

HALLESCHES JAHRBUCH FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Reihe B: Geologie, Paläontologie, Mineralogie

Beiheft 17

DIETRICH MANIA

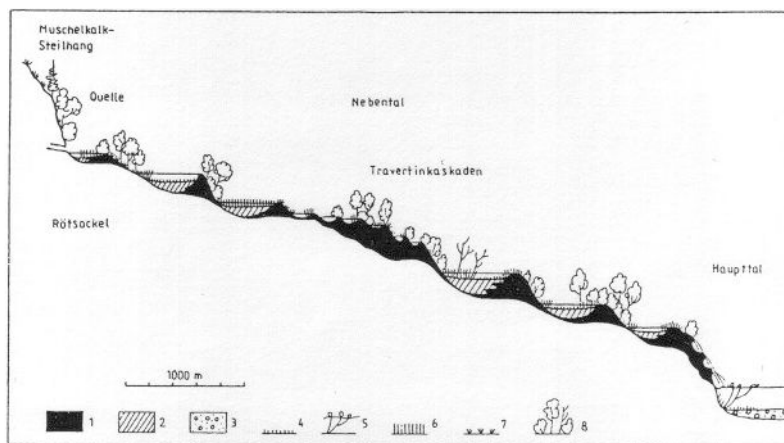
sowie

MANFRED ALTERMANN, GOTTFRIED BÖHME, KLAUS ERD, KARLHEINZ FISCHER,
WOLF-DIETER HEINRICH, CONSTANTIN KREMENETZKI, JAN VAN DER MADE,
DIETER-HANS MAI, RUDOLF MUSIL, ERIKA PIETRZENIUK,
TIM SCHÜLER, EMANUEL VLČEK und WALTER STEINER

Die Travertine in Thüringen und im Harzvorland

Travertines in Thuringia and in the foothills of the Harz

Mit 53 Abbildungen



Halle (Saale) 2003
ISSN 1432 - 3702

Die Travertine in Thüringen und im Harzvorland

Travertines in Thuringia and in the foothills of the Harz

Mit 53 Abbildungen

DIETRICH MANIA

sowie

MANFRED ALTERMANN, GOTTFRIED BÖHME, KLAUS ERD, KARLHEINZ FISCHER,
WOLF-DIETER HEINRICH, CONSTANTIN KREMENETZKI, JAN VAN DER MADE,
DIETER-HANS MAI, RUDOLF MUSIL, ERIKA PIETRZENIUK,
TIM SCHÜLER, EMANUEL VLČEK und WALTER STEINER

Zusammenfassung

Thüringen und das Harzvorland (mittleres Elbe-Saalegebiet) sind reich an Travertinlagerstätten. Sie sind an die triassischen Kalke gebunden. Präelsterzeitliche Travertine wurden bisher nicht bekannt. Einige Travertine stammen aus dem Holsteinkomplex (z.B. Bilzingsleben, Brüheim, Schwanebeck, Osterode am Fallstein). Nach verschiedenen geologischen und biostratigraphischen Indizien gehören die Travertine von Weimar-Ehringsdorf in eine Warmzeit des Saalekomplexes, ebenso ein Travertinvorkommen bei Bilzingsleben. Der Eemwarmzeit werden die bekannten Vorkommen von Taubach, Weimar, Burgtonna, Veltheim am Fallstein zugewiesen. Einige weitere Fundstellen kamen dazu. Holozäne Travertine sind am häufigsten. Ihre Bildung begann meist schon im Spätglazial. Die Lagerungsverhältnisse, die allgemeinen und speziellen geologischen Verhältnisse werden dargestellt. Für die detaillierte stratigraphische Abfolge und Eingliederung der Travertine sind die Terrassen-Travertin-Sequenz von Bilzingsleben und die limnisch-periglaziale Beckensequenz von Schöningen (Nordharzvorland) von Bedeutung. Beide weisen für die Zeit nach der Elstervereisung mindestens 6 Kaltzeit-Warmzeitzyklen nach. Allein drei dieser Zyklen mit ebenso vielen Warmzeiten und Travertinen untergliedern die Zeit zwischen Elster- und Saalvereisung („Holsteinkomplex“). Der Saalekomplex wird durch eine Warmzeit untergliedert. Es wird auch auf die bisher vorliegenden sogenannten absoluten Datierungen der Travertine hingewiesen.

Einige Travertinvorkommen werden bereits seit dem Ausgang des 19. Jahrhunderts untersucht. Sie lieferten neben paläolithischen Funden vor allem reiche Faunen und Floren. Auf ihnen basiert die Darstellung der Vegetations- und Faunengeschichte der mittel- und jungpleistozänen Warmzeiten sowie des Holozäns. Sie werden durch einige Pollenanalysen ergänzt. Die Molluskenfaunen möglichst aller Travertinvorkommen wurden untersucht. Sie ermöglichen biostratigraphische Gliederungen, auch innerhalb der Travertinfolgen sowie Aussagen zur Umwelt- und Klimaentwicklung.

Abschließend wird auf die paläolithischen Fundhorizonte in den Travertinen hingewiesen (Bilzingsleben, Ehringsdorf, Burgtonna, Taubach, Weimar, Veltheim).

Abstract

Thuringia and the foothills of the Harz (central Elbe-Saale region) are rich in many travertine deposits that are related to Triassic limestones. Pre-Elsterian travertines are not yet known. Some travertines derive from the Holstein complex (e.g. Bilzingsleben, Brüheim, Schwanebeck, Osterode at the Fallstein). According to different geological and biostratigraphical investigations, the travertine occurrences of Weimar-Ehringsdorf, as well as one at Bilzingsleben, are to be ascribed to a Saale complex interglacial. The Eem interglacial comprises the well-known travertines of Taubach, Weimar, Burgtonna and Veltheim. Some other sites are included in the

description. Holocene travertines occur the most frequently; their formation started as early as the late glacial, while their deposition, together with the general and special geological situations, are described in the present contribution. The terrace-travertine sequence of Bilzingsleben and the limnic-periglacial basin sequence of Schöningen (foothills of the Harz) are important for the detailed stratigraphical sequence and the corresponding assignment of the travertines. Both display at least 6 glacial-interglacial cycles following the Elster glaciation. Three of these cycles, with as many interglacials and travertines, subdivide the period between the Elster and the Saale glaciation (Holstein complex). The Saale complex is subdivided by one interglacial. Absolute dating of the travertines obtained is also mentioned in the present paper. Some travertine occurrences were already studied at the beginning of the nineteenth century, yielding rich fauna and flora in addition to Palaeolithic finds. On this basis, the representation of the vegetational and faunal history of the Middle and Late Pleistocene interglacials, as well as of the Holocene is grounded. Some pollen analyses complete the pictures. The molluscan fauna of almost all travertine occurrences were investigated enabling biostratigraphical divisions, even those relevant within travertine occurrences, and are also important for environmental and climatic investigations.

Finally, some horizons of Palaeolithic finds, enclosed by travertines, are mentioned (Bilzingsleben, Ehringsdorf, Burgtonna, Taubach, Weimar and Veltheim).

1 Einleitung

Thüringen und das Harzvorland sind reich an Travertinlagerstätten (Abb. 1). Sie stammen aus den pleistozänen Warmzeiten und dem Holozän. Sehr bald wurden diese Kalksteine wirtschaftlich genutzt. Der älteste bekannte Nachweis einer Nutzung stammt aus der jüngeren Bronzezeit (1200 bis 800 v. Z.): Travertinblöcke aus dem nahen, ca. 200 m tiefer gelegenen Pennickental bei Jena-Lobeda wurden in einer bronzezeitlichen Festungsanlage auf dem Johannisberg als Baumaterial verwendet. Auf einem Gräberfeld aus der Hallstattzeit (800 bis 500 v. Z.) über dem Hohnborn bei Bilzingsleben wurden Travertinplatten aus dem benachbarten Travertinvorkommen der Steinrinne zum Abdecken der Urnen benutzt. Mindestens seit dem 12. Jahrhundert lässt sich die verschiedene Verwendung von Travertinen bis in unsere Zeit feststellen: als Baumaterial, wie die festen Varietäten als Werk- und Dekorationsstein, die grottigen Varietäten als Ausfüllung der Fächer bei den Fachwerkbauten, die Kalkmergel für luftgetrocknete Backsteine und lockere Travertine, Mergel, Sumpf- und Seekalke als Düngemittel, schließlich Travertinsand als Stubensand.

Bei den Aufschlussarbeiten in den Steinbrüchen und Kalkgruben stieß man immer wieder auf fossile Knochen und Schnecken sowie auf die Abdrücke von Blättern, Ästen und Stämmen, aber auch auf solche von Früchten und Pilzen, sogar von Federn und auf die Gelege der Sumpfschildkröte, auf Vogeleier und versinterte Nester. Das fiel auf und wurde beizeiten erwähnt, so im 17. Jahrhundert, wie beispielsweise die berühmten Elefantenknochen und Stoßzähne von Burgtonna (TENZEL 1696 in CLAUS 1978a) und regte die wissenschaftliche Untersuchung an, der sich auch W. VON GOETHE nicht enthielt (STEINER & WIEFEL 1974, 1977, STEINER & STEINER 1984, TOEPFER 1980, MANIA, U. 1997a). Selbst die Spuren bzw. Reste des fossilen Menschen wurden sehr bald entdeckt, können aber nicht mehr nachgeprüft werden, da sie verschollen sind. So erwähnt FREIHERR ERNST FRIEDRICH VON SCHLOTHEIM 1818 und 1820 den Fund eines fossilen menschlichen Schädels aus den Travertinen von Bilzingsleben (MANIA, U. 1997).

Im Travertin von Taubach bei Weimar wurden 1876 menschliche Zähne entdeckt, nachdem hier bereits 1871 die ersten Steinartefakte erkannt wurden (BEHM-BLANCKE 1960). In den Travertinen von Ehringsdorf wurden die ersten Steinartefakte 1907 und die ersten menschlichen Reste 1908 entdeckt (BEHM-BLANCKE 1960, STEINER 1979). Im selben Jahr fand EWALD WÜST die ersten paläolithischen Feuersteingeräte im Travertin von Bilzingsleben (WIEGERS 1928). Diese wenigen Hinweise auf eine weit zurückliegende Geschichte der Erforschung der Travertine im Elbe-Saalegebiet sollen hier genügen, ohne auch noch auf ihre paläontologische Untersuchung und solche wichtigen Nachweise, wie z.B. der mittelpleistozänen Schnecke *Theodoxus serratiliformis*, des Altbibers *Trogotherium cuvieri* (WÜST 1902) und des Buchsbaums (WERTH 1922) in den Travertinen bei Bilzingsleben oder des Hirschzungenfarns bei Burgtonna (SENF 1861) und im Pennickental bei Jena (MÄGDEFRAU 1956) einzugehen. Zunächst wurden die Travertine noch als vulkanische Produkte („Kalktuffe“) angesehen (z.B. noch bei BERGNER 1822, 1823), bevor sie als „wichtiges Glied der aufgeschwemmten Gebirgsformation“ (SCHLOTHEIM 1818, 1820) erkannt wurden. Seit dieser Zeit jedoch waren sie bis heute immer ein wichtiger Gegenstand der geologischen Forschung, besonders der Quartärgeologie und schließlich auch der Archäologie des Eiszeitalters.

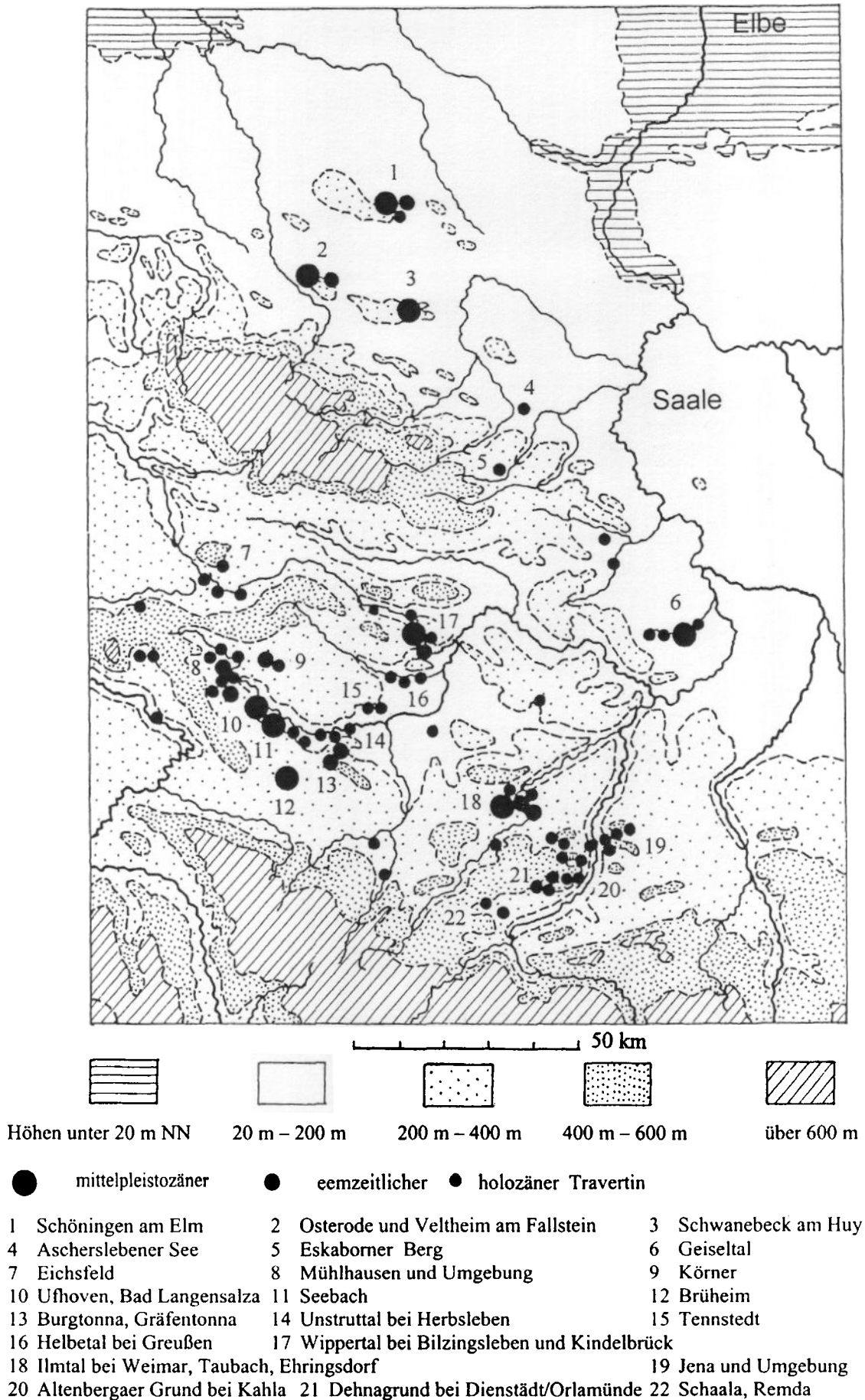


Abb. 1: Travertinvorkommen in Thüringen und im Harzvorland.

2 Zur modernen Erforschung

Im 20. Jahrhundert wurden die thüringischen Travertine je nach Aufschlussituation intensiver erforscht, so vor allem die Ilmtaltravertine (auf E. WÜST und W. SOERGEL aufbauend KAHLKE et al. 1974, 1975, zusammenfassend STEINER 1979, KAHLKE et al. 1977, 1984). Auch die Travertine von Burgtonna erlebten zeitweise intensivere Untersuchungen (KAHLKE et al. 1978). Danach hat D. MANIA die Aufschlüsse weiter betreut, bevor wieder in den letzten Jahren auf Grund eines rasanten Abbaues der Travertine als Schottermaterial Geländearbeiten durchgeführt wurden (z.B. Institut für Quartärpaläontologie Weimar).

Anlass einer interdisziplinären Erforschung eines mittelpleistozänen Travertins bei Bilzingsleben war die Entdeckung eines paläolithischen Fundhorizonts im Jahre 1969. Die darauf zurückgehende Forschungsgrabung läuft bis heute. Damit haben wir einen weiteren, eingehend bearbeiteten Travertin von Thüringen (MANIA 1974, MANIA et al. 1980, MAI et al. 1983, MANIA & WEBER 1986, FISCHER et al. 1991, MANIA et al. 1997, VLČEK, MANIA & MANIA 2002). Eine umfassende Untersuchung der Molluskenfaunen der pleistozänen und holozänen Travertine des Elbe-Saalegebietes wurde in den Jahren 1964 bis 1969 durchgeführt (MANIA 1973) und bis heute fortgesetzt, bevor die zahlreichen Aufschlüsse gänzlich verschwanden. Eine monographische Bearbeitung und Publikation dieser umfangreichen faunistischen und ökologischen Arbeiten, die immer in Verbindung mit geologischen, pedologischen, paläontologischen (Fauna, Flora) und anderen speziellen Untersuchungen standen, ist vorgesehen.

Heute ist die große Zeit der Travertinforschung in Thüringen und im Harzvorland vorbei. Die großen Aufschlüsse sind nicht mehr vorhanden. Einige der Steinbrüche wurden aufgegeben und zugeschüttet (große Teile von Ehringsdorf, Bad Langensalza, Burgtonna und Taubach, ganz verschüttet Osterode am Fallstein und Schwanebeck am Huy, verwachsen und teilweise verschüttet Veltheim-Steinmühle am Fallstein, die Steinbrüche im Pennickental bei Jena, bei Greußen, Heiligenstadt). Andere Steinbrüche und vor allem kleinere Gruben, wurden mit örtlichem Abfall und Müll gefüllt. Brüheim und Bilzingsleben gehören dazu. Hätte D. MANIA nicht zufällig bei Geländearbeiten am 22.8.1969 in den auflässigen und verwachsenen, teilweise mit Müll verfüllten Steinbrüchen bei Bilzingsleben nach fossilen Molluskenfaunen mit Hilfe von Schurarbeiten gesucht, wären auch diese Brüche binnen Halbjahresfrist unter einer örtlichen Mülldeponie verschwunden. Eigentlich waren Müllablagerungen das Schicksal fast aller Aufschlüsse in den holozänen Travertinlagern, wenn sie heute nicht hin und wieder durch natürliche Erosionsvorgänge teilweise aufgeschlossen und vorübergehend zugänglich werden. Allein in der Umgebung des mittleren Saaletales bei Jena sind mehr als 30 Aufschlüsse verschwunden. Die Travertine bei Ehringsdorf werden im geringen Umfang noch zu Werk- und Dekorationssteinen abgebaut und verarbeitet. Hier kann noch beschränkt wissenschaftlich gearbeitet werden. Dasselbe gilt für die Travertine von Burgtonna und Gräfentonna, die so intensiv und schnell abgebaut werden, dass kaum noch eine koordinierte und systematische Bearbeitung möglich ist.

Etwa seit Beginn der 1960er Jahre setzte eine systematische Aufarbeitung des paläontologischen Materials der großen Travertinvorkommen Thüringens durch das Institut für Quartärpaläontologie in Weimar unter der Leitung von H. D. KAHLKE ein, die in der Monographie über die Travertine von Weimar 1984 ihren vorläufigen Abschluss fand. In diese Zeit fällt auch die verdienstvolle geologische Untersuchung der Travertine des Ilmtals von W. STEINER. Im letzten Jahrzehnt wurden die Aufschlüsse von Ehringsdorf und Burgtonna vor allem von T. SCHÜLER, Thüringisches Landesamt für archäologische Denkmalpflege in Weimar und jene von Burgtonna auch vom Institut für Quartärpaläontologie, heute Forschungsstation für Quartärpaläontologie der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Frankfurt/M. betreut. Vom letztgenannten Institut erschienen unter dem Übertitel „Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen“ spezielle zusammenfassende Übersichten, so Teil 1: Makro- und Mikroflora (STEBICH & SCHNEIDER 2002), Teil 2: Mollusken (MEYRICK 2002), Teil 3: Insekten (KEILER 2002), Teil 4: Kleinsäugetiere (MAUL 2002) und Teil 5: Großsäugetiere (KAHLKE 2002). Sie stützen sich zu einem großen Teil auch auf die seit Anfang der sechziger Jahre durchgeführten Arbeiten der Autoren vorliegenden Beitrages, zu denen noch weitere Fachkollegen gehören, wie z.B. K. BRUNNACKER, Köln, J. BURDUKIEWICZ, Wrocław, K. DIEBEL †, Berlin, E. W. GUENTHER †, Ehrenkirchen, W. HEBIG, Dresden/Freital, K. D. JÄGER, Berlin, T. LAURAT, Jena, J. VAN DER MADE, Madrid, R. MUSIL, Brno, T. NÖTZOLD †, Berlin, W. H. SCHOCH, Adliswil (Schweiz), H. SÜB, Berlin, V. TOEPFER †, Halle, K. VALOCH, Brno, E. VLČEK, Prag, Arbeitsgruppe von G. A. WAGNER, Heidelberg und F. WIEGANK, Potsdam. Sie fanden sich nach der Gründung der Außenstelle Bilzingsleben ab 1975 zur „Arbeitsgruppe Bilzingsleben“ zusammen, um vorrangig die Aufarbeitung der Forschungsergebnisse an dieser Fundstelle zu übernehmen. Doch wurden von ihr auch Arbeiten an anderen wichtigen Lagerstätten weitergeführt und in die Forschungsarbeit von Bilzingsleben integriert, wie an den Travertinen von Brüheim, Ehringsdorf und Burgtonna, in den Tagebauen des Ascherslebener Reviere, Saale-Elstergebietes und Geiseltals – hier zusammen mit M. THOMAE, Halle/Wörlitz, im Tagebau Schöningen in Verbindung mit H. THIEME vom Niedersächsischen Denkmalsamt Hannover oder an stratigraphisch wichtigen Abfolgen, wie z.B. der Abfolge von Bad Kösen-Lengefeld.

Die Untersuchungen dieser Arbeitsgruppe bildet die Grundlage des vorliegenden Beitrages. Er soll auch die erwähnten Veröffentlichungen „Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs Thüringens“ in wesentlichen Teilen

ergänzen oder berichtigen, z.B. die Teile 1 und 2, die von Autoren stammen, die an den entsprechenden Fundstellen selbst bisher keine eigenen Arbeiten ausgeführt haben.

Wir wollen versuchen, mit Hilfe der umfangreichen geologischen, paläontologischen und archäologischen Daten die Travertine Thüringens und des Nordharzvorlandes vorzustellen.

3 Die Ursachen der Travertinbildung

Die Travertine Thüringens und des Harzvorlandes stehen zweifellos mit dem geologischen Untergrund dieses Gebietes im engen Zusammenhang. Dieser ist vorwiegend aus mesozoischen Kalksteinen und kalkhaltigen Gesteinen aufgebaut. In erster Linie sind das der Muschelkalk und der Keuper des Thüringer Beckens und seiner Randbereiche, des Eichsfeldes und des Subherzyns. Nur ein Travertinvorkommen wurde dem Autor bekannt, das nicht auf der Basis dieser triassischen Kalksteine, sondern auf einem kleinen lokalen Vorkommen karbonischer Schollen mit Herzynkalken beruht. Es ist der holozäne Travertin am Eskaborner Berg bei Tilkerode im Unterharz. Eine andere Ursache der Travertinbildung beruht auf der Klimagunst des Mitteldeutschen Trockengebietes während der pleistozänen Warmzeiten und des Holozäns. Warme Sommertemperaturen (Julimittel ab etwa +20 °C) begünstigen den Karbonatkreislauf und die Ausscheidung von Kalkgesteinen im Bereich der Quellaustritte, der Quellbäche und der in ihrer Nähe entstandenen stehenden Gewässer. Einige spätglaziale Sedimentfolgen der letzten Kaltzeit beweisen, dass bereits während der spätglazialen Interstadiale (Bölling im Sinne eines echten Interstadials, Alleröd) die Kalkausfällung und Travertinbildung begann (z.B. Mücheln und Krumpa im westlichen Geiseltal, Plinz im Altenbergaer Grund bei Kahla, Kohnstein bei Seega, Eskaborner Berg, Mißbaue bei Schöningen). Nur in einem Fall wurde auch ein spätglazialer Travertin in Verbindung mit einem pleistozänen Travertinkomplex gefunden (Bilzingsleben III mit IIIa). Sonst begann die Travertinbildung immer erst zu Beginn der Wärmezeiten der Interglaziale. Sie fand im großen Umfang vor allem in den mittleren Wärmezeiten, also während der klimatischen Optima und ihrer benachbarten Phasen, statt. Spätinterglaziale Travertinbildungen sind wieder kaum bekannt. Nur im Burgtonnaer Travertinkomplex aus dem letzten Interglazial und im Oberen Travertin von Ehringsdorf, erst im letztem Jahr erkannt, ließen sie sich nachweisen.

Das Holozän ist ein Sonderfall. Die Ausscheidung und Sedimentation von Travertinen wurde durch künstliche Eingriffe in zunehmendem Maße beeinträchtigt oder gar völlig unterbunden, so dass nicht feststellbar ist, in welchem Umfang heute in der Nachwärmezeit der Karbonatkreislauf mit seinen Kalkausscheidungen noch wirksam ist.

Zahlreiche Quellen, auf die Travertinbildung zurückzuführen ist, liegen außerhalb des Kerns des Trocken- gebiets in den bereits niederschlagsreicheren Randgebieten, also in den Berg- und Hügelländern, die auch vorwiegend aus aufragendem Muschelkalk gebildet werden. Oder die Einzugsgebiete stark schüttender Quellen befinden sich in diesen Räumen, z.B. im Hainich oder für die Karstquellen der Travertine von Bilzingsleben in den feuchteren, durch Parabraunerden gekennzeichneten Randhöhen der Hainleite und ihrer Südabdachung. Aber die zugehörigen Quellaustritte liegen nachweislich schon im Trockengebiet, in dem heute Schwarzerden vorkommen.

4 Die Travertinvorkommen

Travertine, die älter als die Elstervereisung sind, wurden bisher nicht bekannt. Aus der Zeit zwischen Elster- und Saalevereisung (i.e.S.), also den **Warmzeiten des Holsteinkomplexes**, stammen die Travertine im

Wippertal bei Bilzingsleben (Bilzingsleben I bis III),

vom Fuhmberg bei Brüheim im Nesselal bei Gotha,

Ufhoven und Seebach bei Bad Langensalza,

von Schwanebeck am Huy,

Osterode am Fallstein,

Neumark-Süd im Geiseltal,

Schöningen am Elm (Schöningen II= „Reinsdorfwarmzeit“) und

ein „älteres“, wahrscheinlich mittelpleistozänes Travertinvorkommen von der Klippe bei Mühlhausen.

Aus einer **intrasaalezeitlichen Warmzeit** stammen die Travertinfolge von

Weimar-Ehringsdorf und

ein Travertinvorkommen am Talhang der Wipper bei Bilzingsleben (Bilzingsleben IV).

In der **Eemwarmzeit** entstanden die Travertine von

Burgtonna und Gräfentonna (Tonnatal) am Westabhang der Fahner Höhe,

von Taubach und Weimar im Ilmtal,

von Körner und Mühlhausen im oberen Unstruttal,

im Wippertal bei Bilzingsleben (Bilzingsleben V) und Kindelbrück (am Gründelsloch),

in der Mißbaue von Schöningen (Schöningen V) und

von Veltheim am Fallstein.

Am häufigsten sind die **holozänen** Travertinvorkommen. Abgesehen von zahlreichen kleineren Lagerstätten sollen hier genannt werden:

Heiligenstadt und Worbis im Eichsfeld,
 Mühlhausen,
 Ammern,
 Körner,
 Bad Langensalza am Hainich und im oberen Unstruttal,
 Herbsleben (Unstruttal) und Bad Tennstedt im Thüringer Becken,
 Greußen im Helbetal,
 Bilzingsleben (VI) im Wippertal,
 Remda und Schaala bei Rudolstadt,
 Weimar-Kirschbachtal und Oberweimar im Ilmtal,
 Dienstädt bei Orlamünde,
 Altenberga,
 Großkröbitz,
 Magdala,
 Wöllnitz-Pennickental,
 Ammerbach,
 Jena-Mühlthal im mittleren Saaletal und seiner Umgebung,
 Mücheln-Krumpa im Geiseltal,
 Niederung der Mißbaue bei Schöningen (Schöningen VI) und
 Eskaborner Berg im Unterharz.

4.1 Beziehungen der Travertinlagerstätten zum Untergrund

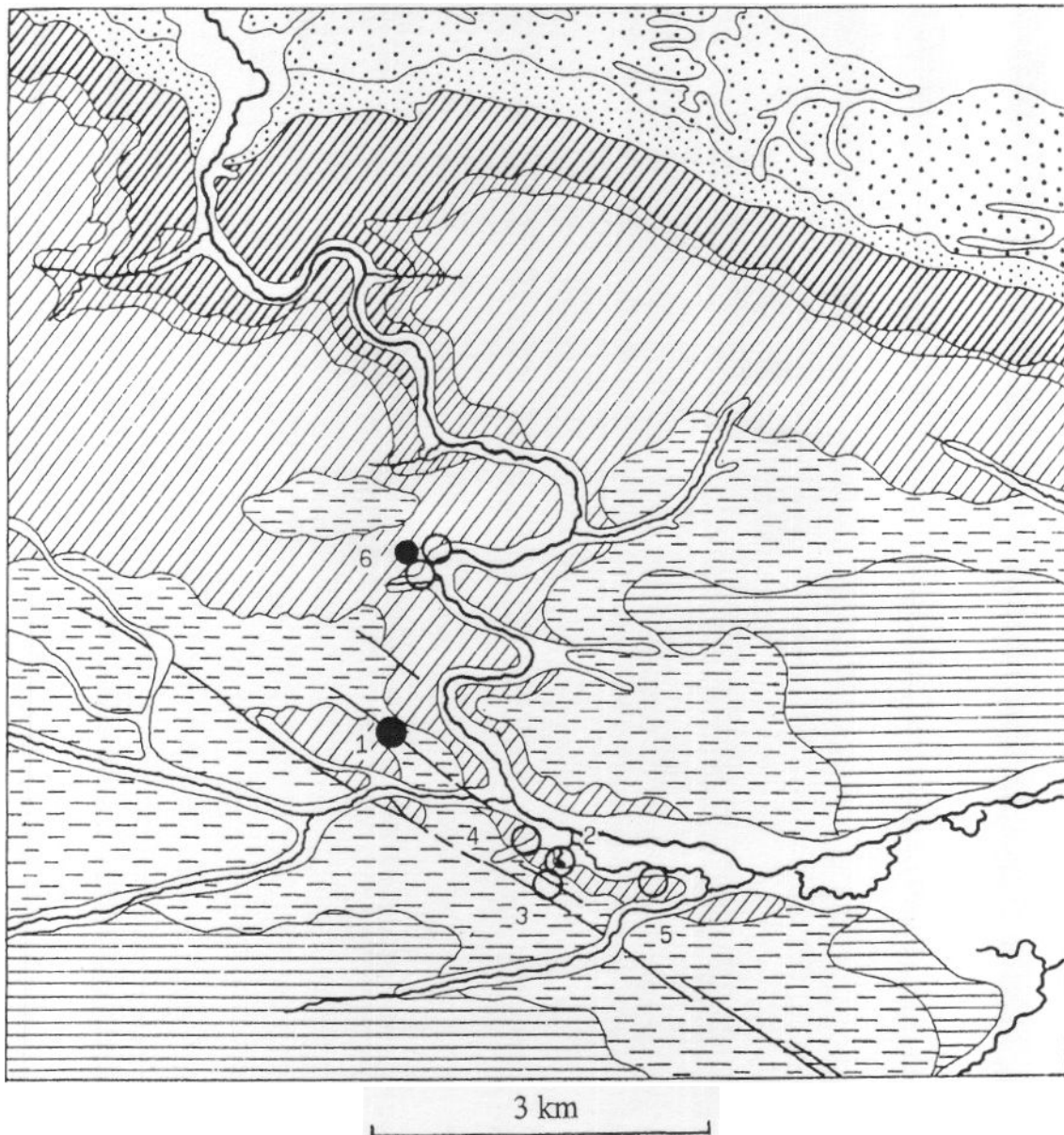
In vielen Fällen verdanken die Travertine Schichtquellen ihre Entstehung. Sie befinden sich z.B. an der Basis des Muschelkalkes auf den stauenden Tonstein- und Mergelhorizonten des Röt (Dienstädt und Kleinbucha bei Orlamünde, Pennickental). Andere Quellen gehen auf Subrosionsvorgänge im Untergrund zurück, z.B. im Anhydrit und Gips des Mittleren Muschelkalkes, und stellen aufsteigende Karstquellen dar, wie das Gründelsloch bei Kindelbrück und ihre holozäne Vorgängerquelle, der Kuhborn, ferner die Schusterlöcher bei Bad Tennstedt, die Golken bei Bad Langensalza, die Popperöder Quelle bei Mühlhausen, der Spring bei Mücheln im Geiseltal. Das Gründelsloch als Beispiel, schüttet 150 bis 600 l/s mit gelöstem Bikarbonat stark beladenes Wasser und würde auch heute umfangreiche Travertine bilden, wenn das nicht vom Menschen beeinträchtigt würde.

Solche Quellen, wie das Gründelsloch bei Kindelbrück, sind häufig mit geologischen Strukturen im Untergrund verknüpft. Das Gründelsloch und der verlandete Kuhborn liegen auf der Kindelbrücker Störungzone (UNGER 1963), die von SE nach NW parallel zur Hainleitestörung verläuft (Abb. 2 und 3). Das Gründelsloch entstand 1611 durch einen Erdfall, und der Kuhborn versiegte. Eine eemzeitliche Karstquelle befand sich in einem Travertinkomplex dicht südlich vom Gründelsloch auf einer Wipperterrasse (UNGER 1963). Schließlich befinden sich auch die mittelpleistozänen Travertine der Steinrinne bei Bilzingsleben auf dieser Störungzone. Sie liegen bereits auf den Tonsteinen des Unteren Keupers und gehen auf aufsteigende Karstquellen zurück, die durch Auslaugung des Mittleren Muschelkalkes (besonders Anhydrit) über dieser Zone entstanden. Ihr Einzugsgebiet wurde durch Denudation und Erosion längst zerschnitten und der Quellhorizont talwärts verlegt.

Ein weiteres Beispiel der Bindung der Quellen an Störungszonen sind die Travertine aus dem Ilmtal bei Weimar (Abb. 4). Sie befinden sich im herzynisch streichenden Grabenbruch, dem Ilmtalgraben, jeweils auf oder dicht unterhalb der Randstörungen und verdanken aufsteigenden Karstwässern aus Muschelkalk und Keuper ihre Entstehung (WIEFEL & WIEFEL 1974, STEINER 1979).

Auch der eemzeitliche Travertinkomplex von Burgtonna geht auf Karstquellen zurück, die mit Störungszonen im Nordwestteil der Fahner Höhe in Verbindung stehen (Abb. 5). Die Verkarstung ist die Folge von Subrosionsvorgängen, die besonders die Kalkstein-Mergelsteinserie des Mittleren Muschelkalkes mit mächtigen Anhydriteinlagerungen im Fahner Gewölbe betraf (GESANG 1978). Die Travertine liegen an der Flanke des Gewölbes bereits auf Unterem und Mittlerem Keuper (Tonsteine, Sandsteine, Dolomit).

Als Beispiel für die Bindung holozäner, Bikarbonat fördernder Quellen an Störungszonen wählen wir die Travertinfolgen des Altenbergaer Grundes bei Kahla (Abb. 6). Starke Quellen entspringen am Ende dieses Grundes im Bereich der NE-Flanke des Leuchtenburggrabens im Unteren Muschelkalk (NAUMANN 1898).

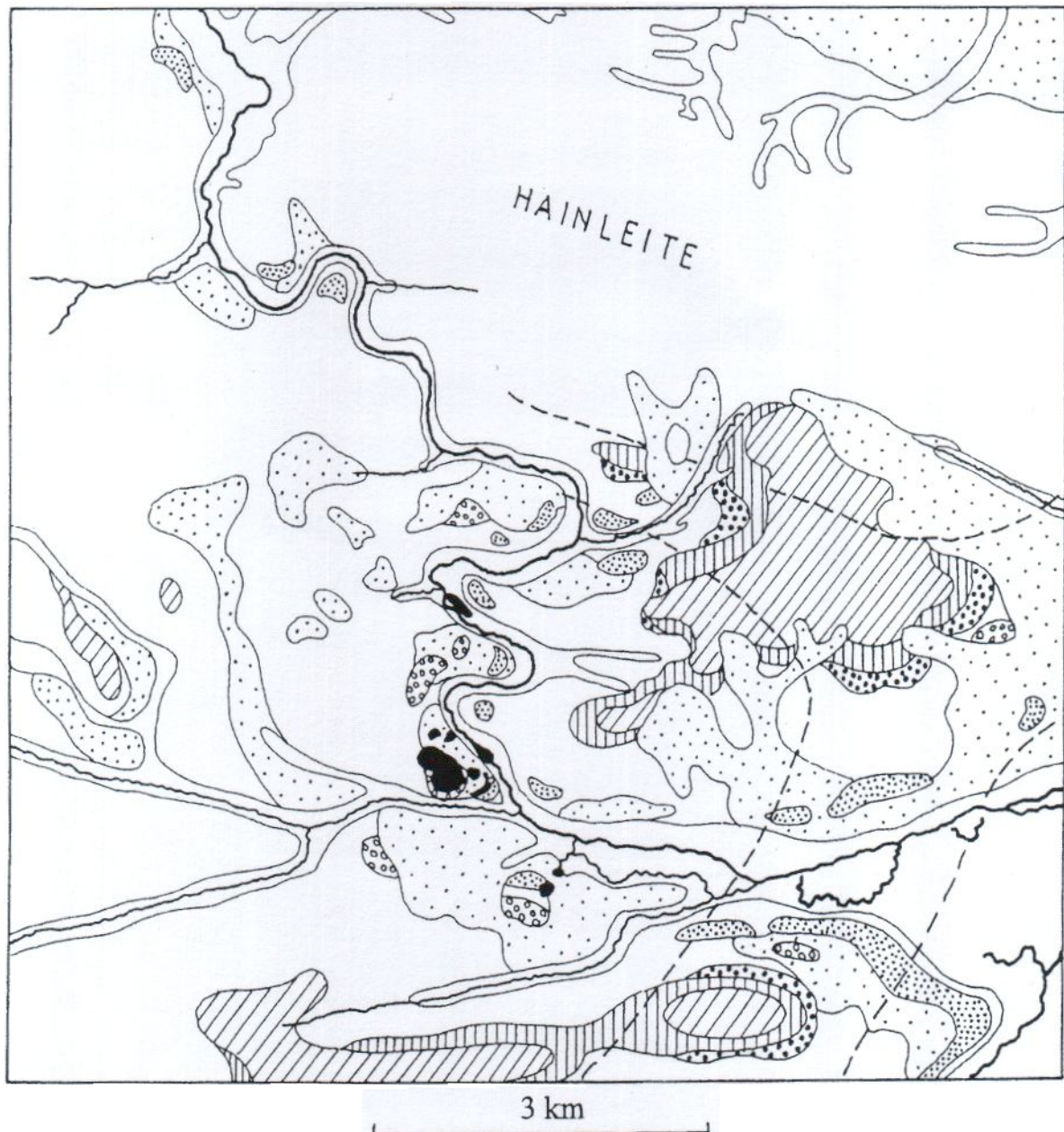


- | | | |
|---------------------------|------------------------------|----------------------|
| 1 Mittlerer Buntsandstein | 2 Oberer Buntsandstein (Röt) | |
| 3 Unterer Muschelkalk | 4 Mittlerer Muschelkalk | 5 Oberer Muschelkalk |
| 6 Unterer Keuper | 7 Mittlerer Keuper | |
| 8 Holozän in Tälern | 9 Kindelbrücker Störungszone | |

Auf der Karte:

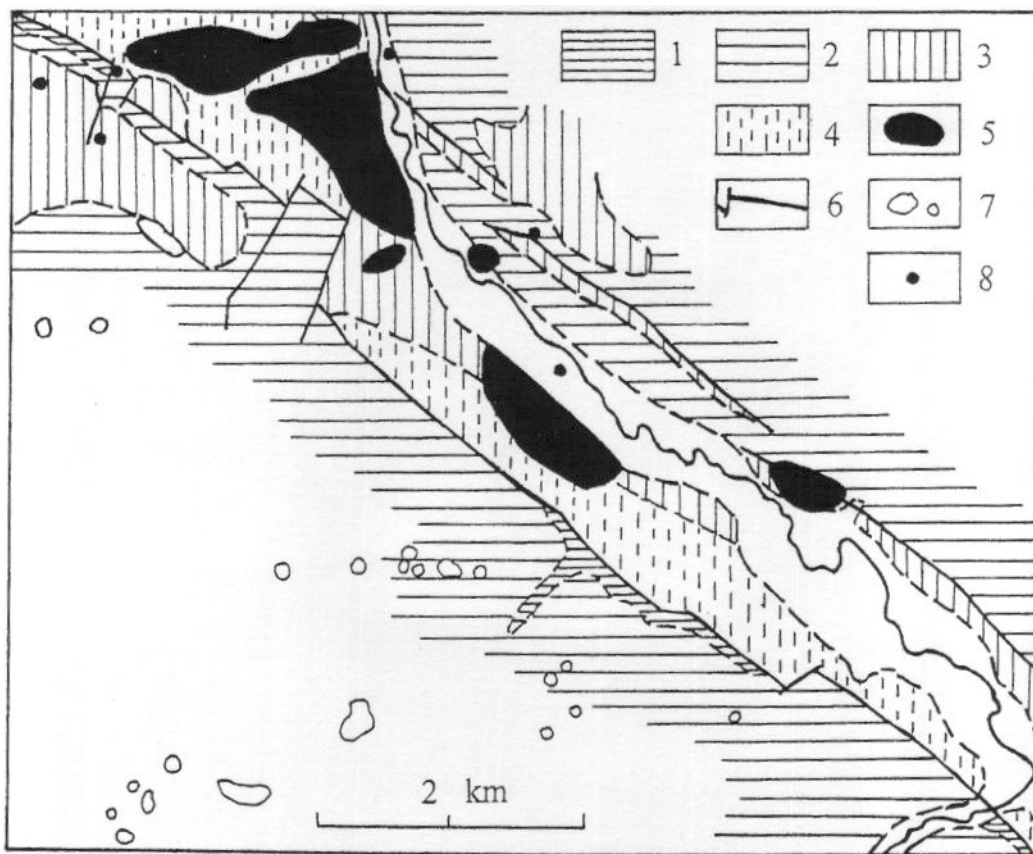
- 1 mittelpleistozäne Karstquelle und Travertine auf der Steinrinne
- 2 rezente Gründelslochquelle und rezente Travertinbildung
- 3 eemzeitliche Karstquelle mit Travertin
- 4 holozäne verlandete Karstquelle „Kuhborn“
- 5 rezente aufsteigende Karstquelle „Hunneborn“
- 6 holozäne und rezente Schicht- und Karstquellen mit Travertin im Teichholz

Abb. 2:
Die Travertinvorkommen und Karstquellen im Wippertal bei Bilzingsleben in ihrer Beziehung zum geologischen Untergrund (abgedeckte geologische Karte nach UNGER 1963).



- 1 mittelpleistozäne Schotter (sog. präglaziale Schotter)
- 2 mittelpleistozäne Schotter (Holsteinkomplex)
- 3 saalezeitliche Schotter
- 4 Bändertone
- 5 Grundmoräne (Elstervereisung)
- 6 Travertine
- 7 Jüngerer Löss
- 8 Holozän in den Tälern
- 9 präglaziale Flussläufe

Abb. 3:
 Quartäre Ablagerungen in der Umgebung des unteren Wippertales bei Bilzingsleben und Kindelbrück
 (ergänzt nach UNGER & ZIEGENADT 1961 und UNGER 1963).

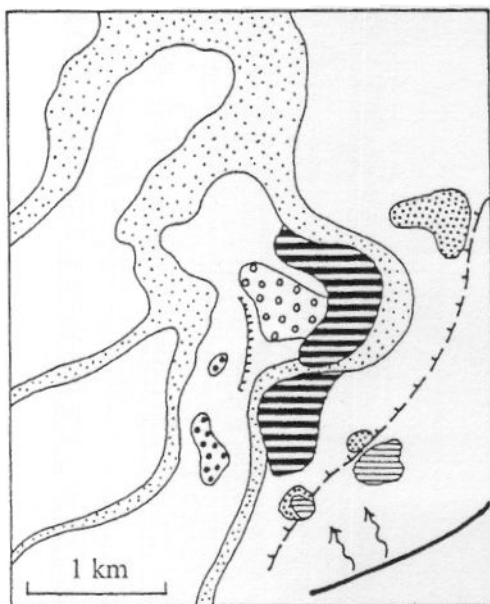


- | | | |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1 Unterer Muschelkalk | 2 Mittlerer Muschelkalk | 3 Oberer Muschelkalk |
| 4 Unterer Keuper | 5 Travertine | 6 Verwerfungen des Ilmtalgrabens |
| 7 Erdfälle | 8 rezente Quellen | |

Travertinvorkommen von NW nach SE:

Weimar (Holozän), Weimar-Park (Eem), Oberweimar (östlich der Ilm, Holozän),
 Ehringsdorf (Saalekomplex), Taubach (Eem).

Abb. 4: Die Travertine im Ilmtal in ihrer Beziehung zum Untergrund (nach WIEFEL & WIEFEL 1974).



- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | |

- 1 präglaziale Schotter
- 2 Grundmoräne (Elstervereisung)
- 3 saalezeitliche Schotter,
- 4 warthezeitliche Schotter
- 5 Travertinlager
- 6 holozäne Auen
- 7 Terrassenkante
- 8 Rand des präglazialen Tales
- 9 Verwerfung und Karstquellen

Abb. 5:
 Das Quartär im Tonnatal bei Burgtonna und Gräfontonna (nach GESANG 1978).

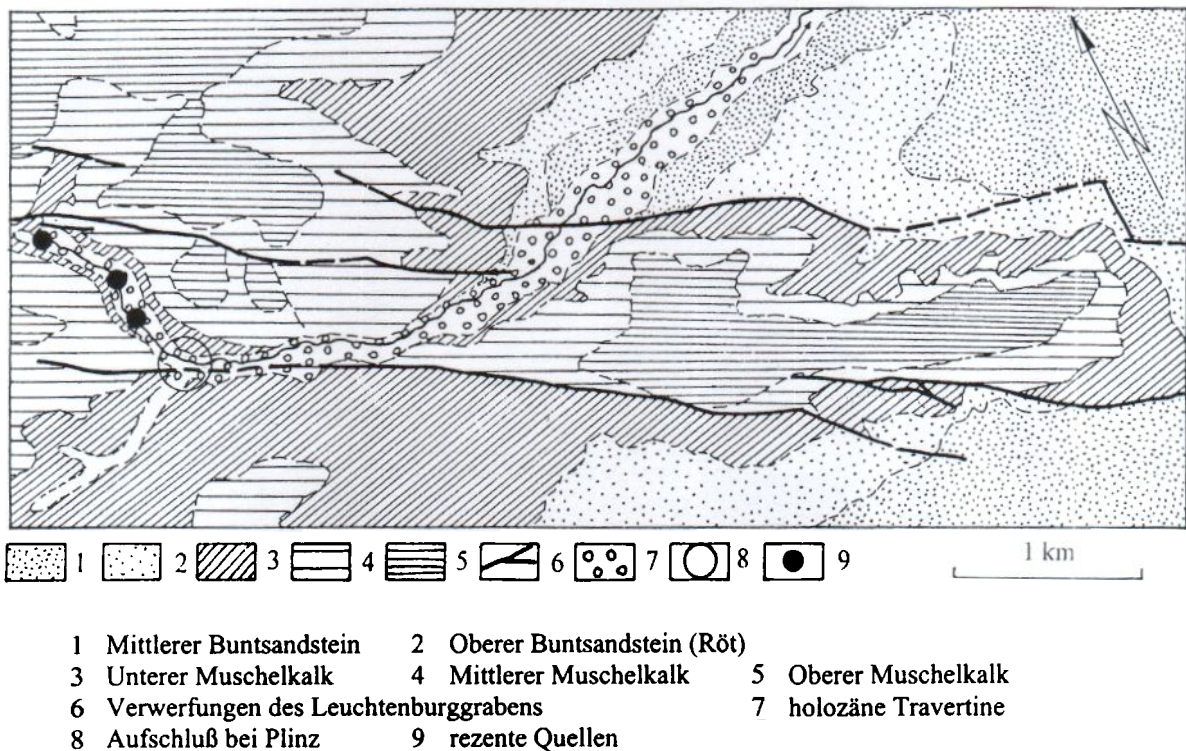


Abb. 6:

Das holozäne Travertinlager des Altenbergaer Grundes bei Kahla in Beziehung zum geologischen Untergrund (nach NAUMANN 1898).

5 Zur Geologie der Travertinfolgen

Bevor einige pleistozäne und holozäne Abfolgen besprochen werden, um ihren charakteristischen Aufbau und ihre Lagerstättenstruktur zu kennzeichnen, sei kurz auf die Variationsbreite der Travertingesteine nach ihrer Feldansprache hingewiesen. Dabei benutzen wir den Begriff „Travertin“ ohne Rücksicht auf ihre diagenetische Veränderung verallgemeinernd für diese „Binnenwasserkalke“.

5.1 Variabilität der Travertingesteine Thüringens und des Harzvorlandes

In der Regel kommen diese Gesteine als Quell-, Bach-, See- und Sumpfkalke vor. Die holozänen, diagenetisch noch nicht oder kaum veränderten Kalkausfällungen wurden auch als Kalktuff oder Dauch (JÄGER 1967) bezeichnet, um sie von den älteren pleistozänen Travertinen zu unterscheiden. Von weichen, amorphen, nicht verfestigten Sumpfkalken, Kalkmergeln, Muddekalken und Seekalken bis hin zu festen bankigen Strukturtravertinen kommen alle möglichen Varietäten vor. Neben den genannten weichen Kalken gibt es die lockeren und festen, kompakten Strukturtravertine. Die lockeren Travertine beginnen mit Charatravertinen, die aus den vegetativen Organen und Fruktifikationen der Armelechteraigen bestehen und durch ihren Zerfall *Chara*-Sande („Travertinsande“) bilden. Ein großer Teil der Seekalke besteht auch aus diesem Material. Eine andere Art der Travertinsande entsteht durch Ausscheidung von kristallinem Kalk an Kristallisationskeimen, die im schwach bewegten fließenden Wasser schweben. Dabei bilden sich konkretionäre Aggregate, die deshalb nicht am Untergrund festsintern, da sie bewegt werden. Sie wachsen zu verschiedenen Korngrößen, meist Mittel- bis Grobsandgröße, doch auch darüber hinaus bis Feinkies- und seltener zu Mittelkiesgröße an. Das ist von der Transportkraft des Wassers und dem Zeitpunkt ihrer Einbettung im Sediment abhängig. Eine dritte Variante von Travertinsanden und -kiesen entsteht durch erosive Zerstörung und Umlagerung von Strukturtravertinen (Schwemmtravertine). Sie bilden echte Klastite.

Strukturtravertine entstehen durch Kalkausscheidung an Pflanzen. Das können abgestorbene Pflanzenteile, wie zusammengespülte Geniste, Laubfallschichten, umgebrochene Bäume, aber besonders Pflanzenrasen sein. Das sind Algenaufwüchse, Moosrasen, Riedgraswiesen, Schilfrohr- (*Phragmites*) und Rohrkolben- (*Typha*) Bestände („Röhricht“), Büten aller Art, auch Gebüsch und lebende Bäume. So wurden im Burgtonnaer Travertin bis 4 m hohe, senkrecht stehende Baumstammabdrücke von bis 20 cm Durchmesser beobachtet (auch STEINER 1970), zugleich auch ein Maß für die Sedimentationsgeschwindigkeit der Travertine. Das ist auch bei

den 50 bis 100 cm hoch im Abdruck erhaltenen Schilfstengeln und großen Riedgräsern zu sehen. Alle diese Pflanzen verleihen dem Gestein seine Struktur, die mehr oder weniger gut erhalten bleibt, je nachdem die Hohlräume vom mikroskopischen Umfang bis hin zu den großen grottigen Formen von zirkulierenden Sickerwässern mit sekundären Kalkausscheidungen versetzt werden.

Eine besondere Form von Strukturtravertin sind versinterte Algenbärte, die an den Kaskadenstufen herab hängen. Andere Algentravertine entstehen durch Versinterung von Chara-Rasen, bevor deren Kalkskelette zerfallen (*Chara*-Travertine). Stengeltravertine gehen auf Riedgraswiesen und Schilfbestände zurück, Blättertravertine auf Laubfallschichten und zusammengespülte Blätter und Zweige in den Becken der Kaskaden. Moos-travertine bilden sich, wenn sich kalkliebende Moose in den Riesefeldern ansiedeln und im Sommer zu einer etwa 5 bis 10 cm mächtigen Schicht aufwachsen, die versintert. Im Winter wird das Wachstum unterbrochen und erst im nächsten Sommer fortgesetzt. Eine Jahresschichtung entsteht.

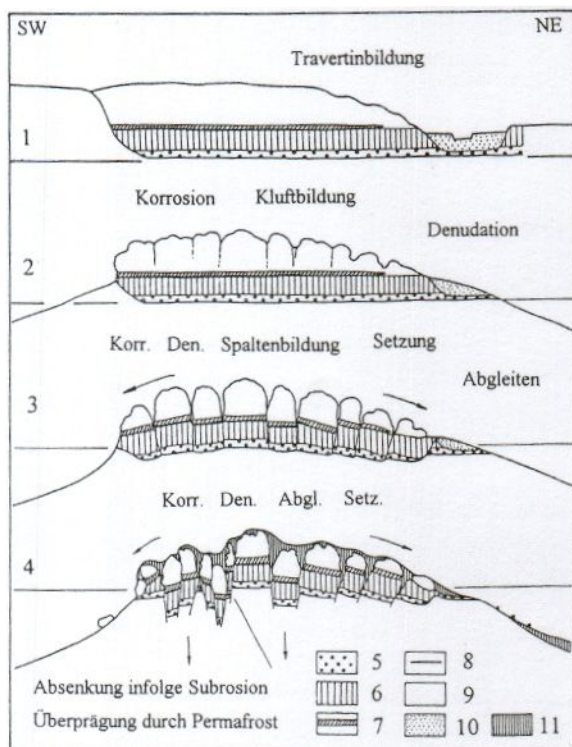
Diese Strukturtravertine sind primär teils mürbe, teils fest. Sekundäre Kalkausscheidungen in den Hohlräumen führen zur Verdichtung und Verfestigung. Es gibt auch primär dichte, feste kristalline Kalkaus-scheidungen, so als Rieselfeldtravertine, die hart und splittrig sind und eine feine Schichtung aufweisen, die auf jahreszeitlich unterschiedlich intensive Kalkausscheidung zurückgeht. Dichte, wenig strukturierte Travertine bilden mehr oder weniger homogene Bänke.

Organismen selbst, vor allem Pflanzen, sind an der Kalkausscheidung mitbeteiligt (z.B. Bakterien, Diato-meen, Algen, Moose u.a.), so dass insgesamt die Travertingesteine im weitesten Sinne als Biolithe bezeichnet werden können.

5.2 Zur Diagenese und Alterung der Travertine

Ein allgemeiner Prozess nach der Ablagerung der Travertine ist die sekundäre Ausscheidung von Kalken durch im Travertin zirkulierende Sickerwässer. Der Kalkgehalt dieser Wässer ist nicht nur primär bedingt (Quellwasser), sondern kann sogar durch Lösungsverwitterung im betreffenden Travertin selbst entstehen. Hohlräume werden dabei aufgefüllt (Porezement, Höhlensinter) oder lockere Sedimente durchtränkt und gefestigt. Alle Travertinvarietäten können auf diesem Wege sekundär verdichtet und verfestigt werden.

Durch diagenetische Prozesse, durch Lösungsverwitterung und Verkarstung, Abtragung und tektonische Beanspruchung der Travertine kommt es zu ihrer Alterung (Abb. 7). Die Lösungsverwitterung setzt zunächst an der Oberfläche des Travertinlagers, in Hohlräumen und Klüften ein. Letztere werden zu Spalten erweitert. Der Travertin verkarstet und zerfällt an den Spalten zu einzelnen Blöcken. Nebenerscheinungen begleiten diesen Vorgang: so Abgleiten der Blöcke bei Reliefumkehr, die Verstellung der Blöcke, Setzungserscheinungen und Verquetschungen durch Belastung des Untergrundes, Überprägung der Spalten durch Dauerfrost, zusätzliche Beanspruchung der Travertinlager durch Subrosion im Untergrund. Es entstehen dadurch atektonische Strukturen, wie Zerrungen, Überquetschungen, Verwerfungen, Abschiebungen, Staffelbrüche, Grabenbrüche, antithetische Verstellungen, Aufreißen von Fiederklüften und Horizontalfugen usw.



- 1 bis 4 Alterungsstadien
- 5 kaltklimatische Flussschotter
- 6 älterer Löss
- 7 Seekalk
- 8 paläolithischer Fundhorizont
- 9 mittelpleistozäner Travertin
- 10 warmklimatische sandige Kiese
- 11 jüngerer Löss

Abb. 7:
Alterung eines quartären Travertins am Beispiel der Bilzingslebener Travertine.

Es ist möglich, rückschreitend vom Holozän bis zur Elsterkaltzeit eine ganze Reihe von Alterungsstufen aufzustellen. Als Beispiele werden genannt:

Holozän:	Pennickental, Bad Langensalza
Eemwarmzeit:	Burgtonna
Intrasaalewarmzeit:	Ehringsdorf
Holsteinkomplex:	Bilzingsleben III, Bilzingsleben II, Bilzingsleben I.

5.3 Lagerstättentypen

Nach den Lagerungsverhältnissen können wir den Kaskadentypus, Beckentypus, Rieselfeldtypus, Talautentypus und Hangtypus unterscheiden. Meist sind verschiedene dieser Typen miteinander kombiniert. So sind die Kaskaden mit Stauräumen, also Becken, die sie selbst erzeugen, verbunden. Je nach vorherrschendem Typus kommen bestimmte Travertinvarietäten vor, so Varietäten der Kaskaden-, Becken-, Rieselfeld-, Talauen-, Hang-, Seen- und Sumpffazies.

Von den älteren pleistozänen Travertinen sind gewöhnlich infolge Abtragung und Verwitterung nur die widerstandsfähigsten Teile der Travertinlagerstätten erhalten geblieben. Das lassen besonders gut die Reste mittelpleistozäner Travertine auf der Steinrinne bei Bilzingsleben erkennen. Auch Ehringsdorf ist auf einen widerstandsfähigen Teil reduziert. Die vor diesem im Ilmtal abgelagerten Sumpf- und Seekalke und Lockertravertine sind abgetragen. Im Tonnatal sind mindestens drei hintereinander gestaffelte Kaskaden mit Staubecken des eemzeitlichen Travertinkomplexes erhalten geblieben. Im Tonnatal breitet sich zunächst eine flache ausgehende Travertinplatte vom Talautentypus aus, der vorwiegend aus *Chara*- und Schilftravertinen besteht. Wenn Blätterhorizonte erscheinen, bestehen sie vorwiegend aus Weidenblättern. Talaufwärts setzt eine hohe Kaskade aus Strukturtravertinen ein, mit zahlreichen Moos- und Blättertravertinen, dahinter vorwiegend mit *Chara*-Travertinen (*Chara*-Sanden) und Kalkmergeln. Anschließend wiederholt sich eine zweite Kaskade mit kleineren Becken. Bei diesen eemzeitlichen Travertinen sind wesentlich größere Partien wenig widerstandsfähiger Lockertravertine von Abtragung und Erosion verschont geblieben als bei den älteren Travertinen.

Die holozänen Lagerstätten sind naturgemäß am besten erhalten. Sie füllen ganze Täler, so z.B. den Altenbergaer Grund bei Kahla und das Pennickental bei Jena. Das Pennickental ist unterhalb der Quelle, dem Fürstenbrunnen, auf eine Länge von 4 km bei einem Höhenunterschied von mehr als 100 m und einem stufenförmigen Gefälle mit Travertinlagern gefüllt, die aus etwa 5 bis 7 Kaskaden mit Stauräumen bestehen und dem Tal ein treppenartiges Längsprofil verleihen. Der Altenbergaer Grund ist auf eine Länge von 8 km mit Travertinlagern gefüllt. Auch sie bauen sich hinter Kaskaden auf, die aber ein flaches Gefälle haben, während die Stauräume sehr lang sind. Das geht offensichtlich auf das geringere Gefälle des Tales im Vergleich zum Pennickental zurück. Der Altenbergaer Bach hat sich rückschreitend in dieses Lager um 5 bis 12 m Tiefe eingeschnitten. Dabei wurden etwa 2,5 Mio m³ Lockergesteinsmassen ausgeräumt. Diese Erosion hat bereits den Oberlauf, etwa 1 km unterhalb des Quellgebietes, erreicht. Sie endet heute an einem Wasserfall. Jüngste fundführende Schichten des durchschnittlichen Travertinkomplexes gehören in das 12. Jahrhundert. Seit dieser Zeit ist auch die Travertinbildung weitgehend unterbunden. So ist die Erosion mit künstlichen Eingriffen verknüpft, die mit dem hochmittelalterlichen Landesausbau beginnen. Ihre Ursachen sind ausgedehnte Rodungen der Wälder und flächenhafte Entwaldung der Hochflächen im Einzugsgebiet, nachfolgend Veränderung der landwirtschaftlichen Methoden und die Intensivierung des Bodenbaues. Diese junge Erosionsphase betrifft zahlreiche Nebentäler der Thüringer Flüsse. Das abgetragene Material finden wir als Auelehme in den Auen der Haupttäler wieder: zuunterst einen humosen grauen Auelehm (Flächenabtragung der Böden!), darüber einen gelbbraunen Auelehm. Im Pennickental ließ sich nur eine geringe jungholozäne Erosion nachweisen. Ab dem 19. Jh. wurden die Kaskaden und Lagerstätten weitgehend durch Steinbruchbetriebe abgebaut und zerstört.

5.4 Die Terrassen-Travertin-Sequenz von Bilzingsleben

Langjährige Untersuchungen im unteren Wippertal im Anschluss an die geologische Neukartierung des Blattes Weißensee (UNGER 1963) ergaben Einblicke in die stratigraphische Abfolge der kaltzeitlichen Fluss-terrassen und ihrer warmzeitlichen Travertindecken sowie in den Mechanismus des geologischen Ablaufes der Terrassen- und Talbildung in den Vorländern der Mittelgebirge (Abb. 2 und 3, MANIA 1997a). Hier ist zu erwähnen, dass bei der Neukartierung des erwähnten Blattes (UNGER 1963) die Terrassen der Wipper bei 27 bis 32 m über der Aue als wesentlich jünger angesehen und die auflagernden Travertine als eemzeitlich eingestuft wurden. Erst nach 1990 weist auch UNGER diese Terrassen unter dem Zwang unserer Ergebnisse seiner oberen Mittelterrasse zu, wobei zu beachten ist, dass sich in diesem Niveau verschiedene Talböden verbergen, die morphologisch im Gelände kaum zu unterscheiden sind. Für uns ist jedenfalls diese Umstufung durch UNGER kein primärer Beweis für die Alterseinstufung der Travertine von Bilzingsleben durch dessen verallgemeinerte Terrassenstratigraphie Thüringens, die vor 1960 erstellt wurde.

Insgesamt konnten seit der Elstervereisung, deren glaziale Serie die letzten präglazialen, also frühelstereiszeitlichen Schotter der 45 m-Terrasse bedeckt, sechs fossile Talböden unterschieden werden (Abb. 8). Sie befinden sich bei 32 m, 27 m, 22 m, 16 m, 8 m über und 3 m unter der heutigen Aue. Ihre kaltzeitlichen Schotter sind mit nachfolgend ausgeschiedenen Travertinlagerstätten verbunden. Das entspricht ebensovielen Kaltzeit-Warmzeit-Zyklen (Bilzingsleben I bis VI). Allein drei Zyklen mit drei Warmzeiten gehören in die Zeit zwischen Elster- und Saalevereisung (1. und 2. Vereisungsterrasse), also in den Holsteinkomplex. Zwei Zyklen mit einer intrasaalezeitlichen Warmzeit und mit der Eemwarmzeit folgen. Der letzte Zyklus besteht aus Weichselkaltzeit und holozäner Warmzeit. Die gleiche Abfolge wurde in der südwestlichen Randsenke des Salzsattels bei Schöningen mit Hilfe von organogenen Serien in warmzeitlich-periglazialen Beckenfolgen nachgewiesen (MANIA 1997a, 1998c, URBAN 1997).

Der Bildungsmechanismus einer Terrassen-Travertinfolge lief wie folgt ab (Abb. 9):

1. Frühglaziale Phase

Aufschotterung und Tiefenerosion in den Tälern der waldarmen bis waldfreien Landschaft unter zeitweise borealen, aber meist subarktischen bis arktischen Klimaverhältnissen des Frühglazials. Frostverwitterung, Schuttbildung, fluvialer Transport, dabei erosives Einschneiden des Talbodens. Phasenhafte Bildung eines aktiven Dauerfrostbodens.
Lange Phase, ungefähr >50 000 Jahre Dauer.

2. Hochglaziale Phase

Stagnation von Aufschotterung und Erosion. Trocken-kaltes Klima. Dauerfrostboden wenig aktiv. Lössbildung.
Relativ kurze Phase, etwa 10 000 Jahre.

3. Spätglaziale Phase

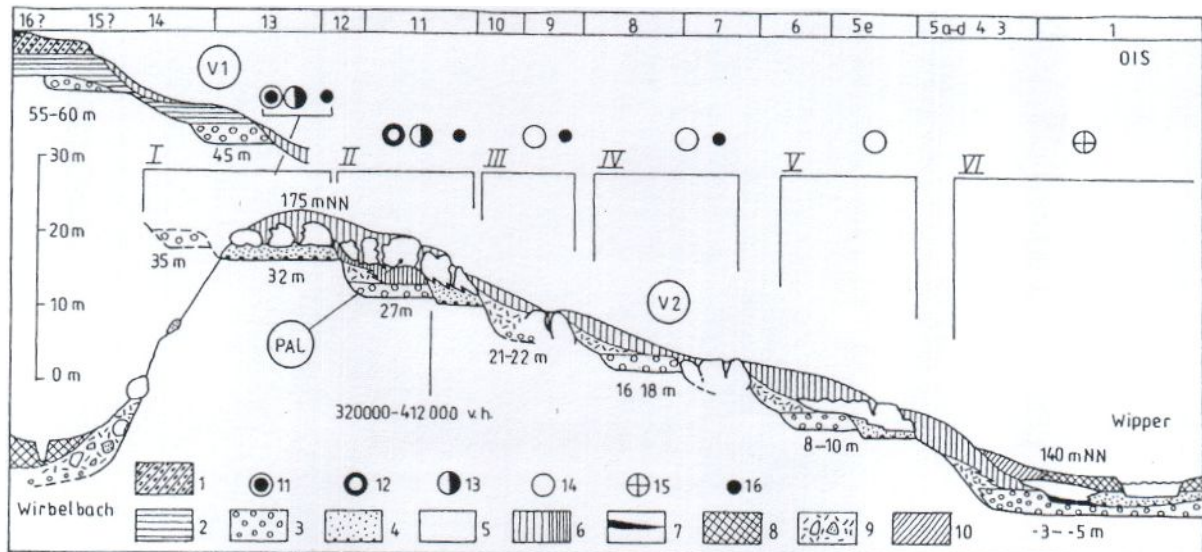
Schnelle Wiedererwärmung, nachfolgende Feuchtigkeitszunahme. Flüsse führen wieder Wasser und schneiden sich in die Schotterdecke ein. Dabei erneut Schottertransport. Mehrere Meter tiefer entsteht ein neuer Talboden. Auf diesem werden bereits im Spätglazial organogene Ablagerungen und erste Travertine gebildet. Dauerfrostboden löst sich auf. Wiederbewaldung und sich schließende Vegetationsdecke führen zum Ende von Erosion und Schottertransport.
Sehr kurze Phase, etwa 5000 Jahre.

4. Warmzeitliche Phase

Unter warm gemäßigten Klimabedingungen entstehen in Quellbereichen auf dem neuen Talboden oder an seinen Flanken Travertinkomplexe. Diese verzahnen sich mit den warmklimatischen Ablagerungen im Tal (Kiese, Kiessande, Altwasserbildungen, Auelehme, Böden).
Dauer etwa 10 000 Jahre.

Der Mechanismus ist außerhalb der Senkungsräume für das gesamte Mittelgebirgsvorland typisch. Statt Travertine konnten auch limnisch-telmatische organogene Ablagerungsfolgen entstehen. Auch die Travertine von Taubach, Weimar, Ehringsdorf, Burgtonna, Bad Langensalza, Mühlhausen, Seebach und Brüheim stehen in Verbindung zu einem Talboden und damit zu den Flussterrassen, die jeweils in den vorangehenden Kaltzeiten entstanden.

In den großen Senkungsgebieten wurde die Travertinbildung durch organogene Sedimentation unter eutrophen Bedingungen weitgehend unterdrückt. Es kam lediglich zur Ablagerung geringmächtiger Travertine oder von Seekalken (Geiseltal, Ascherslebener Depression, südwestliche Randsenke des Staßfurter-Helmstedter Salzsattels bei Schöningen).



- | | |
|--|--|
| 1 Grundmoräne | 2 Bändertone der Elstervereisung |
| 3 kaltzeitliche Flussschotter | 4 warmzeitliche Flußablagerungen (vorwiegend sandige Schotter) |
| 5 Travertine | 6 jüngerer und älterer Löss |
| 7 spätglaziale limnische Ablagerungen | 8 Auelehm |
| 9 Hang- und Solifluktionsschutt | 10 humose Hangablagerungen |
| 11 <i>Theodoxus serratiliformis</i> -Fauna | 12 <i>Corbicula fluminalis</i> -Fauna |
| 13 <i>Helicigona banatica</i> -Fauna | 14 verschiedene Warmzeitfaunen |
| 15 holozäne Waldfauna | 16 Vorkommen von <i>Celtis</i> sp. |
- V1, V2 erste und zweite Vereisungsterrasse
 PAL paläolithischer Fundhorizont
 I bis VI Terrassen-Travertin-Folgen (Bilzingsleben I bis VI)
 Obere Leiste 1 bis 16?: Oxygen-Isotopic-Stages der Tiefseeböden als mögliche hypothetische Parallelisierung

Abb. 8: Die Terrassen-Travertin-Abfolge im unteren Wippertal bei Bilzingsleben.

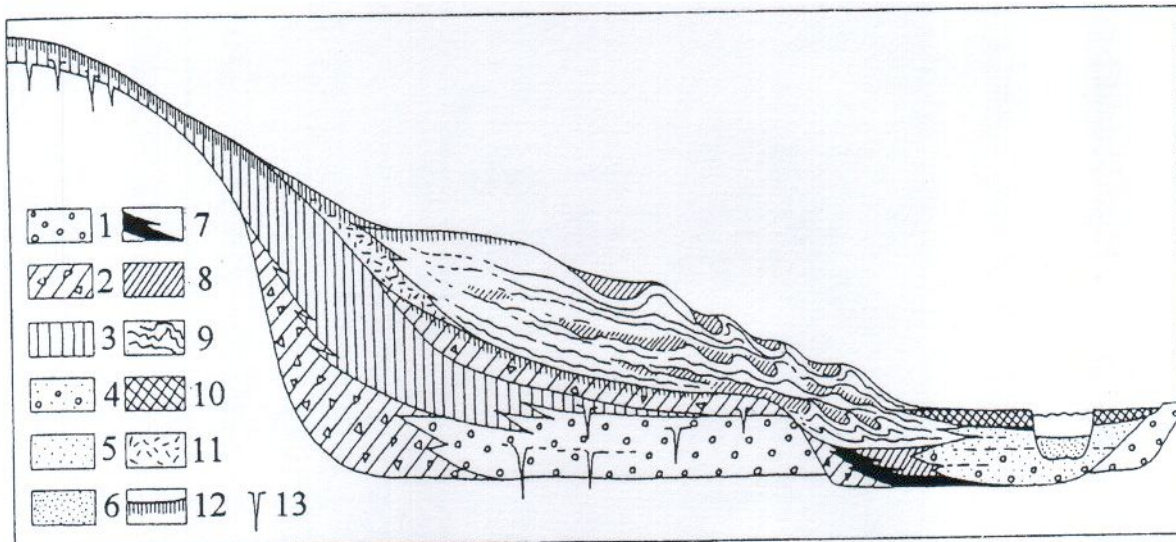
5.5 Beispiele mittelpleistozäner Travertinfolgen aus dem Holsteinkomplex

Uns sind die Travertine von Bilzingsleben durch die Forschungsarbeiten seit 1969 gut bekannt geworden (Abb. 10 und 11, MANIA 1997a). Auf die kritischen, gegenteiligen Meinungen von STEGUWEIT 2003 wird hier nicht eingegangen, da sie sich nicht auf eigene Untersuchungen stützen, sondern nur Annahmen beinhalten.

Bei den drei Travertinfolgen aus dem Holsteinkomplex handelt es sich um widerstandsfähige Abtragungsreste. Am ältesten ist der Travertin der Folge Bilzingsleben I (3 - 4 m mächtig). Sie befindet sich auf dem 32 m-Talboden im Südostteil der Steinrinne und ist deutlich von der Folge Bilzingsleben II abgesetzt. Diese bedeckt mit der größten Flächenverbreitung den nordwestlichen Teil der Steinrinne und geht aus den kaltklimatischen Schottern der 27 m-Terrasse hervor. Auf den Schottern liegt zunächst eine Fließerde (0,5 m), darauf ein Löss (2-3 m). Dieser trägt die Travertinfolge II (etwa 4 - 5 m). Seitlich von diesen Travertinen zum Wippertalhang hin versetzt befindet sich eine mehr als 4 m mächtige Travertinfolge, die mit einem Talboden bei 22 m über der Aue korreliert ist (III). Ein jüngerer Talboden bildet bei 16 bis 18 m über der Aue eine Terrasse. Diese kann mit der frühsaalezeitlichen Hauptterrasse des Saalegebietes parallelisiert werden (= 2. Vereisungsterrasse). Am nordöstlichen Talhang der Steinrinne lehnt sich seitlich an diese Schotter das Travertinvorkommen IV an (> 3 m). Da es *Celtis*-Steinkerne führt, kann es nicht eemzeitlich sein und vertritt demnach auf Grund seiner Beziehung zur frühsaalezeitlichen Terrasse ein intrasaalezeitliches Interglazial. Die Terrasse bei 8 m über der Aue ist mit eemzeitlichen Locker- (Steinrinne) und Strukturtravertinen (nahe Gründelsloch), dem Travertinlager V, verknüpft. Auf der Niederterrasse bildeten sich holozäne Travertinlager (VI).

Travertinfolge Bilzingsleben I

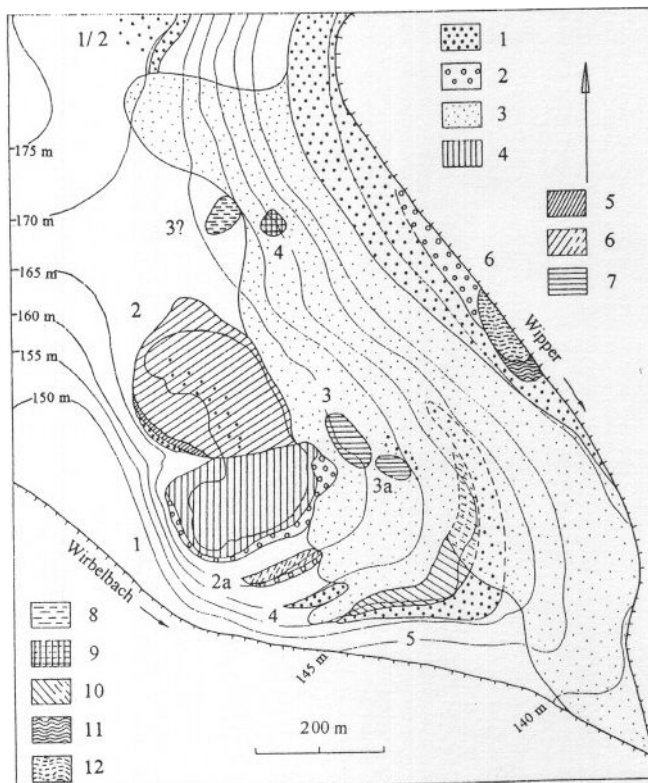
Diese ist offensichtlich mit der Holsteinwarmzeit s.str. identisch, denn Bilzingsleben II entspricht nach seiner Pollensukzession nicht dem Holstein s.str. (ERD 1997) und Bilzingsleben III entspricht mehr oder weniger der Dömnitzwarmzeit. Es handelt sich um eine Folge aus dem Optimum der Warmzeit. Das gilt auch für die Flussablagerungen (sandige Schotter 0,5 - 1 m mächtig), aus denen die Folge hervorgeht (Abb. 11). Diese Verhältnisse hat MEYRICK (2002: 155) falsch dargestellt. Die Flussablagerungen sowie auf ihnen lagernde Sande



- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Flussschotter | 2 Solifluktions-/Hangschutt |
| 3 Löss | 4 sandige Kiese |
| 5 fluviatile Sande | 6 Ablagerungen des aktuellen Flusses |
| 7 limnisch-telmatische Ablagerungen | 8 Beckenschluffe, Seekalke |
| 9 Strukturtravertine | 10 Auelehm |
| 11 humoser Hangschutt | 12 Böden |
| 13 Froststrukturen | |

1 und 2 = frühglaziale Phase: Erosion, Schutt-Transport, Schotterakkumulation
 3 = hochglaziale Phase: Stagnation von Erosion und Schotterakkumulation, Permafrost, Lössverwehung
 4, 7 und 8 = spätglaziale Phase: erneut Erosion, Schottertransport, erste Beckenablagerungen
 4-6, 7-12 = warmzeitliche Phase: Stagnation der Erosion, sandig-kiesige Flußablagerungen, Travertine, organogene Beckenablagerungen, Verwitterung, Böden

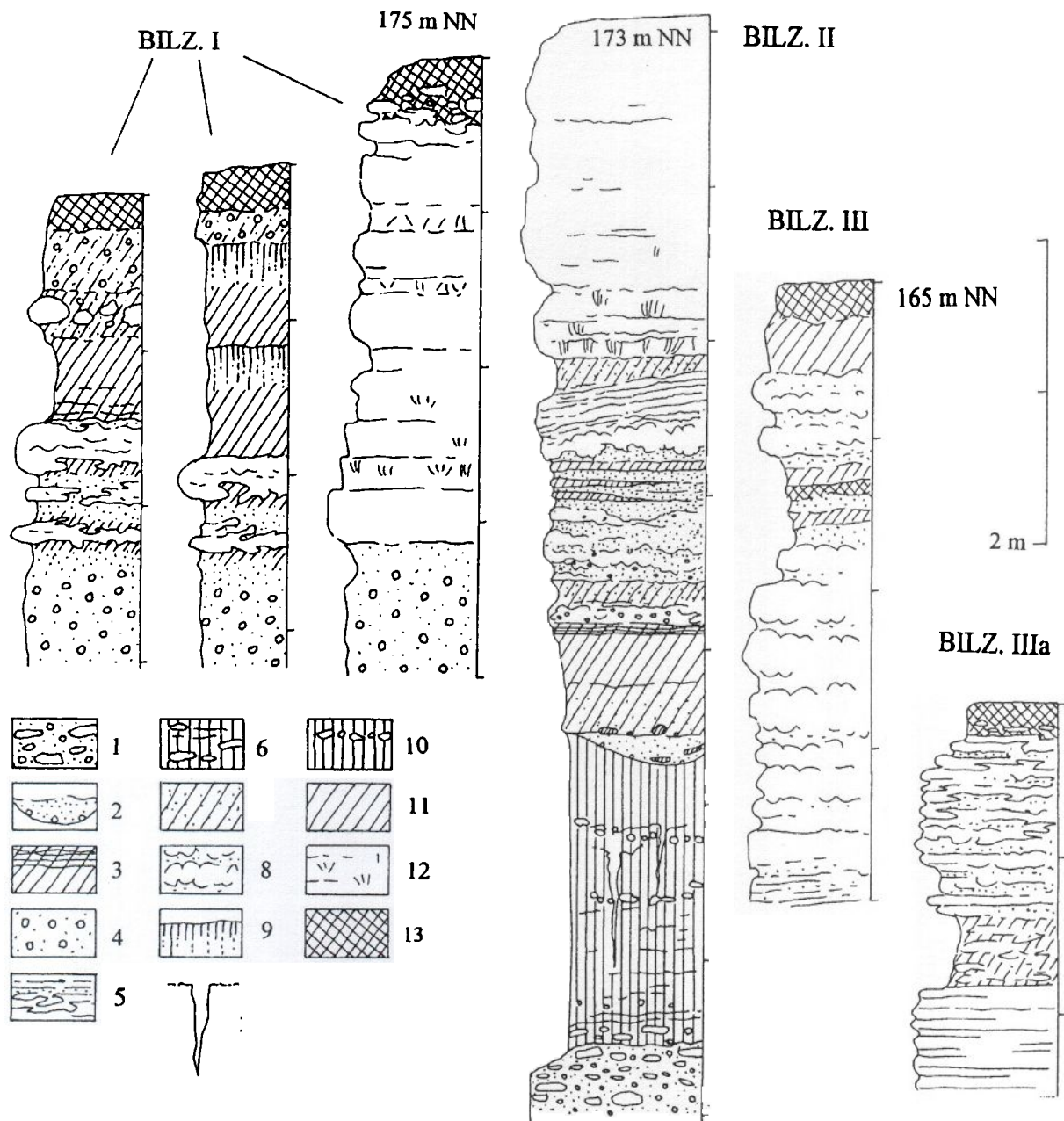
Abb. 9: Aufbau einer Terrassen-Travertinfolge.



- | |
|--|
| 1 kaltzeitliche Flussschotter |
| 2 warmzeitliche Flussablagerungen |
| 3 Löss |
| 4 Travertin Folge I |
| 5 Löss der Folge II |
| 6 Travertin und Travertinsand der Folge II |
| 7 Travertin der Folge III |
| 8 Travertin wahrscheinlich Folge III |
| 9 Travertin Folge IV |
| 10 Travertinsande und Auelehm der Folge V |
| 11 und 12 Travertine der Folge VI |

1 bis 6 auf der Karte: Terrassen-Travertinfolgen

Abb. 10: Verbreitung der Terrassen-Travertinfolgen im Bereich der Steinrinne bei Bilzingsleben.



- | | |
|---|---|
| 1 kaltzeitliche Schotter | 2 Bachrinnen mit Travertinsand |
| 3 reiner Seekalk (<i>Chara</i> -Kalk) | 4 warmzeitliche sandige Schotter |
| 5 Travertinbänkchen | 6 Fließerde, Fließlöss |
| 7 sandiger Seekalk | 8 mürbe Strukturtravertine (Moos-, Stengel-, Blättertravertine) |
| 9 Rendzina, Braunerde | 10 Löss mit Kalkausscheidungen |
| 11 Seekalk (<i>Chara</i> -Kalk), Kalkschluff | 12 fester Strukturtravertin mit Pflanzenstrukturen |
| 13 humose Zonen | 14 Froststrukturen |

Abb. 11: Aufbau der Travertine des Holsteinkomplexes von Bilzingsleben.

und Kalkschluffe enthalten in großen Mengen als Leitart die Flussschnecke *Theodoxus serratilineiformis* (Abb. 12). Es folgen einige Travertinbänkchen in Wechsellagerung mit Kalkschluffen und eine Bank aus grottigen Strukturtravertinen (0,3 m mit Moos-, Gräser-, Blätterstrukturen). Darüber ist ein etwa 1 m mächtiger Beckenschluff abgelagert, der eine Bodenbildung (Rendzina, Braunerde) trägt. Dann folgen wieder Schotter, aber in sandig-lehmiger Matrix mit der *Theodoxus*-Fauna (0,5 m), darauf Fließerden und der holozäne Boden. Hier wurde eine Randfazies des Travertinvorkommens im Talbereich erfasst. Zum ehemaligen Talhang hin geht diese in eine etwa 2 - 3 m mächtige dichte, feste Travertinplatte über, die den *Theodoxus*-Schottern direkt aufliegt.

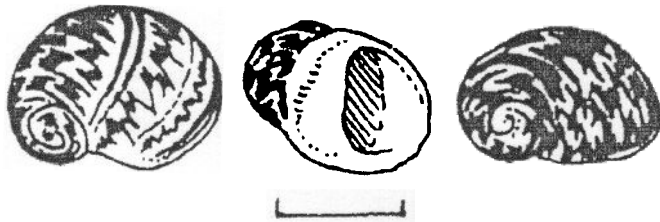


Abb. 12:
Schalen der Flussschnecke
Theodoxus serratilineiformis.
Maßstab 1 cm.

Travertinfolge Bilzingsleben II

Sie ist im gesamten Bereich ihres Vorkommens einheitlich aufgebaut und stammt ausschließlich aus dem Optimum der Warmzeit. Nur im östlichen Teil überwiegen Rieselfeldtravertine, die auf einen kaskadenartigen Ablauf zur damaligen Wipper deuten. Das Vorkommen befindet sich also in einem flachen Travertinbecken zwischen der Karstquelle im Westen und der Kaskade im Osten (Abb. 13). Dieses war etwa 200 x 300 m groß und befand sich in einer Ausbuchtung des mittelpleistozänen Talhanges aus Tonsteinen des Unteren Keupers. Wir vermuten eine aufsteigende Karstquelle und westlich dahinter Quellnischen am Rand der damaligen Hochfläche, wahrscheinlich morphologische Vorläuferstrukturen des heutigen Wirbelbachtals südwestlich der Steinrinne.

Die Travertinfolge wird gegliedert in:

Zone 1

Mit einem etwa 0,5 - 0,8 m mächtigen Seekalk, der diskordant auf der durch einen Pseudogley verwitterten Lössoberfläche liegt, beginnt die Folge. Im westlichen Teil verzahnt sich der Seekalk mit Travertinsanden, die hier vom Quellbach schwemmfächerartig in das Becken eingetragen wurden. Lössoberfläche und Schwemmfächer bilden den altpaläolithischen Siedlungshorizont.

Zone 2

Über den Seekalken folgt ein bis 2 m mächtiger Horizont, der vorwiegend aus lockeren Strukturtravertinen besteht. Es handelt sich um Moostravertine mit Jahresschichtung, Horizonte mit Schilf- und Riedgrasstrukturen, seltener Blätter- und Zweigabdrücken. Stellenweise sind in breiten Rinnen sandig-kiesige Travertine eingeschwemmt. Zur Beckenmitte hin treten noch einige dünne Seekalklinsen mit Humuszonen auf. Vorwiegend Riedgras- und Röhrichtsumpf.

Zone 3

Sie besteht aus der 3 - 4 m mächtigen Travertinplatte. Es überwiegen Moos- und *Chara*-Travertine, weiter Blättertravertine, Rieselfeldtravertine, linsenartige Vorkommen verfestigter Seekalke. Sehr unterschiedliche, ständig wechselnde Sedimentationsräume, wie kleine Kaskaden und Becken, Tümpel, Teiche, Fließgewässer, Rieselfelder, Moosrasen, *Carex*-Sümpfe, Gebüsch- und Baumbestände.

Im östlichen Teil der Steinrinne treten im 27 m-Niveau sandige Flussschotter mit Schwemmtravertinen auf, die die gleiche Molluskenfauna wie der Travertin II enthalten, zusätzlich die charakteristische Flussmuschel *Corbicula fluminalis* (Abb. 14). Es handelt sich offenbar um die fluviatile Fazies der Travertinfolge II. Wir vergleichen die Abfolge mit dem Verlandungsprozess im eutrophen Flachwasserbereich:

Zone 1 – Seephase

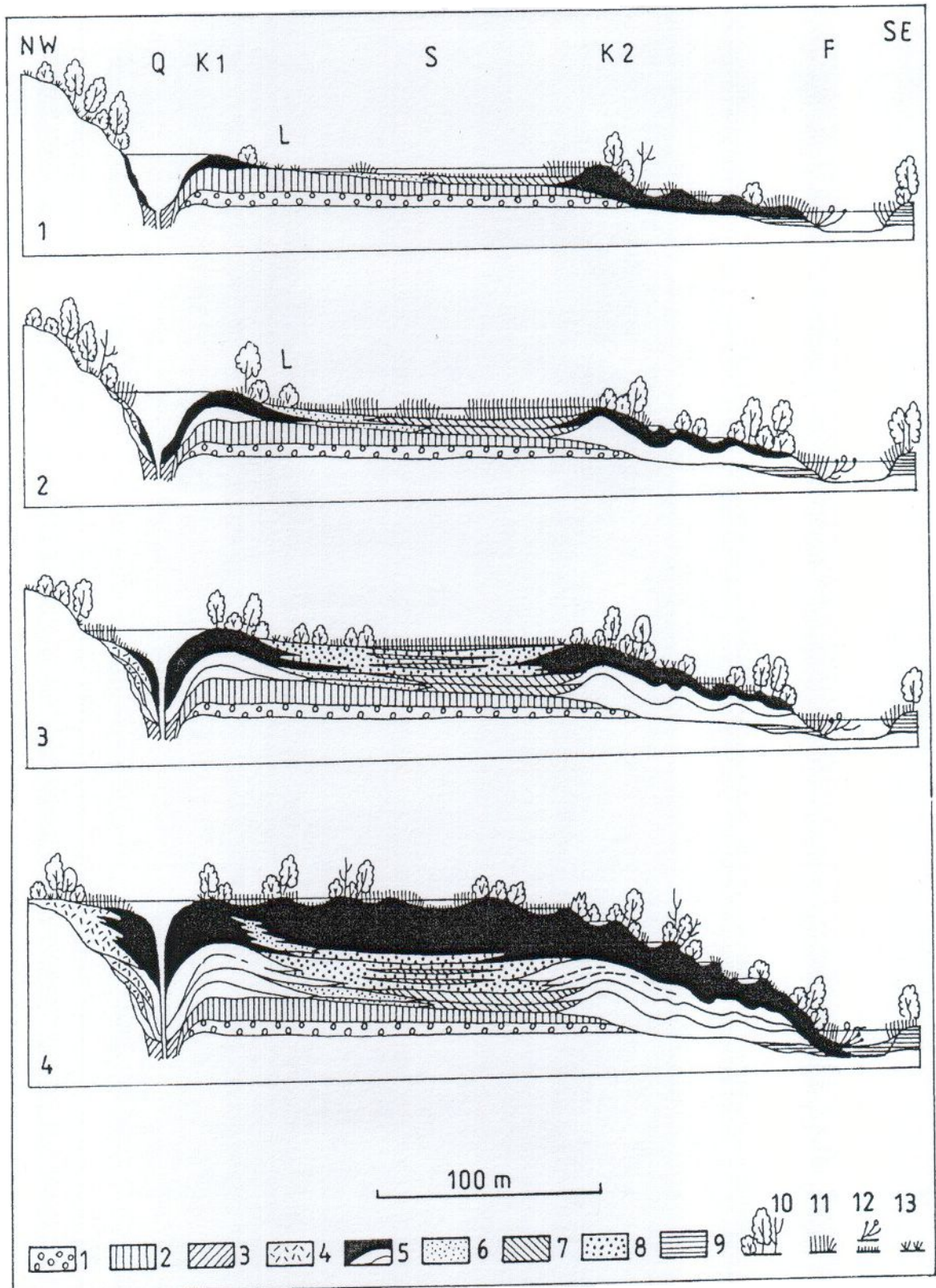
Zone 2 – Verlandungsphase mit Moos- und Schilftravertin als Äquivalent zum Flachmoortorf

Zone 3 – Travertinplatte als Äquivalent zum Hochmoortorf.

Die Travertinfolge ist durch Alterungserscheinungen stark überprägt (Abb. 15). Klüfte und Spalten, an sie gebundene Verwerfungen und Bruchstrukturen verlaufen vorwiegend herzynisch und verlaufen somit in gleicher Richtung wie die Kindelbrücker Störungzone.

Travertinfolge Bilzingsleben III

Aus der jüngsten Warmzeit des Holsteinkomplexes stammt die Travertinfolge III (Abb. 10 und 11). Sie beginnt mit etwa 2 m mächtigen splittrigen, geschichteten Strukturtravertinen (IIIa). Diese enthalten eine spätglaziale Molluskenfauna sowie Strukturen von Moosen, Gräsern und Weidengebüsch. Die Travertine streichen in den schwach ansteigenden Hang und bilden die Unterlage von etwa 4 m mächtigen warmzeitlichen Travertinen (III), die hier in Schürfen erfasst wurden. Diese Folge besteht im Wesentlichen aus mürben, undeutlich geschichteten, weißlich gelben Strukturtravertinen mit Moos-, Stengel-, *Chara*- und Blätterstrukturen. Im oberen Teil werden sie sandiger und sind mit Mergel- und Humuszonen durchsetzt. Auch diese Folge gehört im Wesentlichen in das Optimum der betreffenden Warmzeit.



- | | | |
|-------------------------|---|---|
| 1 Flussschotter | 2 Lössfolge | 3 Füllmaterial des Schlotes der Karstquelle |
| 4 Schuttbildungen | 5 Travertin | 6 Travertinsand |
| 7 Seekalk | 8 Lockertravertine mit Moos-, Gras- und Schilfstrukturen | |
| 9 Flussschlick | 10 Baumbestand (<i>Fraxino-Aceretum</i> , <i>Alnetum</i> , Grauweidengebüsche) | |
| 11 Schilf, Röhricht | 12 Schwimmblattgewächse, <i>Chara</i> -Rasen | |
| 13 <i>Carex</i> -Rasen. | Q Quelle | K1, K2 Kaskaden |
| | F Fluss | L paläolithischer Lagerplatz |

Abb. 13: Entwicklung der Travertinfolge Bilzingsleben II. Sedimentationsablauf in Phasen 1 bis 4.

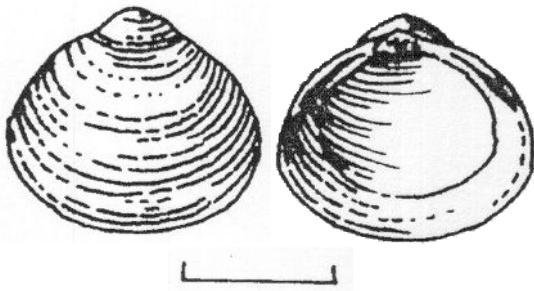
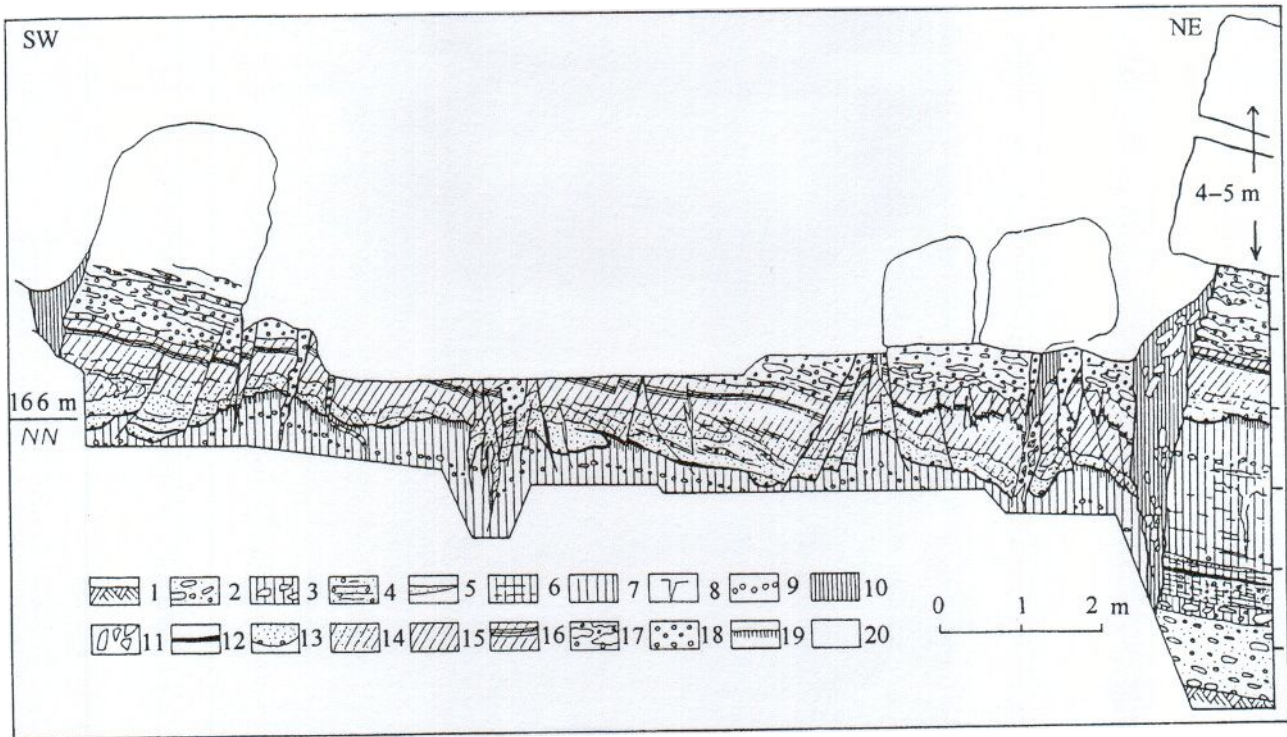


Abb. 14:
Klappen der Muschel *Corbicula fluminalis*.
Maßstab 1 cm.



- | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|
| 1 Tonsteine des Unteren Keupers | 2 kaltzeitliche Flussschotter | |
| 3, 4 Fließerde | 5 Feinsand im Löss | |
| 6 Fließlöss | 7 älterer Löss | 8 Froststrukturen |
| 9 Kalkausscheidungen (in Verbindung mit Pseudogley auf dem Löss) | | |
| 10 jüngerer Löss | 11 Frostschutt in den Spalten | |
| 12 Humuszone im älteren Löss bzw. organogene Lagen an der Basis der Travertinfolge | | |
| 13 Bachrinnen mit Travertinsand, Schwemmfächer | 14 sandiger Seekalk | |
| 15 Seekalk, Kalkschluff | 16 reiner organogener Seekalk | |
| 17 mürbe Strukturtravertine | 18 kiesiger Lockertravertin | |
| 19 Pseudogley | 20 Banktravertin | |

Abb. 15: Schnitt durch die Folge Bilzingsleben II.

Zunächst bestand Unsicherheit in der stratigraphischen Einordnung der drei Terrassen-Travertinfolgen, da das gesamte Travertingebiet der Steinrinne durch lokale Verstellungen und auch Absenkungen mit Beträgen von mehreren Metern beeinträchtigt ist. Doch zeichnet sich durchaus die Differenzierung der drei verschiedenen Talböden nach ihrer Höhenlage über der heutigen Aue ab. Der Aufbau der drei Travertinfolgen ist voneinander verschieden. Die Molluskenfaunen sind in ihrer Zusammensetzung und im Auftreten bestimmter Arten jeweils so charakteristisch, dass sie eine Gleichsetzung der drei Travertinfolgen verbieten. So ist die Folge I durch millionenfaches Massenaufreten der Flussschnecke *Theodoxus serratilineiformis* gekennzeichnet. In den entsprechenden Schichten der Folge II tritt diese Schnecke äußerst selten und wahrscheinlich im umgelagerten Zustand auf. Das ist nicht zu verstehen, wenn diese dicht benachbarten Ablagerungen gleichzeitig sein sollten. Bilzingsleben III enthält nicht die kleine Quellschnecke *Belgrandia germanica*, die in den Travertinen I und II ebenfalls massenhaft vorkommt. Auch fehlen diesem Travertin im Optimum die Leitarten *Helcigona banatica* und *Acicula diluviana* im

Gegensatz zu I und II. Als seit 1992 unsere Untersuchungen des Mittel- und Jungquartärs in der südwestlichen Randsenke des Helmstedter Sattels die gleiche stratigraphische Gliederung erkennen ließen, gab es einen weiteren Hinweis für die prinzipiell richtig erkannte Gliederung der Terrassen-Travertinfolgen des Wippertals.

Neumark-Süd

Die Travertine von Neumark-Süd sind mit organogenen Ablagerungen verknüpft und in eine jüngere fluviatile Folge der Körbisdorfer Schotter eingeschlossen (MANIA & MAI 1969). Letzte Beobachtungen im Geiseltal haben ergeben, dass die Körbisdorfer Schotter in zwei, sehr wahrscheinlich sogar drei fluviatile Warmzeit-Kaltzeit-Zyklen – ähnlich wie im Senkungsgebiet von Schöningen/Helmstedter Sattel – gegliedert waren, die der Gliederung des Holsteinkomplexes von Bilzingsleben entsprechen. Sie beginnen, wie es offenbar für Senkungsgebiete typisch ist, auf einer Denudationsfläche mit spätglazialen sandigen Schottern, aus denen die warmzeitlichen Flussablagerungen und Altwasserbildungen hervorgehen. Der obere Teil darüber besteht wieder aus sandigen Schottern, die über Beckenschluff- und Torfeinlagerungen von frühglazialen Interstadialen zur Schotterdecke überleiten. Darauf liegt hochglazialer Löss und zuletzt die glaziale Serie der Saalevereisung. Die ältere Folge von Neumark-Süd enthält die *Corbicula*-Fauna. Der warmzeitliche Teil der jüngeren Folge wird der Dömnitz-Warmzeit zugewiesen. Während ihres Klimaoptimums wurde in fossilreichen Kiessanden ein bis 0,5 m mächtiger, mit Kalkmergel durchsetzter „Bachtravertin“ abgelagert, ein Travertinsand, der aus autochthon im fließenden Wasser ausgeschiedenen, sand- bis kieskorngroßen Travertinaggregaten besteht. Darüber folgte ein sandiger, mit Travertinkörnern durchsetzter Schwemmtorf, der vorwiegend aus zusammengeschwemmten Ast-, Zweig-, Stamm- und Rindenstücken sowie sehr gut erhaltenen Früchten und Samen bestand (Abb. 16).

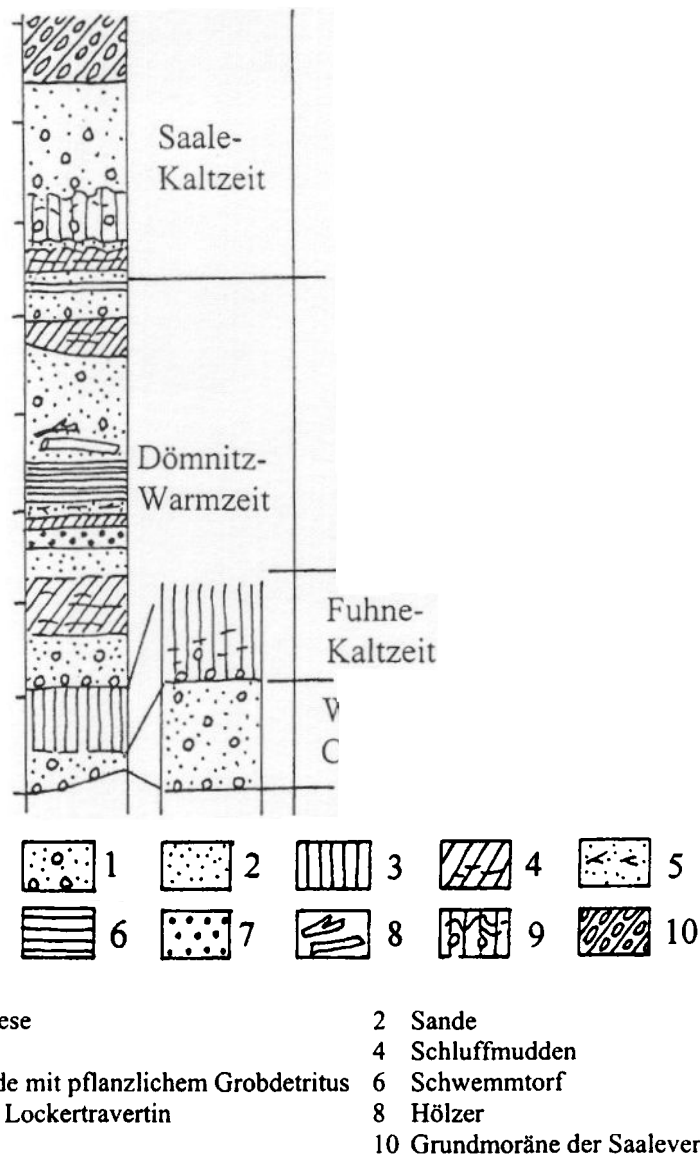


Abb. 16: Abfolge der Körbisdorfer Schotter im Tagebau Neumark-Süd, Geiseltal.

Schöningen II (Reinsdorf-Warmzeit)

Wie bei Neumark-Süd wurden hier während des Optimums der Warmzeit 0,5 m mächtige mergelige autochthone Travertinsande und darüber mit Travertinkörnern durchsetzte Grobdetritusmudden abgelagert. Sie sind in eine etwa 2 - 3 m mächtige organogene Folge (Folge 1) eingebettet. Ihr folgen drei weitere limnisch-telmatische Folgen (2 bis 4), die dem Spätinterglazial zugewiesen werden müssen. Dann treten zum ersten Male Froststrukturen auf und erst eine 5. Mude-Torf-Folge gehört somit in ein frühglaziales Interstadial (geologische Aufnahme D. MANIA).

Schwanebeck

1965 gelang es, kurz vor der Verfüllung der Steinbrüche durch das nahe Zementwerk, ein Profil der Travertinfolge aufzunehmen (MANIA 1984a). Über einer mehr als 7 m mächtigen Folge fester, dichter Strukturtravertine lagerte zunächst ein 1 m mächtiger Travertinsand, der von einer Humuszone (Rendzina) überprägt war, darauf eine Kalkmudde mit Travertinbrocken (etwa 1 m mächtig) und eine weitere Humuszone (Rendzina). Von dieser unteren Folge war durch einen 3 m mächtigen lehmigen Hang-/Solifluktionsschutthorizont eine etwa noch bis 1,5 m mächtige obere weiße, feste Strukturtravertinbank abgesetzt.

Seebach

Ein sandiger Schotter wird durch seine Molluskenfaunen, speziell die *Corbicula*-Fauna als warmklimatischer Teil einer älteren mittelpleistozänen Unstruterrasse ausgewiesen. Darauf lagert eine etwa bis 1 m mächtige Decke aus fossilreichen Schwemmtravertinen (MANIA 1973).

5.6 Mittelpleistozäne Travertine aus dem Saalekomplex

Die Travertinfolge von Ehringsdorf wurde früher in die Eemwarmzeit eingestuft, doch verschiedene geologische und paläontologische Indizien beweisen ein höheres Alter, das von den Datierungsverfahren bestätigt wird. Die Travertinfolge (WAGENBRETH & STEINER 1974) wird bis über 20 m mächtig und ist vorwiegend an einem flachen Hang unterhalb der Karstquellen in Rieselfeldern abgelagert worden (Abb. 17). In Nähe der pleistozänen Aue gehen sie in Ablagerungen von Tümpeln und Teichen über. Die Folge ist in einen Unteren und Oberen Travertin gegliedert. Beide werden durch einen Zwischenhorizont, den sog. Pariser (STEINER 1974a), getrennt. Die Travertine sind überwiegend fest und bankig ausgebildet und werden von Moos-, *Chara*- und Schilfstrukturen durchsetzt. Vor allem die Moostravertine zeigen jahreszeitliche Schichtungen. Zusätzlich kamen Horizonte mit Strukturen von Blättern, Astwerk und auch Stämmen, teilweise noch senkrecht stehend, vor. Blättertravertine sind vor allem im Oberen Travertin häufig.

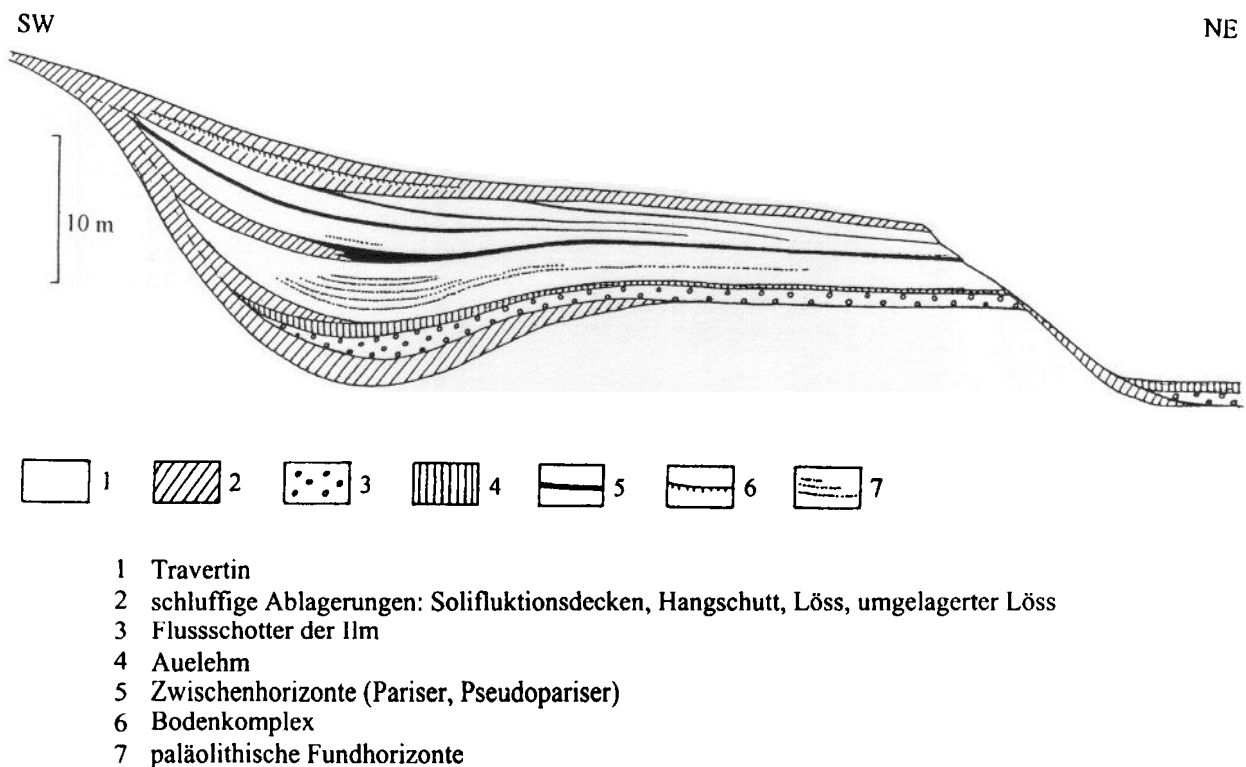


Abb. 17: Idealisierter Schnitt durch die Travertinlagerstätte von Ehringsdorf (nach STEINER 1979).

Die Unterlage der Ehringsdorfer Travertine besteht im Tal aus kalkklimatischen Schottern der Ilm und einem darauf ausgebildeten, bereits warmzeitlichen Auelehm (Abb. 18). Hangwärts setzen Hang- und Solifluktionsschutte ein. Der Zwischenhorizont ist 0,5 - 2 m mächtig und besteht aus Hangablagerungen, vorwiegend schluffigen Sedimenten, wie umgelagertem Löss sowie Schutt in Form von Geröllen. Unter dem Einfluss der Quellwässer ist dieser Horizont an vielen Stellen durch Kalkausscheidung und Bildung von Travertinen überprägt, die mit Schluff durchsetzt sind. Die Geröllhorizonte sind teilweise konglomeratartig verkittet. Der Obere Travertin wird von drei geringmächtigen schluffigen Hanglehmschichten durchzogen, den sogenannten Pseudoparisern (STEINER 1974b).

Unterbrechungen der Travertinbildung und der Quellschüttung und Wasserführung zeigen markante humose Böden an. Ein Boden, eine Rendzina, liegt auf der verkarsteten Oberfläche des Unteren Travertins, ein zweiter, eine Braunerde, die aus einem schwarzerdeartigen Boden hervorgeht, befindet sich auf dem Pariser. Zusätzlich ist auf jedem Pseudopariser ein humoser Boden ausgebildet.

Die Travertine und ein Teil des unterlagernden Auelehms sind Bildungen optimaler Klimaphasen von Warmzeiten. Die Zwischenhorizonte deuten kühle, kontinentale Phasen an. Hier soll noch einmal betont werden, dass der Pariser-Zwischenhorizont kein Beweis für eine Kaltzeit ist, die die beiden Travertine trennt.

Auch die Oberfläche des Oberen Travertins ist verkarstet. Auf ihr befinden sich die mehrere Meter mächtigen Deckschichten: Zunächst ein Solifluktionsschutt aus Löss und Grobschutt mit Froststrukturen, darauf ein Verwitterungshorizont, der vorwiegend durch Kryoturbationen gestört ist. Darüber liegt der Jüngere Löss mit dem holozänen Boden. Der Verwitterungshorizont zeigte in den letzten Jahren die Merkmale einer Parabraunerde, auf der eine schwarzerdeartige Humuszone lag (Felduntersuchungen D. MANIA und M. ALTERMANN). Hier handelt es sich offenbar um den jungpleistozänen Naumburger Bodenkomplex. Er wurde bereits bei der Forschungsgrabung 1956 bis 1958 beobachtet, von FREISING richtig als Boden des Riß-Würm-Interglazials erkannt, aber in dieser Deutung nicht ernst genommen (BEHM-BLANCKE 1960: 57-68). Diese Bodensedimente treten zusätzlich im umgelagerten Zustand in Karsthohlräumen des Oberen Travertins auf.

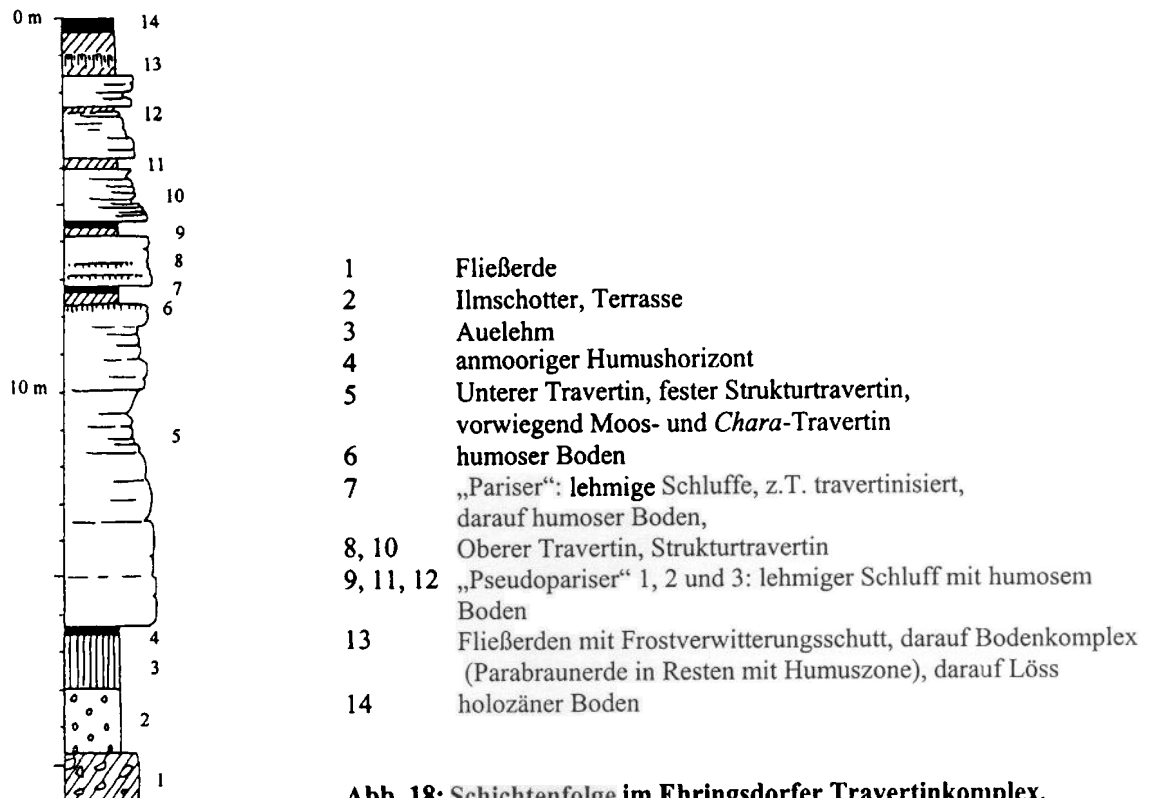


Abb. 18: Schichtenfolge im Ehringsdorfer Travertinkomplex.

Im mittleren Bereich der Steinbrüche wurde ein weiterer Hinweis für die stratigraphische Stellung der Ehringsdorfer Travertine beobachtet: Durch subrosive Absenkung hatte sich der Untere Travertin mit dem Pariser-Horizont von der starren Unterfläche des Oberen Travertins gelöst. So entstand eine mehr als 3 m breite und auf mehr als 10 m Länge durch die Aufschlusswand angeschnittene, horizontale Fuge (Abb. 19). Ihre lichte Höhe schwankte zwischen 5 - 30 cm. Diese Fuge stand mit den hangenden Schichten durch Klüfte und Karstspalten in Verbindung (MANIA 1993, MANIA et al. 1995). Zunächst erodierte zirkulierende Sickerwässer den „Pariser“ Boden und lagerten statt dessen ein etwa 5 cm mächtiges tiefschwarzes Humuskolluvium ab. Dieses trocknete aus und Trockenrisse bildeten sich. Nun wanderte ein dunkelbraunes lehmiges Bodensediment durch die Spalten auf die Fuge ein. Es enthält zahlreiche Kleinvertebratenreste und Molluskenschalen. Nur diese stellen den Kalkgehalt des Sediments dar, das

sonst kalkfrei ist. Sein sekundärer Charakter wird dadurch bewiesen, dass seine Oberfläche im Kontakt mit dem Oberen Travertin nicht aufgekalzt ist. Der autochthone Boden, der außerhalb der Fuge erhalten ist und auf dem Pariser liegt, ist aber sekundär aufgekalzt (zur bodenkundlichen Analyse ALTERMANN 1995a). Das war eine Folge der Ablagerung der Basisschichten des Oberen Travertins. Die Fugenfüllung geht auf ein warmklimatisches Bodensediment zurück und stammt offenbar aus dem Boden der Deckschichten. Die Fauna, die es enthält, ist ebenfalls hochwarmzeitlich. Bezüglich der Molluskenfauna kommen Arten vor, die nicht im Ehringsdorfer Travertin nachgewiesen wurden, aber für die eemzeitlichen Travertine typisch sind (MANIA 1993).

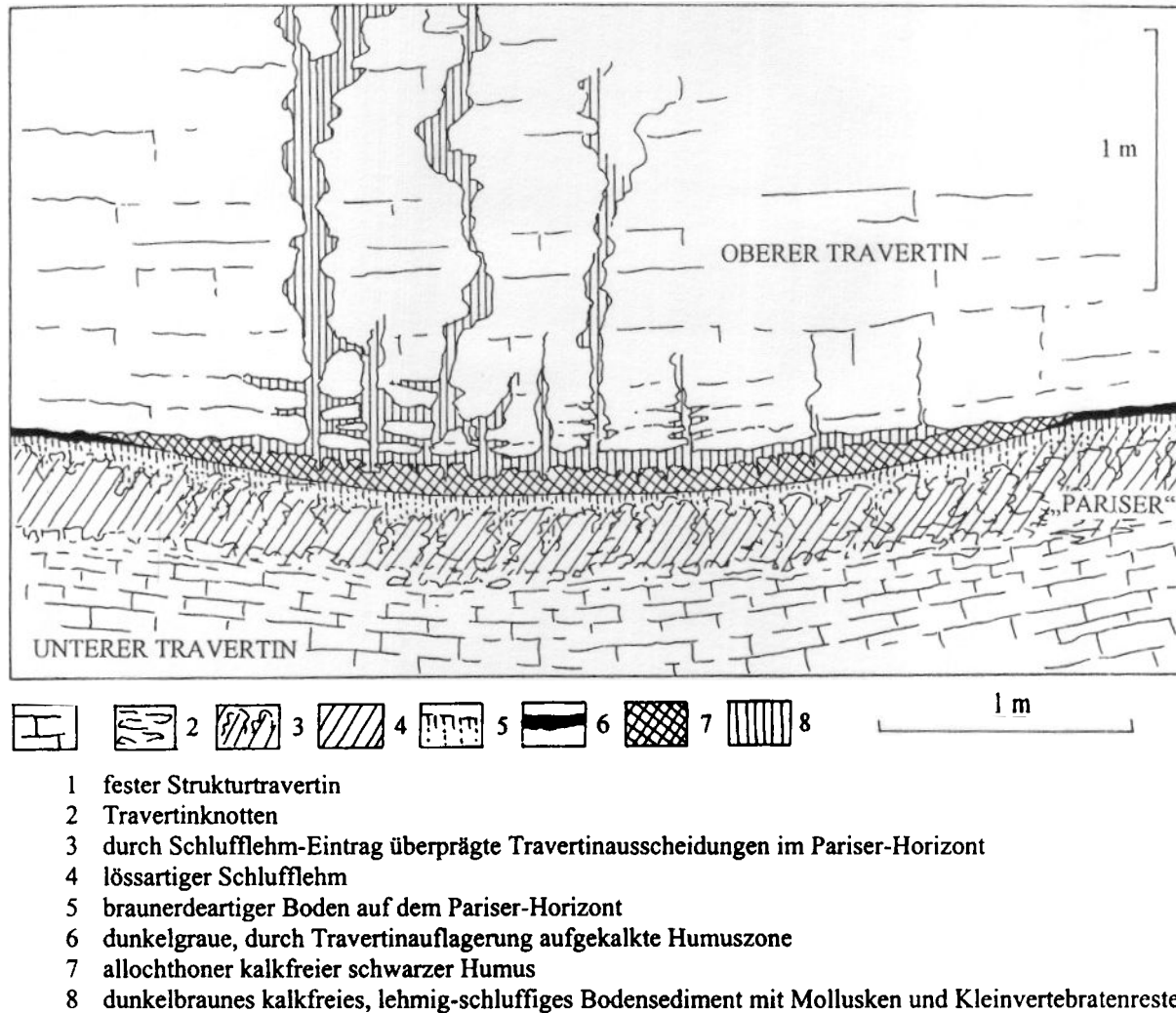


Abb. 19: Ehringsdorf. Profilausschnitt mit Karsterscheinungen im Oberen Travertin und Horizontalfuge zwischen Oberem Travertin und Pariser-Horizont.

5.7 Travertine der Eemwarmzeit

Der Travertinkomplex von Burgtonna war in den letzten Jahrzehnten die am besten aufgeschlossene eemzeitliche Travertinlagerstätte. Insofern konnte sie auch von uns am besten untersucht werden. Der Komplex erstreckt sich im Tonnatal auf eine Länge von mehr als 2,5 km. Die größten Mächtigkeiten wurden mit >25 m im Südteil der Lagerstätte erreicht. Die Travertine lagern auf den Schottern der unteren Mittelterrasse (Saalekomplex), im Hangbereich auf Hangschutten und Hangeckriech und in den obersten Teilen auch auf dem elsterzeitlichen Geschiebemergel.

Die Folge beginnt mit tonig-kiesigen Mergeln, die bereits eine warmzeitliche Waldmolluskenfauna enthalten (Abb. 20). Im Talbereich liegen darauf in der Regel 1 m bis mehrere Meter mächtige autochthone *Chara*-Sande. Aus diesen entwickelt sich die mittlere Folge, die im mittleren und südlichen Teil der Lagerstätte aus grottigen, mürben bis festen Strukturtravertinen besteht, in die Lagen und Linsen von Travertinsanden, gelegentlich humosen Travertinsanden, eingelagert sind. Es handelt sich meist um Moos- und Blättertravertine, untergeordnet *Chara*-Travertine, aber auch andere, durch Braunalgen erzeugte Algentravertine. Z.B. fielen immer wieder die versinternten Algenbärte aus dem Kaskadenbereich auf. Bis 4 m hohe Abdrücke von senkrecht stehenden Bäumen verweisen auf

die Sedimentationsgeschwindigkeit (auch STEINER 1970). In der hangenden oberen Folge überwiegen mehr und mehr Schilf- und Gräsertravertine neben *Chara*-Travertinen und mergeligen Lockertravertinen. Die mittlere Folge wurde auf Grund ihrer Faunen- und Florenreste in der Zeit des klimatischen Optimums der Eemwarmzeit gebildet (mittlere Wärmezeit), die untere Folge mit Mergeln, *Chara*-Sanden und unteren Teilen der Strukturtravertine in der frühen Wärmezeit sowie die obere Folge in der Nachwärmezeit. Eine spezielle feinstratigraphische Gliederung dieser ganzen Folge lässt die Molluskenfauna mit ganz individuellen Assoziationen zu (siehe dort: Horizonte Burgtonna 1 bis 8). Immerhin ist die *Helicigona banatica*-Fauna mit dem Klimaoptimum identisch (Abb. 20, H).

Auch im nördlichen Teil der Lagerstätte (derzeitiges Nordfeld des industriellen Abbaues) kommt diese Gliederung vor. Nur dominieren hier Travertine in Talfazies, also *Chara*-Travertine, Seekalke, mergelige Lockertravertine. Die Strukturtravertine der mittleren Folge sind hier meist zu über 5 m mächtigen kompakten Bänken mit Schilf- und *Chara*-Strukturen, selten Blätterstrukturen verfestigt. In diesen überwiegen der Talfazies entsprechend Weidenblätter. Im südlichen Bereich sind es statt dessen Blätter von zahlreichen Arten des Eichenmischwaldes. Der *Helicigona banatica*-Horizont befindet sich in der Talfazies ziemlich hoch im Profil, etwa im oberen Drittel der Mächtigkeit in mergelig-humosen Lockertravertinen. Darüber liegt die obere Folge. Diese besteht vorwiegend aus mergelig-knottigen Travertinen, auch Travertinsanden und Schwemmgravertinen, seltener Strukturtravertinen.

Die obere Folge lässt zwei spätinterglaziale Klimaschwankungen erkennen. Die Folge wird zweimal von Denudationsflächen, umgelagerten Schwemmgravertinen und Bachschottern unterbrochen. Diese Erscheinungen gehören in kühle Phasen. Über ihnen sind schwarze humose Böden, autochthone Strukturtravertine und/oder *Chara*-Travertine ausgebildet. Sie verweisen auf die wärmeren Phasen.

Die Deckschichten des Travertinkomplexes bestehen in der Regel aus Fließlöss und Löss mit Froststrukturen (Eiskeilen) der Weichselkaltzeit. Gelegentlich (im Südteil) sind in die Fließerden lössige *Chara*-Sande eingelagert. Sie deuten auf Grund ihrer Molluskenfauna auf ein frühweichselzeitliches Interstadial hin. Im Südostteil wurde ein Karsthohlraum im Festtravertin angeschnitten, der mit einer 3 - 5 m mächtigen Deckschichtenfolge gefüllt war: zuunterst mit einem Schwarzerdekolluvium und einem autochthonen Boden, darauf ein lössartiger Schluff, nach Ostrakoden wohl ein Beckenschluff, darauf ein humoser Sumpflöss, schließlich wieder ein schwarzer humoser Boden. Darüber dann ein Eiskeilhorizont und der jüngere Löss. Bis zum Sumpflöss und dem Humushorizont liegt eine frühglaziale Folge vor. Im Nordfeld wurde auch eine frühweichselzeitliche Sedimentfolge beobachtet: Eine 5 m tief in den Travertin eingeschnittene Bachrinne enthielt zunächst grobe Bachschotter, die nach oben in humose Schwemmgravertine übergingen, darüber hinweg griff eine mächtige Schwarzerde. Über diese wiederum lagerten sich Fließerden, die außerhalb der Rinne die Schwarzerde weitgehend zerstört hatten.

Ebenfalls eemzeitlich sind die Travertinlagerstätten von Weimar/Parkhöhlen (KAHLKE et al. 1984, STEINER 1984, MANIA 1984b) und Taubach (KAHLKE et al. 1977). Mit Burgtonna haben sie gemein, dass sie auch im Allgemeinen mit autochthonen *Chara*-Sanden („Travertinsanden“) beginnen, im mittleren Teil in humosen Zonen die *Helicigona banatica*-Fauna enthalten sowie gelegentlich von Hangeinlagerungen unterbrochen werden (Parkhöhlen, STEINER 1984).

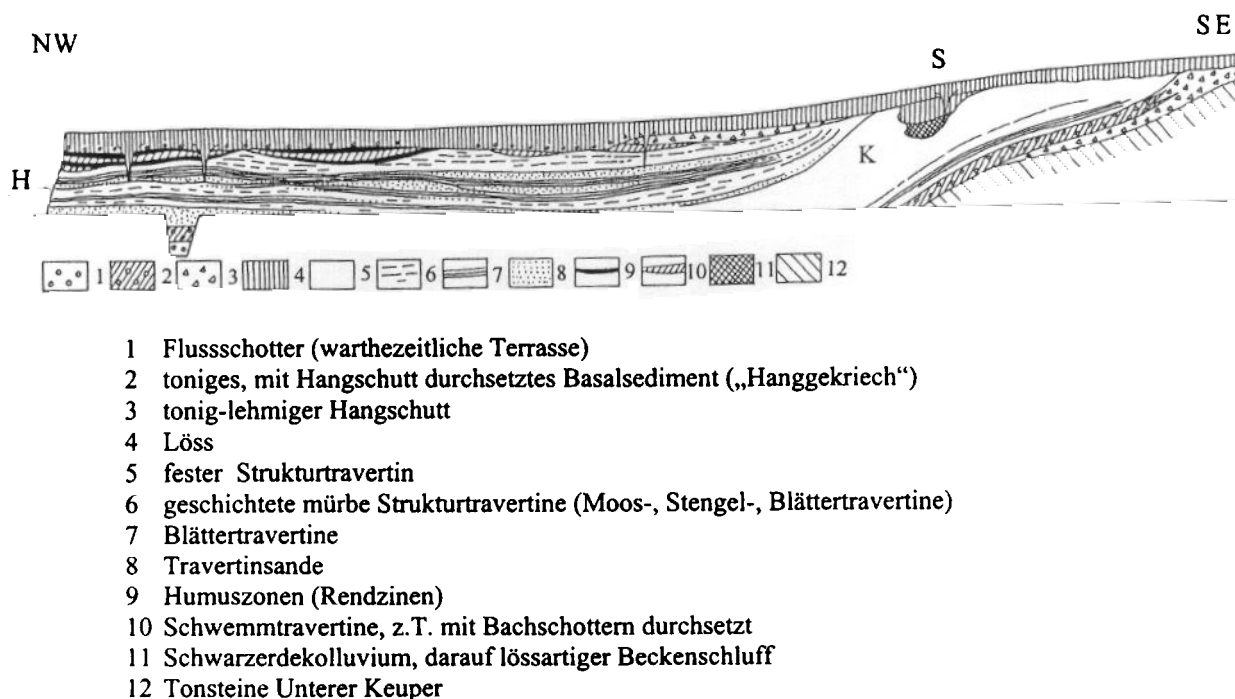


Abb. 20: Profilausschnitt des Travertinlagers von Burgtonna.

5.8 Holozäne Travertine

Einige Travertinfolgen des Holozäns reichen bis in das Spätglazial zurück (Abb. 21). Sie gehen meist – als Ausdruck der wieder eintretenden Vernässung der Täler – aus Quellmoortorfen hervor (Dienstadt bei Orlamünde, Plinz im Altenbergaer Grund, Pennickental bei Jena). Aber bereits unter den sommerwarmen Klimaverhältnissen der spätglazialen Interstadiale (Bölling im alten Sinne, Alleröd) begann auch schon die Travertinbildung selbst. So enthalten die Sedimentzyklen von Mücheln und Krumpa aus dem Geiseltal (MANIA & TOEPFER 1971, MANIA et al. 1993) oder dem Altenbergaer Grund (MANIA & STECHEMESSER 1969) bereits Travertinsande, im ersten Falle als autochthone *Chara*- und Gräsertravertine (Abb. 22), im zweiten als konkretionäre Travertinkörner. In basalen spätglazialen Sedimentfolgen vom Kohnstein bei Seega (Hangschuttserie) und vom Eskaborner Berg bei Tilkerode im Unterharz (Travertinfolge) waren es ebenfalls Travertinsande, die wir dem Allerödinterstadial zuordnen (MANIA & STECHEMESSER 1969). Die Basistorfe gehen gelegentlich in präboreale bis frühboreale organogene Ablagerungen über, wie z.B. im Altenbergaer Grund bei Kahla (Abb. 23).

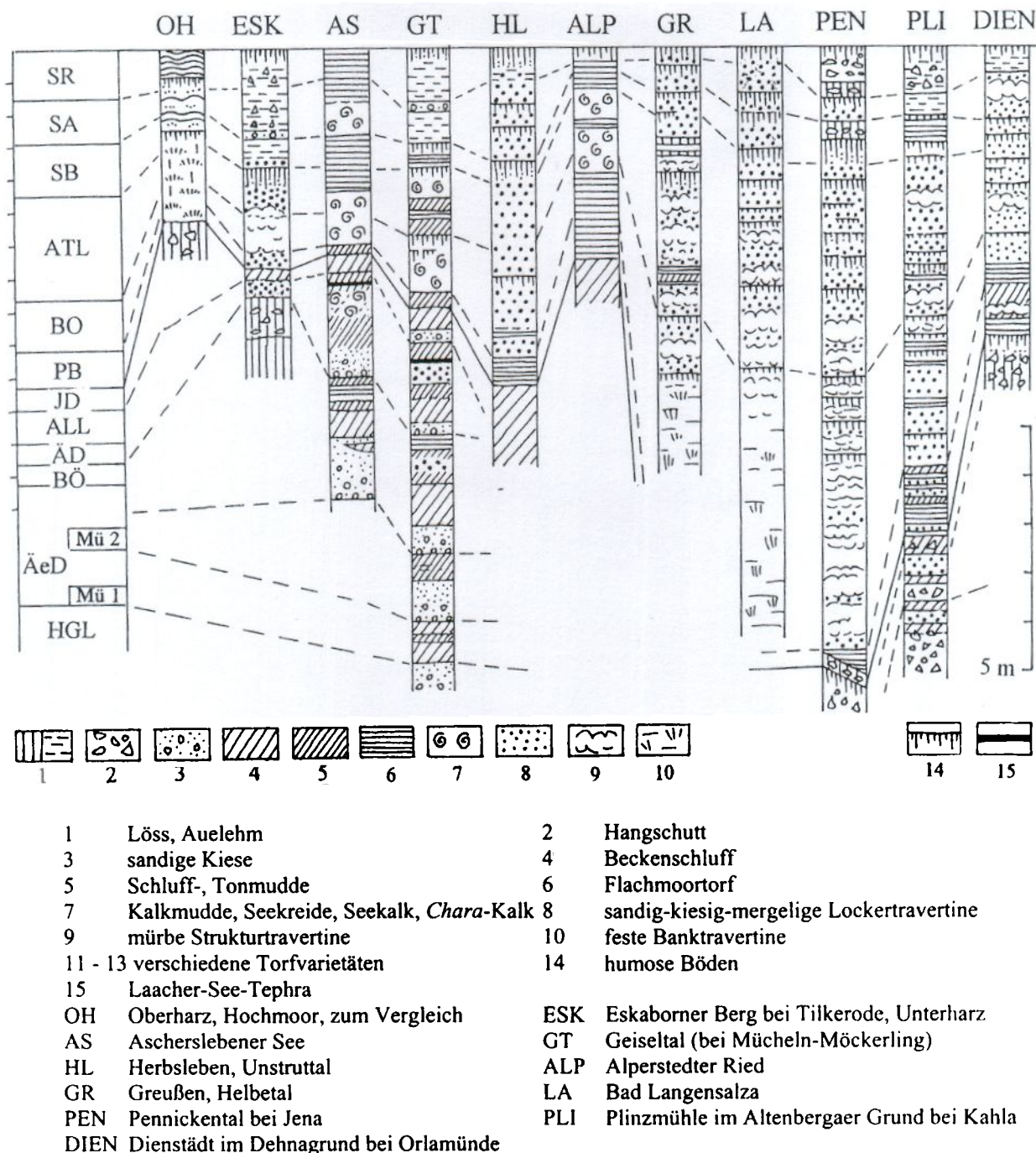
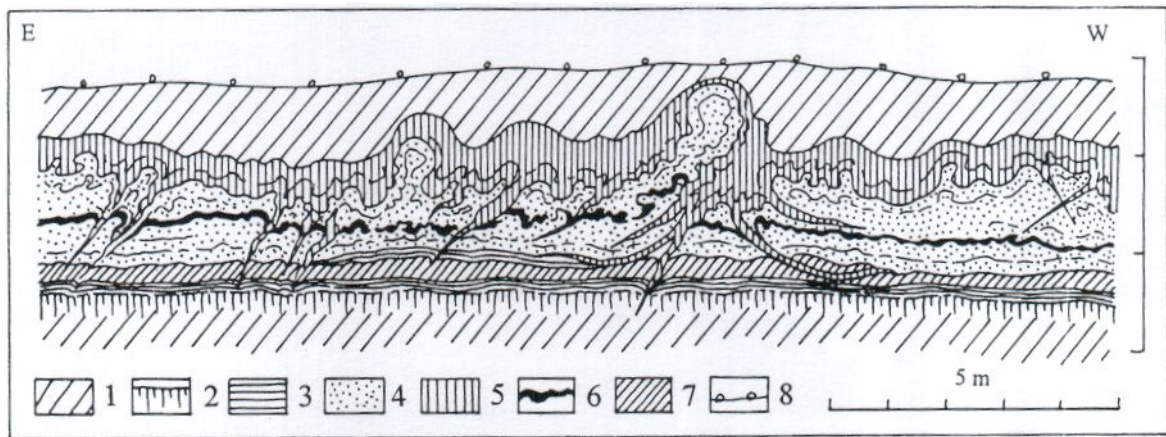
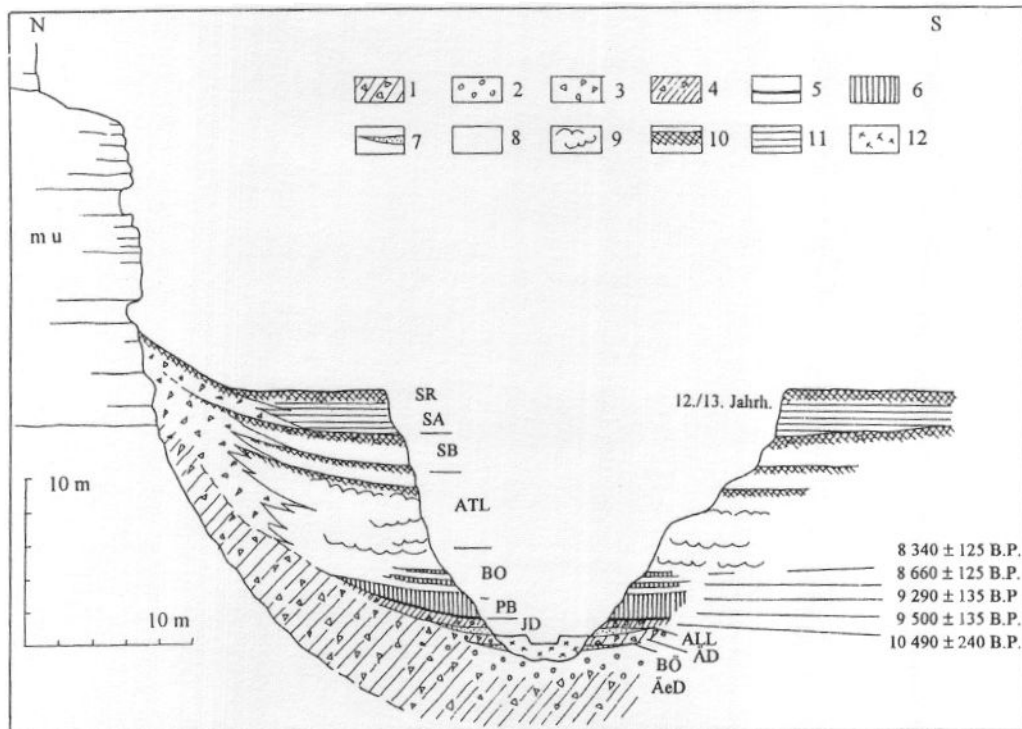


Abb. 21: Travertinfolgen aus dem Spätglazial und dem Holozän Thüringens und des Harzvorlandes.



1 Beckenschluff (Ältere und Jüngere Dryaszeit) 2 Anmoor
 3 Gras- und Moostorf 4 lockerer *Chara*-Travertin
 5 Schluffmudde 6 Laacher-See-Tephra
 7 tonige Charamudde mit Jahresschichtung 8 Denudationsfläche
 In der Jüngeren Dryaszeit entstanden Froststrukturböden mit Eiskeilen und Kryoturbationen.

Abb. 22: Krumpa im Geiseltal. Beispiel für einen spätglazialen *Chara*-Travertin.

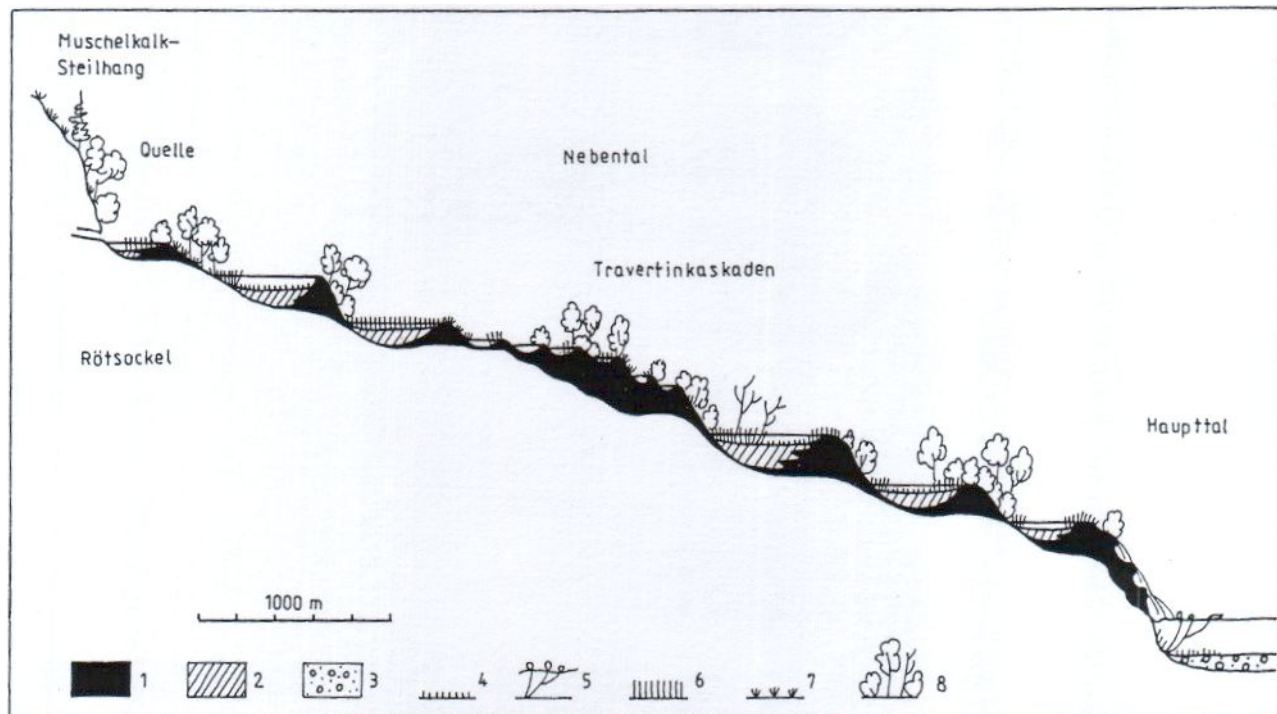


1 lehmig-toniger Hangschutt 2 Bachschotter 3 humoser Hangschutt
 4 mergeliger Schluff mit Hangschutt 5 anmooriger Boden 6 Moos- und Grastorfe
 7 autochthoner Travertinsand 8 Lockertravertine verschiedener Ausprägung
 9 mürbe Strukturtravertine 10 humose Böden 11 Auelehm
 12 rezente Bachablagerungen und Travertinausscheidungen
 C¹⁴-Daten: MANIA & STECHEMESSER 1969
 SR Subrezent SA Subatlantikum SB Subboreal
 ATL Atlantikum BO Boreal PB Präboreal
 JD, ÄD, ÄeD Jüngere, Ältere, Älteste Dryaszeit ALL Alleröd-Interstadial
 BÖ Bölling-Interstadial mu Unterer Muschelkalk

Abb. 23: Das spätglazial-holozäne Travertinlager aus dem Altenbergaer Grund bei Kahla. Aufschluss oberhalb der Plinzmühle. Vereinfachter Querschnitt.

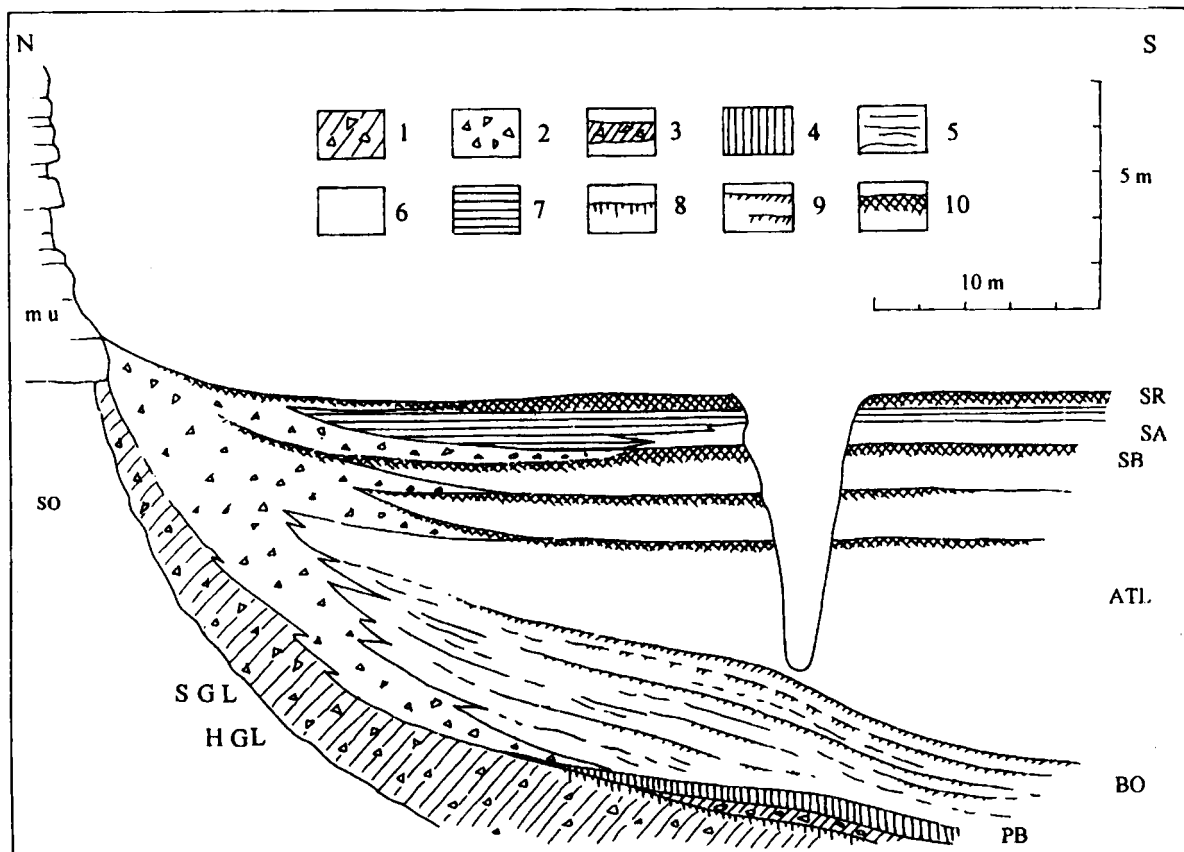
Je nach Typ der Lagerstätte (Becken, Kaskade, Hang) überwiegen in einer Travertinfolge bestimmte Travertinvarietäten. So setzen sich Travertine in Becken- und Talfazies vorwiegend aus *Chara*-, Schilf- und Moostravertinen zusammen, die einmal fest und bankig (Bad Langensalza, Greußen) oder locker (*Chara*-Travertine von Wasserthalleben, Helbetal oder Herbsleben, Unstruttal) ausgebildet sein können. In Hang- und Kaskadentypen (Abb. 24) sind mächtige mürbe Strukturtravertine mit zahlreichen Blätter- und Genisthorizonten ausgebildet (z.B. Pennickental bei Jena). Meist aber herrschen gemischte Folgen auf Grund der zahlreichen gleichzeitig vorhandenen oder ständig zeitlich wechselnden Kleinbiotope im Bildungsbereich der Travertine vor.

Die Travertine wechseln oft mit Humushorizonten, die vorwiegend klimageschichtlich zu deuten sind. Das trifft vor allem für die subkontinental beeinflussten Horizonte aus dem Boreal und besonders aus dem Subboreal zu (Beispiel Pennickental, Abb. 25). Subboreale Böden treffen wir fast in jeder holozänen Travertinfolge an. Sie sind oft mit bronzezeitlichen und früheisenzeitlichen, seltener nachfolgend latènezeitlichen oder vorangehend spätneolithischen Siedlungshorizonten verknüpft (z.B. Pennickental, Altenberga, Schaala bei Rudolstadt, Remda). Diese Böden sind in der Regel mit Hangschutteinlagerungen verbunden, die wohl meist auf die künstlichen Eingriffe in die Landschaft, die mit den Siedlungen zusammenhängen, zurückgehen. Möglicherweise haben aber auch die längerfristige Unterbrechung der Travertinbildung und die dadurch hervorgerufene Intensität der Bodenbildungen ebenfalls künstliche Ursachen. So kommt z.B. in der abgelegenen Travertinfolge im Ilmental bei Dienstadt (nahe Orlamünde) kein Siedlungsnachweis und nur ein geringfügig ausgebildeter subborealer Boden vor. Im feuchteren Subatlantikum entstanden nochmals mehrere Meter mächtige, aber oft mit Sumpfkalken verbundene Travertine. Die menschlichen Eingriffe in die Sedimentationsabläufe nehmen zu, bis im Subrezent (ab 0 u. Z.) die Travertinbildung mehr und mehr unterbrochen wird und statt dessen die umfangreichen Talfüllungen, also auch die Travertinlager, rückschreitend erosiv durchschnitten werden (Abb. 23 und 25).



- 1 Travertine
- 2 Beckenablagerungen: Lockertravertine und Seekalke
- 3 Flussablagerungen
- 4 *Chara*-Rasen
- 5 Schwimmblattzone
- 6 Röhricht
- 7 *Carex*-Rasen
- 8 Baum- und Buschbestand (*Fraxino-Alnetum*, *Alnetum*, Weidendickich)

Abb. 24: Schematisierter Längsschnitt durch das Pennickental bei Jena als Beispiel für eine holozäne Travertintreppe in den Nebentälern der mittleren Saale.



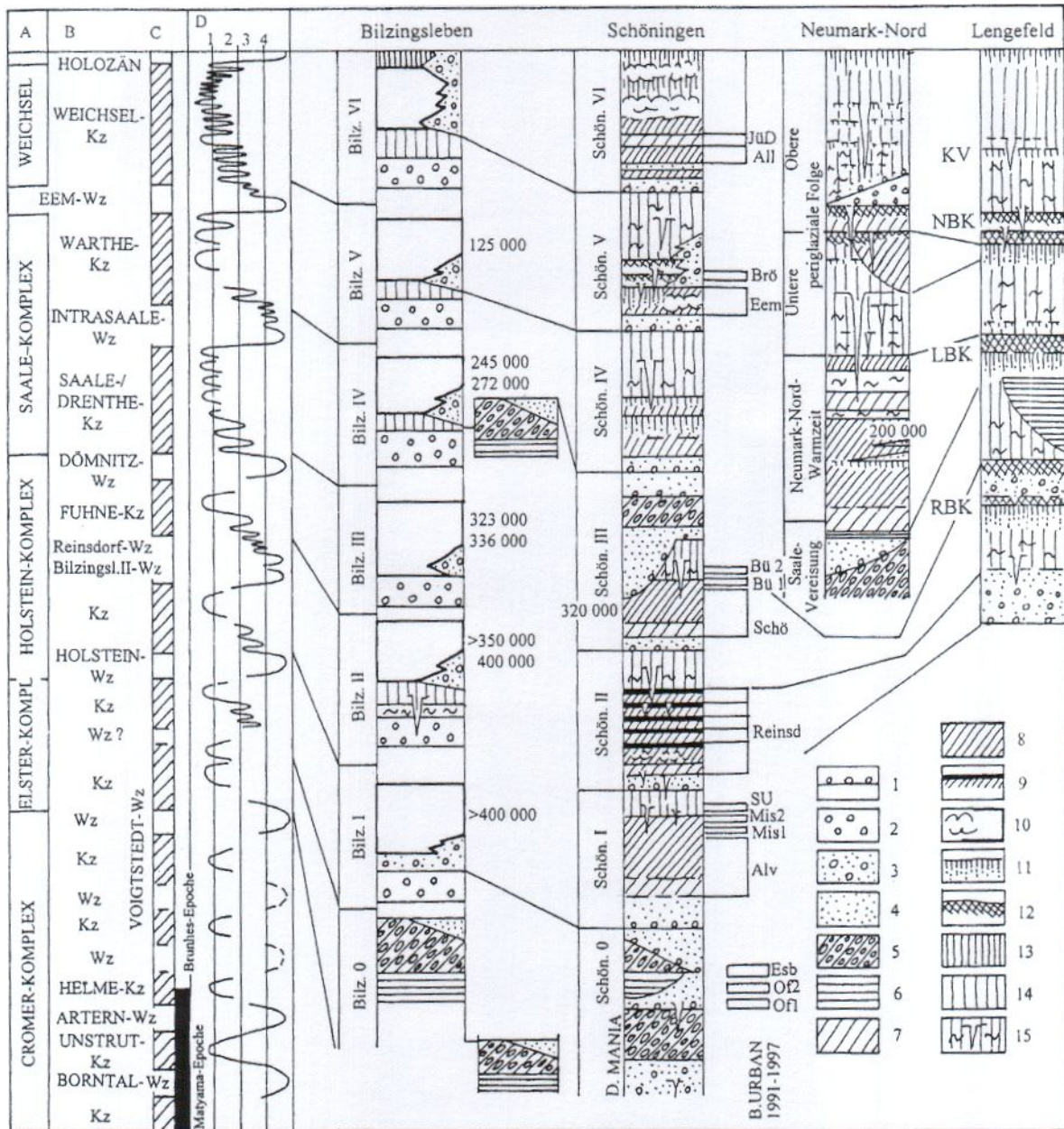
- | | | | |
|----|---|----------|------------------------|
| mu | siehe Abb. 23
Unterer Muschelkalk | SGL, HGL | Spät-, Hochglazial |
| | | so | Oberer Buntsandstein |
| 1 | lehmig-toniger Hangschutt | 2 | humoser Hangschutt |
| 3 | mergeliger Schluff mit Hangschutt | 4 | Moos- und Gräsertrorfe |
| 5 | mürbe geschichtete Strukturtravertine, vorwiegend mit Blätterstrukturen | 7 | Auelehm |
| 6 | Lockertravertine verschiedener Ausprägung | 8 | Anmoor |
| 8 | Anmoor | 9 | Humuszonen |
| 10 | Böden (Rendzinen) | | |

Abb. 25: Pennickental bei Jena. Querschnitt durch das holozäne Travertinlager unterhalb des Fürstenbrunnens.

6 Datierung und Zeitstellung der Travertine Thüringens und des Harzvorlandes

Die relative, stratigraphische Einordnung der Travertine Thüringens und des Harzvorlandes beruht auf geologisch-stratigraphischen, floristischen und faunistischen Indizien (Abb. 26). Einzelne Angaben dazu wurden bereits im vorangegangenen Text gegeben. Die biostratigraphischen Indizien werden in den folgenden Kapiteln angeführt.

Wichtige Hinweise gibt die Terrassenstratigraphie für die zeitliche Einstufung der Travertine. Ein Beispiel sind die Travertine von Bilzingsleben. Die drei älteren Folgen (Bilzingsleben I, II und III) liegen in einem Tal, das in die elsterzeitlichen Ablagerungen eingeschnitten ist und bereits etwa 10 m tiefer liegt als die frühlsterzeitliche Terrasse bei 45 m Auenabstand. Die untere Grenze gibt die Terrasse bei etwa 16 m über der Aue. Diese ist identisch mit der frühsaalezeitlichen Vereisungsterrasse im Saalegebiet. Somit können wir diese drei Travertinfolgen mit Sicherheit in die Zeit zwischen Elster- und Saalevereisung (im engeren Sinne) einordnen. Der Travertin der Folge Bilzingsleben IV ist mit der gleichen Terrasse verbunden und in der Warmzeit nach der Saalevereisung abgelagert worden. Sie könnte nach allgemeiner Vorstellung eemzeitlich sein. Doch kommen in diesem Travertin überraschenderweise zahlreiche Steinkerne des Zürgelbaums (*Celtis* sp.) vor, der nachweislich Mitteleuropa nicht mehr nach dem Mittelpleistozän erreicht und nicht im Eem vorkommen kann. Damit muss dieser Travertin älter sein als das Eem. Der eemzeitliche Travertin (Bilzingsleben V) ist statt dessen mit der warthezeitlichen Terrasse (8 m über der Aue) korreliert, der holozäne Travertin (Bilzingsleben VI) wurde auf einem Talboden gebildet, der in die weichselzeitliche Niederterrasse eingeschnitten ist.



- | | | |
|--|---|---------------------|
| 1 Denudationsfläche | 2 Flussschotter | 3 sandige Kiese |
| 4 Sande | 5 Grundmoränen | 6 Bändertone |
| 7 Beckenschluffe | 8 organogene Beckenablagerungen | 9 Verlandungsfolgen |
| 10 Travertineinlagerungen, Travertinfohlen | 11 warmzeitliche Böden, vorwiegend Parabraunerden | |
| 12 humose Böden, vorwiegend Schwarzerden | 13 Auelehm | 14 Löss |
| 15 Fließlöss, Fließerden | Kz Kaltzeit | Wz Warmzeit |

D - Klimakurve: 1 - arktisch 2 - subarktisch 3 - boreal 4 - gemäßigt

B.URBAN 1991 - 1997: bisherige Pollenanalysen an der Abfolge Schöningen mit Lokalbezeichnungen für Interstadiale und Interglaziale

RBK - Rudelsburger, LBK - Langenbogener, NBK - Naumburger Bodenkomplex, KV - Köseiner Verlehmungszone

Abfolge von Neumark-Nord nach D. MANIA

Abfolge von Lengfeld (Bad Kösen) nach MANIA et al. 1995 und MANIA & ALTERMANN 2001

Grundlage sind vor allem die Terrassen-Travertin-Sequenz aus dem Wippertal bei Bilzingsleben/Kindelbrück (Bilz. 0, Bilz. I bis VI) und die Abfolge aus der südwestlichen Randsenke des Staßfurt-Helmstedter Sattels bei Schöningen am Elm (Schön. 0, Schön. I bis VI). Die Einordnung weiterer Travertine geht aus dem Text hervor.

Abb. 26: Stratigraphische Gliederung des Mittel- und Jungquartärs im mittleren Elbe-Saalegebiet.

Mit den Folgen Bilzingsleben I bis III parallelisieren wir die Folgen Schöningen I bis III, deren mittlere ebenfalls Travertine enthält. Jedoch gibt es innerhalb dieser Abfolgen Bilzingsleben I bis III und Schöningen I bis III keine eindeutige Übereinstimmung (Schön. II jünger als Bilz. II). In die gleiche Zeit des Holsteinkomplexes gehören die Travertinfolgen von Osterode (Fallstein), Schwanebeck, Neumark-Süd, Brüheim, Ufhoven, Seebach. Der Travertin in Bilzingsleben IV gehört in den Saalekomplex. Das gilt auch für die Travertine von Ehringsdorf.

Die Ehringsdorfer Travertine können schlecht mit Hilfe ihrer Terrassenunterlage datiert werden, da diese hier im Grabenbruch abgesenkt ist. Geologische Hinweise geben in gewisser Hinsicht die Deckschichten mit den Resten eines Bodenkomplexes, der als Naumburger Bodenkomplex eemzeitlich und frühweichselzeitlich sein muss. Wir finden seine Sedimente in den Karstspalten des Travertins und der beschriebenen Horizontalfuge wieder, verbunden mit faunistischen Hinweisen, die in Beziehung zu dem eemzeitlichen Boden, nicht aber in ihrer Artassoziation zum Ehringsdorfer Travertin stehen.

Die Beziehungen des Travertinlagers von Burgtonna/Gräfentonna zur saalezeitlichen unteren Mittelterrasse und zu den frühweichselzeitlichen Deckschichten wurde oben schon beschrieben. Zur Wiederholung: Nach ihren geologischen Befunden werden als eemzeitlich ebenfalls die Travertine von Weimar/Park, Taubach, Körner, Mühlhausen, Kindelbrück (Gründelsloch), Mißaueniederung bei Schöningen (Schöningen V) und Veltheim (Fallstein) eingestuft.

Mit Bilzingsleben VI und Schöningen VI (beide Folgen ebenfalls mit Travertinen) werden ohne Zweifel alle weiteren holozänen Travertine parallelisiert.

Zusätzlich zu den geologischen und paläontologischen Untersuchungen wurden sogenannte absolute Datierungen der Travertine mit Hilfe der U^{234}/Th^{230} , der Electro-Spin-Resonanz- (ESP-) und der Thermolumineszenz- (TL-) Methode vorgenommen. Die C^{14} -Methode wurde an holozänen Abfolgen angewendet.

Zusammenstellung der vorliegenden Datierungen (Angaben in ka B.P. - je 1000 Jahre vor heute)

Holsteinkomplex

Brüheim:	> 400 ka B.P.	(1)	eigentlich jenseits der Anwendungsmöglichkeit.
Bilzingsleben I:	keine Werte	(1), (4)	jenseits der Anwendungsmöglichkeit
Bilzingsleben II:	keine realistischen Werte	(1)	
	350 ka B.P.	(2)	U/Th
	319 +/- 40 ka B.P.	(2)	U/Th
	343 +/- 78 ka B.P.	(2)	U/Th
	374 +84/-55 ka B.P.	(2)	ESR Travertin
	424 +110/-72	(2)	ESR Travertin
	282 +/- 31 bis 414 +/-45 ka B.P.	(2)	Mittelwerte von 13 Proben ESR Zahnschmelz
	350 ka B.P.	(4)	
	324 ka B.P.	(5)	
Bilzingsleben III:	323 +46/-33 ka B.P.	(4)	
	336 +45/-32 ka B.P.	(4)	

Intrasaalewarmzeit

Ehringsdorf Unterer Travertin (jeweils von unten nach oben):

	212 ka B.P.	(1)	
	244 +65/-40 ka B.P.	(1)	
	167 +27/-23 ka B.P.	(1)	
	209 +147/-80 ka B.P.	(3)	
	205 +94/-54 ka B.P.	(3)	
	196 +/-18 ka B.P.	(3)	
	197 +/-39 ka B.P.	(3)	
	200 +44/-28 ka B.P.	(2)	ESR
	200 +34/-25 ka B.P.	(2)	ESR
	157 +34/-22	(2)	ESR
	168 +32/-22 ka B.P.	(2)	ESR
	127 +25/-17 ka B.P.	(2)	ESR
	240 +/-10 ka B.P.	(4)	
	230 ka B.P.	(5)	ESR
Zwischenhorizont „Pariser“:	204 ka B.P.	(5)	

Ehringsdorf Oberer Travertin (jeweils von unten nach oben):

	121 ka B.P.	(1)	
	132 ka B.P.	(1)	
	142 ka B.P.	(1)	
	156 +32/-27 ka B.P.	(3)	

	115 +/-7 ka B.P.	(3)	
	125 +25/-17 ka B.P.	(2)	ESR
	124 +25/-17 ka B.P.	(2)	ESR
	115 +17/-14 ka B.P.	(2)	ESR
	205 +/- 7,2 ka B.P.	(4)	
	160 +/-12 ka B.P.	(5)	ESR
Bilzingsleben IV:	272 +58/-38 ka B.P.	(4)	
	245 +33/-26 ka B.P.	(4)	

Eemwarmzeit

Burgtonna (jeweils von unten nach oben):

	201 +/-8 ka B.P.	(1)	
	104 +/-8 Ka B.P.	(1)	
	111 +/-7 ka B.P.	(1)	
	113 +/-9,7 ka B.P.	(4)	
	125,4 +/-5,1 ka B.P.	(4)	
	120 ka B.P.	(5)	Mittelwert von mehreren Proben
Burgtonna Deckschichten, Schwarzerdekolluvium:			
	92 +/-9 ka B.P.	(6)	
Lössderivat	62 +/-7 ka B.P.	(6)	
Taubach:	111 +/-12 ka B.P.	(1)	
	116 +/-19 ka B.P.	(1)	
Weimar:	115 ka B.P.	(1)	
	118 ka B.P.	(1)	
	151 ka B.P.	(1)	

Holozän

Plinz (Altenbergaer Grund), Basis (von unten nach oben):

Fr 35	9500 +/-135 B.P.	(7)
Fr 37	9290 +/-125 B.P.	(7)
Fr 39	8660 +/- 125 B.P.	(7)
Fr 38	8340 +/-135 B.P.	(7)

Hinweise zu (1) bis (7)

(1) U/Th-Datierungen an thüringischen Travertinen wurden von BRUNNACKER et al. 1983 durchgeführt, so an den Travertinen von Brüheim, Bilzingsleben II, Ehringsdorf, Taubach, Weimar, Burgtonna und Bad Langensalza. Für den Bilzingslebener Travertin II mit dem paläolithischen Fundhorizont ergab sie eine sog. „Datenverwerfung“ (K. D. JÄGER). Sie wurde durch Auswaschung von U^{234} aus den oberen in die liegenden Horizonte verursacht, wo die wasserstauende Unterlage aus tonigem Löss zur Zirkulation der Sickerwässer und Anreicherung von Uran führte. So erscheinen die hangenden Teile der Travertinfolge zu alt (>400 ka), die liegenden zu jung (150 ka). Bereits 1980 (HARMON et al. 1980) wurde eine Probe aus diesem Travertin in Glasgow mit der selben Methode datiert. Der ermittelte Wert von 228 ka ist illusorisch, wurde aber ernst genommen, obwohl es sich auch nur um eine Probe handelte. Durch seine Publikation ohne Hinzuziehung des Projektleiters von Bilzingsleben hat er inzwischen zu falschen Schlussfolgerungen und zu Verwirrung geführt.

(2) Die Proben von BRUNNACKER et al. 1983 wurden unter Berücksichtigung der Fehlerquelle mit der gleichen Methode von SCHWARCZ et al. (1988) nachdatiert. Zusätzlich wurden Travertin- und Zahnschmelzproben vom Nashorn mit der ESR-Methode datiert. Das betraf auch Proben von Taubach und Ehringsdorf.

(3) Weitere U^{234}/Th^{230} -Daten wurden von BLACKWELL & SCHWARCZ (1986) für Ehringsdorf ermittelt.

(4) Die Forschungsstelle für Archäometrie der Heidelberger Akademie der Wissenschaften führte in den letzten Jahren präzise Datierungen an thüringischen Travertinen (Bilzingsleben, Ehringsdorf, Burgtonna, Bad Langensalza) mit Hilfe der Mikroproben-Uranreihen-Datierung (U^{234}/Th^{230}) durch (MALLIK 2000, MALLIK et al. 2001). Die Untersuchungen ergaben, dass die U^{234}/Th^{230} -Methode ab >350 000 B.P. nicht mehr anwendbar ist.

(5) Ebenfalls in diese Zeit fallen ESR-Datierungen (Bilzingsleben, Ehringsdorf, Burgtonna) an Zahnschmelz von T. SCHÜLER (2002).

(6) Die Deckschichten von Burgtonna wurden mit Hilfe der Thermolumineszenz-Methode (TL) datiert (L. ZÖLLER, Heidelberg).

(7) Wir wollen die Daten an holozänen Travertinen hier nicht anführen, da es unsinnig ist, zu versuchen, ihr holozänes Alter damit nachzuweisen, doch als Beispiel von C^{14} -Datierungen führen wir hier die Untersuchungen der Basisschichten von Plinz/Altenbergaer Grund an, da sie spezielle Horizonte betrafen (MANIA & STECHEMESSER 1969, vgl. Abb. 26).

7 Zur Vegetationsgeschichte der Travertine

Die Abdrücke von Pflanzenteilen, besonders Blättern und Früchten, gestatteten für einige Travertinvorkommen die Rekonstruktion der standortbedingten Vegetation. Daraus lassen sich Schlüsse auf die Vegetationsgeschichte ziehen. Es handelt sich vor allem um die Floren der optimal entwickelten Klimaphasen (vgl. auch MAI 2000).

7.1 Holsteinkomplex

Bilzingsleben I

Im Travertin wurden einige Arten nachgewiesen, die für die Existenz eines thermophilen Eichenmischwaldes mit mediterranen Arten sprechen: *Quercus* sp., *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*, *Celtis* sp.

Zur gleichen Warmzeit gehören offenbar die Travertine von Brüheim. Aus ihnen stammen ebenfalls Steinkerne von *Celtis* sp., einem submediterranen Geoelement.

Bilzingsleben II

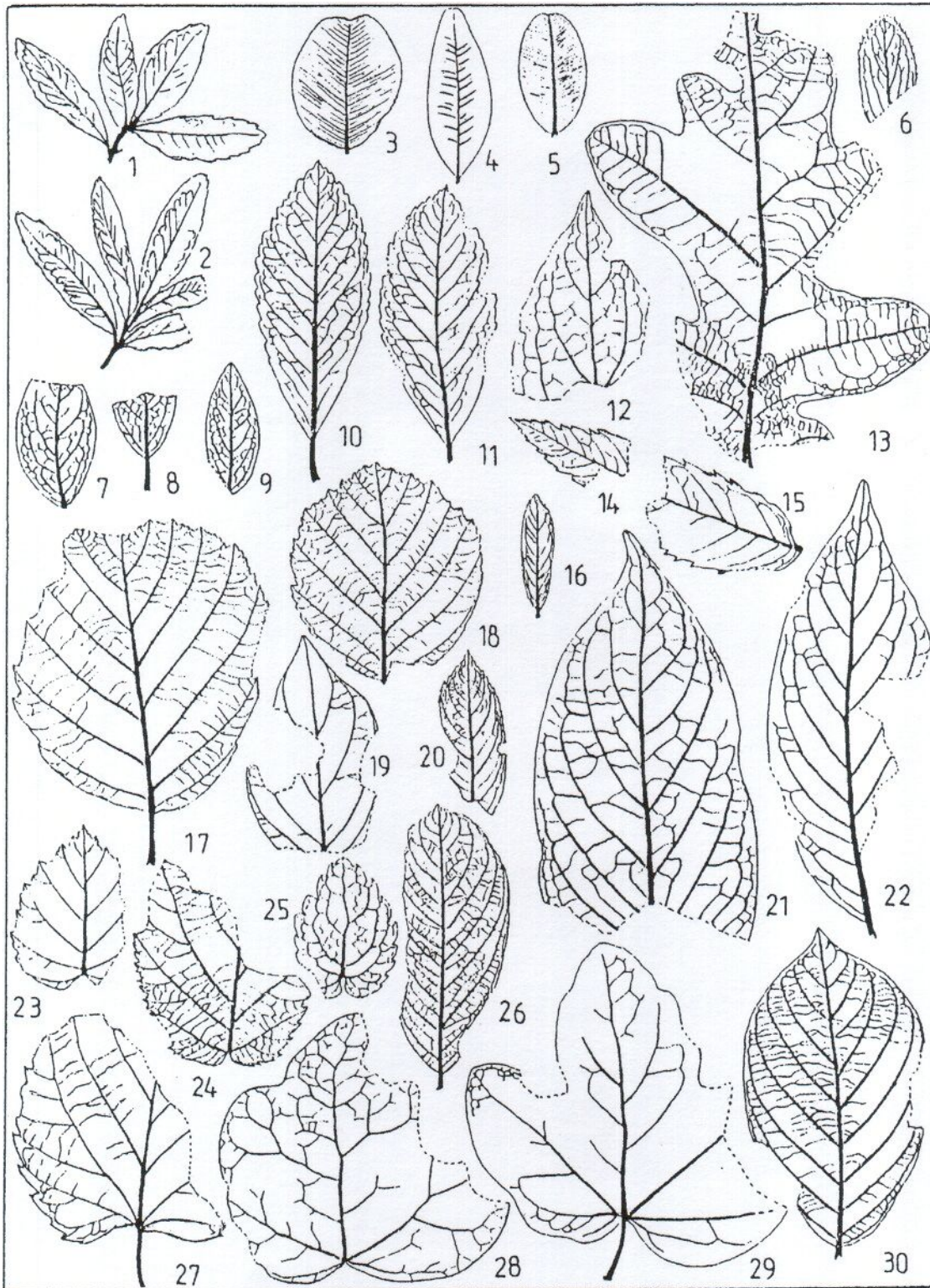
Während der Forschungsgrabung wurden seit 1969 zahlreiche Pflanzenabdrücke geborgen und von MAI untersucht (MAI 1983, 1988, 1989, 1992, 2000). Sie stammen aus den Travertinen, die unmittelbar über dem paläolithischen Fundhorizont und dem Seekalk lagern (entgegen der Darstellung z.B. von STEBISCH & SCHNEIDER 2002: 127 wurden alle Arten nicht nur im Abbruchmaterial, sondern auch im anstehenden Travertin der Fundstelle nachgewiesen! Inzwischen liegen über 1000 Belegstücke vor.). Es handelt sich um eine Flora mit zahlreichen exotischen Elementen (Abb. 27). So treten auf: submediterrane Geoelemente *Celtis australis* (Abb. 29), *Buxus sempervirens* (Abb. 28), *Vitis sylvestris*, *Cornus mas*, *Viburnum lantana*; pontisch-pannonische/südsibirisch-westasiatische Geoelemente *Peucedanum alsaticum*, *Potentilla fruticosa* (Abb. 30); ostsubmediterrane (balkano-kolchische) Geoelemente *Pyracantha coccinea* (Abb. 31), *Syringa josikaea*. Ferner kommt die mediterran-subkontinental geprägte Art *Juniperus sabina* vor. Weitere Arten: *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia platyphyllos*, *Picea abies*, *Taxus baccata*, *Frangula alnus*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Swida sanguinea*, *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster integerrimus*, *Corylus avellana*, *Rubus* sp., *Salix cinerea*, *Salix purpurea*, *Hedera helix*, *Galeobdolon luteum*, *Thelypteris thelypteroides*. Nach MAI (1983, 2000) waren das *Buxo-Quercetum*, *Buxo-Syringetum* und der Berberidion-Verband die wichtigsten zonalen Pflanzengesellschaften. Sie hatten den Charakter von Eichentrockenwäldern und lichten Gebüschfluren, unterbrochen von Steppenwiesen. Wichtig ist neben den zahlreichen süd- und südosteuropäischen Arten vor allem das Auftreten der subkontinentalen Arten. Für die Zeitstellung dieser interglazialen Flora ist von Bedeutung, dass sie durch geologische und stratigraphische Untersuchungen abgesichert werden kann und nicht, dass „aufgrund von Leitformen etc. als Ablagerungszeitraum des Travertinkomplexes eine Warmzeit innerhalb des Mittelpleistozäns“ angegeben wird (STEBISCH & SCHNEIDER 2002: 128; im Übrigen wird die Flora von Bilzingsleben in dieser Arbeit unzureichend charakterisiert).

ERD (1993, 1997) konnte aus den wichtigsten Bereichen – dem Fundhorizont, dem Seekalk und den darüber lagernden Lockertravertinen – Pollenspektren bestimmen (Abb. 32), die zeigen, dass diese Horizonte ebenfalls mehr oder weniger der gleichen Vegetationsphase angehören sowie die Travertinflora mit weiteren Arten und Gattungen ergänzt werden (LITT 1989 kann von STEBISCH & SCHNEIDER 2002: 128 nicht als Kritik an der Pollenanalyse von ERD 1993 herangezogen werden, da die Pollenanalysen von ERD noch nicht publiziert waren, also LITT unbekannt waren und dieser damals noch mit wenig Erfahrung gearbeitet hat).

Die Analyse ergab die Eichenmischwald-Hasel- und die Eichen-Hainbuchenzeit. Zusätzlich wurden nachgewiesen: *Ulmus*, *Carpinus*, *Abies*, *Pinus*, *Quercus* sp., *Ligustrum vulgare*, *Humulus lupulus*, *Drosera rotundifolia/anglica*, weitere Gräser und Kräuter, darunter *Artemisia*. Letztere deuten auf das Vorhandensein von offenen Landschaftsteilen, was durch die subkontinentalen Geoelemente der Travertinflora bereits angedeutet wird. Doch hat die Pollenanalyse noch einige weitere Pflanzen nachweisen können, die auf den exotischen interglazialen *Brasenia*-Komplex zurück gehen, der im Travertingewässer oder in nahen Altwässern der Wippenniederung ausgebildet war. Das sind z.B. der Schwimmpflanz (*Salvinia*), aber auch *Alisma plantago-aquatica*, *Spartanium* sp., *Nymphaea* sp.

Bilzingsleben III

Bisher wurden aus den Aufsammlungen vorläufig Arten bestimmt, die ebenfalls auf einen thermophilen, mediterran beeinflussten Eichenmischwald deuten. Wichtig sind *Quercus* sp., *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Celtis australis* (submediterran), *Syringa josikaea* (balkano-kolchisch).



- | | | | | | |
|--------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|--------------------------|
| 1, 2 | <i>Potentilla fruticosa</i> | 3-5 | <i>Buxus sempervirens</i> | 6 | <i>Berberis vulgaris</i> |
| 7-9 | <i>Cotoneaster integerrimus</i> | 10, 11 | <i>Pyracantha coccinea</i> | 12 | <i>Celtis australis</i> |
| 13 | <i>Quercus robur</i> | 14, 15 | <i>Fraxinus excelsior</i> | 16 | <i>Salix purpurea</i> |
| 17, 18 | <i>Alnus glutinosa</i> | 19 | <i>Swida sanguinea</i> | 20, 26 | <i>Salix cinerea</i> |
| 21, 22 | <i>Syringa josikaea</i> | 23 | <i>Betula pubescens</i> | 24 | <i>Corylus avellana</i> |
| 25 | <i>Galeobdolon luteum</i> | 27 | <i>Tilia platyphyllos</i> | 28 | <i>Hedera helix</i> |
| 29 | <i>Acer campestre</i> | 30 | <i>Rhamnus frangula</i> | | |

Abb. 27: Bilzingsleben II. Beispiele für die Travertinflora nach Blattabdrücken (MAI 1983).

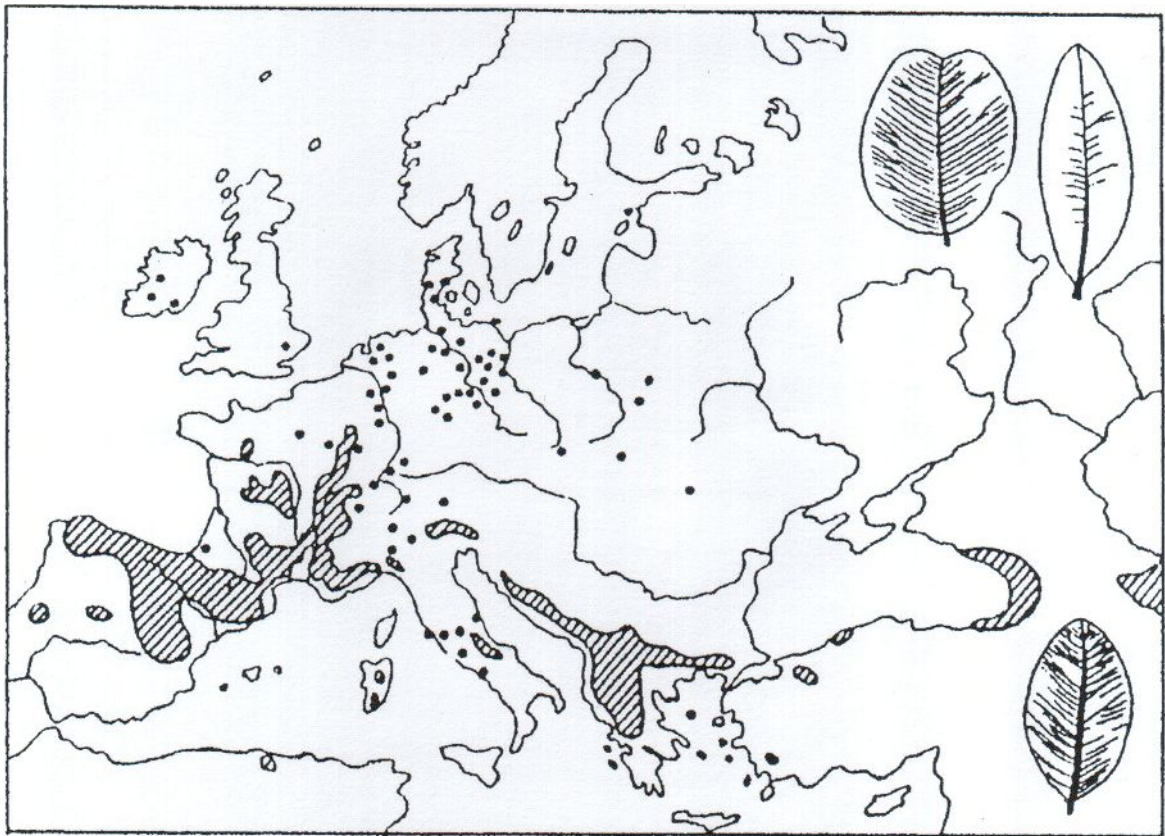


Abb. 28: Verbreitung von *Buxus sempervirens* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).
Nach MAI 1983.

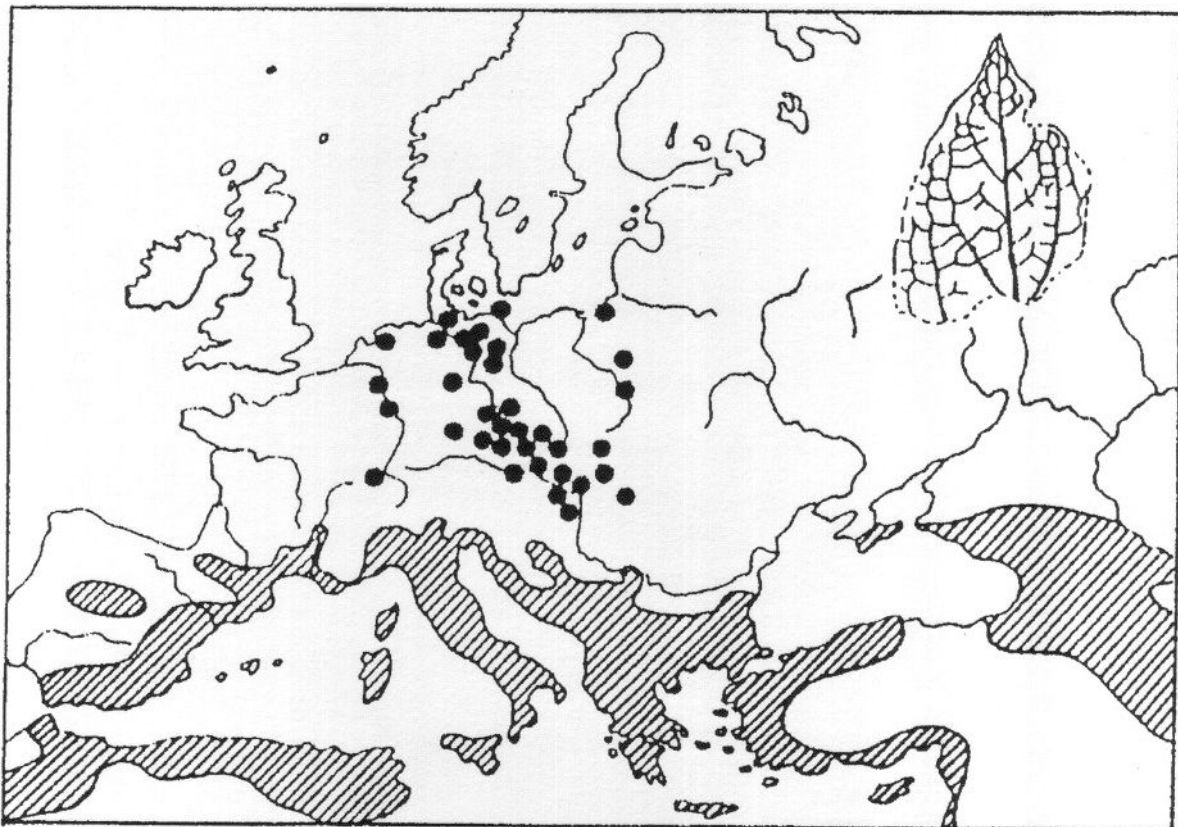


Abb. 29: Verbreitung von *Celtis australis* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).
Nach MAI 1983.

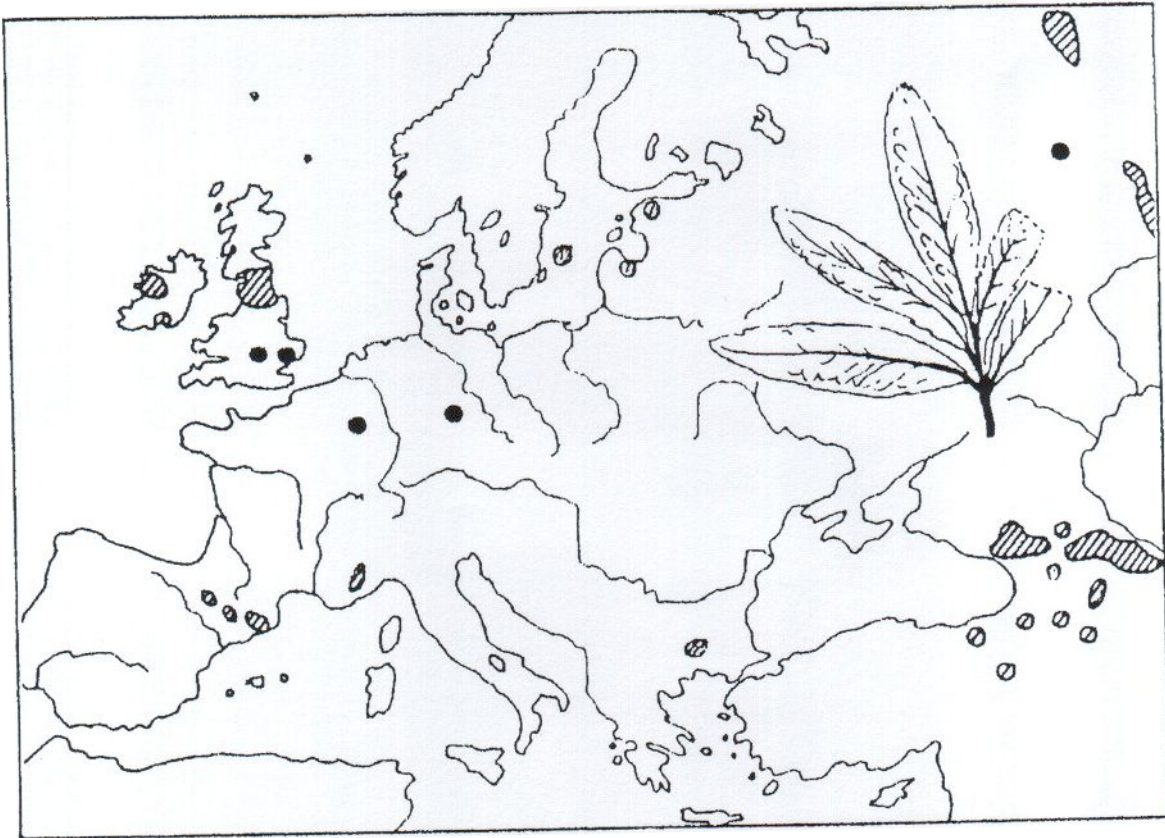


Abb. 30: Verbreitung von *Potentilla fruticosa* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).
Nach MAI 1983.

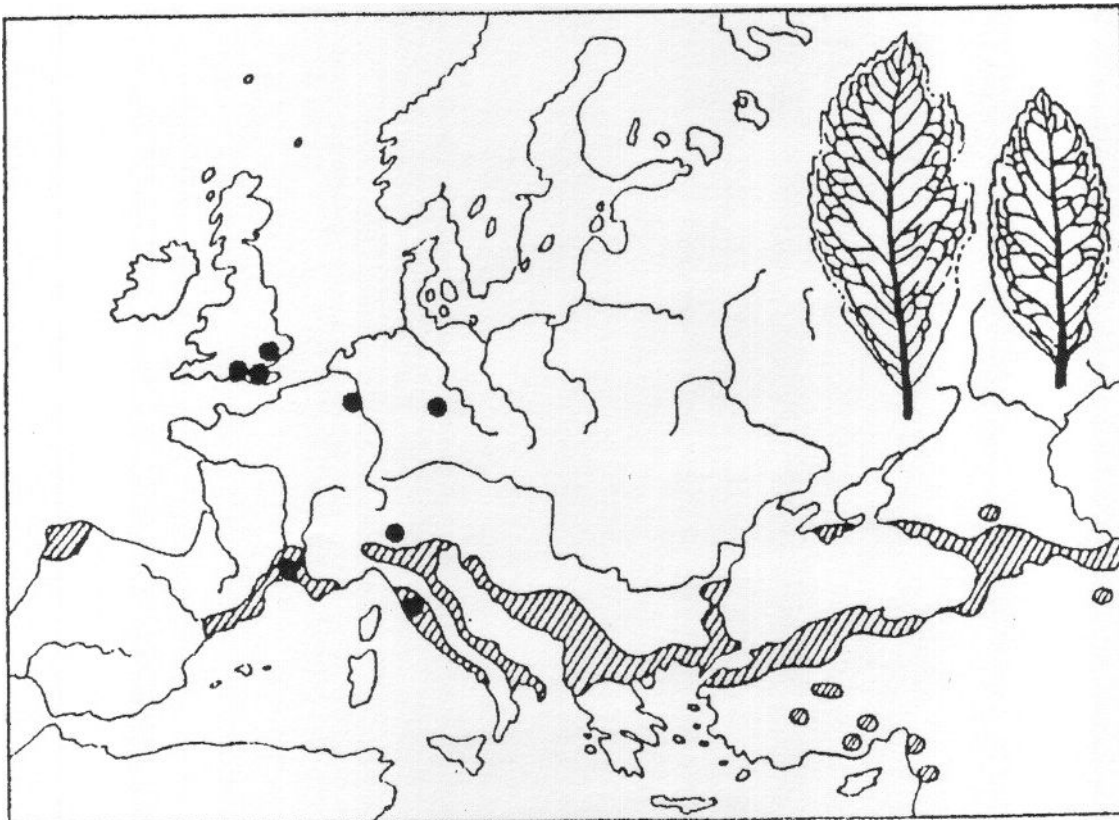


Abb. 31: Verbreitung von *Pyracantha coccinea* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).
Nach MAI 1983.

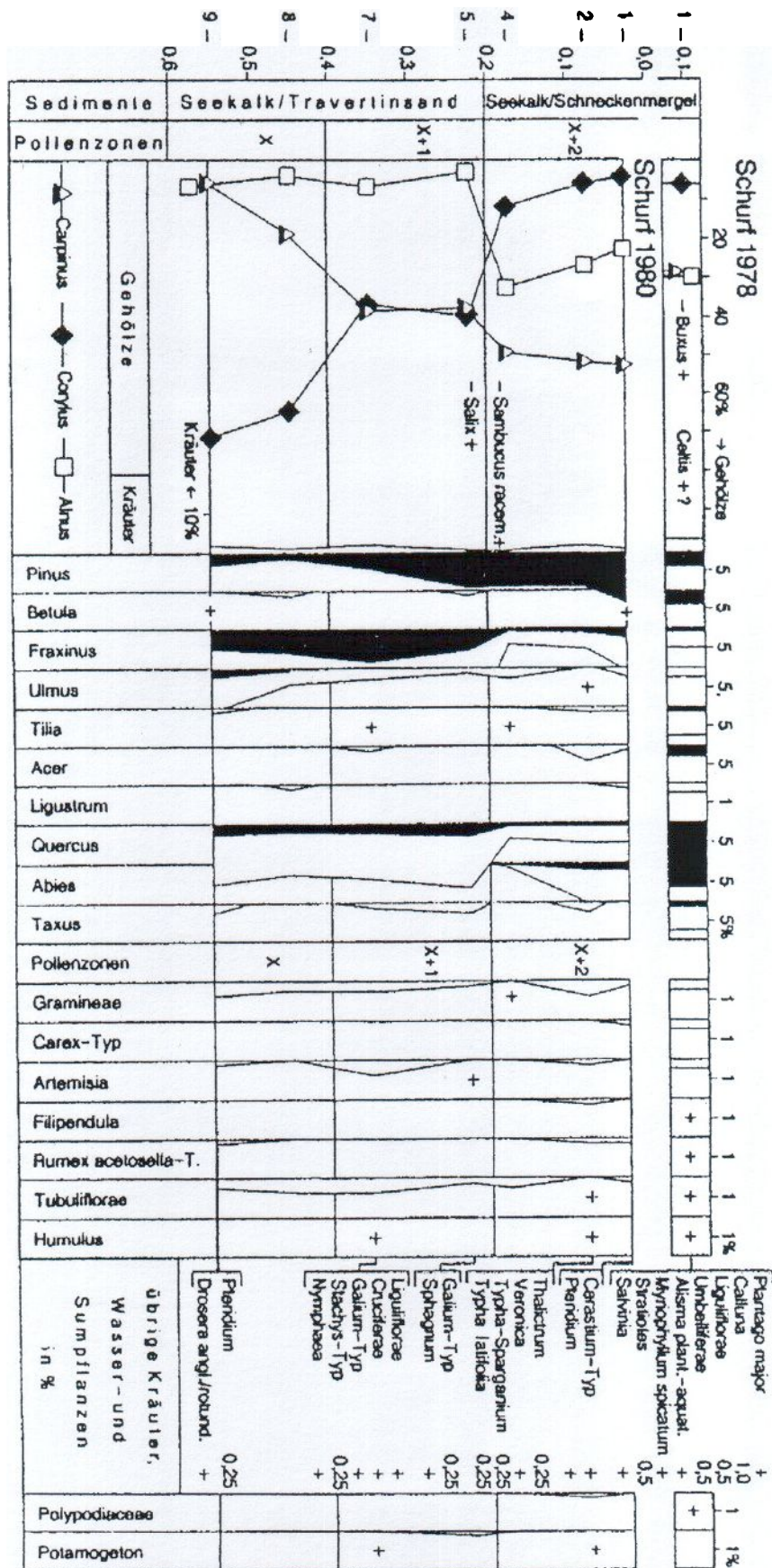


Abb. 32: Bilzingsleben II. Pollensequenz aus dem unteren Teil der mittelpleistozänen Travertinfolge (ERD 1997).

In die gleiche Warmzeit gehört offenbar das Schwemmtorf-Travertinvorkommen von Neumark-Süd im Geiseltal (MANIA & MAI 1969). Hier kam eine sehr reiche Flora vor (Früchte und Samen): Die Arten gehören zu thermophilen, xerothermen Eichenwäldern (*Quercetalia pubescenti-petraeae*) und Eichen-Hainbuchenwäldern (Carpinion), ähnlich wie bei Bilzingsleben II. Damit ist auch das Optimum der Warmzeit angezeigt. Folgende exotische Geoelemente treten auf (MAI in MANIA & MAI 1969): submediterrän – *Quercus pubescens*, *Prunus mahaleb*, *Acer monspessulanum*, *Cornus mas*; balkano-kolchisch/vorderasiatisch – *Crataegus pentagyna*. Weitere Arten sind *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Taxus baccata*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Tilia platyphyllos*, *Alnus* sp., *Corylus avellana*, *Swida sanguinea*, *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rosa arvensis*, ferner die Kräuter *Ajuga reptans*, *Cirsium arvense*, *Stellaria holostea*, *Ranunculus nemorosus*, *Carex digitata*, *Corydalis cava*, *Mercurialis perennis*, *Stachys sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Melandrium album*. Wir haben hier also die Arten thermophiler Eichenmischwälder mit ihrer Krautschicht, einmal als Trocken-Eichenwälder, zum anderen als Eichen-Hainbuchenwälder. Es kommen Wasserarten vor, die zum exotischen, interglazialen *Brasenia*-Komplex gehören: *Azolla filiculoides*, *Batrachium aquaticum*, *Najas marina*, *Nuphar luteum*, ferner *Alisma plantago-aquatica*, *Myriophyllum spicatum*, *Polygonum amphibium*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton*-Arten (*compressus*, *fluitans*, *nodosus*, *pectinatus*, *praelongus*, *pusillus*), *Scirpus lacustris*, *Sium latifolium*, *Sparganium neglectum*, *Sparganium simplex*, *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum submersum*. Gesellschaften am sumpfigen Ufer bildeten *Thalictrum flavum*, *Carex elata*, *Carex pseudocyperus*, *Carex vesicaria*, *Galium palustre*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Cicuta virosa*, *Cirsium palustre*, *Eleocharis palustris*, *Rumex maritimus*, *Scirpus lacustris*, *Viola palustris*. Interessant ist das Auftreten einer südosteuropäischen Simse (*Dichostylis hamulosus*), die in Sommerephemeren-Gesellschaften als Begleiter großer Ströme auftritt. Zu Flussufergesellschaften gehören auch folgende nachgewiesenen Kräuter: *Galeopsis bifida*, *Chenopodium album*, *Potentilla supina*, *Ranunculus sceleratus*, *Urtica dioica*, *Lychnis flos-cuculi*.

Schöningen II

Das Reinsdorf-Interglazial aus dieser Sedimentfolge wurde bisher von uns mit Bilzingsleben II parallelisiert. Doch ist das nicht mehr möglich, seit die karpologischen Untersuchungen von Pflanzenresten aus dem Optimum der Warmzeit vorliegen (JECHOREK 2000). Diese ergeben ein subkontinentales *Aceri tatarici-Quercetum* auf trockenen und ein *Alno-Carpinetum* auf feuchten Standorten. Im Nordharzvorland kann unmöglich dieser Tatarenahorn-Eichensteppenwald existiert haben, wenn wir zur gleichen Zeit ein submediterränes *Buxo-Quercetum* und *Buxo-Syringetum* im Südharzvorland, in der klimatisch wie pflanzensoziologisch gleichartigen Zone vorfinden. Da die Beckenablagerungen des Reinsdorf-Interglazials in einen einheitlichen Kaltzeit-Warmzeit-Kaltzeit-Zyklus eingebettet sind und kein zweites klimatisches Optimum eines größeren Interglazials darstellen, muss im Bereich von Bilzingsleben II mit einem weiteren Klimazyklus mit einer Warmzeit gerechnet werden. Sie kann auch nicht mit dem interglazialen Optimum von Neumark-Süd (Dömnitz-Warmzeit) parallelisiert werden, da hier ebenfalls eine submediterräne Flora vorliegt. Vielleicht entspricht die Reinsdorf-Warmzeit Bilzingsleben III oder sie liegt zwischen Bilzingsleben II und III. Dann hätten wir mit der Neumark-Süd/Dömnitz-Warmzeit ein viertes Interglazial zwischen Elster- und Saalevereisung. Die travertinführenden Schichten enthalten die genannte Flora mit folgenden Artnachweisen: Exoten und Charakterarten sind die pontisch-pannonisch/südsibirisch-westasiatisch verbreiteten *Acer tataricum*, *Linum austriacum*, *Thymelaea passerina* (mehr submediterrän). Zum allgemeinen Bestand zählen *Acer campestre*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Swida sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Abies alba*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Frangula alnus*, *Lonicera xylosteum*, *Pinus sylvestris*, *Salix* sp., *Sambucus nigra*, *Taxus baccata*, *Viburnum* sp., *Viscum* sp. In den Krautgesellschaften treten neben den beiden genannten Steppenpflanzen (Österreichischer Lein, Spatzenzunge) weitere südosteuropäische Arten auf: *Ranunculus nodiflorus*, *Acorellus pannonicus*, *Dichostylis micheliana*. Dazu kommen noch *Ranunculus lateriflorus*, *Ranunculus brutius*. Auch Arten des *Brasenia*-Komplexes kommen vor: *Salvinia natans*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Najas marina*, *Zannichellia palustris*, zahlreiche *Potamogeton*-Arten.

Mit den Floren von Bilzingsleben liegen reine Travertinfloren mit ihren dadurch gekennzeichneten Standorten vor. Die Florenfazies von Neumark-Süd und Schöningen II ist zwar nur durch geringfügige Travertinbildungen gekennzeichnet, besteht aber auf Grund besserer Fossilhaltung in organogenen Sedimenten aus viel mehr Arten. So werden unsere Kenntnisse über die Standortverhältnisse und die Zusammensetzung der verschiedenen Pflanzengemeinschaften in Travertinbildungsräumen wesentlich ergänzt, bei den beiden genannten Beispielen durch die Verhältnisse der Niederungsfazies.

Alle hier geschilderten Travertinfloren des Holsteinkomplexes stammen aus mindestens drei, aber sehr wahrscheinlich aus vier echten Warmzeiten mit klimatischen Optima, die weiter als das gegenwärtige Klima entwickelt waren. Das zeigen jeweils die vergleichsweise zahlreichen exotischen Elemente an, die heute einmal aus der mediterranen wie balkano-kolchischen Flora, aber auch aus der pontisch-pannonischen und südsibirisch-westasiatischen Flora stammen und neben einem deutlichen submediterränen auch einen gewissen subkontinentalen Einfluss erkennen lassen, in der Flora wie auch in dem sie prägenden Klima. Die nachgewiesene stratigraphische Abfolge von mehreren Warmzeiten, getrennt durch arktische Kaltphasen, ist eindeutig und hat

nichts mit „lokalen und regionalen Besonderheiten bei der paläontologischen Befundinterpretation“ – was man auch darunter versteht! –, mit „kleinräumigen faziellen Differenzierungen der Landschaft“ oder gar „bis heute nicht geklärten Widersprüchen verschiedener paläoökologisch-stratigraphischer Auffassungen“ zu tun (siehe STEBISCH & SCHNEIDER 2002: 120). Auch lassen sich verschieden alt eingestufte Interglaziale nicht als Ausdruck chorologischer Besonderheiten eines einzigen Interglazials interpretieren (S. 120). Die relative Stratigraphie des Geologen und daraus ableitbare Abfolgen sind auch für den Paläobotaniker bzw. Palynologen verbindlich, und erst in zweiter Linie kann die Pollenstratigraphie als Hilfsmittel der Gliederung eingesetzt werden.

Für das Klimaoptimum der Warmzeit Bilzingsleben II wurden mit Hilfe der Flora und den heutigen Arealen ihrer kennzeichnenden Elemente die Klimaverhältnisse rekonstruiert (MAI 1983). Im Allgemeinen war das Klima warm gemäßigt, aber durch subkontinentalen Einfluss relativ trocken. Im Vergleich mit Klimastationen im nördlichen Mittelmeergebiet lassen sich folgende Werte erschließen:

Die mittleren Temperaturen lagen für	Januar	Juli	und das Jahr
bei	-0,5 bis +1 °C	+19 bis 22 °C	+9 bis 13 °C.

Mindestens 7 Monate hatten durchschnittliche Temperaturen von mehr als +10 °C. Das absolute Minimum lag bei -19 °C. Die jährlichen Niederschläge betragen etwa 850 mm, waren aber zweigipflig verteilt, so dass es sehr trockene und warme Sommer gab. Zum Vergleich in gleicher Reihenfolge die heutigen Werte: -1 °C, +17 °C, +8,5 °C, 5,5 Monate, -29 °C, 500 mm, eingipflig.

7.2 Der Saalekomplex

Bilzingsleben IV

Aus den geologisch-stratigraphischen Untersuchungen und paläontologischen Hinweisen geht die Zugehörigkeit dieses Travertins zu einer intrasaalezeitlichen Warmzeit hervor. Es gibt zahlreiche Blatt- und Fruchtabdrücke, die in letzter Zeit geborgen wurden und bald eingehend untersucht werden sollen. Vorläufig wurden einige Arten thermophiler Eichenmischwälder mit südlichen Elementen erkannt. So kommen neben *Quercus* sp.sp., *Corylus avellana*, *Acer campestre* und *Frangula alnus* die submediterranen Arten *Celtis australis*, *Buxus sempervirens* und *Vitis sylvestris*, die ostsubmediterranen/balkano-kolchischen Arten *Pyracantha coccinea* und sehr häufig *Syringa josikaea* vor.

Ehringsdorf

Die Ehringsdorfer Travertinfolge, die ebenfalls in eine intrasaalezeitliche Warmzeit gehört, hat aus ihrem Unteren und Oberen Travertin zahlreiche Blattabdrücke, auch Abdrücke von Früchten (z.B. Wildäpfel) und Pilzen geliefert (VENT 1974, STEINER 1979, MANIA 1993, MANIA & MAI 2001), doch gibt es keine horizontalen Aufsammlungen, nur Durchschnittsfloren. Der Zwischenhorizont („Pariser“) wurde auf Pollen untersucht (FRENZEL 1974). Verschiedene geologische und paläontologische Indizien zwingen uns dazu, auch den Oberen Travertin einer älteren Warmzeit als dem Eem zuzuweisen, wie das bei allen Autoren der „Bedeutenden Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen“ (Autorenkollektiv 2002) der Fall ist. Allein das Auftreten von *Syringa thuringiaca* = *josikaea* im Oberen Travertin hebt die Travertinflora deutlich von allen bekannten Eemfloren ab.

Unterer Travertin

Etwa 20 Arten wurden nachgewiesen, die für thermophile Eichenwälder sprechen und damit den Travertin in das Klimaoptimum der Warmzeit stellen. An exotischen Elementen treten auf: submediterran – *Quercus pubescens*, *Quercus virgiliana*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, balkano-kolchisch – *Syringa josikaea* (= *thuringiaca*). VENT (1955) konnte unmöglich sich auf Vergleiche mit *Syringa*-Funden von Bilzingsleben beziehen, da diese erst ab 1983 bekannt wurden (s. STEBISCH & SCHNEIDER 2002: 129)! Ferner tritt die heute südlich der Donau verbreitete, wärmeliebende Binsenschneide (*Cladium mariscus*) auf. Weitere Arten sind *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Quercus* sp., *Tilia cordata*, *Ulmus laevis*, *Malus sylvestris*, *Populus tremula*, *Salix cinerea*, *Swida sanguinea*, *Corylus avellana*. Im Allgemeinen ist das ein Grundbestand thermophiler und xerothermer Eichentrockenwälder vom Typus der *Quercetalia pubescenti-petraeae*. Für die Gebüschgesellschaften kann als typischer Verband das Syringetum angenommen werden. Insgesamt lässt sich in dieser Flora submediterran und subkontinentaler Einfluss erkennen.

Zwischenhorizont

In den Schlufflehmen des „Parisers“ wurden mit Hilfe der Pollenanalyse vorwiegend Kräuter und Gräser (65 %) und geringere Anteile von Bäumen (16,7 %) und Sträuchern (13 %) festgestellt. Nachgewiesen wurden *Betula*, *Pinus*, *Hippophaë*, *Juniperus* und Rosaceae, an Gräsern und Kräutern Gramineae, Chenopodiaceae, *Filipendula*, Gentianaceae, Scrophulariaceae, *Plantago*, Ranunculaceae, Cruciferae. In dem Bodenhorizont auf dem Pariser erreichen die Pollen von Bäumen 29 %, von Sträuchern 12 % und Gräsern und Kräutern 54 %. An Bäumen und

Sträuchern treten hier auf: *Pinus*, *Picea abies*, *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Juniperus*, *Corylus*, dazu Gramineae, Chenopodiaceae, *Artemisia*, Tubuliflorae, *Filipendula*, *Plantago*, Ranunculaceae, Umbelliferae, *Allium*, *Ephedra*. Aus diesen Pollenspektren lassen sich Wiesensteppen und Waldsteppen erschließen. Während der Schluffablagerungen waren die Gehölz- und Gebüschanteile geringer als während der anschließenden Bodenbildung, die offenbar aus einem Steppenboden, einer Schwarzerde, hervorgeht. Das Klima war nicht kalt, sondern etwa boreal, aber kontinental.

Oberer Travertin

Hier wurden etwa 30 Arten festgestellt. Gegenüber den Baumarten überwiegen die Sträucher, auch im Gegensatz zum Unteren Travertin. Es herrschen Arten thermophiler Eichenmischwälder vor. Somit ist auch für den Oberen Travertin ein warmzeitliches Klimaoptimum nachgewiesen. Neben den submediterranen Elementen *Cornus mas*, *Ligustrum vulgare*, *Vitis sylvestris*, *Lonicera* sp. und dem saprophytischen Pilz *Lenzites warnieri* kommt das balkano-kolchische Element *Syringa josikaea* vor. Die beiden Arten *Cotoneaster integerrimus* und *C. melanocarpa* haben einen Verbreitungsschwerpunkt in Südosteuropa und Westasien, *Berberis vulgaris* im südlichen Mitteleuropa. Weitere Arten: *Tilia cordata*, *Acer campestre*, *Frangula alnus*, *Alnus rugosa*, *Alnus* sp., *Salix cinerea*, *Salix caprea*, *Ulmus carpinifolia*, *Ulmus* sp., *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Rubus* sp., *Ribes* sp., *Rosa* sp., *Euonymus* sp., *Rhamnus catharticus*, *Corylus avellana*, *Viburnum opulus*.

Diese Arten ergeben trockene lichte Laubmischwälder und ausgedehnte Gebüschfluren, vor allem als Syringetum und Berberidion. Es lässt sich neben dem submediterranen ein wesentlich höherer subkontinentaler Einfluss nachweisen als im Unteren Travertin.

Einige Arten stammen allgemein aus den Ehringsdorfer Travertinen: *Stellaria holostea*, *Petasites hybridus*, *Salix fragilis*, *Ulmus glabra* und als Exot mit heutigem Areal in Persien *Lonicera floribunda*.

Während im Unteren Travertin noch die Wälder als allgemein xerotherme lichte Eichenmischwälder überwiegen, führt im Oberen Travertin die vorübergehend unterbrochene warmzeitliche Entwicklung zu einer stark durch Gebüschfluren und offene Standorte aufgelockerten Parklandschaft. In beiden warmzeitlichen Optima zeigen Exoten den submediterranen und zunehmend subkontinentalen Klimaeinfluss an. Die Flora des Zwischenhorizonts deutet auf kühl-trockene, kontinentale Verhältnisse mit Wiesen- und Waldsteppen hin.

Die Travertinflora von Ehringsdorf ähnelt der aus Makroresten erschlossenen Vegetation des Klimaoptimums der intrasaazeitlichen Warmzeit von Neumark-Nord im Geiseltal (MAI 1990, MANIA 1990a, 1998a, 2000, MANIA & MAI 2001). Hier waren Eichen-Trockenwälder vom Typus der Tatarenahorn-Eichensteppenwälder (*Aceri tatarici-Quercion*) ausgebildet, die mit offenen Steppenwiesen (Astragalo-Stipion) und Gebüschgesellschaften, Sandsteppen, Gesellschaften salz- und stickstoffhaltiger Böden (Onopordetalia) und Ruderalgesellschaften wechselten, zusätzlich mit Salzfloren, Sumpf- und Wassergesellschaften. Über 150 Arten wurden nachgewiesen, allein 45 % sind subkontinentale Elemente mit südosteuropäisch-westasiatischer Verbreitung oder zumindest Verbreitungsschwerpunkten. Neben *Acer tataricum* sind es vor allem Steppenpflanzen. Sie deuten auf einen sehr hohen subkontinentalen Einfluss hin, was für ein mitteleuropäisches Interglazial, auch unter den Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes ungewöhnlich ist.

Einen weiteren Hinweis auf ein intrasaazeitliches Interglazial gibt der Langenbogener Boden in der Deckschichtenfolge einer mittelpleistozänen Saaleterrasse bei Bad Kösen-Lengefeld. Der Boden, eine Parabraunerde, war mit Hanggekriech verzahnt, das außer einer Molluskenfauna vor allem zahlreiche Steinkerne von *Celtis* sp. enthielt (MANIA & ALTERMANN 2001).

Interessant ist neben den verschiedenen exotischen Pflanzenarten vor allem das häufige Auftreten von *Syringa josikaea* im Ehringsdorfer Travertin wie auch im Travertin Bilzingsleben IV. Diese Art wurde ebenso wie *Celtis* sp. (Lengefeld, Bilzingsleben IV) bisher nicht in der Eemwarmzeit nachgewiesen und scheint eine Leitart für das Mittelpleistozän zu sein (Holstein- und Saalekomplex).

7.3 Die Eemwarmzeit

Die Travertinfolge von Burgtonna

Trotz der guten Aufschlüsse wurden im Travertin von Burgtonna nur Pflanzenabdrücke als Sammelfunde und nicht im horizontalen Zustand bekannt (VENT 1978, MAI 1988). Erst in letzter Zeit wurde eine horizontierte Aufsammlung parallel zu malakologischen Untersuchungen durchgeführt, aber noch nicht endgültig untersucht (D. MANIA, angedeutet in MANIA 1999). Insgesamt wurden folgende Arten nachgewiesen: *Phyllitis scolopendrium*, *Quercus* sp., *Betula* sp., *Corylus avellana*, *Ulmus* sp., *Salix fragilis*, *Salix caprea*, *Salix cinerea*, *Populus alba*, *Tilia* sp., *Rubus* sp., *Malus* sp., *Mespilus germanica*, *Ribes* sp., *Philadelphus* sp., *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Cornus mas*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Rhamnus catharticus*, *Frangula alnus*, *Fraxinus excelsior*, *Myrica gale* (CLAUS 1978b). Die Reste stammen vor allem aus dem mittleren Horizont der Travertinfolge, genauer aus den Phasen 2 bis 4, einer

stratigraphischen Untergliederung, die mit Molluskenfaunen ermöglicht wurde (MANIA 1978, 1999). Bei diesen Untersuchungen wurden folgende Pflanzenarten in den Horizonten nachgewiesen:

Phase Bu 2:

Corylus avellana, *Fraxinus excelsior*, *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Alnus* sp., *Salix cinerea*, *Salix caprea*, *Salix fragilis*, *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Frangula alnus*, *Malus sylvestris*, *Pinus sylvestris*, *Betula* sp., *Acer pseudoplatanus*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Phyllitis scolopendrium* (sehr häufig), als Krautpflanze Haselwurz (*Asarum europaeum*, Neufund: D. MANIA).

Phase Bu 3:

Ilex aquifolium, *Myrica gale*, *Acer monspessulanum*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Hedera helix*, *Cornus mas*, *Mespilus germanicus*, *Philadelphus* sp., *Populus alba*, *Rhamnus catharticus*, *Salix caprea*, *Ulmus* sp., *Quercus* sp., *Quercus robur*, *Quercus pubescens*?, *Taxus baccata*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Ribes* sp., *Rubus* sp.

Phase Bu 4:

Quercus sp., *Corylus avellana*.

Die Florenreste sprechen für thermophile Eichenmischwälder, in denen neben vereinzelt submediterranen Arten (*Cornus mas*, möglicherweise *Quercus pubescens*) vor allem atlantische Arten vorkommen, wie *Ilex aquifolium* und *Myrica gale*, der Gagelstrauch. Der Dreilappige oder Burgenahorn (*Acer monspessulanum*) hat eine subozeanische Verbreitung, seine östlichsten Standorte hat er im Maingebiet (MAI 1988). Als weiteres wichtiges Element in den humiden Wäldern trat der Hirschzungenfarn (*Phyllitis scolopendrium*) auf (auch MÄGDEFRAU 1956, SENFT 1861), der heute als boreales-zirkumpolares Element weitgehend in Mitteleuropa fehlt. Er kommt z.B. in einem rezenten Travertinbildungsgebiet am Albrauf bei Urach vor. Auch im pleistozänen, wahrscheinlich mittelpleistozänen oder eemzeitlichen Travertin von Mühlhausen wurde er gefunden (MÄGDEFRAU 1956). Sonst kommen zahlreiche Arten der thermophilen Eichenmischwälder vor.

Verglichen mit den mittelpleistozänen Warmzeiten fällt ein gewisser Rückgang an exotischen Elementen auf. Insgesamt ergibt sich ein mehr atlantischer Charakter von Flora wie Klima der Eemwarmzeit. Wichtig ist auch, dass das Vorkommen solcher Elemente, wie des Stechhülens- und des Gagelstrauches, beide vorwiegend oder nur im Küstenbereich Westeuropas verbreitet, hier im Kernbereich des Mitteldeutschen Trockengebietes vorkommen. Daraus geht der atlantische Charakter des Klimaoptimums der Eemwarmzeit im Gegensatz zu den vorangegangenen Interglazialen noch deutlicher hervor.

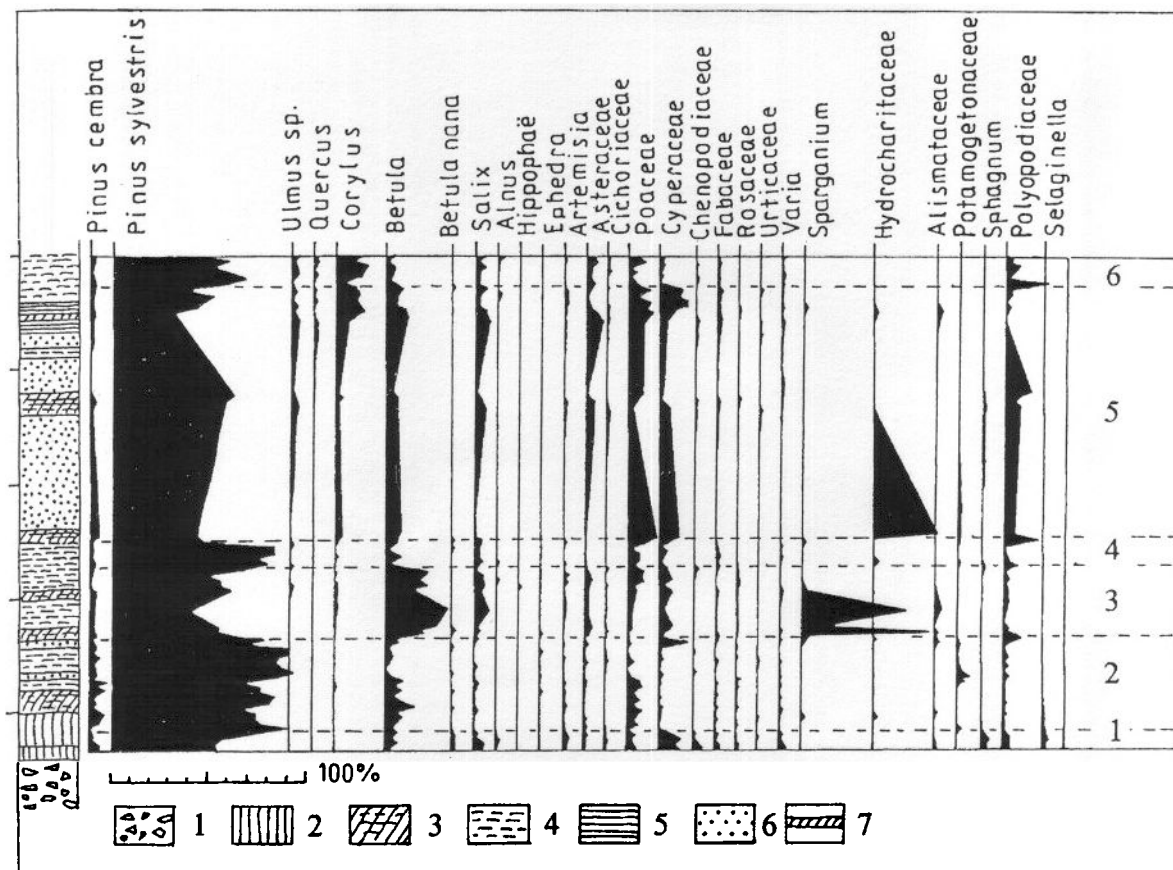
Travertin von Weimar

Aus diesem Travertin stammen einige Pflanzenreste, die im Wesentlichen für eine boreale Klimaphase sprechen, in der die Travertine gebildet wurden (MAI 1984, SCHLECHTENDAHL 1902, VENT 1955). Es handelt sich um *Pinus sylvestris* (vor allem Abdrücke von Zapfen), *Picea abies*, *Corylus avellana*, *Betula* sp., *Salix cinerea* und als einzige exotische Art *Thuja thuringiaca* V. SCHLECHTENDAHL em. VENT, deren naher Verwandter, *Thuja occidentalis*, heute ein submeridional montanes bis boreales (subozeanisches) Areal in Nordamerika hat (nach unserer Kenntnis wurde *Thuja thuringiaca* nur im Travertin von Weimar nachgewiesen, nicht von Ehringsdorf, wie das bei STEBISCH & SCHNEIDER 2002: 129 nachzulesen ist). Die thermophilen Arten *Quercus* cf. *robur* und *Tilia* cf. *cordata* sowie *Colchicum* ? stammen aus Travertinen, die eher während des klimatischen Optimums der Warmzeit gebildet wurden. In diesen Bereich gehört auch die *Helicigona banatica*-Fauna, die auch im Weimarer Travertin horizontbeständig vorkommt.

7.4 Das Holozän

Auch in holozänen Travertinen kommen Blätterhorizonte vor (z.B. Pennickental, Plinz), doch wurden bisher kaum eingehende stratigraphisch orientierte Untersuchungen angestellt. Im Allgemeinen ordnen sich die spärlichen Beobachtungen und Untersuchungen der bekannten Vegetationsgeschichte des Holozäns unter. Mitunter sind die Travertine mit organogenen Ablagerungen verknüpft, so dass auch Pollenanalysen möglich sind. Im Falle von Plinz (Altenbergaer Grund) wurden diese durchgeführt (KREMENETZKI, unveröff.). Hier handelt es sich um frühholozäne Torfe und Torfmudden, die aus der spätglazialen Folge von Hangschutten, Kalkmergeln und Lockertravertinen hervorgehen. Aus den Mergeln der Jüngeren Dryaszeit und diesen Torfen stammen Hölzer und Rinden von Birken und Kiefern sowie Kiefernzapfen (*Pinus sylvestris*).

Die Pollenanalysen von KREMENETZKI (Abb. 33) ergaben für das ausgehende Spätglazial eine waldarme Birken-Kiefernzeit. Neben Baumbirken kam noch die Zwergbirke (*Betula nana*) vor, auch die Weidenpollen stammen wohl noch hauptsächlich von Zwergsträuchern. Wacholder, Sanddorn, Gramineen, *Artemisia*, Chenopodiaceen und zahlreiche andere Krautpflanzen sprechen für große Teile offener Landschaft. Im Moosrasen wuchsen der Sonnentau (*Drosera* sp.) und der Moosfarn (*Selaginella selaginoides*). Wichtig ist der Nachweis der alpin-borealen Zirbelkiefer (*Pinus cembra*).



- | | | | |
|------|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | Hangschutt und Bachschotter | 2 | mergeliger Schluff, humos, anmoorig |
| 3, 4 | Moos- und Gräsertorfe | 5 | humose Torfe |
| | | 6 | Lockertravertin |
| | | 7 | toniger Mergel |
-
- | | | | |
|-----------|---|------|-------------|
| Phasen: 1 | Jüngere Dryaszeit | 2 | Präboreal a |
| 3 | Präboreal b = Friesenschwankung (Jüngste Dryaszeit) | 4 | Präboreal c |
| | | 5, 6 | Boreal |

Abb. 33: Altenbergaer Grund bei Kahla, Plinzmühle. Pollensequenz aus dem unteren Teil der holozänen Travertinfolge (umgezeichnet nach KREMENETZKI). Höhenmaßstab in m.

Im Präboreal nahm die Bewaldungsdichte zu (Kiefern-Birkenzeit). Höhere Anteile von Gramineen und Kräutern (*Artemisia*, *Chenopodiaceen*) sprechen für große offene Wiesenfluren, mit denen die Wälder durchsetzt waren. Wacholder – ebenfalls auf offenen Flächen, z.B. an den Karsthängen – ist noch häufig. *Ephedra* kommt vor. *Pinus cembra* ist neben *Pinus sylvestris* an der Zusammensetzung der Wälder beteiligt. Der boreale Fieberklee (*Menyanthes trifolium*) ist nachgewiesen. Vereinzelt treten jetzt wärmeliebende Gehölzarten auf: *Corylus*, *Quercus* und *Ulmus*. Im jüngeren Präboreal nehmen die Travertineinlagerungen an Mächtigkeit zu. Kiefern (*P. sylvestris*) herrschen vor (Kiefernzeit). Birken und Zirbelkiefern werden mehr und mehr verdrängt. Hasel, Ulme und Eiche nehmen zu. Das ältere und jüngere Präboreal werden von einem deutlichen Birkenvorstoß sowie Rückgang der Kiefer und Bewaldungsdichte unterbrochen. Hier gelang es KREMENETZKI, auch in Verbindung mit den Molluskenfaunen (D. MANIA, unveröff.), die Friesenschwankung (Jüngste Dryaszeit, vgl. BEHRE 1978) nachzuweisen. In Strukturtravertinen, die den organogenen Ablagerungen eingelagert sind, treten Blattabdrücke von *Populus tremula* auf.

Die organogenen Sedimente des Profils enden im Boreal (vgl. auch C^{14} -Daten, Kap. 6 und Abb. 26). Einem frühen Boreal (Kiefern-Haselzeit) folgt das mittlere Boreal (Beginn der Kiefern-Hasel-Eichenzeit). Kiefernwälder herrschen in der Umgebung noch vor. Die Birke ist auf 10 % Gesamtpollen abgesunken, die Hasel breitet sich mehr und mehr aus, zunächst erreicht sie 20 %, dann >30 % der Pollendichte. Die Eiche hat im mittleren Boreal 5 %, *Alnus* tritt auf.

Die Blätter und Nadeln führenden Strukturtravertine des Pennicketales schließen hier an. Nachgewiesen wurden in pauschalen Aufsammlungen von Blattabdrücken *Salix* sp., *Pinus sylvestris*, *Betula* sp., *Populus tremula*. Höher in der Abfolge kommen *Corylus avellana*, *Quercus robur*, *Quercus petraea* und *Ulmus* dazu. In noch höheren Abschnitten tritt die Linde auf (*Tilia cordata*). Hier ist bereits mit dem frühen Atlantikum zu rechnen. Dieses wird dann nicht nur durch die Arten des Eichenmischwaldes, sondern vor allem durch das

Auftreten der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) gekennzeichnet. Vom mittleren Boreal an ist der Hirschzungenfarn (*Phyllitis scolopendrium*) vertreten (MÄGDEFRAU 1956).

Im höheren Randbereich des holozänen Travertinkomplexes von Ammern am Hainich wurde in einem mürben, offenbar holozänen Kalktuff die balkano-kolchische Art Feuerdorn (*Pyracantha coccinea*) nachgewiesen (Hinweis von LINDNER, Mühlhausen). Hier hätten wir für das Klimaoptimum des Holozäns eine Andeutung älterer interglazialer Verhältnisse. Es darf nicht übersehen werden, dass auch heute infolge der Klimagunst des Mitteldeutschen Trockengebietes submediterrane Arten vorkommen.

Im Übrigen ist die holozäne Vegetationsgeschichte genügend durch Pollenanalysen an Mooren und Seeablagerungen bekannt geworden. Unsere Hinweise zeigen, dass entsprechende Sukzessionsabschnitte auch in den Travertinabfolgen nachgewiesen werden können. Doch haben ihre Großreste noch zusätzliche Bedeutung für die Erschließung von Standortverhältnissen.

8 Zur Faunengeschichte der Travertine

8.1 Die Molluskenfaunen

Nach ersten Untersuchungen pleistozäner Travertine (HOCKER 1898, 1907, WEISS 1894, 1896, 1897, WOHLSTADT 1919, 1920, WOLTERSTORFF 1896, WÜST 1901, 1910, ZEISSLER 1958, 1962) wurde ab 1965 im großen Umfange systematisch die quartäre Molluskenfauna des mittleren Elbe-Saalegebietes untersucht (MANIA 1973). Dabei fanden vor allem die Travertine Berücksichtigung (MANIA 1974, 1975, 1977, 1978, 1980, 1983, 1984 b, 1991, 1993, 1995, MANIA & STEINER 1975, MANIA & MAI 2001). Es stellte sich heraus, dass parallel zur Vegetationsgeschichte auch typische Molluskenfaunen ausgebildet sind und in ihrer Bindung an Klima- und Vegetationsentwicklung gleichartige Sukzessionen durchlaufen. Auch im allgemeinen Ablauf des Quartärs zeigen sie Besonderheiten, die gewisse stratigraphische Bedeutung haben. So unterscheiden sich die Molluskenfaunen der Interglaziale des Holsteinkomplexes, der Intrasaalewarmzeit, der Eemwarmzeit und des Holozäns in ihrer speziellen Zusammensetzung und im Auftreten bestimmter Arten. Vertikal untersuchte Abfolgen von Travertinen ergaben Sukzessionen von Molluskenfaunen oder Ausschnitte davon. Dort, wo keine Pollenanalysen möglich sind und zu wenig oder keine pflanzlichen Makroreste zur Verfügung stehen, haben sich Molluskenfaunen als verlässliches Mittel erwiesen, die klimatische und ökologische Entwicklung zu rekonstruieren und damit auch die Abfolgen feinstratigraphisch zu gliedern.

Wir benutzen in Bezug auf die Taxonomie der Mollusken die Nomenklatur von LOZEK (1964, MANIA 1973), damit Vergleiche mit der älteren Literatur leichter fallen (moderne Taxonomie: KERNEY et al. 1983). Die Darstellung der quartären Molluskenfaunen Thüringens durch MEYRICK 2002, die auf der Auswertung von Publikationen beruht, entspricht nicht unseren Kenntnissen, beschreibt auch z.T. die Daten nicht richtig, charakterisiert nur unbefriedigend die sog. Leitfaunen (z.B. der Faunen von Bilzingsleben, s. dort S. 154-156), so dass hier nicht weiter darauf eingegangen werden soll.

Folgende Leitfaunen lassen sich für die optimal entwickelten Klimaphasen der Warmzeiten und des Holozäns im mittleren Elbe-Saalegebiet feststellen:

8.1.1 Mittelpleistozäne *Banatica*-Faunen

In den Warmzeiten des Holsteinkomplexes kommen nach der pleistozänen Leitart so bezeichnete *Helicigona banatica*-Faunen in einer besonderen Ausprägung vor. Die Leitart tritt in der Regel mit zwei anderen Arten auf, die hier Leitartcharakter haben: mit der anschließend ausgestorbenen *Acicula diluviana* und mit *Azeca menkeana* (= *Azeca goudalli*). Es handelt sich um sehr artenreiche „*Helicigona banatica* - *Acicula diluviana* - *Azeca menkeana*-Assoziationen“ (MANIA 1973), die in Bilzingsleben I, II, Schöningen II-1, Brüheim, Osterode/Fallstein, Schwanebeck am Huy, Neumark-Süd und in Seebach nachgewiesen wurden. Die Faunen haben den höchsten Anteil an Arten (150 Arten, ohne Genus *Pisidium*), die höchste absolute wie durchschnittliche Artendichte am Standort (105 und 60 Arten), den höchsten Anteil an Waldarten (55) und exotischen Arten (28). Drei ausgestorbene Arten kommen vor.

Spezifische Begleitfaunen des Holsteinkomplexes sind die Flussfaunen vom Typus der *Theodoxus serratilineiformis*-Fauna (Bilzingsleben I) und der *Corbicula fluminalis*-Fauna (Bilzingsleben II, Seebach).

Die Faunen sind teils submediterran, teils subozeanisch und mitunter auch subkontinental (Bilzingsleben II, Reinsdorf-Warmzeit) beeinflusst. Eine ähnliche Charakteristik haben Vegetation und Klima.

Der Grundbestand dieser Faunen setzt sich aus den Arten rezenter mitteleuropäischer Faunen zusammen. Ihren besonderen Charakter erhalten sie durch die ausgestorbenen und die exotischen Arten. In dieser Zusammensetzung kommen sie nur in den Warmzeiten des Holsteinkomplexes vor. Die charakteristischen Arten sind folgende:

Ausgestorbene Arten: *Acicula diluviana* (Waldart), *Theodoxus serratilineiformis* (Art des fließenden Wassers, Abb. 12) und die forma *germanica* der Quellschnecke *Paladilhia (Belgrandia) marginata*.

Südost- und südeuropäische Arten, die im mittleren Elbe-Saalegebiet nur in diesen Faunen vorkommen: *Mastus bielzi* (ostkarpatisch), *Iphigena latestriata* (karpatisch-baltisch), *Iphigena tumida* (karp.), *Fusulus interruptus* (südostalpin), *Pseudalinda turgida* (karp.), *Cochlodina costata* (=brueheimensis, HOCKER 1907)(ostalpin). Das sind vorwiegend Waldarten. Dazu kommen noch die Arten fließenden Wassers *Valvata naticina* (pontisch-balt.) und *Corbicula fluminalis* (vorder- und zentralasiatisch, Abb. 15).

Südost- und südeuropäische Arten, die allgemein in der *Helicigona banatica*-Fauna vorkommen sind die Waldarten *Helicigona banatica* (südkarp., Abb. 34), *Pagodulina pagodula* (alpin, Abb. 36), *Discus perspectivus* (balkanisch-karp.-ostalpin, Abb. 37), *Aegopis verticillus* (balk.-ostalpin, Abb. 38), *Iphigena densestriata* (ostalpin). Dazu gesellen sich die Steppenarten *Cepaea vindobonensis* (pont.-pannonisch), *Truncatellina claustralis* (mediterran/meridional), *Truncatellina strobili* (mediterran-südalpin).

Auf diese exotischen Elemente trifft in den mittelpleistozänen Warmzeitfaunen die westeuropäische Art *Azeca menkeana* (Abb. 38).

Diese mittelpleistozänen Waldfaunen sind eng mit besonderen submediterran und/oder subkontinental geprägten Interglazialfloraen verknüpft, so mit dem *Buxo-Quercetum* und *Buxo-Syringetum* (Bilzingsleben II, III), den submediterranen Eichenwäldern, besonders den *Quercetalia pubescenti-petraeae* (Neumark-Süd, andeutungsweise Brüheim, Bilzingsleben I) sowie Eichen-Hainbuchenwäldern (Carpineten) mit zahlreichen submediterranen Arten (Neumark-Süd, Bilzingsleben II).

8.1.2 Jungpleistozäne *Banatica*-Faunen

Helicigona banatica-Faunen kennzeichnen die klimatischen Optima der Travertinfolgen von Taubach, Weimar und Burgtonna. Ihnen fehlen einige charakteristische Elemente der mittelpleistozänen Molluskenfaunen. *Acicula diluviana*, *Corbicula fluminalis*, *Theodoxus serratiliformis* und *Azeca menkeana* treten nicht mehr auf. Das gilt auch für eine ganze Reihe südost- und südeuropäischer Arten, die oben angeführt wurden. Im Wesentlichen kommen jene exotischen Elemente vor, die als allgemeine Arten der *Banatica*-Fauna genannt wurden.

Insgesamt wurden 137 Arten (ohne Genus *Pisidium*) nachgewiesen. Die höchste Artendichte am Standort betrug 85 Arten, die durchschnittliche Artendichte 50 Arten. Insgesamt treten 50 Waldarten auf, an Exoten wurden 17 Arten nachgewiesen. Eine besondere Form (die Quellschnecke *Paladilhia/Belgrandia/ marginata* forma *germanica*) ist nach dem Eem ausgestorben.

Diese Fauna ist mit ozeanisch beeinflussten artenreichen thermophilen Eichenmischwäldern (andeutungsweise vom Typus der *Quercetalia pubescenti-petraeae*) verknüpft. In diesen kommen neben submediterranen Elementen vor allem ozeanische und subozeanische Elemente vor (*Ilex aquifolium*, *Myrica gale*, *Acer monspessulanum*).

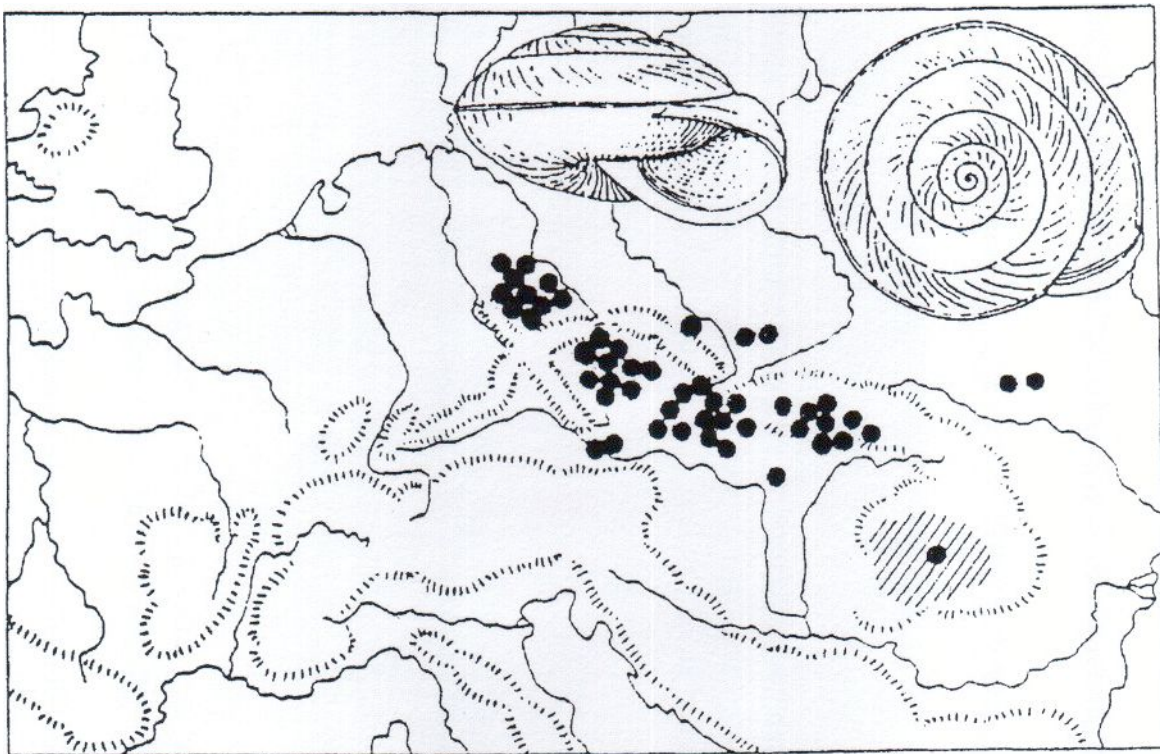


Abb. 34: Verbreitung von *Helicigona banatica* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).

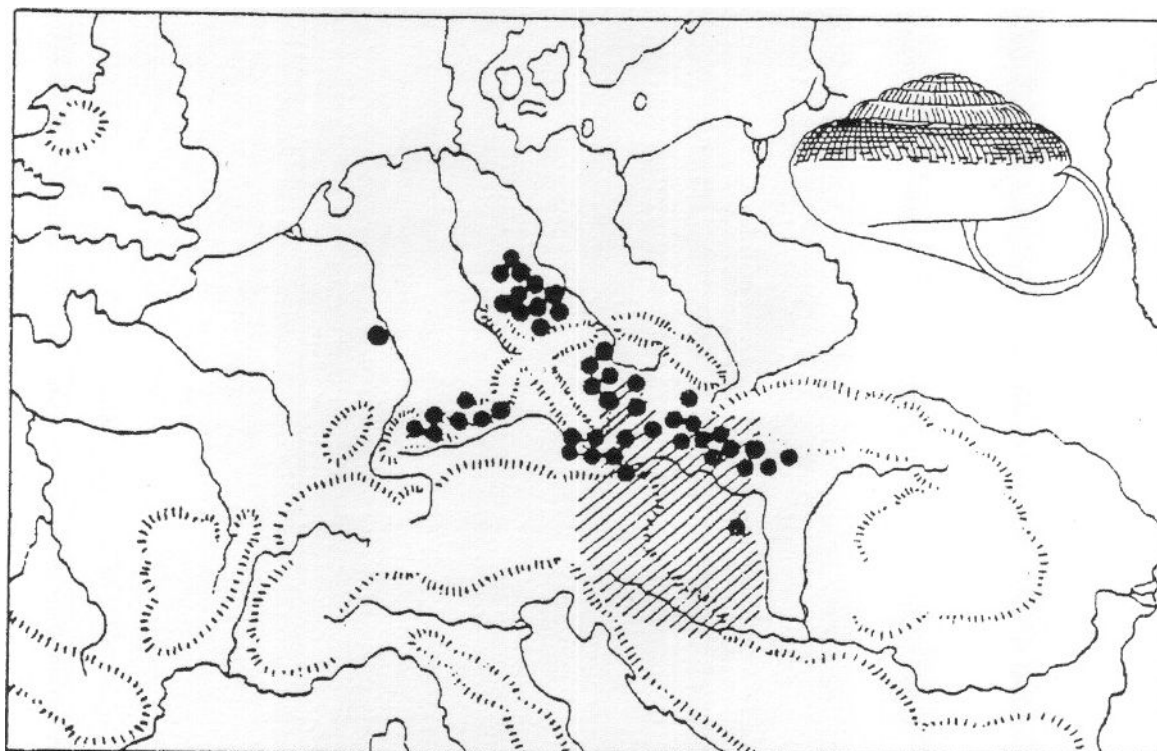


Abb. 35: Verbreitung von *Aegopsis verticillus* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).

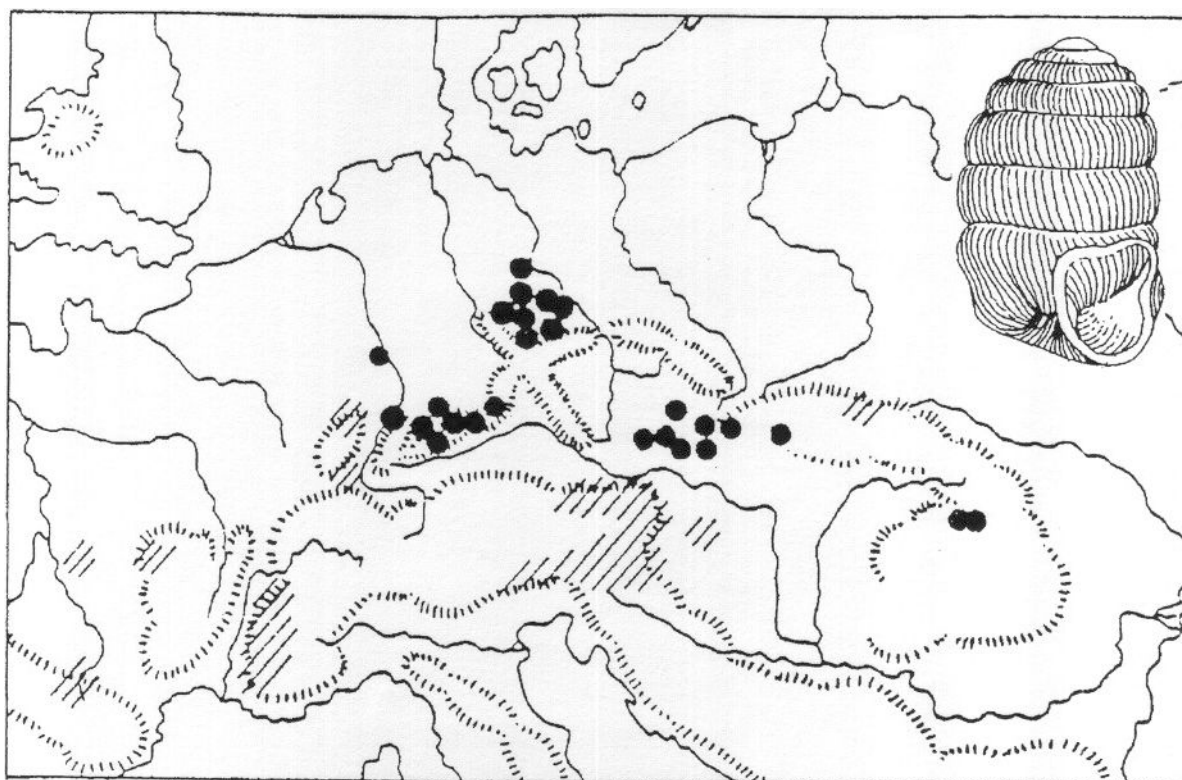


Abb. 36: Verbreitung von *Pagodulina pagodula* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).

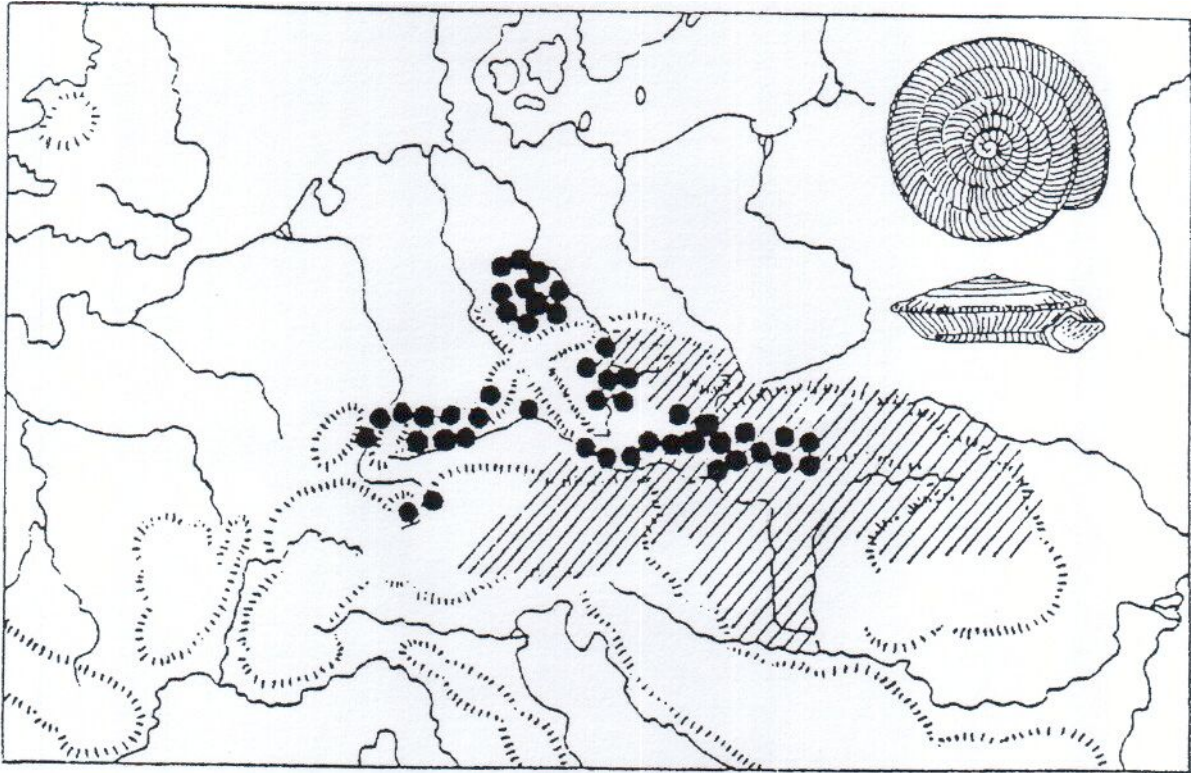


Abb. 37: Verbreitung von *Discus perspectivus* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).

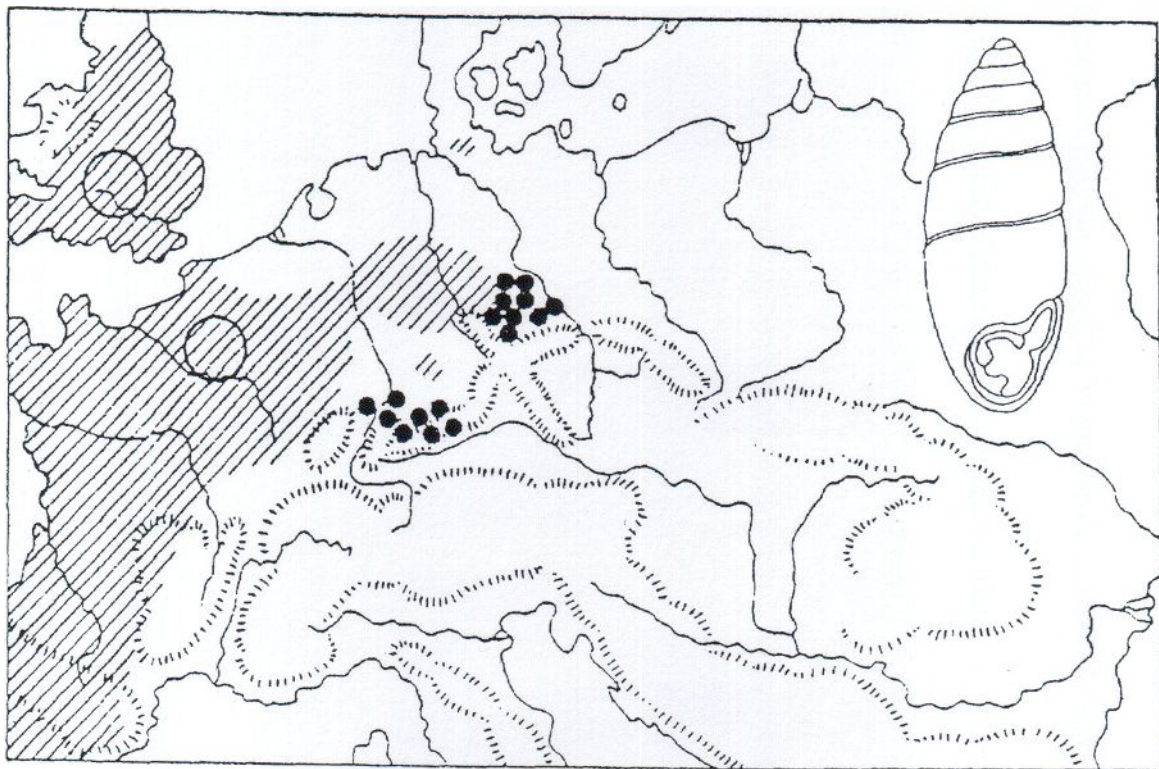


Abb. 38: Verbreitung von *Azcca menkeana* rezent (schraffiert) und im Pleistozän (Punkte).

8.1.3 Subkontinentale Warmzeitfaunen des späten Mittelpleistozäns

Der Saalekomplex des späten Mittelpleistozäns ist dadurch gekennzeichnet, dass er hin und wieder mit einer oder sogar zwei Warmzeiten untergliedert wird (z.B. ERD 1973, 1978, CEPEK 1986), um dann diese Gliederung wieder zu verwerfen und die Warmzeiten als eemzeitlich einzustufen (EISSMANN 1990, EISSMANN & LITT 1994, LITT 1994). Inzwischen hat sich allgemein die Auffassung eingebürgert, dass die Saalezeit ungeachtet der großen Inlandeisvorstöße eine nur kurze und ungegliederte Phase gewesen sei. Sie wird dem Oxygen-Isotopic-Stage 8 und der Zeit zwischen 180 000 und 130 000 zugewiesen. Im Gegensatz dazu existieren Abfolgen im mittleren Elbe-Saalegebiet, die eine Untergliederung der Saalezeit beweisen, wie z.B. die Deckschichtenfolge der *Corbicula*-Terrasse der Saale bei Bad Kösen-Lengefeld mit einem interglazialen Boden, einer Parabraunerde (Langenbogener Boden), zwischen drenthe- und warthezeitlichen glazialen und periglazialen Horizonten (MANIA & ALTERMANN 1970, 2001) oder die interglazialen Beckenablagerungen zwischen der saalezeitlichen Grundmoräne im Liegenden und zwei Kaltzeit-Warmzeit-Zyklen im Hangenden von Neumark-Nord im Geiseltal (MANIA 1990a, 1997a, 2000, MANIA & MAI 2001). Die Travertine von Ehringsdorf weisen wir der selben Zeit zu (siehe oben), nicht zuletzt auch wegen ihrer Mollusken- und Vertebratenfaunen, die sich nicht mit eemzeitlichen Faunen in ihrer Zusammensetzung oder in ihrem phylogenetischen Entwicklungszustand gleichsetzen lassen.

Die Molluskenfaunen und die Floren des interglazialen Optimums aus den genannten Warmzeitvorkommen sind durch einen starken subkontinentalen Klimaeinfluss geprägt. Die dadurch bedingte Zusammensetzung der Gesellschaften lässt sich nicht allein mit den Verhältnissen im Mitteldeutschen Trockengebiet erklären, sondern nur mit dem besonderen Klimacharakter einer Warmzeit, die älter sein muss als das Eem und nach den benannten Abfolgen stratigraphisch als intrasaalezeitliche Warmzeit angesprochen wird. Auch die Travertine von Ehringsdorf gehören in einen solchen Bereich. Um den Problemen einer Diskussion über diese Gliederung zu entgehen, ist es aber auch nicht möglich, die Travertine von Ehringsdorf als Beweis für eine – sogar in sich gegliederte – Warmzeit anzusehen, die dem Eem sensu stricto unmittelbar vorausgeht, denn für einen eemzeitlichen Warmzeitenkomplex gibt es bisher keine Beweise. Auch gibt es keine Hinweise, sie gar in eine präsaalezeitliche Warmzeit zu stellen. Dagegen sprechen auch die oben angeführten radiometrischen und ESR-Datierungen. Was also tun mit all den Beweisen für ein höheres Alter als Eem?

Die Molluskenfaunen der genannten Warmzeitvorkommen einschließlich der Travertine von Ehringsdorf und Bilzingsleben IV sind weder holsteinzeitliche noch jungpleistozäne Warmzeitfaunen, noch gleichen sie den Molluskenfaunen des holozänen Klimaoptimums. Am besten sind sie noch mit den Molluskenfaunen des Spät-holozäns, besonders des Subrezent zu vergleichen. Diese Faunen sind durch anthropogene Eingriffe gekennzeichnet, die die Verhältnisse einer interglazialen Waldlandschaft durch Entwaldung und landwirtschaftliche Nutzung zu Waldsteppen, Steppen und lichten Trockenwäldern verändert und ausgetrocknet haben – zu Verhältnissen also, die allgemein für Interglaziale untypisch sind. Entsprechend besteht die Gesamtfaua teils aus einer verarmten Waldkomponente, der die exotischen Elemente weitgehend fehlen und teils aus einer Komponente der offenen Landschaft und speziell der warmen Steppen mit Arten, die für ein Interglazial weniger typisch sind als für kontinentale Waldsteppen- und Wiesensteppenphasen der frühglazialen Abschnitte. Es handelt sich um subkontinentale Molluskenfaunen, die wir in diesem intrasaalezeitlichen Interglazial vorfinden. Der starke kontinentale Klimaeinfluss im sonst warm gemäßigten Klima dieses Interglazials hat auch weltweit nicht zu jenem optimalen Gletscherrückzug geführt, wie in warm-humiden Interglazialen, so dass eine Transgression des Weltmeeres über den heutigen Meeresspiegel hinaus nicht stattgefunden hat und somit dieses Interglazial nicht mit einer solchen nachgewiesen werden kann.

Die Molluskenfauna der Travertine von Ehringsdorf umfasst 81 Arten (ohne Genus *Pisidium*). Insgesamt wurden bisher in den intrasaalezeitlichen Warmzeitabfolgen 110 Arten nachgewiesen. Die höchste Artendichte am Standort der Einbettung beträgt 70 Arten, die durchschnittliche Artendichte am Standort 45 Arten, für Ehringsdorf wie auch insgesamt. 27 Waldarten kommen im Ehringsdorfer Travertin vor (32 insgesamt in dieser Warmzeit). Exoten sind selten. Auffällig ist für diese Warmzeitabfolgen, dass *Helicigona banatica* absolut und einige ihrer Begleitarten grundsätzlich fehlen. Die Waldfauna kann als eine durchschnittliche mitteleuropäische Fauna eingeordnet werden, die nach ihren konstant auftretenden, allgemein mitteleuropäischen Arten (Abb. 39) als *Helicodonta obvoluta*-*Cochlodina laminata* – Fauna bezeichnet wird. Sie ist typisch für das Holozän und heutige Verhältnisse. Daher enthält sie auch überwiegend europäische und mitteleuropäische Arten. Exoten sind selten. In der Ehringsdorfer Waldkomponente tritt keine exotische Art auf. Das trifft auch für andere intrasaalezeitliche Vorkommen zu, wie Neumark-Nord. Immerhin wurden in der Fauna des Travertins Bilzingsleben IV *Aegopsis verticillus* (balkan.-ostalpin) und in den Hangsedimenten des Langenbogener Bodens von Lengefeld/Bad Kösen *Pagodulina pagodula* (alpin) und *Iphigena densistriata* (ostalpin) nachgewiesen. Aber Leitarten für die Gesamtfaua wie in der *Banatica*-Fauna sind sie wahrscheinlich nicht. Dasselbe gilt für Arten, die auch heute im mittleren Elbe-Saalegebiet auftreten, aber ihre hauptsächlichen Areale in Süd- und Südosteuropa haben, wie *Orcula doliolum*, *Vitrea subrimata* und *Vitrea diaphana*. Neben ausschließlich an Wald gebundenen Arten sind in diesen Faunen besonders jene Waldarten häufig, die auch in lichten trockenen Wäldern, in Gebüschbeständen, im halboffenen Waldrand-Habitat oder auch in den Gehölzen der Waldsteppen vorkommen, wie die

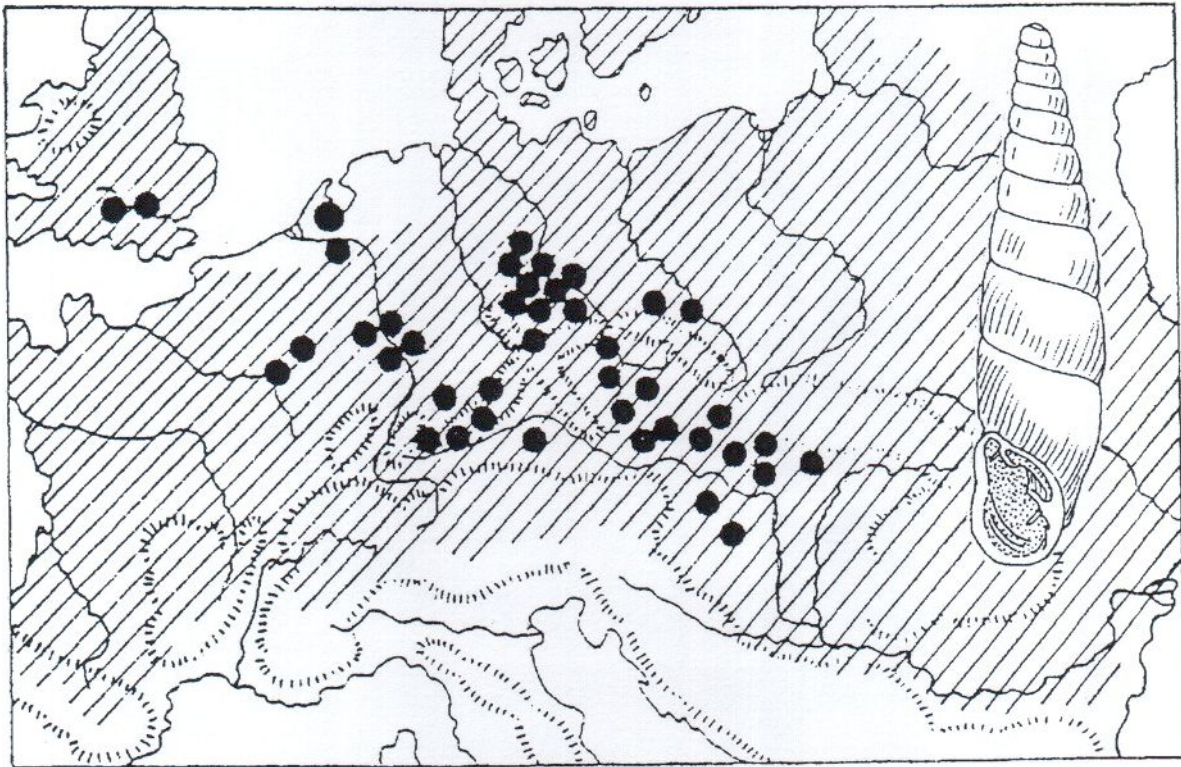


Abb. 39: Verbreitung von *Cochlodina laminata* rezent (schraffiert) und im Pleistozän Mitteleuropas (Punkte).

thermophilen Arten *Helix pomatia*, *Cepaea hortensis*, *Cepaea nemoralis* und *Discus rotundatus* oder die weniger anspruchsvolle *Bradybaena fruticum*.

Insgesamt treten in der Fauna der intrasäulezeitlichen Warmzeitabfolgen 15 Arten der offenen Landschaft auf, davon allein acht Steppenarten: das sind *Cepaea vindobonensis* (pont.-pannon.), *Truncatellina strobili* (mediterran-südalpin), *Tr. claustralis* (mediterran-südalpin), *Tr. costulata* (sarmat.), *Chondrula tridens* (pont.-meridional/osteurop., Abb. 40), *Helicopsis striata* (mitteleurop.), *Abida frumentum* (südalpin-meridional), *Pupilla triplicata* (meridional) und *P. sterri* (meridional-eurasiatisch). Sie kommen alle auf trockenen bis sehr trockenen Standorten mit grasigem bis schuttreichem Habitus, selten auch an gebüschreichen Standorten oder in lichten trockenen Wäldern (*C. vindobonensis*) vor; einige sind typische Arten der Wiesensteppen (*Ch. tridens*, *H. striata*, *Pupilla*-Arten); *Truncatellina claustralis* ist heute typisch für *Artemisia*- und *Helianthemum*-Bestände von Steppenwiesen und Felsensteppen. Sie sind im Allgemeinen an warme bis sehr warme offene Landschaften gebunden, was auch ihre heutigen Areale zeigen. Einige sind exotische Arten: *C. vindobonensis*, *Tr. strobili*, *Tr. claustralis*. Diese Steppenarten erreichen gemeinsam mit den übrigen Offenlandarten 32 % der Häufigkeit neben 68 % Waldarten. Am Standort können sie nach Individuen sogar bis über 75 % der Häufigkeit in der Gesamtfaua erreichen. Diese Verhältnisse sind ungewöhnlich für das klimatische Optimum eines mitteleuropäischen Interglazials. Sie deuten auf den subkontinentalen Einfluss in Klima und Vegetation. Wie schon oben gezeigt wurde, kommen in dieser neben mediterranen Arten zahlreiche subkontinentale, südosteuropäische bis westasiatische Gehölz- und Krautpflanzen vor, wie z.B. in der Flora des Ökosystems am Seebecken von Neumark-Nord (MAI 1990a, 2000) und auch andeutungsweise in den Travertinen von Ehringsdorf. Hier sind es die trockenen lichten *Quercetalia pubescenti-petraeae* und Syringeten, dort der *Acer tataricum*-Eichen-Steppenwald, alle diese Verbände in Verbindung mit offenen Standorten, überwiegend Wiesensteppen (z.B. *Astragalo-Stipion* und Sandsteppenwiesen von Neumark-Nord, Karsthänge und Felsensteppen von Lengefeld/Bad Kösen, Steppenheiden von Ehringsdorf). Diese verschiedenen Pflanzengemeinschaften waren auch die Habitate der eigenartig zusammengesetzten Molluskenfaunen.

Für den Oberen Travertin von Ehringsdorf ist interessant, dass trotz Zunahme offener Landschaftstypen in der thermophilen Vegetation die Waldart *Azeca menkeana* erscheint. Wie der Flieder *Syringa josikaea* ist das offenbar ein Charakteristikum der mittelpleistozänen Warmzeiten, während beide Arten in der Eemwarmzeit grundsätzlich fehlen.

Wie in der Waldfauna, so kommen auch in den übrigen ökologischen Gruppen der Molluskenfaunen der intrasäulezeitlichen Warmzeit einige Arten nicht vor, wie die Quellschnecke *Belgrandia germanica* oder nicht

mehr vor, wie *Cochlodina costata*, *Valvata naticina*, *Corbicula fluminalis*, *Theodoxus serratilineiformis*. In den Ehringsdorfer Travertinen wurde trotz intensivster Untersuchungen bisher kein einziges Exemplar der kleinen *Belgrandia germanica* entdeckt, während sie im nur 1 km weit benachbarten eemzeitlichen Travertin von Taubach in riesigen Mengen vorkommt. Aus diesem Grund können die beiden Travertine nicht synchron sein. Auch das ist für uns noch ein zusätzliches stratigraphisches Indiz.

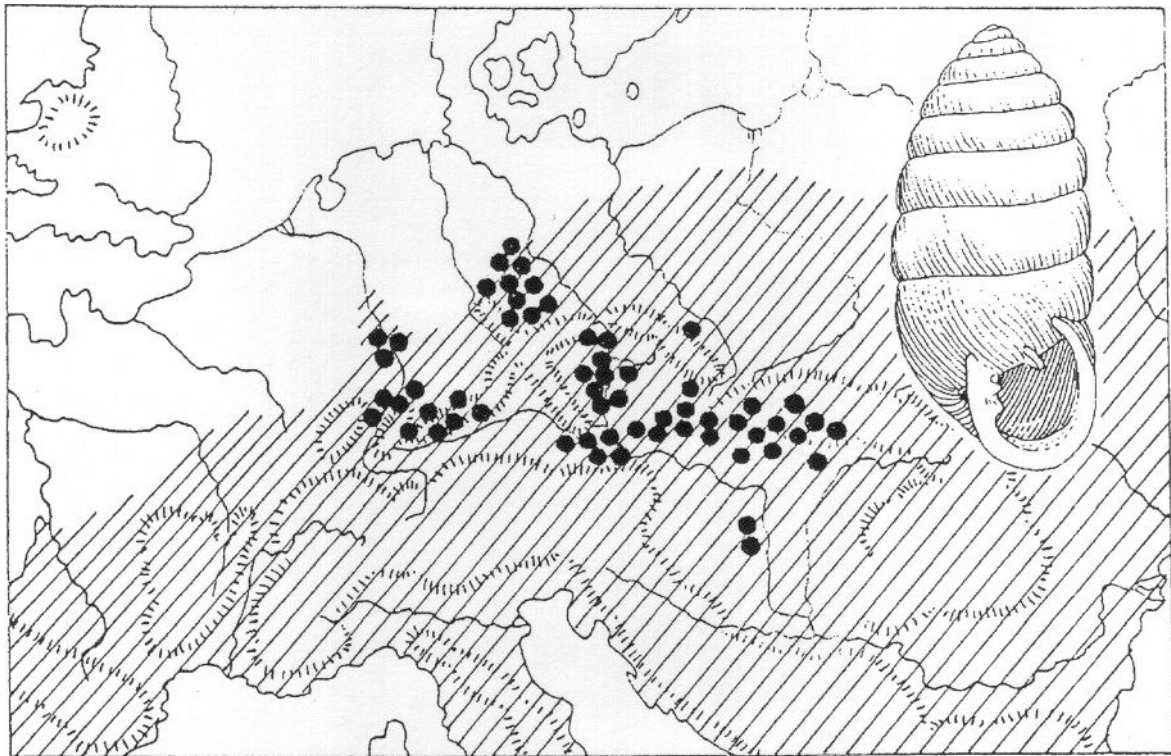


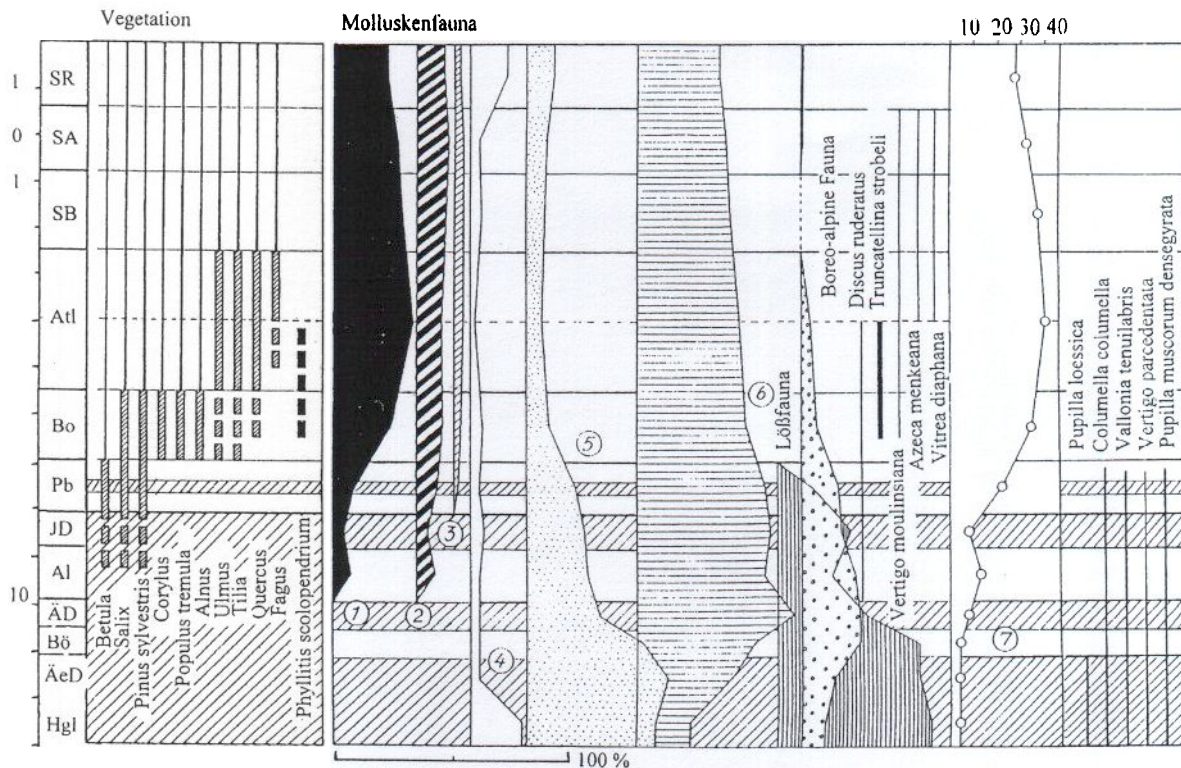
Abb. 40: Verbreitung von *Chondrula tridens* rezent (schraffiert) und im Pleistozän Mitteleuropas (Punkte).

8.1.4 *Helicodonta obvoluta* - *Cochlodina laminata* - Fauna des Holozäns

Aus zahlreichen Travertinen Thüringens und des Harzvorlandes wurden Molluskenfaunen ausgeschlämmt und untersucht. Einschließlich anderer Sedimentabfolgen (Hangschutte, Sumpf-, Fluss- und Beckenablagerungen) ergaben diese Untersuchungen (MANIA 1973) den Nachweis von 136 Arten (ohne Pisidien). Allein 12 Arten – das sind vor allem südosteuropäische wärmeliebende Steppenarten – sind erst in der Zeit des Jungholozäns eingewandert. Sie wurden bisher nie in pleistozänen Ablagerungen des Arbeitsgebietes nachgewiesen. Sie besiedelten allmählich die Kulturlandschaft, die sich seit dem Neolithikum durch künstliche Eingriffe herausgebildet hat, besonders infolge flächendeckender Entwaldung und Bewirtschaftung der freigewordenen Flächen. Dadurch entstanden Verhältnisse wie in den warmen Steppengebieten Südosteuropas. Als höchste Artendichte am Standort wurden 40 Arten ermittelt, als durchschnittliche Artendichte 25 Arten. Insgesamt wurden 40 Waldarten nachgewiesen. Aus diesen Daten ergibt sich ein Entwicklungsstand, der im Vergleich mit den jung- und mittelpleistozänen Faunen den geringsten Grad besitzt.

Im allgemeinen stellen die holozänen Molluskenfaunen „allgemeine mitteleuropäische Faunen“ dar (MANIA 1973). Für die wärmeren Abschnitte der Warmzeit bezeichnen wir sie nach zwei konstant in zahlreichen Assoziationen auftretenden Waldarten „*Helicodonta obvoluta*-*Cochlodina laminata*-Fauna“ (Abb. 39). Wir kennen sie z.B. aus den Travertinen des Pennickentales und Mühltales bei Jena, des Altenbergaer Grundes bei Kahla, der Ilme bei Dienstädt nahe Orlamünde, von Schaala bei Rudolstadt, von Ammern bei Mühlhausen, von weiteren Travertinen des Eichsfeldes und des Eskaborner Berges bei Tilkerode im Unterharz (Abb. 41 und 42). Ausgesprochene Exoten kommen in dieser Fauna nicht mehr vor. Nachdem sie sich im Laufe der Bewaldung, vor allem der borealen Kiefern-Eichen- und Kiefern-Eichen-Haselwälder herausgebildet hat, gesellen sich während des atlantischen Klimaoptimums auch Arten zu ihr, die heute vorwiegend in den wärmeren Gebieten Süd- und Südosteuropas verbreitet und heute im mittleren Elbe-Saalegebiet bereits weniger häufig sind (*Vitrea subrimata*, *Vitrea diaphana*, *Daudebardia rufa*, *Orcula doliolum*). Ab Ende Subboreal sind sie im Rückgang

begriffen. Dasselbe gilt auch für die atlantisch-meridionale thermophile Sumpfschnecke *Vertigo moulinsiana*. Zuletzt wurde sie in travertinsandhaltigen Sedimenten der Geisel aus dem 12. Jahrhundert beobachtet. Aus Ablagerungen des Atlantikums im Mühlthal bei Jena stammt eine Molluskenfauna, die überraschend die westeuropäisch-atlantische *Azeca menkeana* ergab, zugleich 20 km weiter östlich verbreitet als heute in Thüringen. Auch in den mittelholozänen Travertinen des Eichsfeldes kommt sie vor. Eine einmalige Erscheinung stellt das Auftreten der heute im Südalpengebiet verbreiteten mediterranen Trockenrasenschnecke *Truncatellina strobili* in den borealen und atlantischen Travertinhorizonten des Pennickentales dar (Abb. 41). Das ist das einzige holozäne Vorkommen nördlich der Mittelgebirge. Das ist auch ein indirekter Beweis dafür, dass Schnecken, vor allem derart kleine Arten, durch Vögel während des Vogelzuges verbreitet werden. Die Art fand an den sonnigen, warmen Karsthängen des Pennickentales günstige Lebensbedingungen, breitete sich aber nicht weiter aus und verschwand wieder im kühleren Jungholozän.



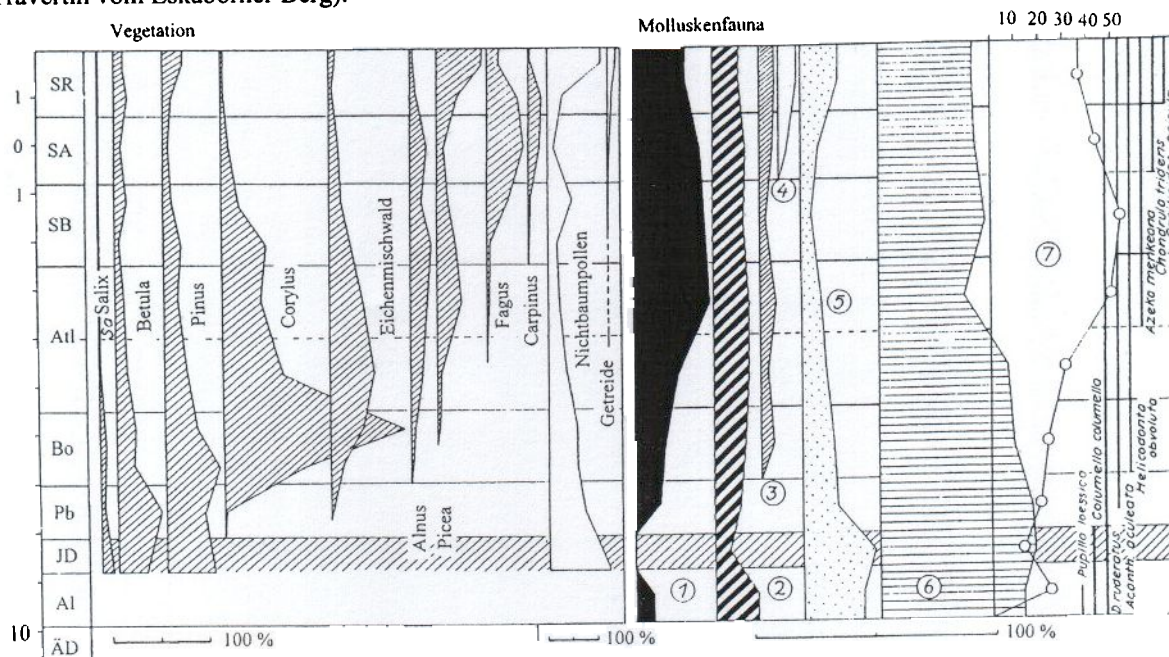
- 1 echte Waldfauna
- 2 Fauna lichter trockener Wälder und Gebüsch
- 3 Auwaldfauna
- 4 echte Steppenfauna
- 5 allgemeine Fauna der offenen Landschaft
- 6 Fauna verschieden feuchter Standorte und Gewässerfauna
- 7 Artenanzahl

SR	Subrezent	SA	Subatlantikum	SB	Subboreal	Atl	Atlantikum
Bo	Boreal	Pb	Präboreal (mit Friesenschwankung)				
JD, ÄD, ÄeD	Jüngere, Ältere, Älteste Dryaszeit					Hgl	Hochglazial
Zeitangaben in 1000 Jahren							

Vegetation an Hand der Makroreste aus den Travertinen im Pennickental.
 Molluskenfauna: Travertinfolgen vom Pennickental, Altenbergaer Grund, Dienstädt bei Orlamünde, Schaala bei Rudolstadt.

Abb. 41: Spätglazial-holozäne Entwicklung von Vegetation und Molluskenfauna im mittleren Saalegebiet.

Bedingt durch die künstlichen Eingriffe seit dem Neolithikum, also dem 5. Jahrtausend v.u.Z., fand im Mitteldeutschen Trockengebiet eine besondere Entwicklung statt, auf die die Erhaltung der frühholozänen Schwarzerden als Steppenböden im Kern des Trockengebietes zurückgeht (MANIA 1972, 1973, 1995, ALTERMANN & MANIA 1968). Ohne die künstlichen Eingriffe wären diese Böden bewaldet worden und lessiviert, also nicht mehr zu erkennen. Das zeigen degradierte Stadien dieser Böden außerhalb der Kernlagen hin zu den Braunerden und Parabraunerden der heute auch noch zum Teil unter Wald stehenden Randgebiete. Nach bodenkundlicher Sicht bedeutet das, dass das Verbreitungsgebiet der heutigen Schwarzerden im gesamten Holozän wenig bewaldet war (ALTERMANN 1995b, RAU 1965). Von den Pollenanalytikern wird das bestritten (z.B. LANGE 1965), da sie selbst im Kern des Trockengebietes die Waldsukzession nachweisen können, gern zitieren sie auch, dass es sich bei diesen Schwarzerden nach „heutigem Wissen.....nicht um echte Steppenschwarzerden, sondern um ein Äquivalent zu jenen osteuropäischen Böden, die sich unter Waldsteppen gebildet haben“, handelt (STEBISCH & SCHNEIDER 2002: 122). Dem widersprechen jedoch die genannten pedologischen Untersuchungen im Mitteldeutschen Trockengebiet. Dieses ist allerdings durch Pollenfernflug überprägt, und deshalb sind Pollenanalysen nicht ausschließlich beweiskräftig. Untersuchungen von Sukzessionen der holozänen Molluskenfaunen konnten die Ansicht der Bodenkundler bestätigen: Mollusken sind extrem standortgebunden und können die Standortverhältnisse klären helfen. Es zeigte sich, dass in den Randbereichen des Trockengebietes wie erwartet die Sukzessionen von Waldfaunen die Bewaldung bestätigen. Doch im Kern des Trockengebietes wurden andere Verhältnisse festgestellt (z.B. Travertine von Bad Langensalza, Greußen, Wasserhalleben, Herbsleben, Bilzingsleben VI, Alperstedter Ried, Bad Tennstedt): Hier konnte bis auf einige Auwaldarten und Arten der Waldsteppe keine Waldfauna nachgewiesen werden (Abb. 43 und 44). Statt dessen blieben allgemeine Arten der offenen Landschaft seit dem Spätglazial in dieser Landschaft zurück und fanden sich im Laufe des Boreals noch pontomeridionale Steppenarten ein, z.B. *Chondrula tridens*, die hier die Faunen bis zum Atlantikum bestimmen. Es lässt sich zwar beobachten, dass die Waldfaunen, also auch der Wald in Richtung Kern des Trockengebietes vordringen, doch verschwinden die Offenland-, speziell Steppenfaunen selbst nicht im Atlantikum (Abb. 45). Statt dessen breiten sie sich ab Mitte des Atlantikums in die Randgebiete aus und drängen dort die Waldkomponente zurück. Das bedeutet, dass offene Landschaften im Kern des Trockengebietes selbst im Atlantikum noch nicht vollständig von der Bewaldung ergriffen wurden und so die Schwarzerden nicht verändert wurden. Das ist der Moment, als die ersten neolithischen agrarischen Gesellschaften einwanderten und durch Siedlung, Wirtschaft und Waldnutzung die endgültige Bewaldung verhinderten. Die Schwarzerden blieben erhalten. Im Laufe der weiteren Siedlungsgeschichte werden die Wälder weiter zurückgedrängt. Rodungen öffnen große Flächen mitten in den Waldlandschaften. So ist es zu verstehen, dass während des Subboreals selbst auf der Unterharzhochfläche Offenland- und speziell Steppenschnecken erscheinen (*Chondrula tridens* im Travertin vom Eskaborner Berg).

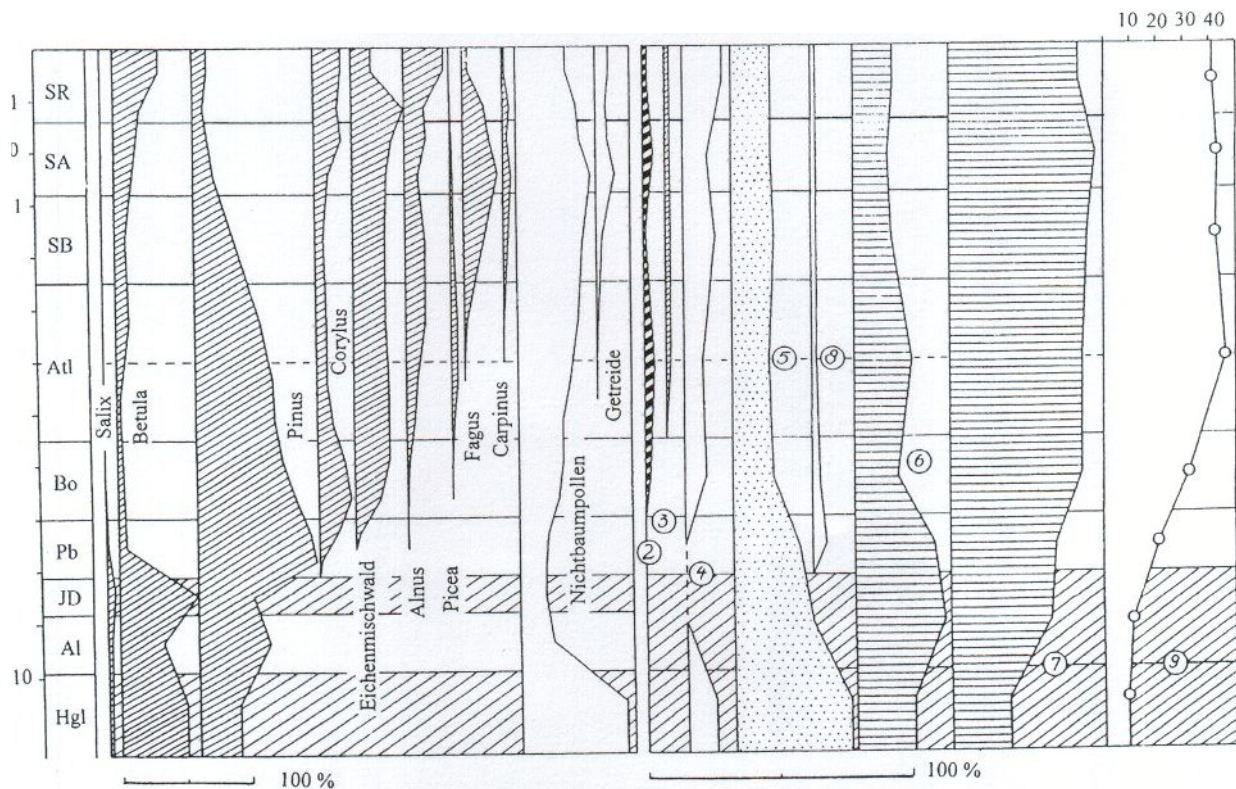


Vegetation: Pollensukzession vom Oberharz (WILLUTZKI 1962).

Molluskenfauna: Eskaborner Berg, Eichsfeld, oberes Unstruttal bei Mühlhausen, Hainleite (Seega).

Abkürzungen und Erläuterungen zu 1 bis 7 wie in Abb. 41.

Abb. 42: Spätglazial-holozäne Entwicklung von Vegetation und Molluskenfauna im Unterharz und in den Bergländern südlich des Harzes.



Vegetation: Pollensukzession vom Alperstedter Ried (LANGE 1965).

Molluskenfauna: Travertine im Thüringer Becken, z.B. Bad Langensalza, Herbsleben, Greußen.

Abkürzungen und Erläuterungen zu 1 bis 5 wie in Abb. 41.

6 Arten feuchter Standorte

7 Wasserarten

8 nicht vorhanden

9 Artenanzahl

Abb. 43: Spätglazial-holozäne Entwicklung von Vegetation und Molluskenfauna im Thüringer Becken.

Der Landausbau seit dem 11. Jahrhundert, die Rodungen im Hochmittelalter, die Eingriffe in die Wälder durch den Bergbau usw. öffnen die Waldlandschaft mehr und mehr, so dass in dieser neben den Waldkomponenten auch die Offenlandkomponenten in der Molluskenfauna präsent sind. Zusätzlich wandern – wie oben schon dargestellt – südosteuropäische Steppenschnecken in diese Landschaft ein. Der mir bisher älteste gelungene Nachweis einer dieser Arten ist das Auftreten von *Zebrina detrita* als durchbohrte Schmuckschnecken (darum autochthon!) in einer frühbronzezeitlichen Siedlungsgrube (Aunjetitzer Kultur) von Düppel bei Bilzingsleben. In jungholozänen Horizonten unserer Travertinlager werden diese Arten immer häufiger. Neben *Zebrina detrita* sind es *Helicella obvia*, *Helicella itala*, *Cerņuella neglecta*, *Cecilioides acicula*, dazu auch *Abida frumentum*, die im Pleistozän im Arbeitsgebiet ganz selten ist. Dieser Aspekt der holozänen Molluskenfauna wird bei MEYRICK 2002 z.B. gar nicht beachtet.

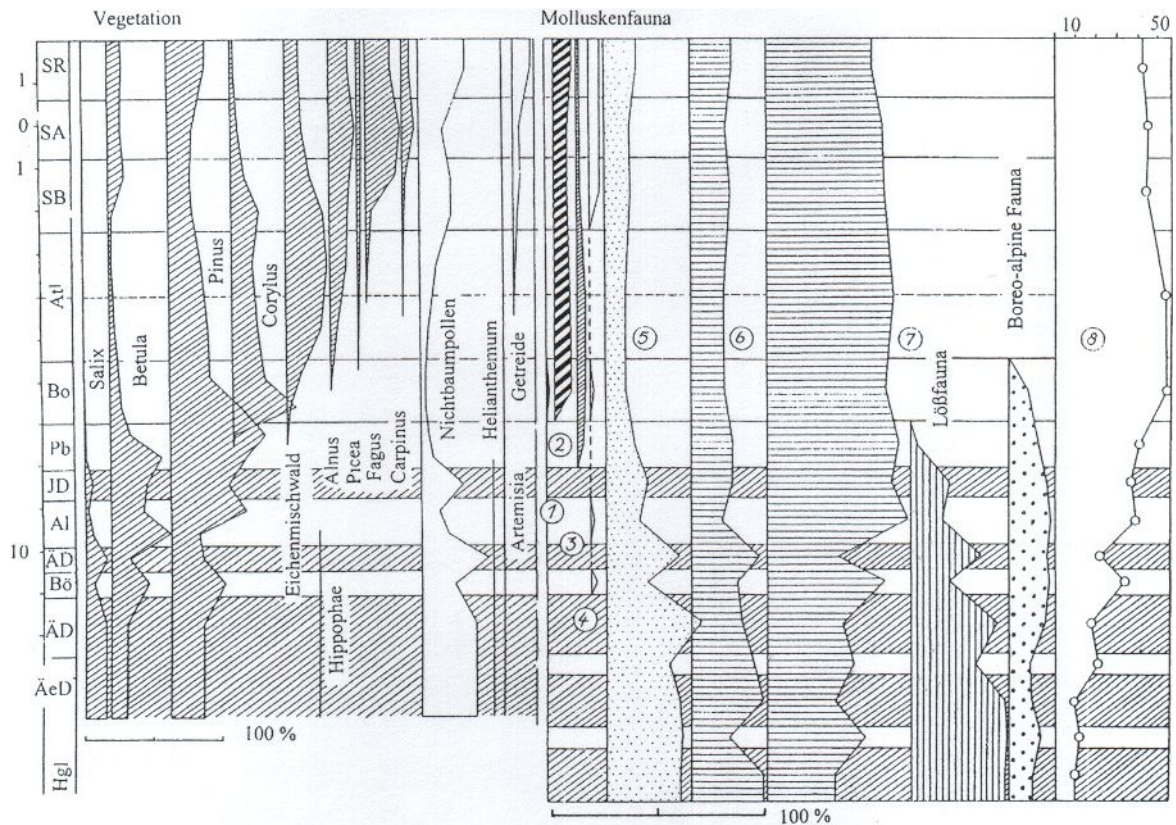
8.1.5 Waldsteppen- und Wiesensteppen-Faunen

Diese Molluskenfaunen sind für kontinentale, boreale bis kühl temperierte Interstadiale der frühglazialen Abschnitte der Kaltzeiten, aber auch als Übergangsfraunen in früh- oder spätinterglazialen Abschnitten typisch. So erscheinen sie auch hin und wieder in den Travertinfolgen Thüringens und des Harzvorlandes.

Bradybaena fruticum-Fauna

Sie ist die charakteristische Fauna der Waldsteppen unter den oben genannten Klimaverhältnissen (LOZEK 1964). Diese bestimmten auch die Zusammensetzung der Vegetation, von der wiederum die Mollusken abhängig

waren: Es handelt sich um parkartige Nadelmischwälder aus Kiefern, Lärchen, Fichten mit Birken und Espen, vereinzelt auch anspruchsvolleren Gehölzarten, wie Hasel, Eiche, Ulme und Hainbuche. Diese Wälder wechselten mit offenen Landschaften, die durch Wiesensteppen (Langgrassteppen) charakterisiert waren, mit Gramineen, *Artemisia*-Arten, Chenopodiaceen, *Helianthemum* und anderen Steppenkräutern. In den Tälern und Niederungen gab es Auwälder. Die Fauna umfasst etwa 20 bis 30 Arten. Die Leitart, *Bradybaena fruticum*, lebt in trockenen, lichten Wäldern, in Gebüschformationen, in den Übergangshabitaten vom Wald zur offenen Landschaft. Zu ihr gesellen sich andere Waldarten mit ähnlichen Ansprüchen: *Discus ruderatus* (boreo-alpin), *Vitrea crystallina*, *Eucobresia diaphana*, *Arianta arbustorum*, *Clausilia pumila*. Unter wärmeren Bedingungen treten auch *Vertigo pusilla*, *Ruthenica filograna*, *Discus rotundatus*, *Cepaea hortensis* auf. Die zweite dominierende Komponente besteht aus Arten des offenen Landes, speziell der Steppen, die wir in der *Chondrula tridens*-Fauna wiederfinden. Je nach Standort kommen dazu euryöke Arten verschiedener Feuchtigkeitsansprüche, Sumpf- und Wasserarten.



Vegetation: Pollensukzessionen aus dem Ascherslebener See (MÜLLER 1953) und Geiseltal (MANIA et al. 1993).
Molluskenfauna: Abfolgen aus dem Ascherslebener See und dem Geiseltal.

Abkürzungen und Erläuterungen zu 1 bis 5 wie in Abb. 41

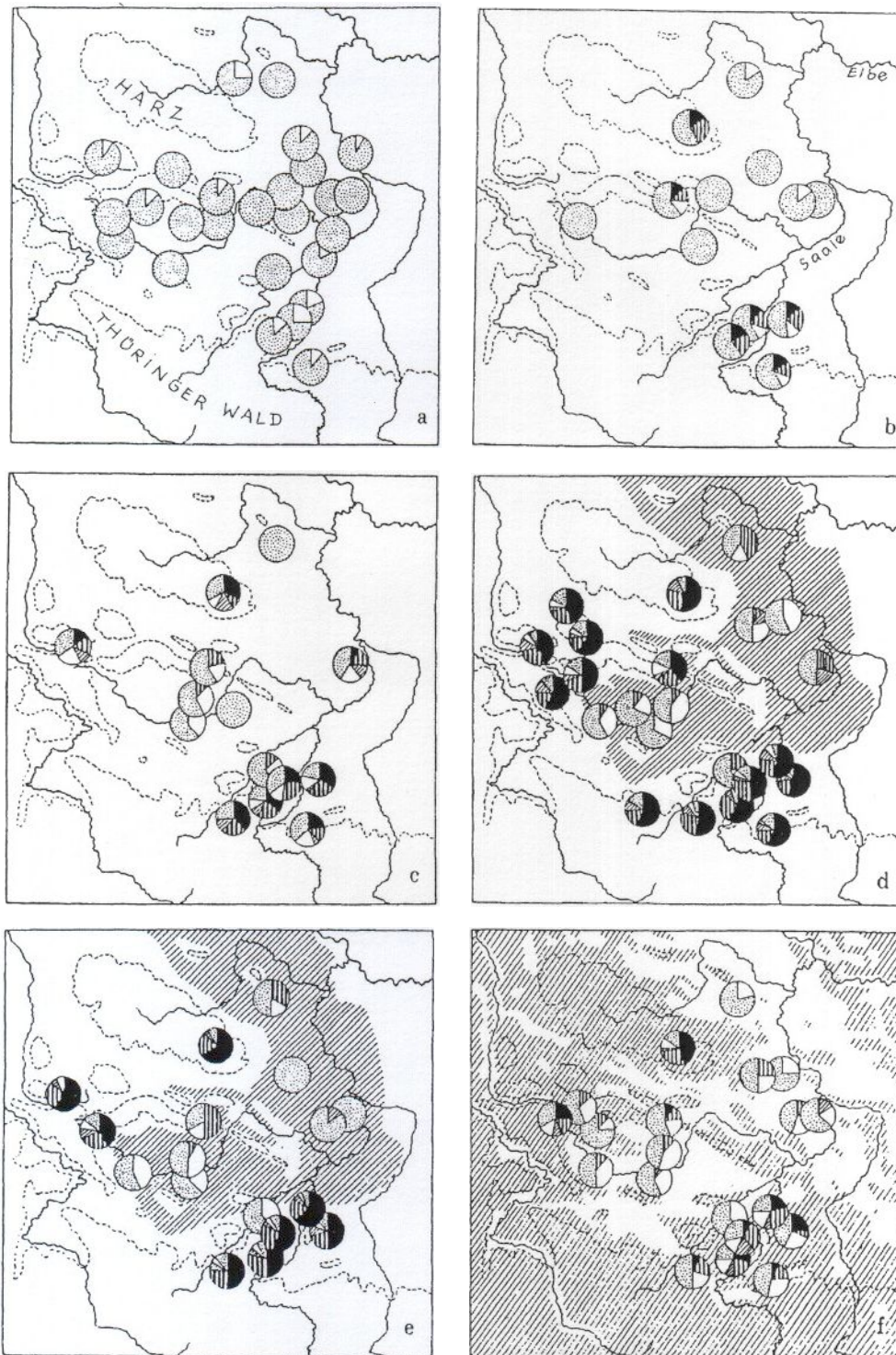
6 Arten feuchter Standorte

7 Wasserarten

8 Artenanzahl

In der Ältesten Dryaszeit die Mühelner Intervalle 1 und 2.

Abb. 44: Spätglazial-holozäne Entwicklung von Vegetation und Molluskenfauna im nordöstlichen und östlichen Harzvorland.



- | | |
|---|------------------------|
| 1 allgemeine Fauna der offenen Landschaft | 2 echte Steppenfauna |
| 3 echte Waldfauna | 4 Waldsteppenfauna |
| 5 Auwaldfauna | |
| a Hochglazial | b Alleröd-Interstadial |
| d Atlantikum | c Boreal |
| e Subboreal | f Subrezent |

In d und e ist die Verbreitung der Schwarzerde dargestellt, in f die Verbreitung des Waldes in frühgeschichtlicher Zeit.

Abb. 45: Die Landschaftsentwicklung in Thüringen und dem Harzvorland (Mitteldeutsches Trocken- gebiet) seit dem Hochglazial an Hand der Molluskenfaunen (vorwiegend Travertinlagerstätten).

***Chondrula tridens*-Fauna**

Diese Fauna ist kennzeichnend für die Wiesensteppen, speziell die Schwarzerde-Wiesensteppen (LOZEK 1964, 1965). Die Waldarten der *Bradybaena*-Fauna fehlen. Insofern ist sie auch artenärmer als diese. Charakteristisch sind die Steppenarten *Chondrula tridens* (Abb. 40), *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata* und *Pupilla sterri* sowie die allgemeinen Arten offener Landschaften, wie *Euomphalia strigella*, *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*, *Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea* und *Pupilla muscorum*. Die akzessorischen Elemente sind wieder je nach Standort oder Einbettungsort die Arten verschiedener Feuchtigkeitsansprüche, der Sümpfe und Gewässer.

Beide Faunen treten in den Waldsteppen gemeinsam auf. Fehlen aus klimatischen (vor allem kontinentalen) Gründen die Wälder bis auf kleine Gehölze und Gebüsch, z.B. in Form von Galeriewäldern an den Gewässern, dann beherrscht die *Chondrula tridens*-Komponente die Fauna.

In unseren Travertinen treten beide Faunen wiederholt in den frühen und späten Abschnitten der Lagerstätten oder in Zwischenhorizonten auf, wie im Travertin von Ehringsdorf (MANIA 1993, MANIA & MAI 2001). Die Schluffhorizonte des „Pariser“ und der drei „Pseudopariser“ im Oberen Travertin enthalten die *Chondrula tridens*-Fauna, entstanden demnach also unter kontinentalem, borealem Steppenklimate. Dort, wo infolge Travertinausscheidung die humose Bodenbildung auf dem Pariser unterbrochen wurde und so verschiedene Entwicklungsphasen des Bodens erhalten waren, zeigte sich in Verbindung mit Schwarzerde die *Bradybaena fruticum*-Fauna, die dann in die thermophile Waldfauna des Oberen Travertins überleitete. Diese Faunen lassen erkennen, dass die Zwischenhorizonte, die den Unteren vom Oberen Travertin trennen und letzteren mehrfach unterteilen, unter relativ warm-kontinentalem Steppenklimate entstanden und lediglich kühle Schwankungen, aber, wie oft für den „Pariser“ angenommen, keine Kaltzeiten vermitteln.

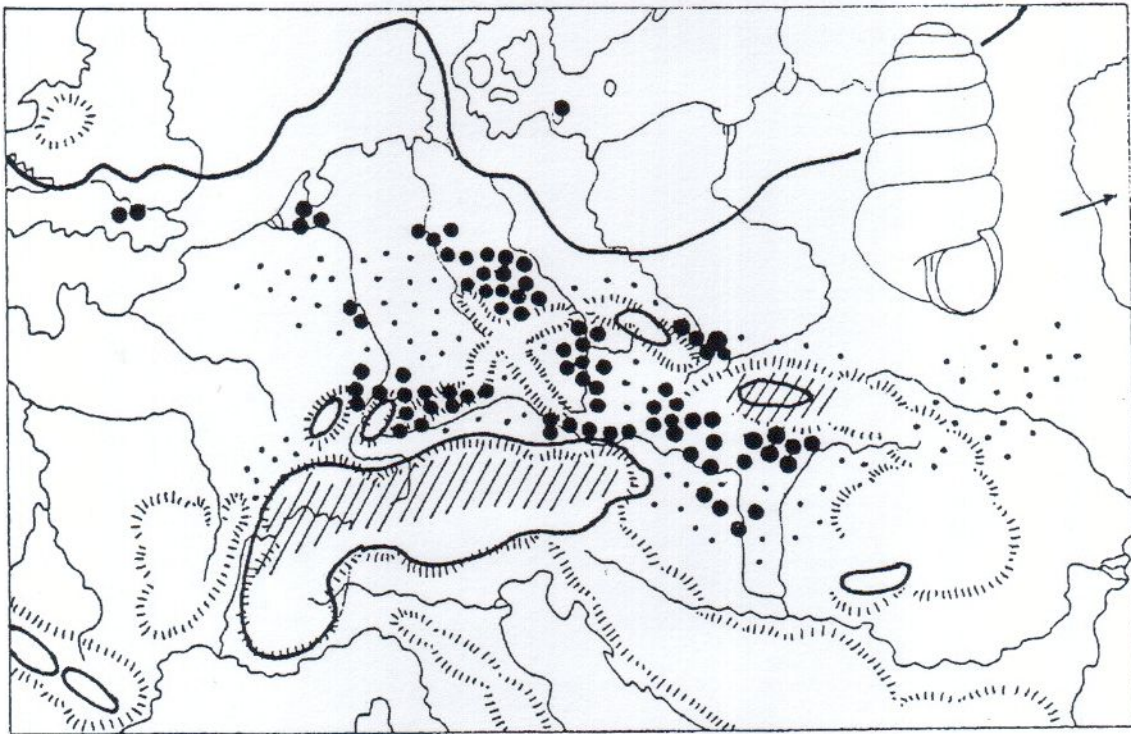
Die Travertinfolge von Burgtonna enthält in ihren oberen, spätinterglazialen Abschnitten einen zweifachen Wechsel von *Chondrula tridens*-Faunen und *Bradybaena*-Faunen, die bis zur *Helicodonta obvoluta*-*Cochlodina laminata*-Assoziation entwickelt sind. Die *Chondrula tridens*-Fauna ist an Abtragungsflächen und darauf entwickelte Schwemmschotter, an Hangeinlagerungen, schluffige Travertinsande und Bachschotter gebunden, die *Bradybaena*-Fauna kommt in humosen Böden (Rendzinen), auch tothone *Chara*-Travertinen, Kalkmergeln und Stengeltravertinen vor. Hier zeichnet sich durch diese Faunen ein spätemzeitlicher Klimawechsel ab, der über zwei kühle Schwankungen bei zunehmender Kontinentalisierung jeweils wieder zu mindestens kühl gemäßigten Klimaverhältnissen geführt hat.

Die Travertine von Burgtonna führen in eine Deckschichtenfolge mit humosen, travertinsandigen Schluffen, Schwarzerdekolluvien und Schwarzerden. Diese Serien liegen z.T. in bis 5 m tiefen Bachrinnen mit Bachschottern an der Basis oder in größeren Karsthohlräumen des Travertins. Sie wurden in einem oder zwei der frühglazialen Interstadiale der Weichselkaltzeit unter kontinental-borealem Klima gebildet und enthalten die dafür typische Waldsteppen-Fauna, also die *Bradybaena fruticum*-Fauna mit *Chondrula tridens*-Komponente. Eine ähnliche Fauna wurde auch in frühglazialen Auemergeln bei Körner festgestellt, welche aus dem hier lagernden Travertin hervorgingen (MANIA 1973).

8.1.6 *Arianta*- und *Discus ruderatus*-Fauna, *Columella columella*-Fauna, *Pupilla*-Fauna

Wie die Travertinfolge von Burgtonna zeigt, kommen gelegentlich Übergangshorizonte vor. Sie leiten von den Travertinen zu frühglazialen Ablagerungen über, die durch andere Molluskenfaunen charakterisiert sind. Selten sind in den pleistozänen Travertinfolgen spätglazial-frühinterglaziale Übergangshorizonte ausgebildet. Sie wurden nur einmal (Bilzingsleben III a), aber häufiger bei holozänen Travertinen beobachtet. Sie beginnen jeweils mit ersten Karbonatausscheidungen unter dem sommerwarmen kontinentalen Klima spätglazialer Schwankungen. In diesen begann auch die Wiederbewaldung mit Kiefern-Birkenwäldern, vor allem in den feuchten Niederungen, wo sich in den Zwergstrauchheiden, Riedgraswiesen und *Eriophorum*-Mooren noch Reste der Tundrenfauna aufhielten, die nach ihrer Leitart *Columella columella*-Fauna (Abb. 46) genannt wird (LOZEK 1964, 1965). Auf den trockenen, mit Steppenwiesen bedeckten Hochflächen hielt sich die Lössfauna, die *Pupilla*-Fauna, auf (LOZEK 1964, 1965). Sie ist sehr artenarm (1 bis 8 Arten), während die *Columella*-Fauna im Niederungshabitat infolge akzessorischer Arten etwa 10 bis 15 Arten umfassen kann. Im Laufe der beginnenden Bewaldung gesellen sich zu den Elementen dieser kaltzeitlichen Faunen erste anspruchslose Waldarten, wie *Arianta arbustorum*, und zwar mit ihrer Form *alpicola*, die heute in der subalpinen Zone im Bereich der Baumgrenze im Latschengholz und in den Zwergstrauchheiden vorkommt. Ihr folgen *Clausilia pumila*, *Eucobresia diaphana* und später auch *Discus ruderatus*, *Vitrea crystallina* und *Vertigo pusilla*. Zugleich nehmen Arten der offenen Landschaft zu, die auch für Waldsteppenverhältnisse charakteristisch sind, wie *Vallonia costata* und *Vallonia pulchella* sowie die euryöken Arten verschiedener feuchter Standorte. Das sind die *Arianta*- und *Discus ruderatus*-Faunen, noch mit zahlreichen Arten der Lösssteppe (*Pupilla muscorum*, *Pupilla muscorum densegyrata*, *Pupilla loessica*, *Succinea oblonga*, *Trichia hispida*) und der Tundra (*Columella columella*, *Vertigo genesii*, *Vertigo alpestris*) oder Arten, die beiden Landschaften gemein sind (*Vallonia tenuilabris*, *Vertigo parcedentata*).

Diese spätglazialen Übergangsfauen bilden sich bereits in der vorletzten spätglazialen Schwankung der Weichselkaltzeit heraus (Bölling-Interstadial im früheren Sinne als eine selbständige Schwankung, aber nicht als eine frühe Schwankung vom Alleröd-Interstadial), treten aber erst mit allen charakteristischen Arten im Alleröd und wieder im Präboreal auf. Das konnte an den Abfolgen vom Altenbergaer Grund bei Kahla (Bölling und Alleröd mit Travertinsanden, präboreale Quellmoortorfe mit Travertineinlagerungen), von Dienstädt bei Orlamünde (Quellmoortorfe der Jüngerer Dryaszeit und des Präboreals), Jena-Pennickental (Mergel und Torfe des Spätglazials und Präboreals), Kohnstein bei Seega (basale spätglaziale dünne Travertinlagen eines Hangschuttprofils) und vom Eskaborner Berg im Unterharz (Travertin, Alleröd) nachgewiesen werden. Interessant ist das Überdauern hochglazialer Tundren- und Steppenarten in Form von Reliktfaunen im Präboreal an entsprechenden Standorten, wie z.B. dem engen Tal mit steilen kühlen Nordhängen im Altenbergaer Grund. Das betrifft *Vallonia tenuilabris*, *Columella columella*, *Pupilla muscorum densegyrata*, *Pupilla loessica* und einige andere Arten (s. Abb. 41, MANIA & STECHEMESSER 1969) Im Geiseltal (Tagebau Müheln und Krumpa, MANIA & TOEPFER 1971, MANIA et al. 1993) wurden vier spätglaziale Sedimentzyklen nachgewiesen, deren mittlere Abschnitte jeweils aus organogenen Ablagerungen von Wärmeschwankungen bestanden. Das sind die Mühelner Intervalle 1 und 2 und nachfolgend die Interstadiale Müheln 3 und 4 (Abb. 44). In Müheln 4 ist die Laacher See-Tephra eingebettet (Alleröd-Interstadial). Im Interstadial 3 (Bölling im alten Sinne) tritt bereits konkretionär ausgefälltes Karbonat in Form von Travertinsanden auf, im Interstadial 4 handelt es sich bereits um 1,5 m mächtige reine lockere *Chara*-Travertine. Hier im Trockengebiet erscheinen in dieser Zeit noch keine Waldarten der *Arianta*- oder *Discus ruderatus*-Fauna wie im Berg- und Hügelland. Doch gesellen sich zu der *Pupilla*- und *Columella*-Fauna zahlreiche Arten verschieden feuchter Standorte, der Sümpfe und Gewässer, die sonst in diesen Faunen nicht vorkommen und die Wiedererwärmung anzeigen. Die gleiche Beobachtung gelang in einer Spätglazial-Holozän-Abfolge von Schöningen am Elm (MANIA, unveröff.). Hier in der Mißbaue-Niederung waren ebenfalls zwei spätglaziale Interstadiale mit konkretionär-sandigen Travertinausscheidungen in organogenen Sedimenten (Bölling im alten Sinne, Alleröd) nachweisbar. Die Faunen waren so ausgebildet wie im Geiseltal. Auch im Spätglazial des Ascherslebener Sees besteht die gleiche Gliederung mit den gleichen Faunen, doch gibt es hier keine Travertinbildungen, lediglich Kalkmudden im Alleröd (ebenfalls mit der vulkanischen Asche, MANIA 1967, 1999).



Kleine Punkte: vermutliches weiteres pleistozänes Areal an Hand der Lössverbreitung.
Dargestellt sind auch die pleistozänen Vereisungsgrenzen.

Abb. 46:
Verbreitung von *Columella columella* rezent (schraffiert, auch zirkumpolar, Zentralasien)
und im Pleistozän (große Punkte).

Für den Bearbeiter war der Fund einer Travertinbank an der Basis eines mittelpleistozänen, etwa 5 m mächtigen Travertins eine Überraschung (Bilzingsleben III, MANIA 1997a). Sie strich als härtere Bank seitlich zum flachen Hang hin aus und war so zugänglich (Bilzingsleben III a). Sie bestand aus einem sehr harten splittigen, geschichteten Rieselfeldtravertin mit dünnen mergeligen Einlagerungen. Diese enthielten eine Molluskenfauna aus 24 Arten, die der *Arianta*-Fauna aus dem Weichselspätglazial vom Altenbergaer Grund entspricht. Sie enthält die anspruchslosen Waldarten der *Arianta*-Fauna (*Arianta arbustorum*, *Euomphalia strigella*, *Vitrea crystallina*, *Clausilia pumila*, *Perforatella bidentata* und *Bradybaena fruticum*), der Tundrenfauna (*Columella columella*, *Vertigo genesii genesii*) und der Lösssteppe (*Helicopsis striata*, *Pupilla muscorum*, *Pupilla triplicata*, *Trichia hispida*, und weitere Arten der offenen Landschaft (*Vertigo pygmaea*, *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*). Dazu kommen wieder die akzessorischen Elemente der Riedgraswiesen und -stümpfe, der Zwergstrauchheiden, der Kleingewässer. Das Klima war subarktisch bis boreal, trocken. An Pflanzenresten wurden Hinweise auf eine entsprechende Vegetation gefunden: Weiden-, *Carex*- und Moosreste.

8.1.7 Sonstige Molluskengesellschaften

Quellgewässer-Faunen

Die pleistozänen Travertine als Ausscheidungen kalkhaltiger Quell- und Bachwässer enthalten in den meisten Fällen die Quellschnecke *Paladilhia (Belgrandia) marginata* forma *germanica*. Sie ist die am Ende der Eemwarmzeit ausgestorbene Form der heute in den warmen Gebieten Südwesteuropas vorkommenden Art. Die kleinen, nur etwa 2 mm langen Gehäuse kommen im allgemeinen in basalen Travertinsanden (*Chara*-Sande) der Travertine in riesigen Mengen vor (z.B. Bilzingsleben II, Burgtonna, Taubach). Sie bilden hier spezielle Quellfaunen, denen nur einige wenige andere Wasserarten zugesellt sind, wie *Lymnaea peregra*, *Bithynia tentaculata*, *Valvata cristata*, *Anisus leucostomus*, *Anisus vorticulus*, *Planorbis planorbis*. In der Regel erreicht *Belgrandia germanica* in diesen Faunen bis zu 99 % der Individuenhäufigkeit.

Im Travertin von Ehringsdorf fehlt *Belgrandia germanica*. Hier übernahm in den basalen Horizonten des Unteren Travertins die Art von Kleingewässern und Sümpfen, *Anisus leucostomus* die Rolle der Quellschnecke und kommt statt dieser Art in sehr großen Mengen, in ebenso großer individueller Häufigkeit und mit gleichen Begleitarten vor. Auffällig ist, dass es derartige Quellgewässer-Faunen, in denen eine an diese Verhältnisse angepasste Art dominiert, in den holozänen Travertinfolgen nicht gibt.

Theodoxus serratilineiformis-Fauna

Die namensgebende Schnecke (Abb. 12) dieser Fauna hat ihren heutigen Verwandten in *Theodoxus danubialis* im Unterlauf der Donau. Sie tritt offenbar nur während der Holsteinwarmzeit sensu stricto (Holsteinkomplex, Bilzingsleben I) auf und ist Leitart einer warmklimatischen Flussfauna. In der Folge Bilzingsleben I ist sie mit einem Travertin verbunden. Dieser geht aus sandigen Flussschottern der Wipper (32 m-Terrasse) hervor (MANIA 1983, 1997). Diese Abfolge Bilzingsleben I mit der *Theodoxus*-Fauna ist mit der jüngeren Folge Bilzingsleben II nicht identisch. Bei MEYRICK 2002: 155 wurden beide, verbunden mit weiteren unrichtigen Darstellungen, als synchron dargestellt. Aus den Schottern entwickeln sich Sande, dann Kalkmergel und Travertinbänkchen, die in die Travertinfolge überleiten. Die *Theodoxus*-Fauna kommt in den sandigen Schottern und Sanden vor. Sie ist stellenweise durch Massenvorkommen der Flussschnecke (bis 90 % der Individuendichte) gekennzeichnet. Begleitarten des fließenden Wassers sind Flussmuscheln (*Unio tumidus*, *U. crassus*, *U. pictorum*), *Ancylus fluviatilis*, *Lymnaea auricularia*, *Lymnaea peregra*, *Valvata piscinalis* und *Bithynia tentaculata*. In den Flusssanden tritt *Theodoxus serratilineiformis* als typische Art des fließenden Wassers mehr und mehr zurück (unter 20 %). Die Fauna wird artenreicher durch weitere Wasserarten, die aber mehr im schwach fließenden bis stehenden Wasser oder in Kleingewässern leben (*Planorbis carinatus*, *Anisus vorticulus*, *Gyraulus laevis*, *Gyraulus albus*, *Armiger crista*, *Acroloxus lacustris*, *Valvata cristata*, *Planorbis planorbis*, Pisidien). Ein weiterer Fundort dieser Fauna wurde in Kiessanden der Unstrut von Memleben und Wohlmirstedt, hier in Verbindung mit *Quercetalia pubescenti-petraeae* und *Trapa natans* (MANIA & MAI 2001), ebenfalls aus dem Holsteininterglazial sensu stricto, bekannt.

Corbicula fluminalis-Fauna

Auch diese bekannte mittelpleistozäne Flussfauna ist mit Travertinen verbunden (Schwemmtravertin von Seebach bei Bad Langensalza, travertinsandige und -schluffige Flusssande von Bilzingsleben II). Sie tritt ebenfalls nur im Holsteinkomplex auf und ist vorwiegend mit der Warmzeit Bilzingsleben II verknüpft (MANIA 1968, 1973, 1984a, 1997a, MANIA & MAI 2001). Die Muschel (Abb. 15) kommt heute in vorder- und zentralasiatischen Flüssen und Strömen der sommerwarmen Steppen vor und ist an salzhaltiges Wasser gebunden. Der Salzgehalt geht hier auf die besonderen kontinentalen Klimaverhältnisse zurück. In den Flüssen des mittleren Elbe-Saalegebietes jedoch, wo die Muschel während interglazialer Klimabedingungen erscheint, geht die Versalzung der Flüsse auf aufsteigende Salzsole aus dem Zechstein-, weniger auch Triassalinär zurück. In der artenreichen Thanatozönose (73 Arten ohne Pisidien) des mit Flusssanden und Kiesen durchsetzten Schwemmtravertins von Seebach ist *Corbicula fluminalis* mit 30 weiteren Wasserarten assoziiert. Die Arten des

fließenden Wassers sind am häufigsten: *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis*, *Lymnaea peregra*, die Unioniden (*Unio crassus*, *pictorum*, *timidus*). Alle anderen parautochthonen Komponenten stammen aus der nahen Umgebung des Fließgewässers: pflanzenreiche Sümpfe, Altwässer, sumpfiger Auwald, thermophiler artenreicher Eichenmischwald. Letzterer ist durch eine artenreiche Waldfauna erwiesen. In ihr kommt auch *Azeca menkeana* vor.

Im warmzeitlichen Fließgewässer von Bilzingsleben II – offenbar durch den Abfluss des Travertinbeckens beeinflusst – ist *Corbicula fluminalis* ebenfalls mit einer sehr artenreichen Thanatozönose (69 Arten ohne Pisidien) mit autochthonen (Gewässerfauna) und parautochthonen Komponenten (Landfauna) verknüpft. Es sind die selben Arten wie in der Thanatozönose von Seebach. Doch treten in der Waldfauna auch die Leitarten und exotischen Elemente der *Helicigona banatica-Acicula diluviana-Azeca menkeana*-Assoziation auf.

Die bei MEYRICK (2002: 150) in Verbindung mit den *Fagotia*-Schottern des älteren Pleistozäns in Verbindung gebrachten Vorkommen vom Hoppberg bei Roßleben und Bottendorf, die beide *Corbicula fluminalis* führen (WÜST 1901, 1903), sind eindeutig jungmittelpleistozänen Alters und dem Holsteinkomplex zuzuweisen (MANIA 1973). Es erübrigt sich die Diskussion bei MEYRICK sowie der Hinweis: „Das zeitliche Vorkommen von *Corbicula* im thüringischen Quartär“ sei „bislang nicht vollständig verstanden“.

8.2 Molluskensukzessionen in Travertinlagerstätten

Gewöhnlich umfassen die pleistozänen Travertine Thüringens und des Harzvorlandes nur die mittleren Abschnitte der Interglaziale, also die Zeit des klimatischen Optimums. So zeigen die Molluskenfaunen nur kurze Abschnitte ihrer interglazialen Sukzessionen. Wesentliche Veränderungen lassen sich nicht erkennen, aber immerhin Faunenwechsel, die auf edaphische Standortentwicklungen zurückgehen.

8.2.1 Holsteinzeitliche Travertine: Bilzingsleben

Die mittelpleistozäne Folge Bilzingsleben I ist eine fluviatil-limnisch-semiterrestrische Abfolge, die im oberen Teil wieder in eine fluviatile Fazies übergeht. Klimatisch verursachte Veränderungen der optimal entwickelten Molluskenfauna lassen sich nicht erkennen.

Im Travertin Bilzingsleben II reagiert die Molluskenfauna auf die Verlandung des Travertingewässers und den damit verbundenen Übergang von Seekalken über Moos- und Schilftravertine in die Travertindecke mit zahlreichen Kleinbiotopen, aber überwiegend sumpfiger Fazies (Abb. 47, MANIA 1983, 1997a). Eine artenreiche Waldfauna mit thermophilen und exotischen Elementen ist in allen Horizonten entwickelt. Nach den pflanzlichen Makroresten und Pollenanalysen gehört die gesamte Travertinfolge in die Eichenmischwald- und Eichen-Hainbuchenzeit, also in das klimatische Optimum.

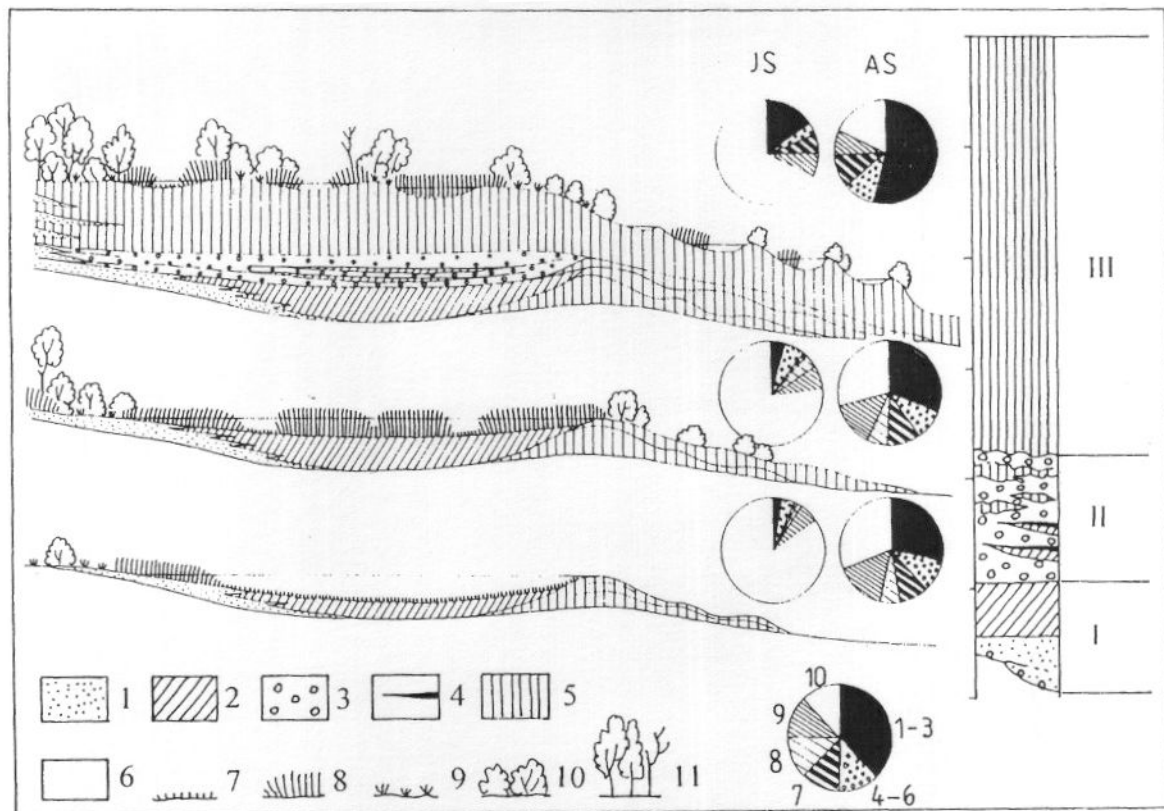
Die Folge Bilzingsleben III beginnt mit spätglazialen Karbonatausscheidungen. In diesem Falle lassen sich Klimacharakter und relativ-stratigraphische Zuordnung durch die Ausbildung einer spätglazialen *Arianta*- und *Columella*-Fauna beurteilen. Im darüber liegenden Travertinkomplex leitet diese Fauna sehr schnell in die artenreiche thermophile Fauna des Klimaoptimums über. Auch hier scheint – wie allgemein in den pleistozänen Travertinen – trotz der spätglazialen Travertinbildungen eine größere frühinterglaziale Sedimentationslücke vorzuliegen.

8.2.2 Intrasaalezeitliche Travertine: Ehringsdorf

Der spät-mittelpleistozäne Travertinkomplex von Ehringsdorf zeigt eine viel stärkere Untergliederung, die im Wesentlichen durch den übergeordneten Klimawechsel bedingt ist. Diese Gliederung kann aus Mangel an gut horizontierbaren Großresten von Fauna und Flora und der nicht möglichen Pollenanalysen wieder mit den Molluskenfaunen klimatologisch, ökologisch und somit auch in einer feinstratigraphischen Abfolge charakterisiert werden (Abb. 48):

E 1

Auf den kaltklimatischen Terrassenschottern an der Basis der Abfolge lagern lössige Schluffe mit einer artenarmen Molluskenfauna (13 Arten ohne Pisidien), die sich im Wesentlichen aus den Charakterarten der Lössfauna und Tundrenfauna der Kaltzeit zusammensetzt. Das sind die Arten der *Pupilla*-Fauna (*Pupilla muscorum*, *P. sterri*, *Vallonia costata*, *Trichia hispida*, *Succinea oblonga*) und *Columella*-Fauna (*Columella columella*) sowie *Vallonia tenuilabris*, eine Art, die heute unter streng kontinentalen Verhältnissen in den zentralasiatischen Kurzgrassteppen lebt.



- | | | |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 Travertinsand (Schwemmfächer) | 2 Seekalk | 3 Lockertravertine |
| 4 Humuszonen | 5 feste Strukturtravertine | 6 Wasserbedeckung im See |
| 7 <i>Chara</i> -Rasen | 8 Röhricht | 9 <i>Carex</i> -Rasen |
| 10 Weidengebüsch | 11 Baumbestand | |

Ökologische Gruppen (Kreisdiagramme):

- | | | |
|---|---|----------------------------|
| 1 Waldfauna | 2 Fauna der lichten trockenen Wälder und Gebüsche | |
| 3 Auwaldfauna | 4 Steppenfauna | |
| 5 allgemeine Fauna der offenen Landschaft | 6 xerotherme Fauna | |
| 7 euryöke Fauna mittelfeuchter | 8 feuchter | 9 nasser Standorte (Sumpf) |
| 10 Wasserfauna | | |
| IS Individuenspektrum | AS Artenspektrum | |

Abb. 47: Entwicklung der Molluskenfauna in der mittelpleistozänen Travertinfolge Bilzingsleben II.

E 2

Der sich aus dem Schluff entwickelnde tonige „Auelehm“ führt bereits eine etwas reichere, mit anspruchslosen Waldarten gekennzeichnete *Discus ruderatus*-Fauna (31 Arten ohne Pisidien), die wir in die Übergangszeit vom Spätglazial in das Frühinterglazial stellen. Eine dominierende Steppenkomponente deutet trotz der beginnenden Bewaldung auf großflächige trockene Wiesensteppen und somit einen hohen kontinentalen Klimaeinfluss hin, der auch in der weiteren Sukzession erhalten bleibt und den subkontinentalen Charakter des Interglazials von Ehringsdorf kennzeichnet.

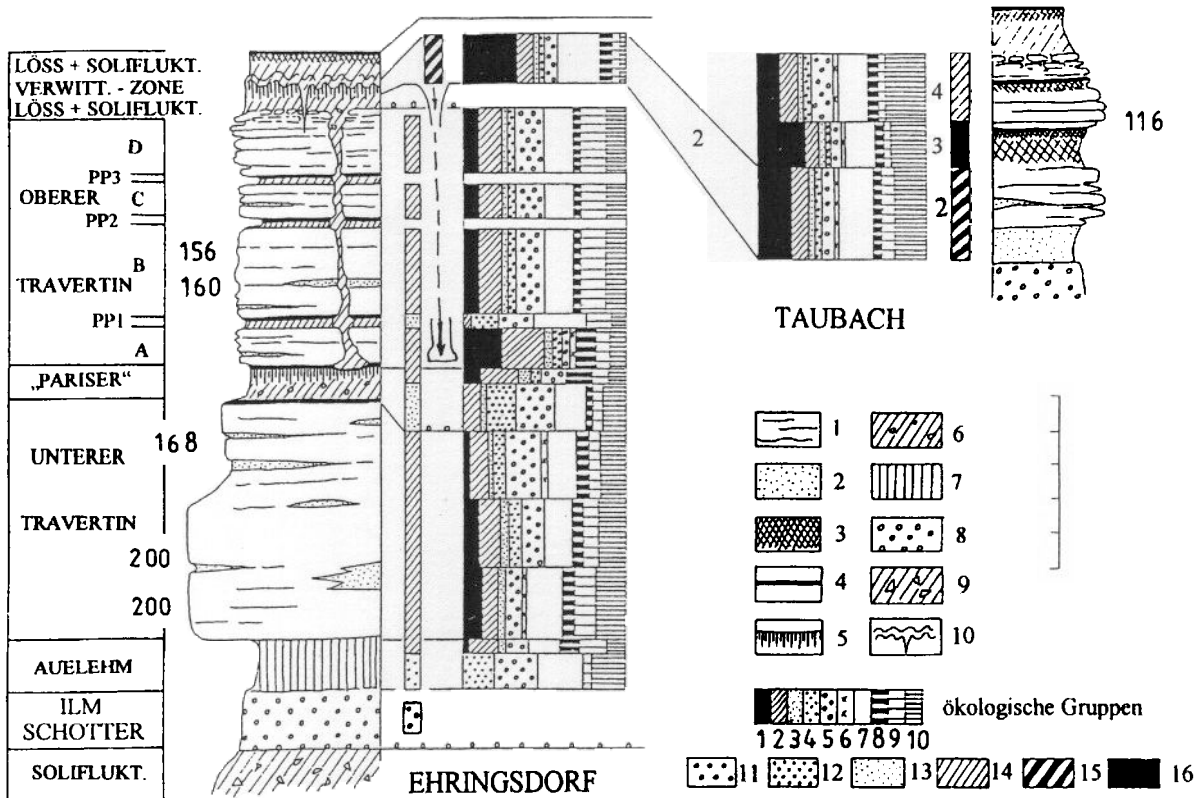
E 3

In den Unteren Travertinen ist eine artenreiche thermophile Fauna entwickelt (65 Arten ohne Pisidien), die generell optimale gemäßigte Klimaverhältnisse des Interglazials anzeigt. Die Waldfauna stellt eine allgemein mitteleuropäische *Helicodonta obvoluta-Cochlodina laminata*-Fauna dar. Es überwiegen jedoch individuell Arten der lichten trockenen Wälder, Gebüsche, waldsteppenartigen Verhältnisse, der Steppenwiesen und allgemein offenen Landschaft. Darin wird der subkontinentale Charakter deutlich.

E 4

Im oberen Teil des Unteren Travertins und schließlich im Bodenhorizont (Rendzina) auf diesem Travertin gehen mehr und mehr die Arten der echten Waldfauna zu Gunsten der Arten der Waldsteppen- und Wiesensteppen-

Fauna zurück. Es ist eine aus insgesamt 30 Arten (ohne Pisidien) bestehende Fauna, in der die Waldarten der trockenen lichten Wälder und Gebüsch typisch sind und an die *Bradybaena fruticum*-Fauna erinnern. Doch kommen noch Arten des gemäßigten Klimas vor (*Discus rotundatus*, *Cepaea hortensis*). Dazu kommen zahlreiche Arten der offenen Landschaft und speziell der Steppe. In ihrer individuellen Häufigkeit bestimmen sie die Assoziationen. Es zeichnet sich eine Abkühlung ab, die zu boreal-kühl temperierten, kontinentalen Verhältnissen führt.



Geologisches Profil:

- | | |
|---|--|
| 1 feste Strukturtravertine | 2 Travertinsande |
| 3 humose Travertinsande | 4 humose Böden |
| 5 Bv-Horizont (Pariser), angedeuteter Bt-Horizont (Deckschichten) | 7 Auelehm |
| 6 lehmiger Schluff mit Hangschutt (Pariser) | 9 Solifluktionsschutt, Löss (Basis, Deckschichten) |
| 8 Flussschotter | |
| 10 Froststrukturen | |

Charakteristik der Fauna (Säulen-Darstellung):

- | | |
|---|---|
| 11 Lössfauna | 12 Tundrenfauna |
| 13 Wiesensteppen- und Waldsteppenfauna | 14 allgemeine mitteleuropäische Waldfauna |
| 15 Waldfauna mit süd- und südosteuropäischen Elementen (<i>Aegopis verticillus</i> , <i>Discus perspectivus</i> , <i>Pagodulina pagodula</i>) | |
| 16 <i>Helicigona banatica</i> -Fauna | |

Ökologische Gruppen in den Artenspektren:

- | | |
|---|--|
| 1 echte Waldfauna | 2 Fauna der lichten trockenen Wälder und Gebüsch |
| 3 Auwaldfauna | 4 echte Steppenfauna |
| 5 allgemeine Fauna der offenen Landschaft | 6 Fauna xerothermer Standorte |
| 7 euryöke Fauna mittelfeuchter | 8 feuchter |
| 10 Wasserfauna | 9 nasser Standorte (Sumpf) |

Abb. 48: Die Travertinfolge von Ehringsdorf und die Entwicklung ihrer Molluskenfauna in Beziehung zur Abfolge von Taubach. Dargestellt sind Artenspektren.

E 5

Zwischenhorizont (Pariser). Die Fauna dieser Schluffeinlagerungen wurde bereits oben beschrieben. Es ist eine Wiesensteppenfauna vom Typus der *Chondrula tridens*-Fauna (21 Arten ohne Pisidien). Wichtig ist, dass sie die allgemein verbreitete Ansicht, der Pariser sei unter kaltzeitlichen Bedingungen entstanden, entkräftet und statt dessen für die Einlagerung der Schluffe ein boreales, sommerwarmes Steppenklimate beweist. Statt Kurzgras-Lösssteppen waren Langgrassteppen ausgebildet, vereinzelt gab es noch Gehölze aus Kiefer und Birke, außerhalb des Sedimentationsraumes muss es Schwarzerden gegeben haben. Dass in dieser offenen Landschaft verstärkt Hangabtragung stattfand, die zur Bildung des Pariser führte, während unter den sommerwarmen Klimaverhältnissen die Travertinausscheidung weiterging, aber durch die Schluffeinlagerung überprägt wurde, ist naheliegend.

E 6

Während der Bodenbildungsphase auf dem Pariser, also nach dem Ende der Hangabtragung, entwickelte sich aus der Steppenfauna eine Waldsteppenfauna. Jetzt haben wir in diesen humosen Sedimenten eine *Bradybaena fruticum*-Fauna. Sie besteht aus 35 Arten. Kennzeichnend sind die für Waldsteppen typischen Arten *Bradybaena fruticum*, *Clausilia pumila* und die echte, aber boreo-alpine Waldart *Discus ruderatus*. Die akzessorischen Arten (curyök, feuchtigkeitsliebend) nehmen zu. Auch der Nachweis dieser Fauna ist sehr wichtig, da sie die kontinuierliche Entwicklung zum gemäßigten zweiten Teil des Klimazyklus erkennen lässt. Die Parktaigen dieser Waldsteppen, in der die Fauna lebte, werden durch die Pollenfunde als Kiefern-Lärchen-Fichten-Birken-Taiga erwiesen, die Wiesensteppen mit Schwarzerdebildung – im kalkhaltigen Substrat von Ehringsdorf Rendzinen und Braunerden – werden den *Stipa*-Steppen heutiger vergleichbarer Landschaften entsprochen haben.

E 7

Während der Klimaphase des Bodens auf dem Pariser setzt die Travertinbildung wieder voll ein. In den oberen Abschnitten des Bodens und im Oberen Travertin entsteht wieder eine thermophile, durch eine Waldkomponente gekennzeichnete, relativ artenreiche (59 Arten ohne Pisidien) Molluskenfauna. Die echte Waldfauna besteht aus 15 Arten, die Waldsteppenkomponente aus 7 Arten und die Auwaldkomponente aus 2 Arten. Sie gleicht der *Helicodonta obvoluta*-*Cochlodina laminata*-Fauna. Exoten kommen nicht vor. Aber *Azeca menkeana* tritt auf. Der noch höhere subkontinentale Einfluss in Klima und Flora wird dadurch nachgewiesen, dass die Arten der *Chondrula tridens*-Fauna (*Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata*) erhalten bleiben und mit den zahlreichen Arten der offenen Landschaft hohe individuelle Anteile in den Faunen erreichen. Das gemäßigte Klima war stark subkontinental gefärbt. Wie schon oben beschrieben, waren lichte trockene Eichenmischwälder ausgebildet, die mit Gebüschgesellschaften abwechselten. Auch diese Wälder können überwiegend mit einer Strauchschicht ausgebildet gewesen sein.

E 8

Der Obere Travertin wird dreimal von geringmächtigen Schluff-Humushorizonten (Pseudoparisern) unterbrochen. In diesen herrschten die artenarmen *Chondrula tridens*-Faunen vor (20 Arten ohne Pisidien). Es waren wie während der Pariserbildung gehölzfreie bis -arme Wiesensteppen ausgebildet. Es handelt sich um kurzfristige Klimaschwankungen, die zu boreal-kontinentalem Klima führten. Wir können ihnen die Bezeichnungen E 8-1, 8-2 und 8-3 geben, während die Travertinhorizonte als E 7-1 bis E 7-4 zu bezeichnen sind. In diesen nehmen nach oben mehr und mehr die Waldarten ab und die Steppenarten zu. Schließlich sind auch an Arten ärmere Waldsteppenfaunen vom Typus der *Bradybaena*-Fauna mit stärkerer Beteiligung der *Chondrula tridens*-Fauna entwickelt.

E 9

Spalten- und Fugenfüllung. Sie wurde schon oben erwähnt. Sie entstand durch Verkarstung des Oberen Travertins und durch Subrosion. Die Karstspalten reichten bis auf den Pariser, der sich durch Absenkung von der starren Unterfläche des Oberen Travertins gelöst hatte und eine unregelmäßig über seine Oberfläche ausgedehnte Fuge mit einer lichten Höhe von 5 bis 30 cm hervorrief. Diese war mit den gleichen lehmigen braunen Bodensedimenten gefüllt wie die Spalten. Sie enthielten eine Molluskenfauna, die also jünger sein muss als der Obere Travertin. Diese Fauna ist in ihrer Zusammensetzung und im Auftreten verschiedener Arten bisher niemals im Ehringsdorfer Travertin beobachtet worden. Stattdessen erinnert sie an die *Helicigona banatica*-Fauna und an die mit ihr verbundene *Pagodulina pagodula*-*Discus perspectivus*-Assoziation der Eemwarmzeit, wie sie in den benachbarten Travertinen von Taubach und Weimar ausgebildet ist. Sie besteht aus 37 Arten. Waldarten nehmen fast 50 % der Fauna ein. An Steppenelementen kommt nur *Truncatellina claustralis* vor, die auch bisher in allen Interglazialfaunen auftritt. Einige allgemeine Arten der offenen Landschaft treten individuell kaum in Erscheinung. Als Exoten treten die genannten Leitarten (*P. pagodula*, *D. perspectivus*), *Truncatellina claustralis* und die Waldart *Iphigena densestriata* auf. Ihre große Übereinstimmung mit entsprechenden Faunen des benachbarten Ecmtravertins von Taubach (sowie von Weimar, Burgtonna) lässt uns auch diese Fremdfauna in den Karsthohlräumen des Ehringsdorfer Travertins der jüngeren Warmzeit zuordnen. Wir sehen sie als weiteren Beweis für das höhere Alter des gesamten Travertinkomplexes von Ehringsdorf an. In diesem Zusammen-

hang spielt der Bodenkomplex in den Deckschichten eine große Rolle, dessen Reste wir mit dem Naumburger Bodenkomplex gleichsetzen.

8.2.3 Eemzeitliche Travertine: Burgtonna

Dieser Travertinkomplex wurde von D. MANIA seit 1965 beobachtet und beprobt, um Molluskenfaunen oder die Travertinflora zu gewinnen. Eine endgültige Untersuchung und Darstellung steht noch aus. Aber die feinstratigraphische Untergliederung der Travertinfolge mit Hilfe der Molluskenfauna ist ein überraschendes Ergebnis, dass sich seit den ersten umfassenden Untersuchungen (MANIA 1978) bestätigt hat. Die Sukzession (Abb. 49) zeigt folgenden Aufbau in 8 interglaziale und 4 frühglaziale Phasen im Bereich der Hang- und Kaskadenfazies (1) und der Tal- und Beckenfazies (2):

Bu 1

Frühinterglazial. Mergeliges Hanggekriech (1), Auelehm, mergelige Quellkalke, Travertinsande, *Chara*-Kalke, Sumpfskalke (2). 20 bis 40 Arten (ohne Pisidien, auch bei folgenden Angaben). Gewöhnliche mitteleuropäische Waldfauna. Gegen Ende wandern thermophile Arten ein. Massenvorkommen der Quellschnecke *Belgrandia germanica*. Allgemein Zeit der Kiefernwälder und Kiefern-Eichenwälder.

Bu 2

Frühe Wärmezeit und erster Teil der mittleren Wärmezeit. Strukturtravertine bis zu 10 m Mächtigkeit (1). Unterer Teil der Charophytentravertine und Kaskaden (2). 30 bis 70 Arten. Thermophile Fauna: *Pagodulina pagodula*-*Discus perspectivus*-Assoziation. Über 50 % Waldarten. Es wandern süd- und südosteuropäische Elemente ein (*Aegopis verticillus*, *Discus perspectivus*, *Pagodulina pagodula*, *Truncatellina claustralis*, *Truncatellina strobeli*). Entspricht einem artenreichen Eichenmischwald.

Bu 3

Mittlere Wärmezeit. Oberer Teil der Strukturtravertine (1). Kalkmergel (2). 45 bis 80 Arten. *Helicigona banatica* wandert ein. *Banatica*-Fauna. 50 % Waldarten. Ähnliche Zusammensetzung der Fauna wie in Phase 2. Eichen-Linden-Hasel-Wälder und wohl auch Zeit der Eichen-Hainbuchenwälder.

Bu 4

Späte Wärmezeit. Lockertravertin, *Chara*-Sande, Strukturtravertine (vorwiegend Stengeltravertine)(1). Obere Charophytentravertine, Kalkmergel (2). 30 bis 40 Arten. Alle exotischen und anspruchsvolleren Arten verschwinden. Neben allgemeinen Arten der Waldfauna treten mehr und mehr Arten der offenen Landschaft in Erscheinung. Das spricht für eine beginnende Abkühlung und Kontinentalisierung des bis dahin atlantischen Klimas.

Bu 5

Kühl-kontinentale Phase. Lehmiger Hangschutt, Bachschotter, lehmig-schluffige Zwischenschichten (1), Schwemmlavertin und Bachschotter (2). 20 bis 30 Arten. Neben Rückgang der Artenhäufigkeit verschwinden vor allem die meisten Waldarten. Es entwickelt sich eine *Bradybaena fruticum*-Fauna mit einer Steppenkomponente, die der *Chondrula tridens*-Fauna gleicht. Neben den allgemeinen Arten der *Bradybaena*-Fauna (*B. fruticum*, *Vitrea crystallina*, *Arianta arbustorum*, *Clausilia pumila*) treten noch ganz vereinzelt und selten anspruchsvollere Waldarten auf (*Discus rotundatus*). Die Offenlandarten (*Vallonia costata*, *V. pulchella*, *Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea*, *Truncatellina cylindrica*, *Euomphalia strigella* und die Steppenart *Vertigo triplicata*) dominieren in dieser Fauna. Sie erreichen mehr als 50 % der Individuendichte. Wiesensteppen und Waldsteppen.

Bu 6

Warm-kontinentale Phase. Erneut Struktur- (Stengel-)travertine, humose Böden (Rendzinen) (1). *Chara*-Travertine, Stengeltravertine, humose Böden (2). 30 bis 35 Arten. Einige wärmeliebende Waldarten kehren zurück (*Acicula polita*, *Clausilia bidentata*, *Ruthenica filograna*, *Isognomostoma isognomostoma*, *Cepaea hortensis*, *Helix pomatia*). Die Fauna ähnelt der *Helicodonta obvoluta*-*Cochlodina laminata*-Fauna. Einige wärmeliebende pontomeridionale Steppenarten treten ebenfalls auf (*Cepaea vindobonensis*). Die übrige Fauna setzt sich aus akzessorischen Elementen zusammen. Nadel-Laubmischwälder wechseln mit Wiesensteppen.

Bu 7

Kühl-kontinentale Phase. *Chara*-Sande, lehmiger Hangschutt, Bachschotter (1). Lehmige Travertinsande, mergeliger Hangschutt, Bachschotter (2). *Bradybaena fruticum*- und *Chondrula tridens*-Fauna, letztere mit ihren wichtigsten Arten (*Ch. tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata*). 15 bis 20 Arten. Die für die vorangehende wärmere Phase typischen Arten sind wieder verschwunden. Waldsteppen und Wiesensteppen.

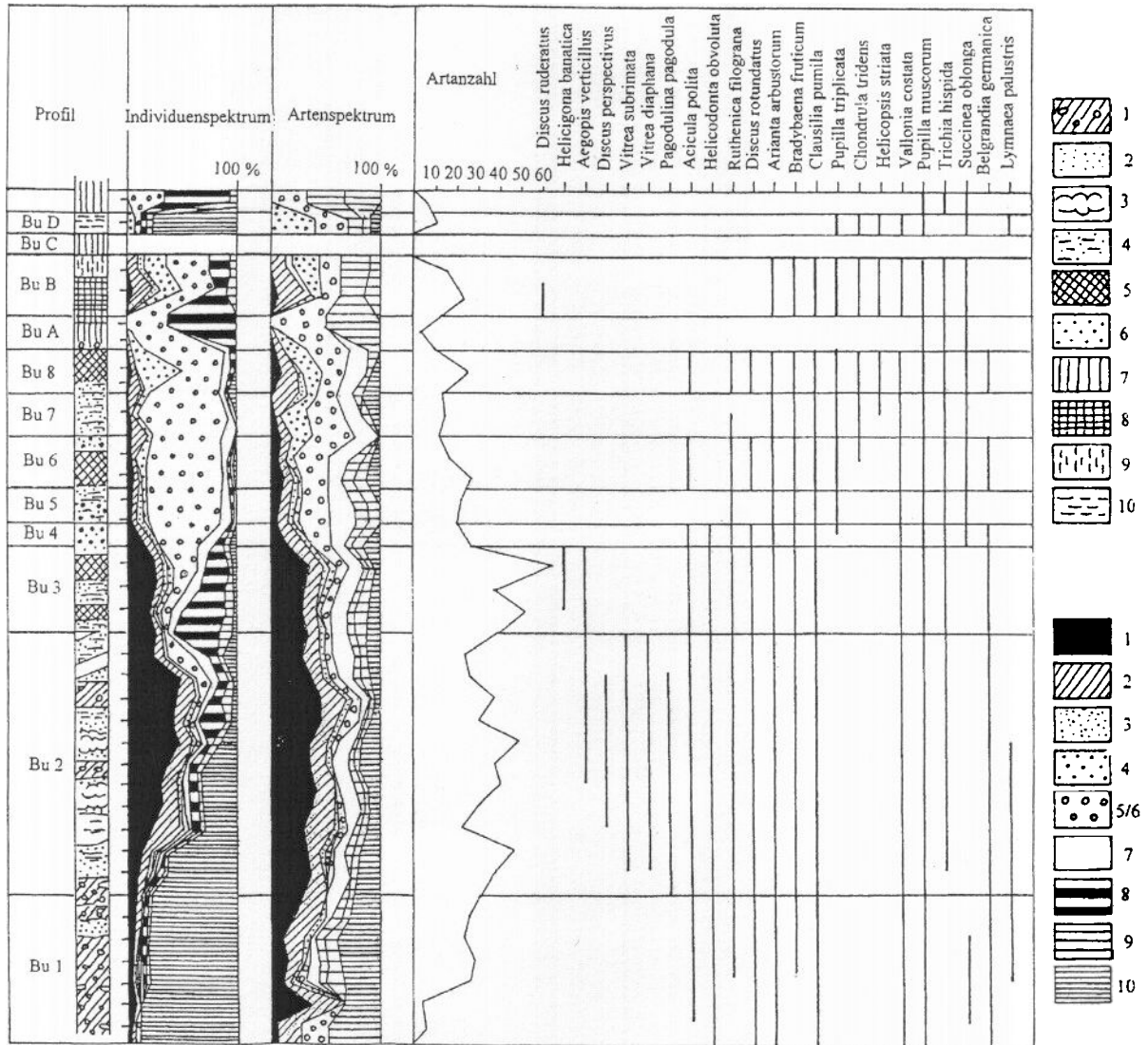
Bu 8

Warm-kontinentale Phase. *Chara*-Sande und humose Böden (1 und 2). Wiederum Rückkehr der wärmeliebenden Wald- und Steppenarten wie in Phase 6. 30 Arten. Die *Chondrula tridens*-Komponente bleibt erhalten und hat deutlich höhere Häufigkeit als die Offenlandfauna in Phase 6. Wiesensteppen wechseln mit Nadel-Laubmischwäldern ab.

Die Deckschichten, die auch Karsthohlräume im Travertin füllen, enthalten die frühweichselzeitlichen Phasen.

Bu A

Sie beginnen über einer Denudationsfläche (kalte arktische Phase) mit Bachrinnen und Bachschottern.



Geologisches Profil:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1 tonige Mergel mit Hangschutt | 2 Travertinsande |
| 3 mürbe Strukturtravertine | 4 Schwemmtravertin |
| 5 Humusböden | 6 knottig-mergeliger Lockertravertin |
| 7 Löss | 8 Tschernosem |
| 9 lössartiger Beckenschluff | 10 Sumpflöss, schwach humos |

Ökologische Gruppen 1 bis 10: wie in Abb. 48.

Dargestellt sind einige der charakteristischen Arten in ihrer stratigraphischen Reichweite.

Abb. 49:

Die Travertinfolge von Burgtonna und die Entwicklung ihrer Molluskenfauna (auch als Beispiel einer internen stratigraphischen Gliederung einer Travertinfolge).

Bu B-a

Boreal-kontinentale Phase. Schwarzerdekolluvium und Schwarzerde. *Bradybaena fruticum*- und *Chondrula tridens*-Fauna. Es treten keine anspruchsvolleren Arten mehr auf wie im Spätinterglazial. Waldsteppen und Schwarzerdewiesensteppen. Frühweichselzeitliches Interstadial.

Bu B-b

Fortsetzung der boreal-kontinentalen Phase. Lössartiger Schluff. *Chondrula tridens*-Fauna mit Elementen der *Bradybaena fruticum*-Fauna. Sommerwarme Schwarzerdewiesensteppen. Einzelne Gehölze.

Bu C

Kalte Phase. Lössartiger Schluff. Keine Mollusken. Lösssteppe.

Bu D

Mehr oder weniger boreal-kontinental. Humoser Sumpflöss mit schwarzerdeartigem Boden. Sumpflössfauna (*Lymnaea palustris*-Fauna mit 99 % der Leitart) mit einigen Vertretern der *Chondrula tridens*-Fauna. Wiesensteppen.

Darüber lagen Fließerden mit Froststrukturen, vor allem Frostspalten. Kalte arktische Phase.

8.2.4 Holozäne Travertine: Plinz (Altenbergaer Grund) und Pennickental bei Jena

Mehrere spätglaziale (Plinz = Pl) und holozäne Entwicklungsphasen (Pl und Pennickental=Pe) der Molluskenfauna lassen sich unterscheiden (Abb. 42):

Pl 1

Älteste Dryaszeit. Arktisch. Hangschutt und Bachschotter. *Columella columella*- und *Pupilla*-Fauna (9 Arten). Vor allem mit Tundren- (*C. columella*) und Lösssteppenarten (*Pupilla muscorum densegyrata*, *Pupilla loessica*, *Pupilla sterri*, *Vallonia tenuilabris*, *Vertigo parcedentata*, *Helicopsis striata*), ferner mit *Trichia hispida*, *Succinea oblonga*. Tundrenbiotope mit Riedgraswiesen und Zwergstrauchbeständen im Tal, Lösssteppen auf den Hochflächen.

Pl 2

Interstadial (Bölling im alten Sinne). Subarktisch bis boreal. Beckenschluffe mit Mergeln und Travertinsanden (konkretionär ausgeschiedene Karbonatkörper). 10 Arten. *Columella*-Fauna und *Pupilla*-Fauna wie zuvor. Die Arten der Tundren nehmen an Häufigkeit zu, die der Lösssteppe stehen mehr und mehr im Hintergrund. Einige weitere Arten feuchter bis sumpfiger Biotope tauchen auf. Riedgraswiesen, Sümpfe, Quellmoore im Tal, Zwergstrauchheiden an den Hängen, trockene Grassteppen auf den Hochflächen.

Pl 3

Ältere Dryaszeit. Arktisch. Hangschutt und Bachschotter. 16 Arten. Zu der Böllingfauna kommen noch weitere akzessorische Elemente (feuchtigkeitsliebende Arten). Die Tundrenarten haben die größten Häufigkeiten (*C. columella* 15 %). Tundren und Steppen.

Pl 4

Alleröd-Interstadial. Beckenschluffe mit Mergeln und Travertinsanden. Boreal-kontinental. 27 Arten. Arten der Tundra und Lösssteppe sind noch vorhanden, aber nicht häufig. Erste Waldarten treten auf: *Discus ruderatus*, *Vertigo pusilla*, *Eucobresia diaphana*, *Arianta arbustorum alpicola*. Diese Arten erreichen bis zu 15 % der individuellen Häufigkeit der Gesamtf fauna. Das spricht für Bewaldung des Talbodens und günstiger Hanglagen mit Kiefern, Birken und Espen. Es handelt sich um eine *Discus ruderatus*-Fauna, an der noch die Komponenten der *Columella*- und *Pupilla*-Fauna beteiligt sind. Wälder und Gebüsche auf nassen Standorten im Tal, als lichte Gehölze auf trockenen Standorten auf den Hochflächen, ferner nasse Wiesen, Sümpfe, Kleingewässer, Quellmoore, auf den umgebenden Hochflächen noch weitflächig Grassteppen.

Pl 5

Jüngere Dryaszeit. Mergeliger Schluff mit Hangschutt, Kiefernzapfen, Holz-, Ast- und Rindenresten von Kiefer und Birke, darauf ein anmooriger Boden. 23 Arten. Die neu im Alleröd aufgetretenen Arten verschwinden nicht mehr, sondern sind lediglich nicht mehr so häufig. Statt dessen haben nochmals die Tundren- und Lösssteppenarten größere Häufigkeiten. Die charakteristischste Komponente ist die *Columella*-Fauna. Es herrschten Baum- und Strauchtundren in der Niederung und Grassteppen auf den Hochflächen vor.

Pl 6, Pe 1

Präboreal. Moos- und Grastorfe mit Kiefern- und Birkenresten, Kalkmergel und Travertinsande. 35 Arten. *Discus ruderatus*-Fauna oder infolge des hohen Anteils an feuchtigkeitsliebenden Arten auch als *Arianta arbustorum*-Fauna. Anspruchslose Waldarten herrschen vor. Offenlandarten haben relativ hohe Anteile. Die wärmeliebende Steppenschnecke *Abida frumentum* wandert ein, die für das Holozän typisch ist. Interessant ist, dass einige typische kaltzeitliche Arten überdauern und erst während des Präboreals verschwinden, so *Columella columella*, *Vallonia tenuilabris*, *Pupilla muscorum densegyrata*, *Vertigo parcedentata*. Kiefern-Birkenwälder, Quellmoore, Riedgraswiesen und -sümpfe, noch Wiesensteppen auf den Hochflächen.

Pl 7/ Pe 2

Boreal. 45 bis 55 Arten. Vorwiegend Strukturtravertine. Die Waldfauna vom Typus der *Helicodonta obvoluta*-*Cochlodina laminata*-Fauna entwickelt sich. Viele wärmeliebende Waldarten wandern ein. Es bleiben hohe Häufigkeitsanteile der Offenlandfauna erhalten. Die kaltzeitlichen Arten sind verschwunden. Neben *Abida frumentum* treten weitere wärmeliebende Steppenformen auf, vor allem die exotische Trockenrasen- und Wiesensteppenart *Truncatellina strobili* (aber nur im Pennickental). Diese Offenlandfauna, speziell auch als Fauna der sonnigen Karsthänge, ist typisch für die kontinentalen warmen Klimaverhältnisse des Boreals. Weitere Exoten, die im Laufe des Boreals auftreten, sind die Waldart *Iphigena densestriata* (auch im Travertin von Klosterbuch bei Leisnig, FUHRMANN 1967) und die Sumpfschnecke *Vertigo moulinsiana*. Einige boreo-alpine Arten kommen noch vor (*Discus ruderatus*, *Vertigo genesii*, *Vertigo substriata*). Kiefernwälder, später Kiefern-Hasel- und Kiefern-Eichen-Haselwälder.

Pl 8/Pe 3

Atlantikum. 50 bis 60 Arten. Vorwiegend mergelige Lockertravertine. Höhepunkt der Sukzession der Molluskenfauna, vor allem hinsichtlich der Waldfauna vom oben genannten Typus. Jetzt erscheinen auch die thermophilen *Vitrea subrimata*, *Vitrea diaphana*, später auch *Daudebardia rufa* sowie die atlantischen Arten *Azeca menkeana* (Mühltal bei Jena) und *Cepaea nemoralis*. Die Offenlandarten stehen im Hintergrund. Eichenmischwälder.

Pl 9/Pe 4

Subboreal. 50 bis 60 Arten. Lockertravertine und Böden. Die Fauna bleibt im Allgemeinen ohne wesentliche Veränderung erhalten. Aber die Offenlandarten nehmen an Häufigkeit zu, besonders in Nähe von Siedlungen (Mittelneolithikum bis Ende Bronzezeit). Erstes Auftreten von südlichen und südosteuropäischen Steppenschnecken als Kulturfolger (*Zebrina detrita*, *Helicella*-Arten). Ein erster Nachweis von durch den Menschen verschleppten Großschnecken gehört in die Hallstattzeit (Jüngere Bronzezeit). Anders ist das Auftreten der ostalpinen Großschnecke *Ichthyomma achates* in einem Siedlungshorizont der Ilsenhöhle unter der Burg Ranis nicht zu erklären (D. MANIA, unveröff.). Eichen-Hainbuchenwälder, Ausbreitung der Rotbuche. Relativ trocken.

Pl 10/Pe 5

Subatlantikum. Humose Kalkmergel, Lockertravertine, Sumpfkalke, anmoorige Böden. 20 bis 40 Arten an den Standorten. Rückgang der Waldfauna, Verarmung der Assoziationen, weil thermophile Elemente verschwinden oder seltener werden. Zunahme der Offenlandfauna einschließlich ihrer Kulturfolger infolge künstlicher Eingriffe in die Landschaft. Buchen-Tannenwälder, Eichen-Hainbuchenwälder. Stärkere Beteiligung der Fichte. Etwas kühler und feuchter.

Pl 11/Pe 6

Subrezent. Travertinablagerungen sind selten. Es überwiegen Hangschutte, Böden, Auelehm. 15 bis 30 Arten an den Standorten. Weiterer Rückgang der Waldfauna, bedingt durch den Landausbau. Offenlandfauna mit wärmeliebenden Steppenarten aus Süd- und Südosteuropa sowie Elementen der *Chondrula tridens*-Fauna dominiert. Ausgedehnte Kultursteppen, auch in der Waldlandschaft. Starke Eingriffe verändern die Wälder. Sekundärwald, forstwirtschaftlich genutzter Wald.

8.3 Die Vertebratenfauna der Travertine

Travertinlagerstätten sind Fundgruben an fossilen Wirbeltieren. Systematische Aufsammlungen, vor allem in Verbindung mit der Untersuchung paläolithischer Fundhorizonte, ergaben material- und artenreiche Faunen (BEHM-BLANCKE 1960, MANIA 1991, MANIA et al. 1997, KAHLKE et al. 1974, 1975, 1977), während Travertine ohne archäologische Betreuung weniger Fundmaterial ergeben haben (z.B. Burgtonna, Weimar), weil sie nur sporadisch abgesammelt wurden (KAHLKE et al. 1978, 1984, zusammenfassend bei MAUL 2002 und KAHLKE 2002).

Es liegen nicht nur Groß- und Kleinsäugerfaunen vor, darüber hinaus wurden bei systematischen Untersuchungen auch die Fisch-, Amphibien-, Reptilien- und Vogelfaunen bekannt. So lassen sich für einige mittel- und jungpleistozäne Travertinvorkommen die Faunen rekonstruieren. Holozäne Wirbeltierfaunen sind so gut wie unbekannt, weil diese Travertine nicht daraufhin untersucht wurden. Aus den Faunen ergeben sich auch Hinweise stratigraphischer Bedeutung hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, im Auftreten bestimmter Arten und besonderer phylogenetischer Trends, die sich bei verschiedenen Arten erkennen lassen.

8.3.1 Vertebratenfauna des Travertins Bilzingsleben II

Folgende Arten wurden bisher nachgewiesen (BÖHME 1997, 1998, 2001, FISCHER 1991a, 1991b, 1997, FISCHER & HEINRICH 1991, GUENTHER 1991, HEBIG 1983, HEINRICH 1980, 1991a, 1991b, 1993, 1997a, 1997b, 1998, 2000, MADE 1998, 2000, MANIA 1991, 1997a, MANIA, U. 1997b, MUSIL 1991a, 1991b, TOEPFER 1983, TURNER 1997, WÜST 1902):

Pisces:

Scardinius erythrophthalmus, *Phoxinus phoxinus*, *Tinca tinca*, *Silurus glanis*, *Lota lota*, *Cottus gobio*, *Esox lucius*.

Amphibia:

Triturus sp., *Triturus vulgaris*, *Pelobates fuscus*, *Bufo bufo*, *Rana temporaria*, *Rana* sp.

Reptilia:

Emys orbicularis, *Anguis fragilis*, *Lacerta* sp., *Natrix natrix*.

Aves:

Anas platyrhynchos, *Bucephala clangula*, *Cygnus olor*, *Haliaeetus albicilla*, *Strix aluco*, *Turdus* sp.

Mammalia:

Insectivora:

Talpa sp., *Sorex araneus*, *Crocidura ex.gr. russula-leucodon*.

Rodentia:

Spermophilus (Urocitellus) sp., *Glis glis*, *Muscardinus avellanarius*, *Allocricetus bursae*, *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus arvalis/agrestis*, *Microtus (Terricola) subterraneus*, *Microtus oeconomus*, *Arvicola cantianus*, *Lagurus lagurus*, (nicht aus dem unterlagernden Löss! – wie bei MAUL 2002: 194), *Castor fiber*, *Trogontherium cuvieri*.

Carnivora:

Ursus deningeri-spelaeus, *Panthera (Leo) spelaea*, *Felis silvestris*, *Canis lupus*, *Meles meles*, *Vulpes vulpes*, *Martes* sp.

Primates:

Macaca florentina, *Homo erectus bilzingslebenensis*.

Proboscidea:

Elephas antiquus.

Perissodactyla:

Stephanorhinus kirchbergensis, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus mosbachensis-taubachensis*.

Artiodactyla:

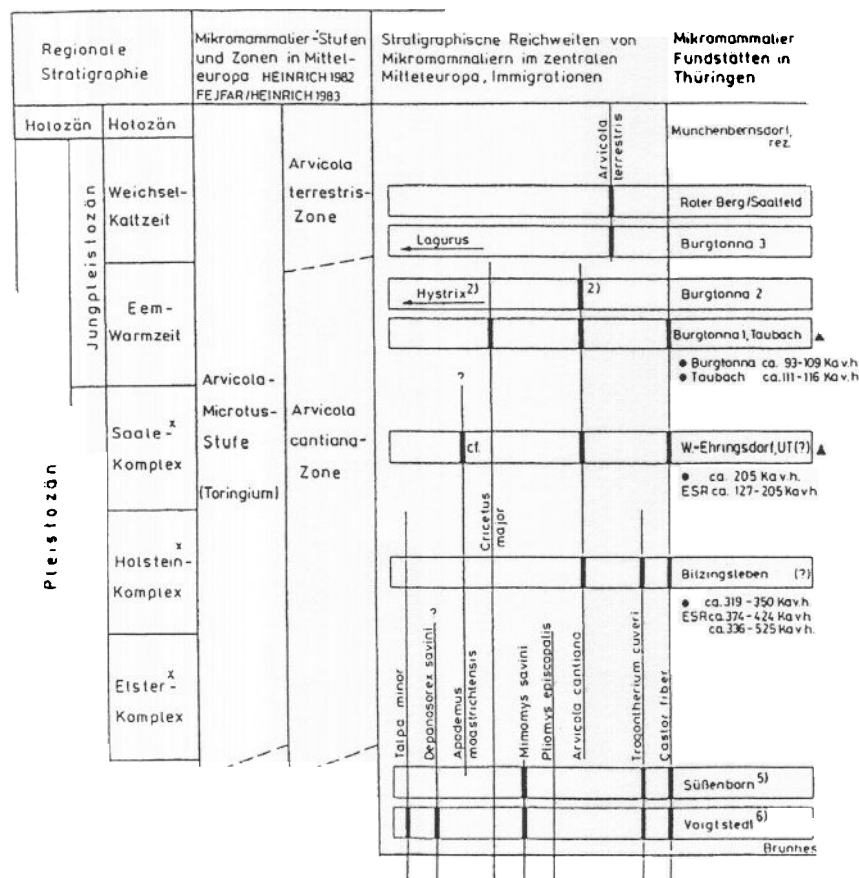
Sus scrofa, *Cervus elaphus*, *Dama clactoniana*, *Capreolus suessenbornensis*, *Bison priscus*, *Bos primigenius?*.

(Der angebliche Nachweis von *Megaloceros* – KAHLKE 2002: 217 – beruht auf der Fehlbestimmung eines Augsprossrestes durch KAHLKE, mündl. Mitt.)

Es handelt sich um eine warmzeitliche *Elephas antiquus*-Fauna. Der subkontinentale Einfluss in Klima und Flora zeigt sich im Auftreten von Arten, die offene Graslandschaften bevorzugen, wie das Steppennashorn (*St. hemitoechus*), der *Bison* (*B. priscus*), vor allem unter den Kleinsäufern ein Ziesel (*Spermophilus* sp.) und ein

kleiner Hamster (*Allocricetus bursae*). Dazu kommt noch der Nachweis des Graulemmings *Lagurus lagurus* (nicht aus dem unterlagernden Löss, wie bei MAUL 2002 dargestellt, sondern eindeutig aus dem Fundhorizont; im weitestgehend entkalkten Löss, aber auch in den nicht entkalkten Teilen, wurden bisher keine Kleinvertebraten oder andere Fossilien nachgewiesen), der heute in den sommerwarmen Wermutsteppen zwischen Wolga und Baikalsee lebt. Er wird immer als kaltzeitliches Element in der mitteleuropäischen Fauna dargestellt. Aber offensichtlich sind es die sommerwarmen Steppen, die unter bestimmten Bedingungen des pleistozänen Klimas in Mitteleuropa entstanden und den Graulemming anzogen, wie z.B. die Schwarzerde-Wiesensteppen in boreal-kontinentalen Wärmeschwankungen oder – wie es Bilzingsleben II beweist, auch mediterran-subkontinental beeinflusste Interglaziale mit entsprechenden Wiesensteppen in einer aufgelockerten Waldlandschaft, wie dem *Buxo-Quercetum* und *Buxo-Syringetum*.

Stratigraphisch wichtig sind das Vorkommen von *Trogontherium cuvieri* als jüngstem Nachweis in Mitteleuropa überhaupt, von einer besonderen Entwicklungsform der Schermaus *Arvicola cantianus* (*A. mosbachensis* bei MAUL 2002) und von *Macaca florentina* (Abb. 50). *Trogontherium cuvieri* von Bilzingsleben ist zugleich der phylogenetisch jüngste Vertreter dieser Art in Mitteleuropa. Evolutionstendenzen beim Altbiber führen zur Vergrößerung des unteren vierten Prämolars und zur weiteren Ausbildung des sog. antero-lingualen Striids an den unteren Prämolaren in Richtung höherer Effizienz des Gebisses (HEINRICH 1991). Diese Zähne haben auch inzwischen 5 Flexide statt vier wie im älteren Mittelpleistozän. Die Zähne von *Arvicola cantianus* haben einen sehr großen Schmelzdickenquotienten, wie er für den Holsteinkomplex typisch ist (HEINRICH 1994). Er wird bei den Schermäusen von Ehringsdorf und Burgtonna/Taubach entschieden kleiner. *Capreolus suessenbornensis*, *Dama clactoniana* (MADE 1998), *Ursus deningeri-spelaesus* und *Equus mosbachensis-taubachensis* sind mittelpleistozäne Formen (MUSIL 1991). J. VAN DER MADE konnte nachweisen, dass die Nashörner und Cerviden, darunter auch *Cervus elaphus*, phylogenetisch älter sind als jene von Ehringsdorf (MADE 1998, 2001). *Cervus elaphus* von Bilzingsleben ist außerdem der stratigraphisch älteste bzw. erste in Mitteleuropa, der ein Kronengeweihe ausbildet (MADE 1998).



SDQp Schmelzband-Differenzierungsquotient der Arvicola-Populationen
 MHQp Metastriid-Hypsodontie-Index der Castor fiber-Populationen
 schwarze Dreiecke: paläolithische Fundhorizonte

Abb. 50: Biostratigraphie einiger Kleinsäuger an Fundstellen des mittleren Elbe-Saalegebietes (HEINRICH 1997, 2000).

8.3.2 Vertebratenfauna von Ehringsdorf

Die verschiedenen klimatisch gekennzeichneten Horizonte der Travertinfolge ergaben auch verschiedene Vertebratenfaunen (KAHLKE et al. 1975, HEINRICH 1980, HEINRICH & FEJFAR 1988, BÖHME & HEINRICH 1994, KOENIGSWALD & HEINRICH 1999). Aus dem liegenden Auelehm und den Illmschottern stammen *Mammuthus primigenius-trogontherii* und *Coelodonta antiquitatis*.

Fauna des Unteren Travertins

Amphibia:

Bufo bufo, *Rana* cf. *arvalis*, *Rana temporaria*.

Reptilia:

Lacerta sp., *Anguis fragilis*, *Natrix natrix*, *Elaphe longissima*, *Emys orbicularis*.

Mammalia:

Insectivora:

Talpa europaea, *Sorex araneus*, *Sorex minutus*, *Crocidura russula-leucodon*.

Lagomorpha:

Ochotona pusilla.

Rodentia:

Spermophilus citelloides, *Sicista subtilis-betulina*, *Cricetus cricetus*, *Allocricetus bursae*, *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus maastrichtensis*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola cantianus*, *Microtus agrestis*, *Microtus arvalis*, *Microtus gregalis*, *Microtus oeconomus*, *Pitymys subterraneus*, *Castor fiber*.

Primates:

Homo sapiens (archaisch).

Carnivora:

Meles meles, *Martes martes*, ? *Ursus tibethanus*, *Ursus arctos*, *Ursus spelaeus*, *Vulpes vulpes*, *Canis lupus*, *Crocuta crocuta*, *Cyruonyx antiqua*, *Lynx lynx*.

Proboscidea:

Elephas antiquus.

Perissodactyla:

Stephanorhinus kirchbergensis, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus chosaricus*.

Artiodactyla:

Sus scrofa, *Capreolus capreolus*, *Alces latifrons*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Megaloceros giganteus*, *Bison priscus-mediator*, *Bison priscus* ssp.

Fauna des Pariser-Horizonts

Rodentia:

Microtus arvalis, *Microtus oeconomus-ratticeps*, *Arvicola* sp.

Carnivora:

Ursus sp.

Proboscidea:

Mammuthus primigenius-trogontherii, *Mammuthus primigenius*.

Perissodactyla:

Stephanorhinus hemitoechus, *Coelodonta antiquitatis*.

Artiodactyla:

Megaloceros giganteus, *Rangifer tarandus*.

Fauna des Oberen Travertins

Aves:

Anas cf. *acuta*, *Lyrurus tetrrix*.

Insectivora:

Talpa europaea, *Crocidura russula-leucodon*, Soricidae indet., *Myotis natterii*.

Rodentia:

Spermophilus citellus, *Glis glis*, *Cricetus cricetus*, *Apodemus sylvaticus*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola cantianus*, *Microtus arvalis*, *Pitymys subterraneus*, *Microtus* sp.

Carnivora:

Panthera (Leo) spelaea, *Meles meles*, *Martes martes*, *Mustela* sp., *Ursus arctos*, *Ursus spelaeus*, *Canis lupus*.

Proboscidea:

Mammuthus primigenius-trogontherii, *Mammuthus primigenius*.

Perissodactyla:

Stephanorhinus hemitoechus, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus* cf. *taubachensis*.

Artiodactyla:

Sus scrofa, *Bison priscus mediator*, *Capreolus capreolus*, ? *Rangifer tarandus*, *Alces latifrons*, *Cervus elaphus*, *Megaloceros giganteus germaniae*.

Charakteristik der Fauna von Ehringsdorf

Abgesehen von den Nachweisen von Mammut und Wollhaarnashorn aus den kaltzeitlichen Basisschichten stellen die Travertinfraunen warmklimatische Faunen dar, die allerdings im Vergleich zu anderen Warmzeitfaunen deutliche Besonderheiten in ihrer Zusammensetzung aufweisen. Im Unteren Travertin kommt eine *Elephas antiquus*-Fauna vor, deren charakteristische Vertreter außer dem Waldelefanten das Waldnashorn, der Waldbison, Reh, Dam- und Rothirsch, Wildschwein und mehrere Kleinvertebraten sind. Im mittleren Teil des Unteren Travertins, etwa im Bereich des Kulturhorizonts 4 (BEHM-BLANCKE 1960) erscheint das Steppennashorn (*St. hemitoechus*). Es löst in der weiteren Entwicklung das Waldnashorn ab, das mit dem Waldelefanten gegen Ende der Ablagerung des Unteren Travertins verschwunden ist. Außerdem treten andere Offenlandbewohner mehr und mehr in den Vordergrund. Diese sind überhaupt für die Fauna des Unteren Travertins typisch. Im Allgemeinen sind das Arten, die weniger in geschlossenen Wäldern als in Waldsteppen mit offenen Landschaftstypen, wie Strauch- und Wiesenformationen leben. Das sind in gewissem Maße Wildpferd und Bison, die großen Hirsche und das Steppennashorn. Unter den Kleinsäugetern sind das neben den mehr an Wald gebundenen Formen (*Castor fiber*, *Sorex araneus*, *S. minutus*, *Crocidura*, *Sicista subtilis-betulina*, *Talpa europaea*) Arten, die die offenen Landschaften bevorzugen und zusätzlich sogar deutliche Beziehungen zum ariden kontinentalen Steppengebiet erkennen lassen. Hier wird der subkontinentale Klimaeinfluss deutlich. Dafür sind Ziesel und Hamster, auch Rötel- und Waldmaus sowie die Wühlmausarten charakteristisch. Zuletzt erscheint sogar der Pfeifhase (*Ochotona pusilla*). Hier treten einige Arten auf, die gegenwärtig hauptsächlich osteuropäisch-asiatische Areale besitzen.

Neben den Arten der Waldelefanten-Fauna treten weitere thermophile Arten auf. Hier sind vor allem die Europäische Sumpfschildkröte und die Äskulapnatter zu nennen. Beide haben heute ein etwa mediterrano-pontisch-vorderasiatisches Verbreitungsgebiet. Thermophil sind auch Zauneidechse, Blindschleiche, Ringelnatter sowie einige Kleinsäuger. Als Exot erscheint der Fingerotter (*Cyrraonyx antiqua*).

Der Zwischenhorizont „Pariser“ führt eine Vertebratenfauna, die seiner Molluskenfauna und den Aussagen der Pollenanalysen entspricht. Es sind einige Arten der offenen Landschaft, die allgemein für Kaltzeiten typisch sind und während boreal-kontinentaler Phasen auch in sogenannten Übergangsaunen neben anspruchsvolleren Arten (z.B. *Stephanorhinus hemitoechus*) auftreten.

Im Oberen Travertin kehren zahlreiche Arten, die auch in der Fauna des Unteren Travertins vorkommen, zurück, aber nicht Waldnashorn und Waldelefant. Stattdessen wird das Steppennashorn zur Leitart der Fauna. Als Elefant kommt der Steppenelefant *Mammuthus primigenius-trogontherii* vor. Neben diesen beiden Arten herrschen Arten vor, die in offenen, waldsteppenartigen warmen Landschaften mit parkartigen Gehölzen, Gebüschfluren und Wiesensteppen leben. Das sind Wildpferde, Bisons, große Hirsche, Kleinsäuger, wie z.B. Ziesel und Hamster. Dazu kommt im höheren Teil des Oberen Travertins noch das Birkhuhn, das den geschlossenen Wald meidet. Außer dem Steppenelefanten erscheint auch das Wollhaarnashorn, das als Kaltzeitform gilt. Wir nehmen an, dass der subkontinentale Klimaeinfluss trotz des Warmzeitklimas die Voraussetzungen in Form weiter offener, steppenartiger Flächen dafür schuf, dass auch gelegentlich aus den östlichen Steppen *Coelodonta antiquitatis* bis in das mittlere Elbe-Saalegebiet gelangen konnte. Es gibt hierfür mit dem limnisch-telmatischen Interglazial von Neumark-Nord eine Parallele: Im ausgesprochen subkontinentalen Klima mit *Acer tataricum*-Eichen-Steppenwäldern und ausgedehnten Steppenwiesen kommt im Optimum dieses Interglazials neben Waldelefant und dem Wald- und Steppennashorn auch *Coelodonta antiquitatis* vor.

Die Wildpferde (MUSIL 1975) und die Biber (KRETZOI 1975) von Ehringsdorf sind phylogenetisch älter als die Pferde und Biber aus der Eemwarmzeit (Taubach, Burgtonna). Das gleiche gilt für die Nashörner (*Stephanorhinus kirchbergensis*, *St. hemitoechus*). Auch sie vertreten ein phylogenetisch älteres Entwicklungsstadium als die Nashörner aus der Eemwarmzeit (MADE 2001). In diesen Merkmalen gleichen sich die Nashörner von Neumark-Nord und Ehringsdorf.

Die Fauna der Fugenfüllung

Bei der Beschreibung der Travertinabfolge von Ehringsdorf wurde die Horizontalfuge auf dem Pariser-Horizont beschrieben, die sekundär durch Spalten im Oberen Travertin mit Bodensedimenten gefüllt wurde. Diese enthalten Mollusken und Wirbeltierreste. Das trifft auch für die gleiche Sedimentfüllung in klaffenden Schichtfugen an der Basis des Oberen Travertins in diesem Bereich sowie in den Karstspalten, die bis auf den Pariser führen, zu. Da auch die bodenkundliche Untersuchung (ALTERMANN 1995a) die sekundäre Füllung dieser postsedimentär aufgerissenen Fuge bestätigt, sind wir mit dieser Deutung sehr sicher, im Gegensatz zu einer Auffassung von SCHÄFER (1991) und BÖHME & HEINRICH (1994). Diese Beobachtung ist sehr wichtig, da ja die Fauna dieser Bodensedimente nichts mit der Travertinabfolge zu tun hat und jünger als diese ist. Bei der Molluskenfauna stellten wir bereits fest, dass in ihr Arten vorkommen, die in den Ehringsdorfer Travertinen

bisher nicht nachgewiesen wurden. Deshalb ist nicht zu vertreten, dass diese Fauna bei verallgemeinernden Beschreibungen z.B. dem „Bodenhorizont im obersten Abschnitt des Parisers“ (MAUL 2002: 195) zugewiesen wird.

Die Fugenfüllung enthielt folgende Fauna (BÖHME & HEINRICH 1994):

Pisces:

Thymallus thymallus, Esox lucius, Rutilus rutilus, Phoxinus phoxinus, Leucaspis delineatus, Cottus gobio.

Amphibia:

Salamandra salamandra, Triturus cristatus, Triturus vulgaris, Pelobates sp., Bufo bufo, Rana arvalis, Rana temporaria, Rana sp.

Reptilia:

Anguis fragilis, Lacerta agilis, Coronella austriaca, Elaphe longissima, Natrix natrix.

Mammalia:

Insectivora:

Erinaceus europaeus, Talpa europaea, Sorex minutus, Sorex araneus, Crocidura russula-leucodon, Chiroptera indet.

Lagomorpha:

Ochotona pusilla, Lepus sp.

Rodentia:

Sciurus vulgaris, Glis glis, Sicista subtilis-betulina, Cricetus major, Apodemus flavicollis, Apodemus sylvaticus, Apodemus sp., Clethrionomys glareolus, Arvicola sp., Microtus agrestis, Microtus arvalis-agrestis, Microtus oeconomus, Microtus gregalis, Pitymys subterraneus.

Carnivora:

Martes martes, Ursus sp., Crocuta crocuta spelaea, Vulpes vulpes.

Artiodactyla:

Sus scrofa, Capreolus capreolus, Bos/Bison.

Ein Teil der Arten, wie der Feuersalamander, der Bergmolch, die Kröten, die Schlangen, fast alle Kleinsäuger und die kleinen Raubtiere können Bewohner der Höhlen und Spalten des verkarsteten Oberen Travertins gewesen sein. Die Reste der Fische, Frösche, größeren Säuger sind eingetragen, z.B. von Carnivoren, wie dem Fuchs, oder von Greifvögeln in die Spalten gelangt und mit den Bodensedimenten nach unten gewandert.

Bis auf die vereinzelt Nachweise von *Ochotona pusilla* und *Microtus gregalis*, die als eher kaltzeitliche Elemente eine andere Herkunft haben als die Gesamtf fauna, ist diese hochwarmzeitlich und durch thermophile sowie vorwiegend im Wald lebende Arten bestimmt. Die Offenlandarten, die vorkommen, sind relativ selten. Auffällig ist die überwiegend große Häufigkeit der Schlangenreste. Die Schlangen lebten offensichtlich auch in den Karsthohlräumen. Die Blindschleiche (*Anguis fragilis*) ist sehr robust. Diese Formen kamen im eemzeitlichen Travertin von Taubach vor (BÖHME & HEINRICH 1994). Ein großer Teil der Arten kommt nicht im Oberen Travertin vor, z.B. die Waldarten *Salamandra salamandra*, *Bufo bufo*, *Elaphe longissima* u.a. Diese Fauna aus den Spalten und von der Oberfläche des verkarsteten Travertins stammt aus dem Optimum einer Warmzeit mit eher humidem als subkontinentalem Klima, mit Laubmischwald und einzelnen Lichtungen. Da in den Decksedimenten des Travertins Reste einer Parabraunerde nachgewiesen wurden, die wir als Naumburger Boden ansehen, könnte es sich bei dieser sekundären Fauna um eine eemzeitliche Fauna aus diesem Bereich handeln.

Eine andere Deutung ging davon aus, dass es sich um eine Fauna handeln könnte, die nach dem Ende der Travertinbildung auf der Oberfläche des Travertinlagers gelebt hat, während diese Oberfläche der Verkarstung unterlag. Dann würde diese Fauna noch in die gleiche Warmzeit gehören wie der Obere Travertin. Jüngste Untersuchungen im Aufschluss (von T. SCHÜLER und D. MANIA im II. Quartal 2002) ergaben im obersten Teil des Oberen Travertins fossilreiche Lockertravertine, welche eine typische *Bradybaena fruticum*- und *Chondrula tridens*-Fauna führen, die keine thermophilen Arten, vor allem keine derartigen Waldarten enthält. Die Kleinsäuger beschränken sich auf Microtine. In dieser Zeit der ausgehenden Travertinablagerung war demnach bereits ein kontinentales boreales Klima mit Wald- und Wiesensteppen entwickelt. Das ist eine spätinterglaziale Phase. Die Fauna der Fugenfüllung spricht jedoch für eine optimal entwickelte Phase eines Interglazials. Sie kann nicht ohne eine Unterbrechung direkt der Fauna folgen, die in den oberen Schichten des Oberen Travertins nachgewiesen ist. So hat die Deutung, nach der die sekundäre Fauna in der Spalten- und Fugenfüllung aus einer jüngeren Warmzeit stammt, eine größere Wahrscheinlichkeit.

Die Fauna von Karsthohlräumen

In Karsthohlräumen im Oberen Travertin kommen schwarze humose Bodensedimente als sekundäre Füllung vor, welche an Schwarzerden erinnern. Sie können aus dem frühweichselzeitlichen Humushorizont des Naumburger Bodenkomplexes stammen. BÖHME & HEINRICH (1994) weisen aus diesen Spaltenfüllungen folgende Fauna nach:

Pisces:

Thymallus thymallus, *Esox lucius*, *Phoxinus phoxinus*.

Amphibia:

Triturus vulgaris, *Bufo bufo*, *Bufo viridis*, *Rana arvalis*, *Rana temporaria*.

Reptilia:

Anguis fragilis, *Lacerta vivipara*, *Natrix natrix*, *Vipera berus*.

Mammalia:

Insectivora:

Erinaceus europaeus, *Talpa europaea*, *Sorex minutus*, *Sorex araneus*, *Neomys fodiens*, Chiroptera indet.

Lagomorpha:

Lepus indet.

Rodentia:

Spermophilus citelloides, *Sicista subtilis-betulina*, *Cricetus* sp., *Apodemus* sp., *Arvicola terrestris*, *Microtus arvalis*, *Microtus arvalis-agrestis*, *Microtus oeconomus*, *Microtus gregalis*.

In dieser Fauna fehlen die Waldformen und die besonders anspruchsvollen Arten. Arten, die eher in offenen Landschaften oder in den Wiesensteppen wohnen (*Spermophilus citelloides*, *Microtus arvalis*, *Microtus gregalis*, *Cricetus* sp.) dominieren in der Fauna und sind auch häufiger. Diese Fauna gleicht jenen Faunen, die aus den frühweichselzeitlichen, boreal/kühl temperierten sehr kontinentalen Interstadialen mit Waldsteppen und Schwarzerde-Wiesensteppen bekannt geworden sind (HEINRICH & JANOSSY 1978, HEINRICH 1990).

8.3.3 Die Vertebratenfauna von Burgtonna, Taubach und Weimar

Die eemzeitlichen Wirbeltierfaunen sind zum größten Teil Sammelfaunen, die während der Steinbrucharbeiten zusammengekommen sind. Bei Burgtonna gelang es erst in einem Deckschichtenaufschluss und später bei dem industriellen Travertinabbau der letzten Jahre horizontiert zu sammeln.

Burgtonna

Folgende Arten wurden im Travertin von Burgtonna nachgewiesen (KAHLKE et al. 1978, KOENIGSWALD & HEINRICH 1999, BÖHME 1997, MANIA 1999):

Fauna aus den stratigraphisch fixierten Horizonten Phase Bu 2 bis Bu 4:

Pisces:

Cottus gobio.

Reptilia:

Emys orbicularis, *Natrix natrix*, *Elaphe longissima*. Im nördlichen Teil des Travertinvorkommens (bei Gräfenonna): *Coronella austriaca*.

Aves:

Anas platyrhynchos.

Mammalia:

Insectivora:

Sorex araneus.

Rodentia:

Glis glis, *Cricetus cricetus*, *Apodemus sylvaticus*, *Castor fiber*.

Carnivora:

Ursus arctos, *Crocuta crocuta*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Felis silvestris*, *Vulpes vulpes*. Neufund: *Panthera pardus* (KAHLKE 2002).

Proboscidea:

Elephas antiquus.

Perissodactyla:

Stephanorhinus kirchbergensis, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus* cf. *germanicus*, *Equus* (*Asinus*) *hydruntinus*.

Artiodactyla:

Sus scrofa, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*, *Bison priscus mediator*.

Aus dem oberen Teil des Travertins (Phasen Bu 5 bis Bu 8) wurden folgende Säuger geborgen:

Talpa europaea, *Crocidura* sp., *Lepus* sp., *Glis glis*, *Cricetus major*, *Arvicola cantianus*, *Microtus arvalis*, *Castor fiber*, ferner *Bison priscus*.

Aus der frühweichselzeitlichen Deckschichtenfolge stammen folgende Arten (JÄGER & HEINRICH 1978, MLYNYRSKI et al. 1978, HEINRICH & JANOSSY 1978a und b, MANIA 1999):

Phase Bu B-a (Schwarzerde, Schwarzerdekolluvium):

Amphibia:

Pelobates fuscus, *Bufo viridis*, *Rana temporaria*, *Rana arvalis*, *Rana* sp.

Reptilia:

Natrix natrix, *Lacerta* sp.

Aves:

Querquedula querquedula, *Parus major*.

Mammalia:

Insectivora:

Talpa europaea, *Sorex araneus*, *Sorex minutus*, *Crocidura russula-leucodon*, *Myotis daubentoni*.

Rodentia:

Spermophilus citelloides, *Sicista subtilis-betulina*, *Arvicola terrestris*, *Microtus arvalis*, *Microtus oeconomus*, *Microtus gregalis*, *Pitymys subterraneus*.

Carnivora:

Vulpes sp., *Ursus arctos*, *Mustela nivalis*, *Putorius putorius-eversmanni*, *Putorius* sp.

Proboscidea:

Mammuthus primigenius.

Perissodactyla:

Coelodonta antiquitatis, *Equus* cf. *germanicus*.

Artiodactyla:

Megaloceros giganteus, *Cervus elaphus*, *Bison priscus*.

Phase Bu B-b (lössartiger Schluff, Beckenschluff):

Rodentia:

Lagurus lagurus, *Microtus arvalis*, *Microtus* cf. *arvalis*.

In den gleichen frühweichselzeitlichen Bereich der beiden Phasen a und b gehört die Füllung eines Karsthohlraumes im oberen Teil des Travertins. Sie bestand aus einem lehmigen Bodensediment, das die *Bradybaena fruticum*- und *Chondrula tridens*-Fauna enthielt, wie sie für die ersten frühweichselzeitlichen Interstadiale mit Waldsteppen und Schwarzerde-Wiesensteppen typisch ist. Diese Füllung enthielt auch einige Wirbeltierreste, vor allem vom Stachelschwein, *Hystrix vinogradovi* (MAUL 1994, hier gegensätzlich als spät-interglazial eingeordnet), ferner *Talpa europaea*, *Sorex araneus*, *Lepus* sp., *Arvicola cantianus* und *Microtus arvalis*.

Aus dem Travertin liegt eine jungpleistozäne *Elephas antiquus*-Fauna vor. In ihrer Zusammensetzung und den daraus ableitbaren ökologischen Ansprüchen entspricht sie der Aussage der Travertinflora und Molluskenfauna. Thermophile und vorwiegend in Waldlandschaften mit Lichtungen lebende Arten dominieren. Doch treten auch immer wieder Offenlandarten auf (*Cricetus cricetus*). Neben dem Waldnashorn erscheint das Steppennashorn. Offenlandarten, vor allem unter den Kleinvertebraten, nehmen in den oberen Teilen des Travertinlagers zu (Phasen 5 bis 8). Das entspricht ebenfalls der Molluskenfauna.

Die Faunen aus den Deckschichten sind als wichtige stratigraphische Leitfaunen anzusehen. Das betrifft die Fauna aus dem Schwarzerdekolluvium und das darüber im Beckenschluff nachgewiesene Vorkommen von *Lagurus lagurus* („*Lagurus*-Horizont“). Letzteres wird in der Erstveröffentlichung (JÄGER & HEINRICH 1978, HEINRICH & JÄGER 1978) als mittelweichselzeitlicher Leithorizont und *Lagurus lagurus* als Kaltzeitform

interpretiert. Nach unserer Kenntnis des klimageschichtlichen Ablaufs der Weichselkaltzeit (MANIA 1999) und der Molluskenfauna der Deckschichten, die von D. MANIA nach 1978 wiederholt intensiv untersucht worden ist, können das sog. „Lössderivat“ (JÄGER & HEINRICH 1978) und seine auflagernde Humuszone wie das Schwarzerdekolluvium einschließlich Umlagerungsprozess dem älteren Teil des Frühglazials der Weichselkaltzeit, also dem Bereich der ersten beiden Interstadiale, zugewiesen werden. Das Lössderivat ist keine kaltklimatisch gebildete Ablagerung, sondern ein Beckenschluff, der unter lokalen Verhältnissen in der Depression entstand, wie uns das die Ostrakodenfauna und einige Mollusken zeigen (s.o.). Dem Frostgley innerhalb des Beckenschluffs als einer „stadialen Bodenbildung“ ist keine derartige große klimatische Bedeutung zuzumessen. Auch die Trennung der beiden Faunen – die artenreiche Fauna im Schwarzerdekolluvium und die artenarme *Lagurus*-Fauna im Beckenschluff – hat lokale Ursachen. Beide Faunen repräsentieren eine Fauna der sommerwarmen Schwarzerdewiesensteppen, die unter borealen bis kühl temperierten, aber kontinentalen Verhältnissen entstanden. Das war auch der Lebensraum von *Lagurus lagurus*, der heute in den warmen, durch *Artemisia* gekennzeichneten Steppen von der Ukraine bis Innerasien östlich vom Balkasch-See verbreitet ist. Den gleichen frühglazialen Interstadialen mit Wald- und Wiesensteppen ist der *Hystrix*-Fund zuzuordnen. Das Stachelschwein ordnet sich zwanglos in diese Steppenfauna ein. Der frühglaziale *Lagurus*-Horizont von Burgtonna fand seine Entsprechung im frühweichselzeitlichen Bodenkomplex von Neumark-Nord (HEINRICH 1990).

Interessant ist, dass der Graulemming wieder unter klimatisch gleichartigen Verhältnissen während der Wiedererwärmung in spätglazialen Hangablagerungen der Weichselkaltzeit auftritt: Er wurde in einer Offenlandfauna mit ersten anspruchslosen Waldarten in einer Abfolge bei Döbritz, oberes Orlatal, nachgewiesen (KNORKE 1971, MANIA 1971). Zur gleichen Zeit setzt die Bildung der mitteldeutschen Schwarzerde ein (ALTERMANN & MANIA 1968).

Taubach und Weimar

Aus dem Travertin von Taubach liegt folgende Sammelfauna vor (KAHLKE et al. 1977):

Amphibia:

Bufo bufo, *Rana temporaria*.

Reptilia:

Anguis fragilis, *Natrix natrix*, *Elaphe longissima*, *Emys orbicularis*.

Aves:

Bucephala clangula, *Mergus merganser*, *Tadorna tadorna*, *Anas platyrhynchos*, *Anas penelope*, *Cygnus cygnus*, *Asio flammeus*, *Pandion haliaetus*, *Dendrocopos major*, *Sturnus vulgaris*.

Mammalia:

Insectivora:

Talpa europaea, *Sorex araneus*, Soricidae indet.

Rodentia:

Apodemus sylvaticus, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola cantianus*, *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*, *Pitymys subterraneus*, *Castor fiber*, *Cricetus major*.

Carnivora:

Meles meles, *Lutra lutra*, *Ursus spelaeus*, *Ursus arctos*, *Crocota crocuta*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Panthera pardus*, *Lynx lynx*, *Canis lupus*.

Proboscidea:

Elephas antiquus.

Perissodactyla:

Stephanorhinus kirchbergensis, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus taubachensis*.

Artiodactyla:

Sus scrofa, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*, *Megaloceros giganteus germaniae*, *Alces latifrons*, *Bison priscus mediator*, *Bison priscus priscus*.

Primates:

Homo sp.

Der Travertin von Weimar hat folgende Wirbeltierfauna (KAHLKE et al. 1984):

Reptilia:

Elaphe longissima, *Natrix natrix*, *Lacerta* sp., *Emys orbicularis*.

Aves:

Accipiter nisus.

Mammalia:

Rodentia:

Castor fiber, *Arvicola cantianus/terrestris*.

Carnivora:

Lynx lynx, *Felis silvestris*, *Crocuta crocuta*, *Vulpes vulpes*, *Mustela eversmanni*, *Meles meles*, *Ursus arctos*.

Proboscidea:

Elephas antiquus.

Perissodactyla:

Stephanorhinus kirchbergensis, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus taubachensis*, *Equus (Asinus) hydruntinus*.

Artiodactyla:

Bison priscus mediator, *Cervus elaphus*, *Megaloceros giganteus germaniae*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*.

Aus hangenden Teilen des Travertins oder/und den Deckschichten stammen *Mammuthus primigenius*, *Rangifer tarandus*.

In allen drei eemzeitlichen Travertinen Thüringens – Burgtonna, Taubach, Weimar – wurden einander sehr ähnliche Faunen nachgewiesen. Es sind *Elephas antiquus*-Faunen, wie sie auch im allgemeinen im Holstein-Komplex und dem Saale-Komplex vorkommen, doch überwiegen Arten, die eher an Waldlandschaften als an offene Landschaften gebunden sind. Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass auch Offenlandarten auftreten. Dicht geschlossene Wälder waren wahrscheinlich selbst in ozeanisch beeinflussten, humiden Interglazialen, wie in der Eemwarmzeit, im mittleren Saale-Elbegebiet nur stellenweise ausgebildet. Statt dessen waren sie aufgelichtet und mit offenen Landschaftstypen durchsetzt, auch während des klimatischen Optimums. Das nehmen wir deshalb an, weil bereits der Eingriff der großen Herbivoren, um ihren Futterbedarf zu decken, zu Auflichtungen führte. In Thüringen und dem Harzvorland ist auch mit den besonderen Klimaverhältnissen des mitteleuropäischen Trockengebietes zu rechnen, wenn auch im abgeschwächten Maße.

Einige Arten der jungpleistozänen Faunen sind phylogenetisch weiter entwickelt, als ihre verwandten Arten im vorangehenden Mittelpleistozän. Das betrifft die Bären, Nashörner, Pferde, Hirsche, Boviden und Biber. Der Schmelzdickenquotient der Molaren bei *Arvicola cantianus* ist geringer (etwa bei 105) als bei mittelpleistozänen Formen (Abb. 50, HEINRICH 1982, 1987). Andere Arten kommen nicht mehr vor: z.B. *Trogontherium cuvieri*, *Apodemus maastrichtiensis*, *Dama clactoniana*, *Dama dama geiselana*, *Capreolus suessenbornensis*.

8.4 Weitere Fossilgruppen aus den Travertinen

Crustaceen

In allen Travertinen kommen arten- wie individuenreiche Ostrakodenfaunen vor. Einige Artnachweise haben besondere paläoökologische und auch stratigraphische Bedeutung. Die intensive Untersuchung dieser Faunen hat zahlreiche neue Arten ergeben, die also nur fossil vorkommen und zunächst für ökologische und stratigraphische Untersuchungen weniger bedeutend sind (Bilzingsleben: DIEBEL & PIETRZENIUK 1980, Ehringsdorf: DIEBEL & WOLFSCHLÄGER 1975, Burgtonna: DIEBEL & PIETRZENIUK 1978, Taubach: DIEBEL & PIETRZENIUK 1977, Weimar: DIEBEL & PIETRZENIUK 1984, Mühlhausen/Klippe, wahrscheinlich mittelpleistozäner Travertin: JORDAN, BERNSTORFF & GRÜNDEL 1962, holozäne Travertine von Bad Langensalza, Weimar-Kirschbachtal, Oberweimar: DIEBEL & WOLFSCHLÄGER 1975).

Die Ostrakodenfaunen der Travertine sind vor allem durch Quellformen gekennzeichnet, wie z.B. *Potamocypris fallax*, *Potamocypris wolffi*, *Ilyocypris inermis*, *Ilyodromus olivaceus*, *Eucypris pigra*, *Candona angusta*, *Candona vavrai*. Mit ihnen sind kaltstenotheime Arten vergesellschaftet, was für Quellfaunen typisch ist (*Candona candida*, *Candona neglecta*, *Herpetocypris brevicaudata*). Sonst kommen Arten von Kleingewässern, Sümpfen und periodischen Kleingewässern vor. Warmstenotheime Arten kennzeichnen diese Kleingewässer im Optimum der Warmzeit, z.B. *Notodromas monacha*, *Herpetocypris reptans*, *Dolerocypris fasciata*. Salzwassereinfluss, der auf Salzvorkommen im Untergrund beruht (Trias- und Zechsteinsalinar) ist durch Salzwasserosttrakoden (*Heterocypris salina*, *Candona angulata*) in allen pleistozänen Travertinen nachgewiesen. Interessant ist das Auftreten von *Microdarwinula zimmeri*, einer semiaquatischen Art, die im wasserdurchrieselten Moorsrasen oder im Pflanzendetritus nasser Moorböden vorkommt, z.B. in der Spritzzone der Travertinkaskaden im Pflanzenrasen gelebt haben kann. Heute ist sie als wärmeliebende Form vorwiegend in Zentralafrika und Java verbreitet. Sie wurde im Travertin von Bilzingsleben II und von Weimar festgestellt.

Insekten

Hin und wieder wurden Abdrücke von Insekten im Travertin nachgewiesen. Aus dem Travertin von Burgtonna hat CLAUDIUS (1958) eine besondere Art eines Splintkäfers (*Scolytus tiburtinus*) beschrieben. Ferner wurden aus diesem Travertin Abdrücke eines Schmetterlingkokons (von *Celerio* sp.), der Larve einer Steinfliege (Plecoptera) und von Käfern (Gattung *Polyphaga*, *Carabus* sp.) bekannt (KNORRE 1978). Im Weimarer Travertin

wurde ebenfalls eine Steinfliegenlarve nachgewiesen, ferner auch der Köcher einer Trichoptera (JOOST 1984). Weitere Angaben sind in KEILER 2002 enthalten.

Vogeleier und Schalen von Vogeleiern stammen aus fast allen pleistozänen Travertinen. Doch lassen sie sich schwer bestimmen.

9 Nachweis des Menschen und seiner Kultur in den Travertinen Thüringens und des Harzvorlandes

Die Ökosysteme der Travertinlagerstätten waren bevorzugte Aufenthaltsplätze des pleistozänen, wie auch des holozänen Menschen. Wasser spielte eine große Rolle. In der Nähe der Quellen und auf trocken gefallenem Partien der Travertinplatten gab es ideale Siedlungsplätze. Vor allem zog der Wildreichtum den pleistozänen Menschen an. Wir kennen Lagerplätze und Jagdaufenthalte des pleistozänen Menschen von Bilzingsleben (Travertin II), von Ehringsdorf, Taubach, Weimar, Burgtonna und Veltheim.

Bilzingsleben

(MANIA 1990b, 1998b, MANIA et al. 1980, 1997, MANIA & WEBER 1986, FISCHER et al. 1991, MAI et al. 1983, VLČEK, MANIA & MANIA 2002, EAZ 18/1977, 20/1979, 21/1980, 24/1983, 30/1989, 34/1993, 35/1994; Praehistoria Thuringica 1/1997, 2/1998, 3/1999, 4/2000, 5/2000, 6-7/2001, 8/2002):

Es handelt sich um einen altpaläolithischen Lagerplatz auf einer halbinselartigen Uferterrasse am Seebecken in Nähe der aufsteigenden Karstquelle, mit Grundrissstrukturen von drei Wohnbauten, mit Arbeitsplätzen, Feuerstellen, Aktivitätszonen, einem gepflasterten Platz mit 9 m Durchmesser für besondere kulturelle Aktivitäten. Zahlreiche Geröllgeräte, Spezialgeräte aus Feuerstein sowie aus Knochen, Geweih, Stoßzahnelfenbein und Holz sowie ihre Herstellungsabfälle blieben zurück. Grundlage der Ernährung waren Sammeln und Jagen. Große Mengen an Skelettresten der Jagdbeute bedeckten den Lagerplatz und einen Schwemmfächer neben dem Ufer. Gejagt wurden Nashörner (27 %), Elefanten (vor allem Jungtiere), Wildrinder, Wildpferde, Rothirsche (18 %), Damhirsche, Bären (11 %), Biber (15 %), *Trogotherium* (4 %), Wildschwein (2 %), selten Reh, Löwe, Wildkatze, Fuchs, Dachs, Wolf. Es lassen sich an Techniken, Geräten und der Jagd zielstrebiges Handeln, vorausplanendes begriffliches Denken nachweisen. Regelmäßig eingravierte Strichfolgen auf Knochenartefakten sind optisch vermittelte Gedanken. Sprache muss ausgebildet gewesen sein. 27 Schädelreste, 8 Zähne und ein Unterkiefer gehören rekonstruierten Schädeln von zwei Individuen (Abb. 51 und 52), der Unterkiefer zu einem dritten Individuum. Es handelt sich eindeutig um späte Vertreter des *Homo erectus*. Gute Übereinstimmungen gibt es mit den Funden Olduvai Hominid 9 (Ostafrika), *Sinanthropus* III, H1 und B1 (Choukoutien, China) sowie *Pithecanthropus* VIII von Sangiran, Java (VLČEK, MANIA & MANIA 2002).

Ehringsdorf

(BEHM-BLANCKE 1960, FEUSTEL 1983, VLČEK 1993, MANIA 1997b):

Mehrere Fundhorizonte im Unteren, weniger im Oberen Travertin gehen auf Aufenthalte des Menschen zurück. Eine größere Forschungsfläche mit Rastplatzfazies wurde 1958 ausgegraben (BEHM-BLANCKE 1960). Es handelt sich um Lagerplätze und kürzere Jagdaufenthalte des mittelpaläolithischen Menschen. Ein großer Teil der Wirbeltierfauna aus dem Travertin geht auf die Jagd zurück. Brandschichten bezeugen Feuerstellen. Zahlreiche Geräte aus Feuerstein, weniger auch anderen Gesteinen. Zweiflächig und einflächig bearbeitete sowie nur kantenbearbeitete Geräte mit „mousteroiden“ Formmerkmalen. Kultur des sog. „Ehringsdorfien“. Schädel- und andere Skelettreste von mehreren Individuen, darunter ein Schädel, zwei Unterkiefer, der Torso eines Kindes. Nach VLČEK (1993) ein archaischer *Homo sapiens* (Abb. 53).

Taubach

(BEHM-BLANCKE 1960):

Geräte und Abschlüge einer Abschlagkultur, vorwiegend aus Feuerstein. Ein Teil der Wirbeltierfauna geht auf die Jagd des mittelpaläolithischen Menschen zurück, von dem einige Backenzähne vorliegen.

Weimar

(BEHM-BLANCKE 1960):

Ebenfalls Geräte und Abschlüge einer Abschlagkultur. Reste der Jagdfauna.

Burgtonna

(TOEPFER 1936, SCHÜLER 1999):

Nur Einzelfunde von einem bifazialen Schaber aus Quarzit und einigen Feuersteinartefakten, vor allem aus dem oberen Teil des Travertins. Holzkohleschichten, jedoch ohne Knochenreste und Artefakte, wurden wiederholt in den letzten Jahren im festen Travertin beim Abbau beobachtet.

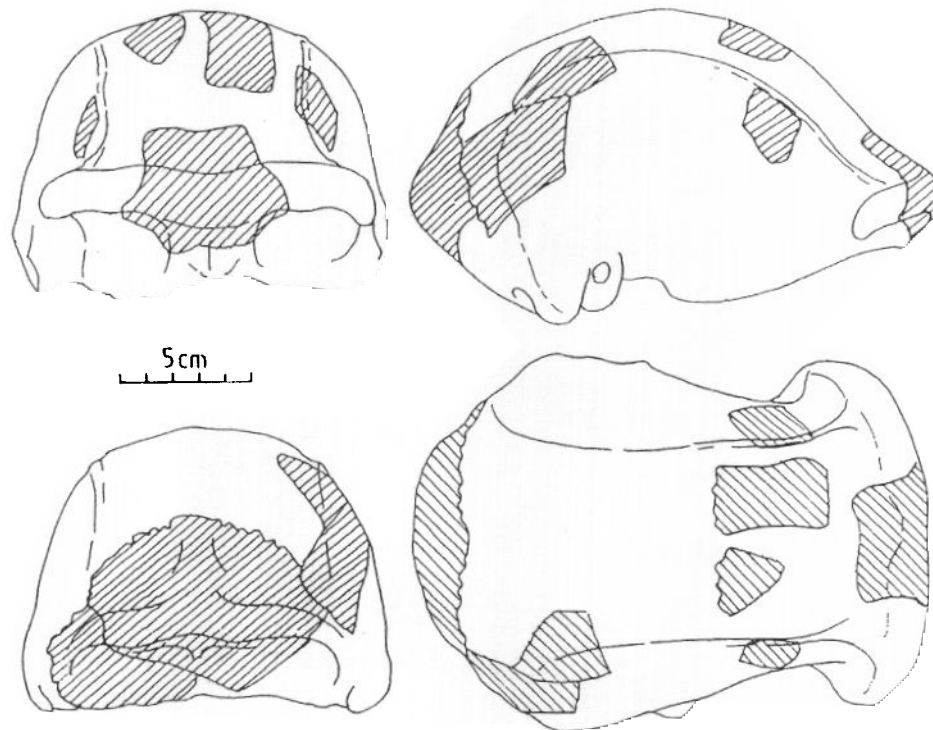


Abb. 51: Schädel des *Homo erectus* Individuum I.
 Altpaläolithischer Fundhorizont aus dem Travertin der Folge Bilzingsleben II.
 Schraffiert: Fossilfunde. Rekonstruktion: E. VLČEK.

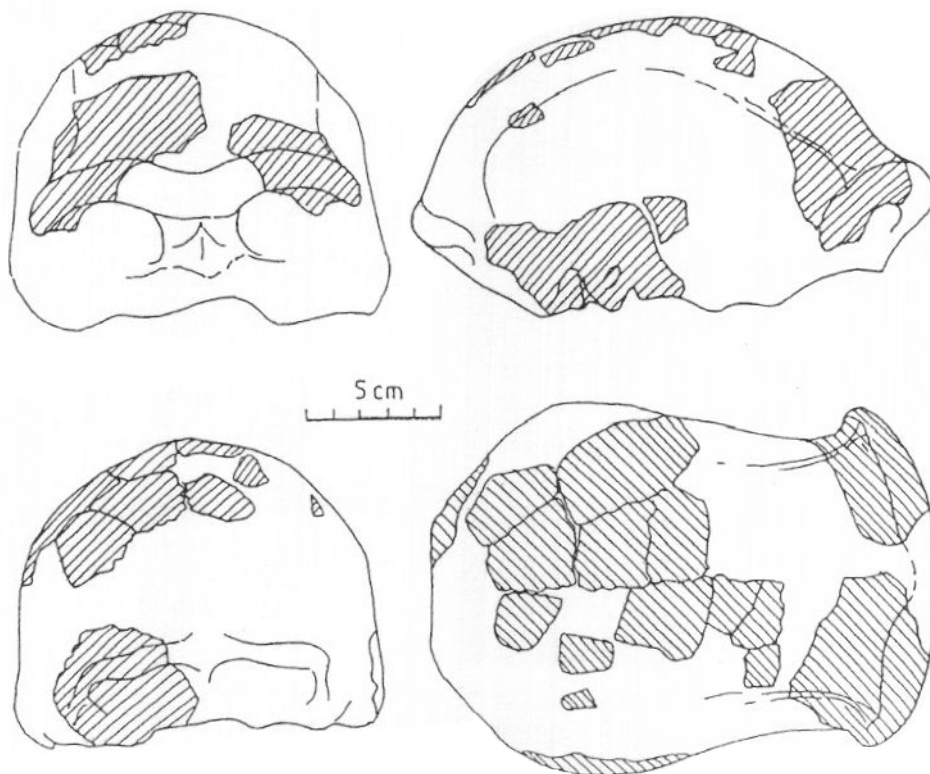


Abb. 52: Schädel des *Homo erectus* Individuum II.
 Altpaläolithischer Fundhorizont aus dem Travertin der Folge Bilzingsleben II.
 Schraffiert: Fossilfunde. Rekonstruktion: E. VLČEK.

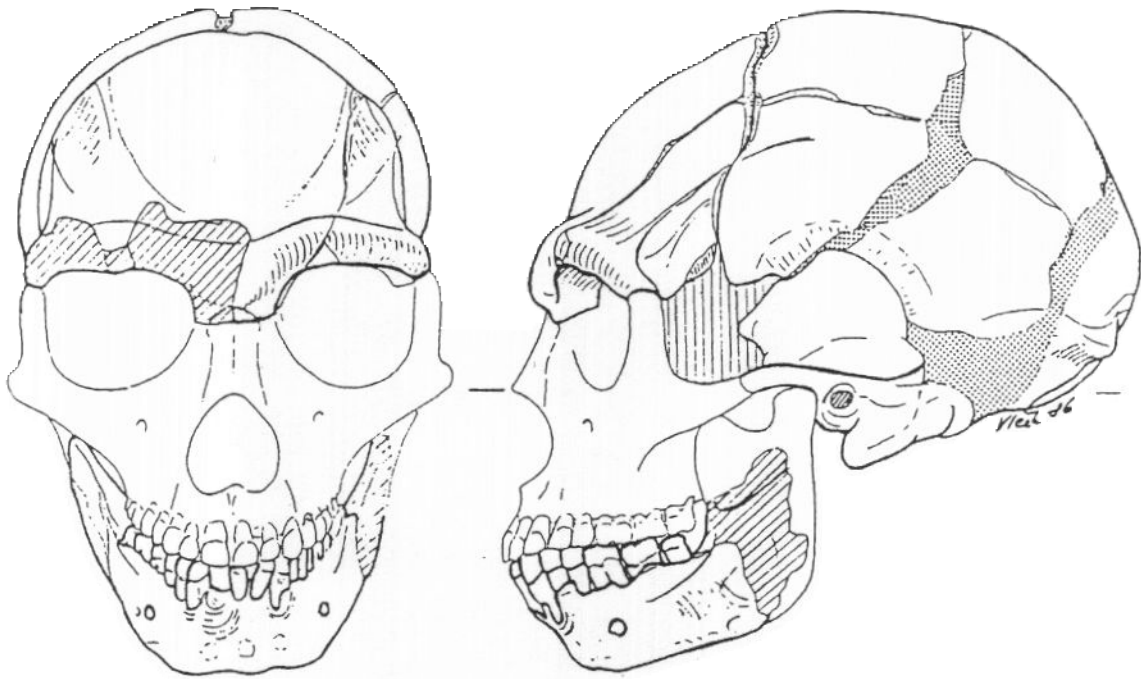


Abb. 53: Schädel des fossilen Menschen von Ehringsdorf: ein archaischer *Homo sapiens* (VLČEK 1993).

Veltheim

(HEMPRICH 1930, WENZEL 1993):

Mehrere Feuersteinabschläge, die an einer Stelle im Travertin gefunden wurden, gehen offenbar auf einen Schlagplatz zurück.

In den **holozänen Travertinen** kommen gelegentlich Siedlungshorizonte in subborealen Böden vor (vorwiegend Bronzezeit und frühe Eisenzeit, z.B. Pennickental bei Jena, Altenberga bei Kahla, Schaala bei Rudolstadt). Auch jüngere Siedlungshorizonte wurden gefunden (Latènezeit im Travertin von Remda, frühe römische Kaiserzeit bei Bad Langensalza).

10 Schlusswort

Die Travertinlagerstätten Thüringens und des Harzvorlandes spiegeln die erdgeschichtliche Entwicklung des mittleren und jüngeren Quartärs über die Warmzeiten wider. Sie ließen nicht nur eine differenzierte Gliederung in zahlreiche warmzeitliche Schwankungen zu, sondern vor allem die umfassende Rekonstruktion der ehemaligen Umweltverhältnisse, ganz besonders der Vegetation und der verschiedenen Faunen. Dazu kommen noch die eingeschalteten archäologischen Siedlungs- und Begehungshorizonte, mit deren Hilfe die Entwicklungsgeschichte des Menschen und seiner Kultur seit dem Ende des Elsterglazials in dieser Landschaft erschlossen werden kann. Krönende Funde in dieser Verbindung sind die Reste des *Homo erectus* von Bilzingsleben und des archaischen *Homo sapiens* von Ehringsdorf. Die Arbeiten an den Travertinen und ihren Fundkomplexen sind noch nicht gänzlich abgeschlossen. Unabhängig von den Arbeiten, die über das Institut für Quartärpaläontologie Weimar organisiert wurden, hat vor allem die in vorliegender Arbeit erwähnte Arbeitsgruppe seit etwa 1960 zum derzeitigen umfangreichen Forschungsstand beigetragen. Das sollte auch im Zitieren der Originalliteratur, statt unbefriedigender Übersichten, berücksichtigt werden.

Literatur

- ALTERMANN, M. (1995a): Exkursionspunkt Weimar-Ehringsdorf. Der Boden im oberen Teil des „Parisers“. - In: MANIA, D., ALTERMANN, M. & RAU, D.: Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet.- Sitzung u. Exkursion des Arbeitskreises Paläopedologie der Deutschen Bodenk. Ges., 25.-27.5.1995 in Jena.
- ALTERMANN, M. (1995b): Böden im südlichen Sachsen-Anhalt unter besonderer Berücksichtigung des Exkursionsgebietes.- In: MANIA, D., ALTERMANN, M. & RAU, D.: Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet.- Sitzung u. Exkursion des Arbeitskreises Paläopedologie der Deutschen Bodenk. Ges., 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; Berlin.
- Autorenkollektiv (1977): Bilzingsleben-Kolloquium I.- *Ethnograph.-Archäol. Z. (EAZ)*, **18**: 1-71; Berlin.
- Autorenkollektiv (1979, 1980): Bilzingsleben-Kolloquium II.- *EAZ*, **20**: 577-723, **21**: 1-74; Berlin.
- Autorenkollektiv (1983): Bilzingsleben-Kolloquium III.- *EAZ*, **24**: 193-374, 401-569; Berlin.
- Autorenkollektiv (1989, 1990): Bilzingsleben-Kolloquium IV.- *EAZ*, **30**: 194-314, 369-531, 561-672, **31**: 1-134; Berlin.
- Autorenkollektiv (1993, 1994): Bilzingsleben-Kolloquium V.- *EAZ*, **34**: 473-638, **35**: 1-117; Berlin.
- Autorenkollektiv (1997-2002): *Præhistoria Thuringica*, 1/1997: 96 S., 2/1998: 152 S., 3/1999: 116 S., 4/2000: 126 S., 5/2000: 158 S., 6/7/2001: 160 S., 8/2002: 152 S.; Artern.
- BEHM-BLANCKE, G. (1960): Altsteinzeitliche Rastplätze im Travertingebiet von Taubach, Weimar, Ehringsdorf.- *Alt-Thüringen*, **4**: 246 S.; Weimar.
- BEHRE, K.-E. (1978): Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal.- *Petermanns geogr. Mitt.*, **122**: 97-102; Gotha-Leipzig.
- BERGNER, A. A. (1822): Über die Bildung der Oberfläche auf beiden Seiten des Finnegebirges in Thüringen.- *Archiv für die neuesten Entdeckungen aus der Urwelt*, **4**: 77-139; Leipzig.
- BERGNER, A. A. (1823): Mitteilungen über Knochenfunde bei Bilzingsleben und anderen Stellen.- *Archiv für die neuesten Entdeckungen aus der Urwelt*, **5**: 196-201; Leipzig.
- BLACKWELL, B. & SCHWARCZ, H. P. (1986): U-series analyses of the Lower Travertine at Ehringsdorf, DDR.- *Quaternary Research*, **25**: 215-222; Washington.
- BÖHME, G. (1997): Reste von Amphibien und Reptilien aus der Fundstelle von Bilzingsleben und die quartären fossilen Herpetofaunen Thüringens.- *Bilzingsleben V*: 113-120; Bad Homburg-Leipzig.
- BÖHME, G. (1998): Neue Funde von Fischen, Amphibien und Reptilien aus dem Mittelpleistozän von Bilzingsleben.- *Præhistoria Thuringica*, **2**: 96-107; Artern.
- BÖHME, G. (2001): Eigelege der Sumpfschildkröte, *Emys orbicularis* LINNAEUS, 1758, aus dem mittelpleistozänen Travertin von Bilzingsleben.- *Præhistoria Thuringica*, **6/7**: 39-45; Artern.
- BÖHME, G. & HEINRICH, W. D. (1994): Zwei neue Wirbeltierfaunen aus der pleistozänen Schichtenfolge des Travertins von Weimar-Ehringsdorf.- *EAZ*, **35**: 67-74; Berlin.
- BRUNNACKER, K., JÄGER, K.-D., HENNIG, G. J. & PREUSS, J. (1983): Radiometrische Untersuchungen zur Datierung mitteleuropäischer Travertinvorkommen.- *EAZ*, **24**: 217-266; Berlin.
- CLAUS, H. (1958): Ein neuer Splintkäfer (*Scolytus tiburtinus* n. sp. aus dem Diluvialtravertin Nordwestthüringens.- *Beitr. Entomol.*, **8**: 710-716; Berlin.
- CLAUS, H. (1978a): Die geologisch-paläontologische Erforschung der Burgtonnaer Travertinlagerstätten.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 9-41; Berlin.
- CLAUS, H. (1978b): Der Gabelstrauch *Myrica gale* L. 1753 im Travertin von Burgtonna in Thüringen.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 67; Berlin.
- DIEBEL, K. & PIETRZENIUK, E. (1977): Ostrakoden aus dem Travertin von Taubach bei Weimar.- *Quartärpaläontol.*, **2**: 119-137; Berlin.
- DIEBEL, K. & PIETRZENIUK, E. (1978): Die Ostrakodenfauna des eeminterglazialen Travertins von Burgtonna in Thüringen.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 87-92; Berlin.
- DIEBEL, K. & PIETRZENIUK, E. (1980): Pleistozäne Ostrakoden aus dem Profil des *Homo erectus*-Fundortes bei Bilzingsleben.- *EAZ*, **21**: 26-35; Berlin.
- DIEBEL, K. & PIETRZENIUK, E. (1984): Jungpleistozäne Ostrakoden aus Sedimenten der Parkhöhlen von Weimar.- *Quartärpaläontol.*, **5**: 285-319; Berlin.
- DIEBEL, K. & WOLFSCHLÄGER, H. (1975): Ostracoden aus dem jungpleistozänen Travertin von Ehringsdorf bei Weimar.- *Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh.*, **23**: 91-136; Berlin.
- EISSMANN, L. [ed.] (1990): Die Eemwarmzeit und die frühe Weichseleiszeit im Saale-Elbe-Gebiet.- *Altenburger naturwiss. Forschungen*, **5**: 301 S.; Altenburg.
- EISSMANN, L. & LITT, T. [eds.] (1994): Das Quartär Mitteldeutschlands.- *Altenburger naturwiss. Forschungen*, **7**: 458 S.; Altenburg.
- ERD, K. (1973): Pollenanalytische Gliederung des Pleistozäns der DDR.- *Z. geol. Wiss.*, **1**: 1087-1103; Berlin.

- ERD, K. (1978): Pollenstratigraphie im Gebiet der skandinavischen Vereisungen.- Schr. Geol. Wiss., 9: 99-119; Berlin.
- ERD, K. (1993): Zur Alterseinstufung des Fundhorizonts von Bilzingsleben.- EAZ, 34: 580-581; Berlin.
- ERD, K. (1997): Pollenanalytische Datierung des Seekalk/Fundhorizontes von Bilzingsleben.- Bilzingsleben V: 107-112; Bad Homburg-Leipzig.
- FEUSTEL, R. (1983): Zur zeitlichen und kulturellen Stellung des Paläolithikums von Weimar- Ehringsdorf.- Alt-Thüringen, 19: 16-42; Weimar.
- FISCHER, K. (1991a): Postkraniale Skelettreste von Bibern (*Castor* L., Trogontherium FISCHER, Castoridae, Rodentia, Mamm.) aus dem Mittelpleistozän von Bilzingsleben.-Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 44: 63-70; Berlin.
- FISCHER, K. (1991b): Wildrinderreste (Bovidae, Artiodactyla, Mamm.) aus dem mittelpleistozänen Holstein-Komplex von Bilzingsleben.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 44: 139-147; Berlin.
- FISCHER, K. & HEINRICH, W. D. (1991): *Sus scrofa* L. (Mammalia: Artiodactyla, Suidae) aus der altpaläolithischen Fundstätte Bilzingsleben in Thüringen.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 44: 131-138; Berlin.
- FISCHER, K., GUENTHER, E. W., HEINRICH, W. D., MANIA, D., MUSIL, R. & NÖTZOLD, T. (1991): Bilzingsleben IV.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 44: 248 S.; Berlin.
- FRENZEL, B. (1974): Pollenanalysen an Material aus dem „Pariser“ von Weimar-Ehringsdorf.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh., 21: 343-351; Berlin.
- FUHRMANN, R. (1967): Klosterbuch.- Probleme und Befunde der Holozänstratigraphie in Thüringen, Sachsen und Böhmen; Berlin, Prag.
- GESANG, H. (1978): Zur Geologie des Travertins von Burgtonna in Thüringen.- Quartärpaläontol. 3: 43-49; Berlin.
- GUENTHER, E. W. (1991): Die Gebisse der Waldelefanten von Bilzingsleben.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 44: 149-174; Berlin.
- HARMON, R. S., GLAZEK, J. & NOWAK, K. (1980): Th²³⁰/U²³⁴-Dating of travertine from Bilzingsleben archaeological site.- Nature, 284: 132-135.
- HEBIG, W. (1983): Die Fischreste von Bilzingsleben.- EAZ, 24: 558-569; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1980): Kleinsäugerfunde aus dem Travertinkomplex von Bilzingsleben.- EAZ, 21: 36-41; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1982): Zur Evolution und Biostratigraphie von *Arvicola* (Rodentia, Mammalia) im Pleistozän Europas.- Z. geol. Wiss., 10: 683-735; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1987): Neue Ergebnisse zur Evolution und Biostratigraphie von *Arvicola* (Rodentia, Mammalia) im Quartär Europas.- Z. geol. Wiss., 15: 389-406; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1990): Nachweis von *Lagurus lagurus* (PALLAS 1773) für das Pleistozän von Neumark-Nord.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 43: 167-175; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1991a): Biometrische Untersuchungen an Fossilresten des Bibers (*Castor fiber* L.) aus der Fundstätte Bilzingsleben.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 44: 35-62; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1991b): Zur biostratigraphischen Einordnung der Fundstätte Bilzingsleben an Hand fossiler Kleinsäugertiere.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 44: 71-79; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1993): Zur Paläoökologie und Biostratigraphie der fossilen Kleinsäugetiere aus dem Travertinkomplex von Bilzingsleben.- EAZ, 34: 582-590; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1994): Biostratigraphische Aussagen der Säugetierpaläontologie zur Altersstellung pleistozäner Travertinfundstätten in Thüringen.- Berliner Geowiss. Abh., E 13: 251-267; Berlin.
- HEINRICH, W. D. (1997a): Zur Taphonomie, Paläoökologie und Biostratigraphie fossiler Kleinsäugerfaunen aus dem mittelpleistozänen Travertinkomplex Bilzingsleben II in Thüringen.- Bilzingsleben V: 121-134; Bad Homburg-Leipzig.
- HEINRICH, W. D. (1997b): Über *Trogontherium cuvieri* (Mammalia, Rodentia: Castoridae) aus dem mittelpleistozänen Travertinkomplex von Bilzingsleben II in Thüringen.- Bilzingsleben V: 135-182; Bad Homburg-Leipzig.
- HEINRICH, W. D. (1998): Weitere Funde von Kleinsäugetieren aus dem Travertinkomplex Bilzingsleben II in Thüringen.- Praehistoria Thuringica, 2: 898-95; Artern.
- HEINRICH, W. D. (2000): Rodentier-Biostratigraphie und Altersstellung der mittelpleistozänen *Homo erectus*-Travertinfundstätte Bilzingsleben II in Thüringen.- Praehistoria Thuringica, 4: 28-40; Artern.
- HEINRICH, W. D. & FEJFAR, O. (1988): Fund eines Lutrinen (Mammalia: Carnivora, Mustelidae) aus dem Unteren Travertin von Weimar-Ehringsdorf in Thüringen.- Z. geol. Wiss., 16: 515-526; Berlin.
- HEINRICH, W. D. & JANOSSY, D. (1978a): Fossile Vogelreste aus einer jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem interglazialen Travertin von Burgtonna in Thüringen.- Quartärpaläontol., 3: 227-229; Berlin.
- HEINRICH, W. D. & JANOSSY, D. (1978b): Fossile Säugetierreste aus einer jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem interglazialen Travertin von Burgtonna in Thüringen.- Quartärpaläontol., 3: 231-254; Berlin.
- HEMPRICH, A. (1930): Neue altpaläolithische Funde in dem Tuffkalk am nördlichen Hange des Fallsteins im Harzvorlande.- Prähist. Z., 21: 317; Berlin.

- HOCKER, F. (1898): Die Conchylienfauna der diluvialen Sand- und Tuffablagerungen bei Brüheim im Herzogtume Gotha.- Nachr.-Bl. deutschen malakolog. Ges., **30**: 86-91; Frankfurt (Main).
- HOCKER, F. (1907): Nachtrag zum Verzeichnis der in den diluvialen Sand- und Tuffablagerungen von Brüheim bei Gotha vorkommenden Conchylien.- Nachr.-Bl. deutschen malakolog. Ges., **39**: 86-93; Frankfurt (Main).
- JECHOREK, H. (2000): Die fossile Flora des Reinsdorf-Interglazials. Paläokarpologische Untersuchungen an mittelpleistozänen Ablagerungen im Braunkohlentagebau Schöningen.- *Præhistoria Thuringica*, **4**: 7-17; Artern.
- JÄGER, K. D. (1967): Holozäne Binnenwasserkalke im Ostteil der Thüringer Triasmulde.- In: KLIEWE, H. [ed.]: Probleme und Befunde der Holozänstratigraphie in Thüringen, Sachsen und Böhmen.- 6-31; Berlin, Prag.
- JÄGER, K. D. & HEINRICH, W. D. (1978): Die stratigraphische Gliederung eines fossilführenden jungpleistozänen Deckschichtenprofils über dem Interglazialtravertin von Burgtonna in Thüringen.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 187-202; Berlin.
- JOOST, W. (1984): Fossile Reste aquatischer Insekten aus dem Travertin von Weimar.- *Quartärpaläontol.*, **5**: 321-324; Berlin.
- JORDAN, H., BERNSTORFF, U. & GRÜNDEL, J. (1962): Die Ostracoden des Älteren Travertins (Pleistozän) von Mühlhausen (Thür.).- *Freiberger Forschungshefte*, **C 125**: 65-125; Berlin.
- KAHLKE, H. D. [ed.] (1974): Das Pleistozän von Weimar-Ehringsdorf. Teil I.- *Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh.*, **21**: 351 S.; Berlin.
- KAHLKE, H. D. [ed.] (1975): Das Pleistozän von Weimar-Ehringsdorf. Teil II.- *Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh.*, **23**: 596 S.; Berlin.
- KAHLKE, H. D. [ed.] (1977): Das Pleistozän von Taubach bei Weimar.- *Quartärpaläontol.*, **2**: 509 S.; Berlin.
- KAHLKE, H. D. [ed.] (1978): Das Pleistozän von Burgtonna in Thüringen.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 399 S.; Berlin.
- KAHLKE, H. D. [ed.] (1984): Das Pleistozän von Weimar.- *Quartärpaläontol.*, **5**: 432 S.; Berlin.
- KAHLKE, H. D. (2002): Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen. Teil 5: Großsäugetiere.- *Beitr. Geol. Thüringen*, **NF, 9**: 207-232; Jena.
- KEILER, J.-A. (2002): Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen. Teil 3. Insekten.- *Beitr. Geol. Thüringen*, **NF, 9**: 173-186; Jena.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & JUNGLUTH, J. H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas.- 384 S., 890 Abb., 368 Verbreitungskarten; Hamburg-Berlin (Verlag Paul Parey).
- KNORRE, D. V. (1971): Kleinsäugerreste.- In: FEUSTEL, R. et al.: Die Urdhöhle bei Döbritz.- *Alt-Thüringen*, **11**: 207-211; Weimar.
- KNORRE, D. V. (1978): Fossile Insektenreste aus letztinterglazialen Travertinen Thüringens.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 933-95; Berlin.
- KOENIGSWALD, W. V. & HEINRICH, W. D. (1999): Mittelpleistozäne Säugetierfaunen aus Mitteleuropa – der Versuch einer biostratigraphischen Zuordnung.- *Kaupia*, **9**: 53-112; Darmstadt.
- KRETZOI, M. (1975): Die Castor-Funde aus dem Travertinkomplex von Weimar-Ehringsdorf.- *Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh.*, **23**: 513-532; Berlin.
- LANGE, E. (1965): Zur Vegetationsgeschichte des zentralen Thüringer Beckens.- *Drudea*, **5**: 3-58; Jena.
- LITT, T. (1989): Kritische Bemerkungen zur Anwendbarkeit der Pollenanalyse an Charakalken in Bilzingsleben.- *Ethogr.-Archäol. Z.*, **30**: 311-314; Berlin.
- LITT, T. (1994): Paläoökologie, Paläobotanik, Stratigraphie des Jungquartärs im nordmitteleuropäischen Tiefland.- *Diss. Botanicae*, **227**: 185 S; Stuttgart.
- LOZEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei.- *Rozpravy ÚÚG*, **31**: 374 S.; Praha.
- LOZEK, V. (1965): Das Problem der Lößbildung und die Lößmollusken.- *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **16**: 61-75; Öhringen.
- MADE, J. VAN DER (1998): A preliminary note on the cervids from Bilzingsleben.- *Præhistoria Thuringica*, **2**: 108-122; Artern
- MADE, J. VAN DER (2000): A preliminary note on the rhinos from Bilzingsleben.- *Præhistoria Thuringica*, **4**: 41-64; Artern.
- MÄGDEFRAU, K. (1956): *Phyllitis scolopendrium* (L.) in interglazialen und postglazialen Kalktuffen.- *Botanische Kurzberichte*; München.
- MAI, D. H. (1983): Die fossile Pflanzenwelt des interglazialen Travertins von Bilzingsleben.- *Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle*, **36**: 45-129; Berlin.
- MAI, D. H. (1984): Die Pflanzenreste im Travertin von Weimar.- *Quartärpaläontol.*, **5**: 237-244; Berlin.
- MAI, D. H. (1988): Einige exotische Gehölze in den Interglazialfluren der Mitteleuropäischen Florenregion.- *Feddes Repertorium*, **99**: 419-461; Berlin.
- MAI, D. H. (1989): Die Travertinflora von Bilzingsleben.- *EAZ*, **30**: 306-310; Berlin.
- MAI, D. H. (1990): Zur Flora des Interglazials von Neumark-Nord, Kr. Merseburg.- *Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle*, **43**: 159-160; Berlin.
- MAI, D. H. (1992): Über einige Steppen- und Salzpflanzen in sächsisch-thüringischen Interglazialen und ihre vegetationsgeschichtliche Bedeutung.- *Gleditschia*, **20**: 57-85; Berlin.

- MAI, D. H. (2000): Fossile Floren und Geschichte der Vegetation im Quartär der Vereisungsgebiete nördlich der deutschen Mittelgebirge.- *Museo*, **16**: 76-93; Heilbronn.
- MAI, D. H., MANIA, D., NÖTZOLD, T., TOEPFER, T., VLČEK, E. & HEINRICH, W. D. (1983): Bilzingsleben II.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **36**: 258 S.; Berlin.
- MALLIK, R. (2000): Anwendung der Uranreihen-Mikroproben datierung an quartären Travertinvorkommen Thüringens.- Dissertation Univ. Heidelberg [unveröff.].
- MALLIK, R., FRANK, N., MANGINI, A. & WAGNER, G. A. (2001): Präzise Th/U-Datierung archäologisch relevanter Travertinvorkommen Thüringens.- WAGNER, G. A. & MANIA, D. [eds.]: Frühe Menschen in Mitteleuropa.- Chronologie, Kultur, Umwelt: 77-89; Aachen.
- MANIA, D. (1967): Der ehemalige Ascherslebener See in spät- und postglazialer Zeit.- *Hercynia*, N.F., **4**: 199-260; Leipzig.
- MANIA, D. (1971): Zur Paläoökologie und Stratigraphie des Hangschuttprofils auf Grund von Molluskenfaunen.- In: FEUSTEL, R. et al.: Die Urdhöhle bei Döbritz.- *Alt-Thüringen*, **11**: 144-150; Weimar.
- MANIA, D. (1972): Zur spät- und nacheiszeitlichen Landschaftsgeschichte des mittleren Saalegebietes.- *Hallesches Jb. mitteldeutsche Erdgesch.*, **11**: 7-36; Leipzig.
- MANIA, D. (1973): Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften.- *Geologie*, **21**, Beiheft **78/79**: 175 S.; Berlin.
- MANIA, D. (1974): Bilzingsleben, Kr. Artern: Eine altpaläolithische Travertinfundstelle im nördlichen Mitteleuropa (Vorbericht).- *Z. Archäol.*, **8**: 157-173; Berlin.
- MANIA, D. (1975): Zur Stellung der Travertinablagerungen von Weimar-Ehringsdorf im Jungpleistozän des nördlichen Mittelgebirgsraumes.- *Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh.*, **23**: 571-589; Berlin.
- MANIA, D. (1977): Die Molluskenfauna aus dem Unteren humosen Sand (=Schicht 9) des Travertinprofils von Taubach.- *Quartärpaläontol.*, **2**: 97-98; Berlin.
- MANIA, D. (1978): Die Molluskenfauna aus den Travertinen von Burgtonna in Thüringen.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 69-85; Berlin.
- MANIA, D. (1980): Die Molluskenfauna aus dem Travertinkomplex von Bilzingsleben.- *EAZ*, **21**: 20-25; Berlin.
- MANIA, D. (1983): Die Molluskenfauna des mittelpleistozänen Travertinkomplexes bei Bilzingsleben und ihre ökologisch-stratigraphische Aussage.- *Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle*, **36**: 131-155; Berlin.
- MANIA, D. (1984a): Zur Geochronologie des Mittelpleistozäns und einiger paläolithischer Fundstellen im Saale- und mittleren Elbegebiet.- *Arbeits- u. Forschungsber. sächsischen Bodendenkmalpflege*, **27/28**: 13-58; Berlin.
- MANIA, D. (1984b): Die Molluskenfauna aus dem pleistozänen Travertin von Weimar – Zur Methode ökologisch auswertbarer Fossilgemeinschaften.- *Quartärpaläontol.*, **5**: 259-284; Berlin.
- MANIA, D. (1990a): Stratigraphie, Ökologie und mittelpaläolithische Jagdbefunde des Interglazials von Neumark-Nord im Geiseltal.- *Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle*, **43**: 9-113; Berlin.
- MANIA, D. (1990b): Auf den Spuren des Urmenschen. Die Funde auf der Steinrinne bei Bilzingsleben.- 283 S., 236 Abb.; Berlin, Stuttgart.
- MANIA, D. (1991): Zur Paläontologie der Travertine von Bilzingsleben.- *Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle*, **44**: 9-28; Berlin.
- MANIA, D. (1993): Zur Paläontologie der Travertine von Weimar-Ehringsdorf.- *Weimarer Monographien Ur- u. Frühgesch.*, **30**: 26-42; Stuttgart.
- MANIA, D. (1995): The influence of Quaternary climatic development on the Central European mollusc fauna.- *Acta zool. cracov.*, **38**: 17-34; Krakov.
- MANIA, D. (1997a): Das Quartär des Saalegebietes und des Harzvorlandes unter besonderer Berücksichtigung der Travertine von Bilzingsleben. Ein Beitrag zur zyklischen Gliederung des eurasischen Quartärs.- *Bilzingsleben V*: 23-103; Bad Homburg-Leipzig.
- MANIA, D. (1997b): Altpaläolithikum und frühes Mittelpaläolithikum im Elbe-Saalegebiet.- In: FIEDLER, L. [ed.]: *Archäologie der ältesten Kultur in Deutschland.- Materialien zur Vor- und Frühgesch. von Hessen*, **28**: 86-194; Wiesbaden.
- MANIA, D. (1998a): Die Quartärgeologie als Grundlage der pleistozänarchäologischen Chronologie.- *Festschrift B. GRAMSCH, Beitr. Ur- u. Frühgesch. Mitteleuropas*, **20**: 527-537; Weißbach.
- MANIA, D. (1998b): Die ersten Menschen in Europa.- *Archäologie in Deutschland, Sonderheft*: 101 S.; Stuttgart.
- MANIA, D. (1998c): Zum Ablauf der Klimazyklen seit der Elstervereisung im Elbe-Saalegebiet.- *Praehistoria Thuringica*, **2**: 5-21; Artern.
- MANIA, D. (1999): 125 000 Jahre Klima- und Umweltentwicklung im mittleren Elbe-Saale-Gebiet.- *Hercynia*, N.F., **32**: 1-97; Halle-Leipzig.
- MANIA, D. (2000): Zur Paläontologie des Interglazials von Neumark-Nord im Geiseltal.- *Praehistoria Thuringica*, **4**: 67-94; Artern.
- MANIA, D. & ALTERMANN, M. (1970): Zur Gliederung des Jung- und Mittelpleistozäns im mittleren Saaletal bei Bad Kösen.- *Geologie*, **19**: 1161-1183; Berlin.
- MANIA, D. & ALTERMANN, M. (2001): Die Deckschichtenfolge von Lengefeld-Bad Kösen im mittleren Saaletal – ein Typusprofil für die Quartärstratigraphie.- *Praehistoria Thuringica*, **6/7**: 103-131; Artern.

- MANIA, D., ALTERMANN, M. & RAU, D. (1995): Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet.- Sitzung u. Exkursion des Arbeitskreises Paläopedologie der Deutschen Bodenk. Ges., 25.- 27.5.1995, Jena.
- MANIA, D. & MAI, D. H. (1969): Warmzeitliche Mollusken und Pflanzenreste aus dem Mittelpleistozän des Geiseltals.- *Geologie*, **18**: 674-690; Berlin.
- MANIA, D. & MAI, D. H. (2001): Molluskenfaunen und Floren im Elbe-Saalegebiet während des mittleren Eiszeitalters.- *Præhistoria Thuringica*, **6/7**: 46-91; Artern.
- MANIA, D., MANIA U., HEINRICH, W. D., FISCHER, K., BÖHME, G., TURNER, A., ERD, K. & MAI, D. H. (1997): Bilzingsleben V.- Hrsg. Friedrich-Schiller-Universität Jena: 264 S.; Bad Homburg-Leipzig.
- MANIA, D. & STECHEMESSER, H. (1969): Eine weichselspätglaziale Molluskensukzession aus dem mitteleuropäischen Periglazialgebiet südlich der Elbe und ihre Bedeutung für die Landschaftsgeschichte.- *Petermanns Geogr. Mitt.*, **113**: 1-15; Gotha.
- MANIA, D. & STEINER, W. (1975): Zur Stratigraphie der Travertine von Weimar.- *Quartärpaläontol.*, **1**: 187-215, Berlin.
- MANIA, D., TOEPFER, V. & VLČEK, E. (1980): Bilzingsleben I.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **32**: 176 S.; Berlin.
- MANIA, D., THOMAE, M. & SEIFERT, M. (1993): Spät- und Postglazial im Geiseltal.- *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **43**: 1-22; Hannover.
- MANIA, D. & WEBER, T. (1986): Bilzingsleben III.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **39**: 400 S.; Berlin.
- MANIA, U. (1997a): Zur Forschungsgeschichte der Fundstelle Bilzingsleben, Teil I.- *Præhistoria Thuringica*, **1**: 9-29; Artern.
- MANIA, U. (1997b): Special aspects of vertebrate fauna from Middle Pleistocene find horizon of Bilzingsleben.- *Bilzingsleben V*: 197-200; Bad Homburg-Leipzig.
- MAUL, L. (1994): Erster Nachweis von *Hystrix* in der Pleistozän-Fundstelle Burgtonna.- *Säugetierkundliche Informationen*, **3**: 873-882; Jena.
- MAUL, L. (2002): Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen. Teil 4: Kleinsäugetiere.- *Beitr. Geol. Thüringen, NF*, **9**: 187-205; Jena.
- MEYRICK, R. (2002): Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen. Teil 2: Mollusken.- *Beitr. Geol. Thüringen, NF*, **9**: 145-172; Jena.
- MLYNARSKI, M., BÖHME, G. & ULLRICH, H. (1978): Amphibien- und Reptilienreste aus der jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem Travertin von Burgtonna.- *Quartärpaläontol.*, **3**: 223-226; Berlin.
- MÜLLER, H. (1953): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes.- *Nova Acta Leopoldina, N.F.*, **16**, Nr. 110: 1-67, Leipzig.
- MUSIL, R. (1975): Die Equiden aus dem Travertin von Ehringsdorf.- *Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh.*, **23**: 265-335; Berlin.
- MUSIL, R. (1991): Die Bären von Bilzingsleben. Pferde aus Bilzingsleben.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **44**: 81-102, 103-130; Berlin.
- NAUMANN, E. (1898): Tektonische Störungen der triadischen Schichten in der Umgebung von Kahla.- 30 S.; Dissertation Univ. Jena, Berlin.
- RAU, D. (1995): Rezente und fossile Lössböden in Thüringen.- In: MANIA, D., ALTERMANN, M. & RAU, D.: Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet.- Sitzung u. Exkursion des Arbeitskreises Paläopedologie der Deutschen Bodenk. Ges., 25.-27.5.1995 in Jena.
- SCHÄFER, D. (1991): Weimar-Ehringsdorf. Diskussionsstand.- *Quartär*, **41/42**: 19-43; Bonn.
- SCHLECHTENDAHL, D. v. (1902): *Thuja occidentalis thuringiaca*.- *Z. Naturwiss.*, **75**: 33-42; Stuttgart.
- SCHLOTHEIM, E. F. v. (1818): Der Kalktuff als Glied der aufgeschwemmten Gebirgsformation.- *Leonhards minerl. Taschenbuch*, **12**: 315-345; Leipzig.
- SCHLOTHEIM, E. F. v. (1820): *Die Petrefaktenkunde*.- 436 S.; Gotha.
- SCHÜLER, T. (1999): Mittelpaläolithische Artefakte aus dem Travertinsteinbruch von Burgtonna, Lkr. Gotha.- *Ausgr. u. Funde im Freistaat Thür.*, **4**: 1-6; Stuttgart.
- SCHÜLER, T. (2000): Die Altmenschen von Weimar-Ehringsdorf und Taubach.- *Museo*, **16**: 150-157; Heilbronn.
- SCHÜLER, T. (2002): Bericht zur ESR-Datierung von Zahnschmelzproben der Fundstelle Bilzingsleben.- Unveröff. Bericht. Forschungsstelle Bilzingsleben, Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- SCHWARCZ, H. P., GRÜN, R., LATHAM, A. G., MANIA, D. & BRUNNACKER, K. (1988): The Bilzingsleben-Archaeological Site: New Dating Evidence.- *Archaeometry*, **30**: 5-17; Oxford.
- SENF, F. (1861): Wanderungen und Wandelungen des kohlen-sauren Kalkes.- *Z. deutsche geol. Ges.*, **13**: 263-346; Berlin.
- STEBICH, M. & H. SCHNEIDER (2002): Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen. Teil 1: Mikro- und Makroflora.- *Beitr. Geol. Thüringen, NF*, **9**: 119-144; Jena.
- STEGUWEIT, L. (2003): Gebrauchsspuren an Artefakten der Hominidenfundstelle Bilzingsleben (Thüringen).- *Tübinger Arb. Urgesch.*, **2**: 159 S.; Rahden/Westf.
- STEINER, W. (1970): Stratigraphie und Sedimentationsgeschwindigkeit der Travertine von Burgtonna und Ehringsdorf.- *Geologie*, **19**: 931-943; Berlin.

- STEINER, W. (1974a): Zur geologischen Dokumentation des Pariser-Horizontes im Travertinprofil von Ehringsdorf bei Weimar.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh., **21**: 199-247; Berlin.
- STEINER, W. (1974b): Die neue Gliederung des Oberen Travertins von Ehringsdorf bei Weimar.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh., **21**: 153-156; Berlin.
- STEINER, W. (1979): Der Travertin von Ehringsdorf und seine Fossilien.- Die neue Brehmbücherei, **522**: 200 S., 104 Abb.; Wittenberg.
- STEINER, W. (1984): Der pleistozäne Travertin von Weimar – Faziesmodell einer Travertinlagerstätte.- Quartärpaläontol., **5**: 55-210; Berlin.
- STEINER, U. & STEINER, W. (1984): Zur Geschichte der geologischen Erforschung des pleistozänen Travertins von Weimar-Belvederer Allee.- Quartärpaläontol., **5**: 7-36; Berlin.
- STEINER, W. & WIEFEL, H. (1974): Die Travertine von Ehringsdorf bei Weimar und ihre Erforschung.- Abh. STEINER, W. & WIEFEL, H. (1977): Zur Geschichte der geologischen Erforschung des Travertins von Taubach bei Weimar.- Quartärpaläontol., **2**: 9-81; Berlin.
- TOEPFER, V. (1980): Die geologisch-paläontologische und archäologische Erforschung des Travertinkomplexes von Bilzingsleben 1710-1970.- Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, **32**: 11-41; Berlin.
- TURNER, A. (1997): Bears and lions of Bilzingsleben: Palaeoecological implications.- Bilzingsleben V: 189-195; Bad Homburg-Berlin.
- UNGER, K. P. (1963): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der DDR, 1: 25 000, Blatt Weißensee, 4732.- Jena.
- UNGER, K. P. & ZIEGENHARDT, W. (1961): Periglaziale Schotterzüge und glazigene Bildungen der Mindel (Elster)-Eiszeit im zentralen Thüringer Becken.- Geologie, **10**: 469-479; Berlin.
- URBAN, B. (1997): Grundzüge der eiszeitlichen Klima- und Vegetationsgeschichte in Mitteleuropa.- In: WAGNER, G. A. & BEINHAEUER, K. W. [eds.]: *Homo heidelbergensis* von Mauer.- 241-263; Heidelberg.
- VENT, W. (1955): Die Flora des Riß-Würm-Interglazials in Mitteldeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Ilmtravertine von Weimar-Ehringsdorf.- Wiss. Z. Friedr.-Schiller-Univ. Jena, Math.-nat. R., **4**: 467-485; Jena.
- VENT, W. (1974): Die Flora der Ilmtravertine von Weimar-Ehringsdorf.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh., **21**: 259-321; Berlin.
- VENT, W. (1978): Die Flora des Travertins von Burgtonna in Thüringen.- Quartärpaläontol., **3**: 59-65; Berlin.
- VLČEK, E. (1993): Fossile Menschenfunde von Weimar-Ehringsdorf.- Weimarer Monographien Ur- u. Frühgesch., **30**: 56-222; Stuttgart.
- VLČEK, E., MANIA, D. & MANIA, U. (2002): Bilzingsleben VI. – Hrsg. Förderverein Bilzingsleben – World Culture Monument e.V.
- WAGENBRETH, O. & STEINER, W. (1974): Zur Feinstratigraphie und Lagerung des Pleistozäns von Ehringsdorf bei Weimar.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh., **21**: 77-152; Berlin.
- WEISS, A. (1894): Die Conchylienfauna der altpleistocänen Travertine des Weimarerisch-Taubacher Kalktuffbeckens und Vergleich der Fauna mit äquivalenten Pleistocänenablagerungen.- Nachr.-Bl. deutschen malakozool. Ges., **26**: 9-10; Frankfurt/Main.
- WEISS, A. (1896): Über die Conchylienfauna der interglazialen Travertine des Weimarer-Taubacher Kalktuffbeckens.- Z. deutschen geol. Ges., **48**: 171-182; Berlin.
- WEISS, A. (1897): Über die Conchylienfauna der interglazialen Travertine von Burgtonna und Gräfentonna in Thüringen.- Z. deutschen geol. Ges., **49**: 683-687; Berlin.
- WENZEL, S. (1993): Zum Schlagplatz im letztinterglazialen Travertin von Steinmühle bei Veltheim, Kreis Halberstadt.- Archäol. Korrespondenzblatt, **23**: 1-8; Mainz.
- WERTH, E. (1922): Vorlage von Blattabdrücken aus dem diluvialen Kalktuff von Bilzingsleben (Thüringen).- Ber. botan. deutschen Ges., **40**: 354.
- WIEFEL, H. & WIEFEL, J. (1974): Zusammenhänge zwischen Verkarstung und Travertinbildung im Gebiet von Weimar.- Abh. Zentr. Geol. Inst., Paläontol. Abh., **21**: 61-75; Berlin.
- WIEGERS, F. (1928): Diluviale Vorgeschichte des Menschen.- 299 S.; Stuttgart.
- WILLUTZKI, H. (1962): Zur Geschichte und Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz.- Nova Acta Leopoldina, N.F., **25**, Nr. 160: 52 S.; Leipzig.
- WOHLSTADT, R. (1919): *Buliminus (Mastus) bielzi* KIM. im deutschen Pleistozän.- Nachr.-Bl. deutschen malakolog. Ges., **51**: 158-160; Frankfurt (Main).
- WOHLSTADT, R. (1920): Die Molluskenfauna der diluvialen Travertine von Bilzingsleben bei Kindelbrück und Osterode bei Hornburg.- Nachr.-Bl. deutschen malakolog. Ges., **52**; Frankfurt (Main).
- WOLTERSTORFF, R. (1896): Die Konchylienfauna der Kalktuffe der *Helix canthensis* BEYR. Stufe des Altpleistozäns von Schwanebeck bei Halberstadt.- Z. deutschen geol. Ges., **48**: 192-196; Berlin.
- WÜST, E. (1901): „*Helix Banatica*“ (= *Canthensis* BEYR.) aus dem Kalktuffe von Bilzingsleben.- Z. Naturwiss., **74**: 72-76; Stuttgart.
- WÜST, E. (1901): Untersuchungen über das Pliozän und das älteste Pleistozän Thüringens nördlich vom Thüringer Walde und westlich von der Saale.- Abh. Naturforsch. Ges. Halle, **23**: 352 S.; Stuttgart.

- WÜST, E. (1902): Säugetierreste aus dem Kalktuffe von Bilzingsleben bei Kindelbrück.- Z. Naturwiss., **75**: 237-239; Stuttgart.
- WÜST, E. (1903): Pleistozäne Flußablagerungen mit *Succinea schumacherii* ANDR. in Thüringen und im nördlichen Harzvorlande.- Z. Naturwiss., **77**: 71-80; Stuttgart.
- 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; Leipzig.
- ZEISSLER, H. (1958): Vorbericht über die Molluskenfaunen aus den Schichten des Ehringsdorfer Quartärs.- Alt-Thüringen, **3**: 29-71; Weimar.
- ZEISSLER, H. (1962): Mollusken aus dem Pleistozän von Weimar.- Freiburger Forschungshefte, **C 151**: 108-147; Berlin.

Prof. Dr. Dietrich Mania
Forstweg 29
D-07745 Jena