501-550.
- MANIA, D. (1967 c): Das Quartär der Ascherslebener Depression im Nordharzvorland. - Hercynia, **4**: 51-82.
- MANIA, D. (1967 d): Der ehemalige Ascherslebener See (Nordharzvorland) in spät- und postglazialer Zeit. - Hercynia, **4**: 199-260.
- MANIA, D. (1972): Zur spät- und nacheiszeitlichen Landschaftsgeschichte des mittleren Saalegebietes. Hall. Jb. mitteldt. Erdgeschichte, **11**: 7-36.
- MANIA, D. (1973): Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften. - Geologie, Beiheft, **78/79**: 1-175.
- MANIA, D. (1975 a): Stratigraphie, Ökologie und Paläolithikum des Weichselfrühglazials im mittleren Elbe-Saalegebiet. - Swiatowit, **34**: 81-138.
- MANIA, D. (1975 b): Zur Stellung der Travertinablagerungen von Weimar-Ehringsdorf im Jungpleistozän des nördlichen Mittelgebirgsraumes. - Paläontol. Abh., **23**: 571-589.

- MANIA, D. (1978): Die Molluskenfauna aus dem Travertin von Burgtonna in Thüringen. Zur Molluskenfauna aus der jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem Travertin von Burgtonna. - Quartärpaläontologie, **3**: 69-85, 203-205.
- MANIA, D. (1981): Eine Fundstelle des Perigordien-Gravettien von Bilzingsleben. - Prehistoire de la Grande Plaine de l'Europe. Actes du Coll. Int.Xe Congrès UISPP Mexicou, 89-93.
- MANIA, D. (1988): Le Paleolithique ancien et moyen de la Region de la Saale et l'Elbe, Allemagne de l'Est. - L'Anthropologie, **92**: 1051-1092, Paris.
- MANIA, D. (1989): Stratigraphie, Ökologie und Paläolithikum des Mittel- und Jungpleistozäns im Elbe-Saalegebiet. - Ethnograph.-Archäol. Z. **30**, 636-663.
- MANIA, D. (1990): Stratigraphie, Ökologie und mittelpaläolithische Jagdbefunde des Inter- glazials von Neumark-Nord (Geiseltal). - Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **43**: 9-130.
- MANIA, D. (1991): Eiszeitarchäologische Forschungsarbeiten in den Tagebauen des Elbe-Saale-Gebietes. - Veröff. Mus. Ur- u. Frühgesch. Potsdam, **25**: 78-100.
- MANIA, D. (1994): Das Interglazial von Neumark-Nord (Geiseltal) - Zum Untersuchungsstand 1994. - Tübinger Monographien zur Urgeschichte, **11**: 217-229.
- MANIA, D.; ALTERMANN, M. (1970): Zur Gliederung des Jung- und Mittelpleistozäns im mittleren Saaletal bei Bad Kösen. - Geologie, **19**: 1161-1184.
- MANIA, D.; ALTERMANN, M.; RAU, D. (1995): Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet. - Sitzung und Exkursion Arbeitskreis Paläopedologie der Dt. Bodenkundl. Ges. 25.-27.5.1995 in Jena.
- MANIA, D.; MANIA, U.; HEINRICH, W. D.; FISCHER, K.; BÖHME, G.; TURNER, A.; ERD, K.; MAI, D. H. (1997): Bilzingsleben V. 1-264, Bad-Homburg, Leipzig.
- MANIA, D.; SEIFERT, M.; THOMAE, M. (1993): Spät- und Postglazial im Geiseltal (mittleres Elbe-Saalegebiet). - Eiszeitalter und Gegenwart, **43**: 1-22.
- MANIA, D.; STECHEMESSER, H. (1969): Eine weichselspätglaziale Molluskensukzession aus dem mitteleuropäischen Periglazialgebiet südlich der Elbe und ihre Bedeutung für die Landschaftsgeschichte. - Petermanns Geograph. Mitt., **113**: 1-15.
- MANIA, D.; STECHEMESSER, H. (1970): Jungpleistozäne Klimazyklen im Harzvorland. - Petermanns Geograph. Mitt., Ergänzungsheft, **274**: 39-55.
- MANIA, D.; THOMAE, M. (1987): Neumark.Nord - Fundstätte eines interglazialen Lebensraumes mit anthropogenen Besiedlungsspuren. - Techn. Kurzinformationen, **23**: 32-51 (Kammer der Technik, Braunkohlenwerke Geiseltal).
- MANIA, D.; THOMAE, M. (1988): Neumark-Nord im Geiseltal - Ein Vorbericht über mittelpaläolithische Befunde. - Ausgrabungen und Funde, **33**: 174-178.
- MANIA, D.; THOMAE, M. (1989): Neumark-Nord in the Valley of the Geisel near Halle/S. - A new Middle Palaeolithic Site with killing and butchering areas. - Anthropologie, **27**: 1-4, Brno.
- MANIA, D.; THOMAE, M.; LITT, T.; WEBER, T. et al. (1990): Neumar - Gröbern. Beiträge zur Jagd des mittelpaläolithischen Menschen. - Veröff. Landesmus. Vorgesch.Halle, **43**: 1-319.
- MANIA, D.; TOEFFER, V. (1971): Zur jungquartären Landschaftsgeschichte und mesolithischen Besiedlung des Geiseltales. - Jshr. mitteldt. Vorgesch., **55**: 11-34.
- MANIA, D.; TOEFFER, V. (1973): Königsau - Gliederung, Ökologie und mittelpaläolithische Funde der letzten Eiszeit. - Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **26**: 1-164.
- MAUL, L. (1994): Erster Nachweis von *Hystrix* in der pleistozänen Fundstelle Burg Tonna (Thüringen). - Säugetierkundl. Inf. **3/18**: 673-682.
- MÜLLER, H.(1953): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. - Nova Acta Leopoldina, NF **16**, Nr. 110: 1-67.
- MUSIL, R. (1971): Bären und andere Großsäuger. - In: FEUSTEL, R. et al. (eds): Die Urhöhle bei Döbritz. - Alt-Thüringen, **11**: 150-206.
- MUSIL, R. (1974): Tiergesellschaften der Kniegrotte. - Veröff. Mus. Ur- und Frühgesch. Thür., **5**: 30-95.
- MUSIL, R. (1975): Die Equiden aus dem Travertin von Weimar-Ehringsdorf. - Abh. Zentr. Gel. Inst., Paläontol., **23**: 265-335.
- MUSIL, R. (1985): Die Fauna der Magdalenien-Siedlung Oelknitz. Weimar.
- MUSIL, R. (1991): Die Pferde von Bilzingsleben. - Bilzingsleben IV. - Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **44**: 103-130.
- NIKLISSON, N. (1936): Rengeweihhacken in Mitteldeutschland. - Jshr. d. sächs.-thür. Länder, **24**: 44-56.
- NÖTZOLD, T. (1965): Die Fazies der spätquartären Ablagerungen von Königsau bei Gatersleben auf Grund der karpologischen Pflanzenreste. - Geologie, **14**: 699-721.
- RAU, D.(1995): Rezente und fossile Lössböden in Thüringen. - MANIA, D.; ALTERMANN, M.; RAU, D. (eds.): Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet. Sitzung und Exkursion Arbeitskreis Paläopedologie der Dt. Bodenkundl. Ges. **25**,-27-5-1995 in Jena.
- RENAULT-MISKOVSKY, J.; LEROI-GOURHAN, A. (1981): Palynologie et Archeologie. Nouveaux resultats du Paleolithique superieur au Mesolithique. - Bull. de l'AFEQ, **4**: 121-128.

- RIND, D.; PETEET, D.; BROECKER, W.; MCINTYRE, A.; RUDDIMAN, W. (1986): The impact of cold North Atlantic sea surface temperatures on climate: Implications for the Younger Dryas cooling (11-10 k). - *Climate Dynamics*, 3-33.
- RUSKE, R.; WÜNSCHE, M. (1961): Löße und fossile Böden im mittleren Saale- und unteren Unstruttal. - *Geologie*, **10**: 9-29.
- RUSKE, R.; WÜNSCHE, M. (1964): Zur Gliederung des Pleistozäns im Raum der unteren Unstrut. - *Geologie*, **13**, 211-222.
- RUSKE, R.; WÜNSCHE, M. (1968): Zur Gliederung jungpleistozäner Lößablagerungen im südöstlichen und östlichen Harzvorland. - *Geologie*, **17**: 288-296.
- SCHWARCZ, H. P.; GRÜN, R.; LATHAM, A.G.; MANIA, D.; BRUNNACKER, K. (1988): The Bilzingsleben archaeological site: New datings evidence. - *Archaeometry*, **30**: 5-17.
- SCHWARZENHOLZ, W. (1965): Bericht über die Untersuchung von zwölf ausgewählten Proben von Königsau auf Diatomeen. - Zentrales Geol.Inst. Berlin, unveröff. Bericht.
- SHACKLETON, N. J. (1987): Oxygen isotopes, Ice volume and sea level. - *Quat. Science Reviews*, **6**: 183-190.
- SHACKLETON, N. J.; OPDYKE, N. D. (1973): Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific Core V 28-238. - *Quat. Res.*, **3**: 39-55.
- SHACKLETON, N. J.; OPDYKE, N. D. (1976): Oxygen isotope stratigraphy of Pacific Core V 28-239. - *Geological Soc. America (Memoirs)*, **145**: 449-464.
- SEIFERT, M. (1990): Ein Interglazial von Neumark-Nord (Geiseltal) im Vergleich mit anderen Interglazialvorkommen in der DDR. - Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **43**: 149-158.
- STEINMÜLLER, A. (1972): Die jungpleistozäne Schichtenfolge von Kösen-Lengefeld und zur Gliederung der Saalekaltzeit. - *Geologie*, **21**: 1173-1196.
- STREET, M.; BAALES, M.; WENINGER, B. (1994): Absolute Chronologie des späten Paläolithikums und des Frühmesolithikums im nördlichen Rheinland. - *Archäol.Korrespondenzblatt*, **24**: 1-28.
- TEICHERT, L. (1971): Die Knochenreste aus der Wildpferdjägerstation Bad Frankenhausen. - *Alt-Thüringen*, **11**: 227-234.
- THOMAE, M. (1990): Geologischer Aufbau und Lagerungsverhältnisse des Quartärprofils von Neumark-Nord. - Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle., **43**: 131-143.
- TOEPFER, V. (1970): Stratigraphie und Ökologie des Paläolithikums. - *Petermanns Geograph. Mitt., Ergänzungsheft* **274**: 329-422.
- TOEPFER, V.; MANIA, D. (1973): Paläolithische Funde vom Petersberg nördlich von Halle (Saale). - *Jshr. mitteldt. Vorgesch.*, **57**: 49-69.
- TRUSHEIM, F. (1957): Über Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. - *Z. Dt. Geol. Ges.*, **109**: 11-152.
- VENT, W. (1978): Die Flora des Travertins von Burgtonna in Thüringen. - *Quartärpaläontologie*, **3**: 59-66.
- VODICKOVA, V. (1975): Palynologische Untersuchung des Jungquartärs aus dem Ascherslebener See (Nordharzvorland). - Unveröff. Manuskript, 1-16, Praha.
- WELTEN, M. (1981): Verdrängung und Vernichtung der anspruchsvollen Gehölze am Beginn der letzten Eiszeit und die Korrelation der Frühwürm-Interstadiale in Mittel- und Nordeuropa. - *Eiszeitalter und Gegenwart*, **31**: 187-202.
- WOILLARD, G. (1975): Recherches palynologiques sur le Pleistocene dans l'Est de la Belgique et dans les Vosges Lorraines. - *Acta Geograph. Lovaniensia*, **14**: 1-118.
- WOILLARD, G. (1978): Vegetation et climat des derniers 140 000 ans dans la tourbiere de la Grande Pile (N.E. France). - *Palaeoecology of Africa and the surrounding islands*, **10**: 125-132.
- WOILLARD, G. (1979): The Last Interglacial-Glacial cycle at Grande Pile in northeastern France. - *Bull. Soc. Belge de Geol.*, **88**: 51-69.
- WÜST, E. (1910): Die pleistozänen Ablagerungen des Travertingebietes der Gegend von Weimar und ihre Fossilienbestände in ihrer Bedeutung für die Beurteilung der Klimaschwankungen des Eiszeitalters. - *Z. Naturwiss.*, **82**: 161-252.
- ZAGWIJN, W. H. (1961): Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. Part I: Eemian and Early Weichselian. - *Mededelingen Geologische Stichting N. S.*, **4**: 15-45.
- ZAGWIJN, W. H. (1974): Vegetation, climate and radiocarbon dating in the Late Pleistocene of the Netherlands. Part II: Middle Weichselian. - *Mededelingen Rijks Geologische Dienst N. S.*, **25**: 101-111.

Manuskript angenommen: 12. Januar 1999

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dietrich MANIA

Forschungsstelle Bilzingsleben der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Löbdergraben 24

D-07743 Jena