

Der besondere Umwelt- und Klimacharakter der spätmittelpleistozänen Warmzeit von Neumark Nord (Geiseltal)

Dietrich MANIA, Dieter Hans MAI, Maria SEIFERT-EULEN,
Matthias THOMAE und Manfred ALTERMANN

19 Abbildungen

Abstract

MANIA, D.; MAI, D. H.; SEIFERT-EULEN, M.; THOMAE, M.; ALTERMANN, M.: The special environmental and climatic character of the Late Middle Pleistocene interglacial of Neumark Nord (Geisel valley). – *Hercynia N. F.* 43 (2010): 203–256.

The geological sequence deriving from the open-cut mine of Neumark Nord allows to ascribe the interglacial sediments to the Saale complex. The 15-m-thick, limnic and telmatic sediments of a fossil lake are located on the ground moraine of the Saale glaciation (Drenthian, Saale I) and are covered by a periglacial sequence with the loess of the Warthian (Saale II, III). Overlying are a soil complex (Eemian and Early Weichselian) and the periglacial sequence with the loess of the Weichselian. The palynological investigation yields the Pleistocene basic succession of the vegetation. A fossil flora of fruits and seeds containing about 200 species originates from the interglacial maximum. They give evidence for the development of *Quercetalia pubescentis* with dry woods of the *Aceri tatarici*-Quercion. Steppes coexist with them (*Festico*-*Brometea*, *Astragalo*-*Stipion*). A great number of the species presently occupy Southern Siberian, West-Asian and East-European as well as Pontic regions. They prove the strong subcontinental influence on vegetation and climate of this interglacial. Forest and steppe associations appropriate for comparisons presently occur in the Pannonia lowland and the southern Russian steppes. Accordingly, the interglacial climate of Neumark Nord exhibits 2–3 °C higher temperatures, dry, hot summers and low precipitations. Summer and early autumn were characterised by dry periods of 3–3 ½ months. Very intensive dry periods could be determined in the interglacial maximum. Three times, they led to the regression of the lake and three times to its intensive eutrophia. The gastropod fauna confirms and supports the results of the palaeobotanic investigation. The subcontinental interglacial of Neumark Nord led to environmental and climatic conditions that are unknown in this extent in the Middle and Late Pleistocene of Central Europe.

Key words: interglacial, region of river Saale, subcontinental climate, *Quercetalia pubescentis*, *Aceri tatarici*-Quercion, species-rich flora and fauna

Gliederung:

- 1 Einleitung
- 2 Die allgemeinen geologischen Verhältnisse im Tagebau Neumark Nord
- 3 Die Lagerstättenstruktur
- 4 Zur Bildung der drei Becken von Neumark Nord
- 5 Ein Standardprofil durch das Becken NN 1 von Neumark Nord
- 6 Die Sedimentationsabfolge im Becken NN 1 von Neumark Nord
 - 6.1 Die spezielle Schichtenfolge
 - 6.2. Hinweise zur stratigrafischen Einstufung der Warmzeit NN 1
- 7 Die allgemeine Vegetationsgeschichte der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord
 - 7.1 Die Pollensukzession
 - 7.2 Die Wasser- und Sumpfflora
 - 7.3 Die Charakteristik der Vegetationsentwicklung

- 8 Die Standortflora aus dem Klimaoptimum der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord
 - 8.1 Der Artnachweis
 - 8.1.1 Bäume
 - 8.1.2 Sträucher
 - 8.1.3 Gräser, Kräuter, Stauden
 - 8.1.4 Sumpf- und Wasserpflanzen
 - 8.2 Zur Soziologie und Ökologie der fossilen Pflanzengemeinschaft der Warmzeit NN 1
 - 8.2.1 Sommergrüne Laubwaldgesellschaften
 - 8.2.2 Charakteristik einiger Geoelemente der Laubwaldgesellschaften
 - 8.2.3 Rasengesellschaften
 - 8.2.4 Einige Charakterarten der Rasengesellschaften
 - 8.2.5 Anuellengesellschaften
 - 8.2.6 Einige Charakterarten der Anuellen-Fluren
 - 8.2.7 Nitrophytische Staudenfluren, Halbtrockenrasen und nitrophile Uferstaudenfluren
 - 8.2.8 Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften
- 9 Die allgemeinen Umwelt- und Klimaverhältnisse während des Klimaoptimums der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord nach Aussage der fossilen Karpoflora
 - 9.1 Umwelt- und Klimaindikatoren
 - 9.2 Zu den Klimaverhältnissen während des Klimaoptimums
- 10 Charakteristik und Aussage der Molluskenfauna der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord
 - 10.1 Entwicklung der Molluskenfauna im Spätglazial und in der frühen Wärmezeit
 - 10.2 Entwicklung der Molluskenfauna während der mittleren und späten Wärmezeit
- 11 Die Ostrakodenfauna und die Versalzung des Gewässers NN 1 von Neumark Nord
- 12 Zur Wirbeltierfauna der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord
- 13 Zu speziellen Klima- und Umweltverhältnissen der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord
 - 13.1 Die besonderen geologischen und morphologischen Merkmale des Seebeckens NN 1
 - 13.2 Die Reaktion des Flachwassersees von NN 1 als Ausdruck von längerfristigen Klimaänderungen
 - 13.3 Die Klimaverhältnisse und ihre Änderungen im Klimaoptimum der Warmzeit NN 1
- 14 Zusammenfassung
- 15 Literatur

1 Einleitung

Seit etwa 150 Jahren ist bekannt, dass in jüngster geologischer Vergangenheit riesige Vergletscherungen die mittleren Breiten heimgesucht hatten, seit 100 Jahren, dass es mindestens drei große fennoskandische Vereisungen gab, die Elster-, Saale- und Weichselvereisung. Die Warmzeiten dazwischen wurden mit Hilfe eustatischer Meeresspiegelhochstände als Holstein- und Eemwarmzeit bezeichnet. Damit war das geologische Grundgerüst des jüngeren Eiszeitalters geschaffen. Es gilt heute noch und wurde vor allem in die geologische Vergangenheit erweitert. Zahlreiche Beobachtungen führten zu einer weiteren Untergliederung dieses Systems, z. B. mit untergeordneten Klimaschwankungen. Doch je mehr die stratigrafische Abfolge untergliedert wird, umso mehr Unsicherheiten treten auf. Wir müssen daran erinnern, dass das bisher erfasste stratigrafische System des Eiszeitalters trotz seiner Vielfalt eine Folge von Überlieferungslücken in den geologischen Abfolgen und damit von Wissenslücken ist. Diese lassen sich nicht mit einer kurzen Chronologie schließen. Auch ist mit z. T. fragwürdigen Übertragungen der an Ozeanböden und Eiskernbohrungen gewonnenen Klimakurven auf die kontinentale Stratigrafie nichts wesentlich zu ändern. Hier sollen mit den Ergebnissen von über zwanzigjährigen Beobachtungen und Arbeiten, die im Tagebau Neumark Nord im Geiseltal stattfanden, einige Lücken gefüllt werden, statt das bestehende stratigrafische System in Frage zu stellen.

Es handelt sich um die Ergebnisse von Untersuchungen einer pleistozänen Beckenfüllung mit der warmzeitlichen Sedimentfolge eines Sees, die sich in die Zeit des Saalekomplexes einordnen lässt (vorläufige

Publikationen: MANIA et al. 1990, MANIA et al. 2010). Sie ist jünger als der Hauptvorstoß der Saalevereisung und älter als die Eemwarmzeit. Damit muss sie als eine Warmzeit zwischen die großen Vereisungen der Saale- und Warthekaltzeit eingeordnet werden. Eine solche Warmzeit wird von zahlreichen Quartärforschern allgemein abgelehnt, ohne dass sie sagen können, was in der Zeit zwischen diesen beiden Vereisungen geschehen ist, als sich das Inlandeis mindestens bis zum Ostseegebiet zurückzog. Von einer Phase der Erwärmung sollte wenigstens ausgegangen werden. Anders lässt sich ein Inlandeisrückzug dieses Ausmaßes nicht erklären.

In Bezug auf die Wissenslücken im geohistorischen Ablauf des Eiszeitalters müssen wir uns bewusst sein, dass im Kerngebiet der Eiszeitforschung, nämlich im mittleren Elbe-Saalegebiet, die Zeit der großen Aufschlüsse, damit auch die Zeit großartiger neuer Erkenntnisse und Entdeckungen von Fossilkomplexen, vorbei ist. Im Geiseltal hatten wir die einmalige Chance, im Rahmen der allgemeinen Einstellung der Braunkohlenförderung den letzten großen Tagebau-Aufschluss gezielt und eingehend zu untersuchen (Abb. 1).

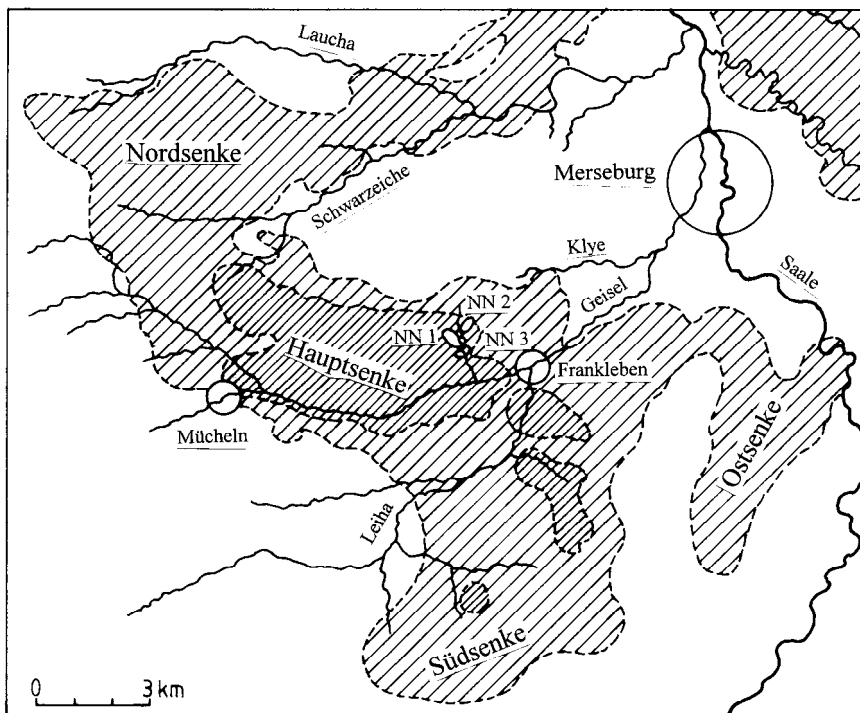


Abb. 1 Die Tertiärbecken des Geiseltals und seiner Umgebung (nach M. Thomae in MANIA et al. 2008). NN 1, NN 2 und NN 3: Seebecken von Neumark Nord.

Fig. 1 The Tertiary basins of the Geisel valley (according to M. Thomae in MANIA et al. 2008). NN 1, NN 2 and NN 3: Pleistocene basins of Neumark Nord.

Matthias Thomae erkannte 1985 als damaliger Tagebaugeologe rechtzeitig den vom Bagger angeschnittenen Sedimentkomplex und seine reiche Fossilführung. Er benachrichtigte D. Mania, und gemeinsam mit diesem, dessen Mitarbeiterin Ursula Mania und spontanen Helfern, wie z. B. Karsten Sommerwerk, sowie der großzügigen Unterstützung durch die jeweiligen Tagebauleitungen wurden bis 2004 die Geländearbeiten durchgeführt. Die „Forschungsgruppe Bilzingsleben“ von D. Mania und einige weitere Spezialisten waren mit der Aufarbeitung der umfangreichen Geländedokumentation und des

außerordentlich reichen floristischen und faunistischen Fossilkomplexes bis heute beschäftigt. Bis 1992 waren D. Mania und seine Arbeitsgruppe dem Landesmuseum für Vorgeschichte Halle unterstellt, von 1993 bis 2003 der Friedrich-Schiller-Universität in Jena angegliedert, seit 2003 mit dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie von Sachsen-Anhalt wieder verbunden, das auch den Fundkomplex übernommen hat.

Die Untersuchungen folgten dem kontinuierlichen Aufschluss durch die Abraumbagger. Auf einer quadratischen Fläche von etwa 1 km² und teilweise darüber hinaus wurden während des Abbaus in drei Abbauschritten fünfunddreißig Vertikalschnitte mit jeweils mehreren hundert Metern bis > 1000 m Länge und zahlreiche punktuell verteilte Spezialprofile aufgenommen (MANIA 2010a, b). Sie dienten als geologische Grundlage der Untersuchung und Auswertung durch die interdisziplinäre Arbeitsgruppe. Diese betrafen die Geologie, Bodenkunde, Paläontologie, Ökologie, Paläoklimatologie und Archäologie des Tagebauaufschlusses. An dieser Stelle sollen einige weitere Fachkollegen der Arbeitsgruppe genannt werden, deren Arbeitsergebnisse mit in den vorliegenden Beitrag eingeflossen sind: G. Böhme, Berlin; H.-J. Döhle, Halle; K. Fischer, Berlin; R. Fuhrmann, Leipzig; W.-D. Heinrich, Berlin; Jan van der Made, Madrid; E. Pietrzeniuk, Berlin (alle Paläontologie); W. Schoch, Adliswil / Schweiz (fossile Hölzer); K. Sommerwerk, Großkayna (Geologie).

Während der Geländearbeiten konnten drei pleistozäne Becken festgestellt und untersucht werden. Sie befinden sich im Bereich des mehrere Kilometer breiten mittelpleistozänen Tals von Geisel und Unstrut (Abb. 1 und 2). Die Unstrut floss in der Zeit zwischen Elster- und Saalevereisung von Freyburg aus über Zeuchfeld durch das Leihatal, nahm die Geisel auf und floss mit dieser vereinigt in nordöstlicher Richtung der Saale zu (v. FRITSCH 1898). In dem flachen Talbereich entstanden die Becken. Das Becken NN 1 ist das größte dieser Becken und enthält die Interglazialfolge, die hier beschrieben wird. Bei Kartierungsarbeiten kamen ab 1995 das jüngere Becken NN 2 und das ältere Becken NN 3 dazu (Nummerierung in Reihenfolge der Entdeckung) (siehe auch MANIA et al. 2010, MANIA 2010a, b).

2 Die allgemeinen geologischen Verhältnisse im Tagebau Neumark Nord

Folgende quartäre Abfolge wurde im Abbaufeld von Neumark Nord über den tertiären Sedimenten (Braunkohle, Tone, Sande) nachgewiesen:

- Elsterkomplex: Von den glaziären Sedimenten wurden nur die Abtragungsresidueate gefunden. Die Elsterfolge mit zwei Grundmoränen und Bändertonen sowie den präglazialen Saaleschottern war am besten im Tagebau Roßbach aufgeschlossen.
- Holsteinkomplex: In dieser Zeit wurden die sogenannten „Körbisdorfer Schotter“ von Unstrut / Geisel abgelagert. Sie gliedern sich in die Körbisdorf-Folgen 1 bis 3. Diese begannen jeweils mit warmzeitlichen Kiessanden und Schottern, in die limnisch-telmatische Sedimente eingelagert waren, und endeten mit kaltzeitlichen Schotterdecken und Löss. Sie beweisen die Existenz von drei Warmzeiten zwischen Elster- und Saalevereisung. Körbisdorf 1 enthält die limnische Folge des Beckens NN 3, Körbisdorf 2 den *Corbicula*-Horizont und Körbisdorf 3 die fluviatil-limnisch-telmatische Serie von Neumark Süd (MANIA & MAI 1969).
- Saalekomplex, Saalevereisung (Hauptvorstoß): Auf den frühsaalezeitlichen Schottern von Unstrut / Geisel lagerten eine 5 bis 8 m mächtige Grundmoräne, im geringen Umfang Bänderton und Schmelzwassersande. Stellenweise war eine basale „Vorstoßgrundmoräne“ erhalten.
- Saalekomplex, „Intrasaale“: Die limnisch-telmatische Folge der Warmzeit des Beckens NN 1 wurde abgelagert.
- Saalekomplex, jüngerer Teil: Nach der Warmzeit entstand die über 6 m mächtige „Untere periglaziale Folge“ aus Lössderivaten und Löss („Älterer Löss“) mit mehreren Froststrukturhorizonten. Als Decke greift sie weit über das Becken hinweg.

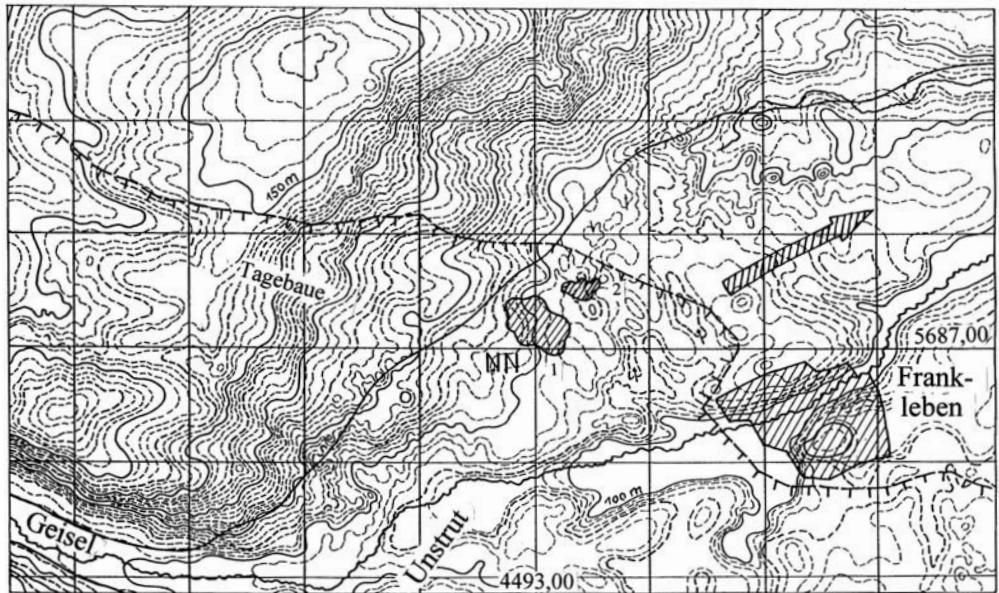


Abb. 2 Neumark Nord. Reliefkarte des ehemaligen Geisel-Unstruttals und der weiteren Umgebung (nach den Meßtischblättern, Raster im Abstand von 1 km). Pfeil: allgemeine Fließrichtung der vereinigten Geisel und Unstrut im Mittelpleistozän. NN 1 und NN 2: Lage der fossilen Seebecken (ca. 8 m unter Oberfläche).

Fig. 2 Neumark Nord. The relief of the former valley of the Geisel and the Unstrut. Arrow: direction of the course of the Geisel / Unstrut in the Middle Pleistocene. NN 1 and NN 2: position of the fossil basins (8 m below the recent surface).

- Eemwarmzeit, Frühweichsel: In dieser Zeit entstand über dem Becken NN 1 ein Bodenkomplex, der in flachen Senken und vor allem im Becken NN 2 in die limnischen Folgen der Eemwarmzeit und eines frühglazialen Interstadials übergeht („Naumburger Bodenkomplex“).
- Weichselkaltzeit: Die 4 bis 6 m mächtige Obere periglaziale Folge aus Lössderivaten und Löss („Jüngerer Löss“) wurde abgelagert. Sie breitet sich weitflächig über den Tagebauaufschluss aus.

3 Die Lagerstättenstruktur

Mit den 35 Profilen wurden alle Sedimenteinheiten erfasst. Sie überspannen das gesamte untersuchte Areal und erlauben die Konstruktion von Strukturkarten in den genannten Abbauschnitten bei etwa 8 m, 16 m und 24 m unter der Oberfläche (u. O.), die sich zwischen 108 bis 112 m ü. NN befand. Sie ergeben die Lagerstättenstruktur (Abb. 3 bis 6):

- Horizontalschnitt 3 bei 24 m u. O. (Abb. 6): Er durchschneidet die am tiefsten abgesenkten Bereiche des Beckens NN 1, welches vollständig von der Saalegrundmoräne unterlagert wird. Diese überdeckt die Körbisdorfer Schotter und bildet infolge der Aufwölbung des Areals durch aufgestiegene Kohlediapire den Beckenboden. Ein Diapir trennt davon das Becken NN 3 ab, das unter der Grundmoräne liegt.
- Horizontalschnitt 2 bei 16 m u. O. (Abb. 5): Das Seebecken NN 1 hat in dieser Höhe bereits eine Flächengröße von 300 x 500 m. Die Diapire bilden schmale Kohlerücken, sonst werden sie von den Körbisdorfer Schottern überdeckt. Diese sowie die Grundmoräne überdecken flächenhaft das gesamte Becken NN 3. Nordöstlich von NN 1 trennt ein Kohlediapir das Becken NN 2 ab, das jetzt im Schnitt erscheint.

Sein jüngeres Alter wird durch die Lössdecke der Unteren periglazialen Folge angezeigt, welche im Becken NN 2 die Grundmoräne von den hangenden limnischen Beckensedimenten scheidet.

- Horizontalschnitt 1 bei 8 m u. O. (Abb. 4): In dieser Höhe umgeben nur noch die Aufwölbungen der Grundmoräne die in sie eingesenkten Becken. Das Becken NN 1 erreicht seine Maximalgröße von 400 x 600 m. Becken NN 2 hat im Schnitt eine Breite von 200 m.
- Horizontalschnitt bei 6 m u. O. (Abb. 3): Dieser Schnitt liegt 2 m über Schnitt 1 und zeigt die Ausbreitung der Älteren Lössdecke mit dem Spaltennetz ihres Haupteiskeilhorizonts. Sie greift über das Becken NN 1 hinweg und bildet im Becken NN 2 die Basis der Beckenfolge.

4 Zur Bildung der drei Becken von Neumark Nord

Die Becken von Neumark Nord verdanken ihre Entstehung gravitativen Ausgleichsbewegungen in einer Sedimentfolge mit inverser Dichteschichtung (THOMAE 1990, 2003, THOMAE & RAPPSILBER 2010). Vor allem die Kohle ist daran beteiligt. Sie hat ein spezifisches Gewicht von 1,15 g/cm³. Die hangenden Tone und Sande haben indessen ein viel höheres spezifisches Gewicht von 1,8 bis 2,1 g/cm³. Eine notwendige Voraussetzung für die gravitativ veranlasste Ausgleichsbewegung ist, dass die Braunkohle ihre feste Struktur verliert. Das geschieht im Ablauf von Durchfrieren und Auftauen der Kohle in einem kaltzeitlichen Dauerfrostboden. Beim Durchfrieren wird die Stückigkeit der Kohle zerstört, sie wird feinkörnig. Während des Auftauens des Dauerfrostbodens verliert diese destrukturierte Kohle ihre Festigkeit, wird durch angereichertes Bodenschmelzwasser breiig und fließfähig und steigt unter dem Druck des Deckgebirges und der Toteisreste an Schwächezonen beulen- bis mauerartig auf (Diapirbildung). Dort, wo die Kohle abwandert, bilden sich flache Becken, wie das Becken NN 1 auf der schüsselförmig sich einsenkenden Grundmoräne. Infolge der anhaltenden, nur allmählich ausklingenden Absenkung des Untergrundes werden die Beckensedimente sehr mächtig, obwohl das Gewässer meist nur ein flacher See war.

Ein schematisches Profil (Abb. 7) durch das Areal mit den drei Becken in zeitlicher Abfolge (NN 3, NN 1 und NN 2) lässt ihre mit den zahlreichen Profilaufnahmen bewiesene Trennung durch Sedimenthorizonte erkennen. Es zeigt den im zeitlichen Ablauf sich wiederholenden Aufstieg von Kohlediapiren über drei Kaltzeiten hinweg. Er ist zum Rand des Tertiärbeckens hin gerichtet.

5 Ein Standardprofil durch das Becken NN 1 von Neumark Nord

Dieses Profil (Abb. 8) verläuft durch den nordwestlichen Teil des Seebeckens von Südwest nach Nordost. Deutlich sind die begrenzenden Braunkohlendiapire zu erkennen. Sie haben die Grundmoränendecke aufgewölbt und durch Massenschwund das Becken erzeugt. Der mittlere Beckenteil ist stärker abgesenkt als die Flanken, so dass auf diesen flache Nebenbecken entstanden sind. Bei der geologischen Aufnahme wurden Schichteinheiten ausgehalten und mit (1) bis (15) bezeichnet (diese Bezeichnungen sind verbindlich und treten nachfolgend im gesamten Text und auf den Abbildungen auf). Die Schichteinheiten bestehen aus gleichartig zusammengesetzten, konkordant abgelagerten Sedimenten. Ihre Schichtkörper sind ohne Unterbrechung im gesamten Becken verbreitet.

In den Initialbecken wurden als unterste Schichteinheit (1) glaziäre Sedimente des Eiszerfalls während der Abschmelzperiode abgelagert (Bändertone, Schmelzwassersande). Sie zeigen, dass ohne Hiatus unmittelbar nach Freigabe durch das Eis die Sedimentation im Becken begann. Aus den oberen Bändertonen entwickelt sich zunächst ein Beckenschluff, aus diesem die Untere Schluffmudde (2), indem sich in der Umgebung allmählich die Vegetation einfindet und ein organogener Sedimentanteil entstehen kann. Diese Schluffmudde ist bereits im gesamten flachen Seebecken entwickelt. Es folgen darauf ein humoses Anmoor und eine dünne Grobdetritusmudde („Torfmudde“) (3). Danach verläuft im gesamten Seebecken die Ablagerung der Unteren gewarnten Feindetritusmudde (4). Sie wird von einer Denudationsfläche abgeschnitten, die durch das ganze Becken führt und von mit Muddesanden gefüllten kleinen Rinnen durch-

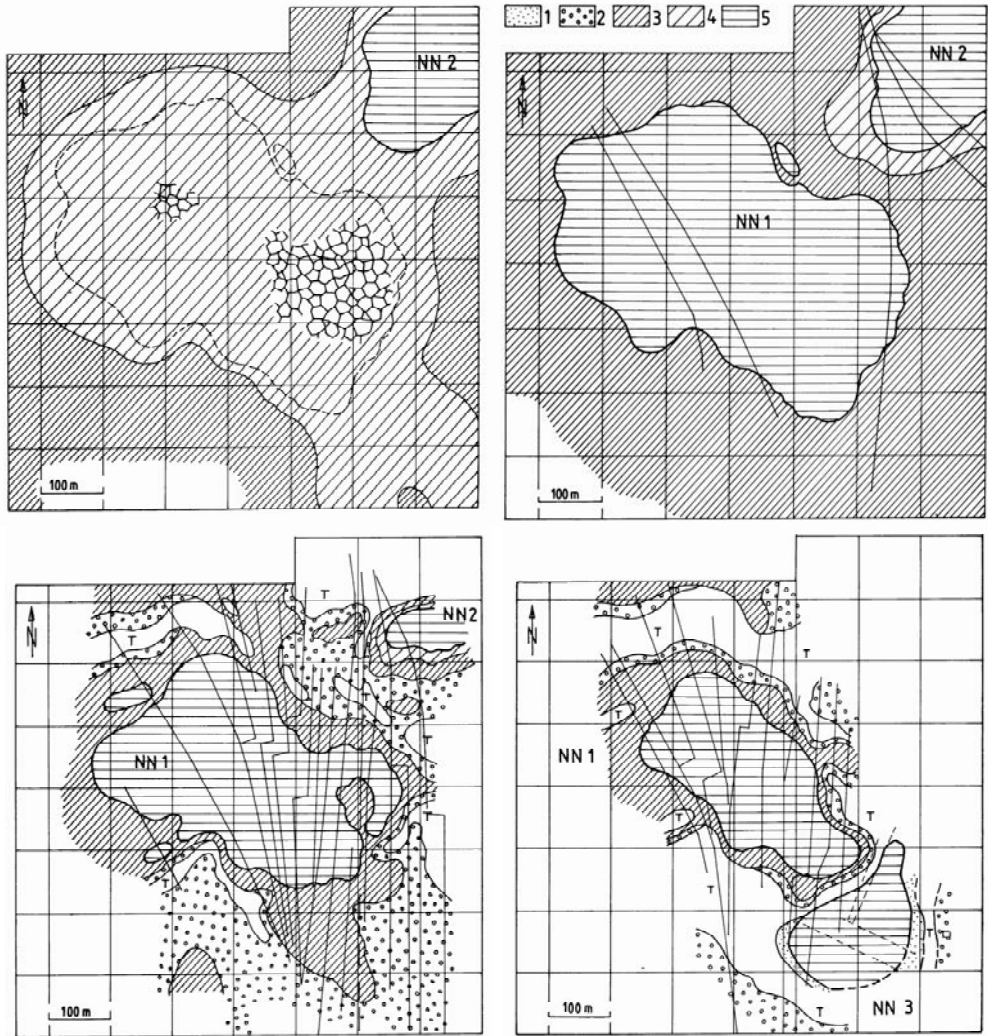


Abb. 3 (oben links) bis 6 (unten rechts). Neumark Nord. Horizontalschnitte bei 24 m (Abb. 3), 16 m (Abb. 4), 8 m (Abb. 5) und 6 m unter Oberfläche (Abb. 6) (Grafik: D. Mania). 1 = fluviatile Sedimente der Körbisdorf-Folge 1; 2 = fluviatile Sedimente der Körbisdorf-Folgen 2 und 3, besonders der frühsaalezeitlichen Flussschotter; 3 = Grundmoräne der Saalevereisung (Hauptvorstoß); 4 = Älterer Löss der Unteren periglazialen Folge; 5 = Wasserbecken.

Fig. 3 (top left) to 6 (on the bottom right). Neumark Nord. The horizontal sections 24 m (Fig. 3), 16 m (Fig. 4), 8 m (Fig. 5) and 6 m below the recent surface (Fig. 6). 1 = fluviatile sediments of the Körbisdorf-Folge 1, 2 = fluviatile sediments of the Körbisdorf Folgen 2 and 3, especially the fluviatile gravels of the Early Saalian; 3 = ground moraine of the Saalian (Drenthian); 4 = loess of the Lower periglacial horizon (Warthian); 5 = fossil lakes.

schnitten wird (5). Das ist die Erste große Regression (im Folgenden „Regression“ als Begriff benutzt für Austrocknungsphase). Nun verläuft die Sedimentation im See über die Mittlere Schluffmüde (6). In ihr lagern die Untere (6.1) und Obere Uferzone (6.2) als Resultat der Zweiten und Dritten großen Regression. Auf (6) folgen die Obere gewarvte Feindetritusmüde (7), ein geringmächtiger Erster Umlagerungshorizont (8), die Obere Schluffmüde (9), wieder eine Unterbrechung mit dem Zweiten Umlagerungshorizont

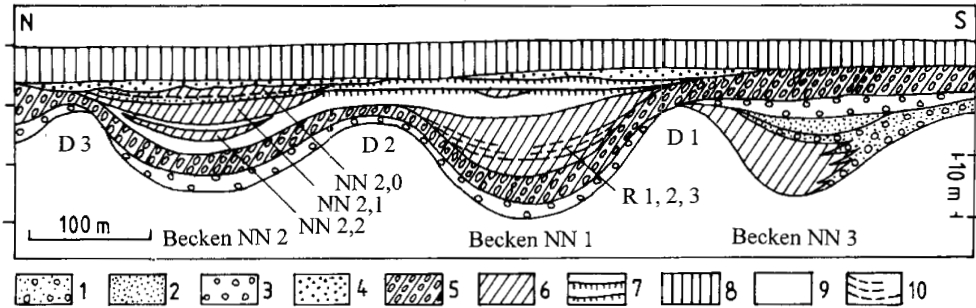


Abb. 7 Neumark Nord. Braunkohlediapirismus und pleistozäne Beckenbildung. 1 = Flussschotter der Körbisdorf-Folge 1; 2 = Flussschotter der Körbisdorf-Folge 2; 3 = Flussschotter der Körbisdorf-Folge 3; 4 = Bachschotter (Weichselkaltzeit); 5 = Grundmoräne Saalevereisung (Hauptvorstoß); 6 = limnisch-telmatische Beckenfüllungen; 7 = fossiler Bodenkomplex; 8 = Jüngerer Löss; 9 = Älterer Löss; 10 = Regressionsphasen (R 1 – 3); D1 bis D3 = Diapirgenerationen. Die Nummerierung der Becken folgt der Zeit ihrer Entdeckung (zeitliche Abfolge: NN 3, NN 1, NN 2).

Fig. 7 Neumark Nord. The diapirism of the brown coal and the formation of the Pleistocene basins. 1 to 3 = fluvial gravels of the Körbisdorf-Folgen 1 to 3; 4 = local gravels of the Weichselian; 5 = ground moraine of the Saalian (Drenthian); 6 = limnic-telmatic sediments of the basins; 7 = fossil soil complex; 8 = Weichselian loess; 9 = Warthian loess, 10 = phases of regressions (R1 – 3); D1, D2, D3 = diapirs. NN 3 = basin of the Holsteinian, NN 1 = basin of the Saalian complex, NN 2 = basin of the Eemian and the Early Weichselian.

(10) und schließlich eine limnisch-telmatische Verlandungsphase aus Schluffmudde, Grobdetritusmudde und Flachmoortorf (11). Über die Beckenfüllung greifen die Untere periglaziale Folge (12), ein Bodenkomplex (13) und die Obere periglaziale Folge (14) hinweg. Den Abschluss bildet der holozäne Boden (15). Die Abfolge im Seebecken zeigt einen vollständigen interglazialen Sedimentationszyklus, der allerdings mehrfach unterbrochen wird, so durch die Regressions- und Umlagerungsphasen.

6 Die Sedimentationsabfolge im Becken NN 1 von Neumark Nord

6.1 Die spezielle Schichtenfolge

Die Abfolge (Abb. 9) wird nachfolgend von unten nach oben beschrieben, die Mächtigkeit der Schichteneinheiten wird in Klammern angegeben. Die Untergliederung „Frühe, Mittlere und Späte Wärmezeit“ geht auf ein Pollendiagramm (SEIFERT 1990) zurück.

– Vereisungsphase –

Es handelt sich um den Hauptvorstoß der Saalevereisung, der südlich vom Geiseltal seine maximale Randlage erreichte:

Grundmoränendecke (5–8 m).

– Zeit des Eiszerfalls –

(1) Zuerst entsteht ein Bänderton mit 25 Jahresschichten, darauf werden Schmelzwassersande und ein oberer Bänderton mit

90 Jahresschichten abgesetzt (1,8 m).

– Spätglazial –

Die Wiedererwärmung führt über den Eiszerfall zur spätglazialen Endphase.

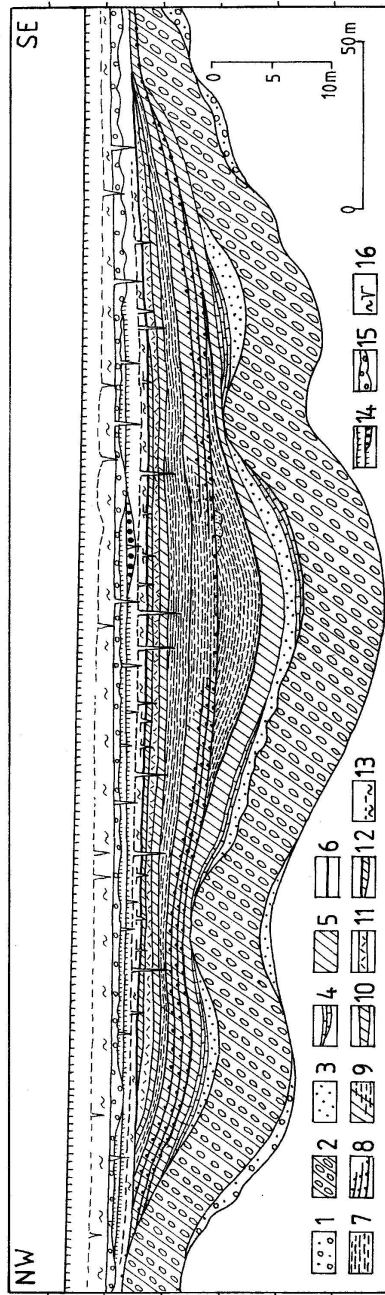


Abb. 8 Neumark Nord. Schnitt durch das Becken NN 1. 1 = mittelpleistozäne Flussschotter; 2 = Saalegrundmoräne; 3 = Schmelzwassersande; 4 = Bänderton; 5 = Beckenschluff; Untere Schluffmudde; 6 = spätglaziale Verlandung (Anmoor, Torfmudde); 7 = gewarvte Untere und Obere Schluff- / Feindetrütsmudden; 8 = Denudationsflächen der Regressionsphasen; 9 = Mittlere Schluffmudde mit gewarvter Fazies im Beckenzentrum; 10 = Obere Schluffmudde; 11 = Umlagerungshorizont; 12 = Mudde-Torfhorizont der oberen Verlandungsfolge; 13 = Fließblöss und Löss der Unteren periglazialen Folge; 14 = fossiler Bodenkomplex mit Wiesen- / Sumpfkalken; 15 = Bachschotter; 16 = Fließblöss und Löss der Oberen periglazialen Folge.

Fig. 8 Neumark Nord. Vertical section through the fossil basin NN 1. 1 = fluvial gravels of the Middle Pleistocene; 2 = ground moraine (Saalian); 3 = glacialfluvial sand; 4 = varved clay; 5 = limnic silt and lower silty gyttja; 6 = swampy soil, peat; 7 = lower and upper varved gyttja; 8 = surfaces of regression; 9 = middle silty gyttja; 10 = upper silty gyttja; 11 = horizon of redeposited sediments; 12 = gyttja-peat horizon; 13 = loess of the Lower periglacial horizon; 14 = fossil soil complex; 15 = local gravels of the Weichselian; 16 = loess of the Upper periglacial horizon.

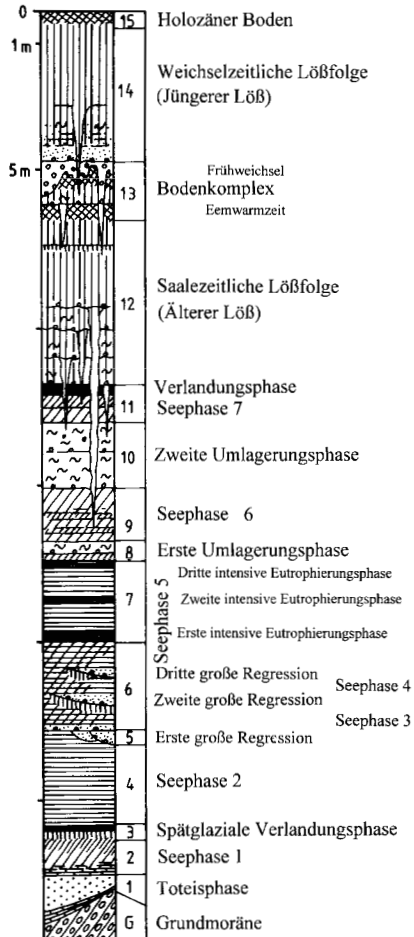


Abb. 9 Neumark Nord. Sedimentabfolge im Becken NN 1. G, 1 bis 15: Sedimenteinheiten, vgl. im Text.

Fig. 9 Neumark Nord. Sequence of the sediments of basin NN 1. G, 1 to 15: horizons of homogeneous sediments (see also text).

Erste Seephase:

- (2) Aus dem Bänderton geht ein ungeschichteter Beckenschluff, aus diesem die Untere Schluffmudde hervor (1 m).

Verlandungsphase:

- (3) Ein Anmoorboden überprägt die Schluffmudde als Ausdruck einer Verlandung und zeigt ein sumpfiges pflanzenreiches Milieu an; anschließend entsteht eine Grobdetritusmudde („Torfmudde“) aus Gräsern und Moosen (0,3 m).

– Frühe Wärmezeit –

Zweite Seephase:

- (4) Auf der Torfmudde setzt die Ablagerung der Unteren gewarnten Feindetritusmudde ein, generell eine Schluffmudde mit hohem organogenem Anteil (3–4 m). Sie ist durch dünne Jahresschichten aus kalkreichen Schluffmudden und tonigeren Feindetritusmudden gewarnt. Die Zählung der Schichten ergab eine Sedimentationsdauer von etwa 3300 Jahren. Im oberen Teil waren Blätter, Früchte und Samen, einige Wirbeltierskelette sowie Fischleichen eingelagert.

Erste große Regression:

- (5) Der See fällt trocken. Es gibt keinen Hinweis auf einen erosiven Durchbruch in einer Umgebung ohne nennenswertes Gefälle, sondern auf eine klimatisch verursachte Regression durch Austrocknung. Der sandig-schluffige Seeboden wird ausgeblasen (Deflation). Auf der Denudationsfläche bildet sich eine Grobsand-Feinkiessohle. Einige mit Muddesand gefüllte Rinnen (0,3 – 0,5 m) deuten auf gelegentlichen Wassereintrag hin. Er führte allerdings nur zu sumpfigen Verhältnissen in Beckenmitte.

– Mittlere Wärmezeit –

Aus einem sandigen Transgressionssediment (0,1 m) auf der Denudationsfläche (5) geht die Bildung der Mittleren Schluffmudde (6) (3 m) hervor. Zu den Uferregionen hin war diese als Sandgrobdetritusmudde, in Beckenmitte als gewarvte Schluffmudde ausgebildet. Die Auszählung der Jahresschichten ergab eine Sedimentationsdauer von 2500 Jahren. Die Mittlere Schluffmudde umfasst den älteren Teil der Mittleren Wärmezeit, die sich ihr anschließende Obere Feindetritusmudde (7) den jüngeren Teil.

Die Schichteinheit (6) ist wie folgt untergliedert:

Dritte Seephase:

- (6) unten. Gewarvte Schluffmudde und Sandgrobdetritusmudde als die beiden Faziestypen der Mittleren Schluffmudde. Der See erreicht seine Maximalgröße.

Zweite große Regression:

- (6.1) Untere Uferzone. Der See geht bis auf ein Restgewässer von einem Fünftel seiner Ausgangsgröße zurück. Eine breite flache Uferzone entsteht. Auf ihr bilden sich ein Anmoor und flache sandige Schwemmfächer. An vielen Stellen verweisen Baumstubben auf die Bildung eines Uferwaldes. Die Regression wurde nicht durch Erosion, sondern klimatisch verursacht. Nach Aussage von Baumringfolgen an umgestürzten Bäumen bestand die Uferzone mindestens 250 Jahre. Die anschließende Transgression nivellierte alle Ufersedimente und ihren Fossilinhalt zu einer Muddesanddecke (0,3–0,5 m). Die Untere Uferzone ist der Hauptfundhorizont.

Vierte Seephase:

- (6) Mitte. Die genannte Transgression führte wieder zur Ausdehnung des Sees zu seiner Maximalgröße. Der mittlere Teil der Mittleren Schluffmudde wird abgelagert, uferwärts als Sandgrobdetritusmudde.

Dritte große Regression:

- (6.2) Obere Uferzone. Ein erneuter klimatisch verursachter Rückgang des Sees bis auf ein Fünftel seiner Ausgangsgröße erzeugt wie bei der Zweiten großen Regression eine breite flache Uferfläche. Auf dieser bildete sich nur stellenweise ein Anmoor. Es wurden keine Stubben und umgestürzten Baumstämme beobachtet. Diese Phase war also von geringerer Dauer als (6.1). Auch auf der Oberen Uferzone liegt eine Muddesanddecke (0,2–0,3 m), ebenfalls ein Fundhorizont.

Fünfte Seephase:

- (6) oben. Der See dehnt sich wieder zu seiner Maximalgröße aus und nivelliert auf der Oberen Uferzone die Uferablagerungen zu der soeben genannten Muddesanddecke. Die Seephase umfasst den oberen Teil der Mittleren Schluffmudde / Sandgrobdetritusmudde.
- (7) Obere gewarvte Feindetritusmudde (2,5–3 m). Sie lagert konkordant auf der Mittleren Schluffmudde und beginnt mit einer 10cm mächtigen dunkelbraunen ledrigen Algenmudde. Eine solche ist auch in ihrem Mittelteil und oberen Teil als Abschluss ausgebildet. Alle drei Algenmudden reichen ohne Unterbrechung durch das ganze Becken. Die Feindetritusmudde ist gewarvt. Äußerst dünne Warven bestehen aus Kalkmudde mit höherem Schluffanteil und wechseln mit Warven aus tonigen Algenmatten. Sie bilden die Jahresschichten, deren Auszählung etwa 3000 Jahre ergab. Damit umfasste also das Optimum der Warmzeit (= Mittlere Wärmezeit) 5500 Jahre. Wie die Mittlere Schluffmudde, aber in größerem Umfang, enthielt die Obere Feindetritusmudde zahlreiche Wirbeltierfossilien. Auf den Schichtflächen befanden sich Blätter, Früchte und Samen sowie zahlreiche Fischleichen. Der Sedimentcharakter verweist auf eine starke Eutrophierung des Gewässers.

– Späte Wärmezeit –

Erste Umlagerungsphase:

- (8) Gegen Ende der Mittleren Warmzeit entstand beckenweit ein geringmächtiger Beckenton (0,1 m). Über ihn greift ein Horizont aus klastischem Muddedetritus (0,3 m) hinweg. Es handelt sich um Mudden, die außerhalb der Abtragungsgrenze des Seebeckens aufgearbeitet und als „Muddebröckelsande“ eingelagert wurden.

Sechste Seephase:

- (9) Obere Schluffmudde (1–1,2 m). Als überwiegend schluffiges Beckensediment enthält sie mehrere Lagen mit angereichertem pflanzlichem Grobdetritus. Sie ist undeutlich geschichtet.

Zweite Umlagerungsphase:

- (10) Wie bei der ersten Umlagerung werden aufgearbeitete Mudden von außen in das Seebecken getragen und bilden grobsandige bis kiesige „Muddebröckelsande“, in die auch echte Gerölle, meist aus Quarz und überwiegend in Feinkiesfraktion, eingemengt sind (2,5 m). Durch Korngrößenwechsel wird eine rhythmische Schichtung angedeutet.

Siebente Seephase mit Verlandung:

- (11) Ein letztes Mal entsteht beckenweit eine limnisch-telmatische Folge aus Beckenschluff, Kalkgrobdetritusmudde mit Übergang in eine Torfmudde und einem Flachmoortorf (1 m). Eine allgemeine Verlandung schließt also die interglaziale Seefolge ab. Diese ist insgesamt 20 m mächtig und umfasst etwa 9000 Jahre.

Die Schichteinheiten (12) bis (15) bilden die Deckschichtenfolge des Beckens NN 1. Sie greift über das Becken hinweg:

– Kaltzeit: Untere periglaziale Folge –

- (12) Über die Verlandungsfolge (11) breitet sich die Decke der Unteren periglazialen Folge aus (6 m). Nach der Verlandung leiten bis 1 m mächtige umgelagerte humose Feinsande mit Frostspaltenhorizont zu den basalen Lössderivaten der Folge über. Das sind Schwemm- und Fließblöße mit Froststrukturen, besonders mit drei auffälligen Frostspalten-Generationen, deren oberste die intensivste ist. Ihre Spalten in Form von Eiskeil-Pseudomorphosen sind mehr als 5 m tief und schließen sich zu Polygonen mit 5 bis 30 m Durchmesser zusammen. Da die an Denudation-(Deflations)flächen gebundenen Frostspalten jeweils nach dem Austauen ihrer Eisblätter mit Fließerdematerial gefüllt wurden, müssen die Auftauphasen dieser drei Frostspaltenhorizonte auf Wärmephase von mindestens subarktischem Charakter zurückgeführt werden. Über dem obersten Frostspaltenhorizont liegt überwiegend autochthoner Fluglöss („Älterer Löss“) mit einer Lössschneckenfauna (*Pupilla*-Fauna), wie sie in hochglazialen Abschnitten entwickelt ist. Im obersten Teil des Lösses ist ein schwach humoser Sumpflöss (0,1 m) eingelagert. Dieser könnte mit dem warmklimatischen Horizont NN 2/2 des Beckens 2 identisch sein (vgl. MANIA et al. 2008). Die Untere periglaziale Folge hat den Charakter einer großzyklisch-kaltzeitlichen Abfolge. Sie ist nicht das Erzeugnis eines kurzen frühglazialen Stadials. Als geschlossene Decke greift sie weit über das Becken NN 1 hinweg und wurde von einem jüngeren Diapirismus beeinträchtigt, der das Becken NN 2 erzeugte. Dabei wurde sie mit abgesenkt und bildet als Älterer Löss die Basis der Beckenfolge von NN 2 (Abb. 10).

– Eemwarmzeit und Frühweichselglazial –

- (13) Der Bodenkomplex (ALTERMANN 1990, 2010).
- (13.1) Der untere Boden überprägt beckenweit und darüber hinaus den Älteren Löss. Es handelt sich um einen intensiven Humusgley mit einer mehr als 1,5 m tief reichenden Bleichzone unter dem dunkelgrauen, ca. 30 cm mächtigen Oberboden. Der Unterboden ist toniger und hat Bröckelgefüge. In kleinen Senken verläuft der Boden kontinuierlich in seine limnische Fazies mit geringmächtigen Wiesen- und Sumpfkalken und einer individuenreichen, allgemein thermophilen Molluskenfauna. Ohne Unterbrechung verläuft der Boden genauso kontinuierlich in die limnische Fazies der Eemwarmzeit (als NN 2/1 bezeichnet) im Becken NN 2 (Abb. 10).

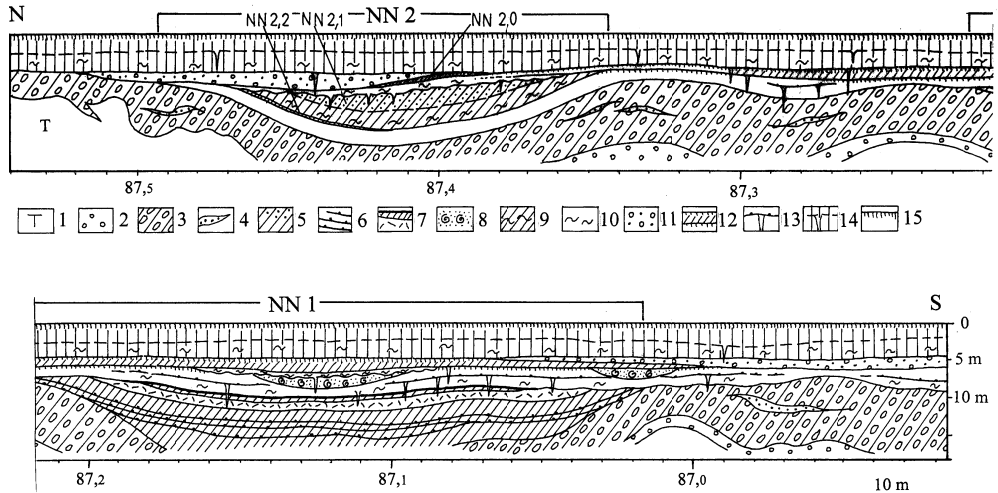


Abb. 10 Neumark Nord. Profil im Ostteil des Tagebauausschnitts. Es zeigt die stratigraphischen Beziehungen der Becken NN 1 und NN 2. 1 = Tertiär (Kohle, Sande, Tone); 2 = mittelpleistozäne Flussschotter; 3 = Saalegrundmoräne; 4 = Schmelzwassersand; 5 = limnisch-telmatische Beckensedimente; 6 = Regressionszonen in NN 1; 7 = Verlandungsfolge auf Umlagerungshorizont; 8 = Wiesen- / Sumpfkalke; 9 = gebänderte und durch Fließerden überprägte feinsandige Schluffe; 10 = Fließlöss; 11 = Bachschotter; 12 = Bodenkomplex; 13 = Älterer Löss, Untere periglaziale Folge; 14 = Jüngerer Löss, Obere periglaziale Folge; 15 = holozäner Boden.

Fig. 10 Neumark Nord. The vertical section in the eastern part of the basins. This profile shows the stratigraphic relations between basin NN 1 and basin NN 2. 1 = Tertiary sediments; 2 = fluvialite gravels of the Middle Pleistocene; 3 = ground moraine of the Saalian; 4 = glaci-fluvialite sand; 5 = limnic-telmatic sediments; 6 = surfaces of regression (NN 1); 7 = horizon of redeposited sediments (below) and of gyttja-peat horizon (above); 8 = organic calcareous sediments; 9 = warped silty sediments; 10 = solifluction loess; 11 = local gravels (Weichselian); 12 = fossil soil complex; 13 = Warthian loess (Lower periglacial horizon); 14 = Weichselian loess (Upper periglacial horizon); 15 = soil of Holocene.

(13.2) Der Boden wird von einem Frostspaltennetz überprägt. Die bis 1 m tiefen Eiskeilspalten sind mit humosem Schluff gefüllt. In den kleinen Senken und im Becken NN 2 sind diese Froststrukturen mit lehmig-sandig-kiesigen Fließerden korreliert.

(13.3) Es folgen lössartige Schluffe. Stellenweise sind sie als Beckenschluff ausgebildet, der eine interstadiale boreale Waldsteppen-Wiesensteppen-Fauna (*Bradybaena*- und *Chondrula tridens*-Fauna) sowie *Lagurus lagurus* und einige andere Steppensäuger enthält. Damit entspricht dieser Horizont dem frühweichselzeitlichen „*Lagurus*-Horizont“ (HEINRICH 1990, MANIA et al. 2003).

(13.4) Der obere Boden des Komplexes ist wiederum ein intensiver Humusgley. Im Becken NN 2 geht er gemeinsam mit dem Beckenschluff in ein frühweichselzeitliches limnisch ausgebildetes Interstadial (NN 2/0) über (Abb. 10).

– Weichselkaltzeit: Obere periglaziale Folge –

(14) Diese Folge (6 m) umfasst die weichselzeitliche Lössdecke. Sie beginnt über dem Bodenkomplex mit einer dünnen Lage von Bachschottern, die stellenweise bis zu 3 m Mächtigkeit anwachsen können (Äquivalent zur Niederterrasse). Es folgt eine flächendeckende Denudationsfläche mit Kryotur-bations- und Eiskeilhorizont (die besonders kalte Phase um 55 000 bis 60 000 B. P.). Darüber folgen Feinsande, Sandlöss und der Hauptlöss („Jüngerer Löss“). Von diesem reichen ebenfalls Eiskeile in das Liegende. Der Löss enthält auch eine *Pupilla*-Fauna. Die basalen Bereiche der Lössfolge sind oft als Fließ- / Solifluktlöss ausgebildet und enthalten Bleichzonen als Hinweise auf einige

weitere Interstadiale. Die Lössdecke ist Ausdruck des weichselzeitlichen Großzyklus und stellt ein Analogon zur Unteren periglazialen Folge dar.

– Holozäne Warmzeit –

(15) Den Abschluss der Gesamtfolge bildet der holozäne Boden (Schwarzerde).

6.2 Hinweise zur stratigrafischen Einstufung der Warmzeit NN 1

Für einige Abschnitte der Folge wurden TL-Datierungen durchgeführt (KARELIN 1997). Sie ergaben folgende Werte:

Schichteinheit 1: Schmelzwassersande an der Basis der Folge, Toteisphase.

NN 1Q = 238 000 ± 44 000 Jahre vor heute.

Schichteinheit 6: Untere Uferzone, Eichenmischwaldzeit.

NN 3F = 195 000 ± 35 000 v. h.

NN 3Q = 173 000 ± 34 000 v. h.

NN 3 = 184 000 ± 27 000 v. h.

Schichteinheit 6: Sandgrobdetritusmudde, Eichenmischwaldzeit.

NN 2Q = 182 000 ± 44 000 v. h.

Schichteinheit 12: Untere periglaziale Folge, unterer Teil. Löss.

NN 4 = 178 000 ± 22 000 v. h., 120 000 ± 17 000 v. h.

Schichteinheit 13: Unterer Boden des Bodenkomplexes.

NN 5 = 90 000 ± 10 600 v. h.

Beckenschluff zwischen den beiden Böden.

NN 6 = 68 000 ± 5000 v.h.

Hier ist nicht der Platz zu diskutieren, wie genau bzw. realistisch solche sogenannten „absoluten“ Datierungen sind. Wir halten sie für ein unsicheres, vor allem nicht für ein übergeordnetes Mittel zur Datierung von geologischen Vorgängen und Schichtkomplexen. Von primärer Bedeutung für eine stratigrafische Einstufung sind für uns nach wie vor die am Aufschluss untersuchten Abfolgen und Beziehungen im Schichtkomplex. Sie lassen keine andere stratigrafische Zuweisung der interglazialen Abfolge von NN 1 zu als jene zum Saalekomplex. Damit kann sie nicht der Eemwarmzeit zugewiesen werden, wie das unsere Kritiker behaupten (z. B. WANSA & STRAHL 2010). Ihr wichtigstes Argument besteht in der Ähnlichkeit der Pollensukzession von NN 1 zur eemzeitlichen Sukzession. Wir kommen auf diese Ähnlichkeit bei der Besprechung der Vegetationsgeschichte von NN 1 zurück (s. u.). Stratigrafische Einstufungen von Pollensukzessionen unterliegen auch dem Prinzip der „relativen Stratigraphie“, also dem Geländebefund. Sie stellen also lediglich ein sekundäres stratigrafisches Hilfsmittel dar, das erst dann angewendet werden kann, wenn ein ungenügender geologischer Geländebefund keine eindeutige Einordnung erlaubt. Die Bedeutung der Warmzeit von NN 1, deren Abfolge in einem einmaligen ausgezeichneten Erhaltungszustand, verbunden mit einem vielfältigen und reichhaltigen Fossilbestand, sowie in einer ungewöhnlich umfangreichen und intensiven interdisziplinären Bearbeitung vorliegt, wächst dadurch, dass sie eines derartigen ungenügenden Geländebefundes entbehrt und statt dessen sich auf eine vielgliedrige zweifelsfreie Stratigraphie stützen kann. Einige Indizien sollen hier angeführt werden (MANIA 2010a):

- Die warmzeitliche Schichtenfolge des Beckens NN 1 befindet sich auf der Grundmoräne der Saalevereisung (Hauptvorstoß, Drenthestadium) und ist darum jünger als dieser Vorstoß.
- Sie geht unmittelbar aus den Ablagerungen des Eiszerfalls / Toteisstadiums hervor. Es besteht kein zeitlicher Hiatus zwischen Abschmelzphase und Beckensedimentation.
- Die warmzeitliche Folge NN 1 wird im Hangenden von zwei mächtigen, übereinander liegenden periglazialen Decken überlagert. Beide greifen über die Beckenstruktur hinweg, wurden in ihrer Bildung also nicht durch diese verursacht.

- Die obere periglaziale Decke (14) entstand unter den Bedingungen der letzten Kaltzeit (Weichselkaltzeit) und besteht vorwiegend aus dem Jüngeren Löss. In ihrer frühglazial-hochglazialen Abfolge repräsentiert sie den Klimazyklus höherer Ordnung.
- Die untere periglaziale Decke (12) enthält vor allem, wie die obere Decke, unter hochglazialen Verhältnissen entstandenen und akkumulierten Löss (Älterer Löss). In ihrer ebenfalls frühglazial-hochglazial gegliederten Abfolge, in der mindestens drei, einmal sehr intensive Frostspaltengenerationen entstanden, repräsentiert sie, wie die obere Decke, einen kalkklimatischen Großzyklus und keine untergeordnete stadiale Folge.
- Beide Decken werden durch einen Bodenkomplex voneinander getrennt. Der Komplex besteht aus zwei Humusböden (ALTERMANN 1990). Zwischen ihnen befinden sich Beckenschluff und Löss sowie Froststrukturen.
- Beide Humusböden befinden sich an der Basis der weichselzeitlichen Lössfolge. Als Humusbildungen können sie innerhalb der Weichselfolge maximal als Erscheinungen frühglazialer Warmphasen interpretiert werden. Würde die interglaziale Folge NN 1 der Eemwarmzeit zugewiesen, müsste die Untere periglaziale Folge (12) mit ihren bis etwa 6 m mächtigen Lössen und ihren Frostspaltengenerationen ein Produkt des ersten weichselzeitlichen Stadials sein. Eine derartige Abfolge mit dem Status eines übergeordneten kalkklimatischen Zyklus ist für das untere frühweichselzeitliche Stadal weder denkbar noch bisher nachgewiesen. So kann die Untere periglaziale Folge (12) dem Saalekomplex, so der Warthekaltzeit, zugewiesen werden.
- Der obere Humusboden des Bodenkomplexes (13) ist dem Frühglazial der Weichselkaltzeit zuzuweisen. Diese stratigrafische Stellung wird durch den „*Lagurus lagurus*-Horizont“ aus den unterlagernden Beckenschluffen gestützt. Der untere Boden kann allerdings auch ein Erzeugnis der Eemwarmzeit sein. Diese Vermutung wurde durch unsere Geländearbeiten, die dem Bearbeitungsstand von 1989 folgten, massiv unterstützt.
- Bei diesen Arbeiten wurde das Becken NN 2 entdeckt. Es enthält limnisch-telmatische Schichtenfolgen, die lediglich durch die Obere periglaziale Folge (14) überdeckt werden. Über weite Strecken aushaltende Vertikalschnitte im Tagebau zeigten, dass die Untere periglaziale Folge (12) mit ihrem Löss die Basis der Beckensedimente von NN 2 bildet. Dadurch werden diese Beckenablagerungen von NN 2 jünger als die Untere periglaziale Folge, als der Ältere Löss. Diese geologischen Verhältnisse werden in einer Monografie vorgestellt (MANIA 2010b).
- Der Bodenkomplex (13) ließ sich ebenfalls bis zum Becken NN 2 verfolgen. Der untere Boden verlief über kleinere limnische Becken bis zum Becken NN 2 und ging dort in seine limnische Fazies (NN 2/1) über. Die Pollenanalyse (KREMENETSKI 2000) dieser Fazies ergab eine eemzeitliche Sukzession. Damit kann der untere Boden in das Eem eingestuft und mit dem oberen Boden dem Naumberger Bodenkomplex zugewiesen werden. Der obere Boden ging ebenfalls in eine limnische und litorale Fazies, eine frühweichselzeitliche interstadiale Ablagerung (NN 2/0) über.
- In ihrem speziellen Aufbau lassen sich die beiden limnischen Abfolgen NN 1 und NN 2 nicht vergleichen. Sie zeigen weder eine übereinstimmende Schichtenfolge noch gleichartige Ausbildung dieser Schichten. Sollte, wie das die Kritiker behaupten, die Folge NN 1 auf Grund der Ähnlichkeit ihrer Pollensukzession ebenfalls dem Eem angehören, müssten die Sedimentabfolgen beider, nahe benachbarter Becken, gleichartig sein. Eine Diskussion darüber erübrigt sich allerdings, da der stratigrafische Befund eindeutig ist.

Weitere stratigrafische Indizien, vor allem biostratigrafischer Art für die ältere Stellung von NN 1 zum Eem, werden bei der Darstellung der entsprechenden Fossilkomplexe im folgenden Text erwähnt.

7 Die allgemeine Vegetationsgeschichte der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord

Mit Hilfe der Pollenanalyse (SEIFERT 1990, SEIFERT-EULEN 2010) kann die Vegetationsgeschichte der Warmzeit NN 1 rekonstruiert werden. Das Ergebnis dieser Analyse wurde ausgiebig mit K. Erd (Berlin), ebenfalls Mitglied der Bilzingslebener Arbeitsgruppe, diskutiert. Es ist zu beachten, dass eine Pollenanalyse in der Regel nur die allgemeine, durch den Fernflug der Pollen überprägte Entwicklung der Vegetati-

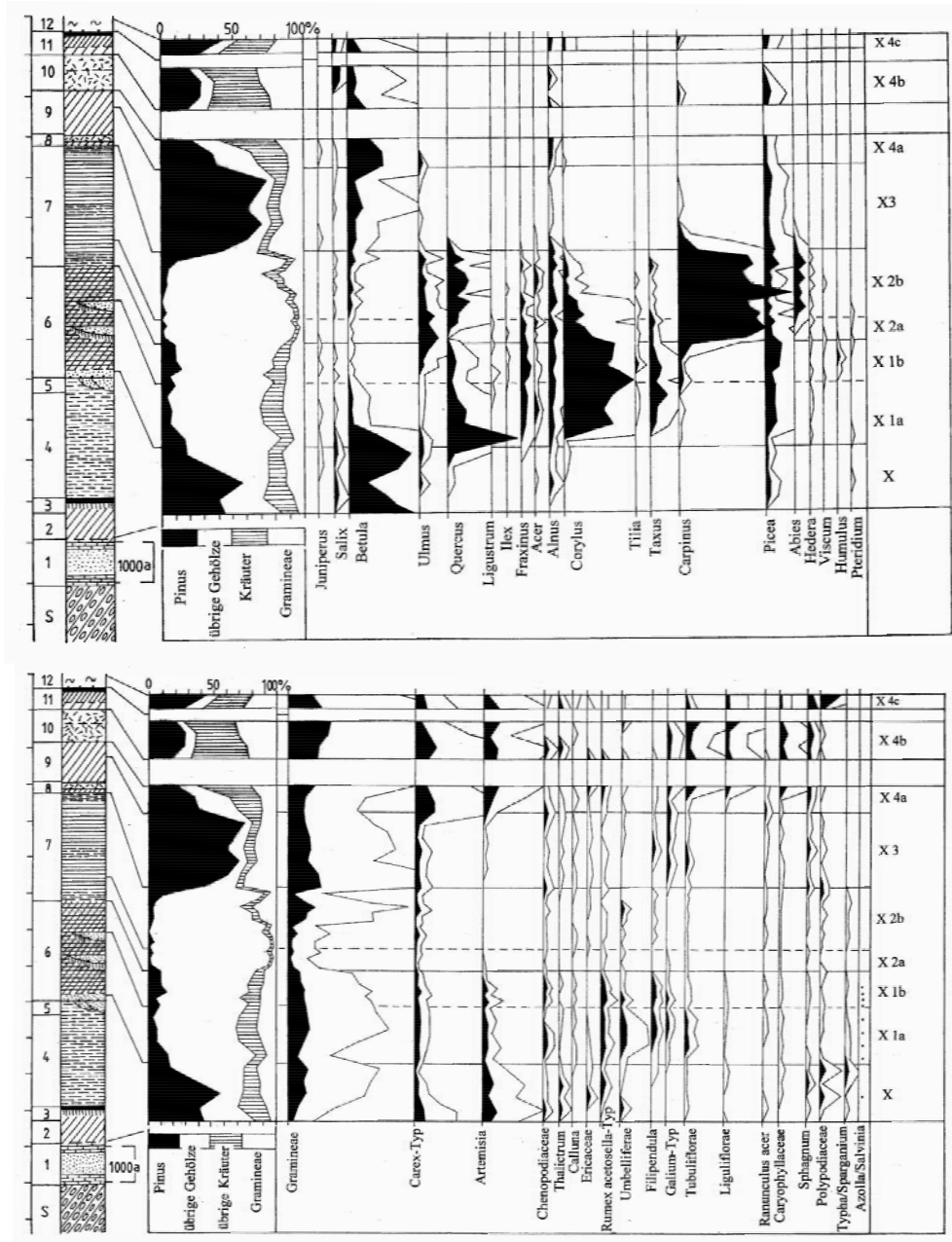


Abb. 11 a und b. Neumark Nord. Vegetationsgeschichte der Warmzeit des Beckens NN 1 (nach Pollenanalyse, SEIFERT 1990). S = Saalegrundmoräne; 1 bis 12 = Sedimenteinheiten (vgl. Abb. 9 und Text); X, X1 bis X4 = Vegetationsabschnitte nach SEIFERT (1990). Profilmabstab in Abständen von 1000 Jahren (nach Auszählung der Jahresschichten).

Fig. 11 a and b. Neumark Nord. The interglacial of NN 1. Vegetation succession (based on pollen analysis from SEIFERT 1990). S = ground moraine (Saalian, Drenthian); 1 to 12 = horizons of homogeneous sediments (compare with Fig. 9 and text); X, X1 to X4 = vegetation phases following SEIFERT (1990).

on vermittelt. Kleinräumige Gliederungen erlaubt sie nicht (Abb. 11a, b). Die Analyse wurde – unabhängig von der Arbeitsgruppe – von LITT (1994) wiederholt. Da ihm der obere Profilteil fehlte, ergänzte er sein Ergebnis mit der Pollensukzession von SEIFERT (1990).

Die folgende Darstellung der Vegetationsgeschichte der Warmzeit NN 1 geht auf die Arbeiten von SEIFERT-EULEN (1990, 2010) zurück.

7.1 Die Pollensukzession

– Glazial-spätglaziale Übergangszeit –

Das Inlandeis des Saalehauptvorstoßes gibt während seines Abschmelzens eine völlig vegetationslose, unverwitterte Landoberfläche frei (*Schichteinheit 1*).

– Spätglazial: Birkenzeit –

Im Verlaufe der Erwärmung finden sich erste Pionierpflanzen ein. Allmählich entstehen tundren- und steppenartige Pflanzengemeinschaften in der Umgebung des Wasserbeckens. Damit ist die Zunahme organogenen Sedimentanteils im Beckenschluff verbunden (Untere Schluffmudde) (2). In dieser Zeit wandern die ersten Baumbirken im Saale-Elbegebiet ein. Ihnen folgt zögernd die Kiefer.

– Spätglazial: Birken-Kiefernzeit –

Die Vegetationsentwicklung führt zur Versumpfung und Anmoorbildung des Flachgewässers infolge starker Zunahme an Pflanzenmasse (*Schichteinheit 3*). Birken-Kiefernwälder dehnen sich nach Aussage der steigenden Pollenkurven im Elbe-Saalegebiet aus. Doch verweisen die hohen Nichtbaumpollenwerte auf weiträumige offene Landschaften mit Wiesensteppen mit Gramineen, *Helianthemum*, *Artemisia*, Chenopodiaceen, *Thalictrum*, Umbelliferen, *Calluna* u. a. Relativ hohe Anteile von Cyperaceen deuten auf die Vernässung und Versumpfung der Niederungen und Talböden. Hier breiten sich Weidengebüsche aus. Auffällige Pollenvorkommen verweisen auf *Juniperus* und *Hippophae*, die sich auf offenen Standorten einfinden.

– Frühe Wärmezeit –

Kiefern-Birkenzeit

Das verlandete Becken füllt sich wieder mit Wasser (*Schichteinheit 4*: Untere Feindetrismusmudde). Jetzt breitet sich nach Aussage ihrer Pollen die Kiefer weit aus. Die Pollen verweisen auf Kiefernwälder, durchsetzt mit Birken, als den vorherrschenden Vegetationstyp. Sie teilen sich die Landschaft mit weiten Wiesensteppen. Weiden sind häufig in den Niederungen, *Juniperus* ist es auf den Heideflächen. Einsetzende Pollenvorkommen verweisen auf das Einwandern der ersten anspruchsvolleren Baumarten nördlich der Mittelgebirge: Eiche, Ulme, Erle und Fichte.

Eichen-Kiefern-Birkenzeit

Während der obere Teil der Unteren Feindetrismusmudde (4) abgelagert wird, zeigen seine Pollenspektren die Ausbreitung der Eiche und andeutungsweise auch der Ulme an. Esche, Hasel und Ahorn wandern ein. Die Kiefer ist noch sehr häufig, sie bildet mit den übrigen Arten Eichen-Kiefernwälder in Thüringen, im Harzvorland und im unteren Saalegebiet, die auf die künftige Herausbildung eines Eichenmischwaldes hindeuten. Die Pollenkurve der Birke steigt nochmals an und verweist auf einen kurzfristigen Birkenvorstoß. Weiden sind häufig. Wacholderheiden breiten sich aus. Wie zuvor zeigen die hohen Pollenwerte von Pflanzen der offenen Landschaft, darunter zahlreiche Steppenanzeiger, weiträumige Wiesensteppen an. Auch deuten sie auf den lichten trockenen Charakter der Eichen-Kiefernwälder.

– Übergangsphase von der Frühen zur Mittleren Wärmezeit –

Eichenzeit

Zur Zeit der Ersten großen Regression (5) und der basalen Sedimente der nachfolgenden Seephase (*Schichteinheit 6*, Basis) erreicht die Eiche einen auffallend hohen Pollenspitzenwert (bis 48,6%

der Pollensumme der Landpflanzen). Mit den besonderen klimatischen Bedingungen, die die Erste Regression hervorriefen, hängt offenbar auch der Birkengipfel zusammen, der dem Eichenmaximum vorausgeht. Mit ihm geht auch die Kiefer zurück. Mit dem Eichengipfel beginnt die Häufigkeitszunahme der Hasel. Die Eiche dominiert in den Wäldern, an denen neben Hasel und Ulme alle anderen bisher eingewanderten Bäume beteiligt sind. Es waren lichte trockene Eichenwälder mit Tendenz zu Eichenmischwäldern. Nach wie vor sind hohe Werte der Nichtbaumpollen vertreten, wie von Gramineen, *Artemisia*, Chenopodiaceen und weiteren Heliophyten als Vertretern der Wiesensteppen. *Calluna* breitet sich aus und verweist auf Zwergstrauchheiden. *Juniperus* ist weiter charakteristisch.

– Mittlere Wärmezeit –

Eichenmischwald-Haselzeit

Sie umfasst den ersten Teil der Mittleren Wärmezeit. Die Mittlere Schluffmudde (6) wird in dieser Zeit abgelagert. Warm-gemäßigte Klimabedingungen sind endgültig erreicht. Die zahlreichen Gehölzarten-Nachweise zeigen, dass sich thermophile Eichenmischwälder in den mittleren Breiten formieren und zur Vorherrschaft gelangen sowie mit ihnen sich die Hasel als einem zweiten Charakteristikum dieser Vegetationsphase ausbreitet. Neben Eiche und Hasel sind Ulme, Esche, Ahorn, Linde, Erle vorhanden. Einzelne Arten dieser Sippen lassen die Pollen leider nicht unterscheiden (z. B. bei Eiche, Ulme, Ahorn, Linde). Die Eibe wandert ein und erreicht im Vergleich mit anderen Interglazialen ziemlich ansehnliche Pollenwerte. Ihr folgt die Hainbuche, die bereits recht häufig ist. Die Kiefer ist konstant mit 10 – 15 % an der Gesamtpollensumme beteiligt. Die Birke steht weit im Hintergrund, doch die Fichte hat durchgehend eine hohe konstante Beteiligung am Spektrum. Die Pflanzensippen der offenen Landschaft haben auffallend hohe Pollenwerte auch in dieser Zeit der Bewaldung. Sie erreichen 25 bis 30 % der Pollensumme. Da wir die Aussage der Karpoflora kennen (MAI 1990a, 2008, 2010), können wir dieses Phänomen einem hohen subkontinentalen Klimaeinfluss zuschreiben. Sonst ist dieser im Pollenspektrum kaum zu erkennen. Doch gibt es Einzelnachweise, die den thermophilen Charakter des Eichenmischwaldes unterstreichen und an höhere Temperaturmittel der Klimaparameter im Vergleich zu den heutigen Verhältnissen im Saale-Elbegebiet denken lassen. Das sind Pollennachweise von *Buxus*, *Ilex*, *Hedera*, *Viburnum lantana*, *Viscum*, als Lianen *Humulus* und *Vitis*. In der Wasserflora treten *Azolla* und *Salvinia* auf. *Taxus* als wärmeliebendes Element bildet eine konstante reiche Pollenkurve aus, dasselbe im abgeschwächten Maße ist vom Liguster zu beobachten. Die offenen wiesensteppenartigen Landschaften zeigen wie bisher Gramineen, Heliophyten, darunter Chenopodiaceen und *Artemisia* an. Ferner treten Malvaceae, Liliaceae, Compositae, *Trifolium*, Caryophyllaceae, *Thalictrum* und *Geranium* auf. Wichtige Einzelnachweise entfallen auf *Jasione*, *Calystegia*, *Convolvulus*.

Die Eichenmischwaldzeit in (6) lässt sich in drei Subphasen gliedern:

a) Eichenmischwald-Hasel-Phase

Sie beginnt nach dem Eichenmaximum und ist durch die Häufigkeitszunahme der Hasel gekennzeichnet, ohne dass diese ihr Pollenmaximum erreicht (Unterer Teil der Mittleren Schluffmudde).

b) Eichenmischwald-Hasel-Eibenphase

Sie umfasst die Untere Uferzone, den mittleren Teil der Mittleren Schluffmudde und die Obere Uferzone. Sie wird durch den raschen Anstieg der Pollenkurve der Eibe bis auf ein markantes Maximum gekennzeichnet.

c) Eichenmischwald-Hasel-Lindenzeit

Im oberen Teil der Mittleren Schluffmudde ist diese Phase entwickelt. Die Hasel erreicht schließlich ihr Maximum, deutlich bleiben konstante Eibenwerte, andeutungsweise tritt die Linde in Erscheinung. *Ilex* ist in dieser Phase einmal nachgewiesen.

Eichenmischwald-Hainbuchen-Tannenzeit

Sie umfasst den zweiten Teil der Mittleren Wärmezeit und ist identisch mit der Ablagerung der Oberen Feindetritusmudde (7). Sie beginnt mit dem raschen Anstieg der Pollenkurve der Hainbuche

als Ausdruck ihrer starken Beteiligung an den nunmehr entstehenden Eichen-Hainbuchenwäldern. Parallel dazu sinkt der Pollenanteil der Hasel. Neben den Vertretern des Eichenmischwaldes und den bereits nachgewiesenen thermophilen Elementen kommen weitere derartige Elemente hinzu, wie *Tuberaria* und *Osmunda*.

Auch die Hainbuchenzeit ist in Subphasen gegliedert:

a) Eichen-Ulmen-Hainbuchen-Tannenphase

Die Hainbuchenpollen erreichen sehr schnell ihre Maximalwerte und halten diese bis zum Ende der Hainbuchenzeit. Gleichzeitig strebt die Ulme ihrem Maximum zu. Die Tanne erscheint mit ihrem Pollenniederschlag zu Beginn der Phase und erreicht bald schon hohe Werte. Alle weiteren Arten des Eichenmischwaldes sind vertreten. Die Fichte bleibt konstant beteiligt, doch geht ihre Pollenkurve zugunsten der Tanne etwas zurück. Zu Beginn der Hainbuchenzeit hat sie ein angedeutetes Maximum. Zum ersten Male sind die Pollenanteile der Pflanzensippen offener Landschaften auf etwa 10 bis 25 % der Pollensumme zurückgedrängt. Doch sind sie alle noch vertreten, auch die Steppenanzeiger. Das ist ein allgemeines Charakteristikum der Neumark-Nord-Warmzeit.

b) Eichen-Hainbuchen-Tannenphase

Tanne und Hainbuche dominieren gemeinsam im Pollenspektrum, gleichzeitig erreicht die Eiche ein zweites Maximum, während die Ulmenkurve wieder absinkt. Alle Vertreter des Eichenmischwaldes sind vorhanden. Gegen Ende der Phase steigen die Pollenwerte der Offenlandpflanzen wieder erheblich an. Insgesamt sind während der Ausbreitung der Hainbuchen-Eichen-Trockenwälder auch die offenen Landschaften mit Wiesensteppen erhalten geblieben. Sie wurden nicht endgültig zurückgedrängt. Im Pollenspektrum nehmen Gramineen, *Artemisia* und andere Steppenanzeiger sowie Ericaceen zu.

– Späte Wärmezeit –

Kiefern-Fichtenzeit

Im Horizont der Schichteinheit (8) ist die Tanne verschwunden, die Hainbuche stark zurückgegangen. Der Anteil aller Arten des Eichenmischwaldes ist allgemein reduziert. Dafür steigt jetzt die Pollenkurve der Kiefer wieder an. Ihr folgt mit Abstand die Birkenkurve. Die Fichte erreicht wieder hohe Werte. Die Pollenkurven der Vertreter der Wiesensteppen steigen weiter an. Wahrscheinlich herrschten ähnliche Verhältnisse mit Kiefern-Fichtenwäldern auch zur Zeit der Ersten Umlagerungsphase. Im unteren Teil der Oberen Schluffmulde (9) ist die Kiefern-Fichtenzeit voll entwickelt. Kiefer und Fichte dominieren im Spektrum. Die Kiefer strebt sogar ihrem zweiten Maximum seit Beginn des Interglazials zu. In den weit verbreiteten Kiefern-Fichtenwäldern des Elbe-Saalegebietes tritt auch die Birke bereits wieder stärker in Erscheinung. Thermophile Arten treten nur noch vereinzelt auf, wie Eiche, Ulme, Ahorn, Erle und Hainbuche. Die Tanne ist endgültig verschwunden. Wiesensteppen und Heideflächen breiten sich stärker aus.

Birken-Kiefernzeit

Gegen Ende der Ablagerung der Oberen Schluffmulde (9) findet ein stärkerer Häufigkeitsanstieg der Birkenpollenkurve statt. Zunächst dominiert noch die Kiefer mit Höchstwerten, doch bald geht sie zugunsten der Birke und der Offenlandanzeiger zurück. So betragen die Pollenwerte der Kiefer zunächst 40 %, später weniger als 30 %, der Birke 25 % der Pollensumme. Vereinzelt treten noch Ulme, Erle und Hainbuche auf. Wacholderheiden entstehen nach Aussage häufiger *Juniperus*-Pollens. Weidenbestände breiten sich wieder stärker in den Niederungen aus. Es entstehen waldsteppen- und wiesensteppenartige Landschaften. Ähnliche Verhältnisse existierten auch während der Zweiten Umlagerungsphase (10).

Birken-Kiefern-Steppenzeit

Während der letzten See- und Verlandungsphase (11) sind nochmals günstigere Verhältnisse zu beobachten. Die Kiefern- und Birkenwerte steigen geringfügig an. Hainbuche, Erle und Fichte sind

stärker vertreten; ihr Pollenanteil ist nicht als umgelagert zu erklären. Mit 50 bis 70 % der Pollensumme sind die Offenlandanzeiger am häufigsten. Neben parkartigen Kiefern-Birkenwäldern breiteten sich weiträumige Wiesensteppen und Zwergstrauchheiden aus, mit Gramineen, *Artemisia*, *Armeria maritima*, *Gypsophila*, *Botrychium*, *Polygonum*, *Thalictrum*, Chenopodiaceen, Compositen, Caryophyllaceen, *Galium* und *Calluna*. Größere Mengen von Sporen und Pollen von *Sphagnum*, *Carex*-Arten und Polypodiaceen deuten auf Versumpfungsf lächen, wie z. B. jene der Verlandungsphase des Beckens NN 1.

7.2 Die Wasser- und Sumpfflora

Pollen solcher Pflanzengesellschaften kommen trotz des Standorts untergeordnet vor. Am häufigsten sind neben den Sporen von Polypodiaceen (vor allem *Thelypteris palustris*) und *Sphagnum* die Pollen von *Typha latifolia*, *Sparganium*, *Nymphaea*, *Nuphar*, *Ceratophyllum*, *Potamogeton*, *Alisma plantago-aquatica* und *Myriophyllum*. Während des Klimaoptimums erscheinen Algen- und Schwimmfarn. Im zweiten Teil der Mittleren Wärmezeit, also im Bereich der Oberen Feindetritusmulde (7) treten auffällig viele Zysten von Dinoflagellaten auf. Gemeinsam mit dem Auftreten von *Botryococcus* und *Potamogeton* verweisen sie auf Versalzung und Eutrophierung des flachen Gewässers. In der Oberen Schluffmulde (9) bezeugen hohe Werte von *Pediastrum* eine starke Eutrophierung. Es ist interessant, dass Versalzung und Eutrophierung allmählich im Verlaufe der Sedimentation der Unteren Feindetritusmulde (4) auftreten und mit zunehmender Intensität über die Mittlere Schluffmulde (6) zur Oberen Feindetritusmulde (7) führen, wo sie einen Höhepunkt erreichen.

7.3 Charakteristik der Vegetationsentwicklung

Die Pollenanalyse vermittelt ein durchschnittliches Bild der Vegetationsentwicklung im mittleren Elbe-Saalegebiet nördlich der Mittelgebirge, wie es von Interglazialen des Mittleren und Jüngeren Pleistozäns sowie des Holozäns in Mitteleuropa bekannt ist. Der Bewaldungsvorgang führt von einer Birkenzeit über eine Kiefern-Birkenzeit, Eichen-Kiefernzeit, Eichenzeit zur Eichenmischwaldzeit und Hainbuchenzeit. Letztere schließt das Auftreten der Tanne mit ein. Über die Kiefern-Fichtenzeit, Kiefern-Birkenzeit und Kiefern-Birken-Steppenzeit klingt die Sukzession aus. Die Abfolge stellt die allgemeine mitteleuropäische Grundsukzession der Warmzeiten dar. Es ist üblich, daraus die geschlossene Bewaldung einer großen, durch die Reichweite des Pollenfernflugs definierten Region, in unserem Falle des mittleren Elbe-Saalegebietes innerhalb des Mittelgebirgsrahmens, zu folgern. Auffällig sind immerhin die höheren Nichtbaumpollenwerte in der Warmzeit von NN 1. Gewöhnlich werden diese jedoch nicht so ernst genommen und als lokale („edaphische“, „chorologische“) Erscheinungen angesehen oder eher als Besonderheit des Mitteldeutschen Trockengebietes abgetan.

Bei einem kritischen Vergleich des Pollenspektrums von Neumark Nord 1 mit anderen Pollenspektren ist lediglich festzustellen, dass es einem „Eem-Typus“ ähnelt. Einige wichtige Argumente zeigen, warum dieser „Eem-Typus“ von NN 1 kein „typisches Eem“ sein kann, also eine eigene typische Sukzession vorliegt:

- *Picea* breitet sich optimal während der *Corylus*-Phase aus, statt erst nach der *Carpinus*-Phase wie im Eem.
- Die *Picea*-Werte gehen parallel mit den Pollenwerten von *Abies* zurück.
- *Abies* kommt nur während der *Carpinus*-Zeit vor und bildet danach keine – wie im Eem – eigene selbständige Phase.
- Insgesamt ist ein anderes Verhalten von *Picea-Abies-Carpinus* zueinander zu beobachten als im Eem.
- *Taxus* erreicht ihr Maximum eindeutig bereits vor dem *Corylus*-Maximum, statt, wie im Eem, erst danach.
- Das *Ulmus*-Maximum entsteht erst zu Beginn der *Carpinus*-Zeit, statt im Frühinterglazial wie im Eem.
- Die Häufigkeitskurve von *Quercus* hat nach dem Maximum einen unruhigen Verlauf. Sie erreicht nochmals während der *Carpinus*-Zeit sehr hohe Gipfelwerte, aber nicht im Eem.

- *Tilia* ist deutlich untervertreten, so dass man eigentlich nicht, wie im Eem, von einer Eichenmischwald-Hasel-Lindenzeit sprechen kann.

Alle Merkmale, welche die Vegetationsentwicklung der Warmzeit von NN 1 von der eemzeitlichen Sukzession unterscheiden, treten stattdessen in den mittelpleistozänen Interglazialen des Mitteldeutschen Trockengebietes auf.

8 Die Standortflora des Klimaoptimums der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord

Alle Ablagerungen des interglazialen Sees von NN 1 enthielten makroskopische Pflanzenreste. Davon sind die Früchte und Samen die wichtigsten Reste. Sie lassen im Gegensatz zur Pollenanalyse die Arten bestimmen. Dazu kommt, dass die Größte mehr oder weniger zur Standortflora gehören, die direkt am Einbettungsort oder in dessen weiterer Umgebung existiert hat. Darauf deuten eindrucksvolle fossile Oberflächen mit Baumstubben hin. Eine sehr reiche Früchte- und Samenflora stammt aus dem klimatisch, vegetationsgeschichtlich und in Bezug auf die fossile Fauna taphozönologisch wichtigsten Horizont, der Unteren Uferzone (*Schichteinheit 6.1*). Sie wird ergänzt durch die Karpofloren aus der Oberen Uferzone (*Schichteinheit 6.2*) und allgemein aus der Mittleren Schluffmudde (6), die diese beiden Uferzonen enthält. Untere und Obere Uferzone sind mit der Zweiten und Dritten großen Regression identisch. Weitere Früchte und Samen stammen aus der Oberen Feindetritusmudde (7) (Hainbuchenzeit). Es gibt keine wesentlichen Unterschiede in der Zusammensetzung der Karpoflora der genannten Horizonte. Stellvertretend für die anderen Horizonte stützen wir uns auf die reiche Flora aus der Unteren Uferzone. Ihre Zusammensetzung und Aussagen gelten durchschnittlich für das ganze klimatische Optimum der Warmzeit NN 1.

Der Mitarbeiter des Forscherteams Bilzingsleben/Neumark Nord, D. H. Mai, hat bereits zu Beginn der Arbeiten im Tagebau eine kurze Übersicht der erstaunlich reichen Früchte- und Samenfloren von Neumark Nord gegeben (MAI 1990a). Er schreibt dazu (S. 159): „Das Interglazial von Neumark Nord besitzt mit über 140 Arten eine der reichsten und bemerkenswertesten Früchte- und Samenfloren“ aus dem Quartär Mitteleuropas. Sie „ist so einmalig, dass ein Vergleich mit eingestuftem Interglazialen des Gebietes schwer fällt“. Viele der nachgewiesenen Arten sind als exotische Geoelemente der heutigen Flora im Gebiet nördlich der Mittelgebirge fremd und wichtig für die Rekonstruktion ehemaliger Umwelt- und Klimaverhältnisse wie auch für die mitteleuropäische Vegetationsgeschichte im Pleistozän (MAI 1992, 2000). In den letzten Jahren gelang D. H. Mai die umfassende, endgültige Analyse der Karpoflora von Neumark Nord (MAI 2008, 2010). Auf diese stützt sich die folgende Wiedergabe des Artennachweises, der pflanzensoziologischen Schlussfolgerungen und der Rekonstruktion der paläoökologischen und –klimatologischen Verhältnisse. Erst diese Ergebnisse ermöglichen eine weiterführende Ausdeutung der geologischen und paläofaunistischen Befunde von Neumark Nord (NN 1) für eine intradisziplinäre Komplexanalyse.

Nach der Pollenanalyse stammt die untersuchte Karpoflora aus der Eichenmischwaldzeit (*Schichteinheit 6*), vor allem aus der Subphase der Eichen-Hasel-Eibenzeit (Untere und Obere Uferzone, *6.1 und 6.2*) sowie aus der Eichen-Hainbuchen-Tannenzeit (*Schichteinheit 7*).

Die Muddesande der Unteren Uferzone enthielten große Mengen von pflanzlichem Detritus, von Knospenschuppen, von Gräsern und Moosen bis hin zu dicken Baumstämmen. Darunter befanden sich riesige Mengen an ausgezeichnet fossilisierten Früchten und Samen. Bereits im Gelände fielen die vollplastisch wohlerhaltenen Eicheln und ihre Kupulen, Haselnüsse, Steinkerne vom Schlehdorn und die Hainbuchen-nüsschen auf. D. H. Mai konnte etwa 200 Arten nachweisen (ergänzt durch Holzuntersuchungen von SCHOCH 2010 und Untersuchungen von Futterresten der Elefanten und Nashörner durch GRUBE 2003).

8.1 Der Artennachweis

Auf Grund ihrer Einmaligkeit stellen wir hier den Gesamtnachweis nach MA1 (2010) vor:

Häufigkeitsangaben: ss = sehr selten (1 bis 2 Objekte), s = selten (3–5 Objekte), v = verstreut (6–10 Objekte), mh = mäßig häufig (11–20 Objekte), h = häufig (21–50 Objekte), sh = sehr häufig (51–100 Objekte), M = in Massen (101–200 Objekte), gM = in großen Massen (202 bis 500 Objekte), sgM = in sehr großen Massen (> 500 Objekte).

Arealangaben: zirkpol = zirkumpolar, afr = afrikanisch, am = amerikanisch, as = asiatisch, Austr = Australien, eur = europäisch, euras = eurasiatisch, eurosib = eurosibirisch, ind = indisch, disj = disjunkt, atl = atlantisch, medit = mediterran, submedit = submediterran, k = kontinental, subk = subkontinental, pont = pontisch, pann = pannonisch. Als Vorsilbe: s = süd-, so = südost-, o = ost-, w = west-, m = mittel-, v = vorder-. Die Artnamen, insbesondere die deutschen Namen, wurden an ROTHMALER (1952) angeglichen.

8.1.1 Bäume

Acer campestre – Feld-Ahorn (eur) sh, *Betula humilis* – Strauchbirke (eurosib) h, *Betula pendula* – Hänge-Birke (eur-wsib) s, *Carpinus betulus* – Hainbuche (eur) h, *Cerasus avium* (*Prunus avium*) – Süß-, Vogel-Kirsche (eur) sh, *Fraxinus excelsior* – Esche (eur) s, *Ilex aquifolium* – Stech-Hülsen (eur, seur-was) atl ss, *Malus silvestris* – Wilder Apfel (eur) v, *Pinus silvestris* – Gemeine Kiefer (euas) s (Holzreste: W. Schoch), *Populus spec.* – Pappel (*P. tremula?*) s (Holzreste: W. Schoch), *Quercus petraea* – Trauben-Eiche (eur) v, *Quercus robur* – Stiel-Eiche (eur) sh, *Ulmus spec.* – Ulme v (Holzreste: W. Schoch).

Exotische Arten: *Acer monspessulanum* – Burgen-, Felsen-Ahorn (sweur) submed s, *Acer tataricum* – Tatarischer Ahorn (eur) subk-k v, *Quercus pubescens* – Flaum-Eiche (seur) submed v.

8.1.2 Sträucher

Berberis vulgaris – Sauerdorn, Berberitze (eur) v, *Corylus avellana* – Hasel (eur) h, *Crataegus monogyna* – Eingrifflicher Weißdorn (eur-was) s, *Lonicera spec.* – Heckenkirsche, Geißblatt s (Holzrest: W. Schoch), *Prunus spinosa* – Schleh-, Schwarzdorn (eur) M, *Rosa spec.* – Wilde Rose s, *Rubus caesius* – Acker-Brombeere (eur-was) mh, *Salix spec.* – Weiden M, *Sambucus nigra* – Schwarzer Holunder (eur) mh, *Swida sanguinea* – Roter Hartriegel (eur) h.

Exotische Arten: *Pyracantha coccinea* – Feuerdorn (pont-pann) submed s (Futterrest: Grube 2003), *Viburnum lantana* – Wolliger Schneeball (seur) submed h.

8.1.3 Gräser, Kräuter, Stauden

Subkontinentale und kontinentale Arten: *Allium flavum* – Gelber Lauch (seur-wsib, vas) subk v, *Arctium tomentosum* – Filz-Klette (eur-was) k s, *Carex pairaei* – Pairas-Segge (eur, was) k mh, *Carthamus lanatus* – Wolliger Saflor (eur-was-sib) subk mh, *Chenopodium glaucum* – Graugrüner Gänsefuß (euras) k sh, *Corispermum orientale* – Orientalischer Wanzensame (euras-wsib) k v, *Dianthus arenarius* – Sand-Nelke (eur) subk s, *Linum austriacum* – Österreichischer Lein (eur) subk v, *Linum flavum* – Gelber Lein (eur, was) subk M, *Onobrychis arenaria* – Sand-Esparsette (eurosib) k s, *Onopordum acanthium* – Gemeine Eselsdistel (eur-was) subk h, *Polycnemum arvense* – Acker-Knorpelkraut (eur, was) k s, *Polygonum aviculare* – Vogel-Knöterich (eur, was) k gM, *Rumex maritimus* – Strand-Ampfer, Ufer-Sauerampfer (euras) k s, *Seseli hippomarathrum* – Pferdesesel, Bergfenchel (eur, meur-oeur) sbk h, *Thymelaea passerina* – Spatzenzunge (eur-was) subk v, *Verbascum lychnitis* – Mehligke Königskerze (eur, wsib) subk s, *Viola rupestris* – Sand-Weilchen (euras) k h.

Submediterrane / mediterrane Arten: *Lavandula angustifolia* – Lavendel (eur) medit v, *Verbena officinalis* – Gemeines Eisenkraut (eur) medit sh, *Viola alba* – Weißes Veilchen (euras) k h, *Setaria pumila* – Fuchsrote Borstenhirse (euras) medit h.

Weitere Arten:

Agrimonia eupatoria – Kleiner Odermennig (eur-was) s, *Ajuga reptans* – Kriechender Günsel (eur) M, *Anagallis arvensis* – Acker-Gauchheil, Roter Gauchheil (eur) mh, *Anemone ranunculoides* – Gelbes Windröschen (eur) h, *Anthemis* spec. – Hundskamille (eur-was) s, *Aphanes arvensis* – Gemeiner Ackerfrauenmantel (eur) s, *Arenaria serpyllifolia* – Quendelblättriges Sandkraut (eur, was), mh, *Artemisia vulgaris* – Gemeiner Beifuß (euras) s, *Atriplex patula* – Spreizende Melde (eurosib, am) sh, *Atriplex oblongifolia* – Langblättrige Melde (eur, was) s, *Bidens tripartita* – Dreiteiliger Zweizahn (euras) ss, *Capsella bursa-pastoris* – Hirtentäschel (zirkpol) h, *Carex depauperata* – Armblütige Segge (eur) s, *Carex flacca* – Blaugrüne Segge (eur) sh, *Carex pilulifera* – Pillen-Segge (eur) v, *Carex pulicaris* – Floh-Segge (eur) s, *Cerastium arvense* – Acker-Hornkraut (zirkpol) s, *Chelidonium majus* – Schöllkraut (eur) M, *Chenopodium album* – Weißer Gänsefuß (zirkpol) gM, *Chenopodium hybridum* – Unechter Gänsefuß (Kosmopolit) sh, *Chenopodium polyspermum* – Vielsamiger Gänsefuß (eur, wsib) v, *Chenopodium rubrum* – Roter Gänsefuß (zirkpol) h, *Chenopodium vulvaria* – Stinkender Gänsefuß (eur, was) h, *Cirsium arvense* – Acker-Kratzdistel (euras) gM, *Cirsium palustre* – Sumpf-Kratzdistel (euras) M, *Cirsium vulgare* – Lanzett-Kratzdistel (eur, was) ss, *Corydalis cava* – Hohler Lerchensporn (euras) s, *Cucubalus baccifer* – Taubenkropf (euras) s, *Daucus carota* – Wilde Möhre (eur, was) s, *Eupatorium cannabinum* – Wasserdost, Kunigundenkraut (eur) s, *Euphorbia cyparissias* – Zypressen-Wolfsmilch (eur) h, *Fallopia dumetorum* – Hecken-Windenknöterich (euras) h, *Filipendula vulgaris* – Kleines Mädesüß (eur, wsib) ss, *Fragaria vesca* – Wald-Erdbeere (zirkpol) M, *Galeopsis pubescens* – Weichhaariger Hohlzahn (eur) v, *Galium aparine* – Kletten-Labkraut (euras) h, *Galium mollugo* – Kleinblütiges Wiesen-Labkraut (eur) ss, *Galium odoratum* – Waldmeister (euras) s, *Glechoma hederacea* – Efeublättriger Gundermann (eur) sh, Gramineae – Süßgräser, *Gypsophila* cf. *szorzonierifolia* – Schwarzwurzelblättriges Gipskraut ss, *Hyoscyamus niger* – Schwarzes Bilsenkraut (eur, was) ss, *Hypericum hirsutum* – Behaartes Johanniskraut (eur, was) h, *Lactuca virosa* – Gift-Lattich (eur) ss, *Lamium purpureum* – Purpurrote Taubnessel (eur) mh, *Lapsana communis* – Rainkohl (eur) M, *Leonurus cardiaca* – Echtes Herzgespann (eur, was) ss, *Linaria vulgaris* – Gemeines Leinkraut (eur, was) v, *Lychnis flos-cuculi* – Kuckucks-Lichtnelke (eur, wsib) sh, *Luzula* spec. – Hainsimse ss, *Medicago minima* – Zwerg-Schneckenklee (eur, was) mh, *Mentha longifolia* – Roß-Minze (afr, eur) v, *Moehringia trinerva* – Dreinervige Nabelmiere (eur, was) h, *Leucanthemum vulgare* – Wiesen-Margerite, Wiesen-Wucherblume (euras) v, *Origanum vulgare* – Gemeiner Dost (eur-was-sib) h, *Papaver dubium* – Gemeiner Mohn (afr, eur) s, *Pastinaca sativa* – Pastinak (eur, was) v, *Polygonum lapathifolium* – Gemeiner Ampfer-Knöterich (zirkpol) mh, *Polygonum persicaria* – Floh-Knöterich (zirkpol) s, *Portulaca oleracea* – Portulak (zirkpol) M, *Potentilla anserina* – Gänse-Fingerkraut (Austr, zirkpol) M, *Potentilla argentea* – Silber-Fingerkraut (eur, was) v, *Potentilla erecta* – Aufrechtes Fingerkraut, Blutwurz (eur, wsib) h, *Potentilla reptans* – Kriechendes Fingerkraut (eur, was) gM, *Potentilla supina* – Niedriges Fingerkraut (zirkpol) M, *Prunella vulgaris* – Kleine Braunelle (zirkpol) mh, *Ranunculus auricomus* – Goldschopf-Hahnenfuß (eur, wsib) v, *Ranunculus repens* – Kriechender Hahnenfuß (euras) gM, *Ranunculus sardous* – Sardischer Hahnenfuß (eu) sh, *Ranunculus sceleratus* – Gift-Hahnenfuß (zirkpol) M, *Rumex acetosa* – Großer Sauerampfer, Wiesen-Sauerampfer (zirkpol) v, *Rumex acetosella* – Kleiner Sauerampfer (zirkpol) h, *Rumex crispus* – Krauser Ampfer (eur, was) mh, *Scleranthus annuus* – Einjähriger Knäuel (eur) h, *Silene alba* – Weiße Lichtnelke (euras) h, *Solarium dulcamara* – Bittersüßer Nachtschatten (euras) h, *Sonchus asper* – Rauhe Gänse-distel (euras) s, *Stachys sylvatica* – Wald-Ziest (eur, was) v, *Stellaria holostea* – Große Sternmiere (eur, was) h, *Stellaria nemorum* – Hain-Sternmiere (eur) M, *Taraxacum officinale* – Löwenzahn (eur) mh, *Thalictrum lucidum* – Glänzende Wiesenraute (eur) h, *Urtica dioica* – Brennessel (zirkpol) gM, *Valerianella dentata* – Gezähntes Rapünzchen (eur) sh, *Valerianella locusta* – Gemeines Rapünzchen (eur) M, *Viola arvensis* – Acker-Stiefmütterchen (eur, was) M, *Virga pilosa* (= *Dipsacus pilosa*) – Schuppen-Karde (eur) s, *Viscum album* – Mistel (eur) v.

8.1.4 Sumpf- und Wasserpflanzen

Subkontinentale / kontinentale Arten: *Bolboschoenus maritimus* – Gemeine Strand-Simse (Austr, afr, euras) k v, *Carex cespitosa* – Rasen-Segge (euras) k v, *Carex gracilis* – Schlank-Segge (eurosib) k gM, *Carex secalina* – Roggen-Segge (eur, was) k gM, *Schoenoplectus lacustris* – Gemeine Teich-Simse (eurosib) k h, *Schoenoplectus melanospermus* – Teich-Simse (eurosib) k ss, *Schoenoplectus tabernaemontani* – Salzteich-Simse (euras) subk h.

Weitere Arten:

Alisma plantago-aquatica – Gemeiner Froschlöffel (euras) M, *Brasenia holsatica* – Wasserschild (disj. zirkpol., in Europa ausgestorben) v, *Carex brunnescens* – Bräunliche Segge (zirkpol) sh, *Carex distans* – Entferntährige Segge, *Carex echinata* – Stern-Segge (Austr, am, zirkpol) ss, *Carex elata* – Steife Segge (eur) v, *Carex extensa* – Strand-Segge (eur) v, *Carex hirta* – Behaarte Segge (eur) h, *Carex pseudocyperus* – Scheinzypergras-Segge (am, oas, eur, zirkpol) v, *Carex riparia* – Ufer-Segge (euras, oam) gM, *Carex vesicaria* – Blasen-Segge (zirkpol) h, *Ceratophyllum submersum* – Zartes Hornblatt (oas, was, eur) mh, *Chara* spec. – Armleuchteralgen h, *Cyperus fuscus* – Braunes Zyperngras (euras) v, *Eleocharis ovata* – Eiförmige Sumpfbirse (zirkpol) sh, *Eleocharis palustris* – Gemeine Sumpfbirse (zirkpol) M, *Equisetum* spec. – (Sumpf)Schachtelhalm ss, *Hippuris vulgaris* – Tannenwedel (zirkpol) mh, *Juncus* spec. – Binse s, *Lemna trisulca* – Dreifurchige Wasserlinse (zirkpol) ss, *Limosella aquatica* – Schlammling (zirkpol) s, *Ludwigia palustris* – Sumpf-Heusenkraut (am, eur) medit ss, *Lycopus europaeus* – Ufer-Wolfstrapp (eur, was) h, *Myosoton aquaticum* – Wasserdarm (eur) h, *Myriophyllum spicatum* – Ähriges Tausendblatt (zirkpol) gM, *Najas marina* – Großes Nixkraut (zirkpol) sh, *Najas minor* – Kleines Nixkraut (afr, ind, euras) ss, *Oenanthe aquatica* – Wasserfenchel (eur-was) v, *Phalaris arundinacea* – Rohr-Glanzgras (afr, zirkpol) v, *Phragmites australis* – Schilfrohr (zirkpol) h, *Potamogeton densus* – Fischkraut (euras) h = *Groenlandia densa*, *Potamogeton filiformis* – Fadenförmiges Laichkraut (zirkpol) s, *Potamogeton gramineus* – Grasartiges Laichkraut (zirkpol) v, *Potamogeton natans* – Schwimmendes Laichkraut (zirkpol) s, *Potamogeton pectinatus* – Kamm-Laichkraut (zirkpol) sgM, *Potamogeton perfoliatus* – Durchwachsenes Laichkraut (zirkpol) h, *Potamogeton pseudotrichoides* – (oas: ausgestorben) ss, *Potamogeton pusillus* – Zwerg-Laichkraut (afr, zirkpol) h, *Potamogeton rutilus* – Rötliches Laichkraut (eur) gM, *Ranunculus aquatilis* – Wasser-Hahnenfuß (am-euras) sh, *Ruppia maritima* – Strand-Salbe (zirkpol) k sgM, *Salvinia natans* – Schwimmfarn (euras) s, *Sparganium erectum* – Aufrechter Igelkolben (euras) s, *Sparganium minimum* – Kleiner Igelkolben (zirkpol) s, *Tectochara meriani* – eine Armleuchteralge s, *Teucrium scordium* – Knoblauch-Gamander (eur, was) sh, *Triglochin maritimum* – Strand-Dreizack (zirkpol) h, *Typha latifolia* – Breitblättriger Rohrkolben (zirkpol) v, *Typha angustifolia* – Schmalblättriger Rohrkolben (oam, eur-was) v, *Zannichellia palustris* – Sumpf-Teichfaden (zirkpol) g M.

8.2 Zur Soziologie und Ökologie der fossilen Pflanzengemeinschaft der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord

Der Reichtum der Fossilgemeinschaft von Früchten und Samen geht auf Spülsäume eines Flachwassersees mit wechselndem Wasserspiegel und einem breiten, jahreszeitlich schwankenden Eulitoral zurück. Die pflanzlichen Überreste stammen von der Standortvegetation, also aus dem Gewässer, von der Uferzone und der anschließenden näheren Umgebung, einem in sich geschlossenen Mikroökosystem. Sie beschränken sich auf einen vegetationsgeschichtlich wie geologisch eng begrenzten zeitlichen Entwicklungsabschnitt von etwa 200 bis 300 Jahren. In dieser Zeit gab es keine eingreifenden Änderungen in der Vegetation, abgesehen davon, dass sich die verschiedenen Gemeinschaften je nach untergeordneten Klimaänderungen abwechselten oder zumindest in ihrem Umfang verschieden stark ausdehnten oder schrumpften.

Es wurden 28 Gehölzarten (Bäume, Sträucher), 111 Kräuter, Stauden und Gräser außerhalb nasser Standorte und 57 Sumpf- und Wasserpflanzen nachgewiesen. In diesem reichen Bestand fallen Arten auf, die der mitteleuropäischen Florenregion heute fremd sind. Diese Exoten kennzeichnen mit ihren soziologischen und ökologischen Ansprüchen und ihrer klimatischen Bindung in erster Linie die Florenge-

schaften, die sich in dieser Fossilflora abzeichnen. Im Folgenden werden die wichtigsten erschließbaren Gesellschaften nach MAI (2008, 2010) angeführt (die Bezeichnungen der Gesellschaften sind aus diesen Arbeiten übernommen).

8.2.1 Sommergrüne Laubwaldgesellschaften

Folgende Arten setzten die Wälder in der Umgebung des Sees zusammen: *Quercus robur* (Stiel-Eiche), *Quercus petraea* (Trauben-Eiche), *Acer campestre* (Feldahorn), *Carpinus betulus* (Hainbuche), *Ulmus* spec. (Ulme), *Corylus avellana* (Hasel), *Prunus spinosa* (Schlehdorn), *Swida sanguinea* (Hartriegel), *Sambucus nigra* (Holunder) und *Crataegus monogyna* (Weißdorn). Seltener waren *Cerasus avium* (Süß-Kirsche), *Betula pendula* (Hänge-Birke), *Fraxinus excelsior* (Esche), *Populus* spec. (Pappel, wahrscheinlich Espe) und *Pinus silvestris* (Gemeine Kiefer). Diesen Wäldern waren als exotische Elemente besonders wärmeliebende und trockenheitsresistente Arten zugesellt, wie *Acer tataricum* (Tatarischer Ahorn, subkontinental-kontinental), *Quercus pubescens* (Flaum-Eiche, submediterranean) und *Acer monspessulanum* (Felsen-Ahorn, submediterranean). Außerdem kamen *Malus silvestris* (Wilder Apfel), *Viburnum lantana* (Wolliger Schneeball, submediterranean) und *Pyracantha coccinea* (Feuerdorn, balkano-kolchisch / ostsubmediterranean) vor. Weitere Straucharten waren *Berberis vulgaris* (Sauerdorn), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Rosa* spec. (Wilde Rose) und *Lonicera* spec. (eine Heckenkirsche, Geißblatt). Zu diesen Arten gesellte sich die immergrüne atlantische Art *Ilex aquifolium* (Stech-Hülsen), allerdings mit nur vereinzelt seltenen Nachweisen.

Diese angedeutete Waldgesellschaft wird der Ordnung der Quercetalia pubescentis (Flaumeichenwälder) zugeordnet. Eine Charakterart ist der Exot *Acer tataricum*. Am See von Neumark Nord und vor allem in seiner weiteren Umgebung außerhalb der Niederungen war nach seiner Aussage als spezieller Verband dieser Ordnung das Aceri tatarici-Quercion, der Tatarenahorn-Eichensteppenwald ausgebildet. Diese Wälder waren licht und offen, deshalb auch von Strauchgesellschaften durchsetzt und umgeben.

Zahlreiche Weiden an feuchten und nassen Stellen des Seeufers werden von massenhaft im Ufersediment verteilten Knospenschuppen bezeugt. Eine Überraschung ist das Vorkommen von *Betula humilis* (Strauchbirke), eines kontinentalen Elements der borealen bis temperaten Zone Eurosibiriens.

Viscum album existierte als immergrüner Parasit in den Kronen der Laubbäume. Unter der lichten Baum- und Strauchsicht der Eichtrockenwälder war eine reiche Krautschicht ausgebildet, wie uns das die zahlreichen Artnachweise zeigen. Hier dafür eine Auswahl: *Ajuga reptans* (Kriechender Günsel), *Anemone ranunculoides* (Gelbes Windröschen), *Carex pilulifera* (Pillen-Segge), *Corydalis cava* (Hohler Lerchensporn), *Fragaria vesca* (Wald-Erdbeere), *Galium odoratum* (Waldmeister), *Hypericum hirsutum* (Behaartes Johanniskraut), *Euphorbia cyparissias* (Zypressen-Wolfsmilch), *Glechoma hederacea* (Efeublättriger Gundermann), *Lamium purpureum* (Purpurrote Taubnessel), *Moehringia trinerva* (Dreinerlige Nabelmiere), *Ranunculus auricomus* (Goldschopf-Hahnenfuß), *Stachys sylvatica* (Wald-Ziest), *Stellaria holostea* (Große Sternmiere), *Stellaria nemorum* (Hain-Sternmiere), *Urtica dioica* (Brennnessel). Auch einige exotische Elemente treten hier auf: die submediterranen Arten *Viola alba* (Weißes Veilchen) und *Verbena officinalis* (Gemeines Eisenkraut). Mit anderen Arten bildeten Kräuter und Sträucher auch die Waldlichtungs- und Saumgesellschaften der Laubwälder. Bemerkenswert ist ihr hohes Wärmebedürfnis, was z. B. im Auftreten von *Carex depauperata* (Armbblütige Segge), *Cuccubalis baccifer* (Taubenkropf), *Origanum vulgare* (Gemeiner Dost) und *Verbascum lychnitis* (Mehlige Königskerze) zum Ausdruck gelangt.

Außerhalb der Wälder existierten eigene Strauchgesellschaften. Dafür sprechen allein die riesigen Mengen an Steinkernen von *Prunus spinosa* (Schlehdorn) in den Muddesanden der Uferzonen und der Sandgrobdetritusmudde. Offenbar war in der Übergangszone von der Seenederung zu den umgebenden höher liegenden Flächen eine Art „Dornbusch“ ausgebildet. Die Strauchgesellschaften entsprachen den Verbänden des Berberidion und Prunion spinosae. Die Arten wurden schon genannt. Sicher wuchsen auch einige Baumarten in diesen Gesellschaften, wohl auch in Buschform, wie der Tataren-Ahorn, der diese Form bereits besitzt, der Feld-Ahorn, die Flaum-Eiche und einige andere Eichen, die diese Wuchsform auf trockenen Standorten in solchen Strauchgesellschaften ausbildeten.

Im Übergangsbereich zum sumpfigen Ufer bildeten sich Weidendickichte, wahrscheinlich vom Grauweidenverband (*Salicion cinereae*). Ob hier auch einzelne Erlen wuchsen, ist nicht nachweisbar. Unter den großen Mengen an Pflanzendetritus und Früchten und Samen wurden keine Hinweise auf Erlen gefunden, obwohl die Erle in den Pollenspektren eine gewisse Rolle spielt. *Betula humilis* gibt uns den Hinweis darauf, dass gelegentlich der Verband des *Betulo humilis-Salicetum repentis* entwickelt war (Strauchbirken-Moor).

8.2.2 Charakteristik einiger Geoelemente der Laubwaldgesellschaften

Hier folgen einige Angaben zur Soziologie und Klimatologie der Charakterarten bzw. zu wichtigen Geoelementen dieser Gesellschaften (MAI 2010):

Quercus pubescens ist die wichtigste Charakterart der „xerothermen Eichen-Laubmischwälder bzw. Quercetalia pubescentis“ (Abb. 12). Ihre subkontinentale Verbandsgruppe mit *Acer tataricum* ist auch für NN 1 nachweisbar. In solchen subkontinentalen Verbänden gelangt die Flaum-Eiche oft zur Vorherrschaft. Heute werden sie in Ost- und Südosteuropa durch ein kontinentales Klima geprägt. So werden in den Steppengebieten Moldaviens und linksufrig vom Pruth sowie in den Beifußsteppen der Nordosthänge des Großen Kaukasus die extremsten derartigen Verhältnisse erreicht, die die Flaum-Eiche noch ertragen kann. Ein anderes, das Areal eingrenzendes Extrem wird in den Gebieten südlich des Schwarzen Meeres in Koniferen-Buschwäldern, immergrünen Eichenwäldern und immergrünen Macchien erreicht, wo die Flaum-Eiche in kleinwüchsigen Formen vorkommt. Im subatlantischen temperaten Gebiet Europas dagegen ist die Flaumeiche ein wichtiges Glied in wärmeliebenden Eichentrockenwäldern vom Typus des *Quercion pubescenti-petraeae*. Auf Wärmeinseln im Oberrheingebiet, an Mosel, Neckar und Main, im Mitteldeutschen Trockengebiet, zwischen Altmühl- und Donautal sowie in Mittelböhmen bilden solche Wälder Exklaven an trocken-heißen Standorten im Bereich der Trockenheitsgrenze des Waldes. An einem solchen Standort im Mittelböhmischen Trockengebiet wurden für die Flaum-Eiche folgende Werte ermittelt (STRNADOVÁ 1964): Lufttemperaturen bis 36,5 °C, 20 % Luftfeuchtigkeit, mittlere Julitemperatur +19 bis +20 °C, mittlere Januartemperatur –2 bis 0 °C. Die jährlichen Niederschläge lagen unter 500 mm.

Acer monspessulanum ist auch charakteristisch in xerothermen Laubmischwäldern der *Quercetalia pubescentis*, und zwar in allen Verbänden dieser Ordnung der südwest- bis ostmediterranen Gebiete (Abb. 13). Mit ihm, der Flaum-Eiche und der Trauben-Eiche sind unter anderen Feld-Ahorn, Roter Hartriegel, Weißdorn und Wolliger Schneeball vergesellschaftet. Das sind wichtige Gehölzarten des *Aceri monspessulani-Quercetum pubescenti-petraeae*, so auch der Flora von Neumark Nord. Dieser subkontinental und submediterran geprägte Wald existiert heute noch in Mitteleuropa als relikitärer Buschwald auf trockenen, sonnseitigen Felslandschaften an Mittelrhein und Mosel.

Acer tataricum wirkt noch exotischer in der Geiseltalflora (Abb. 14). Sein Areal liegt heute im östlichen submeridionalen Europa in der pontischen Florenregion. Als pontisch-pannonisches Florenelement besiedelt er heute die planare und colline Stufe zwischen westlichem Balkan und Südrural. Er berührt die Zentraleuropäische Florenregion nur an ihrem äußersten nordöstlichen Rand zwischen dem Oberlauf des Don und der Mittleren Wolga. Die westlichsten Ausläufer von *Acer tataricum* erreichen die Westslowakei (Nitra) und die Krajina (Slowenien). Heute ist der Tatarenahorn in seinem großen Verbreitungsgebiet eine wichtige Art der lichten trockenen Eichen-Steppenwälder des *Aceri tatarici-Quercion*. Er beweist kontinentalen Klimaeinfluss. Seine nördliche Arealgrenze fällt mit der +18,5 bis +19 °C-Isotherme des wärmsten Monats zusammen. Seine südliche Verbreitungsgrenze hat er dort, wo geschlossene Wälder von Steppengebieten abgelöst werden. Die russischen Lösssteppenwälder setzen sich in südwestlicher Richtung außerhalb der Stromauen als Steppen-Eichenwälder des *Aceri tatarici-Quercetum pubescentis* fort. In diesen südosteuropäischen Steppenwäldern treffen wir eine ganze Reihe von Arten an, wie sie neben *Acer tataricum* auch in den Sommerlaubwald-Gesellschaften von Neumark Nord nachgewiesen wurden: Flaum-, Trauben- und Stiel-Eiche, Esche, Feld-Ahorn, Hänge-Birke, Hainbuche, Hasel, Roter Hartriegel, Weißdorn, Schlehdorn, Schwarzer Holunder, Wolliger Schneeball, Hohler Lerchensporn, Waldmeister, Wald-Ziest, Große Sternmiere, Brennessel, Weißes Veilchen u. a.



Abb. 12 Rezente Verbreitung von *Quercus pubescens* mit einigen warmzeitlichen mittel- und jungpleistozänen Fundorten (MAI 1988).

Fig. 12 *Quercus pubescens*. Recent distribution and some interglacial sites of Middle and Upper Pleistocene with remains (MAI 1988).



Abb. 13 Rezente Verbreitung von *Acer monspessulanum* mit einigen warmzeitlichen mittel- und jungpleistozänen Fundorten (MAI 1988).

Fig. 13 *Acer monspessulanum*. Recent distribution and some interglacial sites of Middle and Upper Pleistocene with remains (MAI 1988).

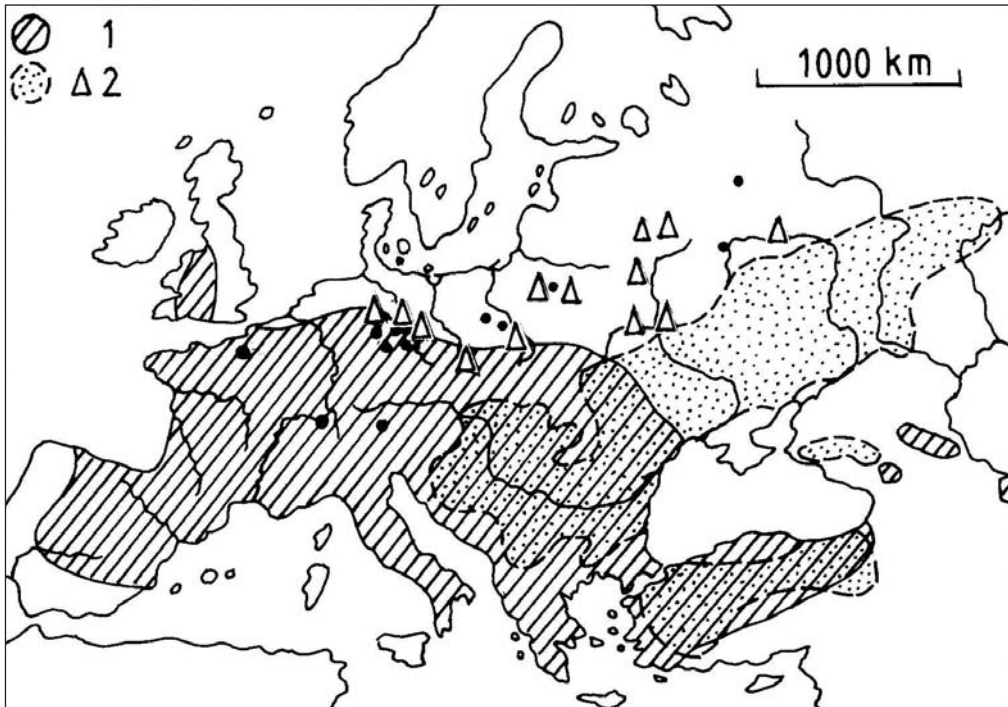


Abb. 14 Rezent Verbreitung von *Acer tataricum* (2) im Vergleich mit der Verbreitung von *Tilia platyphyllos* (1), jeweils mit einigen warmzeitlichen mittel- und jungpleistozänen Fundorten von Makroresten, bei *Tilia platyphyllos* lediglich aus dem Eem (MAI 1988). *Tilia platyphyllos* wurde in der Warmzeit von Neumark Nord 1 nicht nachgewiesen. Während des atlantischen warm-humiden Klimas der Eemwarmzeit verschob sie ihr Areal über 1500 km weit nach Osteuropa. Im Gegensatz dazu steht die pleistozäne Ausbreitung von *Acer tataricum* als Ausdruck für besonders starke subkontinentale Klimabedingungen. Der Arealvergleich zeigt, dass sich die beiden Arten in ihrer pleistozänen Arealverschiebung ausschließen. Schon deshalb kann die Warmzeit NN 1 nicht mit dem Eem gleichgesetzt werden.

Fig. 14 The recent distribution of *Acer tataricum* in comparison to *Tilia platyphyllos* and to interglacial sites of macroscopic remains: 1 = *Tilia platyphyllos* (remains only from Eemian, not evidence of this species in basin NN 1), 2 = *Acer tataricum* (MAI 1988). This example shows that a simultaneous distribution of both species is not possible.

Ilex aquifolium wirkt wie ein Fremdkörper in der subkontinental geprägten Gesellschaft. *Ilex* ist ein Indikator für ein humides wintermildes Klima. Zumindest bei der Festlegung der Wintertemperaturen für das Fossilklima wird er uns von Bedeutung sein. Heute grenzt sein Areal im Osten an eine Linie, die alle Orte miteinander verbindet, wo an 345 Tagen das Temperaturminimum von 0 °C nicht unterschritten wird.

8.2.3 Rasengesellschaften

Bereits die Eichtrockenwälder deuten auf besondere Umweltverhältnisse im Optimum der Warmzeit von Neumark Nord hin, doch auch Gräser und zahlreiche Krautarten lassen ungewöhnliche Verhältnisse für ein mitteleuropäisches Interglazial erschließen. Sie verweisen auf einen hohen Anteil an offenen Landschaftsformen. Die Wälder in der Umgebung des Seebeckens waren lückenhaft verbreitet, sehr unterschiedliche krautige Pflanzengesellschaften schoben sich aus der weiteren Umgebung in das Ökosystem rings um den See ein. Am bemerkenswertesten, da neu für das Pleistozän im mittleren Elbe-Saalegebiet, sind die nach-

weisbaren Schwingelsteppen. Das sind subkontinentale, basiphile Mager- und Halbtrockenrasen mit Arten, die heute osteuropäisch-westasiatische oder südosteuropäische Steppen kennzeichnen und an Gebiete mit weniger als 500 mm Jahresniederschläge gebunden sind. Sie ertragen längere Trockenzeiten und kurzzeitige Hitze. Leider entziehen sich die wichtigsten Grasarten dieser Gemeinschaften der Analyse, da ihre Reste schwer zu bestimmen sind. Sie setzen sich vorwiegend aus Horstgräsern, wie Arten von *Stipa* (Federgräser), *Festuca* (Schwingel) und *Brachypodium* (Zwenke), und außerdem aus Hemikryptophyten zusammen. Zu diesen ehemaligen Festuco-Brometea (Schwingel-Trespen-Gesellschaften) – möglich war auch das Astragalo-Stipion (Federgrasgesellschaften) – lassen sich folgende Arten der Fossilflora einordnen: Gramineae (Süßgräser), *Agrimonia eupatoria* (Kleiner Odermennig), *Allium flavum* (Gelber Lauch), *Carex flacca* (Blaugrüne Segge), *Cerastium arvense* (Acker-Hornkraut), *Daucus carota* (Wilde Möhre), *Dianthus arenaria* (Sand-Nelke), *Euphorbia cyparissias* (Zypressen-Wolfsmilch), *Filipendula vulgaris* (Kleines Mädesüß), *Galium mollugo* (Kleinblütiges Wiesen-Labkraut), *Leucanthemum vulgare* (Wiesen-Margerite), *Linaria vulgaris* (Gemeines Leinkraut), *Lychnis flos-cuculi* (Kuckucks-Lichtnelke), *Linum austriacum* (Österreichischer Lein), *Linum flavum* (Gelber Lein), *Medicago minima* (Zwerg-Schneckenklee), *Onobrychis arenaria* (Sand-Esparsette), *Origanum vulgare* (Gemeiner Dost), *Potentilla reptans* (Kriechendes Fingerkraut), *Prunella vulgaris* (Kleine Braunelle), *Ranunculus auricomus* (Goldschopf-Hahnenfuß), *Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß), *Rumex acetosa* (Großer Sauerampfer), *Seseli hippomarathrum* (Pferdesesel), *Taraxacum officinale* (Löwenzahn), *Verbascum lychnitis* (Mehlige Königskerze), *Viola arvensis* (Acker-Stiefmütterchen), *Viola rupestris* (Sand-Veilchen), *Lavandula angustifolia* (Lavendel) u. a.

8.2.4 Einige Charakterarten der Rasengesellschaften

Seseli hippomarathrum ist als pontische Art im subkontinentalen Europa vom Südrural bis Südosteuropa mit Arealausläufern bis in das Mitteldeutsche Trockengebiet (Thüringen, Unteres Saalegebiet) sowie in der Wärmeinsel des Kaiserstuhls und Nahegebiets verbreitet. Die Staude besiedelt kontinentale Felsfluren, Trockenrasen und Bergwiesen auf Kalk- und Lössböden, gelegentlich auch Sandböden. Der Pferdesesel ist heute immer mit pontischen Steppenelementen des Astragalo-Stipion verbunden.

Allium flavum. Die subkontinentale Art (südeuropäisch-westsibirisch-vorderasiatisch) lebt als bezeichnende Pflanze der Federgrasflur in der südrussischen Steppenzone und reicht von dort bis nach Mähren.

Onobrychis arenaria. Als Art eurosibirischer kontinentaler Gesellschaften ist die Sand-Esparsette in Südost- und Osteuropa und von hier bis Zentraleuropa verbreitet. Im Osten reicht sie bis zum Baikalsee und zum Altai. Ihr Vorkommen im Mitteldeutschen Trockengebiet (am Kyffhäuser, im Nordharzvorland) hat Reliktcharakter. Sie lebt in Steppenwiesen auf Kalkschutt und Löss, z. B. an dünnen heißen Hängen, auch in trockenen Kiefernwäldern. Sie ist mit *Astragalus*- und *Stipa*-Arten assoziiert.

Linum austriacum ist ein pontisch-pannonisches Florenelement mit subkontinentaler Bindung. Dieser vorwiegend ost- / südosteuropäisch verbreitete Lein bevorzugt in seinem westlichen Grenzbereich, so im Mitteldeutschen Trockengebiet, Kalkfelsfluren und Kalktrockenrasen.

Viola rupestris besiedelt gegenwärtig die kontinentalen Räume ihres eurasischen Verbreitungsgebietes. Im Elbe-Saalegebiet ist die kalkholde und wärmeliebende Pflanze nur verstreut in Trockenrasen und Kiefern-Trockenwäldern anzutreffen. In pleistozänen Warmzeiten, so von Neumark Nord und Grabschütz, ist das Sand-Veilchen immer mit zahlreichen subkontinentalen Steppenpflanzen verbunden und auf die warmklimatischen Optima beschränkt.

Lavandula angustifolia ist ein wärmeliebendes submediterranes Element. Als Wildform ist der Lavendel gegenwärtig im Mitteldeutschen Trockengebiet verstreut und kommt auf trockenen Hängen und Felsfluren in Gebieten mit mittleren Julitemperaturen von +25 °C vor. Nur bei dieser Temperatur keimen die Samen und werden Wurzeln gebildet. Die Art ist empfindlich gegen Frost.

8.2.5 Annuellengesellschaften

Trockenzeiten, auch Aktivitäten großer Pflanzenfresser, haben größere Teile der Uferzone von Neumark Nord von höherer Vegetation längerfristig frei gehalten. Außer Trockenrasengesellschaften siedelten sich

auf solchen Flächen auch Gesellschaften aus einjährigen Pflanzen (Annuellen) an. Aus den Pflanzenfunden lassen sich im Vergleich mit heutigen Verhältnissen das Aphanion arvensis (Ackerfrauenmantel-Gesellschaften), Caucalidion platycarpi (Haftdolden-Gesellschaften) und Sisymbrium (Rauken-Melden-Gesellschaften) nachweisen. Wichtige Arten dieser Gesellschaften sind *Aphanes arvensis* (Gemeiner Acker-Frauenmantel), *Anagallis arvensis* (Acker-Gauchheil), *Arenaria serpyllifolia* (Quendelblättriges Sandkraut), *Atriplex oblongifolia* (Langblättrige Melde), *Capsella bursa-pastoris* (Hirtentäschel), *Chenopodium rubrum* (Roter Gänsefuß), *Chenopodium vulvaria* (Stinkender Gänsefuß), *Corispermum orientale* (Orientalischer Wanzensame), *Fallopia dumetorum* (Hecken-Windenknöterich), *Galeopsis pubescens* (Weichhaariger Hohlzahn), *Lamium purpureum* (Purpurrote Taubnessel), *Lapsana communis* (Rainkohl), *Linaria vulgaris* (Gemeines Leinkraut), *Papaver dubium* (Gemeiner Mohn), *Polygonum aviculare* (Vogel-Knöterich), *Portulaca oleracea* (Portulak), *Rumex acetosella* (Kleiner Sauerampfer), *Scleranthus annuus* (Einjähriger Knäuel), *Setaria pumila* (Fuchsrote Borstenhirse), *Sonchus asper* (Rauhe Gänsedistel), *Thymelaea passerina* (Spatzenzunge), *Valerianella dentata* (Gezähntes Rapünzchen), *Valerianella locusta* (Gemeines Rapünzchen) und *Viola alba* (Weißes Veilchen).

8.2.6 Einige Charakterarten der Annuellen-Fluren

Aphanes arvensis hat heute eine atlantisch-mediterrane Verbreitung und lebt auf nährstoffreichen, kalkarmen bis -freien, lehmig-sandigen Böden.

Corispermum orientale. Als pontisches Element mit kontinentaler Bindung ist diese Art von Westsibirien und Mittelasien bis Südostrussland verbreitet. Vereinzelt tritt sie in Ungarn auf. In Mitteleuropa fehlt der Wanzensame. Er ist eine Sommerwärme liebende Steppenpflanze in kurzlebigen Heliophytengesellschaften (Verband Sisymbrium) auf sandigen Böden.

Setaria pumila. Dieses Gras ist kalkmeidend und liebt trockene sommerwarme Standorte auf sandig-lehmigen Böden. Als Anzeiger thermischer Bedingungen ist die Borstenhirse eine Charakterart in gleichnamigen Gesellschaften (Panico-Setarion). Heute ist sie im subtropischen bis temperaten Eurasien verbreitet.

Thymelaea passerina ist als ein mediterran-pontisches Element mit subkontinentaler Bindung heute in Mitteleuropa sehr selten. Nach Osten reicht das Verbreitungsgebiet bis zum Altai. Die Art bevorzugt kalkhaltige nährstoffreiche Böden, oft zusammen mit verschiedenen Gänsefuß-Arten. Sie kommt im Aphanion und Caucalidion vor.

8.2.7 Nitrophytische Staudenfluren, Halbtrockenrasen und nitrophile Uferstaudenfluren

Stickstoff- und salzliebende Pflanzen der Fossilflora deuten auf Böden hin, die diese Stoffe in höherer Konzentration enthielten. Diese konnten auf verschiedenem Wege entstehen. Die Uferzonen des Sees, am besten erkennbar auf der Unteren Uferzone, wurden von zahlreichen in Herden und Gruppen lebenden Pflanzenfressern aufgesucht. Sie hatten hier ihre Tränken, Suhlen, Salzlecken, Wurf- und Ruheplätze. Vor allem an den Einständen sammelten sich ihre Exkremente und Urinmengen an, z. B. unglaubliche Mengen allein von den Waldelefanten. Dazu kamen verendete Tiere, die hier verweseten. An solchen Stellen reicherten sich vor allem Stickstoffverbindungen im Boden an.

– Onopordetalia –

Die geschilderte Stickstoffanreicherung im Boden erklärt das auffällige, im Allgemeinen für Interglaziale untypische Vorkommen von zahlreichen Ruderalpflanzen, die eutrophierte stickstoffreiche und/oder versalzene Böden lieben. Nach der Charakterart *Onopordum acanthium* (Eselsdistel) sind die Gesellschaften bezeichnet. Die Fossilnachweise stammen vor allem von der Unteren Uferzone: Eselsdistel, *Arctium tomentosum* (Filzklette), *Artemisia vulgaris* (Gemeiner Beifuß), *Atriplex patula* (Spreizende Melde), *Carthamus lanatus* (Wolliger Saflor), *Chenopodium album* (Weißer Gänsefuß), *Ch. glaucum* (Graugrüner Gänsefuß), *Ch. rubrum* (Roter Gänsefuß), *Ch. polyspermum* (Vielsamiger Gänsefuß), *Ch. hybridum* (Un-

echter Gänsefuß), *Ch. vulvaria* (Stinkender Gänsefuß), *Galeopsis pubescens* (Weichhaariger Hohlzahn), *Hyoscyamus niger* (Schwarzes Bilsenkraut), *Leonurus cardiaca* (Echtes Herzgespann), *Pastinaca sativa* (Pastinak), *Portulaca oleracea* (Portulak), *Potentilla anserina* (Gänse-Fingerkraut), *Ranunculus sceleratus* (Gift-Hahnenfuß), *Rumex crispus* (Krauser Ampfer), *Rumex acetosella* (Kleiner Sauerampfer), *Urtica dioica* (Brennnessel), *Valerianella locusta* (Gemeines Rapünzchen), *Verbena officinalis* (Gemeines Eisenkraut). Dazu die Charakterisierung einiger wichtiger Arten:

Onopordum acanthium hat diesen nitrophilen Gesellschaften den Namen gegeben. Die Eselsdistel war früher ein subkontinental-submediterranes Florenelement, bevor sie sich unter dem Einfluss menschlicher Siedlungstätigkeit fast in ganz Europa ausbreitete. Das Ausgangsareal befand sich zwischen Frankreich und Zentralrussland. Die Eselsdistel besiedelt trockene Ruderalstellen.

Carthamus lanatus ist heute im Mittelmeergebiet verbreitet. Sein Areal umsäumt das Mittelmeer, reicht von Spanien über den Balkan bis zur Türkei in das Schwarzmeergebiet und die Kaukasusländer, in das Gebiet am Kaspischen Meer und nach Südsibirien und Westasien. Die Nordgrenze verläuft durch Ungarn und die Südslowakei sowie südlich der Alpen bis Zentralfrankreich. Die submediterrane Staude mit kontinentaler Bindung gedeiht an warmen und trockenen, offenen sonnigen Orten, an steinigten Hängen, in Karstheiden und Eichen-Steppenwäldern. Sie kommt von der Ebene bis in die Hügelländer vor. Der Fund in der Flora von Neumark Nord ist der Erstnachweis für das mitteleuropäische Pleistozän. Die Staude war eine charakteristische thermophile Art der Tatarenahorn-Eichen-Steppenwälder von NN 1.

Verbena officinalis, ebenfalls eine submediterrane wärmebedürftige Pflanze, besiedelt im gegenwärtigen Verbreitungsgebiet im vorwiegend südlichen Europa bis Westasien offene Ruderalstellen und durch stickstoffhaltige Böden beeinflusste Magerrasen.

– Dipsacetum pilosi –

Diese Gesellschaft wird durch *Dipsacus pilosus* (= *Virga pilosa*), die Schuppen-Karde, charakterisiert. Sie verweist in der Flora von NN 1 auf die Ausbildung eines Schuppenkardensaums am eutrophierten Seeufer mit Stickstoff- und Salzgehalt im Boden. Heute kommen solche Saumgesellschaften an wärmebegünstigten Lagen von Auen auf nassen Lehmböden, so in den Flussauen von Süddeutschland, vor. Begleitarten wurden auch in der Flora von Neumark Nord nachgewiesen: *Chelidonium majus* (Schöllkraut), *Eupatorium cannabinum* (Wasserdost), *Glechoma hederacea* (Efeublättriger Gundermann), *Lapsana communis* (Rainkohl), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Solarum dulcamara* (Bittersüßer Nachtschatten), *Stellaria nemorum* (Hain-Sternmiere), *Urtica dioica* (Brennnessel).

– Weitere nitrophile Gesellschaften –

Auf eine Schlammling-Gesellschaft deutet das Vorkommen von *Limosella aquatica* (Schlammling) hin. Die Art bildet mit *Cyperus fuscus* (Zypergras) das Cyperi fusci-Limoselletum aquaticae. Diese Gesellschaft war an schlickreichen, stickstoff- und salzhaltigen Stellen der Ufersäume ausgebildet und enthielt weitere, in der Fossilflora nachgewiesene Arten: *Eleocharis ovata* (Eiförmige Sumpfbirse), *Ranunculus sardous* (Sardischer Hahnenfuß), *Potentilla anserina* (Gänse-Fingerkraut). Das Braune Zypergras verweist auf warme Klimabedingungen und wächst heute auf offenen nährstoffreichen Stellen von nassen Ton- und Sandböden in Wiesen und an Seeufern. Der Schlammling bevorzugt Schlickböden an Ufern von Teichen, Seen und Flüssen. Die Gesellschaft ist von Wasserspiegelschwankungen abhängig und entwickelt sich nach Trockenperioden bei wieder höherem Wasserstand an durchnässten Ufern jedesmal aufs Neue. Das ist auch ein Merkmal kurzlebiger Pioniergesellschaften, wie der Isoeto-Nanojuncetea (Zwergbinsen-Gesellschaften) und Bidentetea tripartitae (Zweizahn-Gesellschaften), die vorwiegend aus Sommerannuellen bestehen und in der Flora von NN 1 vertreten sind. Hier gibt es eine ganze Reihe von Arten, die sich in solchen Gesellschaften aufhalten: Das sind neben *Bidens tripartita* (Zweizahn) *Atriplex oblongifolia* (Langblättrige Melde), *Chenopodium glaucum* (Graugrüner Gänsefuß), *Ch. polyspermum* (Vielsamiger Gänsefuß), *Ch. rubrum* (Roter Gänsefuß), *Polygonum lapathifolium* (Gemeiner Ampferknöterich), *Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß), *Ranunculus sceleratus* (Gift-Hahnenfuß) und *Rumex maritimus* (Strand-Ampfer). Die Pflanzen keimen, wachsen und reifen oft nur in Teilen einer Ve-

getationsperiode und überdauern als Samen ungünstige Zeitabschnitte mit Austrocknen oder Überstauen ihrer Standorte.

8.2.8 Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften

Der See NN 1 von Neumark Nord war ein Flachgewässer mit flach auslaufendem Ufer. In Trockenperioden trocknete er bis auf ein sehr flaches Restgewässer in Beckenmitte aus. Dabei entstand z. B. die weitflächige Untere Uferzone. Sehr schnell reagierte diese Uferzone auf Wasserspiegelschwankungen. Unter diesen Bedingungen ist die Wasser- und Sumpfflora von NN 1 zu sehen.

– Characeen-Rasen –

Oogonien von Armleuchteralgen in Mudden und Ufersedimenten verweisen auf die gelegentliche Existenz von Characeen-Rasen (*Charatea fragilis*) im flachen See. Sie bildeten an konkurrenzarmen Stellen artenarme Pioniergesellschaften, welche bei höherer Konzentration von gelösten Stoffen bald durch submerse Samenpflanzen ersetzt wurden.

– Submersen-Gesellschaften und Schwimmblattpflanzen-Gesellschaften –

Verschiedene Gesellschaften werden von der Fossilflora nachgewiesen. Submersen-Verbände (*Potamogetonetea pectinati*) im See enthielten die Arten mehrerer Vegetationsgemeinschaften, u. a. vom *Potamogeton pectinati* (Kammlaichkraut-Gesellschaft), *Zannichellion pedicellatae* (Teichfaden-Gesellschaft), *Ranunculion aquatilis* (Wasserhahnenfuß-Gesellschaft) und *Nymphaeion albae* (Seerosen-Gesellschaft). Neben den Kennarten *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut), *Zannichellia palustris* (Sumpf-Teichfaden) und *Ranunculus aquatilis* (Wasser-Hahnenfuß) kommen zahlreiche Wasserpflanzen vor, die auch Kennarten weiterer Gesellschaften sind, so z. B. Arten des heute erloschenen, für pleistozäne Warmzeiten so typischen „*Brasenia*-Komplexes“, der zeitweise auch im See von NN 1 bestand. So wurden die Schwimmblattpflanze *Brasenia holsatica* (Wasserschild) selbst und als assoziierte Arten *Ceratophyllum submersum* (Zartes Hornblatt), *Myriophyllum spicatum* (Ähriges Tausendblatt), *Najas marina* (Großes Nixkraut), *Najas minor* (Kleines Nixkraut), *Potamogeton natans* (Schwimmendes Laichkraut), *P. perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut), *P. pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Sparganium minimum* (Kleiner Igelkolben) u. a. nachgewiesen. See- und Teichrosen (*Nymphaea*, *Nuphar*), nur durch Pollen belegt, können ebenso beteiligt gewesen sein.

Für klare, kalkreiche Fließgewässer spricht das Vorkommen von *Groenlandia densa* (= *Potamogeton densus*), des Fischkrautes und des mit ihm angezeigten immergrünen *Groenlandietum densae* (Fischkraut-Gesellschaft). Doch bei den eutrophen Verhältnissen im Restgewässer, das von der Unteren Uferzone umgeben war, konnten entsprechende Gesellschaften und ihre Biotope nur vorübergehend in den Zuläufen von Gerinnen und in deren Mündungsbereichen entstehen. Das waren auch die Lebensräume für die nachgewiesenen Arten *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut) und *Potamogeton gramineus* (Grasartiges Laichkraut).

– Halophyten-Gesellschaften –

Von großer Bedeutung für die Rekonstruktion der ehemaligen ökologischen Verhältnisse ist der Nachweis für brackisches, also salzhaltiges Wasser. *Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus* und *Najas marina* ertragen Chlorid-Konzentrationen von 200 mg/l. Ein zeitweise hoher bis sehr hoher Salzgehalt wird durch das große Massenvorkommen von *Ruppia maritima* (Strand-Salbe) bewiesen. Solche Verhältnisse, die das Gedeihen der Strand-Salbe begünstigten, sind offensichtlich eine Folge warmer und trockener Sommer bzw. länger wärender Trockenperioden und des damit verbundenen Verdunstungseffekts.

So war zeitweise das *Ruppium maritimum* (Meersalden-Gesellschaft) im Becken von NN 1 ausgebildet. Weitere Halophyten neben *Ruppia maritima* in dieser Gesellschaft waren *Bolboschoenus maritimus* (Gemeine Strand-Simse), *Schoenoplectus lacustris* (Gemeine Teich-Simse), *Schoenoplectus tabernaemontani* (Salzteich-Simse) und die ebenso in großen Massen auftretende *Carex secalina* (Roggen-Segge).

– Schwimmpflanzen-Gesellschaften –

Einige Nachweise lassen auf Schwimmpflanzen-Gesellschaften schließen. Da sie an saubere klare Wasser gebunden sind, waren günstige Bedingungen im eutrophierten Gewässer von NN 1 kaum gegeben. Infolgedessen kommen die Zeigerarten selten vor. Das sind *Lemna trisulca* (Dreifurchige Wasserlinse) und *Salvinia natans* (Schwimmfarn). So gab es gelegentlich das Lemnetum trisulcae und Lemno minoris-Salvinietum natans, also die Wasserlinsen-Gesellschaft und die Schwimmfarndecke. Letztere spricht für besonders sommerwarmes Klima. Sie hat heute submediterrane bis kontinentale Verbreitung.

– Röhrichte und Großseggen-Rieder –

Im Verlandungsgürtel des Sees zur Uferzone hin bildeten sich nach Aussage der Fossilreste Röhrichte und Großseggen-Rieder. Es gab viele Einzelgesellschaften. Wichtig war für die Stoffproduktion am versumpften Seeufer und als Habitat für die Fauna das hochwüchsige Stillwasserröhricht (Phragmition-Verband) mit *Phragmites australis*. Neben dem Schilf traten *Typha latifolia* (Breitblättriger Rohrkolben), *Typha angustifolia* (Schmalblättriger Rohrkolben), *Bolboschoenus maritimus*, *Alisma plantago-aquatica* (Gemeiner Froschlöffel), *Carex elata* (Steife Segge), *Carex pseudocyperus* (Scheinzypergras-Segge), *Eleocharis palustris* (Gemeine Sumpf-Binse), *Equisetum fluviatile* (Teich-Schachtelhalm), *Eupatorium cannabinum* (Wasserdost), *Hippuris vulgaris* (Tannenwedel), *Lycopus europaeus* (Ufer-Wolfstrapp), *Oenanthe aquatica* (Wasser-Fenchel), *Sparganium erectum* ssp. *neglectum* (Aufrechter Igelkolben) auf.

Auffällig ist in diesen sumpfigen Uferbereichen wieder die Herausbildung von Halophyten-Gesellschaften, vor allem als Brackwasser-Ried. Es handelt sich um das Bolboschoenion maritimi mit *Bolboschoenus maritimus* (Gemeine Strand-Simse), *Schoenoplectus melanospermus* (Teich-Simse), *Schoenoplectus tabernaemontani* (Salzteich-Simse), gelegentlich auch *Typha angustifolia* (Schmalblättriger Rohrkolben).

Mitunter bildeten sich niedrigwüchsige Röhrichte am Ufersaum, in denen meist *Phragmites australis* fehlt. Sie hatten für NN 1 wenig Bedeutung.

Viel bedeutsamer waren die Großseggen-Rieder (*Magno-Caricion elatae*), die landeinwärts dem Verlandungsgürtel mit den Röhrichten folgten und bereits auf weniger nassen bis trockeneren Standorten wuchsen. Sie konnten lokal beschränkte Horste bilden, kleine Flächen besiedeln oder – bei Fehlen von Auegehölzen – auf der flachen Uferzone großflächige Bestände aufbauen, die mannigfaltig zusammengesetzt waren. Einige wichtige, weil auch kennzeichnende Arten waren die mit großen Massen an Samen vorkommenden *Carex cespitosa* (Rasen-Segge), *Carex elata* (Steife Segge), *Carex gracilis* (Schlank-Segge), *Carex pseudocyperus* (Scheinzypergras-Segge), *Carex riparia* (Ufer-Segge), *Carex vesicaria* (Blasen-Segge), ferner *Ludwigia palustris* (Sumpfw-Heusenkraut), *Lycopus europaeus* (Ufer-Wolfstrapp) und *Teucrium scordium* (Knoblauch-Gamander).

Die Seggen deuten auf die – klimatisch bedingt – gleichzeitig oder auch im Wechsel auf der Uferzone ausgebildeten Gesellschaften des Caricetum gracilis, Caricetum ripariae und Caricetum cespitosae hin. Letzteres, das Rasenseggen-Ried gedieh bereits im weniger sumpfigen Bereich als auf anmoorigen Böden und leitete von hier zu Wiesengesellschaften über.

Auch in den Riedern gab es Halophyten, die auf halophile niedrigwüchsige Seggen-Gesellschaften verweisen. Diese treten heute nur sehr selten im Binnenland, viel häufiger an Nord- und Ostseeküste auf, wo sie dem Verband Armerion maritimae (Strandnelken-Gesellschaften) sehr nahestehen. Sie werden auf der Uferzone von NN 1 durch *Carex extensa* (Strand-Segge) und *Carex secalina* (Roggen-Segge) charakterisiert. Die Strand-Segge kommt heute an den Küsten in Salzwiesen auf feuchten Kies- und Sandstränden vor. Begleiter sind *Atriplex patula* (Spreizende Melde) und *Potentilla anserina* (Gänse-Fingerkraut). Die Roggen-Segge ist heute ganz selten noch an einigen Binnensalzstellen im Kern des Mitteldeutschen Trockengebietes vorhanden, hauptsächlich ist sie aber wieder im kontinentalen osteuropäischen und westasiatischen Gebiet verbreitet. Sie kennzeichnet einen bemerkenswerten Salzgehalt im Boden unter kontinentalem Klimaeinfluss. Beide Seggen waren auch auf den beiden Uferzonen von NN 1 mit den Salzpflanzen *Ranunculus sardous*, *Ranunculus sceleratus*, *Bolboschoenus maritimus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Schoenoplectus tabernaemontani* und *Triglochin maritimum* (Strand-Dreizack) vergesellschaftet.

– Nasswiesen- und Weidewiesen-Gesellschaften –

Als Nachfolgesellschaften der austrocknenden Standorte der Schilf- und Seggen-Gesellschaften und als Übergangsgesellschaften zu höher gelegenen trockenen Bereichen waren Pflanzengemeinschaften ausgebildet, die heutigen Nasswiesen- und Weidewiesen-Gesellschaften ähneln (Arrhenatalia und Molinieta-lia). Es handelte sich um kräuterreiche Wiesen, die durch eine lange Reihe von für die Fossilflora von NN 1 typischen Arten angezeigt werden: *Ajuga reptans* (Kriechender Günsel), *Carex hirta* (Behaarte Segge), *Cerastium arvense* (Acker-Hornkraut), *Cirsium palustre* (Sumpf-Kratzdistel), *Eleocharis palustris* (Gemeine Sumpf-Binse), *Galium mollugo* (Kleinblütiges Wiesen-Labkraut), *Leucanthemum vulgare* (Wiesen-Margerite), *Lychnis flos-cuculi* (Kuckucks-Lichtnelke), *Mentha longifolia* (Roß-Minze), *Pastinaca sativa* (Pastinak), *Potentilla anserina* (Gänse-Fingerkraut), *Potentilla reptans* (Kriechendes Fingerkraut), *Prunella vulgaris* (Kleine Braunelle), *Ranunculus auricomus* (Goldschopf-Hahnenfuß), *Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß), *Rumex acetosa* (Großer Sauerampfer), *Rumex crispus* (Krauser Ampfer), *Taraxacum officinale* (Löwenzahn) und *Thalictrum lucidum* (Glänzende Wiesenraute)

Die Wiesengesellschaften, die aus solchen Arten zusammengesetzt werden, sind sowohl feuchtigkeitsliebende Pionierbestände als auch Dauerbestände der Flut- und Kriechrasen im wechselfeuchten, episodisch überstauten Wiesenland. Dieser Zustand wird für die Uferzonen von NN 1 typisch gewesen sein. Eine flächenhafte Ausbreitung verdanken sie heute der Verdichtung nasser Böden durch eine ausdauernde Beweidung. Dieser Effekt hat bestimmt auch auf der Uferzone von Neumark Nord eine Rolle gespielt, da sich hier oft und langfristig zahlreiche mittelgroße bis große Pflanzenfresser einschließlich der Elefanten aufgehalten haben.

9 Die allgemeinen Umwelt- und Klimaverhältnisse während des Klimaoptimums der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord nach Aussage der fossilen Karpoflora

Aus der Zusammensetzung der fossilen Flora, dem Auftreten charakteristischer Arten und ihren gegenwärtigen Ansprüchen an spezielle Klima- und Umweltbedingungen ergeben sich Hinweise auf den Charakter des ehemaligen Klimas, unter dem die fossile Flora entstand. Allein die Entwicklung eines thermophilen Eichenmischwaldes im Optimum der Warmzeit aus dem Becken 1 von Neumark Nord verweist auf ein warm-gemäßigtes Klima. Auf die Bedeutung der sogenannten Exoten, die der mitteleuropäischen Florenregion heute fremd sind oder sie gerade noch in deren Randgebieten erreichen, wurde schon hingewiesen. Sie geben wichtige Auskünfte als Klima- und Umweltindikatoren.

9.1 Umwelt- und Klimaindikatoren der Warmzeit NN 1

Zwei besonders charakteristische Vegetationstypen konnten für die Warmzeit NN 1 ermittelt werden (MAI 1990a, 2010):

- a) Wälder, die zur Ordnung der xerothermen Quercetalia pubescentis gehören und einen besonderen Verband dieser Ordnung, das *Aceri tatarici*-Quercion, die Tatarenahorn-Eichen-Steppenwälder vertreten.
- b) Langgras-Wiesensteppen vom Typus der Festuco-Brometea (Schwingelsteppen), auch als Astragalo-Stipion (Federgrassteppen).

Beide Vegetationstypen sind ungewöhnlich für die mitteleuropäische Florenregion. Noch ungewöhnlicher sind sie als synchrone, gleichberechtigte Vegetationstypen im Klimaoptimum eines Interglazials. In einem solchen werden im Allgemeinen geschlossene Waldlandschaften, aber keine Trockenwälder und Wiesensteppen erwartet. Dasselbe gilt für die Verhältnisse des Mitteldeutschen Trockengebietes, das z. B. in der gegenwärtigen Warmzeit ohne den anthropogenen Besiedlungseinfluss ebenfalls, mit Ausnahme einiger relikitärer Trockeninseln, vollständig bewaldet worden wäre.

Eine Auswahl besonders auffälliger und aussagefähiger Arten der Fossilflora von NN 1 wurde schon bei der Darstellung der einzelnen Vegetationsgesellschaften gegeben (siehe Text oben). Sie können als Klima-indikatoren dienen. Nachfolgend werden abermals ihre speziellen Aussagen für eine Klimarekonstruktion angeführt.

- *Quercus pubescens*. Die Flaum-Eiche als submediterranes Florelement spricht für ein sommerwarmes und wintermildes Klima. Nach ihren Ansprüchen im heutigen Verbreitungsgebiet werden mittlere Temperaturen des wärmsten Monats von 2 bis 3 °C über den gegenwärtigen Werten (im Untersuchungsgebiet – Saalegebiet und Harzvorland – bei etwa 18 °C) angegeben. Die mittleren Werte des Januar entsprechen etwa den gegenwärtigen Werten im Untersuchungsgebiet (0 bis –2 °C). In subkontinentalen Gesellschaften ihres osteuropäisch-südosteuropäischen Verbreitungsgebietes, z. B. den Eichen-Steppenwäldern verträgt die Flaum-Eiche ausgesprochen xerotherme, also trockenwarme bis – heiße Verhältnisse bei ca. 36 °C Tagestemperatur und etwa 20 % Luftfeuchtigkeit. Diese Eigenschaften sind für ihre Aussagen hinsichtlich der Verhältnisse in der Warmzeit von Neumark Nord bedeutend.
- *Acer tataricum*. Der Tataren-Ahorn spricht als pontisch-pannonisches, subkontinentales Florelement ebenfalls für warm-trockene Sommer, für mittlere Jahres- und Julitemperaturen, die 2 bis 5 °C über den gegenwärtigen im Untersuchungsgebiet liegen. Er verträgt kalte Winter. Doch können diese deshalb nicht für die Warmzeit von Neumark Nord gefolgert werden, da Arten vorkommen, die Kälte und Frost nicht vertragen.
- *Acer monspessulanum*. Als submediterranes Florelement mit subkontinentaler Bindung in den xerothermen Laubmischwäldern, vor allem bei einem gemeinsamen Auftreten mit der Flaum-Eiche, deutet der Felsen-Ahorn auf die gleichen höheren Temperaturmittel und sommerlichen semiariden Verhältnisse wie Flaum-Eiche und Tataren-Ahorn hin.
- *Ilex aquifolium*. Der Stech-Hülsen tritt zwar selten auf, spricht jedoch in der für ihn weniger charakteristischen Gemeinschaft des Tatarenahorn-Eichen-Steppenwaldes für warme, wintermilde Klimaverhältnisse mit einem zumindest zeitweilig bestehenden Januarmittel von 0 °C.

Unter den Gräsern, Kräutern und Stauden sind es besonders heliophile Steppen- und Salzpflanzen mit Bindung an subkontinentale bis kontinentale Klimabedingungen, die als Klimaindikatoren in Frage kommen:

- *Allium flavum*. Als subkontinentale Art ist der Gelbe Lauch ein wichtiger Indikator für warmes, sommertrockenes Klima mit höheren mittleren Temperaturwerten als gegenwärtig im Untersuchungsgebiet.
- *Carex secalina*. Diese Pflanze feuchter Salzwiesen in den Steppen vorwiegend Westasiens und Südrusslands gibt in der Flora von Neumark Nord Hinweise auf kontinentales Klima mit hoher Sommerwärme.
- *Carthamus lanatus*. Der submediterran-subkontinentale Saflor ist vom Mittelmeergebiet bis Westasien verbreitet, kommt nur an sonnigen, warmen und trockenen Standorten vor und spricht für Mittelwerte der Temperatur, die mehrere Grade höher liegen als gegenwärtig im Untersuchungsgebiet.
- *Lavandula angustifolia*. Der Lavendel ist ein wärmeliebendes submediterranes Element, das mittlere Julitemperaturen von mindestens 25 °C benötigt, damit die Samen keimen und Wurzeln ausgebildet werden. Die Pflanze ist empfindlich gegen Frost.
- *Corispermum orientale*. Als subkontinentale Pflanze ist der Wanzensame heute von Mittelasien bis Südrussland verbreitet. Er spricht für sommerwarmes und trockenes Steppenklimate, mit höheren Temperaturen als gegenwärtig im Untersuchungsgebiet.
- *Linum flavum*. Der Gelbe Lein ist ein pontisch-pannonisches Florelement mit subkontinentaler Bindung an sommerwarme und –trockene Steppenklimate. Auch er spricht für höhere Temperaturmittelwerte als gegenwärtig.
- *Linum austriacum*. Der Österreichische Lein gibt die gleiche Auskunft wie *Linum flavum*.
- *Onobrychis arenaria*. In der Flora von NN 1 spricht die Anwesenheit der Sand-Esparsette für starken kontinentalen Einfluss, hohe Sommerwärme und trockene Verhältnisse. Sie kann Dürre vertragen.

- *Setaria pumila*. Die heute subtropisch bis temperat in Eurasien verbreitete, submediterrane Art ist ein Anzeiger für hohe thermische Bedingungen in trockenen warmen Sommern.
- *Carex depauperata*. Heute atlantisch verbreitet, bestätigt diese Segge in der Fossilflora das hohe Sommerwärmebedürfnis der verschiedenen Gesellschaften einschließlich des *Acer tatarici-Quercion*.
- *Viola alba* ist eine submediterrane, thermophile, hohe Sommerwärme bedürftende Art.
- *Brasenia holsatica* und *Salvinia natans* als thermophile Wasserarten benötigen mittlere Jahrestemperaturen von mindestens 2 °C über dem gegenwärtigen Jahresmittel im Elbe-Saalegebiet. Die Areale, in denen heute *Brasenia holsatica* vorkommt, haben mittlere Julitemperaturen, die nicht unter 20 °C absinken.
- *Ceratophyllum submersum* bringt Blüten und Früchte nur hervor, wenn die mittlere Temperatur des wärmsten Monats +25 °C übersteigt. Da ihre Früchte in der Karpoflora von Neumark Nord sehr häufig sind, muss mit derartigen Temperaturwerten gerechnet werden, zumindest für längere Zeitabschnitte.

In der Flora des warmzeitlichen Optimums von Neumark Nord sind zahlreiche weitere Arten vertreten, die auch heute in Mitteleuropa vorkommen, z. T. ihre Arealschwerpunkte meist in östlichen und südöstlichen Regionen haben, doch als gemeinsames Merkmal eine subkontinentale bis kontinentale Bindung besitzen. Sie sind thermophil und stellen hohe Ansprüche an warme Sommer. Sie unterstützen die Aussagen der exotischen Florenelemente: *Arctium tomentosum* (Filz-Klette), *Onopordum acanthium* (Eselsdistel), *Polycnemum arvense* (Acker-Knorpelkraut), *Polygonum aviculare* (Vogel-Knöterich), *Seseli hippomarathrum* (Pferdesesel), *Thymelaea passerina* (Spatzenzunge), *Verbascum lychnitis* (Mehlige Königskerze), *Viola rupestris* (Sand-Veilchen), *Carex pairaei* (Pairas-Segge), *Bolboschoenus maritimus* (Gemeine Strand-Simse), *Carex cespitosa* (Rasen-Segge), *Carex gracilis* (Schlank-Segge), *Rumex maritimus* (Ufer-Sauerampfer), *Ruppia maritima* (Strand-Salbe), *Schoenoplectus melanospermus* (Teich-Simse), *Schoenoplectus tabernaemontani* (Salzteich-Simse).

9.2 Zu den Klimaverhältnissen während des Klimaoptimums der Warmzeit NN 1

Alle Arten, die als klimatische Indikatoren gelten können, verweisen mit ihrem Vorkommen im Geiseltal auf einen intensiven subkontinentalen Klimaeinfluss während des Optimums der Warmzeit von Neumark Nord 1. Die besondere Gunst des Klimas, die hohen Temperaturmittel des Jahres und des wärmsten Monats sowie relativ milde Winter sind zusätzlich durch submediterrane Arten belegt, die allerdings meist eine subkontinentale Bindung haben, wie Flaum-Eiche, Felsen-Ahorn, Saflor, Lavendel, Weißes Veilchen, auch *Viburnum lantana* (Wolliger Schneeball), *Pyracantha coccinea* (Feuerdorn), *Verbena officinalis* (Gemeines Eisenkraut) und *Ludwigia palustris* (Sumpf-Heusenkraut). Ausgesprochen atlantische Arten, wie *Ilex aquifolium*, kommen ganz selten vor (MAI 1990a, 2010).

Die angegebenen Klimawerte sind für das Klimaoptimum der Warmzeit NN 1 als Anhaltspunkte für eine Klimarekonstruktion anzusehen. Nochmals die wichtigsten Hinweise:

- Allgemein wird durch die Flora eine hohe Sommerwärme angezeigt.
- Dazu kommt ein intensiver subkontinentaler Einfluss, vor allem in Form trockener bis sehr trockener Sommer. Dieser Einfluss ist besonders durch einen hohen Anteil von Pflanzen der Steppen und Waldsteppen nachgewiesen.
- Besondere Bedeutung kommt jenen Arten zu, die in der NN 1-Flora als Exoten auftreten und gegenwärtig in den subkontinentalen bis kontinentalen Gebieten Osteuropas und Westasiens bis Mittelasiens leben.
- Von Bedeutung ist nicht nur der Einzelnachweis einer Art, sondern vor allem die Gesellschaft, in die sie eingebunden ist.

Nach MAI (1992, 2010) sind die wichtigsten Gemeinschaften, die für die Fossilflora ermittelt werden konnten, heute in den südosteuropäischen Waldsteppen Pannoniens und in den Steppengebieten Südruss-

lands in ähnlicher bis gleichartiger Zusammensetzung ausgebildet. Dort sind auch die Vergleichswerte zu den Klimaverhältnissen zu finden. Die Vegetation steht hier unter dem Einfluss zunehmender Temperaturextreme und einer hochsommerlich-frühherbstlichen semiariden Periode, die sich auf 1,5 bis 3 Monate ausdehnen kann und durch besonders trockene und warme bis heiße Verhältnisse gekennzeichnet ist. Die Waldsteppen der ungarischen Tiefebene und die südrussischen Steppen und Waldsteppen zeigen pflanzensoziologisch und klimatisch einige Unterschiede. So fehlen in der südrussischen Waldsteppenzone mit Tatarenahorn-Eichen-Steppenwäldern und Wiesensteppen jene submediterranen und pontisch-pannonischen Arten, die in den Wäldern und Steppen Ungarns, z. B. im Alföld, vorkommen. Das trifft beispielsweise auf die Flaum-Eiche zu. Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass ein beträchtlicher Teil des Alföld von einem trockeneren Klima beherrscht wird als die südrussische Waldsteppenzone, und zwar ist die Trockenperiode länger, ohne selbst in den trockensten Gebieten die Grenze zu überschreiten, nach der die Dürre beginnt. In der osteuropäischen Waldsteppenzone setzt die Trockenheit meist unvermittelt ein und erreicht bald den Grad der Dürre.

Mit den Pflanzengesellschaften der Waldsteppen und Steppen Pannoniens hat die Flora von Neumark Nord eine ganze Reihe wichtiger Arten gemeinsam. Doch gibt es auch Unterschiede, die sie wiederum mit den Pflanzengesellschaften der südrussischen Waldsteppenzone zusammenbringt. So fehlt die Hainbuche in den Waldsteppen des Alföld völlig, tritt aber häufig in den Eichen-Steppenwäldern von Neumark Nord auf, was eine deutliche Entsprechung in den ausgedehnten Hainbuchen-Eichenwäldern der russischen Waldsteppenzone findet. Es gibt auch keine scharfe Grenze zwischen den beiden Klimagebieten und Vegetationstypen, so dass es angebracht ist, für eine Rekonstruktion des Paläoklimas von NN 1 die pannonischen wie die osteuropäischen Steppen- / Waldsteppengebiete heranzuziehen. Wichtig erscheinen die Verhältnisse im ungarischen Steppengebiet, das niederschlagsreicher und milder ist als das osteuropäische Steppenklimate. Es besitzt eine lange sommerliche Trockenperiode und auf zwei Gipfel im Jahresablauf verteilte Niederschläge. Diese sind höher, auch die mittleren Jahres- und Monatstemperaturen, während die Kälte- und Frostperioden kürzer ausfallen als in den osteuropäischen Gebieten.

So können folgende Annäherungswerte für das Klima des Optimums (Mittlere Wärmezeit) der Warmzeit von Neumark Nord 1 aus den Mittelwerten zahlreicher südost- und osteuropäischer Klimastationen, aber auch nach Aussage einzelner Arten, ermittelt werden:

- Die Jahresmittel der Temperatur lagen zwischen 9,5 bis 12 °C (gegenwärtig im Untersuchungsgebiet 7,5 °C).
- Das Temperaturmittel des kältesten Monats erreichte möglicherweise Tiefwerte zwischen –3,6 und –6 °C. Doch ist aus dem Auftreten einiger frostempfindlicher Arten zu schließen, dass diese Werte wesentlich höher bei –2 bis 0 °C lagen (gegenwärtig Januar: –1 bis 0 °C).
- Das absolute Minimum hat wahrscheinlich bei –20 °C gelegen. Das würde das Fehlen einiger Exoten erklären, die in älteren Interglazialen auftreten, wie z. B. *Celtis australis* (Zürgelbaum). Gegenwärtig liegen diese Werte im Mitteldeutschen Trockengebiet außerhalb der Mittelgebirge auch in diesem Bereich und noch einige Grade darunter.
- Als Temperaturmittel des wärmsten Monats sind Werte zwischen 19 und 22 °C anzunehmen (gegenwärtig Juli: 17,5 °C). Zeitweise lagen die Mittelwerte wohl noch höher (nach *Lavandula angustifolia* und *Myriophyllum submersum*).
- Die jährliche Niederschlagsmenge kann nach Aussage der zum Vergleich herangezogenen Klimastationen zwischen 530 und 683 mm gelegen haben. Eher haben sie unter zusätzlicher Einwirkung der Verhältnisse im Mitteldeutschen Trockengebiet, wie heute, etwa 500 mm betragen. Die Niederschläge waren im Jahr zweigipflig verteilt (gegenwärtig eingipflig)
- Es gab eine Trockenperiode im Sommer und Frühherbst von etwa 1,5 bis 3 Monaten Dauer (gegenwärtig keine Trockenperiode).

Solche Klimaverhältnisse sind erstaunlich, wenn sie mit den gegenwärtig bestehenden Klimaverhältnissen im Saalegebiet und Harzvorland verglichen werden. Sie gehen über diese für das Mitteldeutsche

Trockengebiet typischen Verhältnisse weit hinaus. Sie gelten als die durchschnittlichen Klimaverhältnisse für das Optimum der Warmzeit von Neumark Nord 1 (Eichenmischwaldzeit und Hainbuchenzeit). Damit unterscheidet sich diese Warmzeit deutlich von allen bisherigen Interglazialen des Mittel- und Jungpleistozäns im Elbe-Saalegebiet, vor allem von dem atlantisch geprägten Eem-Interglazial. Parallel zur Erforschung der Warmzeit von Neumark Nord sind einige Interglazialvorkommen bekannt geworden, die ebenfalls durch stärkere subkontinentale Einflüsse gekennzeichnet sind. So wurde auch für die warmzeitliche limnisch-telmatische Folge von Grabschütz (bei Delitzsch) ein *Aceri tatarici*-Quercion festgestellt (MAI 1990b). Es ist offenbar mit der Warmzeit von Neumark Nord 1 synchron. Für das mittelpleistozäne Interglazial Schöningen II („Reinsdorfwarmzeit“, Holstein-Komplex), das im Tagebau Schöningen untersucht werden konnte, wurde erstaunlicherweise auch *Acer tataricum* im Verein mit einigen Steppenpflanzen nachgewiesen (JECHOREK 2000). Einen gewissen subkontinentalen Einfluss zeigt das Interglazial Bilzingsleben II aus dem Holsteinkomplex. Seine Travertinflora (MAI 1983), die nach der Pollenanalyse in die Eichenmischwald- und Hainbuchenphase gehört (ERD 1997), führt subkontinentale Arten, z. B. *Potentilla fruticosa* (Strauch-Fingerkraut) und *Peucedanum alsaticum* (Elsässer Haarstrang), die eine Parallele im Auftreten des Steppenlemmings (*Lagurus lagurus*) finden (HEINRICH 1998). Doch ist der Vegetationstyp insgesamt eher submediterran geprägt (Buxo-Quercetum, Buxo-Syringetum; MAI 1983). Der Travertin von Ehringsdorf ist dem Interglazial von Neumark Nord 1 synchron. Wie die TL-Datierungen für NN 1 (KARELIN 1997), erbrachten ESR-, TL- und U / Th-Datierungen (zusammenfassend: MANIA et al. 2003) ähnliche Werte von 180 000 bis 200 000 vor heute. Doch wichtiger für uns ist, dass auch die Flora von Ehringsdorf einen starken subkontinentalen Einfluss zeigt, wie auch die Fauna Parallelen zu NN 1 erkennen lässt. So treten in der Warmzeit von Ehringsdorf wie in NN 1 auch *Coelodonta antiquitatis* und *Microtus gregalis* auf, sind die Nashörner (*Stephanorhinus kirchbergensis*, *St. hemitoechus*), Hirsche, Biber und Pferde phylogenetisch weniger weit entwickelt als in der Eem-Warmzeit (Beispiel: Faunen von Taubach und Burgtonna) (MANIA et al. 2003, van der MADE 2010).

10 Charakteristik und Aussage der Molluskenfauna der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord

Wie die Vegetation, so reagieren auch die Mollusken, besonders die landbewohnenden Gastropoden, empfindlich auf die Umweltverhältnisse und deren Veränderungen, zumal sie ganz besonders von der Vegetation als dem wichtigsten Faktor in ihren Lebensräumen abhängig sind. Damit werden auch sie zu verlässlichen Indikatoren für ehemalige Umwelt- und Klimaverhältnisse. In vielen Fällen können sie die ökologischen und klimatologischen Angaben durch die Fossilflora ergänzen. Ideal ist eine Verbindung beider Fossilgemeinschaften zu einer komplexen Analyse.

Untersuchung der Molluskenfauna: D. Mania (s. auch MANIA 2000, MANIA & MAI 2001).

10.1 Entwicklung der Molluskenfauna im Spätglazial und in der frühen Wärmezeit

In den See- und Sumpfablagerungen an der Basis der Beckenfolge von NN 1 (*Schichteinheiten* 2 und 3) ist eine spätglaziale Molluskenfauna enthalten. In ihr kommen kaltzeitliche Arten der Tundren- und Lösssteppenfauna vor. Sie haben nach dem Abschmelzen des Inlandeises das Gebiet von der südlich von hier ausgedehnten Periglaziallandschaft aus besiedelt (*Columella columella*- und *Pupilla*-Fauna). Doch bald werden sie von anspruchsvolleren Arten abgelöst, die mit der Wiedererwärmung die warmzeitliche Faunenentwicklung einleiten (Beginn der Frühen Wärmezeit, unterer Teil der Unteren Feindetritusmudde (4)). Die kaltzeitlichen Elemente verschwinden, einige allgemeine Arten der offenen Landschaft bleiben zurück (*Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*), neue kommen hinzu (*Euomphalia strigella*, *Truncatellina cylindrica*, *Vertigo pygmaea*, *Vallonia pulchella*). Auch echte Steppenarten treten auf, so die pontomeridionale *Chondrula tridens* als Kennart sommerwarmer Wiesensteppen. Weitere akzessorische Landarten mit verschiedenen Feuchtigkeitsansprüchen sowie Wasserarten bereichern die Fauna.

Im Laufe der weiteren Erwärmung und Ablagerung des oberen Teiles der Unteren Feindetritusmulde (4) wandern parallel zur Waldentwicklung auch die ersten Waldarten in der Molluskenfauna ein (*Cepaea hortensis*, *Bradybaena fruticum*, die Auwaldart *Clausilia pumila*). Doch ein besonderes Merkmal der Molluskenfauna ist der hohe individuelle Anteil der Arten der Offenlandkomponente.

Gegen Ende der Frühen Wärmezeit und dem Übergang zur Mittleren Wärmezeit, während sich Eichen und andere thermophile Laubbäume in den Kiefernwäldern ausbreiten und eine Eichenzeit sich abzeichnet, erreicht die Molluskenfauna bereits einen Umfang von 53 Arten (ohne das Genus *Pisidium*). In dieser Zeit findet die Erste große Regression statt (*Schichteinheit* 5). Die untersuchte Fauna stammt aus den Muddesanden der kleinen Rinnen, die in die Regressionsfläche eingeschnitten sind. Zu den drei genannten Waldarten haben sich *Acicula polita*, *Vertigo pusilla*, *Monachoides incarnata*, *Discus rotundatus*, *Cepaea nemoralis*, *Helix pomatia*, *Arianta arbustorum* und die Auwaldart *Perforatella bidentata* eingefunden. In diesen Waldgesellschaften tritt auch der boreo-alpine *Discus ruderratus* auf. Abgesehen von eher euryöken Arten verschiedener Feuchtbiopten und von den Wasserarten ist die Offenlandfauna neben den Waldarten die bestimmende Komponente. Zu den vorhandenen Arten kommen noch die beiden meridionalen Steppenarten *Pupilla triplicata* und *Pupilla sterri* hinzu. So besteht diese Offenlandkomponente jetzt aus 9 Arten. Sie erreichen 45 % an der Individuenhäufigkeit der Gesamtf fauna. Die 12 Waldarten sind hingegen nur mit 12 bis 15 % Individuenhäufigkeit beteiligt. Wir müssen uns bewusst sein, dass diese beiden Komponenten in den untersuchten Thanatozönosen, die aus den Seeablagerungen stammen, parautochthon sind, also aus der näheren Umgebung stammen und von dort in die Einbettungsräume gelangten. Pollenspektren und Waldfauna lassen den Prozess der Waldentwicklung erkennen. Da Waldstandorte, besonders Au- und Uferwald, für die Niederungen angenommen werden müssen, ist zwar die Anwesenheit der Waldarten in den Thanatozönosen zu erklären, aber nicht der hohe Anteil von Offenlandarten einschließlich echter Steppenarten (*Chondrula tridens*, *Pupilla triplicata*, *P. sterri*). Diese müssen aus der weiteren Umgebung stammen, für die der Wald und die Ufervegetation ein Filter waren und ihren Transport in die Einbettungsräume verhindert haben müssten. Doch das Gegenteil ist der Fall. Daraus ist zu folgern, dass auch in Ufernähe nur kleinere Gehölz- und Gebüschgruppen entstanden und mit größeren offenen Flächen abwechselten, die bis zum Seeufer reichten.

10.2 Entwicklung der Molluskenfauna während der mittleren und späten Wärmezeit

Der nächste Entwicklungsabschnitt umfasst den ersten Teil der Mittleren Wärmezeit bzw. die Eichenmischwaldzeit. Die entsprechende Sedimentfolge ist die Mittlere Schluffmulde (6) mit ihren beiden Uferzonen (6.1, 6.2), die ihre Entstehung der Zweiten und Dritten großen Regression verdanken. Jetzt erreicht die Sukzession der Molluskenfauna ihren Höhepunkt. Sie besteht aus 65 Arten:

- 6 echte Waldarten (Gruppe 1),
- 7 Arten der lichten Wälder, Gebüsche und Waldsteppe (Gruppe 2),
- 2 Auwaldarten (Gruppe 3),
- 5 Steppenarten (Gruppe 4),
- 6 allgemeine Arten der offenen Landschaft (Gruppe 5),
- 2 xerotherme Arten (Gruppe 6),
- 7 Arten mittelfeuchter Standorte (Gruppe 7),
- 4 Arten feuchter Standorte (Gruppe 8),
- 7 Arten sehr feuchter bis sumpfiger Standorte (Gruppe 9) und
- 19 Wasserarten (Gruppe 10).

Zu den Waldarten stellten sich jetzt zwei Arten ein, die als Leitarten der Waldfauna gelten und diese nach ihren Artnamen als *Helicodonta obvoluta*-*Cochlodina laminata*-Assoziation kennzeichnen (MANIA

1973). Diese umfasst jetzt 15 Arten. Sie ist eine allgemeine mitteleuropäische wärmeliebende Waldfauna, wie sie auch heute im Saalegebiet in den Eichen-Hainbuchen-Mischwäldern vorkommt. Mit diesem Zustand hat die Assoziation ihren Höhepunkt erreicht. Die Entwicklung verläuft nicht, wie in anderen mittel- und jungpleistozänen Warmzeiten, zum exotisch gefärbten Stadium der *Helicigona banatica*-Fauna weiter. Stattdessen gelangt eine exotische Art zur Steppen- und allgemeinen Offenlandfauna, die pontomeridionale *Cepaea vindobonensis*. Sie lebt heute in den südosteuropäischen Steppen und hat einen nordwestlichen Vorposten in der Lösslandschaft bei Meißen (Abb. 15). Außerdem tritt jetzt auch die Steppenart *Helicopsis striata* auf. Gemeinsam mit den beiden xerothermen Arten (*Milax rusticus*, *Cochlicopa lubricella*) umfasst nun die Offenlandkomponente 13 Arten mit einer durchschnittlichen Individuenhäufigkeit von 40% an der Gesamtf fauna. Die 15 Waldarten erreichen nur einen Durchschnittsanteil von 15%. Solche Verhältnisse sind typisch für eine Waldsteppenlandschaft mit ausgedehnten Wiesensteppen und lichten, parkartigen Wäldern. Sie sind bisher nicht bekannt für eine hochinterglaziale geschlossene Waldlandschaft. Wenn wir die Molluskenfauna der beiden Uferzonen untersuchen, zeigen sich diese besonderen Verhältnisse der Neumark Nord-Warmzeit in noch extremeren Zuständen. Mit dieser Aussage bestätigt die Molluskenfauna die Verhältnisse, die die Karpoflora für die Vegetation nachweisen konnte, nämlich das Nebeneinander von Wäldern und wiesensteppenartigen Landschaften in einem abwechslungsreichen Mosaik.



Abb. 15 Rezentere Verbreitung der pontomeridionalen *Cepaea vindobonensis* und einige warmzeitliche pleistozäne Fundorte.

Fig. 15 *Cepaea vindobonensis*. Recent distribution and some interglacial sites from the Middle Pleistocene.

Auf der Unteren Uferzone treten alle genannten Wald- und Offenlandarten auf. In den untersuchten Proben erreicht die Offenlandfauna an der Gesamtf fauna 20 bis 80% (durchschnittlich 50%), während jener der Waldfauna nur 7 bis 10% umfasst. Das spricht wiederum eindringlich für die Ausbildung weiträumiger

wiesensteppenartiger Landschaften neben lichten durchsonnten Trockenwäldern und Gebüschgruppen. Im Bereich der Oberen Uferzone ist das Häufigkeitsverhältnis der Individuen dieser beiden Komponenten noch extremer: die Offenlandfauna mit Steppenarten erreicht hier 60 bis 85 %, die Waldfauna 5 bis 10 % der Gesamtfaua (Gruppen 1 bis 10). Die hohen Anteile der Offenlandkomponente in der Molluskenfauna unterstützen die Aussage der höheren Pollenanteile von Gräsern und Kräutern in den zugehörigen Pollenspektren.

Die Wasserfauna des Beckens bestand in dieser Zeit vorwiegend aus Arten, die pflanzenreiche, flache stehende Gewässer bevorzugen. Dazu kommen Sumpffarten, die in periodischen Kleingewässern und Sümpfen leben und auch vorübergehend austrocknende Habitate überstehen. Die Artenzahl dieser Gewässerkomponente schwankt in den Proben zwischen 5 und 19 Arten. Interessant ist das gelegentliche Auftreten der Brackwasserschnecke *Hydrobia stagnorum*, die auf Salzgehalt des Gewässers hinweist.

Eine Änderung tritt im zweiten Teil der Mittleren Wärmezeit auf, der Hainbuchenzeit (identisch mit der Oberen Feindetritusmudde (7)). Es findet ein Rückgang der Artenzahl in den Thanatozönosen statt. Insgesamt treten in dieser Zeit nur 19 Arten (ohne Pisidien) auf. Der Rückgang betrifft vor allem die Landfauna. An Waldarten erscheinen nur noch *Cepaea hortensis*, *Bradybaena fruticum*, *Arianta arbustorum* und *Clausilia pumila*. *Pupilla muscorum* und *Vallonia costata* vertreten die Offenlandfauna, *Succinea putris* die Komponente der verschiedenen feuchten Biotope. Der Rest entfällt auf die Wasserfauna. Der Rückgang der Landarten ist durch einen dichten Vegetationsfilter am flachen, weit ausgedehnten versumpften Uferseum bedingt. Beurteilen wir nur die Häufigkeiten der Landarten in den Proben, dann zeigt sich auch in dieser Zeit, dass die individuelle Häufigkeit der Offenlandarten bei weitem jene der Waldarten überwiegt (etwa 95 % zu 5 %). Das steht im Widerspruch zur Aussage der Pollenanalyse, die für die Zeit einen Rückgang der Nichtbaumpollen zu Gunsten der Waldausbreitung zeigt. Doch es bleiben alle Pflanzensippen einschließlich der Zeigerarten für wiesensteppenartige Landschaften zurück. So ist die Aussage der Molluskenfauna ein zusätzlicher Hinweis dafür, die Anwesenheit von Offenlandanzeigern im Pollendiagramm auch bei niedrigen Werten ernst zu nehmen.

Die Gewässerfauna der Oberen Feindetritusmudde (7) besteht aus 12 Arten. Damit ist sie für optimale Klimaverhältnisse eines Interglazials artenarm. Doch der Flachwassersee eutrophierte, wie es die Algenmudden beweisen. Das blieb nicht ohne Einfluss auf die Gewässerfauna. Sie ging in den Einzelproben auf 3 bis 4 Arten zurück. Höchste Individuendichte erreichten meistens die Arten flacher pflanzenreicher Gewässer, wie *Lymnaea peregra*, *Gyraulus laevis*, *Armiger crista* und periodischer Kleingewässer und Sümpfe, wie *Anisus leucostomus*. *Planorbis planorbis* kommt in Gewässern bis zu 1 m Wassertiefe vor. *Hydrobia stagnorum* weist auf Salzgehalt hin.

In der Späten Wärmezeit führt die weitere Entwicklung der Molluskenfauna zurück zur borealen Waldsteppen- und Wiesensteppenfauna und schließlich zur kaltzeitlichen Steppenfauna (*Pupilla*-Fauna).

11 Die Ostrakodenfauna und die Versalzung des Gewässers NN 1 von Neumark Nord

Die Ostrakoden aus dem Becken NN 1 wurden von PIETRZENIUK & FUHRMANN (1990) untersucht. Eigene Beobachtungen ergänzen diese Ergebnisse. Fossile Ostrakoden lassen im aktualistischen Vergleich Umweltbedingungen in den verschiedenen, von ihnen bewohnten Gewässerhabitaten, vom tiefen See über die sumpfigen Uferpartien, periodischen Kleingewässer, Pfützen und Lachen bis hin zu Wassertropfen im Moosrasen des Spritzbereichs einer Travertinkaskade ermitteln. Ohne die zahlreichen Arten der Ostrakodenfauna von NN 1 zu beschreiben, hier nur folgende Charakteristik:

In der spätglazialen Übergangszeit zum Interglazial (Horizonte 2 und 3) sind neben sogenannten „kaltzeitlichen“ Arten und kaltstenothermen Formen besonders eurytherme Dauerformen typisch. Doch treten Frühjahrsformen auf, die sich im Frühjahr im durchwärmten Flachwasser des Eulitorals fortpflanzen. Zu Beginn des Interglazials (Basis *Schichtinheit* 4) erscheinen bereits die ersten warmstenothermen Sommerformen (*Notodromas monacha*).

In der Frühen Wärmezeit (*Schichtinheit 4*) verschwinden die kaltzeitlichen Arten und es entwickelt sich die Fauna mit Frühjahrs- und Sommerformen im Flachwasserbereich weiter. Dauerformen und kaltstenotherme Formen sind ebenso vorhanden und ziehen sich in der wärmeren Jahreszeit in tiefere Wasserbereiche zurück. Gegen Ende der Phase erscheinen Salzwasserformen: *Candona angulata*, *Cyprideis litoralis* und *Heterocypris salina*. Andere Arten der Fauna sind auch brackwasservertragend. Das Auftreten dieser Formen verweist auf die beginnende Versalzung des Gewässers. Alle drei Arten erreichen im Bereich der Ersten großen Regression (*Schichtinheit 5*) gegen Ende der Frühen Wärmezeit einen Höhepunkt ihrer Entwicklung mit Massenvorkommen, die offenbar mit dem Klima im Zusammenhang stehen, das die Regression hervorgerufen hat. Zugleich erscheint die Brackwasserschnecke *Hydrobia stagnorum*. Zu diesen Arten:

- *Cyprideis litoralis* (= *C. torosa*) kommt heute an den Küsten Europas und Nordafrikas, im Lake Turkana, im Kaspischen Meer, in salzhaltigen Gewässern Innerasiens vor. Sie wurde in salzigen Binnengewässern und auch in pleistozänen halophilen Faunen Mitteldeutschlands nachgewiesen (z. B. Ascherslebener See, MANIA 1967; im Salzigen See und in Ablagerungen der Salzke, MANIA 1973).
- *Candona angulata*. Die Art lebt heute in salzhaltigen küstennahen Gewässern von Nord- und Ostsee, auch von Nordafrika, fossil z. B. an pleistozänen Binnensalzstellen des Elbe-Saalegebietes.
- *Heterocypris salina* ist eine Leitart des Salzwassers (KLIE 1938). Sie kommt an den Küsten Europas, Nordafrikas, der Azoren und in Salzwasser führenden Gewässern Westasiens vor. Sie tritt an Binnensalzstellen, z. B. im Saale-Elbegebiet auf (MANIA 1967, 1973).
- *Hydrobia stagnorum* lebt im Brackwasser an Nord- und Ostseeküste und verträgt einen Salzgehalt bis 1 ‰. Sie kommt auch an Binnensalzstellen in Mitteldeutschland vor, gelegentlich in holozänen Seeablagerungen (Salziger See, Bindersee) und pleistozänen Flussablagerungen (Salzke) in riesigen Mengen (MANIA 1973).

Während der Eichenmischwaldzeit (Mittlere Wärmezeit, erster Teil; Mittlere Schluffmulde (6)) kommen noch vereinzelt Ostrakodenarten der vorangegangenen Phase vor, auch die warmstenotherme *Notodromas monacha*, doch bald nehmen die drei Salzwasserformen an Häufigkeit wieder stark zu. Die anderen Arten gehen dann zurück oder verschwinden ganz. In den Sedimenten der Unteren und Oberen Uferzone, also während der Zweiten und Dritten großen Regression dominieren die halophilen Arten wieder mit Massenvorkommen. Auch *Hydrobia stagnorum* ist beteiligt. Dieses Phänomen findet seine Entsprechung in den Halophytengesellschaften dieser Horizonte. Im Flachwassersee sind es Submersengesellschaften mit *Zannichellia palustris* (Sumpf-Teichfaden), *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) und *Najas marina* (Großes Nixkraut). Zeitweise war das Ruppium maritimum mit Massenvorkommen der Strand-Salbe (*Ruppia maritima*) ausgebildet. Es zeigt hohe Salzgehalte im Seewasser und den Sümpfen an. Weitere Halophyten waren beteiligt (s. o.). Am Ufersaum bildeten sich Brackwasserrieder (*Bolboschoenion maritimi*) und Salzwiesen (*Armerion maritimae*) aus. Im Verein zeigen diese Halophytengesellschaften des Wasser-, Sumpf- und Nassbodenbereichs, die Massenvorkommen der Salzwasserosttrakoden und das Auftreten der Brackwasserschnecke *Hydrobia stagnorum* die starke Versalzung des Gewässers von NN 1 an. Sie war während der Zeiten der Regressionen am intensivsten.

Im zweiten Teil der Mittleren Wärmezeit (Hainbuchenzeit, Obere Feindetritusmulde (7)) ist eine ähnliche Ostrakodenfauna wie in der Mittleren Schluffmulde ausgebildet. Wie in dieser dominieren auch in der Oberen Feindetritusmulde die drei Salzwasserformen. Sie sind besonders häufig in den drei Algenmulde-Horizonten und bestätigen somit die mit der intensiven Eutrophierung verbundene Versalzung des Flachgewässers. Für das Klimaoptimum spricht, dass gelegentlich in der Oberen Feindetritusmulde Sommerformen auftreten, so *Notodromas monacha*, *Metacypris cordata* und die heute vorwiegend afrikanisch-mediterran verbreitete *Potamocypris producta* (PIETRZENIUK & FUHRMANN 1990).

Im Spätinterglazial verändern sich die Ostrakodengesellschaften unter dem Einfluss des kühler werdenden Klimas, bis sie wieder in die artenarmen Gesellschaften mit eurythermen und kaltstenothermen Arten der nachfolgenden Kaltzeit einmünden.

12 Zur Wirbeltierfauna der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord

Wirbeltierfossilien stammen vor allem aus den Horizonten der ausgehenden frühen Wärmezeit (Untere Feindetritusmulde (4), oberer Teil) und der mittleren Wärmezeit (Mittlere Schluffmulde (6) und Obere Feindetritusmulde (7)). Nur vereinzelt erschienen sie in der Späten Wärmezeit (Obere Schluffmulde (9)). Die Untere Uferzone (6.1), die mit 180 000m² Fläche den Restsee umgab, war der Hauptfundhorizont. Hier lagen nicht nur einzelne Reste, sondern vor allem Skelette, Skelettreste und Knochenfelder von Elefanten, Nashörnern und Boviden. Reste von Boviden, Hirschen und Wildpferden kamen in den Abfallhaufen von Rastplätzen, hier auch die Artefakte des mittelpaläolithischen Menschen, vor. Reste von großen und kleinen Carnivoren, auch ihre Skelette wurden nachgewiesen. Weniger im oberen Teil der Unteren Feindetritusmulde (4), häufiger schon in der Mittleren Schluffmulde (6), zu mehreren Hundert jedoch in der Oberen Feindetritusmulde (7), kamen Skelette von Rot- und Damhirschen vor (Abb. 16).

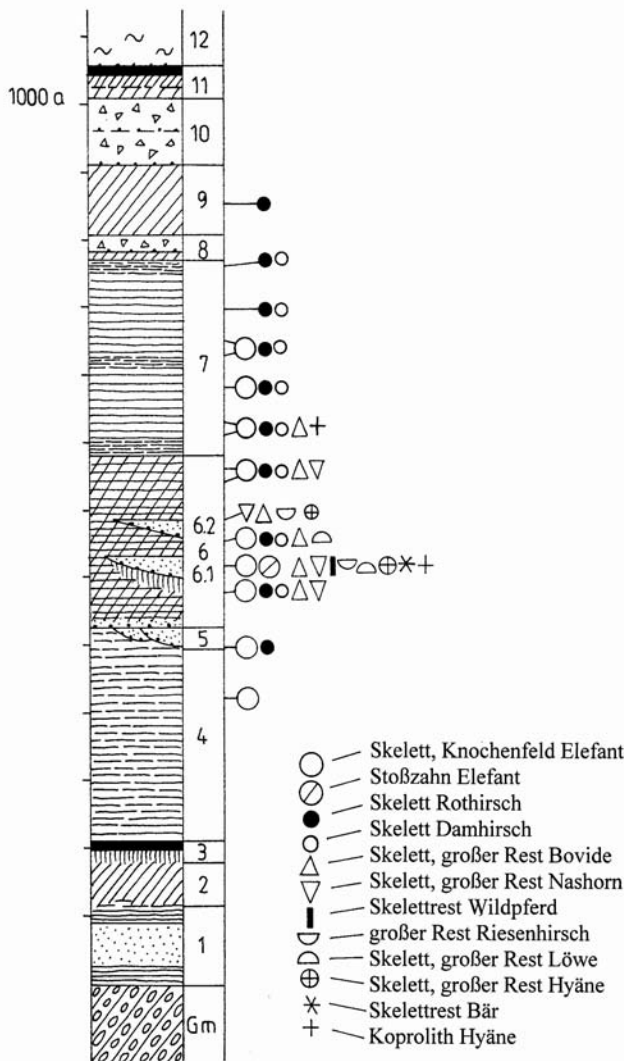


Abb. 16 Neumark Nord. Stratigrafische Verbreitung der größeren Säugetierarten in der Sedimentabfolge des Beckens NN 1.

Fig. 16 Neumark Nord. Vertical stratigraphic distribution of fossil mammals in the sequence of NN 1.

Der Artnachweis:

Fische (BÖHME 2010a): *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Tinca tinca*, *Carassius carassius*, *Scardinius erythrophthalmus*.

Amphibien (BÖHME 2010b): *Rana spec.*, *Bufo bufo*.

Reptilien (BÖHME 2010b): *Emys orbicularis*, *Lacerta agilis*, *Lacerta spec.*, *Anguis fragilis*, *Natrix natrix*, *Elaphe longissima*.

Vögel (DÖHLE 2010): *Anser anser*, *Anas platyrhynchos*, *Anas querquedula*, *Cygnus olor*, *Phalacrocorax carbo*.

Insektenfresser (HEINRICH 2001, 2010): *Talpa europaea*, *Sorex araneus*.

Nagetiere (HEINRICH 2001, 2010): *Apodemus flavicollis*, *A. ex. gr. flavicollis-sylvaticus*, *Apodemus maasrichtiensis*, *Apodemus spec.*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola cantianus*, *Microtus oeconomus*, *M. gregalis*, *M. ex. gr. arvalis-agrestis*, *Microtus spec.*.

Größere Säuger und Großsäuger (MANIA et al. 1990; MANIA 2000; v. d. MADE 2000, 2010; FISCHER 2001, 2003a, b, 2004, 2010a, b; DÖHLE 1990, PFEIFFER 1998, 1999): *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus*, *Stephanorhinus kirchbergensis*, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Bos primigenius*, *Bison spec.*, *Equus spec.*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Megaloceros giganteus*, *Capreolus capreolus*, *Panthera (Leo) spelaea*, *Canis lupus*, *Crocuta spelaea*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Martes spec.*, *Ursus spec.*.

Die Fische sind überwiegend ganzkörperlich erhalten und kommen im oberen Teil der Unteren Feindetritusmudde und in der Oberen Feindetritusmudde sowie auf den Uferzonen (Einzelreste) vor. Rotfedern (*Scardinius erythrophthalmus*) sind am häufigsten und offenbar der Eutrophierung zum Opfer gefallen. *Emys orbicularis* ist häufig auf den Uferzonen (6.1, 6.2), was für warme Sommer mit höheren Temperaturen als gegenwärtig spricht. Sie ist heute von Nordafrika über Südeuropa bis Westasien verbreitet und benötigt für die Eientwicklung mittlere Temperaturen des wärmsten Monats von mindestens 20 °C. Die Äskulapnatter (*Elaphe longissima*) ist eine mediterrane thermophile Art, ebenfalls von Südfrankreich über Südeuropa bis zum Kaspischen Meer verbreitet. Ihr Vorkommen spricht für warme Sommer mit höheren Temperaturen als heute im Saale-Elbegebiet.

Insgesamt handelt es sich um eine Wirbeltierfauna (*Elephas antiquus*-Fauna), die allgemein nicht in geschlossenen Waldlandschaften, sondern in teilweise geöffneten Landschaften lebte. Die offenen, futterreichen, wiesensteppenartigen Landschaften waren von Vorteil für die Pflanzenfresser. Diese sind auch am häufigsten am See von Neumark Nord anzutreffen, weniger wegen der Tränke, der Suhlen, der Einstände als wegen der Salzlecken. Von mindestens 60 Elefanten liegen Skelette und Knochenfelder vor. Bis zum vollständigen Skelett liegen auch die Reste von den drei Nashörnern und vom Auerochsen vor. Einige Skelette sind mit Aktivitäten des fossilen Menschen verbunden und als Jagd- und Zerlegungsplätze zu deuten. Den Pflanzenfressern folgten die Beutegreifer und Aasfresser. Doch sind weniger ihre Reste als ihre Spuren, z. B. in Form von Koprolithen und Verbiss an den Knochen, überliefert.

Auffällig ist, dass im Klimaoptimum inmitten der warmzeitlichen *Elephas antiquus*-Fauna zwei Arten auftreten, die üblicherweise als Kaltzeitformen angesprochen werden, nämlich mit recht häufigen Resten bis zum Skelett das Wollhaarnashorn (*Coelodonta antiquitatis*) und die Schmalschädelige Wühlmaus (*Microtus gregalis*). Das spricht für die besonders starken subkontinentalen Klimaeinflüsse und die Ausdehnung steppenartiger Landschaften von Westasien bis in das mittlere Elbe-Saalegebiet. So konnten beide Arten auf diesem Wege aus ihren asiatischen kontinentalen Steppenräumen bis Neumark Nord vordringen. Mehr die Steppen als Lebensgrundlage als die Temperaturverhältnisse waren wichtig für diese beiden Arten.

Mit den großen Tierkadavern am See war auch eine reiche Arthropoden-Fauna verbunden. Auf sie gehen die Nachweise eines Dungkäfers (*Copris lunaris*) und zahlreiche Puparien der Schmeißfliege *Protophormia terraenovae* zurück (BÖHME 2001, 2010c, d).

13 Die speziellen Klima- und Umweltverhältnisse der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord

In Verbindung mit dem allgemeinen Umwelt- und Klimacharakter gehen aus speziellen geologischen, paläontologischen – vorrangig paläobotanischen – und klimatologischen Beobachtungen noch weitere besondere Charakterzüge der Warmzeit von Neumark Nord hervor. Erst nachdem die reiche Früchte- und Samenflora von D. H. Mai untersucht und in ihren Eigenheiten beurteilt wurde, können wir die besonderen Klimamerkmale der Warmzeit NN 1 sowie das Phänomen der Regressionen und Eutrophierungsphasen im Ablauf des Klimaoptimums der Warmzeit erklären. Dazu ist nochmals ein geologischer Exkurs notwendig (vgl. Abb. 1 und 2):

13.1 Die besonderen geologisch-morphologischen Merkmale des Seebeckens von Neumark Nord

Der See von Neumark Nord/NN 1 entstand auf der undurchlässigen Saalegrundmoräne in einer über mehrere Kilometer breiten, sich weit erstreckenden fossilen Talniederung. Diese wurde vor der Saalekaltzeit von der vereinigten Unstrut-Geisel geschaffen und verlief vom Geiseltal in nordöstlicher Richtung der Saale zu, indem sie sich in dieser Richtung ständig verbreiterte. Eine breite Gletscherzunge des Saale-Inlandeises stieß hier nach Süden vor und konservierte die morphologischen Verhältnisse, indem sie die Grundmoräne flächendeckend zurückließ. Auch heute bildet die Grundmoräne, obwohl sie meist vom weichselzeitlichen Löss verhüllt wird, noch im Wesentlichen die Oberfläche und hat das alte Relief erhalten. Dieses ist lediglich durch Kohlediapirismus überprägt, auch über den untersuchten Aufschluss im Tagebau hinaus. Doch haben Beckenfüllungen die Senken jeweils ausgeglichen und das alte Relief wieder hergestellt. Etwa 1 km westlich des Sees steigt – bis zur Zeit der Erschließung durch den Tagebau noch sichtbar – allmählich der ehemalige Talhang zu einer etwa 50 m höher gelegenen flachwelligen Landschaft an. Diese wird erst 5 km nördlich und nordwestlich vom Standort durch den Bach Schwarzeiche nach Nordost zur Laucha und Saale hin entwässert. Entwässerungsbahnen zur fossilen Talniederung, wo sich der See befand, gibt es nicht. Erst 2 km nordöstlich des Standorts beginnt wieder ein Bach (die Klye), der nach Nordosten fließt.

Es gab einen kleinen rezenten Wassergraben, der aus dem Gebiet des fossilen Sees nach Süden zur Geisel führte. Lediglich in dieser Richtung ist ein Ablauf überschüssigen Wassers aus dem Seebecken zur Zeit seiner Existenz anzunehmen. Auf Grund des sehr geringen Gefälles ist nicht mit einer rückschreitenden Erosion von der Geiselniederung her, die den See angezapft hätte, zu rechnen. Wir konnten sie bei den sehr vorteilhaften Aufschlussverhältnissen auch nicht nachweisen. So scheidet ein mehrfach durch Anzapfung erzeugtes Leerlaufen des Sees auch aus. Das Paläorelief und die geologischen Verhältnisse im weiten Umkreis des Seebeckens bezeugen, dass es sich bei dem See NN 1 um eine flache, mit Wasser gefüllte Delle auf der Grundmoräne gehandelt hat, die durch Braunkohlendiapirismus entstand und weiterhin durch Senkungsvorgänge so geformt wurde, dass zwar mächtige Sedimente entstanden, der See aber immer ein sehr flaches Becken mit weithin flach verlaufendem Ufersaum war. Dieser See wurde lediglich von Niederschlagswässern gespeist, die in der nahen Umgebung fielen, aber nicht durch ein größeres Fließgewässer. Er hatte also keinen nennenswerten Zufluss und keinen Durchfluss. So kamen lediglich kleine, weniger dauerhafte, je nach Niederschlag sich ändernde Fließgewässer aus der Umgebung in Frage, die das Niederschlagswasser in das Becken beförderten. Nachweislich handelte es sich immer um einen Flachwassersee.

Die 50 bis 70 m höher liegende Landschaft nordwestlich des Seebeckens NN 1 gehört zum Merseburger Buntsandsteinsattel. Die von hier in Richtung See abfließenden Niederschlagswässer lösten aus der noch relativ frischen Grundmoräne Mineralsalze aus und führten sie dem See zu. Sie stammen jedoch nicht nur aus den verwitternden Gesteinen der Grundmoräne, sondern aus salzhaltigen Sedimenten, die das Eis in den nördlich von hier gelegenen Gebieten mit Soleaufstieg aufgearbeitet und in der Grundmoräne mitgeschleppt hatte. Dafür kommen beispielsweise die Gebiete des Salzigen und Süßen Sees und der Salzke in Betracht. - (Nach einer mündlichen Mitteilung von K. Sommerwerk).

13.2 Die Reaktionen des Flachwassersees von NN 1 als Ausdruck von längerfristigen Klimaänderungen

Aus allen Beobachtungen geht hervor, dass das Gewässer NN 1 empfindlich auf Schwankungen der Temperaturmittelwerte und Niederschlagsmengen reagieren musste. Das zeigt bereits die geologische Entwicklung des Sees. Aus den Flächenkartierungen und Profilschnitten ergeben sich die Phasen dieser Entwicklung (Abb. 17 im Vergleich zu Abb. 9): Das Becken füllt sich mit Schmelz- und Niederschlagswässern während der spätglazialen Phase der Saalekaltzeit (Seephase 1, Abb. 17a). Ein durch die Wiedererwärmung erzeugtes starkes Wachstum der Vegetation führt zur vorübergehenden Verlandung des Flachgewässers (spätglaziale Verlandungsphase, Abb. 17b). In der frühen Wärmezeit erreicht der See deshalb nicht ganz seine Ausdehnung wie die Seephase 1, da der aktive Diapirismus zu einer Aufrichtung der Beckenränder führt (Seephase 2, Abb. 17c). Während der ausgehenden frühen Wärmezeit kommt es auf Grund von anhaltenden Trockenzeiten zur Ersten großen Regression (Regressionsphase 1, Abb. 17d). Sie betrifft das gesamte Seebecken. Nur im Zentrum des Beckens erhalten sich sumpfige Stellen. Die anschließende Transgression während der mittleren Wärmezeit führt zur Maximalausdehnung des Flachwassersees bis an die durch die Kartierung erfasste Abtragungsgrenze (Seephase 3, Abb. 17 e). Diese Seephase wird während der Eichenmischwaldzeit durch die Zweite und Dritte große Regression, die jeweils zu einem Restsee vom Fünftel der Ausgangsgröße des Sees führten, unterbrochen (Regressionsphase 2, Seephase 4, Regressionsphase 3 – Abb. 17f bis h). Gegen Ende der Eichenmischwaldzeit entsteht wieder der maximal ausgedehnte Flachwassersee (Seephase 5, Abb. 17i). In diesem machen sich weitere drei Trockenzeiten in der Bildung von drei Algenmuldehorizonten infolge starker Eutrophierung bemerkbar, besonders während der zweiten Hälfte der mittleren Wärmezeit (Eichen-Hainbuchen-Tannenzeit). Im weiteren spätinterglazialen Verlauf wird die See-Entwicklung durch zwei Abtragsphasen unterbrochen. Die letzte Seephase (Phase 7) führt zur endgültigen Verlandung des Sees in der Übergangszeit zur nächsten Kaltzeit.

Das durch die Fossilflora von D. H. Mai nachgewiesene subkontinentale Klima mit trocken-warmen, semiariden Sommern, einer mehrmonatigen Trockenzeit und zweigipfligen Niederschlagsverteilung im Jahresablauf muss sich also auf den Wasserhaushalt ausgewirkt haben. Umgekehrt müssen die dadurch hervorgerufenen Phänomene als besondere Klimaverhältnisse höherer Ordnung im Ablauf der warmzeitlichen Klimaentwicklung gewertet werden, nicht als beliebige „lokal, chorologisch“ oder gar „edaphisch“ bedingte nebensächliche Erscheinungen.

Bereits jahreszeitliche Schwankungen mit besonders warmen trockenen Sommern können sich im Wasserhaushalt des Flachgewässers mit stärkeren Spiegelschwankungen bemerkbar gemacht haben. Das waren durchschnittliche Klimaverhältnisse während des Klimaoptimums von NN 1. Doch längerfristige Trockenperioden mit derartigen Klimaverhältnissen und vor allem einer größeren Ausdehnung der sommerlich-frühherbstlichen Trockenzeit führten dazu, dass die Verdunstung (Evaporation und Transpiration) das Niederschlagsangebot weitgehend übertraf. Die Folge war zweifellos ein Absinken des Wasserspiegels bis zur umfassenden Regression des Gewässers mit einem breiten trockenfallenden Eulitoral. Das führte zur Anreicherung gelöster Stoffe im Seewasser und damit zu dessen starker Eutrophierung und Versalzung. Ein Überlauf bzw. Abfluss des Sees war außer Kraft gesetzt, denn trotz jahreszeitlich bedingter Zuführung von Niederschlagswässern kam es allenfalls zu einem Überschwemmen des Eulitorals. Im warm-trockenen Sommer wurden die überschüssigen Wassermengen durch die starken Verdunstungseffekte wieder aufgezehrt.

So sind die Trockenperioden, die über längere Zeit (Jahrzehnte, möglicherweise auch einige Jahrhunderte) wirksam waren, die Ursachen für die einschneidenden Unterbrechungen der See-Entwicklung von NN 1, nämlich die drei Großen Regressionen in der Eichen- und Eichenmischwaldzeit sowie die drei intensiven Eutrophierungsphasen in der Hainbuchenzeit. Die Erste große Regression betraf sogar den gesamten See. Der trocken gefallene, schluffig-feinsandige Seegrund wurde durch Deflation überprägt. Nur eine sumpfige Zone blieb im Zentrum zurück. Bei der Zweiten und Dritten großen Regression schrumpfte jeweils der See auf ein Fünftel (50 000 m²) seiner Ausgangsgröße (240 000 m²). Während der Hainbuchenzeit blieb zwar der Flachwassersee weitgehend in seiner durch die äußere Abtragungsgrenze nachweis-

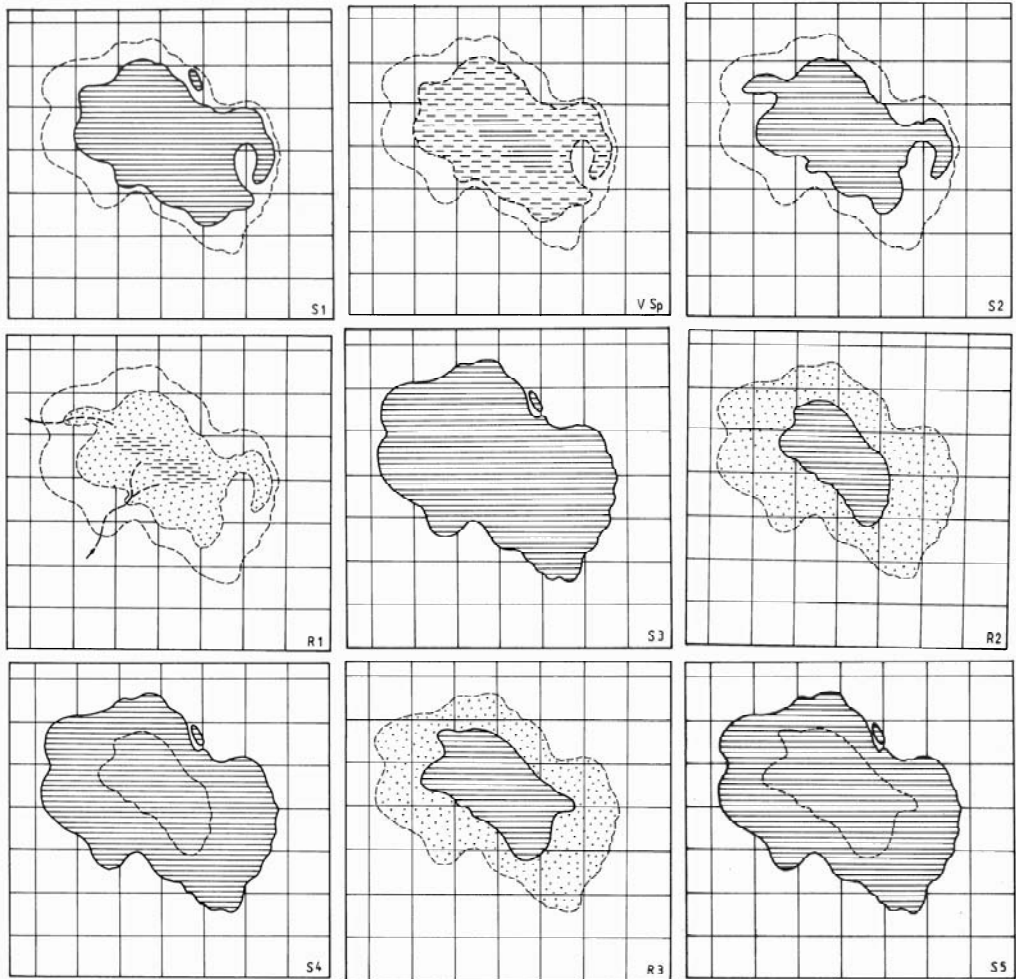


Abb. 17a bis i. Neumark Nord. Entwicklungsphasen des Gewässers im Becken NN 1 (weitere Hinweise im Text). a = Seephase 1; b = spätglaziale Verlandungsphase mit Anmoor, Sumpf im Zentrum; c = Seephase 2; d = Erste große Regression mit Hinweis auf episodische Gerinne und sumpfige Verhältnisse im Zentrum; e = Seephase 3; f = Zweite große Regression (Untere Uferzone) mit Restsee; g = Seephase 4; h = Dritte große Regression (Obere Uferzone) mit Restsee; i = Seephase 5 (D. Mania).

Fig. 17a to i. Neumark Nord. Phases of development of the lake from the basin NN 1. a = phase 1 of the lake; b = late glacial phase with swampy relations; c = phase 2; d = first large regression, e = phase 3; f = second large regression; g = phase 4; h = third large regression; I = phase 5 (D. Mania).

baren Maximalgröße erhalten. Die morphologischen Verhältnisse zeigen, dass quasi in Wasserspiegelhöhe horizontal weit nach außen verlaufendes flaches Gelände ein sehr breites Eulitoral gebildet hat, das ganz empfindlich auf die jahreszeitlich wie säkular bedingten Trockenzeiten/Trockenperioden reagiert haben muss. Die jahreszeitlichen Trockenzeiten verursachten infolge durchschnittlich starker Eutrophierung des Sees die dünnen Algenmatten im Jahresschichtenwechsel, die säkularen Trockenperioden aber infolge intensiverer Eutrophierung die drei Algenmudden-Horizonte (Eutrophierungsphasen 1 bis 3).

Übrigens konnte bei den intensiven Verdunstungsvorgängen auch deshalb ein hoher Salzgehalt im See entstehen, da offenbar, wie oben beschrieben, ein lokal bedingt höherer Salzgehalt in Partien der Grundmoräne vorhanden war und im ausgelösten Zustand eingetragen wurde. Ein erhöhter Salzgehalt des Flachwassersees von NN 1 war offensichtlich immer mit den länger andauernden Trockenperioden verbunden. Darauf verweist die auffällige Massenzunahme der drei Salzwasserostrakoden bei jeder der drei Regressionen sowie jeder der drei Phasen intensiver Eutrophierung. Dieses Phänomen lässt sich auch nur durch klimatische Einwirkungen erklären.

Die Auszählung der Jahresschichten ergab für die Dauer der Mittleren Wärmezeit, also das klimatische Optimum der Warmzeit, eine Zeit von 5500 Jahren. In dieser Zeit gab es sechs klimatisch verursachte Trockenperioden von einigen 10 bis einigen 100 Jahren Dauer. Es lassen sich durchschnittliche Abstandszeiten errechnen. Die drei Regressionen als Ausdruck solcher Trockenperioden folgten einander in Abständen von etwa 800 bis 900 Jahren, die folgenden drei Trockenperioden, die die Eutrophierungsphasen verursachten, haben Abstände von etwa 1000 Jahren.

13.3 Darstellung der Klimaverhältnisse und ihrer Änderungen im Optimum der Warmzeit NN 1 von Neumark Nord

Die besonderen durchschnittlichen Verhältnisse eines subkontinental beeinflussten Warmzeitklimas und diese Trockenperioden im klimatischen Optimum lassen sich in Diagrammen mit Hilfe der durch die Pollensukzession erfassten Vegetationsgeschichte und der Entwicklung der Landgastropoden (Mollusken) darstellen. Dem Diagramm in Abb. 18 ist die Pollensukzession (SEIFERT 1990, 2010) zugrunde gelegt. Die Vegetationsentwicklung wurde mit den sechs Trockenzeiten (Regressionen R1 bis R3, Eutrophierungsphasen Eu1 bis Eu3) in Verbindung gebracht. Die rechte Kurve zeigt den Verlauf der warmzeitlichen Waldentwicklung nur in Bezug auf die thermophilen Laubmischwälder (Pollensumme der entsprechenden Gehölzarten). Die früh- und spätinterglazialen Nadelwald- und Birkenwaldanteile wurden ausgeklammert. Das linke Diagramm betrifft den Verlauf der Summenkurven von Gräser- und Kräuterpollen. Um im Vergleich zur Kurve der Laubbäume grafisch verständlich zu wirken, wurde der Maßstab der relativen Häufigkeit der Gräser und Kräuter verdoppelt. Was im normalen Pollendiagramm nicht so deutlich erscheint, kommt hier zum Ausdruck: Trotz der allgemeinen Entwicklung thermophiler Laubmischwälder, deren Übergewicht den Schluss bewaldeter Landschaften suggeriert, sind von Beginn an bis Ende der Warmzeit konstant mit großer relativer Häufigkeit Gräser- und Kräuterpollen als Ausdruck des Vorhandenseins offener Landschaftstypen vertreten. Wir wissen aus der qualitativen Analyse, dass diese Schlussfolgerung durch Heliophyten und Steppenanzeiger bestätigt wird. Das Vorhandensein offener steppenartiger Landschaften im Früh- und ausgehenden Spätinterglazial ist uns selbstverständlich, aber nicht im Optimum des Interglazials. Doch genau das zeigt uns das Diagramm. Hier bedeuten sie einen Hinweis auf starke subkontinentale Klimateinflüsse und ein Nebeneinander von besonderen thermophilen Waldtypen und von steppenartigen Landschaften. Außerdem wird deutlich, dass die Summenkurven der Offenlandkomponente bei jeder Trockenperiode (Regressionen, intensive Eutrophierungsphasen) zusätzlich eine deutliche Häufigkeitszunahme zeigen und damit den besonderen übergeordneten Klimacharakter der Trockenperioden unterstützend kennzeichnen.

Parallel dazu verläuft die Entwicklung der Molluskenfauna (Abb. 19). In ihrem Diagramm ist die relative Individuenhäufigkeit nach ökologischen Gruppen im Verlaufe der Faunenentwicklung dargestellt. Es wurde jedoch nur die Landfauna berücksichtigt, da es sich bei unserer Betrachtung um die terrestrischen Geobiozöten handelt. Die ökologischen Gruppen betreffen die Waldfauna (Gruppe 1: echte Waldarten; Gruppe 2: Arten der Trockenwälder, Gebüsche, Waldsteppe; Gruppe 3: Arten des Au- und Sumpfwaldes), die Offenlandfauna (Gruppe 4: echte Steppenarten, Gruppe 5: allgemeine Arten der offenen Landschaft, Gruppe 6: xerotherme Arten) und summarisch die indifferenten Arten verschieden feuchter Biotope (Gruppen 7 bis 9). Auch die Faunenentwicklung wurde mit den Trockenperioden in Verbindung gebracht. Insgesamt überwiegt während der gesamten Warmzeit die Offenlandfauna. Trotz Ausbreitung thermophiler, allerdings lichter, Eichen-Steppenwälder bleibt die Waldfauna unterdrückt, und das, wohlgermerkt,

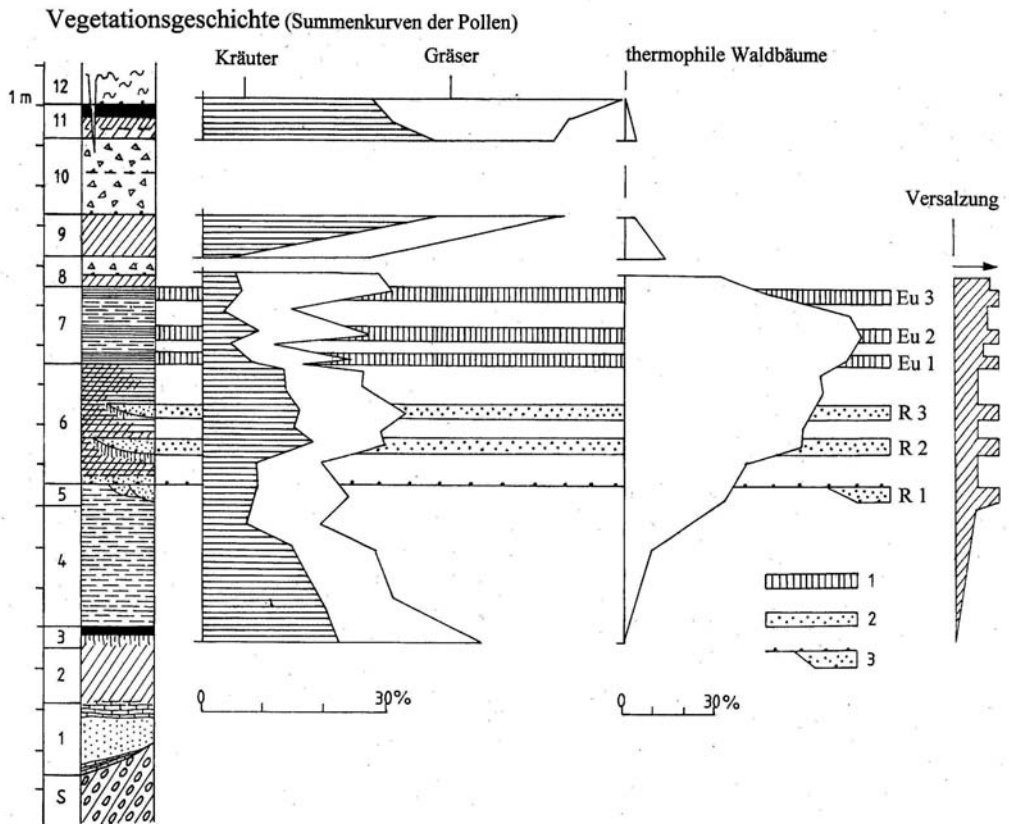


Abb. 18 Neumark Nord. Vegetationsentwicklung im Becken NN 1. Vergleich der Entwicklung der Offenlandvegetation und der thermophilen Waldbäume. R1 bis R3 = die großen Regressionsphasen, Eu1 bis Eu3 = die intensiven Eutrophierungsphasen. Parallel zu diesen Phasen der Verlauf der allgemeinen Versalzung des Gewässers (D. Mania, mit Hilfe der Pollenanalyse von SEIFERT 1990). S, 1 bis 12 = Sedimenteinheiten (vgl. Abb. 9 und im Text).

Fig. 18 Neumark Nord. Succession of the vegetation in basin NN 1. A comparison of the development of the open vegetation to the thermophilous woods and the halogenation of the lake. R1 to R3 = phases of regression, Eu1 to Eu3 = phases of intensive eutrophication. S, 1 to 12 = horizons of homogeneous sediments (compared with Fig. 9 and the text) (D. Mania; SEIFERT 1990).

in einer Niederung. Selbst in der Zeit optimaler Klimaentwicklung wird die maximale Häufigkeit der Offenlandkomponente kaum beeinträchtigt. Das steht im Widerspruch zur Waldentwicklung nach Aussage der Pollenanalyse, wenn wir mit dem Diagramm der Abb. 18 vergleichen. Nicht nur allein die Anwesenheit echter Steppenfaunen neben der Waldfauna im Warmzeitoptimum, sondern auch diese markant hohe Individuenhäufigkeit der Offenlandfauna sind ein besonderes Charakteristikum der Warmzeit von Neumark Nord 1 anderen mittel- und jungpleistozänen Interglazialen des Elbe-Saalegebietes gegenüber. Wie stattdessen die allgemeine Entwicklung der Landfauna in einem atlantisch geprägten Interglazial verläuft, zeigt die eemzeitliche Sukzession aus dem Travertin von Burgtonna (nach MANIA 1978). Dieser Travertin befindet sich wie Neumark Nord im Kern des Mitteldeutschen Trockengebietes: Die Waldfauna überwiegt.

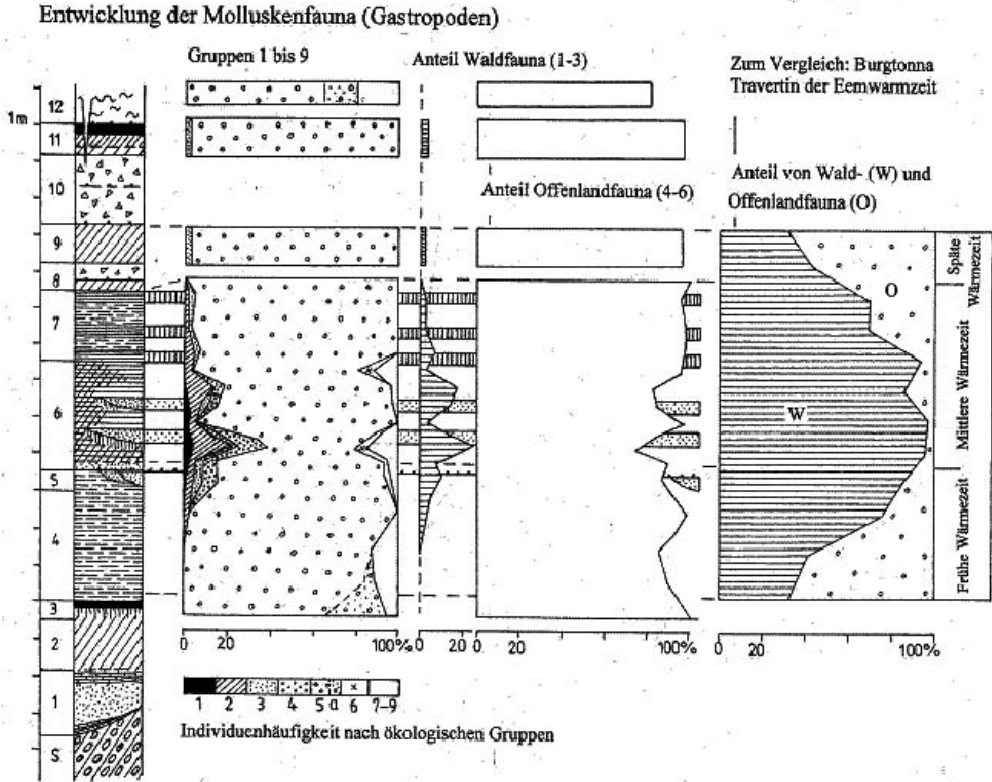


Abb. 19 Neumark Nord. Entwicklung der Molluskenfauna im Becken NN 1. Regressions- und Eutrophierungsphasen wie Abb. 19, S. 1 bis 12 Sedimenteinheiten (vgl. Abb. 9 und Text). Ökologische Gruppen: 1 = Waldarten, 2 = Arten des Trockenwaldes, Gebüschs, der Waldsteppe; 3 = Sumpf- und Auwaldarten; 4 = Steppenarten; 5 = allgemeine Arten der offenen Landschaft; 6 = Arten xerothermer Standorte; 7 bis 9 = Arten verschieden feuchter Standorte. Die Wasserarten (Gruppe 10) wurden ausgeschlossen. Die Faunenentwicklung ist beispielhaft für ein subkontinentales, warm-trockenes Warmzeitklima. Das wird besonders deutlich im Vergleich mit der Faunenentwicklung eines atlantischen, warm-humiden Interglazials (Eemwarmzeit) (D. Mania).

Fig. 19 Neumark Nord. Succession of molluscan fauna in basin NN 1. R1 to R3, Eu1 to Eu3 = phases of regression and intensive eutrophication. S. 1 to 12 = horizons of homogeneous sediments (compared with Fig. 9 and the text). Ecological groups: 1 = typical forest species; 2 = species of dry forests, shrub formations, wood steppe; 3 = species of moist woods; 4 = species of the steppe; 5 = common species of the open landscape; 6 = xerothermic species; 7 to 9 = species of different moist habitats (without 10: aquatic species). The development demonstrates the influence of a subcontinental climate and the periods of dry climate. Right: compared with an atlantic interglacial (Eemian, Burgtonna) (D. Mania).

14 Zusammenfassung

MANIA, D.; MAI, D. H.; SEIFERT-EULEN, M.; THOMAE, M.; ALTERMANN, M.: Der besondere Umwelt- und Klimacharakter der spätmittelpleistozänen Warmzeit von Neumark Nord (Geiseltal). – *Hercynia N. F.* 43 (2010): 203–256.

Zwischen Saale- und Warthevereisung entstand durch Kohlediapirismus das Seebecken von Neumark Nord 1. In ihm wurde eine warmzeitliche limnisch-telmatische Abfolge abgelagert. Die geologisch-sedimentologische Entwicklung sowie die Vegetations- und Faunenentwicklung lassen einen besonderen

Klima- und Umweltcharakter dieser intrasälezeitlichen Warmzeit von Neumark Nord erkennen. Dieser besondere Charakter der Warmzeit besteht vor allem während ihres Optimums in einem starken subkontinentalen Klimaeinfluss. Für die dadurch gekennzeichnete Flora konnten mit Hilfe von über 200 determinierten Arten einer fossilen Karpoflora ein *Aceri tatarici-Quercion* (Tatarenahorn-Eichen-Steppenwälder) als ein Verband der Ordnung der xerothermen *Quercetalia pubescentis* sowie Schwingel-Steppen (*Festuco-Brometea*) nachgewiesen werden. Dieses Resultat geht weit über die Aussagemöglichkeiten der Pollenanalyse hinaus. Pollenanalytisch wurde die allgemeine Grundsukzession nachgewiesen, die gewisse Ähnlichkeiten zum „Eem-Typus“ zeigt, ohne ein „typisches Eem“ zu sein. Es gibt deutliche Unterschiede zur Eem-Sukzession. Gewisse Bestätigungen der Aussagen der Karpoflora ermöglicht die Molluskenfauna. Die Vegetationsgesellschaften von Neumark Nord finden ihre Entsprechungen heute in den Waldsteppen der pannonischen Tiefebene und in den Waldsteppen- und Steppengebieten Südrusslands. Im Vergleich mit diesen Gebieten und ihren Klimaverhältnissen lässt sich für die Warmzeit von Neumark Nord ein allgemein subkontinentales Klima mit besonders warmen semiariden Sommern nachweisen. Im Sommer- und Frühherbst kam es zu einer eineinhalb- bis dreimonatigen Trockenzeit, die gelegentlich auch zur Dürre führte. Die jährliche Niederschlagsmenge von etwa 500 mm war im Jahresablauf zweigipflig verteilt, was die trockenen Sommer noch begünstigte. Die mittleren Temperaturen des Jahres und des wärmsten Monats lagen 3 bis 5 °C über den gegenwärtigen Werten im Untersuchungsgebiet. Die Januarmittel betragen etwa –2 bis 0 °C.

Es handelte sich um einen Flachwassersee, der lediglich von Niederschlagswässern gespeist wurde. Insofern reagierte er empfindlich auf übergeordnete Änderungen des Klimas. Besonders länger dauernde Trockenperioden führten zu hohen Verdunstungseffekten, dadurch bedingt zu Regressionen und Eutrophierungen einschließlich stärkerer Versalzung des Gewässers. Im Klimaoptimum (Mittlere Wärmezeit, Eichenmischwaldzeit und Hainbuchenzeit), das auf Grund ausgezählter Jahresschichten etwa 5500 Jahre andauerte, lassen sich drei Regressionen und drei Phasen besonders intensiver Eutrophierungen nachweisen. Sie gehen auf die Auswirkungen von sechs Trockenperioden zurück, die den allgemeinen Klimagang dieser Zeit unterbrachen. Es handelt sich bei dem allgemeinen Klima der Warmzeit wie ihren Trockenperioden nicht um lokale Phänomene, sondern um die Auswirkungen übergeordneter Klimaänderungen. Damit unterscheidet sich die intrasälezeitliche Warmzeit von Neumark Nord eindeutig von den bisher bekannten mittelpleistozänen Warmzeiten und besonders der jungpleistozänen atlantisch-humiden Eemwarmzeit in Mitteleuropa.

Allein die geologisch-stratigrafischen und strukturellen Verhältnisse sprechen gegen eine Zuordnung der Warmzeit von Neumark Nord 1 (NN 1) in die Eemwarmzeit. Sie lassen sich nicht beliebig um- oder wegdeuten. Auch zweitrangige, erst auf dem Wege der geologischen Stratigrafie datierte Indizien lassen nicht einfach einen geologischen Befund umordnen. Die Komplexanalyse, die von der Arbeitsgruppe Bilzingsleben-Neumark Nord am paläobotanischen, paläofaunistischen, paläoökologischen und klimatologischen Befund vorgenommen wurde, bestätigt den geologischen Befund. Sie ermöglicht es, diese intrasälezeitliche Warmzeit so umfassend und spezifisch-individuell zu charakterisieren, wie es für geohistorisch-stratigrafische Anforderungen notwendig ist. „Der Fossilreichtum der Sedimentfolge, die besonderen Vegetations- und Klimaverhältnisse sowie das Auftreten von pleistozän-archäologischen Funden im Schichtverband zeigen, wie bedeutend dieses neue Interglazial im Tagebau Neumark-Nord ist. Einer Datierung dieses Interglazials ins Eemium widersprechen eindeutig die geologischen Indizien und spezifischen biostratigrafischen Befunde. Eine Datierung in das Eem auf formalem Wege ist abzulehnen, erst recht, wenn sie, wie von LITT (2007), in folgender Weise rein schematisch festgelegt wird: „Aufgrund der Beziehungen zwischen Lithostratigrafie und Biostratigrafie in der Typusregion und im gesamten Gebiet der nordischen Vereisung existiert nur ein Interglazial zwischen Drenthe und Frühweichsel, das Eem. Dies betrifft auch die Einstufung des Interglazials von Neumark-Nord“. – Die von unserer Forschungsgruppe erzielten Ergebnisse liefern viele Argumente gegen diese Ansicht. Wir benutzen daher für das neue Interglazial innerhalb des Saale-Komplexes die Bezeichnung „Neumark-Nord-Interglazial“ (MAI 2008).

15 Literatur

- ALTERMANN, M. (1990): Kennzeichnung der fossilen Böden im Quartärprofil von Neumark Nord. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 145 – 148.
- ALTERMANN, M. (2010): Der fossile Bodenkomplex. – S. 46 – 62. In: MANIA, D.; THOMAE, M.; ALTERMANN, M.: Der fossile See von Neumark Nord. – In: MELLER, H. (Hrsg.): Elefantenreich. Eine Fossilwelt in Europa. – Begleitband zur Sonderausstellung im Landesmuseum für Vorgeschichte Halle 2010. 695 S.
- BÖHME, G. (2001): Fossile Insektenreste aus den interglazialen Beckenablagerungen von Neumark-Nord bei Merseburg. – *Præhistoria Thuringica* **6/7**: 92 – 97. Artern.
- BÖHME, G. (2010a): Reste von Fischen aus der interglazialen Sedimentfolge von Neumark-Nord bei Merseburg. – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 289 – 303.
- BÖHME, G. (2010b): Reste von Amphibien und Reptilien aus der interglazialen Schichtenfolge von Neumark-Nord bei Merseburg. – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 305 – 315.
- BÖHME, G. (2010c): Reste von Fliegenpuppen (Diptera: Calliphoridae) aus den interglazialen Beckenablagerungen von Neumark-Nord bei Merseburg (Sachsen-Anhalt). – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege Sachsen-Anhalt **62**: 317 – 321.
- BÖHME, G. (2010d): Ein bemerkenswerter Insektenfund (*Copris lunaris* LINNAEUS, 1758, Coleoptera, Scarabaeidae) aus den interglazialen Beckenablagerungen von Neumark-Nord bei Merseburg (Sachsen-Anhalt). – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 323 – 326.
- DÖHLE, J. (1990): Osteologische Untersuchungen am Ur (*Bos primigenius* BOJANUS, 1872) von Neumark Nord. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 177 – 192.
- DÖHLE, J. (2010): Die Vogelreste des Interglazials von Neumark Nord. – S. 477 – 482. In: MELLER, H. (Hrsg.): Elefantenreich. Eine Fossilwelt in Europa. – Begleitband zur Sonderausstellung im Landesmuseum für Vorgeschichte Halle 2010. 695 S.
- ERD, K. (1997): Pollenanalytische Datierung des Seekalk / Fundhorizontes von Bilzingsleben. – „Bilzingsleben V“: 107 – 112. Bad Homburg, Leipzig.
- FISCHER, K. (2001): Ein Höhlenlöwenskelett (*Panthera spelaea* GOLDFUSS, 1810) aus interglazialen Sedimenten der Saalezeit von Neumark Nord. – *Præhistoria Thuringica* **6/7**: 98 – 102. Artern.
- FISCHER, K. (2003a): Hüftgelenksdysplasie bei einem Waldelefanten (*Elephas antiquus*) aus einer Intrasaale-Warmzeit von Neumark Nord. – *Præhistoria Thuringica* **9**: 104 – 198. Artern.
- FISCHER, K. (2003b): Stoßzahnmalie bei einem Waldelefanten (*Elephas antiquus* FALCONER & CAUTLEY, 1847) aus mittelpleistozänen warmzeitlichen Ablagerungen von Neumark Nord. – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **57**: 199 – 201.
- FISCHER, K. (2004): Die Waldelefanten von Neumark Nord und Gröbern. – *Præhistoria Thuringica* **10**: 47 – 62. Artern.
- FISCHER, K. (2010a): Die Skelette der Waldelefanten (*Elephas antiquus* FALCONER & CAUTLEY, 1847) aus den interglazialen Ablagerungen von Neumark-Nord (Geiseltal) und Gröbern in Sachsen-Anhalt, Deutschland. – Unveröff. Ms.
- FISCHER, K. (2010b): Ein Löwenskelett (*Panthera spelaea* GOLDFUSS, 1810) aus interglazialen Seesedimenten der Saale-Zeit von Neumark-Nord bei Merseburg. Die Waldelefanten von Neumark-Nord und Gröbern. Hüftgelenksdysplasie bei einem Waldelefanten (*Elephas antiquus*) aus einer Intrasaale-Warmzeit von Neumark-Nord. – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 339 – 380.
- FRITSCH, K. von (1898): Ein alter Wasserlauf der Unstrut von der Freyburger nach der Merseburger Gegend. – *Z. Naturwiss.* **71**: 17 – 36.
- GRUBE, R. (2003): Pflanzliche Nahrungsreste der fossilen Elefanten und Nashörner aus dem Interglazial von Neumark-Nord (Geiseltal). – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege Sachsen-Anhalt **57**: 221 – 233.
- HEINRICH, W. D. (1990): Nachweis von *Lagurus lagurus* (PALLAS, 1773) für das Pleistozän von Neumark Nord. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 167 – 175.
- HEINRICH, W. D. (1998): Weitere Funde von Kleinsäugetieren aus dem Travertinkomplex Bilzingsleben II in Thüringen. – *Præhistoria Thuringica* **2**: 89 – 95. Artern.
- HEINRICH, W. D. (2001): Kleinsäugerreste aus interglazialen Ablagerungen von Neumark Nord, Mitteldeutschland. – *Præhistoria Thuringica* **6/7**: 132 – 138. Artern.
- HEINRICH, W. D. (2010): Kleinsäugerreste aus den pleistozänen Beckenablagerungen von Neumark-Nord 1. – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 327 – 337.
- JECHOREK, H. (2000): Die fossile Flora des Reinsdorf-Interglazials. Paläokarpologische Untersuchungen an mittelpleistozänen Ablagerungen im Braunkohlentagebau Schöningen. – *Præhistoria Thuringica* **4**: 7 – 17. Artern.
- KARELIN, P. G. (1997): Untersuchungen zur Datierungsanwendung des 325°C-TL-Peaks in Quarzen aus dem nördlichen Vereisungsgebiet Deutschlands. – Dissertation, Univ. Heidelberg.

- KLIE, W. (1938): Krebstiere oder Crustacea III: Ostracoda, Muschelkrebse. – DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile **34**: 230 S., Jena.
- KREMENETSKI, K. V. (2000): Neumark Nord. Results of pollen analysis (NN 2). Berichtsmanuskript, Moskau.
- LITT, T. (1994): Paläoökologie, Paläobotanik und Stratigraphie des Jungpleistozäns im nordmitteleuropäischen Tiefland. – Diss. Botanicae **227**: 185 S., Stuttgart.
- LITT, T. (Hrsg.) (2007): Stratigraphie von Deutschland – Quartär. – Eiszeitalter und Gegenwart **56**: 1 – 138.
- MADE, J. van der (2000): A preliminary note on the rhinos from Bilzingsleben. – Praehistoria Thuringica **4**: 41 – 64. Arten.
- MADE, J. van der (2010): The rhinos from the Middle Pleistocene of Neumark-Nord (Saxony-Anhalt). – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 433 – 527.
- MAI, D. H. (1983): Die fossile Pflanzenwelt des interglazialen Travertins von Bilzingsleben. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **36**: 45 – 129.
- MAI, D. H. (1988): Einige exotische Gehölze in den Interglazialfloren der Mitteleuropäischen Florenregion. – Feddes Repertorium **99**: 419 – 461.
- MAI, D. H. (1990a): Zur Flora des Interglazials von Neumark-Nord, Kr. Merseburg. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 159 – 160.
- MAI, D. H. (1990b): Die Flora des Interglazials von Grabschütz (Kreis Delitzsch). – Altenburger Naturwiss. Forschungen **5**: 116 – 137.
- MAI, D. H. (1992): Über einige Steppen- und Salzpflanzen in sächsisch-thüringischen Interglazialen und ihre Bedeutung. – Gleditschia **20**: 57 – 85.
- MAI, D. H. (2000): Fossile Floren und Geschichte der Vegetation im Quartär der Vereisungsgebiete nördlich der deutschen Mittelgebirge. Museo **16**: 76 – 93.
- MAI, D. H. (2008): Die Interglazialflora von Neumark Nord (NN 1). – Ms.
- MAI, D. H. (2010): Karpologische Untersuchungen in einem Interglazial von Neumark-Nord (Geiseltal). – Palaeontographica, Abt. B: Paläophytologie **282**: 99 – 187.
- MANIA, D. (1967): Pleistozäne und holozäne Ostrakodengesellschaften aus dem ehemaligen Ascherslebener See. – Wiss. Zschr. Univ. Halle, M, **16**: 501 – 550.
- MANIA, D. (1973): Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften. – Geologie **21**, Beih. **78/79**: 1 – 175.
- MANIA, D. (1978): Die Molluskenfauna aus dem Travertin von Burgtonna in Thüringen. – Quartärpaläontologie **3**: 69 – 85.
- MANIA, D. (2000): Zur Paläontologie des Interglazials von Neumark Nord (Geiseltal). – Praehistoria Thuringica **4**: 67 – 94. Arten.
- MANIA, D. (2010a): Zur Einordnung der Warmzeit von Neumark-Nord und ihrer Elefanten-Fauna in den Ablauf der Erdgeschichte. – S. 64 – 69. In: MELLER, H. (Hrsg.): Elefantenreich. Eine Fossilwelt in Europa. – Begleitband zur Sonderausstellung im Landesmuseum für Vorgeschichte Halle 2010. 695 S.
- MANIA, D. (2010b): Zur Geologie und Stratigraphie der pleistozänen Beckens von Neumark Nord im Geiseltal und der Charakter ihrer Warmzeiten. – Ms.
- MANIA, D.; ALTERMANN, M.; BÖHME, G.; ERD, K.; FISCHER, K.; HEINRICH, W.-D.; KREMENETSKI, K. V.; MADE, J. van der; MAI, D. H.; MUSIL, R.; PIETRZENIUK, E.; SCHÜLER, T.; VLCEK, E.; STEINER, W. (2003): Die Travertine in Thüringen und im Harzvorland. – Hallesches Jahrbuch für Geowiss. Beiheft **17**: 1 – 83.
- MANIA, D.; ALTERMANN, M.; BÖHME, G.; BÖTTGER, T.; BRÜHL, E.; DÖHLE, H.-J.; ERD, K.; FISCHER, K.; FUHRMANN, R.; HEINRICH, W.-D.; GRUBE, R.; KARELIN, P. G.; KARL, V.; KOLLER, J.; KREMENETSKI, K. V.; LAURAT, T.; MADE, J. van der; MAI, D. H.; MANIA, U.; MUSIL, R.; PFEIFFER-DEML, T.; PIETRZENIUK, E.; RAPPILBER, I.; SCHÜLER, T.; SEIFERT-EULEN, M.; THOMAE, M. (2010): Quartärforschung im Tagebau Neumark-Nord, Geiseltal (Sachsen-Anhalt) und ihre bisherigen Ergebnisse. – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 527 S.
- MANIA, D.; MAI, D. H. (1969): Warmzeitliche Mollusken und Pflanzenreste aus dem Mittelpleistozän des Geiseltales. – Geologie **18**: 674 – 690.
- MANIA, D.; THOMAE, M.; LITT, T.; WEBER, T.; ALTERMANN, M.; SEIFERT, M.; MAI, D. H.; FUHRMANN, R.; PIETRZENIUK, E.; HEINRICH, W.-D.; DÖHLE, H.-J.; GÖRSDORF, J.; ERFURT, J.; HEUSSNER, K.-U. (1990): Neumark – Gröbern. Beiträge zur Jagd des mittelpaläolithischen Menschen. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 1 – 319.
- MANIA, D.; THOMAE, M.; ALTERMANN, M.; HEINRICH, W. D.; MADE, J. van der; MAI, D. H.; SEIFERT-EULEN, M. (2008): Zur stratigraphischen Gliederung der Saalezeit im Saalegebiet und Harzvorland. – Praehistoria Thuringica, Sonderh. 2008: 1 – 42.
- PFEIFFER, T. (1998): Die fossilen Damhirsche von Neumark-Nord – *Dama dama geiselana* n. ssp. – Eiszeitalter u. Gegenwart **48**: 72 – 86.

- PFEIFFER, T. (1999): Sexualdimorphismus, Ontogenie und innerartliche Variabilität der pleistozänen Cervidenpopulationen von *Dama dama geiselana* PFEIFFER, 1998 und *Cervus elaphus* L. (Cervidae, Mammalia) aus Neumark-Nord. – Berliner geowiss. Abh. **E 30**: 297 – 313.
- PIETRZENIUK, E.; FUHRMANN, R. (1990): Die Aussage der Ostrakodenfauna des Interglazials von Neumark-Nord. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 161 – 166.
- ROTHMALER, W. (unter Mitarbeit von FÖRSTER, H.; LEMKE, W.; PÜSCHEL, E.; REICHENBACH, H.; SCHUBERT, R.) (1952): Exkursionsflora. 366 S.
- SCHOCH, W. (2010): Die Holzfunde von Neumark-Nord 1. – S. 157–170. In: MELLER, H. (Hrsg.): Elefantenreich. Eine Fossilwelt in Europa. – Begleitband zur Sonderausstellung im Landesmuseum für Vorgeschichte Halle 2010. 695 S.
- SEIFERT, M. (1990): Ein Interglazial von Neumark-Nord (Geiseltal) im Vergleich mit anderen Interglazialvorkommen in der DDR. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 149 – 158.
- SEIFERT-EULEN, M. (2010): Vegetationsgeschichte des Interglazials von Neumark-Nord (Becken NN 1). – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 267 – 272.
- STRNADOVÁ, K. (1964): Beitrag zur Ökologie von Laubholzarten (*Quercus pubescens* WILLD. und *Cornus mas* L.) im xerothermen Gebiet Mittelböhmens. – Preslia **36**: 127 – 143. Praha.
- THOMAE, M. (1990): Geologischer Aufbau und Lagerungsverhältnisse des Quartärprofils von Neumark-Nord. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle **43**: 113 – 143.
- THOMAE, M. (2003): Mollisoldiapirismus – Ursache für die Erhaltung der Fundstätte Neumark-Nord (Geiseltal). – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **57**: 601 – 605.
- THOMAE, M.; RAPPSILBER, I. (2010): Beitrag zur Klärung der Lagerungsverhältnisse des Quartärs im Tagebau Neumark-Nord. – Veröff. Landesamtes Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt **62**: 71 – 80.
- WANS, S.; STRAHL, J. (2010): Diskussion um die Quartärstratigraphie von Neumark Nord beendet. – GMT Geowiss. Mitt. **40** (Juni 2010): 57 – 58.

Manuskript angenommen: 12. Oktober 2010

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Dietrich Mania
Landesmuseum für Vorgeschichte, Richard Wagner-Str. 9, D-06114 Halle (Saale)
privat: Forstweg 29, D-07745 Jena

Prof. Dr. Dieter Hans Mai
Museum für Naturkunde, Zentralinstitut der Humboldt-Universität Berlin, Abt. Paläontologie
Invalidenstr. 43, D-10115 Berlin.

Dipl. Ing (FH) Maria Seifert-Eulen
Demantiusweg 6, D-09599 Freiberg/Sachsen

Dr. Matthias Thomae
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Postfach 156, D-06035 Halle (Saale)

Prof. Dr. Manfred Altermann
Büro für Bodenökologie, Bodenkartierung und Bodenschutz, Wilhelm Raabe-Str 9, D-06118 Halle (Saale)