

# VEGETATIONSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN AN MITTEL- UND JUNGPLEISTOZÄNEN ABLAGERUNGEN DES NEUWIEDER BECKENS (MITTELRHEIN)

<p>1. EINLEITUNG ..... 84</p> <p>2. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET ..... 84  2.1 Lage S. 84. – 2.2 Geologie S. 86. – 2.3  Klima S. 87. – 2.4 Vegetation S. 87.</p> <p>3. MATERIAL UND METHODEN ..... 88  3.1 Geländearbeiten S. 88. – 3.2 Laborarbeiten  S. 90. – 3.3 Auswertung S. 90. – 3.4 Ver-  zeichnis der verwendeten Abkürzungen und  Signaturen S. 91.</p> <p>4. DIE TONGRUBE KÄRLICH ..... 93  4.1 Lage S. 93. – 4.2 Forschungsgeschichte und  Beschreibung des Gesamtprofils S. 93.  – 4.3 Zonierung der Pollenprofile Kärlich A-E  S. 96. – 4.4 Profil Kärlich A S. 97. – 4.4.1 Strati-  graphie. – 4.4.2 Diagrammbeschreibung. 4.5  Profil Kärlich B S. 100. – 4.5.1 Stratigraphie. –  4.5.2 Diagrammbeschreibung. – 4.6 Profil  Kärlich C mit Fundschicht S. 102. – 4.6.1 Strati-  graphie. – 4.6.2 Diagrammbeschreibung. – 4.7  Profil Kärlich D S. 104. – 4.7.1 Stratigraphie. –  4.7.2 Diagrammbeschreibung. – 4.7.3 Kon-  zentrationen-Diagramm. – 4.8 Profil Kärlich E  S. 108. – 4.8.1 Stratigraphie. – 4.8.2 Dia-  grammbeschreibung. – 4.9 Makroreste S. 112.  – 4.9.1 Hölzer und Holzkohlen der Fund-  schicht. – 4.9.2 Früchte, Samen und sonstige  Makroreste. – 4.10 Vegetationsentwicklung S.  123. – 4.10.1 Die EMW-Zeit (Z1-Z3). – 4.10.2  Die Carpinus-EMW-Zeit (Z4-Z7). – 4.10.3  Die Pinus-Zeit (Z8). – 4.10.4 Die Waldlose Zeit  I (Z9-Z10), Mülheim I-Stadial. – 4.10.5 Die  Pinus-Picea-Quercus-Zeit (Z11), Kettiger  Interstadial. – 4.10.6 Die Waldlose Zeit II  (Z12-Z14), Mülheim II-Stadial. – 4.11 Die  Gewässerentwicklung S. 131. – 4.12 Der Kli-  maverlauf S. 134. – 4.13 Datierung S. 134. –  4.13.1 Geologische und physikalische Datie-  rungen. – 4.13.2 Vegetationsgeschichtliche  Datierung. – 4.14 Gesamtartenliste S. 145.</p>	<p>5. DIE VULKANE TÖNCHESBERG UND  SCHWEINSKOPF ..... 156  5.1 Lage S. 156. – 5.2 Entstehung S. 156. – 5.3  Profilbeschreibung S. 156. – 5.3.1 Tönches-  berg. – 5.3.2 Schweinskopf. – 5.4 Datierung.  S. 159. – 5.4.1 Tönchesberg. – 5.4.2 Schweins-  kopf. – 5.5 Vegetationsgeschichtliche Ergeb-  nisse S. 160. – 5.5.1 Tönchesberg. – 5.5.2  Schweinskopf. – 5.6 Diskussion S. 163.</p> <p>6. DER FUNDPLATZ MIESENHEIM I ..... 164  6.1 Lage S. 164. – 6.2 Profilbeschreibung S.  164. – 6.3 Datierung S. 165. – 6.4 Vegeta-  tionsgeschichtliche Ergebnisse S. 165.</p> <p>7. DIE KIESGRUBE ARIENDORF ..... 167  7.1 Lage S. 167. – 7.2 Profilbeschreibung S.  168. – 7.3 Datierung S. 168. – 7.4 Vegetations-  geschichtliche Ergebnisse S. 171.</p> <p>8. ZUSAMMENFASSUNG ..... 171</p> <p>9. ANHANG ..... 174  Tab. 12: Verzeichnis der Tiefen sowie  der gezählten Pk und Sp der Profile  Kärlich A-D  Tab. 13: Verzeichnis der Tiefen sowie der  gezählten Pk und Sp des Profils  Kärlich E  Verzeichnis der außerhalb der Zählung  gefundenen Pk und Sp ..... 176</p> <p>10. LITERATURVERZEICHNIS ..... 183</p> <p>BEILAGEN 2 -10: Pollendiagramme</p>
--	---



## 1. EINLEITUNG

Das Neuwieder Becken ist ein tektonisches Senkungsgebiet im Zentrum des Rheinischen Schiefergebirges. Es ist Teil des Westeuropäischen Riftsystems, einer großen Bruchzone, die vom Rhônetal durch die Burgundische Pforte in die Oberrheinebene und über das Neuwieder Becken in die Niederrheinische Bucht verläuft. Von dort setzt sie sich im Holländischen Zentralgraben nach Norden bis in die Nordsee fort. Bei der seit dem Eozän mit wechselnder Intensität andauernden Hebung der Rheinischen Masse kam es zu Brüchen in der Erdkruste und zur Zerteilung der Rumpffläche in Schollen verschiedener Höhenlage. Der weitere Anstieg der Rumpffläche bei gleichzeitigem Absinken der Niederrheinischen Bucht und des Neuwieder Beckens führte dazu, daß tertiäre und quartäre Gesteine durch verstärkte Erosion abgetragen wurden. Sie konnten sich nur in Depressionen wie dem Neuwieder Becken erhalten. Damit stellt dieses eine Sedimentfalle dar, in der sich über devonischem Untergrund tertiäre Tone und quartäre Schotter sowie Löss befinden. Durch die bis heute andauernde Tektonik wurden diese Sedimente verworfen und verstellt.

Desweiteren begründete die Tektonik den quartären Vulkanismus, der vor allem in der Osteifel viele Vulkane entstehen ließ. Nach deren Erlöschen bildeten sich in den Kratern z.T. kleine Seen, an deren Ufer die damaligen Menschen geeignete Lagerplätze vorfanden. In den Kaltzeiten wurden diese Lagerplätze mit Löss bedeckt, in den bei Ausbrüchen anderer Vulkane Trasse (Aschelagen), Bimse (feinkörniges, poröses Material) und Tuffe (gröbere Steinchen) eingeschaltet wurden. Auf Grund der industriellen Nutzung der tertiären Tone, der quartären Schotter und Kiese sowie der vulkanischen Schlacken werden immer wieder solche unter einer schützenden Sedimentschicht liegenden Lagerplätze entdeckt, die wichtige Zeugnisse des urgeschichtlichen Menschen im Rheinland darstellen.

Um ein möglichst umfassendes Bild der damaligen Umweltbedingungen zu erhalten, wurde 1987 ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben begonnen. Dabei sollten die verschiedenen Fundplätze unter anderem auch paläobotanisch untersucht werden. Erste Arbeiten aus diesem Bereich stammten von Urban 1978b, 1983 und in Bosinski et al. 1980 (Fundplatz Kärlich) sowie Urban in Boscheinen et al. 1984 (Fundplatz Miesenheim I). Poplin berichtete in Brunnacker et al. 1975 von einigen Blattabdrücken in einem Tuff der Kiesgrube Ariendorf.

Ziel dieses interdisziplinären Forschungsvorhabens war es, die Pleistozänstratigraphie am Mittelrhein zu verbessern sowie die Geschichte des paläolithischen Menschen und seiner Umwelt im Rheinland zu erhellen. Das Hauptaugenmerk der vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen war dabei auf die Torfe und Mudden der Kärlicher Warmzeit in der Tongrube Kärlich gerichtet. Erste Ergebnisse wurden im Rahmen einer Diplomarbeit erzielt (Profile Kärlich A und B, erste Makrorestuntersuchungen), Bittmann 1988. Mit der vorliegenden Dissertation sollten die Untersuchungen intensiviert und weitgehend abgeschlossen werden. Dabei stand das Ziel im Vordergrund, die zeitliche Stellung des »Kärlicher Interglazials« innerhalb des Pleistozäns zu klären und eine Rekonstruktion der damaligen Vegetation zu versuchen. Daneben sollten die Fundplätze Tönchesberg, Schweinskopf/Karmelenberg, Miesenheim I und Ariendorf paläobotanisch betreut werden.

## 2. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

### 2.1 Lage

Das Neuwieder Becken (65-120m NN) stellt zusammen mit dem westlich anschließenden Maifeld und der Pellenz eine rund 20×30km<sup>2</sup> große Beckenlandschaft im Zentrum des Mittelrheingebietes dar (Bosinski 1983). Dabei handelt es sich um ein tektonisches Senkungsgebiet im unterdevonischen Rumpf



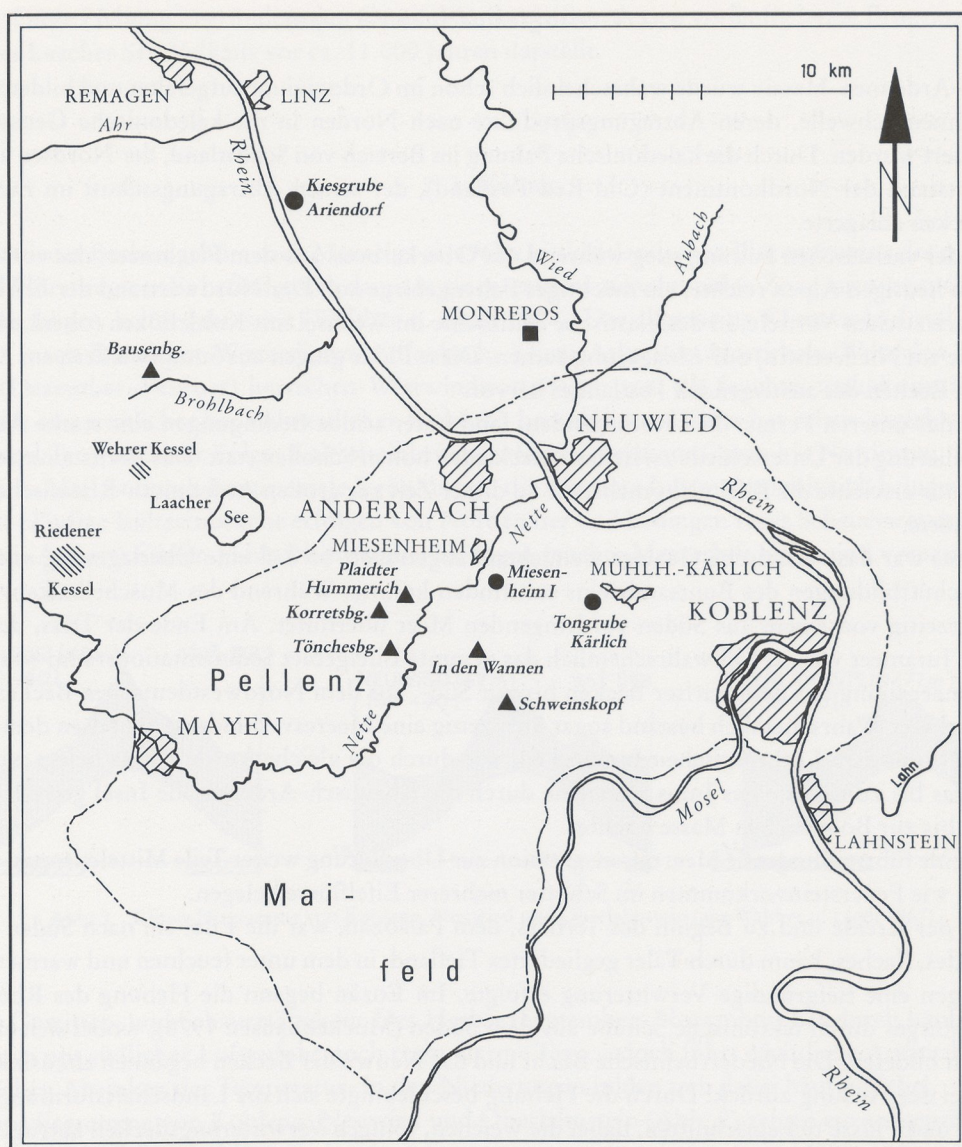


Abb. 1 Lage des Untersuchungsgebietes.

des Rheinischen Schiefergebirges (Mückenhausen 1959). Es entstand, wo sich der mindestens seit dem Eozän absinkende Moseltrog mit dem seit dem Oligozän einbrechenden Rheintrog kreuzt. Beide sind rund 100-200m tief eingesunken. Dieses addiert sich im Neuwieder Becken zu einer Tiefe von 350m (Meyer 1986).

Das Rheinische Schiefergebirge besteht aus dem linksrheinischen Hunsrück im Süden und dem Eifel-Ardennen-Massiv mit dem Hohen Venn (Belgien) im Westen und Nordwesten des Neuwieder Beckens. Rechtsrheinisch gehören der Taunus im Südosten, der Westerwald im Osten mit dem Siebengebirge im Norden und Nordosten sowie das daran anschließende Bergische Land und das Sauerland mit dem Rothaargebirge dazu.



## 2. 2 Geologie (nach Meyer 1986)

Das Eifel-Ardennen-Massiv wurde wahrscheinlich schon im Ordovizium aufgefaltet und bildete im Silur die Ardennen-Schwelle, deren Abtragungsprodukte nach Norden in die kaledonische Geosynklinale transportiert wurden. Durch die kaledonische Faltung im Bereich von Schottland, der Nordsee und Norwegen entstand der Nordkontinent (Old-Red-Festland), der seinen Abtragungsschutt im rheinischen Devonbecken ablagerte.

Im Zuge der variszischen Faltung stieg während des Oberkarbons aus dem Flachmeer, das von England bis zu den heutigen Alpen reichte, ein mächtiges Faltengebirge auf. Der Nordwestrand der Eifel gehörte zur subvariszischen Vortiefe, in der klastische Sedimente im Wechsel mit Kohleflözen (oberkarbonische Steinkohle am Niederrhein) zur Ablagerung kamen. Diese Flöze gingen aus Sumpfwäldern am Rand und in kleinen Becken des ansteigenden Festlandes hervor.

Während des unteren Perms, dem Rotliegenden, fand unter ariden Bedingungen eine starke Abtragung und Nivellierung der Unterschiede zwischen verschiedenen hohen Schollen statt. Das Zechsteinmeer Norddeutschlands erreichte die Eifel nicht mehr, die zu dieser Zeit zur großen Ardennisch-Rheinischen Landmasse gehörte.

In der Trias war das variszische Gebirge weitgehend abgetragen, so daß eine Überlagerung mit festländischen Schuttbildungen des Buntsandsteins stattfinden konnte. Während des Muschelkalks wurde die Eifel kurzzeitig von einem aus Süden vordringenden Meer überflutet. Am Ende der Trias, dem Rhät, drang das Jurameer vor, so daß wahrscheinlich das gesamte Eifelgebiet Sedimentationsraum war.

Das Jurameer drang aus dem Pariser Becken bis zur Süd-, aus dem Nordwestdeutschen Becken bis zur Nord-Eifel vor. Wahrscheinlich bestand sogar kurzzeitig eine Meeresverbindung zwischen dem Niederrheingebiet und dem Lothringischen Jurabecken, wie durch die gleiche fossile Fauna belegt wird. Vom oberen Lias bis zum Ende des Juras waren sie durch die Rheinisch-Ardennische Insel getrennt, die im Oberjura bis zur Böhmisches Masse reichte.

In der Kreide führte eine große Meerestransgression zur Überflutung weiter Teile Mitteleuropas, auch der Westeifel, wie Feuersteinvorkommen im Schotter mehrerer Eifel Flüsse belegen.

Während der Kreide und zu Beginn des Tertiärs, dem Paläozän, war die Eifel ein nach Süden langsam ansteigendes, flaches, kaum durch Täler gegliedertes Tiefland, in dem unter feuchten und warmen Klimabedingungen eine tiefgründige Verwitterung erfolgte. Im Eozän begann die Hebung des Rheinischen Schiefergebirges durch tektonische Schübe aus dem Süden (Mückenhausen 1978), wobei sich erste Verwerfungen bildeten. Die Niederrheinische Bucht und das Neuwieder Becken begannen abzusinken bzw. blieben bei der Hebung zurück. Durch die Hebung beschleunigte sich die Landschaftsformung, da sich die Bäche und Flüsse tief einschnitten, dabei die weichen, tonigen Verwitterungsdecken abtrugen und in die Becken schwebten. Dort entstanden flache Seen und Sumpfwälder, die nach der Verlandung und Sedimentbedeckung zu Braunkohlelagern wurden. Vom oberen Eozän bis zum Mitteloligozän fanden kaum Vertikalbewegungen statt, so daß die Reliefunterschiede wieder weitgehend ausgeglichen wurden. Das Schiefergebirge hatte daher den Charakter einer Tiefebene, die, wie große Teile Mitteleuropas, während der sogenannten Rupel-Transgression überflutet wurde. Diese reichte wahrscheinlich vom Pariser Becken über eine flache, breite Senke im Moselgebiet bis in das Neuwieder Becken. Darauf deuten mitteloligozäne, brackische Faunen hin. Vom Mitteloligozän an fanden wieder stärkere Vertikalbewegungen statt, die mit wechselnder Intensität bis heute andauern. Gleichzeitig nahmen die Temperaturen ab und die tiefgründige Verwitterung unter Einfluß eines tropisch-subtropischen Klimas hörte auf. Im Miozän erfolgte die Bildung der mächtigen Braunkohlelager der Ville-Schichten. In der Nordost-Eifel entstand ein Bruchfeld zwischen dem Süzipfel der Niederrheinischen Bucht und dem Neuwieder Becken. Aus dem Pliozän sind Terrassenkiese bekannt, deren genaues Alter nur schwierig zu bestimmen ist. Außerdem kommen sogenannte Kieseloolith-Schotter vor, die von der Ur-Mosel aus dem Lothringischen Jura angeliefert wurden.

Während der Kaltzeiten des Pleistozäns war die Eifel Periglazialgebiet. Die Hebung der Rheinischen Masse verstärkte sich noch, so daß die meisten quartären Verwitterungsprodukte und Sedimente abgespült



wurden. Diese Hebung begründete den Osteifel-Vulkanismus, dessen vorläufig letzte Eruption der Ausbruch des Laacher See-Vulkans vor ca. 11.000 Jahren darstellt.

### 2.3 Klima

Das Neuwieder Becken gehört nach Meusel et al. 1965 zur subatlantischen Florenprovinz der mitteleuropäischen Florenregion. Es befindet sich damit in einer temperierten, humiden Zone mit ausgeprägter, aber nicht sehr langer, kalter Jahreszeit (Walther u. Lieth 1967). Der allgemeine Klimaverlauf stellt sich wie folgt dar (nach Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen 1960): Im Winter (Dezember-Februar) herrschen Westwindwetterlagen vor, die feuchte, verhältnismäßig milde Meeresluft aus westlicher bis südwestlicher Richtung heranzuführen. Dieses hat relativ ergiebige Niederschläge und Tauwetter zur Folge. Kaltlufteinbrüche erfolgen meist aus Osten bis Nordosten. Das Frühjahr (März-Mai) ist durch kontinentale Strömungen, die wärmere Luftmassen mit sich bringen, gekennzeichnet. Häufige Kälteeinbrüche erfolgen von Norden her und bedingen reges Schauerwetter. Im Sommer (Juni-August) führen kühle Nordwestströmungen feuchte Meeresluft heran und verursachen eine

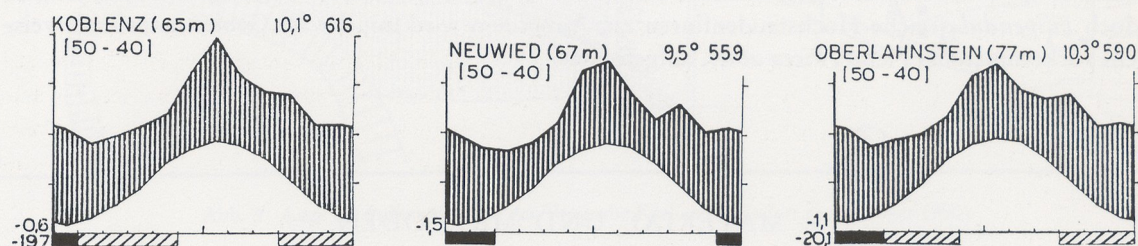


Abb. 2 Klima-Diagramme von Koblenz, Neuwied und Oberlahnstein (aus Walther u. Lieth 1967).

lebhaftes Gewitter- und Schauertätigkeit. Der Herbst (September-November) hat durch häufige Hochdrucklagen mit südlicher Luftzufuhr noch recht warme Tage, jedoch führt nächtliche Ausstrahlung zum allmählichen Absinken der Temperatur. In den Niederungen bilden sich dabei häufig Nebel.

Die Klimadiagramme von Koblenz, Neuwied und Oberlahnstein (Abb. 2) zeigen ein ausgeprägtes Sommermaximum der Niederschläge, wobei die Jahressummen nicht sehr hoch sind (550-600 mm). Die Jahresmitteltemperatur beträgt 9-10°C, die mittlere Temperatur im Januar 0-1°C, und die mittlere Temperatur im Juli 18°C. Die Höchsttemperatur liegt an mehr als 170 Tagen bei 10°C und darüber, an mehr als 30 Tagen bei 25°C und höher. Der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit 70-80 mm, die niederschlagsärmsten Monate sind der Februar und März mit 30-40 mm. Die Zahl der Schneefalltage beträgt weniger als 20 und eine Schneedecke besteht nur an 20-30 Tagen.

### 2.4 Vegetation (nach Trautmann 1972)

Die potentielle natürliche Vegetation des Neuwieder Beckens und seiner Umrandung wird vom Wärme liebenden Hainsimsen-Perlgras-Buchenwald gebildet. Es handelt sich dabei um einen Buchenwald mit stamm- oder truppweise beigemischten Traubeneichen und vereinzelt Hainbuchen. Gegenüber den übrigen Hainsimsen-Perlgras-Buchenwäldern zeichnet er sich durch das Auftreten mehrerer wärme liebender, submediterraner und gemäßigt kontinentaler Pflanzensippen aus, z. B. *Campanula persicifolia*



und *Festuca heterophylla*. Dazu kommen an mehr anthropogen geprägten Standorten *Sorbus torminalis*, *Viburnum lantana*, *Bupleurum falcatum* und *Melampyrum cristatum* in Niederwäldern, Gebüsch und Säumen, *Senecio vernalis* auf Äckern und *Bunias orientalis* an Feldrändern. In Nordrhein-Westfalen ist dieser Waldtyp auf das Neuwieder Becken beschränkt und stockt dort meist auf Laacher Bimstuff beziehungsweise dessen Verwitterungsprodukt, einer gut bis mittel basenhaltigen Braunerde.

Das heutige Landschaftsbild ist jedoch durch die Ackernutzung im Randbereich des Beckens und eine dichte Besiedlung und Industriekomplexe im Zentrum geprägt. Von Laubwäldern sind nur Reste, meist Niederwälder, erhalten geblieben.

Eine weitere Einheit der potentiellen natürlichen Vegetation des Gebiets ist der kleinflächig vorkommende Silberweidenwald der Rheinaue, ein Schmalblattweidenwald, der von *Populus alba* dominiert wird. Stellenweise treten *Salix fragilis* mit ihren Hybriden und *Populus nigra* auf. Er stockt auf vor allem im Winter periodisch überfluteten Auenrohböden. Heute wird dieser Bereich als Dauerweide genutzt, während ungenutzte Flächen von nitrophilen Staudenfluren eingenommen werden.

In den Tälern des Berglandes, zum Beispiel im Wied- und Aubachtal, würde auf den höher gelegenen, selten überschwemmten Flächen ein Stieleichen-Hainbuchen-Auenwald vorkommen. Entlang der Fließgewässer oder in schmalen, häufiger überfluteten Tälern auch auf der ganzen Breite, träte ein Hainsimsen-Schwarzerlenwald mit einzelnen Schmalblattweiden (*Salix fragilis*, *S. triandra* und *S. viminalis*) auf. Als Bodentyp kommen hier Auen- und Gleyböden mit stark wechselnden Bodenarten vor. Heute dominiert Grünland in Form von Dauerweiden und Wiesen. Auf Grund abnehmender Nutzungsintensität nehmen jedoch *Filipendula*-reiche Hochstaudenfluren zu. Außerdem wird mit der im Gebiet natürlicherweise nicht vorkommenden Fichte, *Picea abies*, aufgeforstet.

### 3. MATERIAL UND METHODEN

#### 3.1 Geländearbeiten

In der Tongrube Kärlich wurden im Dezember 1986 unter Verwendung von Zinkblechkästen (L×B×H: 50×6×4 cm) an einer senkrechten Profilwand die Profile Kärlich A und B für die pollenanalytische Untersuchung entnommen. Darüber hinaus wurde das Profil A nach oben hin durch Einzelproben in einem Abstand von 10 cm (insgesamt 1 m) ergänzt. Die Wand war vorher mit Hilfe eines Baggers der Firma Mannheim aufgeschlossen worden, da die archäologische Grabung erst im Frühjahr 1987 beginnen sollte. Zur Lage der einzelnen Profile s. Abb. 3.

Größere Sedimentblöcke des Baggeraushubs wurden für die Makrorestanalyse in Plastiksäcke verpackt und bis zu ihrer Bearbeitung kühl und dunkel im Keller des Instituts für Palynologie und Quartärwissenschaften eingelagert.

Das Profil Kärlich C wurde am 17. 8. 1988 in Form von Einzelproben (Abstand 10 cm) an der mächtigsten Stelle des die archäologische Fundschicht enthaltenden Sedimentpakets entnommen. Für die Makrorestanalyse dieser stratigraphischen Einheit wurden direkt neben dem Pollenprofil Proben in 10 cm dicken Stücken (ca. 2–3 dm<sup>3</sup>) entnommen und in Plastikbeuteln verpackt.

Das Profil Kärlich D wurde im Laufe des Sommers 1989 von der archäologischen Arbeitsgruppe aus einem Baggerschnitt, ebenfalls unter Verwendung von Zinkblechkästen, geborgen (s. Abb. 3). Dieser war angelegt worden, um das Einfallen der verschiedenen Schichten im Grabungsbereich kartieren zu können. Am 13. 10. 1989 konnte nach umfangreichen Abraumarbeiten der Firma Mannheim, bei denen eine mächtige Profilwand entstanden war, das Profil Kärlich E gewonnen werden. Zum größten Teil konnten dabei Blechkästen verwendet werden. Die untersten 2 m mußten mit einer elektrischen Säge aus der Wand her-



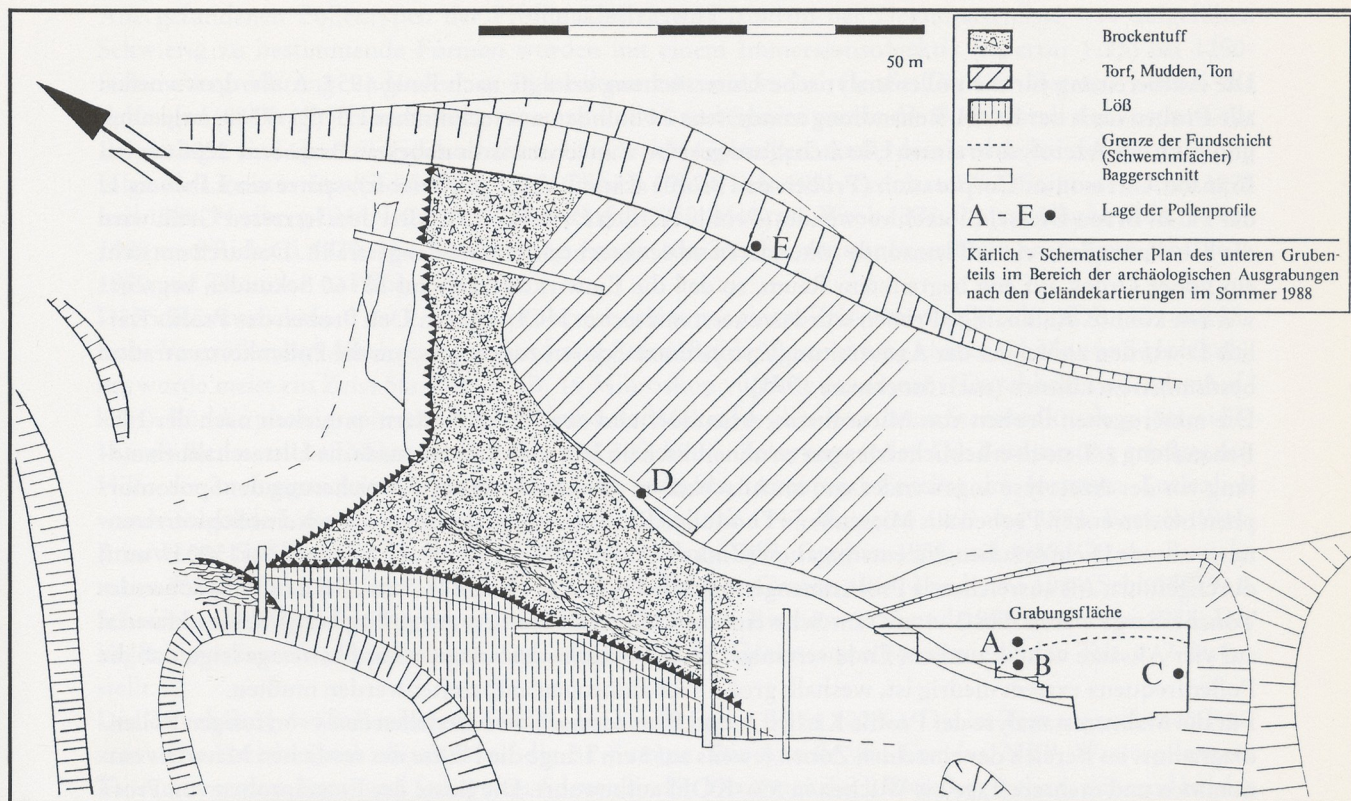


Abb. 3 Lage der Pollenprofile in der Tongrube Kärlich (verändert nach Kröger 1990).

ausgesägt werden, da die Mudden in diesem Bereich stark gepreßt und verfestigt waren. Eine stark prismatisch brechende Tonmudde im oberen Drittel des Profils konnte nur in Form von Einzelproben entnommen werden (Abstand 5 cm), desgleichen 4 Proben im Liegenden der organogenen Mudden. Auf Grund der Aufschlußsituation konnten diese 4 Proben nicht direkt im Anschluß an das Profil entnommen werden, sondern ca. 1 m davon entfernt. Um dieses zu verdeutlichen, ist im Diagramm des Profils Kärlich E (Beilagen 8, 9 und 10) an dieser Stelle eine Lücke von 6 cm gelassen worden (Bereich ohne Proben). Damit ist der genaue Anschluß an das zusammenhängende Profil gewährleistet.

In Miesenheim I wurden 1987 an älteren Profilen der Grabung 1982 Kastenprofile und Einzelproben entnommen. Weitere Einzelproben stammten aus der Fundsicht (Abb. 8), einem Anmoorhorizont, und wurden im Verlauf der neu aufgenommenen Grabung 1990 entnommen.

In Ariendorf wurden einige Blattabdrücke aus dem oberen Tuff des »Ariendorfer Interglazials« geborgen (Abb. 9) und Einzelproben für pollenanalytische Untersuchungen aus mehreren Horizonten entnommen. Weitere Abdrücke aus einer Aufsammlung durch die archäologische Arbeitsgruppe in Monrepos standen zur Verfügung.

Am Tönchesberg wurden aus den einzelnen Schichten des Lößprofils (Abb. 6) zunächst Blöcke von 2-4 dm<sup>3</sup> herausgeschnitten, um einen Überblick über die Möglichkeiten einer pollenanalytischen Bearbeitung zu erhalten. Daneben wurde aus dem Bereich der archäologischen Haupt-Fundsicht über dem Bt-Horizont der Eem-Warmzeit ein 1.4 m langes Kastenprofil entnommen. Außerdem konnten zahlreiche Holzkohlepartikel, die während der Ausgrabungen gesammelt wurden, bestimmt werden.

Von der Kraterfüllung des Schweinskopfs (Abb. 7) wurden ebenfalls im Bereich der archäologischen Fundsichten kurze Kastenprofile, insgesamt 4.5 m, aus den Aufschlüssen herausgesägt.



### 3.2 Laborarbeiten

Die Aufbereitung für die pollenanalytische Untersuchung erfolgte nach Beug 1957. Außerdem wurden alle Proben nach der KOH-Behandlung mindestens 24 Stunden mit technischer HF (71-75%) behandelt und nach der Azetolyse in einem Ultraschallbad gesiebt. Zunächst wurde dabei ein Bransonic 2200 der Fa. Branson Ultrasonics Corporation (Proben der Profile Kärlich A-C, teilweise E), später ein Labsonic U der Fa. B. Braun Diessel Biotech verwendet (Profile Kärlich D, teilweise E). Bei dem letzteren Gerät wird die Schallenergie in einer Titansonde fokussiert und senkrecht nach unten abgestrahlt. Dadurch entsteht ein hoher Druck auf eng begrenztem Raum, so daß die Einwirkungszeit auf 30-60 Sekunden begrenzt werden konnte. Kalkhaltige Proben wurden zuerst mit techn. HCl versetzt. Den Proben des Profils Kärlich D wurden zu Beginn der Aufbereitung *Lycopodium*-Sporen zugegeben, um die Pollenkonzentration bestimmen zu können (nach Stockmarr 1971).

Die minerogenen Proben von Miesenheim, Ariendorf und den Vulkankratern enthielten nach der HF-Behandlung z.T. noch erhebliche Mengen an mineralischem Material. Daher wurde die Ultraschallbehandlung vor der Azetolyse angewendet und im Anschluß an die Azetolyse zur Anreicherung der Sporomorphen bei den ersten Proben aus Miesenheim I und allen Proben vom Schweinskopf noch eine Schwereretrennung mittels Dichtegradientenzentrifugation (Zinkchlorid-Lösung,  $2\text{ g/cm}^3$ , 10 Minuten bei 1500 U/min) durchgeführt. Als ausreichende Probenmengen erwiesen sich in der Regel  $1-2\text{ cm}^3$ . Bei den Lößproben des Tönchesbergs waren dies  $3-4\text{ cm}^3$ , am Schweinskopf hingegen wurden etwa 100 g bergfeuchtes Material auf vier Ansätze verteilt und am Ende vereinigt. Erste Versuche am Schweinskopf hatten gezeigt, daß die Pollenfrequenz extrem niedrig ist, weshalb große Probenmengen aufbereitet werden mußten.

Für die Makrorestanalyse der Profile Kärlich A und B wurde nach dem Erstellen eines vorläufigen Pollendiagramms im Bereich der einzelnen Zonen jeweils auf 5 cm Länge die Hälfte des restlichen Materials entnommen und mehrere Tage bis Wochen in 5%-KOH aufbewahrt. Die Reste der Einzelproben von Profil A wurden quantitativ in 5%-KOH gegeben. Bei der Aufbereitung der Makrorestproben aus der Fundschicht (Profil Kärlich C) reichte es für die oberen 170 cm aus, die Proben mit Wasser zu versetzen; sie konnten dann sofort abgesiebt werden. Die tieferen Proben mußten vor dem Absieben mit 5%-KOH versetzt werden und mehrere Tage stehen bleiben. Nachdem die Proben zerfallen waren, wurden sie durch zwei Siebe mit der Maschenweite 0.8 bzw. 0.25 mm geschlämmt. Für das Profil D und E wurden die Siebrückstände (0.2 mm Maschenweite) der im Labor aufbereiteten Pollenproben ausgewertet. Von den während verschiedener Abbaustadien gesammelten Muddebrocken wurden ca.  $10 \times 10 \times 3\text{ cm}^3$  große Stücke (12) in gleicher Weise behandelt; durch pollenanalytische Untersuchungen konnten sie in die Diagramme eingehängt werden.

Darüber hinaus wurden größere Samen und Früchte, die durch das Ausgrabungsteam gefunden wurden, bestimmt.

### 3.3 Auswertung

Die Proben wurden mit einem Zeiss Standart-LAB. 16 Mikroskop bei 500-facher Vergrößerung auf mindestens 500(-600) Baumpollen (BP) ausgezählt. Davon ausgenommen waren die tiefsten Proben von Profil Kärlich A, D und die obersten von Profil E, wo die Pollenführung sehr schlecht oder der BP-Anteil sehr gering war; z.T. mußten mehrere Präparate ausgezählt werden (s. auch Tab. 12 und 13 im Anhang). Im Anschluß daran wurden die Proben mit einem Neofluar 25 Objektiv (Apertur 0.6) durchgemustert, um auch seltene Pollentypen zu erfassen (nicht bei Profil Kärlich C und, bis auf wenige Ausnahmen, in den Tiefen 0-300 cm von Profil Kärlich E).

Anders wurde bei den Lößproben, die sehr wenig Pollen enthielten, verfahren. Bei diesen wurde, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, der Bereich eines Deckglases ( $18 \times 18\text{ mm}^2$ ) vollständig ausgezählt.



Alle gefundenen Pollentypen der Profile Kärlich A-E sind in der Gesamtartenliste 4.14 aufgeführt. Schwierig zu bestimmende Formen wurden mit einem Immersionsobjektiv (Apertur 1.25) bei 1250-facher Vergrößerung und/oder im Phasenkontrast untersucht. Große Dienste leisteten hierbei die umfangreiche Vergleichssammlung rezenter Pollen und Sporen sowie die Photokartei des Instituts für Palynologie und Quartärwissenschaften, Universität Göttingen. Außerdem wurde bei der Bestimmung folgende Literatur verwendet: Beug 1961, Chanda 1962a, Eide 1981, Erdtman 1952, Faegri u. Iversen 1975 und 1989, Hedberg 1946, Iversen u. Troels-Smith 1950, Moore u. Webb 1978, Punt u. Clarke (Eds.) 1976-1988 und Richard 1970. Die Bestimmung einiger tertiärer Sporomorphe erfolgte nach Krutzsch 1962-1970 und Thomson u. Pflug 1953.

Der Schlämrückstand der Großrestproben wurde unter einem Zeiss Stereomikroskop DR (10- und 25-fache Vergrößerung) durchgemustert und ausgelesen. Bei der Bestimmung kleiner Objekte und Holzkohlen wurde meist ein Zeiss Standart-LAB. 16 Mikroskop zu Hilfe genommen (Durchlicht und/oder Auflicht). Für die photographische Reproduktion der Makrofossilien wurde ein Stereomikroskop (Stemi SV 11) mit automatischer Mikroskopkamera MC 100 der Fa. Zeiss verwendet. Die Bestimmung erfolgte mit Hilfe der umfangreichen Vergleichssammlung rezenter Samen und Früchte des Instituts. Zusätzlich wurde folgende Literatur benutzt: Aalto 1970, Beijerinck 1947, Berggren 1969 und 1981, Bertsch 1941, Brouwer u. Stählin 1955, Fitschen 1977, Frahm u. Frey 1983, Greguss 1955 und 1959, Grosse-Brauckmann 1974, Jessen 1949 und 1955, Katz et al. 1965, Körber-Grohne 1964, Landwehr 1984, Schmidt 1941, Schoch et al. 1988, Schweingruber 1978, Rabien 1953a, v. Rochow 1953 und 1958 sowie Mai 1988. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind ebenfalls in der Gesamtartenliste sowie in den Tab. 2-7 dargestellt.

Die Berechnung der Pollenkurven erfolgte auf der Basis des BP (= 100%). Die im Text angegebenen Prozentwerte beziehen sich ebenfalls auf die BP-Summe. Die Anteile von *Corylus*, NBP, Wasserpflanzen, Tertiärelementen, Farn- und *Sphagnum*-Sporen sind in Prozenten der BP wiedergegeben, während bei der graphischen Darstellung die Anteile der Poaceen, Cyperaceen und die Summe der sonstigen NBP als Summen-Diagramm dem BP gegenübergestellt wurden. Die verwendeten Signaturen sind in 3.4 aufgeführt. Zusätzlich wurden die wichtigsten Taxa der Profile Kärlich C und E auf der Basis der Gesamtpollensumme (BP + NBP, exclusive *Corylus*, Wasserpflanzen, Pteridophyten- und Moossporen bei Profil E, inklusive *Corylus* bei Profil C) berechnet und dargestellt. Die Zeichnung der Diagramme erfolgte mit Hilfe der Rechenanlage (Atari) und dem Plotter (Siemens) des Instituts mit einem Programm (PLOT 10) von Herrn Dr. H. Steffan (Steffan u. Dupont 1988). Dabei wurden nicht alle Arten graphisch dargestellt, da ansonsten die Diagramme zu lang geworden wären. Es muß daher auf die Gesamtartenliste 4.14 verwiesen werden, die alle Taxa enthält.

Die Nomenklatur der Pflanzennamen und pflanzensoziologischen Einheiten richtet sich nach Oberdorfer 1990 (höhere Pflanzen, Farne), Frahm u. Frey 1983 (Moose), Krutzsch 1962-1970 (tertiäre Taxa) und Mai (pleistozäne Taxa).

### 3.4 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Signaturen

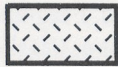
agg	Sammelart	Ho	Holz	Na	Nadel
Bl	Blättchen	Infr	Innenfrucht/Testa?	NBP	Nichtbaumpollen
BP	Baumpollen	Ka	Karyopse	Nu	Nu/Nüßchen
Cup	Cupula	kaBP	Kilojahre vor heute	Oog	Oogonium
EMW	Eichenmischwald	Kl	Klause	Per	Perianth
Fr	Frucht	Kn	Knospe	Pk	Pollenkorn
Frsch	Fruchtschuppe	Knsch	Knospenschuppe	pp	zum Teil
Gem	Gemmulae	MeSp	Megaspore	Psack	Pollensack
Hk	Holzkohle	MiSpor	Mikrosporangien	Sa	Samen



## Signaturen der Stratigraphie-Säulen



humos gebänderter Löß



humos gebänderter Löß mit dünnen sich kreuzenden Torfmudde-Bändchen



humoser, grauschwarzer, sandiger Ton mit etwas Kleinkies



dunkelgrau-brauner bis hellgrauer Lehm, sandiger Ton, z.T. mit geringen Grobsand- und Kleinkies-Anteilen



kiesig-sandiger Lehm mit Geröllen bis 3 (-5) cm



hell- bis dunkelgraue, prismatisch brechende Tonmudde, Schluffmudde



bituminöse (blauschwarze), prismatisch brechende Tonmudde



Feindetritus-Mudde

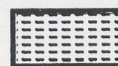


Torf-Mudde (Grobdetritus-Mudde)

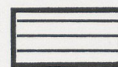


Braunmoos-Torf (mehr oder weniger stark zersetzt)

## Signaturen der Summen-Diagramme innerhalb der BP-Diagramme



Poaceae



Cyperaceae



sonstige NBP

Safl Samenflügel  
Skl Sklerotien  
Spo Sporangium  
St Stämmchen

Sta Stachel  
Stk Steinkern  
Utr Utriculus  
Z Zone

Zasch Zapfenschuppe  
+ einige  
++ zahlreich



## 4. DIE TONGRUBE KÄRLICH

### 4.1 Lage

TK 1:100.000, C 5910 Koblenz

R: 26 04 700

H: 55 83 900

Die Tongrube Kärlich der »Kärlicher Ton und Schamotte-Werke Mannheim & Co. K.G.« liegt am Westrand des Neuwieder Beckens, 7 km in westnordwestlicher Richtung von Koblenz entfernt, auf dem Kärlicher Berg (Abb. 1). Dieser springt als 200 m (NN) hohe Geländezunge in das sonst nur 65–120 m über NN liegende Neuwieder Becken vor und stellt eine Hauptterrassenstufe von Rhein und Mosel dar. Die Geländeoberkante befindet sich ungefähr bei 200 m NN, rund 135 m über dem heutigen Rheintal.

### 4.2 Forschungsgeschichte und Beschreibung des Gesamtprofils

Seit Beginn dieses Jahrhunderts gehört die Tongrube Kärlich zu den bedeutensten Quartäraufschlüssen des Rheinlandes. Eine erste knappe Profildarstellung, neben einer eingehenden Faunenbeschreibung, geht auf Pohlig 1913 zurück. Von 1913 bis 1952 wurde das Profil von Mordziol während des voranschreitenden Tonabbaus beobachtet und wiederholt dargestellt (Mordziol 1913, 1929a und b, 1930a und b, 1952). In den fünfziger Jahren begann eine genauere Erforschung des Quartärs in Mitteleuropa, und das Kärlicher Profil wurde durch das Bonner Petrographische, Geologische und Bodenkundliche Institut neu bearbeitet (Frechen 1959 und 1976, Frechen u. Rosauer 1959, Mückenhausen 1959, Remy 1959). Dennoch blieben die Schichtenfolge und die Stratigraphie größtenteils ungeklärt. Von dem ungefähr 25 m mächtigen Lößpaket wurden 10 m dem Würm- und 15 m dem Riß-Glazial zugeschrieben (Frechen u. Rosauer 1959). Eine umfassende Neuaufnahme und Darstellung des Profils erfolgte durch Brunnacker 1968, 1971, 1975a und b, Brunnacker et al. 1969 und Brunnacker et al. 1980. Die dabei getroffene Einteilung der quartären Abfolge in die Abschnitte A–J stellte die Grundlage für alle nachfolgenden Arbeiten bis zur Gegenwart dar (Abb. 4). Die jüngste Profilaufnahme in Verbindung mit absoluten Datierungen an Tuffen stammt von v. d. Bogaard et al. 1989. In Turner 1989 wurde die Großsäuger-, in v. Kolfschoten 1990a die Kleinsäugerfauna der einzelnen Schichten aufgeführt. Die Mollusken der Abschnitte C–J wurden von Lozek in Brunnacker 1971 beschrieben, die Ostrakodenfauna von Kempf 1967. Einen kurzen Abriß der Forschungsgeschichte und den Forschungsstand 1990 stellte Schirmer 1990a dar.

Danach ergibt sich folgender Profilaufbau: Im tieferen Untergrund steht devonischer Schiefer an. Auf diesen folgt mit einer Mächtigkeit von ca. 70 m der sogenannte »Kärlicher Blauton«, eine durch organische Beimengungen blau-schwarz gefärbte limnische Bildung des Oberoligozäns. Die obersten 6 m dieses Tones sind aufgeschlossen und werden industriell abgebaut. Darüber lagert ein ebenfalls oberoligozäner Trachyttuff (ca. 2 m) mit einem K/Ar-Alter von  $22.8 \pm 0.6$  Mio a (Frechen 1976). Die tertiäre Sequenz wird durch den untermiozänen, bis zu 2 m mächtigen »Knubb« (Mordziol 1913) fortgesetzt. Den Abschluß bilden pliozäne Kieseloolithschotter. Diskordant darüber folgen ca. 40 m mächtige Quartärsedimente (Abschnitt A–J, nach Brunnacker 1968, s. Abb. 4).

– Abschnitt A besteht aus einem schräggeschichteten Schotterpaket, das nach oben in Sand und Hochflutlehm übergeht. Reste eines mächtigen, pseudovergleyten Auenbodens bilden den Abschluß und repräsentieren nach Brunnacker eine Warmzeit. Die Schrägstellung wurde nach Brunnacker et al. 1969 durch die Ablagerung in einer Rinne, nach v. d. Bogaard et al. 1989 jedoch durch tektonische Verstellung verursacht. In diesem Abschnitt fanden sich Zahnreste vom Flußpferd (*Hippopotamus major*), und an ande-



- rer Stelle ein Geröllgerät, dessen Alter auf rund 1 Million Jahre geschätzt wird. Die Datierung beruht auf der normalen Magnetisierung des Hochflutlehms dieses Abschnitts, die durch Boenigk et al. 1974 und Brunnacker 1975a mit dem Jaramillo-Event korreliert wurde.
- Abschnitt B besteht ebenfalls aus einem Schotterpaket (im unteren Teil Rheinschotter Ba, im oberen Teil Moselschotter Bb), in dem Eiskeile und Kryoturbationen zu erkennen sind. Darüber befinden sich wiederum Sand und ein Auenboden. Nach Brunnacker 1975a ist der Boden aus Hochflutlehm des Abschnitts Ba noch revers magnetisiert (Matuyama-Epoche). »Darüber ist normale Magnetisierung bekannt.« Daher wird im Moselschotter von Brunnacker u. Boenigk 1976 und Koci u. Sibrava 1976 die Brunhes/Matuyama-Grenze lokalisiert, wobei jedoch die genaue Lage der Grenze nicht festgelegt werden konnte. Mit Sicherheit normal magnetisiert ist erst wieder Abschnitt C (Boenigk, mündl. Mitteilung), so daß die Brunhes/Matuyama-Grenze irgendwo in Bb zu suchen ist und nicht nach Schirmer 1990a genau im Hochflutlehm des Abschnitts Bb. Im Bereich von Bb wurden Steinwerkzeuge, Knochen eines großen Boviden sowie von *Mammuthus trogontherii* (Steppenelefant) gefunden. Außerdem ist die Kleinsäugergattung *Ungaromys*, eine Reliktform des Altpleistozäns, vertreten.
  - Abschnitt C besitzt an seiner Basis Sande, die in einen Hochflutlehm übergehen und synsedimentär durch einen Auenboden überprägt wurden. Zusammen mit dem abschließenden Auenboden der Einheit Bb stellt dieser nach Brunnacker ebenfalls eine warmzeitliche Bildung dar. Im Hangenden befindet sich ein schwacher Gley. In C wurden Knochen und Geweihreste von *Cervus cf. elaphus* (Rothirsch) gefunden.
  - Abschnitt D besteht aus Löß mit einem abschließenden schwachen Gleyboden, dem ein interstadialer Charakter zugeschrieben wurde.
  - Abschnitt E besteht ebenfalls aus Löß, der durch eine schwache, gleyfleckige Parabraunerde unsicherer klimatischer Stellung überprägt wurde. Wichtig ist das Auftreten der Wühlmausgattung *Mimomys* (ein Vorläufer von *Arvicola terrestris*, s. Abschnitt G), weswegen dieser Abschnitt noch in das frühe Mittelpleistozän zu stellen ist.
  - Abschnitt F enthält ein weiteres Lößpaket, an dessen Basis sich Kleinkies (umgelagerter Kieseloolithschotter) befindet. Seitlich geht das Paket in einen Seelöß mit reicher Ostrakodenfauna über (Kempf 1967). Den Abschluß bildet ein Parabraunerde-Pseudogley oder in Rinnen ein kräftiger Gley von warmzeitlichem Charakter. Hier sind Knochen von *Mammuthus spec.* (wahrscheinlich Steppenelefant), *Megaloceros verticornis* (Riesenhirsch), *Cervus elaphus* (Rothirsch) und *Equus spec.* (Pferd) gefunden worden. Unter den Kleinsäufern ist erneut *Mimomys* vertreten.
  - Abschnitt G besteht aus Lößlehm und besitzt im Hangenden eine Parabraunerde, der ebenfalls eine Warmzeit zugeordnet wurde. Auf Grund von Schwermineralanalysen (Razi Rad 1976) wurde dieser Abschnitt zweigeteilt: In Ga herrschen noch die Rhein-Schwerminerale und die Zirkon-Rutil-Gruppe vor, in Gb überwiegen dagegen vulkanische Schwerminerale, vor allem die braune Hornblende. Dieser Wechsel, der in der heutigen Aufschlußsituation nicht nachgewiesen ist, wurde mit der Augit/Hornblende-Grenze gleichgesetzt, die in den Niederlanden zwischen Cromer III und IV lokalisiert ist (Zagwijn 1985). Dort markiert sie den Beginn des intensiveren Eifelvulkanismus. Die Knochenfunde aus Gb stammen nach Turner 1989 von *Mammuthus spec.*, *Dicerorhinus spec.* (Steppennashorn), einem großen Boviden (Rind), *Cervus elaphus*, *Cervus dama* (Damhirsch), cf. *Equus marxi* (Pferd). Wichtig ist das erstmalige Auftreten von *Arvicola terrestris cantiana*, einer primitiven Form der rezenten Schermaus, *Arvicola terrestris*, unter den Kleinsäufern des Abschnitts Gb. Damit liegt die *Arvicola/Mimomys*-Grenze zwischen E und Gb. Diese Grenze ist jünger als die Brunhes/Matuyama-Grenze und in jedem Fall älter als der erste starke Vorstoß des arktischen Eisschildes in der Elster-Kaltzeit und auch älter als das Cromer IV der niederländischen Chronologie (v. Koenigswald u. v. Kolfschoten, in Druck). Das gleichzeitig häufige Vorkommen der Kleinsäugergattung *Pliomys* deutet auf eine Zugehörigkeit zu den älteren *Arvicola terrestris cantiana*-Faunen hin und wurde daher durch v. Kolfschoten 1990a mit dem Cromer IV-Interglazial korreliert.
  - Abschnitt H stellt die am stärksten gegliederte Einheit des gesamten Profils dar. Er umfaßt eine Löß-Fließerde und vier Tephralagen (KAE-DT 1, KAE-DT 2, KAE-BT 2, KAE-BT 3, nach v. d. Bogaard et



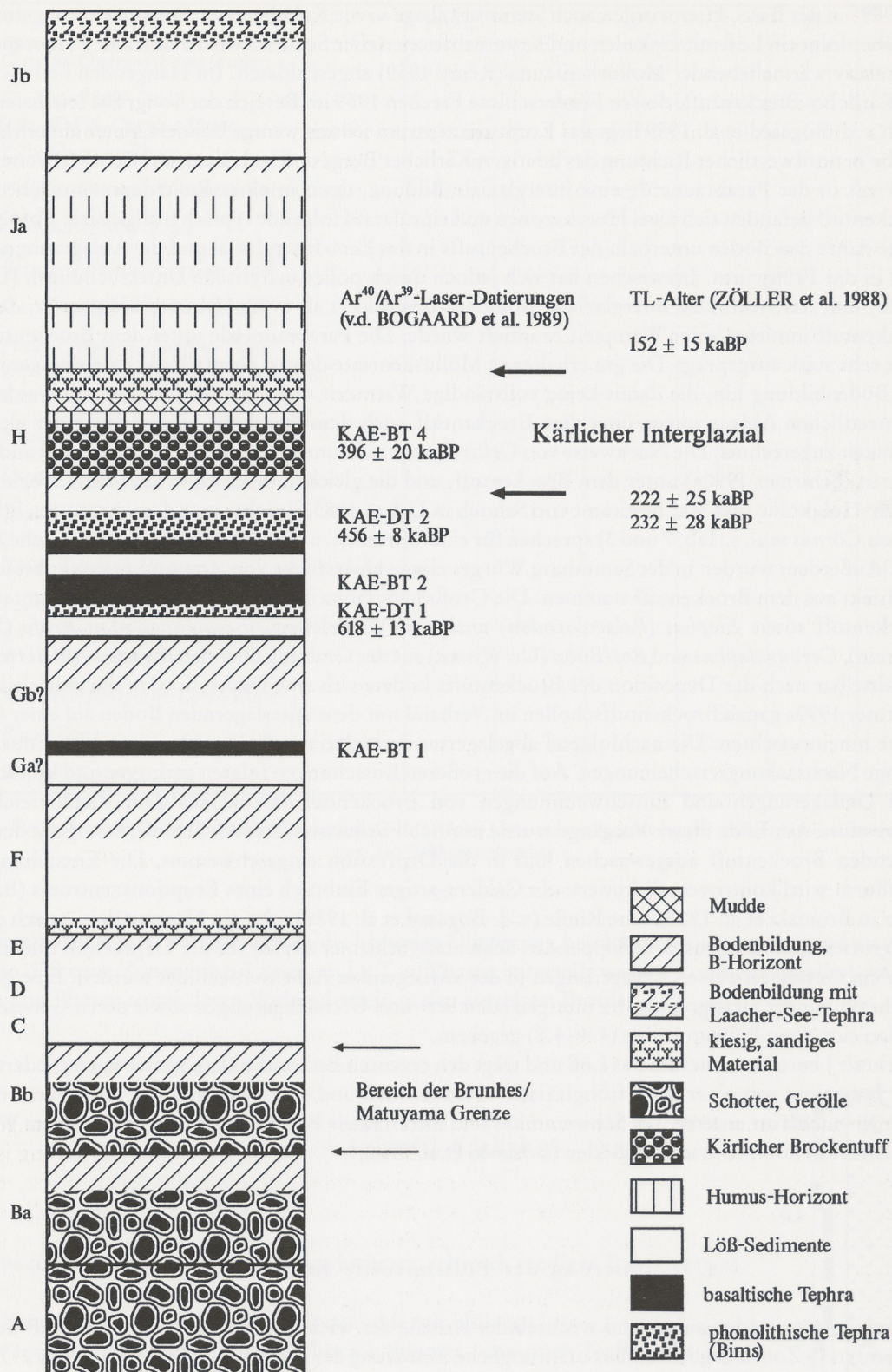


Abb. 4 Schematische Darstellung des Quartäraufschlusses in der Tongrube Kärlich (vereinfacht nach Bosinski 1992 und Schirmer 1990a; nicht maßstäblich, Gesamtlänge ca. 40 m).



- al. 1989) an der Basis. Hier wurden auch Steinwerkzeuge sowie Knochen vom Steppenelefant gefunden. Darüber folgt ein Löß mit Eiskeilen und Kryoturbationen. Die Sequenz wird durch eine Parabraunerde mit relativ wärmeliebender Molluskenfauna (Remy 1959) abgeschlossen. Im Hangenden befindet sich der Kärlicher Brockentuff, dessen Förderschöte Frechen 1959 im Bereich der Tongrube lokalisiert hat. Nach v. d. Bogaard et al. 1989 liegt das Eruptionszentrum jedoch wenige hundert Meter außerhalb der Grube in nordwestlicher Richtung des heutigen Kärlicher Bergs und ist bislang unbekannt. Brunnacker 1968 sah in der Parabraunerde eine interglaziale Bildung, denn in einer Reliefdepression über dem Brockentuff befanden sich zwei Humuszonen und eine darauf folgende typisch frühglaziale Abfolge. Er stellte daher den Boden unterhalb des Brockentuffs in das Eem-Interglazial und die Ablagerungen darüber in das Frühwürm. Inzwischen hat sich jedoch durch pollenanalytische Untersuchungen (Urban 1978b) und das Auffinden interglazialer Mudden (Bosinski et al. 1980, Urban 1983) gezeigt, daß der Brockentuff inmitten einer Warmzeit eruptiert wurde. Die Parabraunerde unter dem Brockentuff ist nicht sehr stark ausgeprägt. Die gut erhaltenen Molluskenreste deuten ebenfalls auf eine weniger intensive Bodenbildung hin, die damit keine vollständige Warmzeit umfassen dürfte. Deshalb werden die warmzeitlichen Ablagerungen über dem Brockentuff noch dem Abschnitt H und damit der gleichen Warmzeit zugerechnet. Die Nachweise von *Celtis* (Lozek in Brunnacker 1971), *Acer campestre* und *Cornus mas* (Schirmer 1990a) unter dem Brockentuff, und die gleichen Nachweise über dem Brockentuff (*Celtis*-Holzkohle und Stk, bestimmt von Schoch in Urban 1983, Früchte von *Acer campestre*, Stk und Pk von *Cornus mas*, s. Tab. 7 und 3) sprechen für eine Warmzeit, unterteilt durch eine vulkanische Eruption. Außerdem wurden in der Sammlung Würges einige Holzstücke von *Acer* und *Fraxinus* bestimmt, die direkt aus dem Brockentuff stammen. Die Großsäugerfauna ist durch *Mammuthus spec.* unter dem Brockentuff sowie *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* (Waldelefant), *Equus spec.*, *Sus scrofa* (Wildschwein), *Cervus elaphus* und *Bos/Bison* (Ur/Wisent) aus der Grabung über dem Brockentuff vertreten. Unmittelbar nach der Deposition des Brockentuffs bildete sich eine Depression, in die zunächst nach Schirmer 1990a ganze Brockentuffschollen im Verband mit dem unterlagernden Boden auf einer Gleitfläche hineinrutschten. Die nachfolgend abgelagerten interglazialen Sedimente zeigten dann nur noch geringe Nachsackungserscheinungen. Auf die größeren Rutschungen folgten geringere und kontinuierliche Umlagerungen und Einschwemmungen von Brockentuffmaterial aus dem Randbereich der Depression. Am Ende dieser Vorgänge wurde nur noch Feinmaterial (Ton, Schluff, Sand) aus dem anstehenden Brockentuff ausgewaschen und in die Depression eingeschwemmt. Die Entstehung der Hohlform wird kontrovers diskutiert: ein Caldera-artiger Einbruch eines Eruptionszentrums (Brunnacker in Bosinski et al. 1980), eine Rinne (v. d. Bogaard et al. 1989) oder ein Nackentälchen nach einem Hangrutsch mit antithetisch verkippenden Schichten (Schirmer 1990a). In der Depression bildete sich dann ein Gewässer, dessen Ablagerungen in der vorliegenden Arbeit untersucht wurden. Eine genaue Beschreibung der Stratigraphie der interglazialen See- und Uferablagerungen sowie deren Genese wird bei den einzelnen Pollenprofilen (4.4 - 4.8) gegeben.
- Abschnitt J besteht wiederum aus Löß und trägt den rezenten Boden. Er kann weiter untergliedert werden: Ja beginnt mit einer Serie frühglazialer Humuszonen und geht über humose Fließerden in Löß über. Jb enthält im unteren Teil Schwemmlöß und interstadiale Böden, darüber folgt typischer Würmlöß, ebenfalls mit interstadialen Böden (Bosinski et al. 1980).

#### 4.3 Zonierung der Pollenprofile Kärlich A - E

Die Diagramme wurden auf Grund wechselnder Anteile der wichtigsten Baumarten an der BP-Summe insgesamt in 14 Zonen gegliedert. Die ursprüngliche Einteilung der Profile A und B in die Zonen 2-7 bzw. 1-7 (Bittmann 1988) mußte durch die Untersuchungen der Profile C, D und E geändert werden. Die zuerst als Z7 bezeichnete *Pinus-Picea*-Zone ist danach als Z11 bzw. Z11b (*Picea-Pinus*-Phase) anzuspochen und stellt ein Interstadial dar. Zwischen der Z6 und der Z11 der Profile A und B befindet sich somit



Zone	Profil	A	B	C	D	E
Z 1 <i>Corylus-Quercus-Pinus</i> -Zone			.		.	.
Z 2 <i>Corylus</i> -EMW-Zone			.1)		.	.
Z2a EMW- <i>Corylus</i> -Phase					.	.
Z2b <i>Quercus</i> -Phase		.			.	.
Z 3 <i>Corylus-Quercus-Carpinus</i> -Zone		.	.		.	.
Z 4 <i>Carpinus</i> -EMW-Zone		.	.		.	.
Z 5 <i>Betula-Carpinus-Corylus</i> -Zone		.	.		.	.
Z 6 <i>Carpinus-Ulmus-Abies</i> -Zone		.	.	.	·?	.
Z 7 <i>Pinus-Carpinus-Quercus</i> -Zone				.	.	.
Z7a <i>Carpinus-Quercus-Pinus</i> -Phase				.	.	.
Z7b <i>Pinus-Carpinus-Larix</i> -Phase				·?	·?	.
Z 8 <i>Pinus-Larix-Betula</i> -Zone				↑	↑	.
Z 9 <i>Larix-Pinus-Betula</i> -Zone				↓	↓	.
Z10 Tundren-Zone				·?	·?	.
Z10a Entwaldungs-Phase						.
Z10b Tundren-Phase						.
Z11 <i>Pinus-Picea</i> -Zone						.
Z11a <i>Pinus-Picea-Quercus</i> -Phase						.
Z11b <i>Picea-Pinus</i> -Phase		.	.			.
Z12 Waldfreie <i>Juniperus-Larix</i> -Zone						.
Z13 <i>Pinus</i> -Zone						.
Z14 Steppen-Zone						.

Tab. 1 Die Pollenzonen in den Pollenprofilen Kärlich A-E: '1)' keine Unterteilung vorgenommen; '?' Zuordnung nicht eindeutig, zwei Möglichkeiten denkbar.

ein Hiatus. Außerdem war es möglich, die bisherige Gliederung beträchtlich zu erweitern und zu verfeinern, so daß neue Zonen hinzukamen und z.T. in Phasen aufgeteilt werden konnten. Tabelle 1 zeigt die Zonen und Phasen sowie deren Vorhandensein in den einzelnen Profilen.

### 4.4 Profil Kärlich A

#### 4.4.1 Stratigraphie

0-96cm: stark humushaltiger, grauschwarzer, schwach sandiger Ton mit etwas Kleinkies

96-135 cm: stark gepreßte Grobdetritusmudde mit Hölzern

135-144cm: dunkelgrauer, toniger Lehm mit dünnen, schwarzen Torfmuddebändchen

144-150cm: grauer, lehmiger Ton mit Rostfleckung und humosen (torfigen) Einschlüssen

97



#### 4.4.2 Diagrammbeschreibung (s. Beilage 2)

Die Profillänge beträgt 1.5 m (der Nullpunkt entspricht der obersten Probe). Die Pollenführung war durchgehend gut bis sehr gut. Die Pollenerhaltung war im unteren Drittel (Tonmudde und Grobdetritusmudde) ausgezeichnet, während sie in den stark mineralhaltigen Einzelproben schlechter, z.T. sogar sehr schlecht war.

Eine Besonderheit dieses Profils ist das nahezu vollständige Fehlen des im Profil C erfaßten Sedimentkörpers durch normales Auskeilen des die archäologischen Funde enthaltenden Schwemmfächer-Komplexes (Boenigk, mündl. Mitt., s. Profil C). Da jedoch eine Diskordanz zwischen Z6 und Z11 vorliegt, muß der Schwemmfächer entweder durch die überlagernde Schicht gekappt worden sein (dafür spricht die scharfe Schichtgrenze) oder dieser Teil lag außerhalb des Gewässers, so daß eine Sedimentationslücke vorliegen könnte. Das Diagramm beginnt mit der Phase Z2b der *Corylus*-EMW-Zone.

#### Z2 *Corylus*-EMW-Zone

##### – Z2b *Quercus*-Phase (126–147.5 cm, 9 Proben)

In dieser Zone dominiert *Quercus* mit Werten über 70%. Die übrigen EMW-Elemente *Ulmus* (1%), *Acer* (2–3%), der *Fraxinus excelsior*-Typ (3–4%), der *F. americana*-Typ (1–2%) und *Tilia* mit einzelnen Pk (*T. platyphyllos*-Typ; *T. cordata*-Typ nur außerhalb der Zählung) erreichen nur geringe Anteile. Die *Corylus*-Kurve steigt gegen Ende des Abschnitts auf 50% an (zu Beginn unter 20%). *Pinus* hat mit rund 3–5% einen relativ geringen Anteil. *Taxus* erlangt mit 3.5% den höchsten Wert. Mit 3.3% zeigt *Hedera* einen vergleichsweise hohen Betrag. Die Anteile von *Alnus*, *Picea* und *Carpinus* liegen zwischen 1 und 3%, von *Betula*, *Abies*, *Celtis* und *Cornus mas* (bis 1%) um 1%–2%. Vereinzelt treten der *Lonicera periclymenum*-Typ, *Ilex*, *Populus*, *Juniperus*, *Salix*, *Syringa* und *Viscum* auf. *Cornus sanguinea* und der *Frangula alnus*-Typ wurden nur außerhalb der Zählung gefunden. Die NBP-Summe beträgt durchschnittlich 14% und wird weitgehend von Cyperaceen (2–4%) und Poaceen (6–8%) gebildet.

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Quercus* (unter 60%) und *Corylus* (über 60%), Anstieg der *Carpinus*-Werte über 10%.

#### Z3 *Corylus*-*Quercus*-*Carpinus*-Zone (116–126 cm, 4 Proben)

Diese Zone ist durch den Anstieg der *Corylus*- (maximal 83%) und der *Carpinus*-Werte (auf 27.6%) gekennzeichnet. Die *Quercus*-Anteile nehmen deutlich ab (unter 50%). Ihren jeweils höchsten Betrag in diesem Profil erreichen *Alnus* mit 4.5%, der *Fraxinus excelsior*-Typ mit 5.3%, *Acer* mit 6.8%, *Salix* mit 1% und *Celtis* mit 0.9%. *Betula* tritt mit mehr als 1% deutlicher in Erscheinung. Der NBP bleibt in etwa auf gleichem Niveau (bei 14%).

Grenze: Schnittpunkt der Kurven von *Quercus* (unter 40%) und *Carpinus* (über 40%), Rückgang der *Corylus*-Kurve unter 60%.

#### Z4 *Carpinus*-EMW-Zone (109–116 cm, 3 Proben)

*Carpinus* erreicht in dieser Zone mit 40.9% maximale Anteile. *Corylus* fällt auf Werte unter 40%, *Quercus* unter 30% zurück. Der *Betula*-Anteil nimmt gegen Ende zu (von 1.9% auf 9.5%), desgleichen die *Abies*-Werte (bis 2.1%). Die geschlossene Kurve von *Salix* findet hier ihr Ende. Mit wenigen Pk konnten der *T. cordata*- und der *T. platyphyllos*-Typ nachgewiesen werden. Der *Fraxinus excelsior*-Typ fällt auf rund 1% (*F. americana* unter 1%) ab und *Acer* behält konstant Werte um 3% bei. *Viscum* und *Cornus mas* sind nur mit wenigen Pk vorhanden, treten aber regelmäßig auf. In dieser Zone liegt auch der einzige *Vitis*-Nach-



weis des gesamten Diagramms. Die NBP-Summe steigt auf 23.7%, verursacht durch einen Anstieg der Cyperaceen auf 20% (gegenüber rund 3% Poaceen).

Grenze: Anstieg des *Betula*- (über 10%), *Ulmus*- und *Abies*-Anteils (über 2%), Rückgang der *Corylus*- und *Quercus*-Werte unter 20%, Ende der geschlossenen Kurven von *Celtis* und *Taxus*.

#### **Z5 *Betula-Carpinus-Corylus*-Zone (95 - 109 cm, 6 Proben)**

Die dominierende Baumart dieser Zone ist *Betula*, die am Ende 53.6% erreicht. Daneben haben nur noch *Ulmus* (bis 7.6%) und *Abies* mit 4-6% (8.4%) höhere Werte. Der *Quercus*-Anteil geht unter 15% (6.1%) zurück. Auffällig ist hier das nochmalige regelmäßige Vorkommen von *Taxus*, wenn auch nur mit wenigen Pk. Kennzeichnend für diese Zone ist das Auftreten einzelner Pk von *Larix*, in diesem Profil allerdings nur außerhalb der Zählung. Ebenfalls außerhalb der Zählung wurde *Ilex* gefunden. Die Anteile von *Acer* und des *Fraxinus excelsior*-Typs sinken unter 1% (Ende der geschlossenen Kurve des *F. americana*-Typs). Die NBP-Summe geht auf rund 10% zurück und setzt sich zu drei Vierteln aus Poaceen und Cyperaceen zusammen.

Grenze: steiler Abfall der *Betula*- und *Corylus*-Kurve, Anstieg der *Pinus*-, *Ulmus*- und *Abies*-Werte.

#### **Z6 *Carpinus-Ulmus-Abies*-Zone (93 - 95 cm, 1 Probe)**

Die Z6 ist nur durch eine Probe repräsentiert, die unmittelbar an der Oberkante der Grobdetritus-Mudde liegt. Der *Pinus*-Anteil beträgt 10%, und die *Quercus*-Werte steigen nochmals auf 17.9% (EMW 28.9%). *Abies* und *Ulmus* erreichen ihre maximalen Beträge mit rund 10%. Auch der Anteil von *Picea* (5.9%) ist erhöht, während die *Carpinus*-Werte noch konstant hoch (33.7%) bleiben. Außerdem wurde je ein Pk von *Fagus* und *Ilex* gefunden. Ein starker Rückgang der Werte ist bei *Betula* zu verzeichnen, von 53.6% der vorhergehenden Probe auf 8.9%. Der NBP sinkt unter 10%.

Grenze: Gebildet durch einen Hiatus.

#### **Z11 *Pinus-Picea*-Zone (0 - 93 cm, 12 Proben)**

Bei den ersten Untersuchungen wurde diese Zone als das Ende der Warmzeit interpretiert (Bittmann 1988, Urban 1983). Die neueren Ergebnisse (s. Pollen-Diagramm des Profils Kärlich E, Beilagen 8-10) ergeben jedoch eine Einstufung in ein Interstadial. Der Polleninhalte dieses Sedimentpaketes stammt vom Übergang der Z11a nach 11b oder vom Beginn des Abschnitts Z11b des Profils Kärlich E.

##### **- Z11b *Picea-Pinus*-Phase (0 - 93 cm, 12 Proben)**

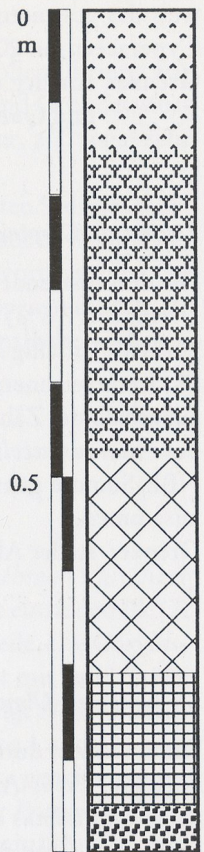
Die Werte von *Pinus* liegen hier zwischen 66.9% und 79%. Daneben ist nur *Picea* mit 9.4-12.4% von Bedeutung. Außerdem tritt regelmäßig *Larix* auf (bis 2.5%). Die übrigen Arten haben relativ geringe Werte, wobei jedoch thermophile Elemente nochmals deutlicher in Erscheinung treten: *Quercus* 4.9%, *Ulmus* 1%, der *Tilia cordata*-Typ (in Spuren), der *T. platyphyllos*-Typ nur einmal an der Basis der Zone, der *Fraxinus excelsior*-Typ 0.6%, der *F. americana*-Typ (1 Pk), *Acer* 0.4%, *Hedera* mit einzelnen Pk, *Viscum* (1 Pk), *Carpinus* rund 3% (max. 6.6%), *Abies* um 1%, der *Viburnum opulus*-Typ 0.4% (relativ regelmäßig) und *Corylus* (rund 3%). Der NBP übersteigt teilweise 100% (129.5%). Dabei entfällt der größte Teil auf die Poaceen (39.5-71.8%) und Cyperaceen (20-36.4%). Es kommen aber auch Pk einer großen Anzahl weiterer krautiger Taxa vor, von denen die Caryophyllaceen, die ligulifloren und tubulifloren Asteraceen, *Artemisia*, *Filipendula*, Rubiaceen, Apiaceen und Campanulaceen größere Anteile besitzen.



## 4.5 Profil Kärlich B

### 4.5.1 Stratigraphie

- 0-15 cm: stark humushaltiger, grauschwarzer, schwach sandiger Ton mit etwas Kleinkies (Quarz und Quarzitgerölle). Schichtlücke bei 15 cm.
- 15-34 cm: grünlich-gelber, toniger Sand mit etwas Kies (bis 3 cm) und Lapilli (Basalt)
- 34-41.5 cm: schwach kiesiger, grau-brauner, tonig-lehmiger Sand mit Eisenaussfällungen, Lapilli (bis 1.5 cm) und Geröllen (bis 2 cm)
- 41.5-44 cm: schwach kiesiger, tonig-lehmiger Sand, durch Eisenaussfällung rost-rotes Band
- 44-47.5 cm: brauner, toniger Sand mit 2-3, ca. 2 mm dicken, schwarzen, humosen (torfigen) Bändchen, Lapilli und Gerölle (bis 1.5 cm)
- 47.5-64.5 cm: dunkelbraun-schwarze, plattige Grobdetritusmudde
- 64.5-70 cm: hellere Mudde mit Sandkörnern und geringen Tonanteilen, leichte Rostfleckung
- 70-80 cm: hellbrauner, toniger Lehm mit dunkleren, humosen (torfigen) Bändchen, schwach rostfleckig, wenige Steinchen (bis 1 cm)
- 80-84 cm: dunkelbrauner, stark humoser, toniger Lehm
- 84-85 cm: grauer, stark toniger Lehm (schluffiger Ton)
- 85-87 cm: stark toniger Lehm, durch Eisenaussfällung rostrotes Band
- 87-94 cm: grauer, stark toniger Lehm (schluffiger Ton)
- 94-120 cm: sandig-kiesiger, gelb-grauer Lehm (Basalt- und Quarzitgerölle)



### 4.5.2 Diagrammbeschreibung (s. Beilage 3)

Die Profillänge beträgt 1.2 m, wobei ab 90 cm die Pollenführung zu schlecht für eine Auswertung war. Im übrigen Teil war die Pollenführung gut und die Erhaltung meist gut bis sehr gut. Im Profil befindet sich zwischen 15 und 32 cm eine Schichtlücke von 17 cm, die bei der Probenentnahme auf Grund des lockeren, kiesig-sandigen Materials des Schwemmfächer-Komplexes entstand (s. Profil C).

#### Z1 *Corylus-Quercus-Pinus-Zone* (85-89 cm, 2 Proben)

Die dominierende Art ist *Quercus* mit Werten um 45%; insgesamt hat der EMW einen Anteil von mehr als 50%. *Corylus* ist durch Beträge um 40% vertreten. *Pinus* (rund 30%) und *Picea* (8.8% bzw. 6.1%) haben gegenüber Z2 deutlich erhöhte Werte. Von den übrigen Baumarten sind nur der *Fraxinus excelsior*-Typ (3.5-5%), der *F. americana*-Typ (1.9-2.3%) sowie *Acer*, *Alnus* und *Carpinus* mit rund 2.5% von Bedeutung. *Betula*, *Ulmus*, *Tilia*, *Hedera*, *Viscum*, *Abies*, *Salix*, *Celtis*, *Taxus*, *Syringa*, *Vitis*, der *Viburnum lantana*-Typ und *Juniperus* sind vorhanden, weisen aber weniger als 1% auf (*Taxus* 1.1%). Der Anteil des NBP ist mit über 30% relativ hoch, ein Drittel davon sind Poaceen (zusammen mit den Cyperaceen knapp die Hälfte). Die Tertiärelemente haben mit 3.9 bzw. 1.7% in der Z1 einen relativ hohen Anteil, der jedoch schon in der Z2 auf einzelne Sporomorphe zurückgeht.

Grenze: starker Rückgang der *Pinus*- (auf 5%) und *Picea*-Werte (unter 2%), Anstieg des *Quercus*- (über 70%), *Fraxinus*- (rund 3%) und *Alnus*-Anteils (auf 1%). *Juniperus* (möglicherweise auch tertiärer Herkunft) verschwindet vollständig, und *Hedera* steigt auf nahezu 3% an. Die übrigen Arten bleiben mehr oder weniger unverändert. Der NBP-Anteil geht auf 11% zurück.

#### Z2 *Corylus*-EMW-Zone (63-85 cm, 13 Proben)

Eine Unterteilung der Z2 in eine EMW-*Corylus*-Phase (Z2a) und eine *Quercus*-Phase (Z2b), wie sie in



den Profilen D und E deutlich wird, ist nur schwach zu erkennen. Sie wird deswegen an diesem Profil nicht durchgeführt. Möglicherweise liegt die Grenze zwischen Z2a und Z2b bei 76 cm. Dieses kommt durch den Rückgang der *Corylus*-Werte und den Anstieg des *Quercus*-Anteils über 80% zum Ausdruck. *Quercus* erreicht jedoch teilweise auch schon in tieferen Proben 80%.

In der Z2 erreicht *Quercus* Werte bis 86.2%. Neben *Quercus* hat *Taxus*, wenn auch nur mit geringem Anteil, maximale Werte (1.8%). Die geschlossene Kurve endet am Ende des Abschnitts, und in den folgenden Proben dieses Profils tritt *Taxus* nur noch unregelmäßig auf. Die übrigen EMW-Elemente *Ulmus* (1-1.5%), der *Fraxinus excelsior*- (durchschnittlich 2%) und *F. americana*-Typ (rund 1%) sowie *Acer* (2-3%) haben geringe Werte. *Tilia* kommt nur mit 1-3 Pk je Probe vor. *Hedera* erreicht mit 3.2% einen für diese Art vergleichsweise hohen Wert. Der *Carpinus*-Anteil nimmt gegen Ende der Zone deutlich zu. Mit einzelnen Pk bleiben weiterhin *Betula*, *Viscum*, *Abies*, *Salix*, *Populus*, *Celtis* und *Syringa* vertreten. Neu auftretende Typen, jedoch nur außerhalb der Zählung, sind *Cornus mas* und der *Frangula alnus*-Typ. Der *Corylus*-Anteil bewegt sich in einem Bereich von 20-50%. Die NBP-Kurve bleibt mehr oder weniger konstant zwischen 9 und 11% (max. 14%).

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Quercus* (unter 60%) und *Corylus* (über 60%), Anstieg der *Carpinus*-Kurve über 10%.

### Z3 *Corylus-Quercus-Carpinus*-Zone (59-63 cm, 2 Proben)

Dieser Abschnitt wird durch einen *Corylus*-Gipfel von 89% charakterisiert. Der *Carpinus*-Anteil steigt stark an (auf 26.3%), während *Quercus* auf Werte unter 50% zurückgeht. Deutlicher tritt *Betula* mit mehr als 1% in Erscheinung. *Alnus* (5%) und *Celtis* (max. 1.2% gegen Ende) nehmen ebenfalls zu.

Grenze: Schnittpunkt der Kurven von *Quercus* (unter 40%) und *Carpinus* (über 40%), beginnender Anstieg der *Abies*-Kurve.

### Z4 *Carpinus*-EMW-Zone (54-59 cm, 2 Proben)

Der Anteil von *Corylus* und *Quercus* fällt in dieser Zone unter 40% zurück. Gleichzeitig steigen die Werte von *Betula* (auf 11%) und *Carpinus* (max. 43.7%) an. Auch *Acer* erreicht mit 6.6% seinen höchsten Wert in diesem Profil. Die Anteile aller anderen Baumarten bleiben gleich oder gehen zurück: *Alnus* von 5% auf 2.2%, *Ulmus* und *Fraxinus* unter 1% (Ende der geschlossenen Kurve des *F. americana*-Typs). *Tilia* ist nur in Spuren vorhanden (*T. platyphyllos*- und *T. cordata*-Typ). Die bis dahin nahezu geschlossene *Celtis*-Kurve findet bis auf einzelne Pk, die noch sporadisch in den höheren Proben auftreten, ihr Ende. Der NBP-Anteil steigt in einer Probe auf 40% (verursacht durch einen Cyperaceen-Gipfel von 35.8%).

Grenze: Anstieg der *Betula*-Werte (über 30%), von *Abies* (über 2%, bzw. 10% zu Beginn der folgenden Zone), Rückgang des *Quercus*-Anteils auf Werte unter 20%.

### Z5 *Betula-Carpinus-Corylus*-Zone (46-54 cm, 3 Proben)

Dies ist mit über 30% (36.4%) die Zone mit den höchsten *Betula*-Werten im Profil Kärlich B. Der *Carpinus*-Anteil bleibt unverändert bei rund 30% (37.3%). *Abies* ist mit einem Anteil von 4-6% (10.9%) deutlich stärker vertreten. Die *Corylus*-Kurve steigt nochmals etwas an (bis 30%), während die *Quercus*-Kurve unter 20% bleibt. Von den übrigen EMW-Arten macht sich nur *Ulmus* mit einem leichten Anstieg auf 2.2% bemerkbar, *Tilia* ist weiterhin nur in Spuren vorhanden (beide Typen), die bisher geschlossene Kurve des *Fraxinus excelsior*-Typs findet ihr Ende und auch *Acer* hat mit Werten unter 1% nur einen geringen Anteil. *Hedera* und *Viscum* sind regelmäßig durch einzelne Pk nachzuweisen. *Picea* erreicht seit dem Ende von Z3 Werte von rund 3.5% und behält diese auch hier bei. Als besondere Funde kommen einzelne Pk von *Buxus*, *Fagus* und *Ilex* außerhalb der Zählung vor, außerdem treten am Ende nochmals *Celtis* (0.4%) und *Taxus* (0.4%) auf. Die NBP-Kurve verläuft auch hier bei ungefähr 15%.

Grenze: Anstieg der *Ulmus*-Werte über 5%, von *Abies* dauerhaft über 10%, Rückgang des *Betula*-Anteils unter 10%.



#### Z6 *Carpinus-Ulmus-Abies-Zone* (32.5 - 46 cm, 6 Proben)

Bei gleichbleibend hohen *Carpinus*-Anteilen (um 40%) erreichen in Z6 *Abies* (16.7%) und *Ulmus* (11.7%) ihre maximalen Werte. Die *Pinus*-Kurve übersteigt 10%, während *Picea* nur leicht auf 4-5% zunimmt. Die Anteile der übrigen Baumarten nehmen stetig ab: *Betula* auf 5%, *Alnus* auf unter 1%, *Quercus* auf 15.7%. Pk von *Tilia* kommen nur noch selten vor, der *Fraxinus*- und *Acer*-Anteil liegt unter 1%, *Celtis* und *Taxus* sind nochmals mit einzelnen Pk vertreten. Auch der *Corylus*-Wert geht zurück (12.5%). Daneben tritt erneut *Fagus* mit einem Pk auf. Zwei Pk von *Larix* finden sich außerhalb der Zählung. Die NBP-Kurve liegt geringfügig niedriger, wobei aber liguliflore und tubuliflore Asteraceen und auch andere krautige Arten etwas regelmäßiger auftreten.

Grenze: gebildet durch eine Schichtlücke.

#### Z11 *Pinus-Picea-Zone* (0-15 cm, 7 Proben)

##### – Z11b *Picea-Pinus-Phase* (0-15 cm, 7 Proben)

Diese Zone zeichnet sich durch die Dominanz von *Pinus* aus. Die Werte liegen zwischen 74% und 80.4%. Daneben ist nur noch *Picea* mit Werten von 7.9-12.8% von Bedeutung. *Larix* tritt mit rund 2% auf. Die anderen Arten sind zum größten Teil noch bzw. wieder mit geringen Werten vorhanden (jeweils Maximalwerte): *Betula* 4.4%, *Alnus* 0.8%, *Quercus* 3.8%, *Ulmus* 0.6%, der *Tilia cordata*-Typ 0.2% (regelmäßiger), der *Tilia platyphyllos*-Typ 0.4%, *Fraxinus* 0.4%, *Acer* nur außerhalb der Zählung, *Hedera* 0.2%, *Viscum* 0.2%, *Fagus* mit zwei Pk, *Carpinus* 6%, *Abies* 2.4%, *Celtis* 0.2% (ein Pk), *Frangula alnus* 0.2% und *Corylus* 2.8%. Die NBP-Kurve erreicht z.T. über 100% (116.3%), den größten Teil nehmen die Poaceen mit über 50% und die Cyperaceen mit 25-35% ein. Daneben kommt eine große Zahl anderer krautiger Arten vor, von denen aber nur die Caryophyllaceen, die ligulifloren und tubulifloren Asteraceen, *Centaurea*-Arten und *Artemisia* nennenswerte Anteile haben.

### 4.6 Profil Kärlich C mit Fundschicht

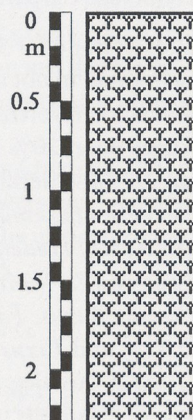
Nach Boenigk (mündl. Mitt.) besteht das Sedimentpaket des Profils Kärlich C aus mehreren, sich überlagernden Schwemmfächern oder Hangabspülungen (Schlammströme). Die archäologische Fundschicht befindet sich im wesentlichen an der Basis dieses Komplexes und umfaßt in etwa die unteren 50 cm. Auch die Fundsituation der Knochenfragmente (geringe Streuung), Steingeräte und Hölzer läßt nach Kröger (mündl. Mitt.) auf eine rasche Einbettung *in situ* schließen.

#### 4.6.1 Stratigraphie

- 0-60 cm: schwach lehmiger, kiesiger Sand, mit Basaltlapilli und Geröllen bis 3 cm
- 60-135 cm: lehmiger, kiesiger Sand, mit Basaltlapilli und Geröllen bis 3 cm
- 135-195 cm: tonig-lehmiger, kiesiger Sand mit Lapilli und Geröllen bis 3 cm
- 195-230 cm: schwach kiesiger, stark tonig-lehmiger Sand, reich an Holzstücken

#### 4.6.2 Diagrammbeschreibung (s. Beilagen 4 und 5)

Auf Grund der Beschaffenheit des Sedimentes (kiesiger, unterschiedlich toniger, lehmiger Sand, mit einem größeren Anteil grobklastischer Gerölle, s. auch Profil B) war es nicht möglich, ein zusammenhängendes Profil zu entnehmen. Daher wurden in einem Abstand von 10 cm kleine Einzelproben aus der Profilwand entnommen.





Die Profillänge beträgt 2.30 m; die Pollenführung und -erhaltung war in den oberen 50 cm äußerst schlecht, so daß nicht auf 500 BP ausgezählt werden konnte (obwohl mehrere Präparate vollständig ausgezählt wurden). Bei den nach unten folgenden Proben wurden die Verhältnisse mit steigendem Ton- und Lehmgehalt zunehmend besser. Die Auswertung machte daher keine Schwierigkeiten mehr. Das Diagramm beginnt mit der Z6 (bzw. dem Übergang von Z5 nach Z6).

#### **Z6 *Carpinus-Ulmus-Abies-Zone* (175 - 230 cm, 6 Proben)**

Die Z6 wird durch den hohen Anteil von *Carpinus* (über 30%) sowie die Maxima von *Ulmus* (13.4%) und *Abies* (10.7%) charakterisiert. Der EMW besteht im wesentlichen nur aus *Ulmus* und *Quercus* (11.0 - 15.1%). Die Beträge von *Acer* und dem *Fraxinus excelsior*-Typ liegen unter 1%, vom *F. americana*-Typ wurden nur zwei und von *Tilia* nur ein Pk registriert. Desweiteren sind mit einzelnen (oder wenigen) Pk *Cornus mas*, *Fagus*, *Hedera*, *Salix*, *Sambucus nigra* und *Viscum* vertreten. Regelmäßig, wenn auch mit geringen Werten tritt *Larix* in dieser Zone (0.2 - 0.6%) in Erscheinung (Beginn der geschlossenen Kurve). Eine starke Abnahme kennzeichnet die *Betula*-Kurve (von 26.7% auf 2.7%, am Ende 9.4%). *Corylus* geht ebenfalls auf Werte unter 10% zurück. *Taxus* ist mit einem Anteil von 1% und darunter nur noch von geringer Bedeutung.

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Pinus* (über 30%) und *Carpinus* (unter 30%), beginnende Abnahme der *Abies*-Werte, Rückgang der *Ulmus*-Anteile unter 5%, Ende der geschlossenen *Taxus*-Kurve, Anstieg der NBP-Werte über 20%.

#### **Z7 *Pinus-Carpinus-Quercus-Zone* (55 - 175 cm, 12 Proben)**

##### **– Z7a *Carpinus-Quercus-Pinus-Phase* (135 - 175 cm, 4 Proben)**

Dieser Abschnitt wird bereits von *Pinus* mit Werten zwischen 36 und 43% dominiert. Zusammen mit einem *Larix*-Anteil von 2 - 3% und NBP-Werten von 20 - 30% wird eine Verschlechterung der Standortbedingungen angezeigt. Der *Carpinus*- (20%) und *Quercus*-Anteil (10 - 15%) ist noch relativ hoch, während die *Abies*- (auf 6%) und *Ulmus*-Kurven (unter 5%) weiter abnehmen. Mit einzelnen Pk sind vertreten: *Acer*, *Buxus*, der *Fraxinus americana*-Typ, *Salix* und *Tilia*.

Grenze: Weiterer Anstieg der *Pinus*-Werte, Rückgang der *Carpinus*-Anteile unter 20%, Verdopplung der NBP-Werte (über 70%).

##### **– Z7b *Pinus-Carpinus-Larix-Phase* (55 - 135 cm, 8 Proben)**

Der untere Teil dieser Zone ist noch gut zu charakterisieren. Im oberen Bereich machen sich jedoch schon schlechtere Pollenführung und Pollenzersetzung bemerkbar.

*Pinus* erreicht Anteile bis zu 60% und die NBP-Kurve übersteigt im oberen Teil 100%. *Larix* erhält mit 5.4% den maximalen Anteil. Die *Carpinus*- und *Quercus*-Werte unterschreiten 10%. Mit 1% bzw. 3.3% sind die *Ulmus*- und *Abies*-Anteile relativ niedrig. Von *Fagus*, dem *Fraxinus americana*-Typ, *Hedera*, *Populus*, *Sambucus nigra*, *Syringa*, *Taxus*, *Tilia*, dem *Viburnum lantana*-Typ und *Viscum* wurden nur einzelne Pk gefunden.

Grenze: Steilanstieg der NBP-Werte über 200%, Abnahme der *Pinus*-Kurve, Zunahme der *Betula*-, *Carpinus*-, *Corylus*- und *Quercus*-Anteile über 10%, Rückgang des *Abies*- (unter 1%) und *Larix*-Anteils (unter 2%). Wahrscheinlich liegt hier ein Hiatus vor, der im Gelände jedoch nicht erkennbar war.

#### **Z10? (0 - 55 cm, 6 Proben)**

In diesem Abschnitt steigen die Anteile der thermisch anspruchsvolleren Gehölzarten *Carpinus*, *Quercus* und *Corylus* abermals an. Hohe NBP-Werte bis 320%, davon Poaceen bis 276.6% und viele weitere Taxa



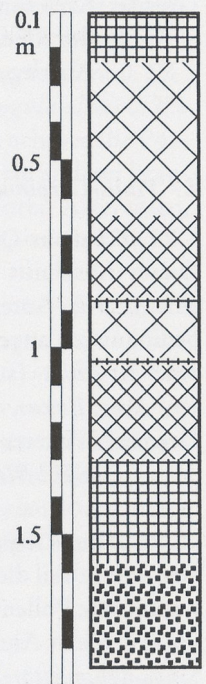
zeigen weitgehende Baumlosigkeit an, so daß die abermals erhöhten Anteile der Gehölze auf Umlagerungen zurückgeführt werden müssen. Umlagerungen werden auch durch erhöhte Werte der Tertiärelemente angezeigt. Die Baumpollensumme als Berechnungsgrundlage gibt daher in diesem Fall ein verfälschtes Bild. Eine Zuordnung zur Z10 mit ähnlich hohen NBP-Werten ist möglich, aber nicht gesichert. Wenn die Zuordnung richtig ist, dürften während der Z8 und Z9 im Bereich des Profilpunktes C keine Sedimente abgelagert worden sein, oder sie wurden erodiert. Da während der Abschnitte Z8 und 9 das Gewässer weitgehend verlandet war (s. Z8, Profil E, Beilage 8), dürfte es nicht zur Ausbildung pollenführender Sedimente im Bereich von Profil C gekommen sein.

Im Verlauf der Z9 und 10a bildete sich erneut eine Wasserfläche. Dieses war durch erhöhten Oberflächenabfluß in einer baumarmen oder baumlosen Landschaft mit lückiger Vegetation und verringerter Verdunstung in kaltem Klima begünstigt (Ablagerung einer kaltzeitlichen Tonmudde im Profil E und D, im Profil C möglicherweise ein weiterer Schwemmfächer).

#### 4.7 Profil Kärlich D

##### 4.7.1 Stratigraphie

- 0-23 cm: hellgrauer bis rötlicher (rostfleckiger?) Lehm mit Fein- bis Grobsandanteil; kaum organische Reste, winzige Holzkohlepartikel
- 23-24 cm: Übergang zu tonig-schluffiger Grobdetritusmudde
- 24-65 cm: tonig-schluffige, stark zersetzte Grobdetritusmudde mit geringem Fein- bis Grobsandanteil
- 65-87 cm: Fein- bis Grobdetritusmudde mit geringem Feinsandanteil, reich an Früchten, Samen, Holz, Braun- und Torfmoosen
- 87-90 cm: Tonmudde mit etwas höherem Feinsandanteil
- 90-103 cm: Fein- bis Grobdetritusmudde mit geringem Feinsandanteil, reich an Früchten, Samen, Holzstückchen, Braun- und Torfmoosen
- 103-105 cm: grauer Ton mit torfigen Einschlüssen und Rostfleckung
- 105-117 cm: stark zersetzte und gepreßte Feindetritusmudde mit geringem Fein- bis Mittelsandanteil
- 117-130 cm: stark zersetzte, tonige Feindetritusmudde mit geringem Fein- bis Mittelsandanteil
- 130-158 cm: schluffig-sandige Tonmudde
- 158-186 cm: hellgrauer Ton, sandig



##### 4.7.2 Diagrammbeschreibung (s. Beilage 6)

Mit diesem Profil wurde vor allem der älteste über dem Brockentuff erfaßbare Teil der Kärlicher Warmzeit untersucht. Dazu wurde auch ein Konzentrationsdiagramm erstellt (Beilage 7). Zu Beginn der Sequenz überwiegen die Tertiärelemente mit mehr als 100% der BP-Summe. Allerdings konnte auf Grund der äußerst geringen Pollenführung in der untersten Probe nur auf 42 BP ausgezählt werden. Die sehr schlechte Erhaltung bedingte einen Anteil an indeterminaten Sporomorphen von rund 100%. Daher wird das unterste Pollenspektrum bei der Charakterisierung der Pollenzonen außer acht gelassen und im Pollendiagramm nicht dargestellt. Die nächsten beiden Proben konnten jedoch schon auf 300 BP ausgezählt werden. Bis auf die Proben 174 cm (361 BP), 160 cm (366 BP) und 158 cm (392 BP) wurden dann alle übrigen auf mindestens 500 BP ausgezählt (s. Tab. 12 im Anhang).



### Z1 *Corylus-Quercus-Pinus-Zone* (157-186 cm, 13 Proben)

Diese Zone wird durch *Corylus* mit einem Anteil von über 100% (bis 185%) beherrscht. Unter den Baumarten ist *Quercus* von Anfang an mit 50-60% dominant. Die übrigen EMW-Elemente sind mit mehr oder weniger geringen Anteilen vorhanden, wobei *Acer* bis 5% erreicht. Ihre höchsten Werte erhält *Alnus* mit 16.5%. Zusammen mit den noch relativ hohen Werten von *Pinus* (10-20%), *Picea* (4-9.3%) und dem NBP (20-30%) wird dadurch der Übergang zur Optimalphase der Warmzeit angezeigt. Mit Werten von 4.3-14.2% ist der Anteil der Tertiärelemente sehr hoch. Dabei handelt es sich um oligozäne Sporomorphe wie z.B. *Aglaoreidia cyclops* Erdtman (Erdtman 1960), *Milfordia hungarica*, *Milfordia incerta*, *Milfordia cf. minima*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Polypodiaceosporites spec.*, daneben auch um Sapindaceen, Sapotaceen, Nyssaceen, Cupressaceen, *Carya* und den *Pinus haploxylon*-Typ. Auch unter den *Pinus*- und *Picea*-Anteilen befinden sich wahrscheinlich Pk tertiärer Herkunft. Auf Grund der allgemein schlechten Erhaltung war es jedoch nicht möglich, diesen Anteil zu quantifizieren. Regelmäßig und mit Werten bis zu 1% kommen *Hedera*, *Celtis* und *Betula* vor. Mit einzelnen Pk sind *Cornus mas* und *Ilex* vertreten, außerdem konnte ein Massulae-Stück mit Glochidien von *Azolla* gefunden werden. Der *Taxus*-Anteil steigt zum Ende der Zone auf 3% an.

Grenze: Rückgang des *Pinus*- (unter 10%), *Picea*- (unter 4%) und NBP-Anteils (unter 20%), Anstieg der EMW-Elemente *Acer*, *Fraxinus excelsior*-Typ, *F. americana*-Typ, Beginn der geschlossenen *Carpinus*-Kurve, Zunahme der *Hedera* und *Celtis*-Werte, Rückgang der *Corylus*-Kurve unter 60% (zu Beginn der folgenden Zone nochmal 98%), Abnahme des Tertiäranteils auf rund 3%.

### Z2 *Corylus*-EMW-Zone (110-157 cm, 21 Proben)

#### - Z2a EMW-*Corylus*-Phase (125-157 cm, 14 Proben)

Charakteristisch für diesen Abschnitt sind neben *Quercus*-Anteilen von 40-50% die hohen Werte der übrigen EMW-Elemente: *Acer* (bis 11%), *Fraxinus excelsior*-Typ (bis 6.3% gegen Ende des Abschnitts), *F. americana*-Typ (bis 10.7%), *Ulmus* (bis 4%) und *Tilia* (max. 2.4% am Ende der Phase). Ebenfalls ihre maximalen Werte erreichen *Taxus* mit 8.7% und *Hedera* mit 3.2%. Der *Corylus*-Anteil beträgt 50-60%. Geschlossene Kurven zeigen *Celtis* (bis 1.2%) und *Carpinus*, regelmäßig kommen auch Pk von *Cornus mas* vor. Weiterhin sind *Ilex*, *Vitis*, *Viscum* und *Populus* durch einzelne Pk vertreten. Erneut konnte *Azolla* nachgewiesen werden. Der Anteil der Tertiärelemente geht zum Ende von Z2a unter 1% zurück.

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Quercus* (über 60%) und *Corylus* (unter 60%), deutliche Abnahme der übrigen EMW-Elemente, Ende der geschlossenen Kurve der Tertiärelemente.

#### - Z2b *Quercus*-Phase (110-125 cm, 6 Proben)

*Quercus* erreicht in diesem Abschnitt einen Anteil von über 70%. Die übrigen EMW-Elemente gehen auf niedrigere Werte zurück: *Acer* auf rund 2%, der *Fraxinus excelsior*-Typ auf ca. 3% (max. bis 5%), der *F. americana*-Typ auf durchschnittlich 2%, *Ulmus* und *Tilia* unter 1% (Ende der geschlossenen Kurve von *Tilia*). Die *Corylus*-Kurve erreicht Werte um 40% und steigt wie die *Carpinus*-Kurve gegen Ende des Abschnitts an. Einen kleinen zweiten Gipfel zeigt *Taxus* gegen Ende von Z2b mit 8.3%. Mit diesem Abschnitt ist das Optimum der Warmzeit erreicht. *Viscum* kann erneut durch einzelne Pk nachgewiesen werden, *Hedera* erreicht Werte von 1-2%. Leicht erhöhte Anteile zeigen gegen Ende der Z2b die Wasserpflanzen, vor allem bedingt durch *Brasenia*, *Nymphaea* und *Nuphar* (max. Anteile in Z3).

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Quercus* (unter 60%) und *Corylus* (über 60%), Anstieg von *Carpinus* über 10%, Beginn der geschlossenen *Abies*-Kurve.

### Z3 *Corylus-Quercus-Carpinus-Zone* (97-110 cm, 5 Proben)

In Z3 erreicht die *Corylus*-Kurve erneut einen Gipfel mit einem Wert von 81.6%. Der *Quercus*-Anteil



nimmt weiter ab und die übrigen EMW-Elemente haben relativ geringe Werte. Nur *Acer* hat leicht erhöhte Anteile. Stark zunehmende Tendenz zeigt *Carpinus* (über 30%), maximale Werte werden von *Celtis* mit 1.6% erreicht. Der NBP-Anteil beträgt 10-20%.

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Quercus* (unter 40%) und *Carpinus* (über 40%), *Corylus* geht auf 50% zurück, beginnender Anstieg der *Betula*-Kurve.

#### **Z4 *Carpinus*-EMW-Zone** (89.5-97 cm, 5 Proben)

*Carpinus* beherrscht mit 51.5% das Bild der Z4. Der *Betula*-Anteil steigt auf 17%, begleitet durch ein erstes Cyperaceen-Maximum von 24.4%. Neben *Carpinus* hat auch die *Corylus*-Kurve einen weiteren Gipfel mit 62.9%. Der Anteil der EMW-Elemente geht weiter zurück, vor allem durch den Rückgang der Kurven von *Quercus* (unter 20%) und des *Fraxinus americana*-Typs (unter 1%, Ende der geschlossenen Kurve) bedingt. Der *Fraxinus excelsior*-Typ erreicht noch Werte von 2-3%, *Acer* von 2-2.5% und *Ulmus* von rund 1%. *Tilia* ist nur noch mit einzelnen Pk nachzuweisen, und die geschlossenen Kurven von *Hedera* und *Celtis* finden ihr Ende.

Grenze: Anstieg der *Betula*-Werte über 20%, beginnender *Abies*- und *Ulmus*-Anstieg, Rückgang des *Carpinus*-Anteils unter 40%.

#### **Z5 *Betula*-*Carpinus*-*Corylus*-Zone** (86-89.5 cm, 2 Proben)

Kennzeichnend für diesen Abschnitt ist das Maximum der *Betula*-Werte (bis 32.8%). Auch *Abies* erreicht mit 5.2% den Höchstwert des gesamten Profils. Ebenfalls ansteigende Anteile hat *Ulmus* (bis 5.2%). Die *Carpinus*- (unter 40%) und *Quercus*-Kurven (10-11%) gehen weiter zurück, *Corylus* hat mit Werten unter 20% einen relativ geringen Betrag. *Alnus* erreicht nur 2%. Der NBP-Anteil beträgt unverändert 10-20%.

Grenze: Schichtverdopplung durch Z4.

Die Verdopplung (82-86 cm) ist erkennbar an einer Wiederholung der Kurvenverläufe aus der Z4 (mit nahezu identischen Beträgen): *Larix* ist nicht nachzuweisen, *Abies* und *Ulmus* haben nur geringe Werte (unter 1%), der *Corylus*-Anteil ist erneut mit über 50% hoch, die Kurve von *Betula* wiederholt ihren Anstieg und vor allem *Carpinus* erhält mit 65.5% ein Maximum. Nochmals erhöht sind auch die Werte von *Taxus* und *Alnus* (rund 6%).

Grenze: Erneuter Anstieg der *Abies*- und *Ulmus*-Werte, Anstieg des *Betula*-Anteils auf über 20%.

Der nach oben folgende Profiltail ist mehr oder weniger gestört, so daß keine klare Zonierung mehr vorgenommen werden kann. Zunächst scheint ein Bereich vorzuliegen, in dem umgelagertes Material aus Z5 und Z6 vermischt ist (60-82 cm, 4 Proben). Es gibt höhere *Betula*- und niedrigere *Abies*- und *Ulmus*-Werte als in Z6. Wie in der Z6 tritt *Larix* (0.6%) regelmäßig auf. Es fehlen die typischen, für die Z6 kennzeichnenden Maxima der *Abies*- und *Ulmus*-Kurven von mehr als 10% (*Abies* nur bis 4.6%, *Ulmus* nur bis 6.2%). Diese Vermischung wie auch die Schichtverdopplung dürften im Zusammenhang mit der Bildung des Schwemmfächers stehen.

Die hier vorgenommene Abgrenzung des folgenden Bereiches (10-60 cm) als Z7 ist nicht sicher und beruht nur auf dem deutlichen Anstieg der *Pinus*- und NBP-Anteile. Die übrigen Kurven zeigen nur wenig Reaktionen (*Corylus* und *Taxus* nehmen leicht ab).

#### **Z7 *Pinus*-*Carpinus*-*Quercus*-Zone** (10-60 cm, 8 Proben)

##### **- Z7a *Carpinus*-*Quercus*-*Pinus*-Phase** (24-60 cm, 5 Proben)

In dieser Phase erreicht *Pinus* Werte von 15-20%, der *Corylus*-Anteil geht unter 10% zurück, und die bis dahin geschlossene *Taxus*-Kurve endet.



Grenze: starker Rückgang der thermophilen Arten, die *Carpinus*-Werte sinken unter 10%, *Quercus* unter 5% und *Ulmus* unter 1%, Ende der geschlossenen *Fraxinus*-Kurve, starke Zunahme der *Pinus*-Werte (auf 60%) und deutliche Zunahme des *Larix*-Anteils auf 2%.

– Z7b? *Pinus-Carpinus-Larix*-Phase (10–24 cm. 3 Proben)

Diese Phase zeigt gegenüber der Z7a ein völlig anderes Bild, auch bezüglich der Stratigraphie. Bis zur Oberkante von Z7a handelt es sich um organogene, dunkelbraun bis schwarz gefärbte Mudden. Es folgt ein hellgrauer, rostfleckiger Ton ohne makroskopisch erkennbare pflanzliche Reste. Dem Polleninhalte nach handelt es sich um Ablagerungen vom Ende der Z7b mit hohen NBP-Werten oder aus Z10a (im Profil Kärlich E ebenfalls ein hellgrauer Ton oder Tonmudde, ähnlicher Polleninhalte wie in der Z10? des Profils Kärlich C). Im letzteren Fall müßten dann die höheren Anteile der thermophilen Arten auf Umlagerungen zurückzuführen sein, da diese in Z10 nicht mehr in diesem Umfang auftreten. Dabei wäre eine Einarbeitung von Material der unterlagernden organogenen Mudden denkbar.

#### 4.7.3 Konzentrations-Diagramm (Beilage 7)

Die absolute Pollenkonzentration ist im wesentlichen abhängig von der Vegetationsdichte und -struktur sowie der Anwesenheit starker oder schwacher Pollenproduzenten. Stärkere Schwankungen der Konzentration können einerseits durch Veränderungen der Vegetationsdecke, andererseits durch unterschiedliche Bildungsgeschwindigkeiten pollenführender Sedimente bedingt sein. Die Änderung der Vegetationsdecke kann klimatische Gründe haben oder auf eine Vegetationssukzession zurückgehen.

Im Pollenkonzentrations-Diagramm des Profils D haben in der Z1 alle Taxa sehr niedrige Konzentrationen, auch *Quercus* und *Corylus*, die im Prozent-Diagramm mit Werten über 50 bzw. 100% dominieren. Der Grund hierfür ist in der bei der Brockentuff-Eruption vernichteten Vegetationsdecke der Umgebung zu sehen. Dazu kommt noch eine vermutlich höhere Sedimentationsrate durch Einwaschung von sandig-tonigem Material in die Depression.

Mit Beginn der Z2a steigen die Konzentrationen aller Arten an. Damit wird eine Wiederbesiedlung der Landschaft durch die Vegetation angezeigt. Die im Verlauf der Z2a auftretenden Schwankungen betreffen alle Arten gleichermaßen, so daß auf Änderungen in der Wachstumsgeschwindigkeit der Sedimente geschlossen werden kann. Relativ hohe Konzentrationen bestehen auch in der Z2b bis zum Beginn von Z3 und charakterisieren das Optimum der Warmzeit (s. 4.10). Die ansteigende Wasserpflanzen-Konzentration zu Beginn der Z3 zeigt eine üppige Gewässervegetation mit hoher Detritusproduktion an. Diese Zunahme der Detritusproduktion ist auch der Grund für den starken Rückgang der Konzentrationen im 2. Teil der Z3. Der Rückgang wird zunächst durch die schnelle Ablagerung (geringe Konzentrationen) eines dunkelgrauen tonigen Sediments eingeleitet, auf das eine Grobdetritusmudde folgt.

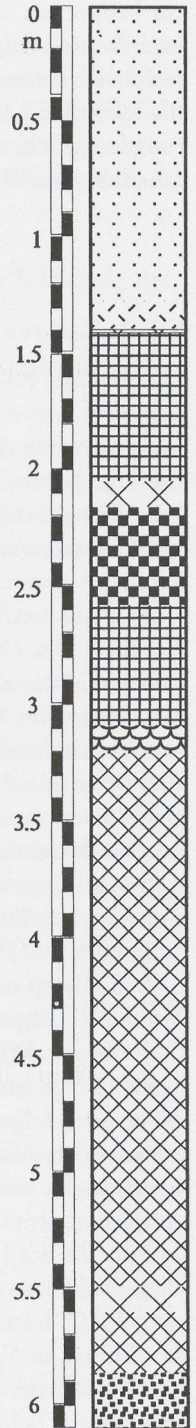
Mit der Z4 beginnt die Schattholz-Phase der Warmzeit und die Gesamt-Konzentration steigt wieder an. Obwohl durch die Schichtverdopplung der Z4 und die Vermischung von Material der Z5 und 6 (vermutlich als Folge einer Schwemmfächer-Bildung) ein hoher Sedimenteintrag anzunehmen ist, werden in der Z4 und den folgenden Abschnitten der *Carpinus*-EMW-Zeit (Z4–7, s. 4.10) die höchsten Pollen-Konzentrationen erreicht. Der Grund hierfür liegt in der Zunahme der starken Pollen-Produzenten *Pinus* und *Betula* in der näheren Umgebung (Anstieg der Werte im Prozent-Diagramm), dem noch hohen *Corylus*-Anteil und dem *Carpinus*-Maximum der Z4–6. Der beginnende Rückgang der thermophilen Taxa im Verlauf der Z6 wird im Konzentrations-Diagramm durch hohe *Betula*-, steigende *Pinus*- und NBP-Anteile ausgeglichen, so daß die Gesamtkonzentration bis zum Ende der Z7a unverändert hoch bleibt. Der Übergang zur Z7b stellt durch den Rückgang der Pollenkonzentration einen starken Einschnitt im Diagramm dar. Davon sind alle Baumarten betroffen, während die Konzentration des NBP unverändert bleibt. Insgesamt stellt der NBP jedoch durch den Rückgang des BP einen Anteil von rund 50% an der Gesamtkonzentration. Dadurch wird die Öffnung der bis zur Z7a noch dichten Wälder angezeigt.



## 4.8 Profil Kärlich E

### 4.8.1 Stratigraphie

- 0-127 cm: humos gebänderter Löß mit eingeschalteten Feinsandlagen
- 127-139 cm: Löß mit dünnen, schräg verlaufenden und sich (durch Auf-  
pressung?) kreuzenden Torf-Muddebändchen
- 139-141 cm: stark zersetzte und verfestigte Torf-Mudde, etwas tonig-schluffig
- 141-201 cm: dunkelgrau-braune, prismatisch brechende Tonmudde
- 201-205 cm: dunkelbraun-schwarze Tonmudde, Übergang zu stark zersetzter  
Torf-Mudde
- 205-214 cm: stark zersetzte Torf-Mudde mit geringem Ton- und Schluffanteil
- 214-218 cm: Übergang zu einer bituminösen (blauschwarzen), prismatisch  
brechenden Tonmudde
- 218-258 cm: bituminöse (blauschwarze), prismatisch brechende Tonmudde
- 258-302 cm: hellgraue, prismatisch brechende Tonmudde
- 302-309 cm: dunkelgraue Tonmudde, Übergang zu stark gepreßtem,  
plattigem Braunmoostorf
- 309-321 cm: ± zersetzter, gepreßter und plattiger Braunmoostorf (Detritusmudde)
- 321-372 cm: stark verfestigte, z.T. geschichtete, tonig-schluffige Feindetritus-  
mudde (geringer Feinsandanteil, einzelne Körner bis 2 mm), reich  
an Pflanzenresten, mit *Bithynia*-Gehäusedeckeln und Vivianit
- 372-442 cm: ungeschichtete, stark tonig-schluffige Feindetritusmudde mit deut-  
lichem Feinsandanteil, Mollusken und Vivianit, reich an pflanz-  
lichen Resten, weniger stark gepreßt
- 442-462 cm: schwach geschichtete, tonig-schluffige Detritusmudde, mit  
Mollusken und Vivianit
- 462-484 cm: durch höheren Anteil an Grobdetritus (Moose, Früchte, Samen, kleine  
Holzstücke) weniger stark verfestigte, tonige Feindetritusmudde.  
1-2 mm dicke Torfbändchen bei 464, 467, 475 und 480 cm. Eine  
Scherfläche zog sich schräg von 454-476 cm durch das ent-  
nommene Profil
- 484-550 cm: dunkelbraun-schwarze, tonige bis stark tonige, geschichtete Fein-  
detritusmudde mit Mollusken und Vivianit, geringer Feinsand-  
anteil, hellgelbe bis ockerfarbene, 1-3 mm dicke Schluffbändchen  
bei 489.5, 490, 504, 505, 506, 515, 520, 527, 529 und 531 cm, Torf-  
bändchen bei 486, 488 und 536 cm
- 550-559 cm: plattige, stark gepreßte Grobdetritusmudde mit Braunmoostorf-  
Einschlüssen; geringer mineralischer Anteil
- 559-562 cm: Übergang zu stark gepreßter Grobdetritusmudde durch mehrere  
dünne Torfmuddebändchen
- 562-587 cm: stark gepreßte und geschichtete, nahezu rein organische Fein-  
detritusmudde mit 1-2 mm dicken Torfbändchen (Braunmoose)  
bei 570, 576 und 578 cm sowie einer 3 mm dicken grauen Ton-  
schicht bei 572 cm
- 587-594 cm: dunkelgrauer, sandiger Lehm
- 594-600 cm: brauner, sandiger Lehm mit Pflanzenresten, Holzstückchen und  
kleinen Steinchen
- 600-607 cm: grauer, sandiger Lehm mit blau-grauen Toneinschlüssen
- 607-612 cm: grau-weißer, rotgefleckter, sandiger Lehm





#### 4.8.2 Diagrammbeschreibung (s. Beilagen 8 und 9)

Die Profillänge beträgt 6.12m; die Pollenführung war gut bis sehr gut (vor allem in den organogenen Mudden), die Erhaltung meist ausgezeichnet. Weniger gut waren die Verhältnisse in den minerogenen Sedimenten an der Basis und im oberen Teil des Profils. Der nach oben abschließende Schwemmlöß bot zunehmend schlechtere Bedingungen für eine Auswertung. Infolge Pollenzersetzung und geringer Pollenfrequenz war hier eine weitere Untersuchung nicht mehr möglich.

##### Z1 *Corylus-Quercus-Pinus-Zone* (600-612 cm, 2 Proben)

*Corylus* erreicht maximale Werte von über 100%; *Pinus* (25%) und *Picea* (10%) haben gegenüber den folgenden Zonen erhöhte Anteile, und die Summe der tertiären Elemente ist mit 8-10% sehr hoch. Neben *Corylus* erreicht auch *Alnus* die höchsten Werte (10-15%) des gesamten Diagramms. Der EMW-Anteil liegt bei über 50% (*Quercus* 45%). Mit geringen Werten sind *Tilia*, *Hedera*, *Viscum*, *Salix*, *Celtis*, *Taxus*, *Syringa* und *Vitis* vertreten. Ein beträchtlicher Teil der *Pinus*- und *Picea*-Pk könnte tertiären Ursprungs sein. Auf Grund des allgemein schlechten Erhaltungszustandes in diesem Bereich war es aber nicht möglich, diesen Anteil näher zu bestimmen.

Grenze: Rückgang des *Pinus*- (unter 10%), *Picea*- (unter 4%) und des NBP-Anteils (unter 20%), Anstieg der EMW-Elemente *Fraxinus excelsior*-Typ, *F. americana*-Typ; Anstieg von *Corylus* über 100% (im Profil Kärlich D zu Beginn der Z2a Anstieg auf 98%), Abnahme des Tertiäranteils auf unter 1%.

##### Z2 *Corylus*-EMW-Zone (583- 600 cm, 4 Proben)

###### - Z2a EMW-*Corylus*-Phase (592-600 cm, 2 Proben)

*Corylus* erreicht nach einem Rückgang zu Beginn dieser Phase zeitweise Werte von über 100% (nur im Profil Kärlich E). In der Z2a haben die EMW-Elemente *Fraxinus* (*F. excelsior*-Typ: 6.3%, *F. americana*-Typ: 10.7%), *Acer* (11%) und *Tilia* (2.4%) maximale Anteile. Höhere Werte zeigt auch *Ulmus* (4%).

Grenze: Rückgang des *Corylus*-Anteils unter 50%, des NBP unter 10%. Anstieg der *Quercus*- über 50% und *Taxus*-Kurve über 10%.

###### - Z2b *Quercus*-Phase (583-586 cm, 2 Proben)

Die Z2b wird von *Quercus* mit Werten von 70-85% dominiert. Die Anteile der übrigen EMW-Arten *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus* und *Acer* nehmen ab. Neben *Quercus* erreichen *Taxus* (15.7%) und *Hedera* (1.1%; in Z2b des Profils Kärlich A 3.2%, in Profil D 3%) maximale Werte. Der *Corylus*-Anteil beträgt unter 50%. Die *Pinus*- und NBP-Werte gehen auf ca. 3% zurück.

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Quercus* (unter 60%) und *Corylus* (über 60%), Anstieg der *Carpinus*-Werte über 10%.

##### Z3 *Corylus-Quercus-Carpinus-Zone* (580-583 cm, 1 Probe)

Die Z3 ist charakterisiert durch einen erneuten starken *Corylus*-Gipfel von 70.1%, den Rückgang von *Quercus* unter 40% und den beginnenden Steilanstieg der *Carpinus*-Kurve. Daneben haben *Acer* (3.4%), der *Fraxinus excelsior*-Typ (4.4%), der *Fraxinus americana*-Typ (1.5%) und *Alnus* (5.5%) noch höhere Anteile. *Celtis* erreicht mit 1.6% den maximalen Wert.

Grenze: Kreuzung der Kurven von *Quercus* (unter 40%) und *Carpinus* (über 40%), Rückgang der *Corylus*-Kurve auf 50%.



#### **Z4 *Carpinus*-EMW-Zone (565.5 - 580 cm, 8 Proben)**

In der Z4 erfolgt der Steilanstieg der *Carpinus*-Kurve bis zum maximalen Wert von 74%. Außerdem beginnen die geschlossenen *Betula*- und *Abies*-Kurven. *Quercus* geht auf Anteile unter 15% zurück, während die *Ulmus*-Werte gegen Ende des Abschnitts leicht ansteigen.

Grenze: *Betula*-Steilanstieg, hier nur Anstieg über 5%, Beginn der deutlichen *Ulmus*- und *Abies*-Kurven (über 2%).

#### **Z5 *Betula*-*Carpinus*-*Corylus*-Zone (559 - 565.5 cm, 6 Proben)**

Bei den Profilen Kärlich A und B läßt sich die Z5 durch eine plötzliche und starke *Betula*-Ausbreitung charakterisieren, die als lokale Erscheinung angesehen werden muß. Im Profil Kärlich E erreicht *Betula* in diesem Bereich aber nur 10%. Weiter ist diese Zone durch den allmählichen Rückgang der *Carpinus*-Kurve, den weiteren Anstieg der *Abies*- und *Ulmus*-Kurven, einen kleineren *Corylus*-Gipfel und besonders durch das erste Auftreten einzelner *Larix*-Pk gekennzeichnet.

Grenze: Rückgang der *Carpinus*- unter 50% und der *Taxus*-Werte unter 3%, Anstieg des *Ulmus*-Anteils über 15%.

#### **Z6 *Carpinus*-*Ulmus*-*Abies*-Zone (492 - 559 cm, 28 Proben)**

Neben den hohen *Carpinus*-Werten (um 40%) erreichen *Ulmus* (bis 18.4%) und *Abies* (bis 9.9%) maximale Anteile; *Larix*-Pk sind häufiger und *Betula* erreicht über 20%. Eine leichte Zunahme der Anteile ist bei *Picea* von 2 auf 5 - 6% und *Quercus* auf rund 20% zu erkennen.

Grenze: Rückgang der *Carpinus*- (unter 30%) und *Ulmus*-Werte (unter 10%), Beginn der geschlossenen *Larix*-Kurve, Anstieg der *Pinus*- (auf 20%) und NBP-Kurve (auf über 10%).

#### **Z7 *Pinus*-*Carpinus*-*Quercus*-Zone (321 - 492 cm, 47 Proben)**

##### **– Z7a *Carpinus*-*Quercus*-*Pinus*-Phase (404 - 492 cm, 28 Proben)**

*Carpinus* hat in diesem Abschnitt durchgehend Werte um 20%, *Abies* um 6%, *Ulmus* um 4 - 5%. Die *Quercus*-Kurve zeigt einen kontinuierlichen Rückgang von 20 auf 15%. Die *Pinus*-Werte steigen auf rund 35%. Die *Larix*-Anteile liegen bei 2 - 3%. Eine deutliche Zunahme zeigt der NBP (von 10 auf durchschnittlich 20%).

Grenze: Starker Anstieg des NBP-Wertes.

##### **– Z7b *Pinus*-*Carpinus*-*Larix*-Phase (321 - 404 cm, 19 Proben)**

Kennzeichnend für diese Phase ist der Rückgang der thermophilen Arten. Mit einzelnen Pk sind *Hedera* und *Viscum* noch vertreten. Die Anteile des NBP nehmen bis auf 96% zu, sinken gegen Ende jedoch wieder unter 50%. Diese Phase zeigt eine Öffnung der Wälder an.

Grenze: Rückgang der *Carpinus*- und *Quercus*-Werte unter 1%, Ende der geschlossenen *Ulmus*-Kurve, Anstieg des *Pinus*-Anteils über 70%, Rückgang der NBP- unter 30% und der Wasserpflanzen-Kurve unter 1%.

#### **Z8 *Pinus*-*Larix*-*Betula*-Zone (309 - 321 cm, 6 Proben)**

Die hohen *Pinus*- (70 - 84%) und *Larix*-Werte (5 - 6%), *Betula*-Anteile um 10% und ein starkes Zurückgehen der NBP-Kurve zeigen eine zumindest lokal erneut dichtere Bewaldung an. Die Kurven thermisch anspruchsvoller Laubwaldarten enden nahezu vollständig. In dem mehr oder weniger stark zersetzten Braunmoostorf liegen die *Equisetum*-Werte über 100%. Der geringe Anteil an Wasserpflanzen spricht für eine weitgehende Verlandung des Sees.



Grenze: Rückgang der *Pinus*-Kurve auf 65%, Anstieg der *Betula*- (über 20%) und der NBP-Werte über 50%, Beginn der geschlossenen *Artemisia*-Kurve.

#### **Z9 *Larix-Pinus-Betula*-Zone** (302 - 309 cm, 4 Proben)

Unter dem BP dominieren *Pinus* mit Werten um 65% und *Betula* um 25%. *Larix* erreicht mit 7.8% ein erstes Maximum. Der NBP hat einen Anteil von 80%.

Grenze: Anstieg der NBP- (über 100%) und *Artemisia*-Werte (über 10%), starker Rückgang des *Betula*-Anteils unter 10%.

#### **Z10 Tundren-Zone** (258 - 302 cm, 10 Proben)

##### **- Z10a Entwaldungs-Phase** (289 - 302 cm, 4 Proben)

*Pinus* dominiert mit Werten über 75% (bis 87%), gleichzeitig nimmt der NBP im Verlauf des Abschnitts von 100 auf fast 200% zu und zeigt damit eine fortschreitende Entwaldung an. Einen geringen Anteil nimmt *Picea* mit 2% ein; auch *Larix* geht auf 4% zurück. Unter dem NBP erreichen *Artemisia* mit 15% und die ligulifloren Asteraceen mit 4 - 9% zum ersten Mal höhere Werte. Die Wasserpflanzen zeigen eine Zunahme auf einen Anteil von 2%. Seit der Z9 liegt der Anteil wieder über 1% und deutet die erneute Bildung einer Wasserfläche an.

Grenze: Rückgang von *Pinus* auf Werte unter 70%, starker *Betula*- und *Artemisia*-Anstieg über 20%, Verdopplung des NBP auf 390%, starker Anstieg der Wasserpflanzen-Anteile über 30% (*Typha angustifolia*/*Sparganium*-Typ, *Ranunculus Batrachium*-Typ).

##### **- Z10b Tundren-Phase** (258 - 289 cm, 6 Proben)

Eine vollständige Entwaldung wird durch die hohen NBP-Werte (über 400%: Poaceen bis 279.8%, *Artemisia* bis 51.4%), die zurückgehenden *Pinus*- (unter 60%) und *Larix*-Anteile (3 - 4%) sowie die höheren *Betula*-Werte angezeigt. Die starke Zunahme der Wasserpflanzen (bis 50%) ist bedingt durch die Bildung einer neuen offenen Wasserfläche, wohl infolge niedrigerer Verdunstung im kalten Klima. Die wieder regelmäßig auftretenden Pk thermophiler Gehölze wie *Quercus* und *Carpinus*, auch *Corylus* (bis 6.7%) weisen auf Umlagerungen hin, erkennbar auch am regelmäßigen Vorkommen tertiärer Elemente. Die Z10b zeigt die höchsten Ericaceen-Werte des gesamten Diagramms (*Empetrum* 14%, *Calluna* 9.8%).

Grenze: Anstieg der *Picea*- und *Quercus*-Kurven, Abnahme der *Alnus*- (unter 1%) und *Larix*-Werte (durchschnittlich 1.5%), Rückgang der NBP- (unter 100%), der *Artemisia*- (unter 1%) und der Wasserpflanzen-Anteile (unter 10%).

#### **Z11 *Pinus-Picea*-Zone** (205 - 258 cm, 13 Proben)

##### **- Z11a *Pinus-Picea-Quercus*-Phase** (218 - 258 cm, 8 Proben)

*Pinus* dominiert mit 70 - 80%, *Picea* erreicht Werte um 8%, *Quercus* bis 8.5%, während *Larix* auf einen Betrag unter 2% und der NBP unter 100% zurückgehen.

Grenze: Anstieg der *Picea*-Kurve über 10% und des NBP über 100% (hauptsächlich durch einen starken Anstieg des Cyperaceen-Anteils), Rückgang der Poaceen-Werte.

##### **- Z11b *Picea-Pinus*-Phase** (205 - 218 cm, 5 Proben)

*Picea* erreicht in diesem Abschnitt maximale Werte von 14.3%. Die *Quercus*-Kurve sinkt auf 1% ab. Der Anstieg der Cyperaceen-Werte auf über 100% und die Abnahme des Wasserpflanzen-Anteils auf unter 1% sind die Folge einer erneuten Verlandung und Vermoorung.

Grenze: Abnahme der *Pinus*-Werte auf 50%, Zunahme der Anteile der ligulifloren Asteraceen (5 - 8%) und Steilanstieg der Poaceen-Werte (über 300%), Rückgang der Cyperaceen-Kurve unter 100%, Zunahme des Wasserpflanzen-Anteils über 50%.



**Z12 Waldfreie *Juniperus-Larix*-Zone (141-205 cm, 7 Proben)**

Eine erneute waldfreie Zeit wird durch ein NBP-Maximum (557.8%: Poaceen bis 368.7%, Cyperaceen 146.2%) und höhere *Betula*-Werte (bis 40%, vermutlich *Betula nana*) angezeigt. Kennzeichnend ist außerdem eine geschlossene *Juniperus*-Kurve (bis 7%) und ein zweites *Larix*-Maximum (13.4%). Die *Pinus*-Anteile gehen auf 40-60% zurück, gleichzeitig steigen die Wasserpflanzen-Werte wieder bis auf 143.9% an. Wie auch in der Z9-10 liegen die *Alnus*-Werte höher (bis 3.7%).

Grenze: Anstieg der *Pinus*-Werte über 80%, starker *Betula*-Rückgang, ebenfalls Rückgang des Poaceen-auf 125% und des Wasserpflanzen-Anteils unter 1%, Anstieg der Cyperaceen-Werte.

**Z13 *Pinus*-Zone (125-141 cm, 4 Proben)**

Die erneute Zunahme der *Pinus*-Werte auf 88.5% (ähnlich wie in der Z8), die Abnahme des *Betula*- (auf 4%) und *Larix*-Anteils (unter 1%) sowie die Abnahme der Poaceen-Kurve um die Hälfte bei gleichzeitigem Anstieg der Cyperaceen-Werte, zeigen eine leichte Klimaverbesserung und eine damit verbundene erneute Verlandung oder Vermoorung an.

Grenze: Anstieg der *Pinus*-Kurve über 90% und Steilanstieg der Kurve der ligulifloren Asteraceen (über 60%), Rückgang der Cyperaceen-Anteile unter 10%, der NBP erreicht Werte über 200%.

**Z14 Steppen-Zone (0-125 cm, 13 Proben)**

In den Lössen dieser Zone ist die Pollenfrequenz so gering, daß die errechneten Prozentwerte nur bedingt interpretiert werden können. Der See war sicherlich vollständig verlandet. Ein gebänderter Schwemmlöß bedeckte die Seesedimente. *Pinus* erreicht Werte um 90%, *Betula* ca. 5% (max. 13.0), *Larix* 2-3% (5.7%) und *Picea* 1.5-5.9%. Die NBP-Kurve liegt meist bei über 200% (Poaceen max. bis 142.0%, liguliflore Asteraceen bis 124% und *Artemisia* bis 19%).

**4.9 Makroreste**

**4.9.1 Hölzer und Holzkohlen der Fundsicht**

Im Uferbereich des ehemaligen Gewässers liegt eine auffällige Konzentration von Hölzern vor (Abb. 5). Es wurden 8331 Holzstücke untersucht, wovon 286 nicht näher bestimmt werden konnten (Tab. 2). Der Erhaltungszustand ist vor allem bei größeren Stücken sehr gut. Daneben gibt es jedoch auch sehr stark zersetztes, z.T. verkieseltes Material.

Abies	4876	(58.5%)
Quercus	1062	(12.7%)
Salicaceae	525	(6.3%)
davon Populus	197	(2.4%)
Salix	56	(0.7%)
Betula	333	(4%)
Pomoideae (cf. Crataegus)	131	(1.6%)
Carpinus	123	(1.5%)
Picea/Larix	91	(1.1%)
davon cf. Larix	4	(0.05%)
Fraxinus	69	(0.8%)
Taxus	41	(0.5%)
Acer	24	(0.3%)
Ulmus	23	(0.3%)

Cornus	15	(0.2%)
Prunoideae	8	(0.1%)
davon cf. Prunus spinosa	2	(0.02%)
Celtis/Zelkova	6	(0.07%)
Sambucus	4	(0.05%)
Corylus	3	(0.04%)
Pinus	3	(0.04%)
Lonicera	2	(0.02%)
insgesamt	8331	
davon Rinde	706	(8.5%)
indet.	286	(3.4%)

Tab. 2 Hölzer der archäologischen Fundsicht (Z6-7a).





Abb. 5 Lageplan der fossilen Hölzer in der Grabungsfläche von 1987/88.

Der weitaus größte Teil der Hölzer stammt von *Quercus* (1062 Stücke) und *Abies* (4876). Die Hölzer von *Abies* lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- a) Hölzer (1040) mit den typischen Merkmalen von *Abies alba*: lange, einschichtige Markstrahlen und breite Frühjahrstracheiden mit 2(-3) nebeneinander liegenden Tüpfeln in den Kreuzungsfeldern;
- b) Hölzer (3836) mit abweichenden Merkmalen: kurze Markstrahlen (bis 10 Zellen) und schmale Frühjahrstracheiden mit einem oder 2 übereinanderliegenden Tüpfeln pro Kreuzungsfeld.

Diese Merkmale treten jedoch nur bei kleineren Holzstückchen mit 1-5 cm Durchmesser auf, so daß hier wahrscheinlich Ast- und Wurzelholz von *Abies cf. alba* vorliegt. Durch Vergleich mit rezentem Astholz konnte dieses bestätigt werden. Dabei ist jedoch das Vorkommen einer anderen Art bzw. weiterer Arten nicht ausgeschlossen.

Neben *Abies* und *Quercus* ist noch Holz von Salicaceen (insgesamt 525, *Salix* 56, *Populus* 197), *Betula* (333), Rosaceen (*Pomoideae* 131, *Prunoideae* 8) und *Carpinus* (123) häufiger vorhanden. Von *Fraxinus* und *Acer* fanden sich 65 bzw. 20 Stücke in der Fundschicht, jeweils 4 Stücke konnten in der Sammlung von Herrn Würges (Mühlheim-Kärlich) bestimmt werden und stammen nach seinen Angaben aus dem Kärlicher Brockentuff.



Pollenzone		2b	3	5	6	11(b)	Pollenzone		2b	3	5	6	11(b)
Abies spec.	Ho					11	Physalis alkekengi	Sa	5	3			
Abies spec.	Na			+			Poaceae	Ka	1		1		1
Abies cf. alba	Sa			1			Poa cf. palustris	Ka					4
Abies spec.	Safl			8			Poa cf. pratensis	Ka					1
Abies spec.	Zapfsch			3			Potamogeton acutifolius	Stk	3				
Acer campestre	Fr	3	1				Potamogeton filiformis	Stk					1
Acer platanoides	Fr		1				Potamogeton gramineus	Stk	20	5			6
Acer pseudoplatanus	Fr	3	2				Potamogeton natans	Stk	4	4	1		6
Aldrovanda vesiculosa	Sa		2				Potamogeton obtusifolius	Stk	4				
Alisma cf. lanceolata	Fr					3	Potamogeton trichoides	Stk	2				
Alismataceae	Infr		1			6	Potamogeton spec.	Stk					2
Alopecurus aequalis	Ka					1	Potamogeton spec.	Infr					12
A. cf. geniculatus	Ka					1	Potentilla erecta	Nu		1			
Azolla filiculoides	MeSp		2				Potentilla cf. reptans	Nu			1		
Betula pendula	Frsch			1			Potentilla cf. supina	Nu					2
Betula pubescens	Frsch		8	18			Potentilla spec.	Nu					3
Betula spec.	Ho				+		Prunus spinosa	Stk	1				
Betula spec.	Sa		69	160			Quercus spec.	Cup	2				
Brasenia holsatica	Sa		3	1			Quercus spec.	Ho		1			1
Butomus umbellatus	Sa	1					Quercus spec.	Kn	31		1		
Caldesia parnassifolia	Stk	1					Quercus spec.	Knsch		40	33		
Campanula cf. patula	Sa	3				11	Ranunculus cf. circinatus	Nu					1
Carex Eucarex	Nu		23	18		17	Ranunculus cf. hederaceus	Nu					1
Carex fusca	Utr					1	Ranunculus cf. lingua	Nu	1				
Carex pseudocyperus	Nu	4					Ranunculus sceleratus	Nu	2	4			15
Carex pseudocyperus	Utr		24	3			Ranunculus spec.	Nu					1
Carex cf. rostrata	Nu					3	Rubus caesius	Stk	3				
Carex Vigneae	Nu		41	19		21	Rubus fruticosus agg.	Stk	2	2			
Carpinus betulus	Nu			29			Rubus idaeus	Stk			2		
Carpinus spec.	Knsch			7			Rumex crispus	Per	4				
Ceratophyllum demersum	Fr	1					Rumex maritimus	Per					8
Chara spec.	Oog	1	1		1	72	Salix spec.	Ho	15	10		2	
Clematis vitalba	Nu	1					Salvinia natans	MiSpo		37	1		
Comarum palustre	Nu					3	Salvinia natans	MeSp	15	111	5	4	3
Coniferen	Ho				++		Saxifraga cf. granulata	Sa		1			
Cornus mas	Stk	4					Schoenoplectus lacustris	Nu	10	5			
Cornus sanguinea	Stk	4					Solanum dulcamara	Sa	7	2			
Corylus cf. avellana	Nu	3					Sparganium cf. angustifolium	Stk		3	2		4
Crataegus cf. pentagyna	Stk	4	3				Sparganium erectum	Stk	1				
Elatine alsinastrium	Sa					1	Sparganium microcarpum	Stk	1		1		
Eleocharis palustris agg.	Nu		5				Sparganium neglectum	Stk	1		1		
Juncus cf. compressus	Sa					1	Sparganium cf. oocarpum	Stk			1		
Juncus cf. conglomeratus	Sa			1			Sparganium spec.	Infr	1		5	5	2
Juncus effusus	Sa	1	2				Stellaria nemorum	Sa					1
Juncus spec.	Sa		2			2	Stellaria cf. palustris	Sa					1
Lycopus europaeus	Kl	5	2	2			Taxus baccata	Sa	2				
Lythrum cf. salicaria	Sa	1	40	4			Typha spec.	Sa	18	119	59	46	1
Menyanthes trifoliata	Sa			2			Ulmus spec.	Knsch		1	1		
Najas göretskyi/lithuanica	Sa	5	2				Urtica dioica	Sa	3	7	2		16
Najas flexilis	Sa	2					Viola cf. epipsila	Sa	1				
Najas marina	Sa	20					Zannichellia palustris	Fr					1
Najas minor	Sa	2	2										
Nitella spec.	Oog		1	2	4	822	Drepanocladus lycopodioides	Bl					2
Nuphar lutea	Sa		2				Drepanocladus spec.	Bl					3
Nymphaea cf. alba	Sa	2	11				Sphagnum spec.	Bl	++				3
Oenanthe aquatica	Fr					11							
cf. Phragmites	Ka					1	Cenococcum geophilum	Skl	2	5			

Tab. 3 Makroreste aus den Profilen Kärlich A und B. Abkürzungen s. 3.4.



Pollenzone		6	7a	7b	10?	Pollenzone		6	7a	7b	10?
<i>Abies</i> spec.	Hk	16		5		<i>Potamogeton</i> gramineus	Stk	1		2	
<i>Abies</i> spec.	Ho	++	++	++		<i>Potamogeton</i> natans	Stk	3		79	
<i>Abies</i> spec.	Psack	55				<i>Potamogeton</i> polygonifolius	Stk		5		
<i>Acer</i> pseudoplatanus	Fr	1				<i>Potamogeton</i> spec.	Stk	3		27	
<i>Acer</i> spec.	Hk	1				<i>Potamogeton</i> spec.	Infr	353	320	445	5
<i>Acer</i> spec.	Ho	1				<i>Quercus</i> spec.	Hk	107	15	3	1
<i>Aldrovanda</i> vesiculosa	Sa	1				<i>Quercus</i> spec.	Ho	5	++	1	
<i>Alismataceae</i>	Infr	5	27	21	2	<i>Quercus</i> spec.	Kn	170			
<i>Betula</i> spec.	Kn	2				<i>Quercus</i> spec.	Knsch	++		1	
<i>Betula</i> spec.	Knsch	1				<i>Rubus</i> fruticosus agg.	Stk	1			
<i>Betula</i> spec.	Sa	5				<i>Rubus</i> idaeus	Stk			5	
<i>Brasenia</i> holsatica	Sa	8				<i>Sagittaria</i> spec.	Infr		1	12	
<i>Carex</i> Eucarex	Nu	1	2	2		<i>Salix</i> spec.	Hk			1	
<i>Carex</i> cf. rostrata	Nu	1				<i>Salvinia</i> natans	MeSp	1			
<i>Carex</i> Vigneae	Nu	1				<i>Sambucus</i> nigra	Stk			1	
<i>Carpinus</i> spec.	Hk	1	1			<i>Schoenoplectus</i> lacustris	Nu	31	3		
<i>Carpinus</i> spec.	Ho	1				<i>Sparganium</i> cf. angustifolium	Stk	5	3	3	
<i>Carpinus</i> betulus	Nu	52				<i>Sparganium</i> erectum	Stk	4			
<i>Carpinus</i> spec.	Kn	1				<i>Sparganium</i> microcarpum	Stk	43	2		
<i>Carpinus</i> spec.	Knsch	2				<i>Sparganium</i> neglectum	Stk	317	7		
<i>Celtis/Zelkova</i>	Hk	25				<i>Sparganium</i> cf. oocarpum	Stk	12			
<i>Chara</i> spec.	Oog		3			<i>Sparganium</i> spec.	Infr	7	12	8	
<i>Cnidium</i> dubium	Fr			1		<i>Stachys</i> sylvatica	Kl	3	1		
<i>Cornus</i> sanguinea	Stk	3				<i>Taxus</i> spec.	Hk	3			
<i>Corylus</i> spec.	Hk		1			<i>Typha</i> spec.	Sa	1		2	
<i>Epilobium</i> cf. roseum	Sa	3				<i>Ulmus</i> spec.	Knsch	2			
<i>Juncus</i> effusus	Sa			1							
<i>Najas</i> flexilis	Sa	1				<i>Drepanocladus</i> spec.	Bl			1	
<i>Picea/Larix</i>	Hk	2	1		3	<i>Sphagnum</i> sect. Cymbifolia	St	4			
<i>Poaceae</i>	Ka		1			<i>Sphagnum</i> spec.	Bl			1	
<i>Populus</i> spec.	Hk		4								
<i>Populus</i> tremula	Knsch	7	45	44		<i>Cenococcum</i> geophilum	Skl	439	84	28	

Tab. 4 Makroreste aus dem Profil Kärlich C (mit archäologischer Fundschicht in Z6 und dem Beginn von Z7a).

*Ulmus* (23) und *Taxus* (41) sind mit weniger Stücken vorhanden. *Picea/Larix* ist durch 91 Stücke belegt; eine weitergehende eindeutige Bestimmung dieser beiden Gattungen ist allerdings nicht oder nur in Ausnahmefällen möglich (cf. *Larix*, 4 Stücke).

Noch völlig unklar ist die Bedeutung der Holzkonzentration. Die Verteilung der Gattungen *Abies* und *Quercus* innerhalb des Fundhorizonts läßt undeutlich eine gewisse Abfolge erkennen, da in einem höheren Bereich vor allem *Abies*, im tieferen *Quercus* stärker hervortritt. Beide kommen jedoch auch immer nebeneinander vor. Ebenfalls unklar ist die Anzahl der Individuen. Obwohl von *Abies* und *Quercus* Stücke von mehreren Metern Länge und einem Durchmesser von 20-30 cm belegt sind, ist es doch möglich, daß die Stücke jeweils nur von einem Baum stammen. Auch läßt sich nicht entscheiden, ob die Hölzer angeschwemmt, mit dem Schwemmfächer transportiert oder durch den Menschen zusammengetragen wurden.

Die Holzkohlenfunde konzentrierten sich im Bereich der archäologischen Funde (Z6-7a), so daß diese mit hoher Wahrscheinlichkeit auf menschliche Tätigkeit zurückzuführen sind und einen Feuergebrauch nahelegen. Drei größere Stücke von *Abies* (L 20-30 cm, B und T 10-15 cm) sind einseitig angebrannt. Folgende Taxa konnten als Holzkohle (Hk) nachgewiesen werden (s. auch Tab. 4 und 7): häufig *Abies* (21), *Celtis/Zelkova* (25) und *Quercus* (126); selten *Acer* (1), *Carpinus* (2), *Corylus* (1), *Populus* (4), *Salix* (1), *Taxus* (3) und *Picea/Larix* (3). Drei weitere Stücke von *Picea/Larix* stammten aus der Z8. Bei *Celtis/Zelkova* konnte keine eindeutige Bestimmung vorgenommen werden. Hk und Stk von *Celtis* sind jedoch für



Pollenzone		2a	2b	3	4	5	5/6	7a
Abies spec.	Ho					1		
Abies spec.	Na				1			
Azolla filiculoides	MeSp		1					
Betula pendula	Frsch				8			
Betula pubescens	Frsch				7	1	1	
Betula spec.	Frsch				31		3	
Betula spec.	Ho				45	2	3	
Betula spec.	Sa				77	2	3	
Brasenia holsatica	Sa			1				
Carex Eucarex	Nu				3	1	1	
Carex cf. rostrata	Nu						2	
Carex Vigneae	Nu			2	61	4	4	3
Carpinus betulus	Nu						1	
Ceratophyllum demersum	Fr			1				
Chara spec.	Oog	2	1	1				
Comarum palustre	Nu				1			
Juncus spec.	Sa	1						
Lycopus europaeus	Kl	1			2	1		
Lythrum cf. salicaria	Sa		2	5				
Menyanthes trifoliata	Sa				1		1	
Najas goretskyi/lithuanica	Sa	2	8	1				
Najas marina	Sa	9	5					
Najas minor	Sa	2	1					
Najas spec.	Sa	1						
Nitella spec.	Oog		1		1			
Poaceae	Ka		1		2			
Potamogeton acutifolius	Stk		2	1				
Potamogeton gramineus	Stk		2	1				
Potamogeton natans	Stk	1	3			1	1	1
Potamogeton spec.	Stk	3						1
Quercus spec.	Kn		2					
Quercus spec.	Knsch	1	23			1		
Ranunculus cf. circinatus	Nu							
Ranunculus Batrachium	Nu					1		
Ranunculus sceleratus	Nu	1						1
Rosaceae-Prunoideae	Ho	1						
Salix spec.	Ho		2			1		1
Salvinia natans	MiSpo	3	89	29				
Salvinia natans	MeSp	1	2					
Sparganium cf. angustifolium	Stk						1	1
Typha spec.	Sa				3			
Urtica dioica	Sa	2	2			1		2
Farnsporangium	Spo	4	272	89	1			
Sphagnum sect. Cymbifolia	Bl				1			
Sphagnum spec.	Bl				61	5	39	37
Porifera	Gem		1					

Tab. 5 Makroreste aus dem Profil Kärlich D (Siebrückstände der Pollenproben).

die archäologische Fundschicht belegt (bestimmt von Schoch in Urban 1983). Dagegen erreicht im Pollenprofil der Fundschicht (Kärlich C) der *Ulmus/Zelkova*-Typ in diesem Bereich die höchsten Werte, während *Celtis* pollenanalytisch nicht nachgewiesen werden konnte. Eine Überprüfung der Hk durch Herrn Schoch ergab *Celtis*, wobei er *Zelkova* jedoch nicht ausschließen konnte (Schoch, pers. Mitteilung).

#### 4.9.2 Früchte, Samen und sonstige Makroreste

Aus den interglazialen Torfen und Mudden konnten zahlreiche Pflanzenreste ausgelesen und bestimmt werden. Die Ergebnisse sind in den Tab. 3-7 dargestellt. Eine vorläufige Liste der nachgewiesenen Taxa



Pollenzone		2b	3	4	5	6	7a	7b	8	9	11b	12	14
Abies spec.	Ho						1	1					
Abies spec.	Na					2							
Betula spec.	Frsch					6	1						
Betula spec.	Ho				1	1	2	1					
Betula spec.	Sa			7	2	6		4					
Carex Eucarex	Nu						1	2					
Carex Vigneae	Nu							2	3	1	1		
Carpinus betulus	Nu			1	1								
Carpinus spec.	Knsch						1						
Chara spec.	Oog	1											
Juncus spec.	Sa						1						
Lythrum cf. salicaria	Sa		1										
Menyanthes trifoliata	Sa								1				
Najas goretzkyi/lithuanica	Sa	1		1		1	5	1					
Papaver cf. somniferum	Sa						1						
Picea/Larix	Ho												2
Potamogeton gramineus	Stk	3					5	1					
Potamogeton natans	Stk						16	19				1	
Potamogeton obtusifolius	Stk						1						
Potamogeton perfoliatus	Stk						3						
Quercus spec.	Knsch	3	1	1									
Ranunculus sceleratus	Nu		1			1	2						
Salvinia natans	MiSpo	4	20	3	1								
Schoenoplectus lacustris	Nu						1						
Sparganium emersum	Stk												1
Sparganium neglectum	Stk					1	2						
Typha spec.	Sa						1						
Urtica dioica	Sa					1		2					
cf. Vaccinium uliginosum	Ho								1				
Farnsporangium	Spo	1	1	16	6	7	1						
Sphagnum sect. Cymbifolia	Bl					1	2						
Sphagnum spec.	Bl					5	9	9					
Porifera	Gem			2									
Cenococcum geophilum	Skl					1							

Tab. 6 Makroreste aus dem Profil Kärlich E (Siebrückstände aus den Pollenproben).

befindet sich in Bittmann 1988, 1990b und c sowie in v. Koenigswald 1989. Die in den unteren Makrorestproben des Profils C (aus dem Fundschichtbereich) reichlich vorhandenen Hölzer wurden nach dem Auslesen nur stichprobenartig untersucht, da der Schwerpunkt der Holzbestimmungen auf den durch die archäologische Arbeitsgruppe in großer Menge geborgenen Hölzern dieses Bereichs lag (s. 4.9.1 und Abb. 5). Bei den Stichproben trat das gleiche Artenspektrum auf. Mit Hilfe der insgesamt nachgewiesenen Arten und Gattungen war es möglich, ein ungefähres Bild der damaligen Vegetation zu entwerfen (s. 4.10, Vegetationsentwicklung), wobei jedoch auch mit veränderten ökologischen Ansprüchen und Konkurrenzverhältnissen der Pflanzensippen gerechnet werden muß.

An sonstigen Resten wurden in der Z2b und 4 einzelne Gemmulae von Süßwasserschwämmen sowie in den Z2b-3 und 6-7b zahlreiche Sklerotien von »*Cenococcum geophilum*« gefunden. Mikroskopisch kleine Holzreste von *Abies* fanden sich regelmäßig in den Pollenpräparaten der Z4-7b; von *Betula* einige in Z3-5, regelmäßig in Z6-7a, vereinzelt in Z7b-10a und Z13-14. Salicaceen-Holz konnte häufiger in den Präparaten der Z3-6, regelmäßig in Z7a-7b und vereinzelt in Z8-10a gefunden werden. *Picea/Larix*-Holz trat vereinzelt in den Präparaten der Z6-10a und Z11b-14, *Taxus* in der Z2-3 auf. Coniferen-Hk-Partikel



Pollenzone		2a	2b	3	4	5	6	7a	7b	8	9	11b	12	14
Abies spec.	Hk						16		5					
Abies spec.	Ho					1	4876	++	6			11		
Abies spec.	Na				24	24	11							
Abies spec.	Psack						55							
Abies cf. alba	Sa				2	1	13							
Abies spec.	Safl					8								
Abies spec.	Zasch				2	5	3							
Acer campestre	Fr		19	6			1							
Acer platanoides	Fr		1	1			2							
Acer pseudoplatanus	Fr		15	2			1							
Acer spec.	Hk						1							
Acer spec.	Ho						24							
Ajuga reptans	Kl						2							
Aldrovanda vesiculosa	Sa			2	3		2							
Alisma cf. lanceolata	Fr											3		
Alisma cf. plantago-aquatica	Fr						5							
Alismataceae	Infr			1			6	28	21	2		7	8	
Alopecurus aequalis	Ka											1		
Alopecurus cf. geniculatus	Ka											1		
Azolla filiculoides	MeSp		1	2										
Betula pendula	Frsch			6	113	35	10							
Betula pubescens	Frsch			15	134	83	76							
Betula spec.	Frsch				31		9	1						
Betula spec.	Ho				24	3	333	2	1			+		
Betula spec.	Kn						2							
Betula spec.	Knsch						1							
Betula spec.	Sa			95	84	164	134		4					
Brasenia holsatica	Sa	1	3	9		1	15							
Butomus umbellatus	Sa		1											
Caldesia parnassifolia	Stk		5	2										
Campanula cf. patula	Sa		3									11		
Carex Eucarex	Nu		5	23	33	58	116	3	4			17		
Carex fusca	Utr											1		
Carex pseudocyperus	Nu		44	22	2	4	3							
Carex pseudocyperus	Utr		124	85	1	5	9							
Carex cf. rostrata	Nu			7		6	3					3		
Carex vesicaria	Utr		1											
Carex Vigneae	Nu		61	50	669	90	124	7	2	3	1	22		
Carpinus spec.	Hk						1	1						

Tab. 7 Gesamte Makroreste der Profile Kärlich A-E und der Sedimentproben.



Pollenzone		2a	2b	3	4	5	6	7a	7b	8	9	11b	12	14
Carpinus spec.	Ho						123							
Carpinus betulus	Nu				28	70	308	1						
Carpinus spec.	Kn						1							
Carpinus spec.	Knsch				1	9	7	1						
Celtis/Zelkova	Hk						25							
Celtis/Zelkova	Ho						6							
Ceratophyllum demersum	Fr		1	1										
Chara spec.	Oog	2	4	2		2	4	3				72		
Clematis vitalba	Nu		5	4										
Cnidium dubium	Fr								1					
Comarum palustre	Nu				1							3		
Cornus mas	Stk		12				6							
Cornus sanguinea	Stk		6				3							
Cornus spec.	Ho						15							
Corylus spec.	Hk							1						
Corylus spec.	Ho						3							
Corylus cf. avellana	Nu		8				15							
Crataegus cf. pentagyna	Stk		26	10	2	2	1							
Dulichium arundinaceum	Fr				1	3	7							
Elatine alsinastrum	Sa											1		
Eleocharis ovata	Nu			5										
Eleocharis palustris agg.	Nu		16	11										
Epilobium cf. roseum	Sa						3							
Epilobium spec.	Sa			1										
Euryale spec.	Sta			1										
Fragaria cf. moschata	Nu			1										
Fragaria vesca	Nu		3											
Fraxinus spec.	Fr			1			1							
Fraxinus spec.	Ho						69							
Glechoma hederacea	Kl		4	1										
Juncus cf. compressus	Sa											1		
Juncus cf. conglomeratus	Sa					1	1							
Juncus effusus	Sa		1	2					1					
Juncus spec.	Sa	1	1	3		2		1				2		
Larix spec.	Za							3						
Lonicera spec.	Ho						2							
Lycopus europaeus	Kl	1	26	6	2	7	19							
Lythrum cf. salicaria	Sa		53	67		5	1							
Menyanthes trifoliata	Sa				1	7	40			69				

Tab. 7 Fortsetzung



Pollenzone		2a	2b	3	4	5	6	7a	7b	8	9	11b	12	14
Mercurialis perennis	Sa		1											
Najas goretskyi/lithuanica	Sa	2	29	10	1		4	5	1					
Najas flexilis	Sa		21	1			1							
Najas marina	Sa	6	54	6										
Najas minor	Sa		13	5										
Najas spec.	Sa	1												
Nitella spec.	Oog		1	1	1	8	16					822		
Nuphar lutea	Sa		6	8		4	71	1						
Nymphaea cf. alba	Sa		33	45	2	13	39							
Oenanthe aquatica	Fr											11		
Papaver cf. somniferum	Sa							1						
cf. Phragmites	Ka											1		
Physalis alkekengi	Sa		13	4										
Picea/Larix	Hk						2	1		3				
Picea/Larix	Ho						91							2
Pinus spec.	Ho						3							
Poaceae	Ka		4	2	2	1		1				1		
Poa cf. palustris	Ka											4		
Poa cf. pratensis	Ka											1		
Polygonum lapathifolium	Sa						2							
Populus spec.	Hk							4						
Populus spec.	Ho						197							
Populus tremula	Knsch			1			10	45	44					
Potamogeton acutifolius	Stk		21	3			1							
Potamogeton filiformis	Stk											1		
Potamogeton gramineus	Stk		80	21		1	1	5	3			6		
Potamogeton natans	Stk	1	61	24	6	153	345	17	98			6	1	
Potamogeton obtusifolius	Stk		26	5				1						
Potamogeton pectinatus	Stk		1											
Potamogeton perfoliatus	Stk		3					3						
Potamogeton polygonif.	Stk			1				5						
Potamogeton trichoides	Stk		2	1										
Potamogeton spec.	Stk	3		1		1	3	1	27			2		
Potamogeton spec.	Infr	1					353	321	445			12		
Potentilla erecta	Nu		2	1			2							
Potentilla cf. micrantha	Nu			1										
Potentilla cf. reptans	Nu					1								
Potentilla cf. supina	Nu											2		
Potentilla spec.	Nu			1								3		
Prunus spinosa	Stk		1	1										

Tab. 7 Fortsetzung



Pollenzone		2a	2b	3	4	5	6	7a	7b	8	9	11b	12	14
Quercus petraea	Fr		4											
Quercus spec.	Cup		5											
Quercus spec.	Fr		2											
Quercus spec.	Hk						107	15	3					
Quercus spec.	Ho			1			1062	++	1			1		
Quercus spec.	Kn		125	16		1	192							
Quercus spec.	Knsch	14	57	73	7	34	10		1					
Ranunculus cf. circinatus	Nu											1		
Ranunculus cf. hederaceus	Nu											1		
Ranunculus Batrachium	Nu					1								
Ranunculus cf. lingua	Nu		1											
Ranunculus sceleratus	Nu	1	33	10	1	3	14	3				15		
Ranunculus spec.	Nu		1									1		
Rosaceae Pomoideae	Ho	1					131							
Rosaceae-Prunoideae	Ho	1					8							
Rubus caesius	Stk		4											
Rubus fruticosus agg.	Stk		14	4			2							
Rubus idaeus	Stk		1			4	11		5					
Rumex crispus	Per		1											
Rumex maritimus	Per					2						8		
Sagittaria spec.	Innenfr							1	12					
Salix spec.	Hk								1					
Salix spec.	Ho		19	10		1	56	1						
Salvinia natans	MiSpo	3	96	87	3	2								
Salvinia natans	MeSp	1	73	138	44	5	5					3		
Sambucus nigra	Stk		2				4		1					
Sambucus spec.	Ho						4							
Saxifraga cf. granulata	Sa			1										
Scirpus silvaticus	Nu						8							
Schoenoplectus lacustris	Nu		12	7		10	56	4						
Schoenoplectus tabernaemontani	Nu		13	1			1							
Schoenoplectus torreyi	Nu			13		3	6							
Schoenoplectus triqueter	Nu		1											
Solanum dulcamara	Sa		28	6										
Sparganium cf. angustifolium	Stk		5	5		2	14	4	3			4		
Sparganium emersum	Stk						1		1					1
Sparganium erectum	Stk		1				4							
Sparganium microcarpum	Stk		3	1		2	55	2						
Sparganium neglectum	Stk		4	1	3	8	369	9						
Sparganium cf. oocarpum	Stk					1	12							

Tab. 7 Fortsetzung



Pollenzone		2a	2b	3	4	5	6	7a	7b	8	9	11b	12	14
Sparganium spec.	Innenfr		1			5	12	12	8			2		
Stachys sylvatica	Kl						3	1						
Stellaria nemorum	Sa											1		
Stellaria cf. palustris	Sa											1		
Taxus spec.	Hk						3							
Taxus spec.	Ho						41							
Taxus baccata	Sa		4				6							
Thalictrum minus	Fr		1											
Typha spec.	Sa		30	128	6	62	51	1	2			1		
Ulmus spec.	Ho						30							
Ulmus spec.	Knsch			1		1	4							
Urtica dioica	Sa	2	52	25	1	11	50	2	2			16		
cf. Vaccinium uliginosum	Ho									1				
Viola cf. epipsila	Sa		1											
Viola spec.	Sa		1											
Zannichellia palustris	Fr											1		
Farnsporangium	Spo	4	273	90	17	6	7	1						
Calliergon trifarium	Bl			12	++	3	2							
Drepanocladus lycopod.	Bl											2		
Meesia longiseta	St				+									
Meesia triquetra	St				+	+	+							
Plagiomnium spec.	Bl					1								
Sphagnum Sect. Cymbifolia	St						4							
Sphagnum Sect. Cymbifolia	Bl				1		1	2						
Sphagnum spec.	Bl				61	++	48	47	11					
Porifera	Gem		1		2	1								
Cenococcum geophilum	Skl		48	19			566	84	28					

Tab. 7 Schluß.

befanden sich regelmäßig in den Pollenpräparaten der Z7b-10a und 14, vereinzelt in Z12-13. *Cerato-phyllum*-Haare wurden häufig in den Präparaten der Z2a-3, weniger häufig in Z4-7a und selten in Z7b-12 registriert.

#### Anmerkungen zur Bestimmung:

Die Bestimmung erfolgte nach der in 3.3 angegebenen Literatur und der Vergleichssammlung des Instituts für Palynologie und Quartärwissenschaften Göttingen. Schwierige Taxa, die nicht eindeutig identifiziert werden konnten (wenn nicht alle Arten einer Gattung zum Vergleich vorlagen), wurden mit dem Zusatz »cf.« und dem Artepitheton der praktisch identischen Vergleichsart versehen. Ein Teil der zunächst als *N. flexilis* angesprochenen Samen ist nach Herrn Mai, Berlin, als *N. goretskyi* und/oder *N. lithuanica* anzu-



sprechen. Herrn Mai ist außerdem die Bestätigung der Bestimmung von *Schoenoplectus torreyi* und der Hinweis auf *Crataegus nigra/pentagyna* zu verdanken. Ein Vergleich mit rezentem Material aus dem Herbarium Göttingen ergab eine gute Übereinstimmung des fossilen Materials mit *Crataegus pentagyna*. In einigen Fällen könnte es sich auch um *Crataegus nigra* handeln. Beide sind sehr nah verwandt und haben, im Gegensatz zu den mitteleuropäischen Arten mit roten Früchten und 1-2 Steinkernen, schwarze Früchte mit fünf Steinkernen. Sie sind heute südosteuropäisch verbreitet (Mai 1988).

Eine detaillierte Bearbeitung der zahlreichen, in nahezu allen Proben vorhandenen Moose steht noch aus. In den meisten Fällen handelt es sich um *Drepanocladus*- und *Calliergon*-Arten. Soweit eine Bestimmung erfolgte, sind die Ergebnisse in der Gesamtartenliste aufgeführt. Bei den ausgelesenen Resten von *Sphagnum* ist eine Bestimmung schwierig, da nur einzelne Blättchen oder Stückchen davon vorhanden sind. Außerdem sind die Zellen stark mit Tonpartikeln gefüllt und schlecht erhalten, wodurch eine Identifizierung häufig unmöglich war. Erste Bestimmungsversuche zeigten, daß es sich im wesentlichen um Arten der sect. *Cymbifolia* handelt. Es konnten auch wenige Stämmchen dieser Section mit den typischen Spiralverdickungen in der äußeren Zellschicht gefunden werden.

#### 4.10 Die Vegetationsentwicklung

Anhand der Profile Kärlich A-E und der Makroreste (s. 4.9) läßt sich der Vegetationsablauf in 6 größere Abschnitte einteilen:

- I. EMW-Zeit (Z1-Z3)
- II. *Carpinus*-EMW-Zeit (Z4-Z7)
- III. *Pinus*-Zeit (Z8)
- IV. Waldlose Zeit I (Z9-Z10), Mülheim I-Stadial
- V. *Pinus-Picea-Quercus*-Zeit (Z11), Kettiger Interstadial
- VI. Waldlose Zeit II (Z12-Z14), Mülheim II-Stadial

Im Folgenden wird der allgemeine Ablauf der Vegetationsentwicklung für die einzelnen Waldzeiten dargestellt. Da für die Unterschiede zwischen den Pollenprofilen meist unterschiedliche Sedimentationsbedingungen an den Profilpunkten A-E verantwortlich sind, wird auch die Entwicklung der Sedimente in den Vegetationsablauf mit einbezogen.

##### 4.10.1 Die EMW-Zeit (Z1 - Z3)

Zu Beginn des pollenanalytisch erfaßten Teils der Kärlicher Warmzeit war die Landschaft im engeren Umkreis des Fundplatzes (ca. 1000m) bei einer vulkanischen Eruption mit dem sogenannten »Kärlicher Brockentuff« bedeckt worden. Nach Schmincke 1986 wird ein Brockentuff in der Initialphase einer phreatomagmatischen Eruption (einer durch den Zusammentritt von Wasser und Magma verursachten Explosion) gefördert und besteht aus dem Material der durchschlagenen Schichten sowie magmatischen Anteilen. In Kärlich machen devonischer Schiefer, tertiärer Ton, Schotter und Löss den größten Teil aus, während der Anteil magmatischer Gesteine niedrig ist. Die Intensität des Ausbruchs war relativ gering und der Brockentuff wurde nur kleinräumig verbreitet.

Bei diesem Ausbruch, der während einer Warmzeit stattfand, wurde die lokale und z.T. wohl auch die regionale Vegetation vernichtet. Im Pollenkonzentrationsdiagramm (Beilage 7) ist daher die frühe Phase der Abfolge durch geringe Pollenkonzentrationen gekennzeichnet und der Anteil tertiärer, in diesem Fall oligozäner Sporomorphe aus dem Kärlicher Blauton ist hoch (Z1, Beilage 6).

Vom Beginn der Sequenz an sind *Quercus* und *Corylus* dominant (Beilage 6). Daneben kommen jedoch auch alle anderen thermisch anspruchsvollen Taxa wie z.B. *Celtis*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, der



*Fraxinus excelsior*-Typ, der *F. americana*-Typ, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer* und *Vitis* vor. Die höheren *Pinus*-, *Picea*- und NBP-Werte sowie das vereinzelte Auftreten von *Juniperus* zeigen, daß das Optimum der Warmzeit vielleicht noch nicht erreicht war. Ein Teil der Coniferen-Pk kann dabei auch tertiären Ursprungs sein, während der höhere NBP-Anteil vermutlich eine Folge der bei der Wiederbesiedlung zunächst krautigen Vegetationsdecke ist.

Der Übergang zur Z2a ist durch den starken Anstieg der EMW-Elemente, sowie eine frühe *Taxus*-Ausbreitung gekennzeichnet (Beilage 6). Gleichzeitig sinkt der *Corylus*-Anteil und die Coniferen werden bedeutungslos. Das Sediment ist bereits als eine Mudde (Tonmudde) anzusprechen. Erste, in geringer Anzahl auftretende Makroreste stammen überwiegend von z.T. thermophilen Wasser- und Uferpflanzen wie *Najas marina*, *N. minor*, *N. goretzkyi/lithuanica*, *Juncus spec.*, *Urtica dioica*, *Salvinia natans*, *Chara spec.*, *Lycopus europaeus*, *Potamogeton natans* und *Ranunculus sceleratus*. Aber auch schon Reste von Gehölzen wie *Quercus spec.* und *Rosaceae-Prunoideae* kommen vor (s. Tab. 5). In Z2b konnte 1 Megaspore des stratigraphisch bedeutungsvollen Wasserfarns *Azolla filiculoides* gefunden werden. Weitaus häufiger ist jedoch *Salvinia natans*.

Folgende thermophile Gebüsch- und Waldmantelarten sind durch Makroreste belegt: *Clematis vitalba*, *Cornus mas*, *C. sanguinea*, *Crataegus cf. pentagyna*, *Physalis alkekengi*, *Prunus spinosa*, *Sambucus nigra*, *Solanum dulcamara* und *Urtica dioica*. Dazu kommen die durch Pk nachgewiesenen Taxa *Celtis*, *Ligustrum*, *Vitis* und *Syringa* (sect. *Ligustrina*, Grüter 1967 und Tafel 7,6). Mit *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Quercus petraea*, *Quercus spec.* (über 100 Knospen) und *Taxus baccata* treten Arten anspruchsvoller Laubmischwälder stärker in Erscheinung.

Die Z3 leitet zur *Carpinus*-EMW-Zeit über. Der *Quercus*-Anteil geht zugunsten von *Carpinus* stark zurück, während *Corylus* nochmals an Bedeutung zunimmt. Die Makroreste dieses Abschnitts unterscheiden sich qualitativ kaum von denen der vorhergehenden Z2b, zahlenmäßig treten jedoch einige zurück, darunter vor allem *Acer campestre* und *A. pseudoplatanus*, *Lycopus europaeus*, die *Najas*-Arten, *Physalis alkekengi*, *Potamogeton acutifolius*, *P. gramineus*, *P. obtusifolius*, *Ranunculus sceleratus*, *Solanum dulcamara* und *Urtica dioica*.

Neu in diesem Abschnitt sind Samen von *Aldrovanda vesiculosa*, *Ceratophyllum demersum* (beide thermophil), Fruchtschuppen von *Betula pendula* und *B. pubescens*, zahlreiche Samen von *Betula spec.* (bei noch sehr niedrigen Pollenanteilen von *Betula*), ein Stachel von *Euryale spec.* und zahlreiche Nüsschen von *Schoenoplectus torreyi*. Diese Art ist nach Mai 1990 »heute vorwiegend in Sümpfen und an schlammigen Ufern des atlantischen Nordamerika von Maine bis Missouri« verbreitet. Eine Zunahme ist bei den Nüsschen von *Carex*-Arten, den Samen von *Typha spec.* und den Megasporen von *Salvinia natans* zu verzeichnen. *Azolla filiculoides* tritt erneut mit 2 Megasporen auf.

Insgesamt betrachtet stellt die EMW-Zeit mit den nachgewiesenen wärmeliebenden Arten nach de Beaulieu u. Reille 1984 das thermische Optimum der Warmzeit dar. Eine syntaxonomische Einordnung der Vegetation in das heute bestehende System ist u. a. wegen veränderter Artenzusammensetzung, möglicher veränderter Konkurrenzverhältnisse in früheren Warmzeiten und meist unbekannter Einzugsgebiete der fossilen Floren nur in Grenzen möglich. Auf die dabei bestehenden Schwierigkeiten weist Lang 1967 eindringlich hin. Da jedoch gerade aus diesem Abschnitt eine reiche Flora ähnlicher Artenzusammensetzung wie im Holozän überliefert ist (vor allem der Gewässer, s. 4.11 Die Gewässerentwicklung), soll im Folgenden der Versuch einer Einordnung gemacht werden.

Aus der Klasse der *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. in Vlieg 1937, den reicheren Laubwäldern und Gebüsch, existierten sicherlich Gesellschaften der Ordnung *Prunetalia* Tx. 1952 (Waldmäntel und Gebüsch) mit *Clematis vitalba*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum spec.* (Pk), *Prunus spinosa*, *Rubus fruticosus* agg., *Sambucus nigra* und *Vitis* (Pk) als Übergang zu einem Laubmischwald. Auch *Crataegus cf. pentagyna* dürfte hierher gehören. Damit ist eine Stellung innerhalb des *Berberidion* Br.-Bl. 1950 wahrscheinlich. Nach Mai 1988 und Jung et al. 1972 ist *Crataegus pentagyna* im Eem-Interglazial von Zeifen/Salzach ein thermophiles Glied artenreicher Ulmen-Eichen-Auenwälder. In ihrem heutigen Verbreitungsgebiet (Südost-Europa) weist die Art nach Mai 1988 eine hohe ökologische Toleranz auf. So kommt sie nach Horvat et al. 1974 im *Salicion albae* der Vojvodina und der Umgebung von Belgrad vor, aber auch in



Gesellschaft mit subxerophilen Gehölzen wie *Quercus iberica*, *Carpinus orientalis*, *Paliurus spina-christi* und *Cornus mas* (nach Lavrenko u. Socava 1956, zitiert in Mai 1988).

Die eigentlichen Wälder sind bei den *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928 einzuordnen. Auf Grund der vermutlich hohen Sommertemperaturen und der nachgewiesenen Arten mit submediterrane Verbreitungsschwerpunkt bestehen auch Beziehungen zu den wärmeliebenden Eichenmischwäldern der Ordnung *Quercetalia pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1931. Innerhalb der *Fagetalia* kann keine eindeutige Zuordnung vorgenommen werden. Die Gesellschaften des *Fagion sylvaticae* Pawl. 1928 (Buchen- und Buchen-Mischwälder) können durch das Fehlen von *Fagus* in den pleistozänen Warmzeiten Mitteleuropas ausgeschlossen werden. Desgleichen können die Assoziationen des *Carpinion betuli* (Issl 1931) Oberd. 1953 (Eichen-Hainbuchenwälder) ausgeschlossen werden, da *Carpinus* in der EMW-Zeit noch nicht eingewandert war. Die Einordnung bei den Verbänden des *Alno-Ulmion minoris* Br.-Bl. et Tx. 1943 bzw. des *Alno-Padion* Knapp 1948 p.p. (Hartholz-Auen) und des *Tilio-Acerion* Klika 1955 (Ahorn-Eschenmischwälder) ist dagegen möglich. Die nachgewiesenen Arten erlauben jedoch keine klare Differenzierung zwischen dem *Alno-Ulmion* und dem *Tilio-Acerion*, da nach Ellenberg 1982, S. 222 und 363, enge floristische Beziehungen zwischen feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern des *Carpinion*, dem *Alno-Ulmion* und dem *Tilio-Acerion* bestehen.

Die durch Makroreste belegten Arten des Ufer- und des darauf folgenden Bereichs stammen aus dem Übergang zu den eigentlichen Waldgesellschaften: a) dem Waldsaum und b) dem schon erwähnten Waldmantel. Die Arten des Waldsaums lassen ein Mosaik verschiedener Gesellschaften aus den Klassen der *Trifolio-Geranieta sanguinei* Th. Müll. 1961 (thermophile Saum-Gesellschaften und Staudenfluren) mit *Thalictrum minus*, der *Epilobietea angustifolii* Tx. et Prsg. in Tx. 1950 (Schlagfluren und Vorwaldgesellschaften) mit *Fragaria vesca*, *Rubus fruticosus* agg., *Sambucus nigra* und der *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 1950 (Zwei- bis mehrjährige Ruderal-Gesellschaften an Schutzplätzen, Wegen, Wald- und Ufer-Rändern) mit *Urtica dioica*, *Rubus caesius* und *Bryonia spec.* (als Pk) möglich erscheinen. Insgesamt ist der Saum jedoch von geringerer Bedeutung, da das Ufergebüsch mit dem Waldmantel wohl räumlich eng verzahnt war und daher kaum Standorte für einen typischen Saum aus krautigen Pflanzen bot. Weiterhin werden die Säume durch Pflanzenfamilien wie die Fabaceen, Rosaceen, Asteraceen und Apiaceen dominiert, deren Pk in der Regel nicht näher bestimmt werden können.

Bei der normalen Verlandungssukzession eines meso- bis eutrophen Sees wird die Bewaldung der Uferregion durch einen Erlenbruchwald gebildet (Ellenberg 1982, S. 391). Hier ist dieses jedoch nicht der Fall. Ein Ausfall von *Alnus* als Endglied der Zonierung bzw. Verlandungsabfolge (s. 4.11 Gewässerentwicklung) wird durch einen geringen Pollenanteil an den Spektren dokumentiert. Es gibt auch keinerlei Funde von Holz, Früchten und Fruchtschuppen. Das Fehlen von Erlenbruchwäldern ist vermutlich durch die relativ steilen Ufer des Gewässers bedingt.

Die Existenz einer Weichholzaue (*Salicetea purpureae* Moor 1958, *Salicetalia purpureae* Moor 1958 mit dem Verband *Salicion albae* (Soó 1930) Moor 1958, den Weidenauen tieferer Lagen), wie sie entlang von Flußläufen mit periodisch schwankendem Grundwasserstand und häufigeren Überflutungen vorkommt, kann ausgeschlossen werden. Obwohl Hölzer von *Salix* und *Populus* bestimmt werden konnten, sind die Pollenanteile für das Vorhandensein einer Weichholzaue zu niedrig. *Salix* und *Populus* waren eher Bestandteil des Ufergebüschs und des Waldmantels. Die Existenz einer Hartholzaue hingegen ist möglich, kann jedoch auf Grund der schon erwähnten physiognomischen Ähnlichkeiten mit Waldgesellschaften anderer Syntaxa nicht eindeutig belegt werden.

#### 4.10. 2 Die *Carpinus*-EMW-Zeit (Z 4 - Z 7)

Mit dem Abschnitt Z4 beginnt die Schattholz-Phase der Warmzeit, die nach de Beaulieu u. Reille 1984 im Gegensatz zum thermischen der EMW-Zeit das klimatische Optimum einer Warmzeit mit dichter Bewaldung darstellt. Die bis dahin andauernde *Quercus*-Dominanz wird durch eine *Carpinus*-Dominanz abgelöst. Damit wird der EMW insgesamt zurückgedrängt, die lichten Eichenwälder wandeln sich in dichter



schließende, weiterhin eichenreiche Wälder mit *Carpinus* und *Abies* um. Dabei dürften *Carpinus* und *Abies* die heutige Rolle von *Fagus* übernommen haben.

Das Zurückgehen einiger thermophiler und lichtliebender Arten wie *Celtis* und *Syringa* ist wahrscheinlich die Folge des dichteren Kronenschlusses und nicht einer Verschlechterung des Klimas. Denkbar wäre höchstens eine Zunahme der Kontinentalität (Rückgang von *Hedera* und *Taxus*). Nach Iversen 1944 und Zagwijn 1975 wird *Hedera* mit einer atlantischen bis subatlantischen Verbreitung durch zu kalte Wintertemperaturen beeinträchtigt, während *Viscum* mit Ansprüchen an kontinentale Klimaverhältnisse ziemlich tiefe Wintertemperaturen übersteht, aber relativ hohe Sommertemperaturen fordert. Da jedoch in dieser Zeit *Buxus* und *Ilex* mit einer mehr atlantischen Verbreitung wiederholt nachgewiesen werden konnten, dürften die Winter relativ mild gewesen sein.

Gegen Ende der Z4 bildeten sich Bereiche mit nieder- bis zwischenmoorartigen Verhältnissen. Der *Drosera rotundifolia*-Pollentyp tritt zum ersten Mal auf, und die Cyperaceen-Werte steigen an. In Z5 folgt ein *Betula*-Gipfel, der im wesentlichen auf *Betula pubescens* zurückgeht. Darauf weisen die überwiegend von dieser Art stammenden Makroreste hin, während sich in Z4 Reste von *Betula pendula* und *B. pubescens* etwa zu gleichen Teilen finden (s. Tab. 5 und 7). Zum ersten Mal kommen Blättchen und Blättchenstücke von *Sphagnum* vor sowie Reste von *Menyanthes trifoliata* (Samen) und *Abies spec.* (Nadelstück). Von Z4 an fehlt eine ganze Reihe von Arten unter den Makroresten. Diese sind im wesentlichen: *Azolla filiculoides*, *Caldesia parnassifolia*, *Ceratophyllum demersum*, *Clematis vitalba*, *Eleocharis palustris* agg., *Euryale spec.*, *Fragaria cf. moschata*, *Glechoma hederacea*, *Physalis alkekengi*, *Potamogeton trichoides*, *Prunus spinosa* und *Solanum dulcamara*. Insgesamt gesehen also thermophile Arten. In den Z5-6 sind aber immer noch einige thermisch anspruchsvolle Arten vertreten. Als Gründe für den Rückgang kommen in Frage: die Folge einer kleineren klimatischen Schwankung, der dichtere Kronenschluß der Hainbuchen-Wälder, das Näherrücken des Waldes an die Ufer (Ausfall der lichtliebenden Arten) oder eine stärkere Versauerung des Gewässers (Ausfall von *Caldesia*, *Azolla* und *Ceratophyllum*).

Die Z5 wird eindeutig durch *Carpinus* dominiert. Daneben ist *Betula* mit höheren Anteilen, jedoch lokal unterschiedlich stark, vertreten. Wichtig ist die zunehmende Bedeutung von *Abies* und *Ulmus*. Von *Abies* konnten bereits in diesem Bereich zahlreiche Reste (Nadelbruchstücke, Samen, Samenflügel, Zapfenschuppen und Holz) gefunden werden, obwohl die Pollenwerte noch relativ niedrig sind. Mit 77 Nüßchen ist *Carpinus* stark und entsprechend dem Pollen-Anteil vertreten. Die reichlichen Sphagnumblättchenfunde in Verbindung mit Resten von *Betula* (nun überwiegend von *B. pubescens*) setzen sich in dieser Zone fort. *Brasenia*, *Carex pseudocyperus* und *Lythrum* kommen nach dem Aussetzen in der Z4 erneut vor.

Mit Beginn der Z6 ist das klimatische Optimum überschritten. Dieses ist erkennbar an den zunächst noch langsam zunehmenden Anteilen von *Pinus*, *Betula* und dem NBP sowie dem Beginn der geschlossenen *Larix*-Kurve. Das frühe Auftreten von *Larix* ist schwer interpretierbar, da *Larix* normalerweise erst sehr spät in Warmzeiten am Übergang zu Kaltzeiten, z.T. auch erst in und am Ende von Kaltphasen auftritt. Daß das Verhalten von *Larix* hier nicht das Ergebnis von Umlagerungen ist, zeigt sich an dem kontinuierlichen Ansteigen der Kurve. Außerdem lagen drei *Larix*-Zapfen, zwei davon vollständig und unbeschädigt (s. Tafel 9,1), zwischen den archäologischen Funden und gehören damit in Z6 oder Z7a. Dabei ist zu beachten, daß es sich nicht notwendigerweise um die heute in den Alpen beheimatete *Larix decidua* handeln muß. Insgesamt sind die Arten der Gattung *Larix* jedoch Lichthölzer und können meist nur auf vegetationsarmen Rohböden keimen, wo sie keiner Konkurrenz durch andere Baumarten ausgesetzt sind. Möglicherweise hat es vegetationsarme bzw. -freie Flächen im Zuge der Schwemmfächer-Bildung gegeben, die das Aufkommen von *Larix* ermöglichten.

Parallel zu dem Kurvenanstieg von *Larix* verläuft die NBP-Kurve, wodurch eine Auflichtung der Bewaldung angezeigt wird. Am deutlichsten wird dieses dann in Z7b. Eine Beeinflussung der Vegetation durch den Menschen (*Homo erectus*) oder durch »große Mammalier« (Turner 1975) wie den Waldelefanten, dessen Existenz für Z6 belegt ist, läßt sich am Verlauf der Pollenkurven nicht nachweisen. Der Anstieg der NBP-Werte und die Auflichtung der Bewaldung im Verlauf der *Carpinus*-EMW-Zeit können allein durch die allmähliche Abkühlung des Klimas erklärt werden.

Die Makroreste der Z6 stammen zum größten Teil aus der Fundschicht, die in großer Zahl aus insgesamt



6 Proben ausgelesen werden konnten. Die identifizierten Arten stellen noch relativ hohe Ansprüche an das Klima: z. B. *Aldrovanda vesiculosa*, *Brasenia holsatica*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus cf. pentagyna*, *Dulichium arundinaceum*, *Najas flexilis*, *Rubus idaeus*, *Salvinia natans*, *Sambucus nigra* und *Schoenoplectus lacustris*. Mit *Dulichium arundinaceum* (Cyperaceae) tritt eine weitere interglaziale Art in Erscheinung, die nach Mai 1990 heute in Nordamerika mit getrennten Arealteilen im atlantischen Osten und an der Küste von British Columbia und Kalifornien verbreitet ist. *Dulichium* starb am Ende der Eem-Warmzeit in Mitteleuropa aus und war nach Jung et al. 1972 in den Interglazialen immer ein ozeanisches Element.

Der Übergang zu Z7a ist durch das stärkere Ansteigen der *Pinus*-, *Picea*-, *Larix*- und NBP-Kurven gekennzeichnet. Damit gewinnen unter den Bäumen Taxa mehr versauerter, z. T. auch vernäster Standorte an Bedeutung. Nach Andersen 1969 erfolgt dadurch der Übergang von einer mesocratischen Phase (des Optimums) mit anspruchsvollen Mullboden-Pflanzen zur oligocratischen Phase mit offenen Wäldern (und Heidevegetation) auf mehr sauren Standorten. Diese Entwicklung setzt sich im Verlauf der *Carpinus*-EMW-Zeit und darüber hinaus fort. Aus Z7a liegen erheblich weniger Makrofossilien vor, wovon ein großer Teil auf Grund des Erhaltungszustandes nicht näher bestimmbar ist. Es fällt auf, daß vor allem bei *Potamogeton*, aber auch bei *Sparganium* und den Alismataceen, oft nur die weiche, dünnhäutige Innenfrucht (Testa?) zu finden ist. So wurden in Z6 353 Innenfrüchte von *Potamogeton* gegenüber 86 vollständigen Steinkernen, in Z7a 320 gegenüber 31 und in Z7b 445 gegenüber 101 gezählt. Es konnte nicht entschieden werden, ob dieses die Folge einer Zermahlung der harten Teile beim Transport innerhalb des Schwemmfächers oder die Folge einer normalen Korrosion ist. Ab Z6 und verstärkt in Z7 wurden Knospenschuppen von *Populus tremula* gefunden.

Im Verlauf von Z7b erreichen die NBP-Werte in den Profilen C und E um 100%, gehen jedoch am Ende der Zone im Profil E wieder stark zurück. Unter den NBP treten vor allem Taxa hervor, die typisch für eine offene, z. T. tundrenartige Landschaft sind. Nach Beug in Jung et al. 1972 sind dazu *Artemisia*, die in dieser Zone jedoch noch von geringer Bedeutung ist, *Helianthemum*, *Thalictrum*, *Plantago major/media* (auch *P. atrata*) und Chenopodiaceen zu rechnen. Außerdem sind Apiaceen, Asteraceen, Campanulaceen und *Empetrum* mit deutlich höheren Werten vertreten.

Die Grenze zur nächsten Waldzeit ist durch das Ende der Kurven bzw. den Rückgang der Werte unter 1% bei den anspruchsvolleren Arten, vor allem den Bäumen, gekennzeichnet. Aus den Makrorestproben konnten nur noch wenige Reste ausgelesen werden. Neben Knospenschuppen von *Populus tremula* und vielen Steinkernen von *Potamogeton natans* wurde *Potamogeton gramineus*, *Quercus spec.*, *Rubus idaeus*, *Sagittaria spec.* (nur Innenfrüchte), *Salix spec.*, *Sambucus nigra*, *Sparganium cf. angustifolium*, *Typha spec.*, *Urtica dioica* und *Sphagnum* bestimmt.

Bei der syntaxonomischen Einordnung der Wälder der *Carpinus*-EMW-Zeit kann nicht eindeutig entschieden werden, ob Gesellschaften des *Carpinion* (mit *Carpinus betulus* und *Stellaria holostea*), etwa feuchte Eichen-Hainbuchenwälder oder Gesellschaften des *Alno-Ulmion* (z. B. mit *Vitis sylvestris*) vorlagen. Auf die floristische Ähnlichkeit wurde bereits hingewiesen (Ellenberg 1982). Die dominante Rolle von *Carpinus* läßt eher an Gesellschaften des *Carpinion* denken.

Im Uferbereich gab es offenbar niedermoorartige, sphagnum- und cyperaceenreiche Gesellschaften mit *Betula pubescens*, die auf die Klasse der *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (Nordh. 1936) Tx. 1937 (Flach- und Zwischenmoore) hinweisen. Innerhalb dieser Klasse kommt auf Grund der kalkfreien Sedimente nur die Ordnung der *Scheuchzerietalia palustris* Nordh. 1936 (Schwinggrasen-, Zwischenmoor- und Schlenken-Gesellschaften) in Betracht. Eine weitere Aufgliederung ist nicht möglich. Dieses ist in der weitgehenden Unbestimmbarkeit der die Klasse kennzeichnenden *Carex*-Arten (sofern nur Nüsschen vorhanden sind) und der noch ausstehenden Bestimmung der zahlreichen Moosreste, die ebenfalls für eine Untergliederung wichtig sind, begründet.

Im Verlauf des Abschnitts Z7a, und stärker in Z7b, erlangen zunehmend Gesellschaften der *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 (Boreale Nadelwälder und Zwergstrauchgebüsche) die Vorherrschaft. Erkennbar ist dieses an der Zunahme der Pollenanteile von *Pinus*, *Larix* und *Betula* sowie an der deutlicheren Rolle der Ericaceen. Taxa wie *Sanguisorba officinalis*, *Trollius*, *Succisa*, *Filipendula* und



*Lythrum* (alle als Pk) charakterisieren Feuchtwiesen der *Molinietalia caeruleae* W. Koch 1926 (Feuchtwiesen und Bachuferfluren) aus der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 (Grünland-Gesellschaften). Eine weitere Aufgliederung ist wegen der spärlichen Makrorestfunde auch hier nicht möglich. Der Einzel Fund einer Frucht von *Cnidium dubium* mag ein Hinweis auf Gesellschaften des *Cnidion dubii* Bal.-Tul. 1965 (Subkontinentale Brenndoldenwiesen) sein, darf jedoch nicht überbewertet werden. Die Art kommt nach Oberdorfer 1990, S. 716, »in Moorbiesen, besonders im Bereich feuchter Mulden, im Saum von Auengebüsch« vor und ist mehr kontinental verbreitet.

Bis zur Z5 lassen sich die einzelnen Profile gut miteinander korrelieren. Ab der Z5 bzw. Z6 treten jedoch mehr oder weniger starke Unterschiede auf, die hauptsächlich auf die Lage der Profile zum Ufer zurückzuführen sind. Der Hauptunterschied besteht im Verhalten der *Betula*-Kurve. Ab Z5 nimmt diese in den ufernahen Profilen hohe Werte an. In der Z6 zeigt *Betula* in den Profilen mit der archäologischen Fundschicht bzw. mit Schwemmfächersedimenten relativ geringe Beträge, während in dem ufernahen Profil D und dem Profil E aus dem zentralen Teil des Sees die Werte ein relativ hohes Niveau erreichen. Außerdem fehlt im Profil E das ausgeprägte *Betula*-Maximum der Z5, *Betula* steigt dort erst in der Z6 auf höhere Werte an. Dafür ist folgende Erklärung möglich: Auf Grund der Makroreste kann der *Betula*-Gipfel der Z5 auf die Ausbreitung von *Betula pubescens* zurückgeführt werden. Das schlägt sich in der Z5 der ufernahen Profile A, B, C (teilweise) und D nieder, jedoch noch nicht im mehr zur Seemitte gelegenen Profil E, wo die lokale Pollenproduktion weniger stark repräsentiert ist. Mit Beginn der Z6 setzt die Bildung des Schwemmfächers ein (s. 4.6.1), der nach Bosinski et al. 1980 als Landzunge in den See ragte und die organogenen Sedimente mit scharfer Grenze überlagert. Das Material dieses Schwemmfächers enthält Sand, Gerölle, z.T. auch umgelagertes Brockentuffmaterial (jedoch kaum tertiäre Sporomorphe) und stammt wahrscheinlich aus dem uferferneren, höheren Randbereich der Depression. Im Verlauf der Z6 nimmt dann der *Betula*-Anteil durch die weitere Ausbreitung von *Betula*-Beständen entlang des Ufers auch im Profil E zu, wenngleich das Niveau von Profil D nicht erreicht wird. Weiterhin relativ gering bleibt der Anteil dagegen im Profil C. Der Grund dafür liegt wohl in der Herkunft des Schwemmfächer-Materials aus dem Randbereich der Depression.

Hinsichtlich der Genese dieses Schwemmfächers bestehen noch Unsicherheiten. Auf Grund der Makroreste gibt es keinen Hinweis auf ein Fließgewässer, das Gerölle bis 3 cm Durchmesser, teilweise sogar mehr, transportieren konnte (nur Arten von Still- bzw. langsam fließenden Gewässern, Fehlen einer Weichholzaue). Dennoch besteht die Möglichkeit, daß ab Z6 ein kleinerer Zulauf bestand. Es konnten jedenfalls einige Molluskengehäusedeckel von *Bithynia spec.*, einer Gattung der Fließgewässer (Roth, mündl. Mitt.), im Profil E aus diesem Bereich gefunden werden. Anstatt eines Sedimenteintrags durch ein Fließgewässer wird man eher mit kleinen Hangrutschen oder Hangabspülungen rechnen müssen. Der mineralische Anteil der Feindetritusmudde ist ab Z6 deutlich erhöht (höherer Ton- bis Feinsandgehalt). Auffällig ist dabei die geringere Schichtmächtigkeit, die von den Z2b, 3 und z. T. auch von Z4 und Z5 im Vergleich mit den folgenden Abschnitten Z6-7b des zentralen Profils Kärlich E eingenommen werden. Mit der starken Abnahme der Tertiärelemente und dem Übergang von einer Tonmudde zu einer Feindetritusmudde im Verlauf von Z2a wird die Befestigung der Bodenoberfläche durch eine Vegetationsdecke angezeigt. Die Einschwemmung von mineralischem Material in den folgenden Abschnitten 2b-5 ist relativ gering. Da auch im Vergleich mit den ufernahen Profilen weniger Grobdetritus im zentraleren (tieferen) Teil sedimentiert wird, sind die Z2b und 3 geringer mächtig. Mit zunehmender Verlandung nimmt die Detritusmenge jedoch auch im zentraleren Teil zu. Von der Z6 an ist die Sedimentationsrate durch den zusätzlich eingetragenen mineralischen Anteil (Schwemmfächer) stark erhöht.

#### 4.10.3 Die *Pinus*-Zeit (Z8)

Die Z8 wird vor allem durch *Pinus* dominiert, wodurch sogar der NBP stark zurückgedrängt wird. Dieses kann nur dadurch erklärt werden, daß *Pinus* zumindest den Rand des verlandeten Gewässers (s. 4.11) eingenommen, wahrscheinlich sogar einen Teil der dabei entstandenen Fläche bestockt und durch seine starke Pollenproduktion die regionalen Verhältnisse überdeckt hat. Das Vorkommen von *Botrychium*,



*Artemisia* und *Helianthemum* weist nach wie vor auf waldfreie, z.T. tundrenartige Bereiche in der Umgebung hin (Waldtundra). Die Z9 schließt sich in der Vegetationsentwicklung nahtlos an den Abschnitt Z7b an. Damit stellt die Z8 eine kurze Unterbrechung der allgemeinen Entwicklung am Übergang zur Kaltzeit dar und ist durch lokale Gegebenheiten (Verlandung mit nieder- bis zwischenmoorähnlichen Verhältnissen und *Pinus*-Ausbreitung) bedingt.

#### 4.10.4 Die Waldlose Zeit I (Z9-Z10b), Mülheim I-Stadial

Dieser Teil ist nur in dem Profil Kärlich E enthalten und dort durch eine zunächst dunkelgraue (Z9) und darüber hellgraue (Z10a-10b) Tonmudde ohne makroskopische Pflanzenreste repräsentiert. Zu dieser Zeit war das Gebiet zumindest während des Abschnitts Z10 unbewaldet, wie man an den hohen NBP-Werten erkennen kann.

Im Vergleich mit Z7b sind anspruchsvollere Taxa stärker dezimiert oder bereits verschwunden. So fehlen z.B. Nachweise von *Ulmus* und den Pomoideen; *Quercus*-Pk treten nur noch vereinzelt auf. Gegenüber der Z8 steigt die NBP-Kurve wieder deutlich an. In stärkerem Maße treten nun Ericaceen (*Empetrum*, *Calluna*, *Vaccinium*, vereinzelt auch Pk von *Bruckenthalia*), Cyperaceen und *Sphagnum* sowie *Artemisia*, *Filipendula* und *Menyanthes* auf. An Makroresten konnte nur ein Nüßchen der *Carex*-Untergattung *Vignea* gefunden werden. Der Rückgang der *Pinus*-Werte, der erneute Anstieg der *Betula*- und *Larix*-Kurven sowie das Auftreten einzelner Pk von *Juniperus* als Folge einer weiteren Abkühlung zeigen die fortschreitende Öffnung der Wälder. Feuchtwiesen mit *Filipendula*, *Sanguisorba officinalis* und *Polygonum bistorta* (*P. bistorta*-Pollentyp) nehmen jetzt einen größeren Anteil ein.

Im Verlauf von Z10a setzt sich die Entwicklung fort, bis schließlich in Z10b keine Bäume mehr in der Umgebung wachsen konnten und eine tundren- bis steppenartige Vegetation mit *Botrychium*, *Artemisia*, Chenopodiaceen, *Thalictrum*, *Empetrum*, *Calluna*, *Vaccinium*, Asteraceen, *Armeria*, *Helianthemum*, *Linum*, *Pulsatilla*, *Veratrum*, *Ephedra* (*E. distachya*-Typ, seltener *E. fragilis*-Typ) und *Juniperus* die Landschaft bedeckte.

Höhere *Sphagnum*-Werte (bis 15%) und der Nachweis von *Drosera* lassen noch deutlicher als bisher nieder- bis zwischenmoorartige Bildungen erkennen. Auffällig sind die in Z10b etwas erhöhten Werte der anspruchsvolleren Taxa wie *Carpinus* (bis 1.8%), *Fraxinus*, *Acer*, *Tilia*, *Ulmus* (einzelne Pk), *Quercus* (bis 2.9% am Ende), *Abies* (regelmäßig) und *Corylus* (bis 6.7% am Ende). Ein Teil der Pk ist sicherlich umgelagert, d.h. zusammen mit dem Sediment eingeschwenkt worden, da auch regelmäßig wieder tertiäre Sporomorphe zu finden sind. Ein weiterer Teil mag durch Fernflug in das Gebiet gelangt sein.

#### 4.10.5 Die *Pinus-Picea-Quercus*-Zeit (Z11a-11b), Kettiger Interstadial

Im Profil Kärlich E ist der Beginn dieses Abschnitts durch einen Farbwechsel des Sediments zu erkennen. Die bis dahin hellgraue, schwach humose Tonmudde wird tief blau-schwarz und ist leicht bituminös. Im Profil Kärlich A und B ist dieser Abschnitt durch einen stark humosen, dunkelgrauen, schwach sandigen Ton mit etwas Kleinkies repräsentiert. Die pollenanalytische Untersuchung dieses Sedimentpaketes (1 m in Profil Kärlich A) zeigt, daß es sehr rasch und in kurzer Zeit abgelagert wurde. Die einzelnen Kurven bleiben über den ganzen Bereich hinweg nahezu gleich, so daß ein völlig homogenes Material vorliegt. Es handelt sich daher um einen Hangrutsch oder Schlammstrom, der den Schwemmfächer-Komplex überfahren und wahrscheinlich etwas gekappt hat (s. Profil A). Der Polleninhalte dieses homogenen Sediments entspricht den Verhältnissen am Übergang von Z11a nach Z11b bzw. am Beginn der Z11b des Profils E. Bei der rasch ablaufenden Sedimentation wurden zahlreiche Makroreste aus der Uferregion in die Ablagerungen eingearbeitet (s. Tab. 3).

Bis auf einige Holzstückchen von *Abies* und eines von *Quercus* konnten keine Reste von Gehölzen oder krautigen Waldarten gefunden werden. Es ist daher zu vermuten, daß die Bewaldung einerseits lückig war (hohe NBP-Werte), andererseits nicht sehr dicht an das Gewässer heranreichte. Im Abschnitt Z11a treten die NBP-Anteile stark zurück (deutlich unter 100%), vor allem ist das bei *Artemisia*, Ericaceen, *Thalic-*



trum, Asteraceen, dem *Polygonum bistorta*-Typ und den Cyperaceen der Fall. Zusammen mit dem Rückgang der *Larix*- und *Betula*-Werte sowie der Zunahme der Anteile von *Picea* und *Quercus* wird damit die klimatische Optimalphase eines Interstadials angezeigt.

Der Übergang zu Z11b ist durch das erneute Einsetzen der *Equisetum*-Kurve, den Anstieg der *Picea*-Werte auf 14.3%, den Rückgang der Poaceen-Anteile auf 30% und vor allem durch einen starken Anstieg der Cyperaceen gekennzeichnet. Da die NBP-Summe mit einem Anteil von fast 100% hoch ist, muß man eine offene Landschaft mit lückiger Bewaldung annehmen (fehlende Makroreste von Waldarten). Von den näher bestimmbaren Pollentypen stammen viele aus Feuchtwiesen und Bachuferfluren (*Molinietalia*), z.B. *Caltha*, *Filipendula*, *Sanguisorba officinalis*, der *Symphytum*- und *Polygonum bistorta*-Typ. Feuchtwiesen-Gesellschaften der *Molinietalia* dürften daher auch hier zumindest den ufernahen Bereich gebildet haben. Ansteigende Werte von *Artemisia*, Apiaceen, *Thalictrum*, *Bruckenthalia*, *Juniperus* und *Larix* bei gleichzeitigem Rückgang der *Picea*- und *Quercus*-Anteile kennzeichnen die Spätphase des Interstadials und den Übergang zu einer Tundravegetation der nächsten Kaltphase.

Im Zusammenhang mit den stärkeren Umlagerungsvorgängen in den Z6-7b und Z11 erhebt sich die Frage, ob die Z11 ein echtes Interstadial oder eine Nachschwankung darstellt und nicht durch Einarbeitung von interglazialen Material in die verlagerten Schichten entstanden ist. Dagegen spricht jedoch die charakteristische Pollenzusammensetzung (höchste *Picea*-Werte des gesamten Profils) und das massenhafte Auftreten von Characeen.

#### 4.10.6 Die Waldlose Zeit II (Z12-14), Mülheim II-Stadial

Der Abschnitt Z12 ist durch NBP-Werte von teilweise über 500% gekennzeichnet und zeigt damit eine völlig waldfreie Landschaft an. Die Artenkombination spricht für eine tundren- bis steppenartige Vegetation: *Helianthemum*, der *Ephedra fragilis*-Typ, *Artemisia*, *Botrychium*, *Thalictrum*, der *Centaurea scabiosa*-Typ, hohe Werte der Apiaceen, Asteraceen und Caryophyllaceen. Feuchtwiesen werden durch *Filipendula*, den *Polygonum bistorta*-Typ, *Sanguisorba officinalis*, *Symphytum* (bis 11.7%) und den *Valeriana officinalis*-Typ angezeigt. Neben den Feuchtwiesen- und Uferpflanzen-Gesellschaften sind auch Assoziationen der Zwischenmoore und Schwingrasen nachweisbar (hohe Cyperaceen-, *Equisetum*- und *Sphagnum*-Werte, einzelne *Menyanthes* Pk). Wie in der Waldlosen Zeit I kommen auch hier gewisse Anteile von anspruchsvolleren Taxa vor, die umgelagert und/oder durch Fernflug in das Gebiet gelangt sein müssen. An günstigen Standorten konnten sich vermutlich kleine Bestände von *Juniperus*, *Betula*, *Pinus* und *Larix* halten. Hier erreicht die Lärche nämlich ihre höchsten Werte und verhält sich dabei gemäß der heutigen Verbreitung von *Larix decidua* an der inneralpinen (»kontinentalen«) bzw. wie *L. sibirica* an der eurasiatisch-nordischen Waldgrenze der Taiga.

Der folgende Abschnitt Z13 ist durch eine Klimaverbesserung gekennzeichnet, die jedoch nicht zu einer Bewaldung geführt hat. Wahrscheinlich konnten kleinere *Pinus*-Bestände in geschützten Lagen aufkommen. Die Klimaverbesserung äußert sich im Rückgang der *Betula*-, *Larix*- und NBP-Werte (von über 500% auf rund 250%) sowie in einer leichten Zunahme von *Picea* und *Pinus*. Auffällig ist, daß der NBP im wesentlichen aus Cyperaceen und Poaceen besteht; im Unterschied zur vorhergehenden und nachfolgenden Zone, wo sehr viele NBP-Taxa höhere Werte erreichen. Vielleicht stammt dieser Teil des NBP von einem Schilfröhricht; Makroreste fehlen jedoch.

Die Z14 ist durch einen im unteren Teil gebänderten und noch relativ humosen Löß (Schwemmlöß?) repräsentiert. Zum Hangenden hin sind im zunehmenden Maße Feinsandlinsen unterschiedlicher Mächtigkeit eingeschaltet. Parallel dazu nimmt die Pollenführung und -erhaltung sehr schnell ab, so daß eine Interpretation der pollenanalytischen Ergebnisse nur in Grenzen möglich ist.

Die NBP-Summe bleibt mit über 200% sehr hoch, aber ihre Zusammensetzung ist stark verändert. Der Anteil der Cyperaceen geht von 207% auf unter 10% in der folgenden Probe zurück. Dafür treten nun vor allem Asteraceen (vornehmlich liguliflore) in den Vordergrund. Unter den Baumarten ist fast nur noch *Pinus* (z.T. über 90%), daneben wenig *Betula*, *Larix* und *Picea* vorhanden. Unter den Makroresten traten ein Stk von *Sparganium emersum* an der Basis des Abschnitts und zwei Holzstückchen von *Picea/Larix* auf.



Von diesem Befund kann man auf die kälteliebende Vegetation einer Lösssteppe schließen, die durch Poaceen, liguliflore und tubuliflore Asteraceen, darunter *Artemisia* und *Centaurea scabiosa*, gebildet wurde. An feuchten Standorten wuchsen *Sphagnum*, *Typha angustifolia/Sparganium*, *Typha latifolia*, Farne, *Lycopodiella inundata* und *Succisa*. Im Unterschied zur Waldlosen Zeit I sind die Ericaceen mit sehr geringen Werten vertreten, so daß insgesamt ein trockeneres Klima anzunehmen ist.

Der scharfe Wechsel in der Vegetation, dem Klima (s. 4.12 Der Klimaverlauf) und der Stratigraphie zwischen Z13 und Z14 könnte auch auf eine größere Diskordanz zurückgehen. Die hangenden Lössе, die in Z14 schon erfaßt sind, könnten daher erheblich jünger sein (Riß oder Würm).

#### 4.11 Die Gewässerentwicklung

Zu Beginn der Gewässerentwicklung, die unmittelbar nach der Entstehung der Depression einsetzte, wurde ein hellgrauer, sandiger Ton sedimentiert, der zunächst völlig frei von makroskopischen pflanzlichen Resten ist. Nach oben geht dieser allmählich in eine Feindetritusmudde über, in der Holzstückchen, Samen und Früchte auftreten. Damit wird die Wiederbesiedlung nach dem vulkanischen Ereignis angezeigt. Das Sediment des nächsten Abschnitts (Z2b) besteht schon aus einer nahezu rein organischen Feindetritusmudde im zentralen Teil und einer Grobdetritusmudde im Uferbereich.

Die Wasserpflanzen weisen auf einen See mit stehendem Wasser oder zumindest mit Stillwasserbereichen hin; auch ein Altwasser ist denkbar. Das Arteninventar repräsentiert die nahezu vollständige Vegetationszonierung und Verlandungsabfolge eines meso- bis eutrophen Sees. Nach Ellenberg 1982, S. 391 ist dafür folgende Zonierung abhängig von der Wassertiefe (Seemitte bis Uferregion) typisch:

1. *Charatea fragilis* (Fuk. 1961) Krausch 1964, die Klasse der Characeen-Unterwasserrasen
2. *Potamogetonetea pectinati* (Tx. et Prsg 1942) Oberd. 1979, die Klasse der festwurzelnden Wasserpflanzengesellschaften (Ordnung *Potamogetonetalia pectinati* [W. Koch 1926] Oberd. 1979) mit den Verbänden  
*Potamogetonion pectinati* (W. Koch 1926) Oberd. 1957, Laichkraut-Unterwasserwiesen und  
*Nymphaeion albae* Oberd. 1957, Wurzelnde Schwimmblattdecken
3. *Lemnetea minoris* Tx. 1955, die Klasse der freischwimmenden Stillwasser-Gesellschaften (Ordnung *Lemnetalia minoris* Tx. 1955) mit dem Verband  
*Lemnion minoris* Tx. 1955, Schwimmpflanzen-Gesellschaften mehr oder weniger nährstoffreicher Gewässer
4. *Phragmitetea* Tx. et Prsg. 1942, die Klasse der Röhrichte und Großseggensümpfe (Ordnung *Phragmitetalia* W. Koch 1926) mit den Verbänden  
*Phragmition australis* W. Koch 1926, Röhrichte wenig bewegter Gewässer und  
*Magnocaricion* W. Koch 1926, Großseggenrieder
5. *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. 1943, die Klasse der Erlenbrücher und Moorweidengebüsche (Ordnung *Alnetalia glutinosae* Tx. 1937) mit dem Verband  
*Alnion glutinosae* Malc. 1929, den Erlenbruchwäldern.

Ähnlich ist die Abfolge bei einem langsam fließenden Gewässer. Das Endstadium ist jedoch auf Grund des normalerweise häufiger schwankenden Wasserspiegels kein Schwarzerlenbruch, sondern ein Auwald mit einer Weichholzaue und einer höher gelegenen Hartholzaue.

Nur mit wenigen Resten (einzelne Oogonien von *Chara spec.* und *Nitella spec.*) sind die Characeen-Unterwasserwiesen in den Sedimenten vertreten. Nach Wilmanns 1984 können diese noch in Wassertiefen von 20-40m auf feinkörnigen, d. h. sandigen, schlammigen Böden wachsen. In diesen Tiefen ist der Lichtgenuß sehr gering, so daß das Wasser sehr klar sein muß, damit ein Wachstum möglich ist. Deshalb kommen Characeen-Rasen vor allem in oligotrophen bis mesotrophen, und als Pioniervegetation in neu entstandenen Gewässern vor. Mit zunehmender Eutrophierung steigen der Schwebstoffanteil, die Beschat-



tung durch die konkurrenzkräftigeren höheren Wasserpflanzen und der Algenaufwuchs stark an. Als Folge davon sterben die Characeen ab.

Obwohl die Arten nicht identifiziert werden konnten, ist auf Grund der kalkfreien Sedimente und des Auftretens der Gattung *Nitella* eine Stellung innerhalb der Ordnung *Nitelletalia flexilis* W. Krause 1969 mit mehr oder weniger säureliebenden Gesellschaften wahrscheinlich.

Die festwurzelnden Wasserpflanzengesellschaften der Klasse *Potamogetonetea* sind durch die Klassencharakterarten *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Ceratophyllum demersum* (wurzellos) und die Gattung *Elodea* (als Pk) vertreten. Von den Verbandscharakterarten des *Potamogetonion* konnten *Potamogeton acutifolius*, *P. gramineus*, *P. obtusifolius*, *Najas flexilis*, *N. marina* und *N. minor* nachgewiesen werden. Das häufige Auftreten von *Potamogeton gramineus* weist dabei mehr auf mesotrophe Verhältnisse mit noch relativ klarem Wasser hin. Assoziationen, die auf Grund des Arteninventars möglich erscheinen, sind z. B. (nach Oberdorfer 1990) das *Potamogetoneto-Najadetum marinae* Horv. c et Mic. in Horv. c 1963, das *Potamogetonetum panormitano-graminei* (W. Koch 1926) Görs 1977, die *Potamogeton obtusifolius*-Gesellschaft und die *Ceratophyllum demersum*-Gesellschaft. Auch Verbandscharakterarten des *Nymphaeion* sind vorhanden: *Nymphaea* cf. *alba*, *Nuphar lutea* und *Potamogeton natans*. Hierher gehört wahrscheinlich auch *Brasenia holsatica*, eine heute in Europa ausgestorbene Art aus der Familie der Nymphaeaceen. Als Gesellschaften sind das *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926, das *Nymphaeetum albae* Vollm. 1947 und die *Potamogeton natans*-Gesellschaft denkbar.

Auffällig sind das starke Zurückweichen der *Potamogeton*- und *Najas*-Arten sowie die leichte Zunahme von *Nuphar* und *Nymphaea* (*Nymphaeion*) in Z3. Möglicherweise ist das als erstes Anzeichen einer beginnenden Verlandung zu werten. So gab Wilmanns 1984 für das *Potamogetonion* Wassertiefen von durchschnittlich 2–7 m, für das *Nymphaeion* dagegen 1–2 m an.

Mit den Gesellschaften der *Potamogetonetea* und den nach außen folgenden Gesellschaften der *Phragmitetea* sind die freischwimmenden Schwimmpflanzendecken der *Lemnetea* eng verzahnt. Arten dieser Einheit sind: *Lemna* spec. (als Pk nachgewiesen, selten), *Azolla filiculoides*, *Salvinia natans* und *Aldrovanda vesiculosa*. Durch das Auftreten von *Azolla* und *Salvinia*, die zusammen mit *Ceratophyllum demersum* in der Z3 häufiger nachgewiesen werden konnten, wird eine Zunahme des Trophiegrades des Gewässers angezeigt. Nach Ellenberg 1982, S. 394, sind diese Arten ausgesprochene Zeiger für eine gute Stickstoff- und Phosphatversorgung. Auch *Aldrovanda* gedeiht nach Oberdorfer 1990 vornehmlich in nährstoffreichen Gewässern (darin mag ein weiterer Grund für den Rückgang der *Potamogeton*- und *Najas*-Arten liegen). Die angedeutete Verringerung der Wassertiefe führt auch zu einer stärkeren und schnelleren sommerlichen Erwärmung des Wassers und kommt damit ebenfalls diesen Arten mit hohen Wärmeansprüchen zugute. Die Arten selbst sind nach Oberdorfer 1990 der Assoziations-Gruppe der Lemnaceen-Ricciaceen-Gesellschaften zuzuordnen.

Dann folgt der Röhricht-Gürtel der *Phragmitetea*, nachgewiesen durch Taxa wie *Eleocharis palustris* agg., *Sagittaria* spec. und *Alismataceen* (nicht näher bestimmbar). Der Verband *Phragmition* ist durch *Sparganium erectum* und *Typha*-Arten (*Typha latifolia*-Pollentyp, *Typha angustifolia*/Sparganium-Pollentyp, zahlreiche Samen von *Typha* spec.), *Butomus umbellatus*, *Sagittaria* spec., *Schoenoplectus lacustris*, *Carex pseudocyperus*, *Ranunculus* cf. *lingua* und nach Oberdorfer 1990 *Caldesia parnassifolia* repräsentiert. Hier sind mehrere Gesellschaften denkbar: das *Scirpetum lacustris* Chouard 1924, das *Typhetum angustifoliae* Soó 1927, das *Typhetum latifoliae* Soó 1927, das *Cicuto-Caricetum pseudocyperi* Boer et Siss. in Boer 1942, das *Butometum umbellati* (Koucz 1968) Phil. 1973 sowie das *Sagittario-Sparganietum emersi* Tx. 1953 und die *Eleocharis palustris*-Gesellschaft.

Gesellschaften des *Magnocaricion* (Großseggenrieder) können durch *Carex* cf. *rostrata* und *Carex vesicaria* nachgewiesen werden. Da für diesen Verband hauptsächlich Cyperaceen bzw. *Carex*-Arten kennzeichnend sind, diese sich aber der Bestimmung, sofern nur die Nüsschen (reichlich) gefunden werden, weitgehend entziehen, ist dieses Syntaxon im fossilen Material schlecht überliefert (nur einzelne bestimmbare *Carex*-Utriculi).

Ab der Z6 ist parallel zur ersten Klimaverschlechterung eine deutliche Abnahme des Trophiegrades (wieder mesotroph), wohl durch zunehmende Versauerung des Gewässers, zu erkennen. Dies wird durch das



starke Auftreten von *Potamogeton natans*, *Menyanthes trifoliata*, die erneute Anwesenheit von *Potamogeton gramineus*, *Chara spec.* und *Nitella spec.* sowie von *Nymphaea cf. alba*, *Nuphar lutea* und *Sparganium cf. angustifolium* angezeigt.

Unter den Wasserpflanzengesellschaften der *Carpinus*-EMW-Zeit dürften Assoziationen des *Nymphaeion* mit *Potamogeton natans* vorgeherrscht haben (erhöhte *Nuphar*-, *Nymphaea*- und *Potamogeton*-Werte). Während der *Pinus*-Zeit bzw. gegen Ende des Abschnitts Z7b ist das Gewässer dann nahezu vollständig verlandet. Der Übergang von der limnischen zur telmatischen Phase ist mit hohen *Equisetum*-Werten (bis 124.4%) verbunden. Die Wasserpflanzen-Anteile sinken unter 1% und werden fast ausschließlich durch *Menyanthes* (nur 2 Pk vom *Typha angustifolia*/*Sparganium*-Typ und 1 Pk von *Alisma*) gebildet. Der diesem Abschnitt entsprechende Horizont besteht aus einem sehr kompakten, ca. 15–20 cm mächtigen, mehr oder weniger stark zersetzten Braunmoostorf, der außer Braunmoosen (vor allem *Drepanocladus* und *Calliergon*) nur noch zahlreiche *Menyanthes*-Samen enthält (Tab. 7). Dazu kommen vereinzelte *Carex*-Nüsschen. Nach Tüxen 1990 repräsentiert ein Braunmoostorf mit *Drepanocladus*-Arten, *Camptothecium nitens*, *Paludella squarrosa*, *Scorpidium scorpidioides*, *Meesia triquetra* und *Sphagnum palustre* heute in Mitteleuropa weitgehend ausgestorbene Pflanzengesellschaften. Ellenberg 1982 gibt für Mitteleuropa nur noch fragmentarische Bestände braunmoosreicher Gesellschaften an. Ein *Equisetum*-Torf liegt nicht vor, denn es wurden keine makroskopischen Reste von *Equisetum* gefunden. Geringe Ericaceen- und *Sphagnum*-Werte schließen Hochmoorbestände aus. Am ehesten dürften diese Gesellschaften heute im Bereich der *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (Kleinseggen-Zwischenmoore und -Sumpfrasen) und innerhalb der Klasse bei den *Scheuchzerietalia palustris* (Schlenken-, Schwingrasen- und Zwischenmoor-Gesellschaften) anzusiedeln sein. Wichtige Arten dieser Einheit sind *Calliergon spp.*, *Drepanocladus spp.*, *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris* und *Lycopodiella inundata* (zahlreiche Samen von *Menyanthes*, häufig Pk des *Potentilla*-Typs). Sowohl Zwischenmoorgesellschaften als auch [»Schwingrasen mit *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris* und *Carex diandra* (*Caricetum lasiocarpae* W. Koch 1926). Nach Vanden Berghen (1952)«] in Ellenberg 1982, S. 432, sind dabei in Betracht zu ziehen. Die Bedeckung des Braunmoostorfes durch ein toniges Sediment ab Z9 läßt die erneute Entstehung eines Gewässers, jedoch mit geringer Tiefe erkennen. Arten offener Wasserflächen fehlen. Wie die noch hohen *Equisetum*- und *Menyanthes*-Werte zeigen, dauert die telmatische Phase an. In Z10a kommt es dann wieder zur Bildung einer offenen Wasserfläche (limnische Phase), erkennbar an den stark vertretenen Wasserpflanzen, wie dem *Typha angustifolia*/*Sparganium*-Typ, *Nuphar*, *Nymphaea*, dem *Batrachium*-Typ, *Sagittaria*, *Alisma*, *Caldesia*, *Potamogeton*, dem *Myriophyllum spicatum*-Typ und gegen Ende sogar erneut *Salvinia*, während die Kurve von *Equisetum* endet.

Die zahlreich in den Schlammstrom eingearbeiteten Makroreste der Ufer- und Gewässervegetation zeigen für die *Pinus-Picea-Quercus*-Zeit eine Mischung von Arten kühlerer, nährstoffarmer bis wärmerer, nährstoffreicher Gewässer. Das massenhafte Vorkommen von Characeen-Oogonien und der Nachweis von *Potamogeton filiformis*, *P. gramineus* und *P. natans* stehen für ein klares, unverschmutztes, mäßig saures, mesotrophes Gewässer. Dieses konnte sich auf Grund seiner geringen Tiefe im Sommer relativ stark erwärmen: *Salvinia* und *Ranunculus cf. circinatus* treten auf. Eine Reihe von Arten sind kleinwüchsige Pflanzen lückiger Pioniergesellschaften sandiger bis schlammiger, z.T. wechsellasser Ufer: *Elatine alsinistrum*, *Alopecurus aequalis*, *A. cf. geniculatus*, *Rumex maritimus* und *Juncus cf. compressus*. Ebenfalls dem Ufer oder Flachwasserbereich zuzuordnen sind: *Alismataceen*, *Stellaria nemorum*, *Stellaria cf. palustris*, *Urtica dioica*, *Zannichellia palustris*, *Campanula cf. patula*, *Alisma cf. lanceolatum*, *Carex rostrata*, *Comarum palustre*, *Poa cf. pratensis* und *Potentilla cf. supina*.

Im Verlauf der zweiten Hälfte des Abschnitts Z11 nehmen *Equisetum* (bis 49%) und die Cyperaceen (bis 165%) stark zu, während *Nymphaea*, *Nuphar* und *Potamogeton* nicht mehr vorkommen. Damit wird erneut, ähnlich wie im Abschnitt Z9, eine telmatische Phase erreicht, in der eine stark zersetzte Torf-Mudde entstand. In der folgenden Waldlosen Zeit II wird das organogene Sediment als Folge einer wiederholten Gewässerausdehnung wiederum von einer kaltzeitlichen Tonmudde überlagert. Unter den Wasserpflanzen dominieren Arten des Ufer- und Flachwasserbereichs, vor allem der *Typha angustifolia*/*Sparganium*-Typ (bis 136%). Daneben sind regelmäßig *Alisma* (bis 5.1%), *Sagittaria*, der *Typha latifolia*-Typ,



der *Ranunculus Batrachium*-Typ (bis 12%), der *Myriophyllum spicatum*-Typ (bis 1.4%) und *Lemna* (nur in einer Probe mit 0.9%) vertreten. Das Maximum der *Potamogeton*-Werte zeigt zusammen mit *Myriophyllum* am deutlichsten die offene Wasserfläche an. An Makroresten konnte aus dieser Zone nur ein Steinkern von *Potamogeton natans* gefunden werden.

Zum letzten Mal kommt es dann in Z13 zur Bildung eines organogenen Sedimentes, das die wohl endgültige Verlandung des Gewässers anzeigt. Es handelt sich dabei um eine rein organische, stark zersetzte und verfestigte Torf-Mudde ohne erkennbare Pflanzenreste. Die Wasser- und Uferpflanzen gehen auf Werte unter 1% zurück, auch *Equisetum* kann nur mit einzelnen Sporen nachgewiesen werden.

#### 4.12 Der Klimaverlauf

Auf Grund des gemischten Vorkommens von heute mehr ozeanisch und mehr kontinental verbreiteten Taxa dürfte das Klima während der EMW-Zeit subozeanisch bis gemäßigt kontinental gewesen sein, d. h. mit milden Wintern und sehr warmen Sommern, wie sie nach Jung et al. 1972 z. B. für ein Vorkommen von *Crataegus pentagyna* (eine kontinental verbreitete Art) nötig sind. Als Hinweis auf milde Winter ist das Vorkommen von *Buxus*, *Hedera* und *Ilex* zu werten. Die Wasserpflanzen können für die Beurteilung nur bedingt herangezogen werden, da kleinere Gewässer sich sehr schnell erwärmen und dadurch für eine Reihe wärmeliebender Arten Standorte bieten, während die Temperatur außerhalb des Gewässers weniger günstig sein kann. *Azolla* und *Salvinia* benötigten jedoch, ähnlich wie *Crataegus cf. pentagyna*, sicher relativ hohe Sommertemperaturen, so daß das Klima insgesamt etwas wärmer als heute, vergleichbar mit dem holozänen Klimaoptimum während des Atlantikums, gewesen sein dürfte.

Mit Beginn der Z6 in der *Carpinus*-EMW-Zeit setzte eine erste, noch schwache Abkühlung des Klimas ein. Das Optimum der Warmzeit wurde damit überschritten. Diese Abkühlung wurde im Verlauf des Abschnitts Z7a-7b stärker, wie an der zunehmenden Bedeutung der Gesellschaften aus der Klasse der *Vaccinio-Piceetea* und der höheren Ericaceen-Anteile deutlich wird. Ein erstes Kältemaximum wurde in der Z10 erreicht und bedingte die Entwaldung der Landschaft. Dieses wird durch den Rückgang der *Pinus*-Werte, den erneuten Anstieg der *Betula*- und *Larix*-Kurve sowie durch das Auftreten einzelner Pk von *Juniperus* angezeigt. Dabei lassen die maximalen Werte der Ericaceen (*Empetrum* 14%, *Calluna* 9.8%) auf ein kalt-humides Klima schließen. Gegen Ende von Z10b zeichnet sich jedoch eine deutliche Klimaverbesserung ab. In der Z11 herrschten interstadiale Klima-Verhältnisse. Dadurch war zumindest eine lichte bis offene Bewaldung möglich. In der folgenden Waldlosen Zeit II (Z12-14) wurde in Z12 ein zweites Kältemaximum erreicht. Das Klima war stark kontinental getönt, wie durch das Maximum der *Larix*-Werte zum Ausdruck kommt. Insgesamt dürften keine Wälder mehr bestanden haben.

Der folgende Abschnitt Z13 war durch eine leichte Klimaverbesserung gekennzeichnet, die jedoch nicht wieder zu einer Bewaldung führte. Die Klimaverbesserung äußert sich in dem Rückgang der *Betula*-, *Larix*- und NBP-Werte sowie in einer leichten Zunahme von *Picea* und *Pinus*.

Mit Beginn der Z14 wandelte sich das Klima in ein kalt-trockenes Steppenklima um. Ein deutliches Anzeichen dafür sind der geringe Ericaceen-Anteil sowie die hohen Asteraceen-Werte inklusive *Artemisia*.

#### 4.13 Datierung

##### 4.13.1 Geologische und Physikalische Datierungen

In diesem Abschnitt werden die Einstufungen des »Kärlicher Interglazials« (Brunnacker 1975a) in das Pleistozän Mitteleuropas auf Grund geologischer und physikalischer Datierungen dargestellt. Im folgenden Abschnitt 4.13.2 wird dann die Kärlicher Warmzeit auf vegetationsgeschichtlichem Weg datiert.



Der Boden des Kärlicher Interglazials im Abschnitt H unter dem Brockentuff wurde von Remy 1959 beschrieben und dem Paudorf-Interstadial (= Stillfried B) zugeordnet, obwohl eine interglaziale Molluskenfauna vorlag. Brunnacker 1968 und Schirmer 1970 stuften auf dieser Grundlage den Boden in die Riß/Würm-Warmzeit ein. Der Brockentuff wurde nach Ansicht dieser Autoren an der Wende Riß/Würm-Interglazial zum Würm (Brunnacker 1968 und 1971) bzw. an der Wende Interglazial/Glazial (Schirmer 1970) eruptiert. Hierbei diskutierte Schirmer auf Grund der möglichen interglazialen Stellung eines rötlichbraunen Bodens über drei Humuszonen im Hangenden des Brockentuffs auch ein höheres Alter. In Brunnacker 1975a und Brunnacker et al. 1975 wurde die Warmzeit schließlich mit dem Lokalnamen »Kärlicher Interglazial« belegt und der vorletzten Warmzeit gleichgesetzt.

Auch Rohdenburg u. Semmel 1971 stellten den Boden des Abschnitts H in das vorletzte Interglazial. Dieses wurde auf Grund der *Celtis*-Steinkernfunde durch Lozek in Brunnacker 1971 schon angedeutet, da *Celtis* für die Eem-Warmzeit nicht nachgewiesen ist. Durch pollenanalytische Untersuchungen einer Rinnefüllung im Brockentuff (Urban 1978b) und das Auffinden interglazialer Mudden in einer Depression über dem Brockentuff (Bosinski et al. 1980) mit gleichen Florenelementen (s. 4.2) konnte gezeigt werden, daß die Eruption innerhalb einer Warmzeit und nicht an der Wende zu einer Kaltzeit stattfand. U/Th-Datierungen warmzeitlicher Sedimente in der Riß-Eiszeit des Alpenvorlandes (rund 230 kaBP) veranlaßten Brunnacker 1986, eine Zwei- oder Dreiteilung dieser Kaltzeit vorzunehmen. Die warmzeitlichen Sedimente wurden dabei als vorletztes Interglazial mit der Kärlicher Warmzeit gleichgesetzt und dem Holstein-Bereich zugeordnet. Die im Verband mit saalezeitlichen Stauchendmoränen ebenfalls gestauchten Krefelder Schichten (Kempff 1966, Urban 1980a) wurden der drittletzten Warmzeit (ebenfalls aus dem Holstein-Bereich) zugeordnet und mit dem »Ariendorfer Interglazial« bei Ariendorf (Brunnacker et al. 1975, s. Abb. 1 und 9) gleichgesetzt.

Thermolumineszenz (TL)-Datierungen an Lössen im Hangenden und Liegenden des Kärlicher Brockentuffs ( $152 \pm 15$  kaBP und  $222 \pm 25$  bzw.  $232 \pm 28$  kaBP) durch Zöller et al. 1988 ergaben ein ähnliches Alter. Daher wurde die Kärlicher Warmzeit durch Zöller et al. zwischen die ältere Saale- und jüngere Warthevereisung gestellt und als Typuslokalität einer intrasaalezeitlichen Warmzeit mit der Treene-Warmzeit (Picard 1959) korreliert.

Ar<sup>40</sup>/Ar<sup>39</sup>-Laserdatierungen an Einzelkristallen des Brockentuffs durch v.d. Bogaard et al. 1989 ergaben ein Eruptionsalter von  $396 \pm 20$  kaBP (KAE-BT4) und damit ein nahezu doppelt so hohes Alter als dies bis zu dem Zeitpunkt für die Kärlicher Warmzeit angenommen wurde. Sie wurde daher durch v.d. Bogaard et al. 1989 mit dem Sauerstoff-Isotopenstadium 11 nach Imbrie et al. 1984 korreliert.

Nach v.d. Bogaard u. Schmincke 1990 begann der Eifel-Vulkanismus mindestens 700 kaBP und läßt sich grob in sechs Phasen gliedern:

- Phase 1 ist durch selten erhaltene und stark verwitterte Aschenschichten, die für chemische Analysen und physikalische Datierungen schlecht geeignet sind, charakterisiert. Sie hat ein Alter von mehr als 650 kaBP (KAE-BT1 in Schicht F oder G?, eine Altersbestimmung ist durch starke Verwitterung nicht möglich, die Asche ist jedoch jünger als die Brunhes/Matuyama-Grenze).
- Phase 2 ist durch nephelin-phonolithische Bimseruptionen und nephelinitische Basalteruptionen, die vor ca. 450-620 kaBP stattfanden, gekennzeichnet. Auch aus dieser Phase sind nur wenige Ablagerungen bekannt. Hierzu gehören KAE-DT1 ( $618 \pm 13$  kaBP, Maximalalter), KAE-BT2, KAE-BT3 und KAE-DT2 ( $452 \pm 8$  kaBP; nach Lippolt et al. 1986 mit der konventionellen Stufenheizmethode  $453 \pm 7$  kaBP) im unteren Teil des Abschnitts H.
- Phase 3 umfaßt die »Riedener Phase«, datiert auf ca. 380-430 kaBP (leuzit-phonolithische Bimseruptionen und Dom-Extrusionen sowie leuzititische Basalteruptionen). Zahlreiche Vulkane eruptierten in diesem Intervall und förderten die leuzit-phonolithischen Tephralagen ARI-DT2 und ARI-DT3 des »Ariendorfer Interglazials« (s. 7. Die Kiesgrube Ariendorf). Daneben brachen leuzititische Basalt-Vulkane aus, die z.B. auch den Kärlicher Brockentuff KAE-BT4 ( $396 \pm 20$  kaBP) förderten.
- Phase 4 (ca. 215-190 kaBP, phonolithisch-trachytische Bimseruptionen und basanitische Basalteruptionen) beginnt mit der ersten großen Bimseruption des Wehrer Vulkans, die die Hüttenberg-



Tephra mit einem Alter von  $215 \pm 4$  kaBP abgelagerte (ARI-DT4). Diese ist an der Basis zahlreicher basanitischer Schlackenkegel und Lavaströme, die sich kurz nach der Eruption bildeten, erhalten (Entstehung des Tönchesbergs und Schweinskopfes, s. 5.).

Phase 5 dauerte von ca. 115-150 kaBP und wurde durch plagioklas-phonolithische Bimsruptionen sowie tephritische Basalterruptionen bestimmt. Hier eruptierte der Wehrer Vulkan erneut (Glees-Tephra:  $151 \pm 11$  kaBP). Weitere Vulkane entstanden.

Phase 6 schließlich stellt die subrezente Phase dar und beginnt mit dem Ausbruch des Laacher See Vulkans ca. 11 kaBP (plagioklas-phonolithische Bimsablagerungen).

#### 4.13. 2 Vegetationsgeschichtliche Datierung

Die Untersuchung der interglazialen Mudden durch Urban in Bosinski et al. 1980 und Urban 1983 sowie eigene Untersuchungen (Bittmann 1988, 1990b und c) schlossen sowohl ein eem- als auch ein holsteinzeitliches Alter aus (die Begründung folgt weiter unten). Nach Brunnacker 1975a sollte das Kärlicher Interglazial jedoch die vorletzte Warmzeit repräsentieren. Daher wurde von Urban wegen der intermediären Stellung der Flora, die sowohl Kennzeichen der Eem-Warmzeit (hohe EMW- und *Corylus*-Werte) als auch der Holstein-Warmzeit (Anwesenheit von *Celtis*, *Azolla* und *Pterocarya*) zu vereinigen scheint, ein intrasaalezeitliches Alter angenommen. Die U/Th-Datierung einer Kalkkonkretion aus dem Brockentuff auf 150 kaBP (Henning in Bosinski et al. 1980) würde diese These unterstützen. Nach Brunnacker wurde die Datierung jedoch an einer sekundären Kalkkonkretion vorgenommen und stellt daher nur ein Mindestalter dar. Eine altquartäre Stellung (Känozän im Sinne von Menke u. Behre 1973) ist wegen des Fehlens tertiärer Arten wie *Carya*, *Eucommia* und *Tsuga* (*Carya* nur aus tertiärem Material umgelagert) ausgeschlossen. Diese Gattungen kamen in den altquartären Warmzeiten der Niederlande, in Nord- und Nordwest-Deutschland noch vor (Zagwijn 1960, Urban 1978a). Für die zeitliche Einordnung der vorliegenden Warmzeit kann man sich auf den Bereich des Alt-, Mittel- und Jungpleistozäns (nach Menke u. Behre 1973), der den Cromer-Komplex, das Elster-Glazial, den Saale-Komplex und das Weichsel-Glazial umfaßt, beschränken.

##### DIE EEM-WARMZEIT

Die Eem-Warmzeit zeigt für Mitteleuropa nördlich der Alpen bis nach Polen (Mamakowa 1976, zusammenfassend 1988) und den europäischen Teil der UdSSR (Grichuk 1961 und 1984) eine einheitliche Abfolge der Waldzeiten. So stellten z. B. v. d. Brelie 1955, Grüger 1967 und 1979, Menke u. Behre 1973 sowie Menke u. Tynni 1984 (für NW-Deutschland) den charakteristischen Verlauf dar: Auf eine Ältere Kiefern-Birken-Zeit folgte eine EMW-Hasel-Zeit, eine Hainbuchen-Fichten-Tannen-Zeit und eine Jüngere Kiefern-Birken-Zeit. Diese vier Waldzeiten sind in allen bekannten Profilen deutlich voneinander abgesetzt. Selbst bei einer getrennten Betrachtung von Tief- und Hochlagen-Vorkommen (Grüger 1979) ist der typische Verlauf deutlich erkennbar, wenn auch in höheren Lagen montane Taxa stärker repräsentiert sind. Schwierigkeiten bei einer Korrelierung können jedoch in Gebieten auftreten, in denen einzelne Taxa ihre Arealgrenzen erreichten oder auch standortbedingt nicht mehr vorkamen.

Die auf die Ältere Kiefern-Birken-Zeit folgende EMW-Hasel-Zeit beginnt mit einer schnellen Ausbreitung von *Quercus* auf Kosten von *Betula*, während *Pinus* erst nach Beginn der EMW-Zeit stark zurückgeht. Die *Ulmus*-Kurve übersteigt selten 10%. *Fraxinus* und *Acer* spielen eine unbedeutende Rolle, während *Tilia* im letzten Drittel der EMW-Zeit in Mitteleuropa Werte bis zu 60% erreichen kann (nicht in England und den Niederlanden). Gleichzeitig mit *Quercus* oder etwas später erreicht *Corylus* mit Beträgen bis zu 250% (selten unter 100%) das Maximum. *Taxus* ist schon vor der EMW-Zeit nachweisbar und erhält zusammen mit *Tilia* beträchtliche Anteile. Behre 1962 unterteilte die EMW-Zeit in zwei Subzonen: eine ältere Hasel-EMW-Kiefernzeit und eine jüngere EMW-Hasel-Eibenzeit. Gegen Ende der EMW-Zeit erfolgt eine plötzliche Ausbreitung von *Carpinus* und eine langsame Ausbreitung von *Picea*, die nach *Carpinus*, häufig auch schon während der zweiten Hälfte der Hainbuchen-Zeit dominant wird. In dieser Fichten-Zeit erreicht *Abies* die höchsten Beträge im Verlauf der Warmzeit. Danach gelangen erneut *Pinus*



und *Betula* zur Vorherrschaft. *Fagus* fehlt meist vollständig, *Alnus* kann vom Beginn der EMW-Zeit bis in die jüngsten Phasen vorkommen und zum Teil erhebliche Prozent-Werte annehmen.

Wie die Profile Kärlich D und E zeigen, liegt das Maximum der *Corylus*-Kurve noch vor dem *Quercus*-Gipfel. Außerdem fehlen die für die Eem-Warmzeit typischen hohen *Tilia*- und *Taxus*-Anteile gegen Ende der EMW-Zeit. Am deutlichsten gegen das Eem spricht jedoch die Anwesenheit einiger Taxa, die dort nicht bekannt sind. So konnten *Celtis* und *Azolla filiculoides* nachgewiesen werden, daneben von Urban 1978b und 1983 auch *Pterocarya*.

#### DIE HOLSTEIN-WARMZEITEN UND DER »SAALE-KOMPLEX«

Die Holstein-Warmzeit ist wie die Eem-Warmzeit von vielen Orten bekannt und zeigt wie diese in Mittel- und Nordwesteuropa (vom Alpennordrand bis Dänemark und England) aber auch im europäischen Teil der UdSSR (Likhvin-Interglazial, Grichuk 1961) einen relativ einheitlichen Verlauf (z. B. Erd 1969, Erd u. Müller 1977, Grüger 1967 und 1979, Hallik 1960, Kempf 1966, Menke 1968 und 1970, Menke u. Behre 1973, Majewski 1961, Müller 1974, Zagwijn 1973 und 1978). Unterschiede zwischen Ost- und Westeuropa bestehen im Verhalten von *Picea*, die im Osten vor, im Westen (England und Irland) dagegen nach dem EMW erschien. Außerdem nimmt der prozentuale Anteil des EMW nach Westen zu, überschreitet aber kaum Werte von 10-20% (Grüger 1967).

Charakteristisch sind die durchgehende Dominanz von Coniferen-Gattungen, vor allem von *Pinus*, und die zumindest zeitweise sehr hohen *Alnus*-Werte. Daneben ist das frühe Auftreten von *Picea* und *Taxus* kennzeichnend (gleichzeitig mit oder noch vor dem EMW). Auf die erste Waldzeit, die Kiefern-Birken-Zeit folgt eine Fichten-Eiben-Hasel-Zeit. *Picea* und *Taxus* treten somit sehr früh auf. Ihre Hauptausbreitung erfolgt nach der *Alnus*-Massenausbreitung zu Beginn der EMW-Zeit. Der EMW erreicht hier nur geringe Werte, allein *Quercus* ist von Bedeutung. Auch *Corylus* spielt kaum eine Rolle. Anschließend breiten sich in der Tannen-Hainbuchen-Zeit ungefähr gleichzeitig *Abies* und *Carpinus* aus, wobei *Carpinus* früher einwandert und durchgehend, wenn auch nur mit geringen Anteilen, vorhanden ist. *Abies* dagegen zeigt oft höhere Beträge als im Eem, so in Nordfrankreich bis 70% (Vanhoorne u. Denys 1987). Als Abschluß folgt erneut eine Kiefern-Birken-Zeit.

In der Tannen-Hainbuchen-Zeit (Spätphase der Warmzeit) treten regelmäßig *Pterocarya* und *Fagus* mit z.T. hohen Werten auf. In Cepek u. Erd 1975 wurden für die ehemalige DDR *Pterocarya*-Anteile von 13.75-23.1% der BP-Summe angegeben. Grüger 1983 fand am Samerberg Werte von 11.8% der Gesamtpollensumme (*Fagus* bis 28,2%! ). Auch in Vorkommen Niedersachsens, Nordrhein-Westfalens, Hollands und Englands (z. B. Benda u. Meyer 1973, Kempf 1966, Urban 1980a, Zagwijn 1973, Turner 1970) konnte *Pterocarya* regelmäßig nachgewiesen werden.

Eine Korrelierung der Kärlicher Warmzeit mit dem Holstein-Interglazial ist wegen der fehlenden Coniferen-Dominanz, der geringen *Alnus*-Werte, der hohen EMW- (bis 90% der BP-Summe), *Corylus*- (z.T. über 100%) und *Carpinus*-Anteile (über 60%) nicht möglich. Ein Vorkommen von *Pterocarya* (einzelne Pk in Urban 1983) konnte nicht bestätigt werden, obwohl ca. 300 Proben (jeweils auf 500 BP ausgezählt) ausgewertet wurden.

In der Literatur sind weitere Warmzeiten aus dem Bereich zwischen der Holstein-Warmzeit und dem ersten Eisvorstoß der Saale-Kaltzeit beschrieben worden: z.B. die Wacken-Warmzeit von Wacken in Schleswig-Holstein (Menke 1968), die Dömnitz-Warmzeit im Profil Pritzwalk in Brandenburg (Cepek 1967, Erd 1973), das Holstein II in den Profilen Maikirch bei Bern und Uznach in der Linthebene (nördliches Alpenvorland der Schweiz, Welten 1982a und b) sowie die jüngere Waldzeit in der Bohrung Samerberg 2 in Oberbayern (nach Grüger 1983 mit Wacken/Dömnitz zeitgleich). Auch das Hoogetveen-Interstadial oder -Interglazial der Niederlande (Zagwijn 1973) ist hierhin zu stellen. Die Gleichsetzung der Dömnitz- und der Wacken-Warmzeit mit dem Hoogetveen-Interstadial ist nach Grüger 1983 zwar nicht bewiesen, aber doch wahrscheinlich. Denn es steht fest, daß sie stratigraphisch und chronologisch zwischen dem eigentlichen Holstein (Holstein I) und der ersten großen Vereisungsphase der folgenden Kaltzeit (Drenthe-Stadium des Saale-Glazials) stehen.

Dücker 1969 teilte das Holstein-Interglazial von Wacken in zwei Warmzeiten: Muldsberg-Warmzeit



(Holstein I) und Wacken-Warmzeit (Holstein II), dazwischen die Mehlsbeck-Kaltzeit. Die Wacken-Warmzeit entspricht der Dömnitz-Warmzeit und die Mehlsbeck-Kaltzeit der Fuhne-Kaltzeit (Cepek 1965, Erd 1965b, 1969).

Von der Dömnitz-Warmzeit ist nur der untere Teil überliefert; das Diagramm bricht mitten in einer EMW-Zeit ab. Der Beginn (Zone 1) ist nach Erd 1973 durch arktische bis subarktische Verhältnisse (*Pinus*, *Betula*, *Salix* und *Juniperus*) gekennzeichnet. Im nächsten Abschnitt (Zone 2) findet der Übergang zur Zone 3 mit *Alnus* (bis 30%), *Quercus* (unter 10%) und *Pinus* (20%) statt. In der Zone 4 kommen noch *Corylus* (unter 10%), *Carpinus* (unter 5%) und *Taxus* (um 5%) hinzu, daneben treten mit geringen Werten oder Einzelfunden *Tilia*, *Ulmus* (2%), *Fraxinus* (2%), *Acer*, *Ilex*, *Ligustrum*, *Hedera*, *Viscum*, *Osmunda*, *Salvinia* und häufig *Azolla filiculoides* auf. *Abies* fehlt bis zum Ende des Diagramms. Ganz ähnlich ist der Ablauf in der Wacken-Warmzeit. Auch hier fehlt *Abies*, die Fichtenausbreitung erfolgt relativ spät und zusammen mit *Carpinus*, bleibt aber ohne Bedeutung. *Carpinus* erscheint früher als im Holstein I, wodurch dem EMW eine noch geringere Bedeutung zukommt. Selbst in den Profilen des nördlichen Alpenvorlandes (Maikirch und Uznach) fehlt *Abies*, nur am Samerberg kommt die Tanne mit geringen Werten vor (näher am Rückzugsgebiet).

Insgesamt ist das Holstein II in seiner Vegetationsentwicklung dem Holstein I sehr ähnlich und kann gut von eemzeitlichen Pollen-Profilen unterschieden werden. Eine Parallelisierung des Kärlicher Interglazials mit der Wacken/Dömnitz-Warmzeit ist daher auf Grund der gleichen Argumente wie beim Vergleich mit der Holstein I-Warmzeit abzulehnen. Außerdem kommt *Abies* in Kärlich vor und kann auch durch zahlreiche Makroreste belegt werden.

Mit der Treene- und Rügen-Warmzeit befinden sich nach Cepek 1967 zwei weitere Warmzeiten innerhalb der Saale-Kaltzeit (Treene zwischen der Grundmoräne S1 und S2, Rügen zwischen S2 und S3).

Mit der Uecker-Warmzeit von Röpersdorf bei Prenzlau beschrieb Erd 1987 einen »neuen Interglazialtyp im Saalekomplex der DDR«. Diese war in ihrem pollenstratigraphischen Verlauf im unteren Teil nahezu identisch mit dem Verlauf der Eem-Warmzeit. Danach folgten aber deutliche Unterschiede in der Reihenfolge der Einwanderung der einzelnen Taxa. Da Erd diese Warmzeit mit dem Kärlicher Interglazial korrelierte, sei ihr Verlauf kurz beschrieben.

Das Profil lag zwischen der Weichsel 2-Grundmoräne und glazifluvialen Sanden im Hangenden sowie der Elster 2-Grundmoräne und glazifluvialen Sanden im Liegenden. Der spätglaziale Abschnitt war durch 80% präquartäre, umgelagerte Sporomorphe gekennzeichnet. Die Pk waren insgesamt schlecht erhalten und mit Beginn der Hainbuchen-Zeit nahezu vollständig zersetzt.

Die Pollenzone 1 der Uecker-Warmzeit wird von *Betula* dominiert. Im oberen Teil steigen dann die *Pinus*-Werte an. Zu Beginn der Zone 2 setzen die Kurven von *Alnus*, *Corylus*, *Ulmus* und etwas später die von *Fraxinus* und *Quercus* ein. Mit geringen Anteilen sind auch *Tilia*, *Acer*, *Picea* und *Taxus* vorhanden. In der Zone 3 steigen die Kurven von *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus* und *Taxus* an, wobei die *Ulmus*-Kurve ein Maximum mit rund 10% erreicht und wieder abfällt, während *Quercus* bis auf über 50% ansteigt. *Pinus* und *Betula* gehen stark zurück. Nach dem Überschreiten des *Quercus*-Maximums beginnt ein deutlicherer *Tilia*-Anstieg; die anderen EMW-Elemente *Acer* und *Fraxinus* gehen zurück. Mit wenigen Pk kommt *Ligustrum* bis zur Zone 5a, *Taxus* mit 1-3% von Zone 2-5b vor (mit kleinen Gipfeln in 3 und 5a). In der Zone 4 nimmt *Tilia* nach maximalen Anteilen von 20% zu Beginn der Zone wieder ab, die *Ulmus*-Kurve endet und *Acer* kommt zum letzten Mal vor. Neben *Quercus* und *Tilia* wird diese Zone durch *Alnus* dominiert. Gegen Ende steigt die *Corylus*-Kurve an. Im Abschnitt 5a geht der *Quercus*-Anteil auf Werte unter 20%, der *Tilia*-Anteil unter 5% zurück, während die *Corylus*-Kurve kräftig ansteigt und im Abschnitt 5b über 60% erreicht. Erneut kommt *Ulmus* mit geringen Werten vor. In 5b treten zum ersten Mal Pk von *Carpinus* auf und erreichen 5% am Ende des Diagramms. Die Unterschiede zur Eem-Warmzeit bestehen nach Erd in dem späten *Corylus*-Maximum und den ungewöhnlich hohen *Tilia*-Werten in einer frühen Phase, so daß der Rückgang des *Quercus*- und *Ulmus*-Anteils nicht durch *Corylus*, sondern durch *Tilia* (und *Alnus*) bedingt ist (im Eem der ehemaligen DDR tritt die geschlossene *Tilia*-Kurve nie vor der Massenausbreitung von *Corylus* auf). *Tilia* wird ihrerseits durch *Corylus* verdrängt. Desweiteren liegt der allerdings unbedeutende *Taxus*-Gipfel noch vor *Quercus*. Deutlich gegen eine Zugehörigkeit zur Eem-



Warmzeit spricht auch das Vorkommen von *Azolla* und der Ostrakodenarten *Scottia tumida* und *S. browniana* (Cepek et al. 1975), die nur bis zur Holstein-Warmzeit bekannt sind.

Für eine Einstufung in den Cromer-Komplex sind nach Erd die *Ulmus*-Werte zu niedrig, außerdem befand sich im Liegenden die Elster 2-Grundmoräne. Die Holstein-Warmzeit schloß er auf Grund der fehlenden frühen *Picea*- und späten *Abies*-Phase aus (die Hainbuchen-Tannen-Zeit ist jedoch nicht erfaßt). Es fehlen auch *Celtis* und *Pterocarya*. *Pterocarya* kommt normalerweise in der Holstein-Warmzeit erst in der bei Röpersdorf nicht erfaßten Spätphase vor.

Für eine Korrelierung mit der Kärlicher Warmzeit führte Erd folgende Argumente an (bezogen auf Urban 1983):

- a) das hohe *Corylus*-Maximum, das erst nach einem langen Abschnitt mit niedrigen Werten erreicht wird,
- b) das Fehlen des *Tilia*-Gipfels im Profil Kärlich begründete er mit dem Fehlen des unteren Teils der Warmzeit, so daß dessen Lage nicht erkennbar ist,
- c) die geringen *Taxus*-Werte und das Fehlen eines ausgesprochenen Gipfels in der oberen Hälfte der *Corylus*-Phase,
- d) der Ausfall der *Tilia*-Ausbreitung zwischen dem *Corylus*-Gipfel und der *Carpinus*-Zeit (als Unterschied zur Eem-Warmzeit),
- e) die relativ hohen *Alnus*-Werte vor der maximalen *Corylus*-Ausbreitung.

Nach den neueren Untersuchungen (Profil D und E) liegt der *Corylus*-Gipfel vor dem *Quercus*-Maximum (Beilagen 6, 8 und 9); die ältesten Proben reichen noch vor den *Quercus*-Gipfel zurück, wobei keine *Tilia*-Phase auftritt (höchste Werte mit 2.4% vor der Eiche in Z1 und 2a); *Taxus* hat die stärkste Ausbreitung im Abschnitt mit den höchsten *Quercus*-Anteilen (15.7% in Z2b des Profils E), jedoch kurz vor dem Maximum. *Tilia* spielt überhaupt keine Rolle und war wohl auch nicht in unmittelbarer Nähe vorhanden. Auch die *Alnus*-Kurve kulminiert in den Abschnitten Z1 und 2a und besitzt danach unbedeutende Anteile.

Damit unterscheidet sich das Kärlicher Interglazial deutlich von der Uecker-Warmzeit in Röpersdorf und kann mit dieser nicht gleichgesetzt werden.

Einen nahezu identischen Verlauf wie in Röpersdorf fand Erd in der Snaigupele-Warmzeit Südost-Litauens (Kondratiene 1973): lang andauernde *Tilia*-Kurve mit einem Gipfel (zusammen mit *Alnus*) nach dem *Quercus*- und vor dem *Corylus*-Maximum, *Abies* fehlt, lithostratigraphisch intrasaaalezeitlich gelegen. Daher ordnete er die Uecker-Warmzeit zusammen mit der Snaigupele-Warmzeit dem Saale I/II-Thermomer = Treene-Warmzeit zu. Eine Korrelierung mit der Rügen-Warmzeit (Saale II/III-Thermomer) ist nicht möglich, da diese palynologisch nicht sicher von der Dömnitz-Warmzeit unterschieden werden kann (Rügen/Dömnitz-Typ, Erd 1978, Cepek et al. 1981), und diese wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Holstein i.e.S. ausscheidet.

Die Existenz echter Warmzeiten innerhalb der Saale-Kaltzeit ist umstritten und sicher noch nicht abschließend geklärt. Nach Linke 1986 wurde während eines echten Interglazials ein Gleichgewichtszustand zwischen Atmosphäre, Kryosphäre und Hydrosphäre erreicht, der dem heutigen entspricht. Eissmann et al. 1988 kamen zu dem Ergebnis, daß »zwischen dem Eiszerfall der Zeitzer und Leipziger Phase (Drenthe 1 und Drenthe 2-Vereisung) und der Eem-Warmzeit mit höchster Wahrscheinlichkeit keine weitere Vollwarmzeit existiert hat«. Nach Eissmann 1990 müssen volle Warmzeiten eine Meerestransgression bedingen, die für das Gebiet der ehemaligen DDR nur für die Holstein- und Eem-Warmzeit sowie das Holozän nachgewiesen werden kann. Daher hält er es für erwiesen, daß zwischen dem Drenthe-Stadium und der Weichsel-Kaltzeit nur eine, und zwar die Eem-Warmzeit existierte. Ähnliche Ergebnisse liegen aus NW-Deutschland vor. So konnten z. B. bei der pollenanalytischen Untersuchung einer Bohrung bei Quakenbrück (Hahne et al., in Druck), die die gesamte Eem-Warmzeit und Saale-Kaltzeit bis auf die Drenthe-Grundmoräne geliefert hat, keinerlei warmzeitliche Sedimente außer denen der Eem-Warmzeit gefunden werden. Auch Behre u. Lade 1986 konnten in der Hohlform von Oerel keine warmzeitlichen Ablagerungen zwischen der Drenthe-2-Vereisung und dem Warthe-Stadium nachweisen. Da es sich dabei



wahrscheinlich um eine durch Toteis gebildete Hohlform handelt, hätte sie bei Beginn der postulierten Warmzeit gebildet werden und warmzeitliche (organogene) Ablagerungen dieser Zeit enthalten müssen. Nach Kopp u. Woldstedt 1965 befand sich zwischen dem Drenthe- und Warthe-Stadium kein Interglazial, sondern ein Groß-Interstadial, in dessen Verlauf es lediglich zu einer Wiederbewaldung mit Nadelbäumen kam. Untersuchungen von Felix-Henningsen 1983 an einem gebleichten Lehm zwischen Drenthe- und Warthegeschieben am Roten Kliff auf Sylt sprechen für ein kühles, humides Klima ohne Bewaldung. Für Ehlers et al. 1984 dagegen gibt es keinen Beweis für ein post-Drenthe/prä-Warthe-Interstadial.

Auffällig ist, daß die »umstrittenen Warmzeiten« meist nur fragmentarisch und häufig im Kontakt mit glazifluviatilen Sedimenten, deren sichere stratigraphische Ansprache nicht immer unproblematisch ist, angetroffen wurden. Vollständig überlieferte Warmzeiten lassen sich im Gegensatz dazu meist eindeutig dem Holstein s.l. oder dem Eem zuordnen. Das gilt auch für die umstrittene intrasaalezeitliche »Treene-Warmzeit« (Picard 1959), von der nur der Ausgang mit hohen Coniferen-Anteilen überliefert ist und für deren Existenz es bis heute noch keinen eindeutigen Beweis gibt. Dazu vermerkte Menke 1985, S. 73, daß »die Treene-Warmzeit an ihrer Typuslokalität höchstwahrscheinlich ein Pseudonym der Eem-Warmzeit« ist. Die ursprünglich ebenfalls als Drenthe/Warthe-Interglazial beschriebene Ohe-Warmzeit (v.d. Brelië 1955) konnte eindeutig dem Holstein zugeordnet werden (Hallik 1960). Nach Eissmann 1990 ist die Rügen-Warmzeit nur durch eine lose Steinsohle mit saalezeitlichem Geschiebe-Inventar des S3-Eisvorstoßes im Hangenden einer unvollständigen, warmzeitlichen Pollenfolge charakterisiert und ist nach Steinich 1988 eemzeitlich oder jünger.

Die Korrelierung des Kärlicher Interglazials mit der »Treene-Warmzeit« auf Grund von TL-Datierungen durch Zöller et al. 1988, erscheint nach den systematischen Untersuchungen von Frechen 1991 am Tönchesberg und in Ariendorf sehr fragwürdig. Danach sind TL-Daten nur bis 100 kaBP verlässlich, darüber können signifikante Altersunterbestimmungen bis zu 100% auftreten.

Insgesamt wird man die zweifellos vorhandenen Klimaschwankungen innerhalb der Saale-Kaltzeit nach Eissmann 1990 eher als Interstadiale oder Intervalle bezeichnen müssen. So schrieben z.B. Velichko u. Faustova 1986 für den Bereich Osteuropas nur dem Likhvin-Interglazial (= Holstein) eine durch Coniferen dominierte Laubwaldvegetation mit anspruchsvollen Elementen zu. Schon für das Roslavl-Interglazial, das nach Sibrava 1986 der Wacken/Dömnitz-Warmzeit entspricht, wurde nur noch eine Kiefern-Lärchen-Birken-Waldsteppe und für das Odintsovo-Interstadial (Drenthe/Warthe bzw. Treene nach Sibrava) Kiefern-Birkenwälder sowie Zwergbirken- und Kältesteppen-Formationen angegeben. Innerhalb des Warthe-Stadiums befanden sich danach keine weiteren Interstadiale. Für das Roslavl-Interglazial, das nach Velichko u. Faustova 1986 eine Mittelstellung zwischen der Likhvin- und Mikulino-Warmzeit einnahm, wird nach diesen Autoren in jüngster Zeit auf Grund neuerer Daten z.T. eine stratigraphische Position vor dem Likhvin-Interglazial angenommen.

#### DER CROMER-KOMPLEX

Im Bereich des Cromer-Komplexes existieren noch große Unsicherheiten, zum einen was die Anzahl der Warmzeiten betrifft, zum anderen darüber, wie die oft unvollständig erfaßten Vorkommen stratigraphisch zueinander stehen. Erste Anzeichen für mehr als eine Warmzeit innerhalb der »Cromer-Warmzeit« stammten aus den genaueren Untersuchungen von West u. Wilson 1966 an der namensgebenden Lokalität, den sogenannten Cromer Forest Bed Series (Ost-England). Die Autoren fanden mindestens zwei komplett Interglazial-Zyklen, ein oberes Cromerian und ein unteres Pastonian, das aber nach Gibbard et al. 1991 in das späte Tegelen (TC5 der Niederlande) zu stellen ist. 1971 fanden Zagwijn et al. in den Niederlanden drei Warmzeiten, von denen zwei in der Sterksel-Formation liegen, die nach Zagwijn u. Zonneveld 1956 die Fortsetzung der Hauptterrasse des Niederrheins bildet, und die dritte an der Basis der darüberliegenden Urk-Formation. Diese Formation ist durch Augite gekennzeichnet, die nach Frechen u. v.d. Boom 1959 aus den jüngeren basaltischen Eruptionen der Eifel stammen. Das Alter dieser Augite wurde von Frechen u. Lippolt 1965 nach der K/Ar-Methode mit 400 kaBP bestimmt, dürfte jedoch nach den neueren Ergebnissen von v.d. Bogaard u. Schmincke 1990 älter sein. Eine weitere Zeitmarke bildet die Brunhes/Matuyama-Grenze, die nach Zagwijn et al. 1971 zwischen den Interglazialen I und II des Cro-



mer-Komplexes liegt und nach heutiger Kenntnis ein Alter von 731 kaBP (Sarnthein u. Tiedemann 1989) aufweist.

Typisch für die Cromer I-Warmzeit sind eine EMW-Phase mit dem frühen Auftreten hoher *Ulmus*-Anteile, eine späte und geringe *Corylus*-Ausbreitung sowie eine *Carpinus-Eucommia*-Phase. Bemerkenswert ist das Fehlen von *Abies*. Dazu gehören die Vorkommen Osterholz bei Elze am Nordrand der deutschen Mittelgebirge (Grüger 1967) sowie Waardenburg (Zagwijn et al. 1971) und Loenermark (Polak et al. 1962) in den Niederlanden.

In der Cromer II-Warmzeit ist *Eucommia* nicht mehr nachzuweisen. Hierhin gehört die Lokalität Westerhoven in den Niederlanden (Zagwijn u. Zonneveld 1956, Zagwijn 1985), die sich in einem späteren Teil durch hohe EMW-Werte auszeichnet, wobei *Quercus* mit 60% und *Ulmus* mit 30% beteiligt sind. Daneben kommen auch *Taxus* und *Corylus* vor, *Carpinus*-Pk treten nur in Spuren (bis 0,5%) auf.

Das Interglazial III (Zagwijn 1985) an der Basis der Urk-Formation ist in tonigen Bändern enthalten und liegt unterhalb der Augit/Hornblende-Grenze, die in Sedimenten des Glazials C (einem an Augiten reichen, groben Sand) zwischen Interglazial III und IV verläuft (Zagwijn 1985). Die Pollenspektren zeigen ähnliche Verhältnisse wie im Holstein-Interglazial, nur hat *Ulmus* an der Basis bedeutendere Anteile. Auch hier fehlt *Abies*. Diese Warmzeit (Interglazial von Rosmalen, De Ridder u. Zagwijn 1962), die ursprünglich in das Holstein-Interglazial gestellt wurde, ist durch hohe *Pinus*-, *Betula*- und *Picea*-Werte zu Beginn gekennzeichnet. *Pinus* nimmt von Werten um 60-70% auf 40-50% ab, während der *Alnus*-Anteil auf 40-50% ansteigt. Gleichzeitig nimmt die EMW-Kurve auf 10-20% zu und *Corylus* erreicht einen Anteil von rund 5%, *Picea* ist mit Werten um 10% leicht erhöht. Dann bricht das Diagramm ab.

Die präelsterzeitliche Warmzeit von Noordbergum in den nördlichen Niederlanden (Interglazial IV) unterscheidet sich nach Zagwijn 1985 palynologisch von den Interglazialen I-III der südlichen Niederlande, so daß in der holländischen Stratigraphie mindestens vier Interglaziale innerhalb des Cromer-Komplexes bekannt sind. Dabei könne nur das Interglazial von Noordbergum (Interglazial IV) mit dem typischen Cromer (Cromer s.str.: Upper Freshwater Bed von West Runton) in Ost-England korreliert werden. Da jedoch dort unter den Kleinsäufern *Arvicola* ebenso wenig wie die gleichzeitig einwandernden *Hippopotamus amphibius* und *Elephas antiquus* vertreten sind (v. Koenigswald u. v. Kolfschoten 1990), müßte West Runton älter als das Cromer IV-Interglazial (mit *Arvicola*) sein.

Nach v. d. Wiel u. Wijmstra 1987 enthält die Sequenz von Tenaghi Phillipon in Macedonien (Griechenland) fünf Warmzeiten innerhalb des Cromer-Komplexes. Bei dem Versuch einer Korrelierung mit der nordwesteuropäischen Pleistozän-Stratigraphie kommt die zusätzliche Warmzeit (»Falakron«) zwischen Interglazial II und III zu liegen. Die Tatsache, daß das neue Interglazial in den Niederlanden noch nicht gefunden wurde, erklärten v. d. Wiel u. Wijmstra 1987 mit einer klimatischen Fluktuation von ungenügender Dauer, die nicht in der Lage war, ein größeres Fortschreiten der Eiskappen zu begründen und damit ein Abtrennen des »Falakron-Interglazials« vom Cromer III unmöglich macht. Zagwijn 1989 gibt ebenfalls fünf Warmzeiten an, wobei die zusätzliche Warmzeit zwischen Cromer I und Cromer II zu liegen kommt und dem Sauerstoff-Isotopenstadium 17 entspricht.

Weitere, nicht sicher stratifizierte Vorkommen sind:

– Harreskov und Ølgod in Dänemark (Andersen 1965).

Hier erreicht *Ulmus* vor *Quercus* Werte von über 50%, während der EMW-Zeit noch 20%. Kennzeichnend sind daher die hohen *Ulmus*- und *Taxus*-Anteile im EMW, die geringen *Carpinus*-Werte sowie das Fehlen von *Eucommia*- und *Abies*-Pk. Damit bestehen gute Übereinstimmungen mit dem Interglazial II von Westerhoven, so daß eine Korrelierung möglich erscheint. Mit Harreskov konnte das Profil Hunteburg verglichen werden (Hahne u. Mengeling, in Druck). Paläomagnetische Messungen an diesem Profil ergaben jedoch eine reverse Magnetisierung (Fromm, interner Arbeitsbericht »Untersuchungen über den Paläomagnetismus im Cromer« des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung). Daher sind zwei Möglichkeiten denkbar: entweder Hunteburg und Harreskov liegen unter der Brunhes/Matuyama-Grenze (noch unter dem Interglazial I) oder Hunteburg fällt mit einem paläomagnetischen Event innerhalb des Cromer-Komplexes zusammen.



- Das Vorkommen vom Elm im nördlichen Harzvorland (Goedeke et al. 1966). Diese Warmzeit ist vor allem durch hohe EMW-Werte bis 85% (Gesamtpollensumme), einen zweigipfligen Kurvenverlauf von *Ulmus* (Maxima vor und nach *Quercus*) mit Anteilen bis 46% und niedrige *Corylus*-Beträge (Anstieg nach *Quercus* in einer *Tilia*-Phase) gekennzeichnet. Sie wurde durch die Autoren mit Harreskov korreliert. Nach Frenzel 1973 repräsentiert die Warmzeit vom Elm den Typ Osterholz (Cromer I), wobei jedoch eine *Carpinus-Eucommia*-Zone auf Grund des Fehlens der Schattholzphase nicht erkennbar ist.
- Die Artern- und Voigtstedt-Warmzeit in Thüringen (Erd 1965a, 1973).  
Die Artern-Warmzeit (Gesamtpollendiagramm) beginnt mit einer Waldtundrenzeit, die durch hohe *Pinus*- (rund 50%) und *Betula*-Werte (rund 10%), vor allem aber durch hohe NBP-Werte (bis 60%) gekennzeichnet ist. Dem schließt sich eine Kiefernzeit an, in der *Pinus* einen Anteil von über 70% erreicht. Es folgt eine Kiefern-EMW-Zeit, die nur durch zwei Proben vertreten ist. In dieser Zeit erreicht der EMW 36.5%, wobei *Quercus* einen Anteil von 24% und *Ulmus* von 11.5% einnimmt. Von größerer Bedeutung sind daneben *Pinus* mit fast 50%, *Picea* bis zu 15% und *Alnus* bis 7.5%. Den Abschluß bildet eine erneute Waldtundrenzeit mit NBP-Werten über 60%.  
Das Diagramm der Voigtstedt-Warmzeit (Gesamtpollendiagramm) beginnt in einer Hainbuchen-Tannen-EMW-Zeit, in der *Carpinus* (30%), *Abies* (20%) und *Ulmus* (knapp 20%) das Waldbild beherrschen. Daneben sind *Alnus* (10-20%) und *Picea* (4-8%) mit höheren Anteilen vertreten, während *Tilia*, *Betula* und *Corylus* weniger häufig sind. Die Werte von *Ulmus*, *Abies* und *Tilia* nehmen bereits ab, nur *Carpinus* hat noch maximale Beträge (um 30%). *Alnus* durchläuft vor dem endgültigen Rückgang ein Maximum (knapp 20%) und *Picea* gewinnt langsam an Bedeutung (bis 20%). Gleichzeitig steigt die *Pinus*-Kurve an und erreicht in der nächsten Waldzeit, der Kiefern-Fichten-Zeit, nahezu 90%, geht dann aber in der Waldtundren-Zeit der beginnenden Elster-Kaltzeit wieder auf 40% zurück. Da das jüngere Interglazial durch die Elster-Grundmoräne überlagert ist, wurde dieses Interglazial laut INQUA-Beschluß als das jüngste des Cromer-Komplexes angesehen. Nach v. Koenigswald u. v. Kolfshoten (in Druck) kam in Voigtstedt jedoch *Arvicola cantiana terrestris* unter den Kleinsäugetern noch nicht vor, so daß Voigtstedt zeitlich vor der *Mimomys/Arvicola*-Grenze und damit auf jeden Fall vor dem Cromer IV, möglicherweise auch vor dem Cromer III der holländischen Stratigraphie liegt.
- Das Interglazial von Bilshausen, Unter-Eichsfeld, Süd-Niedersachsen (Lüttig u. Rein 1954, Chanda 1962b, Averdick u. v. d. Brelie 1963, Müller 1965, Bittmann u. Müller in Druck).

Das Profil von Bilshausen enthält den vollständigen Vegetationsablauf der Warmzeit, deren Dauer durch Jahresschichtenzählungen auf 27-35 ka festgelegt werden konnte. Nach Müller (mündl. Mitt.) liegt im Abschnitt i (Eichen-Tannen-Hainbuchenzeit) eine Schicht doppelt vor, so daß sich die Gesamtdauer der Warmzeit um 3000-4000 Jahre verringert.

Zu Beginn der Sequenz steht nach Müller eine Waldfreie Zeit mit NBP-Werten von 60% (alle Werte bezogen auf die Gesamtpollensumme). Gegen Ende steigt der *Ulmus*-Anteil über 1%, und es schließt sich eine Frühe Wiederbewaldungsphase an, in der die NBP-Kurve stark zurückgeht. Die folgende Frühe Ulmen-Fichten-Kiefernzeit, mit starken Schwankungen der noch relativ hohen NBP-Werte, leitet die Wiederbewaldung ein. Unter den Bäumen herrschen *Pinus* (16.8-40.9%), *Picea* (7.9-33%), *Alnus* (10.4-32.9%) und *Ulmus* (4.1-14.3%) vor. Pk von *Betula*, *Quercus* und *Corylus* sind in allen Proben, jedoch mit geringen Werten, vorhanden. Daran schließt sich eine Späte Ulmen-Fichten-Kiefernzeit mit regelmäßigem Vorkommen von *Tilia*-Pk und schwächeren Schwankungen der NBP-Werte an. Weiterhin herrschen *Pinus*, *Picea*, *Alnus* und *Ulmus* vor. Daneben ist die *Tilia*-Kurve geschlossen (ausschließlich der *Tilia cordata*-Typ). Gegen Ende dieser Zeit beginnen die geschlossenen Kurven von *Abies* und *Carpinus*. *Quercus* und *Abies* breiten sich in der folgenden Fichten-Tannen-EMW-Zeit aus, während die Werte von *Pinus*, *Betula* und *Alnus* zurückgehen. *Tilia* erreicht ein Maximum von 6.8% und *Azolla filiculoides* tritt zum erstenmal auf. Im Anschluß an diese Zeit ereignet sich ein Birken-Kiefern-Vorstoß, in dem *Betula* (bis 31.8%) und *Pinus* (bis 40%) dominieren. Zum Ende hin nehmen deren Kurven wieder ab und es erfolgt ein Steilanstieg der EMW-Werte. Im nächsten Abschnitt, der Eichenmischwald-Zeit, erreicht *Quercus* den größten Anteil (33.3-45.3%). Aber auch *Ulmus* mit 11.8-19.9% und *Tilia* mit 2.9-10% sind von



Bedeutung, während *Abies* nur noch geringe Werte erreicht. *Azolla*-Sporen und -Glochidien treten sporadisch auf. Am Ende nimmt die *Abies*-Kurve wieder zu und *Carpinus* übersteigt Werte von 10%. Es folgt dann eine Tannen-Hainbuchen-EMW-Zeit. Die EMW-Kurve unterschreitet 25%, dabei gehen besonders die Anteile von *Quercus* und *Ulmus* zurück, während der *Tilia*-Anteil (4.3–7.7%) gleich bleibt. Die Werte von *Betula* (um 1.4%) und *Picea* (um 4.2%) nehmen weiter ab, nur die Beträge von *Abies* (8.3–19.2%), *Carpinus* (12.2–22.5%) und *Alnus* (7.2–22.9%) haben gegenüber dem vorhergehenden Abschnitt zugenommen. *Corylus* ist mit einem Anteil von 2.5–3.5% relativ bedeutungslos. Als nächstes folgt eine Eichen-Tannen-Hainbuchenzeit, in der hauptsächlich *Carpinus* den EMW zurückdrängt. In der anschließenden Fichtenzeit dominiert *Picea* mit Werten von 26.8–34%, die *Betula*- und *Pinus*-Kurven nehmen stark zu, während *Abies*, *Carpinus*, *Corylus*, *Ulmus* und *Tilia* bedeutungslos werden. Die NBP-Werte nehmen wieder zu (von 2.2% auf 5.6%). Es folgt eine Fichten-Birken-Kiefernzeit, in der *Pinus* mit Anteilen von 33.2–63.5% dominiert, und an zweiter Stelle abwechselnd *Picea* und *Betula* liegen. Gleichzeitig steigen die NBP-Werte weiter an und erreichen im folgenden Abschnitt, der Tundrenzeit, eine dominante Stellung.

Der jüngere Teil des Bilshausen-Interglazials (nach dem Birken-Kiefern-Vorstoß) ist nach Frenzel 1973 zeitgleich mit dem Voigtstedt-Interglazial. Menke u. Behre 1973 verglichen das Bilshausen-Interglazial mit Westerhoven, unter anderem auf Grund des Fehlens von *Taxus*. Das Harreskov-Interglazial ist für sie möglicherweise jünger als Bilshausen, das Fehlen von *Carpinus* und *Abies* wurde dabei mit der nördlichen Lage von Harreskov begründet. Eine eindeutige Korrelierung ist derzeit nicht möglich, da meist nur Ausschnitte der Warmzeiten vorhanden sind, die einen gesicherten Vergleich nicht erlauben.

Darüber hinaus gibt es einige Vorkommen, deren Einordnung in den Cromer-Komplex nicht gesichert ist. Dazu gehören z. B. die Lokalität Steinbach bei Baden-Baden (Kolumbe 1963), das Horloff-Interglazial aus dem Horloffgraben/Wetterau (Herter 1985) und das Frimmersdorf-Interglazial bei Frimmersdorf an der Erft (v. d. Brelie et al. 1959, Urban 1980b). Sie wurden alle auch mit der Holstein-Warmzeit korreliert. Im Profil Steinbach fehlt die eigentliche EMW-Zeit auf Grund einer Schichtlücke; *Carpinus*- und EMW-Werte bis 30%, gefolgt von *Abies* (bis 30%), sind nach Frenzel 1973 nicht mit dem Holstein zu vereinbaren. Das Horloff-Interglazial hat insgesamt relativ geringe EMW-Werte (bis 30%) und durchgehend hohe Coniferen-Anteile. Bei einer Einordnung in den Cromer-Komplex wäre daher eine Korrelierung mit Rosmalen (Cromer III) denkbar. Die Horloff-Warmzeit wurde jedoch durch Herter mit Bilshausen gleichgesetzt, wobei sie ein holsteinzeitliches Alter nicht ausschließen konnte. Das Frimmersdorf-Interglazial, ursprünglich der Holstein-Warmzeit zugeschrieben (v. d. Brelie et al. 1959), wurde von Schirmer 1974a auf Grund von drei kaltzeitlichen Lößdecken (jeweils auf fossilem Bodenkomplex) vor der viertletzten Kaltzeit eingeordnet. Durch das Auftreten sogenannter Doppelböden innerhalb einer Warmzeit (Schirmer 1974b, 1990b) kann ein reines Abzählen jedoch zu falschen Schlüssen führen. Urban 1980b stellte die Warmzeit in den späten Cromer-Komplex.

Bei einer Korrelierung der Kärlicher Warmzeit mit einem Interglazial des Cromer-Komplexes kann das Interglazial I (Waardenburg und Osterholz) wegen seiner Lage unter der Brunhes/Matuyama-Grenze außer Betracht gelassen werden. Diese verläuft im Profil Kärlich im Bereich des Abschnitts Bb (s. 4.2). Die Interglaziale II und III können ebenfalls ausgeschlossen werden, da die Augit/Hornblende-Grenze im Abschnitt G des Kärlicher Profils liegt (in Holland zwischen Cromer III und IV) und die Kleinsäugerfauna im oberen Teil (Gb) zusammen mit der Fauna von Miesenheim I durch v. Kolfschoten 1990a mit dem Cromer IV der holländischen Stratigraphie korreliert wurde. Über dem Abschnitt Gb, im unteren Teil der Einheit H, liegt ein Horizont mit Eiskeilpseudomorphosen, so daß für die Einordnung in den Cromer-Komplex nach derzeitigem Kenntnisstand eine weitere, jüngere cromerzeitliche Warmzeit (»Cromer V«) vorausgesetzt werden muß.

Nach den Datierungen von v. d. Bogaard et al. 1989 und Lippolt et al. 1986 wird Kärlich Gb (= Cromer IV) von Tuffen der Eruptionsphase 2 (ca. 620–450 kaBP) überlagert, so daß für die Cromer IV-Warmzeit ein Alter höher als 450 kaBP und eine Einordnung in das Sauerstoff-Isotopenstadium 13 anzunehmen sind. Damit würde diese Warmzeit nicht das Ende des Cromer-Komplexes markieren, weil dann für Stadium 11 ein holsteinzeitliches Alter vorausgesetzt werden müßte. Dieses kann jedoch auf Grund des



vegetationsgeschichtlichen Verlaufs der Kärlicher Warmzeit ausgeschlossen werden. Die verschiedentlich publizierte Korrelierung der Holstein-Warmzeit mit Stadium 11, z. B. Sarnthein et al. 1986 (auf der Basis von ESR- und U/Th- Datierungen an Muschelschalen der Holstein-Typlokalität in Schleswig- Holstein) und Klostermann u. Paas 1990, erscheinen daher als unwahrscheinlich. Linke et al. 1985 sowie Schwarcz u. Grün 1988 ordneten das Holstein in Stadium 7 ein (mit einem Alter um 200 kaBP), nachdem die letztgenannten Autoren z.T. dieselben Muschelschalen ebenfalls mit der ESR-Methode datiert hatten. Nach Martinson et al. 1987 dauerte das Stadium 7 von ca. 190-240 kaBP. Ebenfalls mit Stadium 7 wurde das Holstein durch Miller u. Mangerud 1985 auf Grund einer Aminosäure-Stratigraphie korreliert. Zagwijn 1989 ordnete die Holstein-Warmzeit in Stadium 9 und das Hoogeveen- zusammen mit dem Bantega- Interstadial (als Wacken/Dömnitz) in Stadium 7 ein. Welchem Isotopenstadium die Holstein-Warmzeit s.str. letztendlich entspricht, kann derzeit noch nicht mit Sicherheit gesagt werden. Auf jeden Fall sollte sie jünger als das Stadium 11 sein.

Eine gute Übereinstimmung der Kärlicher Sequenz besteht mit dem oberen Teil von Bilshausen, vor allem nachdem die Schichtverdopplung entfernt wurde (Bittmann u. Müller, in Druck). Hier folgt auf eine Zeit hoher EMW-Werte, die hauptsächlich durch *Quercus*, neben wenig *Ulmus* und *Tilia*, gebildet werden, ein *Carpinus*-Anstieg, der mit rund 40% sein Maximum erreicht. Etwas später nimmt die *Abies*-Kurve zu. Diese hat schon vor der EMW-Zeit ein erstes Maximum und ist während dieser nur schwach vertreten. *Picea* verhält sich ganz ähnlich. Sie breitet sich aber erst nach *Carpinus* aus, während die Anteile von *Abies* und *Carpinus* bedeutungslos werden. Dabei sind die im Vergleich mit Kärlich höheren *Picea*-Werte durch die mehr östliche Lage von Bilshausen zu erklären (Müller, mündl. Mitteilung).

Dieses ist im wesentlichen auch der Ablauf des Kärlicher Interglazials. Dabei stehen die geringen *Corylus*-Werte und das Fehlen von *Taxus* in Bilshausen einer Korrelierung scheinbar im Wege. Da die hohen *Corylus*-Werte allen bekannten Interglazialen außer dem Eem fehlen, könnten sie in Kärlich auf lokale Gegebenheiten zurückgehen. Dafür sprechen die zahlreich vorhandenen Haselnüsse in den interglazialen Mudden, die die Anwesenheit des starken Pollenproduzenten *Corylus* in unmittelbarer Nähe belegen. Das Eem-Interglazial von Wallensen im Hils (Thomson 1951, Rabien 1953b), wo ebenfalls Haselnüsse gefunden wurden, zeigt *Corylus*-Werte bis 900%! Bei Nachuntersuchungen in Bilshausen konnte Müller *Taxus*-Pk nachweisen, wenn auch mit niedrigen Anteilen. *Taxus* hat im Profil Kärlich meist geringe Werte (außer in Profil D und E), kann jedoch durch Samen und Holz belegt werden. Eine mögliche Korrelierung der Pollenzonen von Bilshausen und Kärlich zeigt Tab. 8.

Kärlich	Bilshausen
Z1	Ende Abschnitt f (Birken-Kiefern-Vorstoß)
Z2	Abschnitt g (EMW-Zeit)
Z3 und 4	Abschnitt h (Tannen-Hainbuchen-EMW-Zeit)
Z5	Abschnitt i (Eichen-Tannen-Hainbuchen-Zeit)
Z6 und 7	Abschnitt j (Fichten-Zeit)
Z8 und 9	Abschnitt k (Fichten-Birken-Kiefern-Zeit)
Z10	Abschnitt l (Tundren-Zeit)

Tab. 8 Korrelierung der Pollenzonen von Bilshausen (Süd-niedersachsen) und Kärlich am Mittelrhein.

Das Kärlicher Interglazial ist nach der Entwicklung seiner Vegetation eine typische Warmzeit aus dem Cromer-Komplex. Innerhalb des Cromer-Komplexes kann die Kärlicher Warmzeit nur mit dem oberen Teil des Interglazials von Bilshausen korreliert werden. Alle anderen Vorkommen scheiden wegen ihrer stratigraphischen Position, zu großer Entfernung zum mittelhheinischen Becken oder ihrer nur lückenhaften Überlieferung aus. Die Korrelierung mit dem bisher jüngsten Cromer Interglazial (Cromer IV) ist auf vegetationsgeschichtlichem Wege nicht möglich, da diese nur ungenügend bekannt ist. Die Parallelisierung von Miesenheim I und Kärlich Gb mit dem Cromer IV ergibt für die Kärlicher Warmzeit zusammen mit der Rhume-Warmzeit von Bilshausen eine stratigraphische Stellung als eine bis heute nicht bekannte



Cromer V-Warmzeit am Ende des Cromer-Komplexes. Dies steht im Einklang mit der Sauerstoff-Isotopenkurve (z. B. Sarnthein u. Tiedemann 1989), wonach im Bereich von Stadium 19.1 (Brunhes/Matuyama-Grenze, darunter Cromer I) und Stadium 11 einschließlich mindestens fünf deutliche Warmzeiten liegen. Ein höheres Alter als bislang angenommen (vorletzte Warmzeit) wird auch durch die absoluten Datierungen des Brockentuffes ( $396 \pm 20$  kaBP) und die archäologischen Artefaktfunde, die ein rein altpaläolithisches Inventar darstellen (Kröger 1990), unterstützt. Nach Junkmanns 1989 und 1990 sowie Bosinski 1990 begann das Mittelpaläolithikum am Anfang der drittletzten Kaltzeit, ca. 300 kaBP. Auf Grund der vorliegenden vegetationsgeschichtlichen Ergebnisse, der paläontologischen und archäologischen Funde sowie der absoluten Datierungen ist somit das Kärlicher Interglazial in den jüngeren oder an das Ende des Cromer-Komplexes zu stellen. Bis zu einer endgültigen Klärung der Pleistozän-Stratigraphie sollte jedoch die Bezeichnung 'Kärlicher Interglazial' beibehalten werden.

#### 4.14 Gesamtartenliste

Die Anordnung der Familien erfolgte nach Engler 1954 und 1964, innerhalb der Familien und Gattungen alphabetisch.

Die angegebenen Prozentwerte sind aus dem Profil Kärlich E entnommen. Dieses gibt den Vegetationsablauf am vollständigsten wieder und stammt mehr aus dem zentralen Teil des Gewässers. Damit ist es weniger lokal beeinflusst. Wenn davon abweichende Angaben gemacht werden, sind diese durch die Buchstaben A-D (entsprechend den Profilen) vor der Zonennummer gekennzeichnet; FS = archäologische Fundschicht.

##### 1. PHYCOPHYTA – Algen

**Botryococcaceae** – zu den Grünalgen gehörend

*Botryococcus*: Kolonien in 1-14, max. 118.8% in 1 (stark abnehmend), in 4-8 rund 1%, in 9-14 (max. 64.9% in 10b, ab 11 unter 10%); max. 240.9% in C 10?; max. 70.8% in D 1 (Kolonien nur in den Profilen Kärlich C-E gezählt)

**Hydrodictyaceae** – zu den Grünalgen gehörend

*Pediastrum*: einzelne Kolonien in 1-2b (max. 0.7% in

2b), 4 und 6-7a, häufig in 9-10b (max. 16.5% in 10b), 1 in 7b, 11b, 12 und 13; 1.7% in D 2a

**Characeae** – Armleuchteralgen

*Chara spec.*: 2-4 Oog in 2a-3, 5-7a, 72 in 11b (Taf. 10,1)

*Nitella spec.*: 1-2 Oog in 2b und 3, 8 in 5, 16 in 6, 822 in 11b (Taf. 10,2)

##### 2. BRYOPHYTA – Moose

**Anthocerotaceae** – Hornmoose (zu den Lebermoosen gehörend)

*Anthoceros spec.*: einzelne Sp in 6-7b; 1 Sp in D 5

**Sphagnaceae** – Torfmoose

*Sphagnum spec.*: einzelne Sp in 1, 4 und 5, nahezu geschlossen in 6-8 (unter 1%), höhere Werte in 9-10 (max. 15.5%), unter 1% in 11, höhere Werte in 12-14 (max. 48.9% in 14); 4 in A 2b; einzelne in D 1-2a, häufiger in 4-7b?; Bl zahlreich in 4-7

*Sphagnum sect. Cymbifolia*: einzelne Bl in 4, 6 und 7a (soweit bestimmt); 4 St in 6

**Amblystegiaceae** – Stumpfdeckelmoose (zu den Laubmoosen gehörend)

*Calliergon trifarium* (Web. u. Mohr) Kindb. – Dreizeiliges Schönmoos: beblätterte St, Bl in 3-6

*Drepanocladus cf. aduncus* – Krallen-Sichelmoos: einige beblätt. St, Bl in 3-6

*Drepanocladus cf. fluitans* – Flutendes Sichelmoos: beblätt. St, Bl, nicht stratifiziert

*Drepanocladus cf. exannulatus* – Ringloses Sichelmoos: beblätt. St, Bl, nicht stratifiziert

*Drepanocladus lycopodioides* (Brid.) Warnst. – Bärlapp-Sichelmoos: 2 Bl in 11b



*Drepanocladus spec.* – Sichelmoos: beblätt. St, Bl in 2a-8 und 11

**Meesiaceae** – Bruchmoose

*Meesia longiseta* – Langstieliges Bruchmoos: einige beblätt. St, Bl in 4

*Meesia triquetra* – Dreizeiliges Bruchmoos: einige beblätt. St, Bl in 4-6

**Mniaceae** – Sternmoose

*Plagiomnium spec.* – Sternmoos: 1 Bl in 5

**3. PTERIDOPHYTA** – Gefäßsporenpflanzen

**Lycopodiaceae** – Bärlappgewächse

*Huperzia selago* (L.) Bernh. – Tannenbärlapp: 1 Sp in 12 und 14

*Lycopodium annotinum* L. – Sprossender Bärlapp: 1 Sp in 10b, max. 1.1% in einer Probe aus 14

*Lycopodium clavatum*-Typ – Kolbenbärlapp: einzelne Sp in 6-7, 10a-11a, 12-14 (max. 5.7% in 14); einzelne in A 11b

*Lycopodiella inundata* (L.) Hol. – Sumpfbärlapp: einzelne Sp in 1, 2a, 10a, 12, 14 (max. 1.1%); 2 in D 2a

**Selaginellaceae** – Moosfarngewächse

*Selaginella selaginoides* (L.) Link – Gezähnter Moosfarn: 1 MiSp in C 10?

**Equisetaceae** – Schachtelhalmgewächse

*Equisetum spec.* – Schachtelhalm: 1 Sp in 2a und 5, einzelne in 6, geschlossen in 7-10b (max. 124.4% in 8) und 11b-13 (max. 119% in 12); 1 in D 1, 2 in D 2a und 4, häufiger in D 5-7a, max. 26.4% in D 7b?

**Ophioglossaceae** – Natternzungengewächse

*Botrychium spec.* – Mondraute: 1 Sp in 1 und 8, einzelne in 9, geschlossen in 10 (max. 0.8%) und 13-14 (max. 5.9% in 14); 2 in D 1, 1 in D 7b?

**Osmundaceae** – Rispengarngewächse

*Osmunda spec.* – Rispenfarn: 1-3 Sp ± regelmäßig in 1-10, max. 1% in 7b

**Polypodiaceae** – Tüpfelfarngewächse

*Athyrium spec.* – Frauenfarn: 1 Sp in 7a und 10a, 3 in 10b; einzelne in C 7b, bis 1.2% in C 10?; 2 in D 7a, 1 in D 7b?

Farnsporangien – Sporenbehälter: einige in 2a und 5-

7a, 273 in 2b, 90 in 3 und 17 in 4

*Polypodium spec.* – Tüpfelfarn: einzelne Sp in 1, 2b, 4-7b, 10a, 10b und 13; 2 in A 3, 1 in A 4, einzelne in A 11b; 2 in B 2a; 5 in D 2a, 2 in D 3

*Pteridium spec.* – Adlerfarn: 1 Sp in D 7b?

*Thelypteris palustris* Schott – Sumpflappenfarn: 0.3-0.7% in C 10?; 1 Sp in D 2b

Monolete Farnsporen: ± in allen Proben, nur einzelne in 11b und 13 (max. 7% in 1 und 10b); in D 1-7b? (max. 38.5% in D 1 und 38.3% in D 2b); max. 21.8% in A 2b; max. 25.2% in B 1 und 22.1% in B 2b

**Salviniaceae** – Schwimmparngewächse

*Azolla filiculoides* Lam. – Großer Algenfarn: einzelne Massulaestücke mit Glochidien in 1; in D 1-2a und D 3; 1 MeSp in 2b, 2 in 3 (Tafel 7, 10 und 10, 3)

*Salvinia natans* (L.) All. – Gemeiner Schwimmparn: 1 MiSpo-Stück in 1, 3, 6 und 7b, häufiger in 10a-11a (max. 2.1% in 10b); einzelne in D 1-3 (bis 0.5%); MeSp in 2a-6 und 11 (max. 138 in 3) (Tafel 10, 5); MiSpo in 2a-5 (max. 96 bzw. 87 in 2b und 3)

*Salvinia/Azolla* – Schwimmparn/Algenfarn: unbestimmbare Massulaestücke in 1, 3, 4, 6, 7a und 10a-11a (max. 1.4% in 10b); einzelne in D 1-2a, häufiger in 2b-3 (bis 1% in 3)

Um graphisch darstellbare Kurven von *Azolla* und *Salvinia* zu erhalten, wurden die in den Pollenpräparaten auftretenden Massulae-Bruchstücke der Profile Kärlich C, D und E, unabhängig von ihrer Größe, gezählt und in Prozent berechnet. Eine Unterscheidung war nur möglich, wenn diese Stücke noch Sporen enthielten und/oder Glochidien hatten. Auf Grund der Mengenverhältnisse (sehr viel *Salvinia*, selten *Azolla*), dürfte der größte Teil der unbestimmbaren Stücke von *Salvinia* stammen.

**4. GYMNOSPERMAE** – Nacktsamer

**Pinaceae** – Kieferngewächse

*Abies cf. alba* – Weißtanne: 2 Sa in 4, 1 in 5, 13 in 6 (Tafel 9, 7)

*Abies spec.* – Tanne: 1 Pk in 1 und 2b, geschlossene Kurve in 4-7b (max. 9.9% in 6), ± regelmäßig in 8 und 10a-11a, einzelne in 11b und 12; einzelne in B 2b-3, max. 16.7% in B 6; max. 5.2% in D 5; 24 Na in 4 und

5, 11 in 6; 1 Stück Ho in 5, einige in 7a, 7b und 11, 4876 in FS; Hk 16 in 6, 5 in 7b; 8 Safl in 5; Zask-Teile (Tafel 9, 6) in 4, 5 und 6; Psack zahlreich in 6 (Tafel 9, 8)

Bei den Pollensäcken handelt es sich um ca. 1 mm große Klumpen aus *Abies*-Pk, die z.T. noch von einer Zelllage umgeben sind. Diese konnten in großer Zahl aus den beiden untersten Makrorestraproben der FS ausgelesen



werden. Trotzdem zeigt *Abies* in diesem Bereich keine abnorm hohen Werte im Pollenprofil.

*Larix spec.* – Lärche: einzelne Pk in 6 (1 in 5, außerhalb der Zählung), geschlossen in 7a–14 (max. 13.4% in 12); 1 in A 5, einzelne in D 5; einige Ho (cf. *Larix*) in 6, 3 Na in 6 und 8, 3 Za in 6 oder 7a (Tafel 9, 1)

*Picea spec.* – Fichte: Pk in 1–14 (max. 14.3% in 11b); max. 12.4 in A 11b; max 12.8 in B 11b; 1 Na in 6

*Picea/Larix* – Fichte oder Lärche: 2 Stücke Ho in 14, 91 in FS; 1–3 Stücke Hk in 6 und 7a

*Pinaceae*: Hk in 6 und 13–14

*Pinus spec.* – Kiefer: Pk in 1–14 (max. 31.6% in 1, 84.6% in 8, 87.5% in 10a, 96% in 13–14); 3 Ho in 6

**Cupressaceae** – Zypressengewächse

*Juniperus spec.* – Wacholder: einzelne Pk in 1, 2a, 5, 7a,

häufiger in 9–10b und 11–14 (max. 7% in 12); 2 in A 2b; bis 1.3% in D 1, bis 0.7% in D 2a, 2 Pk in D 2b

**Taxaceae** – Eibengewächse

*Taxus baccata* L. – Beereneibe: 4 Sa in 2b, 6 in 6 (Tafel 8, 6)

*Taxus spec.* – Eibe: Pk in 1–7b, höchste Werte in 2b–5 (max. 15.7% in 2b); max. 3.5% in A 2b; max. 1.8% in B 2a; max. 8.7% in D 2a, 8.3% in D 2b; 41 Ho in FS; 3 Hk in 6

**Ephedraceae** – Meerträubelgewächse

*Ephedra distachya*-Typ: 1 Pk in 2a und 9, häufiger in 10a–10b (bis 0.8%); 1 in A 11b; 1 in D 1

*Ephedra fragilis*-Typ: 1 Pk in 10a, 10b und 12

## 5. ANGIOSPERMAE – Bedecktsamer

**Dicotyledoneae** – Zweikeimblättrige Pflanzen

**Myricaceae** – Gagelstrauchgewächse

*Myrica*-Typ – Gagelstrauch: einzelne Pk in 1, 2b, 6, 9, 10b und 12; 1 in D 2a, 2b und 4

**Salicaceae** – Weidengewächse

*Populus spec.* – Pappel: Pk unregelmäßig in 2a–6, regelmäßiger in 7a und 7b, 1 Pk in 8 und 12; 2 in D 1, häufiger in D 2a (bis 0.5%); Ho 197 in FS; 4 Stücke Hk in 7a

*Populus tremula* L. – Zitterpappel: 1 Knsch in 3, 10 in 6, zahlreich in 7a und 7b

*Salicaceae*: Ho 525 in 6

*Salix spec.* – Weide: Pk ± regelmäßig in 1–4, max. 0.8% in 4, unregelmäßig bis 0.8% in 5–10b, einzelne in 11a–12; Ho in 2b (19) und 3 (10), 1 in 5 und 7a, 56 in FS; 1 Stück Hk in 7b

**Betulaceae** – Birkengewächse

*Alnus spec.* – Erle: Pk in 1–14, max. 14.6% in 2a, 8.3% in 10b; max. 4.5% in A 3; max. 5% in B 3 und 4; max. 16.5% in D 1, 11.1% in D 2a

*Betula spec.* – Birke: Pk in 1–14, max. 10.7% in 5, 22.9% in 6, 28.5% am Ende von 7b, 25.9% in 9, 30.4% in 10b und 43.3% in 12; max. 53.6% in A 5; max. 36.4% in B 5; max. 32.8% in D 5, 34.8% in D 5/6; sehr zahlreiche Fr (nicht näher bestimmbar) in 3–6 und 4 in 7b; zahlreiche Stücke Ho in 4, einige in 5, 7 und 11, 333 in FS; 2 Kn in 6; 1 Knsch in 6

*Betula pendula* Roth – Hängelbirke: einige Fr in 5 und 6, Frsch in 3–6, max. 113 in 4

*Betula pubescens* Ehrh. – Moorbirke: Fr in 4–6, max. 35 in 6, Frsch in 3–6, max. 134 in 4

*Carpinus betulus* L. – Gemeine Hainbuche: Pk in 1–8 (max. 68.6% in 4), einzelne in 9, regelmäßiger (bis 1.8%) in 10a–12; max. 40.9% in A 4; max. 43.7% in B

4; max. 51.5% in D 4 bzw. 65.5% in der Verdopplung; Ho 123 in FS; 1 Stück Hk in 6 und 7a; 1 Kn in 6; Knsch in 4–6; Fr in 4–7a, max. 308 in 6

*Corylus cf. avellana* – Gemeine Hasel: 8 Nu in 2b, 15 in 6 (Tafel 8, 2)

*Corylus spec.* – Hasel: Pk in 1–12, max. 163.9% in 2a, 72.1% in 3, 56.8% in 5, nochmals höhere Werte in 10a–11b (max. 6.7% in 10b), einzelne Pk in 13 und 14; max. 83% in A 3; max. 89.3% in B 3/4 (Übergang), max. 30% in B 5; max. 185.1% in D 1, 81.6% in D 3; 1 Hk in 7a, Ho 3 in FS

**Fagaceae** – Buchengewächse

*Fagus spec.* – Rotbuche: 1 Pk in 2b, 5 und 8, einzelne in 6–7b (bis 0.4%), 1% in einer Probe aus 14 (rezent?); 1 in B 11b; 1 in D 7b?

*Quercus spec.* – Eiche: Pk in 1–8 (max. 69% in 2b), höhere Werte in 10a–12 (max. 8.5% in 11a); max. 81.7% in A 2b; max. 86.2% in B 2b; 2 Fr-Stücke in 2b, 1 Stück Ho in 3, 7b und 11, 1062 in FS; 107 Stücke Hk in 6, 15 in 7a, 3 in 7b, 1 in 8; 127 Kn in 2b, 16 in 3, 192 in 6, 1 in 5; Knsch zahlreich in 2a–6, 1 in 7b; 5 Cup in 2b  
*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. – Steineiche: 4 Eichelstücke (Spitzen) in 2b mit dem typischen dreilappigen Griffelrest nach Berggren 1981

**Ulmaceae** – Ulmengewächse

*Celtis spec.* – Zürgelbaum: Pk regelmäßig in 1–3, max. 1.8% in 1, weniger in 4–5, einzelne in 6; max. 0.9% in A 2b und 3; max. 1.2% in B 3; max. 1.6% in D 3

*Celtis/Zelkova* – Zürgelbaum oder Zelkove: Hk 25 in FS, Ho 6 in FS

Die Hk-Stücke stammen aus dem Bereich mit maximalen *Ulmus/Zelkova*-Werten.

*Celtis*-Pk konnten in der entsprechenden Schicht nicht



gefunden werden. Da jedoch von Schoch in Urban 1983 Hk und Stk von *Celtis* in dieser Schicht bestimmt wurden, dürfte es sich auch hier um *Celtis* handeln. *Zelkova* kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Selbst die größten Stücke maßen nur wenige mm, so daß nicht genügend charakteristische Merkmale beobachtet werden konnten.

*Ulmus spec.* – Ulme: Ho 23 in FS, 1 Knsch in 3 und 5, 4 in 6

*Ulmus/Zelkova*-Typ – Ulme oder Zelkove: Pk in 1-7b (max. 18.4% in 6), einzelne Pk in 8 und 10b, regelmäßiger in 11a-12 (max. 0.9% in 11a); max. 9.1% in A 6; max. 11.7% in B 6; max. 13.4 % in C 6; max. 6.2% in D 5/6;

#### **Moraceae** – Maulbeergewächse

*Humulus/Cannabis*-Typ – Hopfen/Hanf: 2 Pk in D 2b (1 in D 2a, außerhalb der Zählung)

#### **Urticaceae** – Brennesselgewächse

*Urtica dioica* L. – Große Brennessel: Sa in 2a-7b und 11, max. 52 in 2b, 50 in 6 (Tafel 13, 7)

*Urtica spec.* – Brennessel: einzelne Pk in 2a, 6, 7b, 9, 10a, 11a und 12; 1 in A 11b; bis 1.1% in einer Probe aus C 7b?; einzelne in D 1 und 2b-4 (bis 0.4%)

#### **Loranthaceae** – Mistelgewächse

*Viscum spec.* – Mistel: 1 Pk in 2b und 4, häufiger in 6-7b (bis 0.4%); ±regelmäßig in A 3-6 (bis 0.6%); max. 0.9% in B 4; einzelne in D 1-2b (bis 0.5%)

#### **Polygonaceae** – Knöterichgewächse

*Polygonum amphibium*-Typ – Wasserknöterich: 1 Pk in 12

*Polygonum aviculare*-Typ – Vogelknöterich: einzelne Pk in 1-2a (max. 1.3% in 1), 7a und 7b, 1 Pk in 9, 10a und 11b, häufiger in 12-14 (max. 5% in 14)

*Polygonum bistorta*-Typ – Schlangenknoeterich: 1-2 Pk in 9-10b und 11b-14, max. 1.2% in 10b (1 in 5, außerhalb der Zählung)

*Polygonum lapathifolium* L. – Ampferknöterich: 2 Sa in 6 (Tafel 11, 3)

*Polygonum persicaria*-Typ – Flohknöterich: 1 Pk in 7b und 12, häufiger in 10b-11a (max. 0.4%), 1 in D 7a außerhalb der Zählung

*Rumex acetosa/acetosella*-Typ – Ampfer, großer/kleiner Typ: 1 Pk in 2a, 8 und 13, einzelne in 6-7b und 12-14 (max. 1.1% in 14); 4 in D 2a, 1 in D 3 und 5

*Rumex crispus* L. – Krauser Ampfer: 1 Per in 2b

*Rumex maritimus* L. – Strandampfer: 2 Per in 5, 8 in 11 (Tafel 13, 9)

*Rumex p.p.* – Ampfer: einzelne Pk in 2a, 2b, 4, 6, 7b, 9, 11a und 11b; 2 in A 3; 1 in C 7a

#### **Caryophyllaceae** – Nelkengewächse

*Caryophyllaceae p.p.* – Nelkengewächse: 2 Pk in 6,

regelmäßiger in 7a-7b (max. 0.8%), einzelne in 8-9, geschlossen in 10a-14 (max. 9.3% in 10b, 60.9% in 12); 2 in A 2b; 0.4-0.8% in B 1, 1 in B 2b-4; einzelne in D 1-2a und D 3-4

*Melandrium*-Typ – Lichtnelke: 1 Pk in 6, 2 in 7a, 5 in 7b, 1 bzw. 1.1% in 2 Proben aus 14; 1 in D 1 und 2a  
Zu diesem Typ wurden alle eurenticaten Caryophyllaceen-Pk gerechnet (nach Chanda 1962a)

*Scleranthus perennis*-Typ – Ausdauernder Knäuel: 1 Pk in 6, außerhalb der Zählung

*Stellaria holostea* L. – Große Sternmiere: 1 Pk in 6, einige in 7a und 7b; 1 in D 1, 2 in D 2a

*Stellaria nemorum* L. – Hain-Sternmiere: 1 Sa in 11b

*Stellaria cf. palustris* Retz. – Sumpf-Sternmiere: 1 Sa in 11b

#### **Chenopodiaceae** – Gänsefußgewächse

*Chenopodiaceae*: 1 PK in 1, 2b und 3, 1.1% in 2a, einzelne in 6-7a, häufiger in 7b (bis 1.2%), geschlossen in 9-10b (max. 6.7% in 10b), ± regelmäßig in 11a-14, max. 8.2% in 12; 1 in A 5; 1 in B 2a; ± regelmäßig in D 1-2a (bis 0.9% in 1)

*Chenopodium hybridum* L. – Unechter Gänsefuß: 1 Sa in 6

#### **Ranunculaceae** – Hahnenfußgewächse

*Aconitum spec.* – Eisenhut: 1 Pk in 7a, 9, 10b und 13, einige in 7b; einzelne in A 11b; 1 in B 11b; 4 in C 7b; 1 in D 7a

*Anemone*-Typ – Windröschen: einzelne Pk in 1-4, 6-7b und 10a-14; 1 in B 5; 1 in D 5

*Caltha spec.* – Sumpf-Dotterblume: 1 Pk in 6, 7b und 12, 2 in 7a; 2 in A 11b; 1 in B 11b; 1 in D 5/6 und 7a

*Clematis*-Typ – Waldrebe: 1 Pk in 7a; 1 in B 6; ± regelmäßig in D 1-2b (max. 0.9% in 2a), einzelne in D 4-5  
Bei diesem Typ handelt es sich um 20-25 µ große, tricolpate Pk von sphäroidischer bis leicht prolater Gestalt. Die weniger kräftig (0.5 µ dick) ausgebildeten Stäbchen stehen zerstreut, das Tectum ist glatt (Ähnlichkeiten bestehen mit kleinen *Ranunculus-Batrachium*-Pk)

*Clematis vitalba* L. – Gemeine Waldrebe: 5 Fr in 2b, 3 in 3 (Tafel 9, 3)

*Pulsatilla*-Typ – Küchenschelle: 1 Pk in 10b

Dieser ist ein großer (über 40 µ), tricolpater Pollentyp mit zerstreut stehenden, sehr kräftigen Stäbchen; das Tectum ist ± glatt.

*Ranunculaceae p.p.*: einzelne Pk in 2a, 5-7b, 9-11a und 12-14 (max. 1% in 10b und 14); einzelne in A 2b; einzelne in D 1

*Ranunculus acer*-Typ – Scharfer Hahnenfuß-Typ: einzelne Pk in 6, 8, 11a-11b und 14, regelmäßiger in 7a-7b, 9-10b und 12 (max. 2.9% in 10b, 2.5% in 12); einzelne in A 2b-3, bis 0.8% in A 11b; 1 in B 1-2b; regelmäßig in C 7a-7b (bis 1% in 7b)

*Ranunculus-Batrachium*-Typ – Wasser-Hahnenfuß: 1



Pk in 1, 6, 7a, wenige in 7b, 11a und 13, geschlossen in 9-10b (max. 20.5% in 10b) und 12 (max. 12%); einzelne in A 2b-5

Bei diesem Typ handelt es sich um 30-35 (-38) µ große, tricolpate Pk mit kräftigen (0.8-1 µ dick), zerstreut stehenden Stäbchen. Das Tectum ist glatt oder nur leicht gewellt, auf dem Tectum befinden sich kleine Echini (microechinat); die beste rezente Entsprechung hat dieser Typ in *Ranunculus peltatus*. Noch höhere *Ranunculus*-Werte beschreiben Erd et al. 1987 in vergleichbarer stratigraphischer Position, wobei diese teilweise dem *Ranunculus trichophyllus*-Typ nach Andersen 1961, S. 28, entsprechen, der Arten der Gewässer oder des Uferbereichs repräsentiert.

*Ranunculus* sect. *Batrachium*: 1 Nu in 11b

*Ranunculus* cf. *circinatus* – Spreizender Hahnenfuß: 1 Nu in 11b

*Ranunculus* cf. *hederaceus* – Efeublättriger Hahnenfuß: 1 Nu in 11b

*Ranunculus* cf. *lingua* – Zungenhahnenfuß: 1 Nu in 2b

*Ranunculus* spec. – Hahnenfuß: 1 Nu in 2b, 5 und 11b

*Ranunculus sceleratus* L. – Gifthahnenfuß: Nu in 2a-7a und 11b, max. 33 in 2b (Tafel 12, 7)

*Thalictrum* spec. – Wiesenraute: 1 Pk in 1, einzelne in 7b-9, 11a-11b und 14, geschlossen in 10a-10b (max. 8.5% in 10b) und 12-13 (max. 2.3% in 13); 1 in A 2b, häufiger in A 11b (bis 1.1%); 1 in B 6

*Thalictrum minus* L. – Kleine Wiesenraute: 1 Fr in 2b

*Trollius* spec. – Trollblume: einzelne Pk in 7b

#### Nymphaeaceae – Seerosengewächse

*Brasenia holsatica* (C. A. Weber) Weberbauer: Sa in 2a-3 und 5-6, max. 15 in 6 (Tafel 10, 10)

*Brasenia* spec.: 1 Pk in 4, 5, 7a und 9, einzelne in 6; 2 in A 11b; 3 in C 7b; höhere Werte am Ende von D 2b-3 (max. 3.3% in 2b)

Bestimmung nach Beug 1961 und Menke 1976, wobei die Exinendicke mit 1-1.5 µ geringer ist, als in der genannten Literatur beschrieben

*Euryale* spec.: 2 Pk-Stücke in D 2b außerhalb der Zählung (auf Grund der charakteristischen Echini gut bestimmbar); 1 Stachel in 3 (nach v. Rochow 1958) (Tafel 12, 12)

*Nuphar lutea* (L.) Sm. – Gelbe Teichrose: Sa in 2b-3 und 5-7a, max. 71 in 6 (Tafel 10, 6)

*Nuphar* spec. – Teichrose: 1 Pk in 4, 5, 7b und 11a, einige in 6, regelmäßiger in 7a-7b (max. 1.2% in 7b); regelmäßig in A 2b-3 (max. 1% in A 3); regelmäßig in B 1-3 (max. 1% in B 3); einige Pk in D 2b-3 (max. 0.6% in D 3)

*Nymphaea* cf. *alba* – Weiße Seerose: Sa in 2b-6, max. 45 in 3

*Nymphaea* spec. – Seerose: einzelne Pk in 4-6, regelmäßiger in 7a-7b (max. 2.1% in 7b), einzelne Pk in 10b-11a; einzelne in A 2b-4 (max. 1.2% in A 3); einzelne in

B 1-3 (max. 0.8% in B 3); 1 in D 2a, häufiger in D 2b-5 (bis 0.6% in D 3)

#### Ceratophyllaceae – Hornblattgewächse

*Ceratophyllum demersum* L. – Gemeines Hornblatt: 1 Fr in 2b und 3 (Tafel 11, 10)

#### Guttiferae (Hypericaceae) – Johanniskraut- oder Hartheugewächse

*Hypericum* spec. – Johanniskraut: 1 Pk in B 1, B 2 und B 11b

#### Droseraceae – Sonnentaugewächse

*Drosera rotundifolia*-Typ – Rundblättriger Sonnentau: 1 Pk in 10b; 1 in D 4

*Aldrovanda vesiculosa* L. – Blasige Wasserfalle: 2-3 Sa in 3, 4 und 6 (Tafel 10, 4)

#### Papaveraceae – Mohngewächse

*Corydalis* spec. – Lerchensporn: 1 Pk in D1, 2 in D 2a

*Papaver* cf. *somniferum* – Schlafmohn: 1 Sa in 7a (Tafel 13, 6)

#### Brassicaceae – Kreuzblütler

*Brassicaceae*: einzelne Pk in 1 und 7a-9, regelmäßiger in 10a-10b und 12-13, 1% in einer Probe aus 14

#### Saxifragaceae – Steinbrechgewächse

*Ribes p.p.* – Stachel- und Johannisbeere: 1-2 Pk in 7a und 7b, 1 in 9; 1 in D 2a, 4 und 5/6;

*Ribes vva-crispa* L. – Stachelbeere: 1 Pk in 7a und 11a; 1 in D 2a (Tafel 7, 7-8)

*Saxifraga* cf. *granulata* – Knöllchensteinbrech: 1 Sa in 3

#### Rosaceae – Rosengewächse

*Comarum palustre* L. – Sumpf-Fingerkraut: 1 Nu in 4, 3 in 11b

*Crataegus* cf. *pentagyna* – Fünfsteiniger Weißdorn: Stk in 2b-6, max. 26 in 2b (Tafel 8, 8)

*Crataegus*-Typ – Weißdorn: 2 Pk in 6; 1 in D 4 und 5

*Filipendula* spec. – Mädesüß: Pk 0.2-0.7% in 1-2a, 1 Pk in 3 und 6, häufiger in 7a-13, Maxima 3.6% in 7b, 4.4% in 9, 2.8% in 12, 2.3% in 13, 1% in einer Probe aus 14; 3 in B 1; max. 4.6% in C 7b, 10.2% in C 10?; einzelne in D 1-2a, 1 in D 2b-4

*Fragaria* cf. *moschata* – Zimterdbeere: 1 Nu in 3

*Fragaria vesca* L. – Walderdbeere: 3 Nu in 2b (Tafel 13, 5)

*Potentilla erecta* (L.) Räusch. – Aufrechtes Fingerkraut: 2 Nu in 2b und 6, 1 in 3

*Potentilla* cf. *micrantha* Ram. ex DC – Kleinblütiges Fingerkraut: 1 Nu in 3 (Tafel 13, 3)

*Potentilla* cf. *reptans* – Kriechendes Fingerkraut: 1 Nu in 5 (Tafel 13, 2)

*Potentilla* cf. *supina* – Niedriges Fingerkraut: 2 Nu in 11b

*Potentilla* spec. – Fingerkraut: 1 Nu in 3, 3 in 11b



*Potentilla*-Typ – Fingerkraut: Pk 0.4% in 1-2a, einzelne in 4-6, regelmäßiger in 7a-7b und 12-13 (max. 4.6% in 8-9); einzelne in A 2a und 11b; 1 in B 3

*Prunus spinosa* L. – Schwarz-, Schlehdorn: Ho (cf.) 2 in FS, 1 Stk in 2b und 3 (Tafel 8, 1)

*Prunus spec.* – Steinobst: einzelne Pk in 4-6 und 7a-8; bis 0.6% in D 1, regelmäßiger in D 2a (bis 0.9%), 1 in D 2b, 3 und 7a

*Rosa*-Typ – Rose: einzelne Pk in 6 und 7, außerhalb der Zählung

*Rosaceae p.p.*: Pk 0.2-1% in 1-13 (max. 1.6% in 7a, 1.3% in 9), seltener in 4, 8, 10b und 11b; max. 1.4% in D in D 1

*Rosaceae-Pomoideae* – Apfelartige: einzelne Pk in 1-2b, 4, 7a und 7b, häufiger in 5 (bis 0.6%); Ho 131 in FS;

*Rosaceae-Prunoideae* – Rosengewächse/Steinobstgewächse: 1 Stück Ho in 2a, 8 in FS

*Rubus*-Typ: einzelne Pk in 1-2a und 5-6, häufiger in 7b (bis 0.6%); einzelne in D 1, häufiger in D 2a (bis 0.7%), 2 in D 2b, 1 in D 7a

*Rubus caesius* L. – Kratzbeere: 4 Stk in 2b

*Rubus fruticosus* agg. – Brombeere: 14 Stk in 2b, 4 in 3, 2 in 6

*Rubus idaeus* L. – Himbeere: 1 Stk in 2b, 2 in 5, 11 in 6, 5 in 7b (Tafel 9, 2)

*Rubus idaeus*-Typ – Himbeere-Typ: 1 Pk in D 1

*Sanguisorba minor* Scop – Kleiner Wiesenknopf: 1 Pk in 11b und 13, 2 in 12

*Sanguisorba officinalis* L. – Großer Wiesenknopf: 1 Pk in 1, 6, 9, 13 und 14, häufiger in 7b-8 (bis 0.4%); 2 in A 11b; 1 in B 11b; 1% in einer Probe aus C 7b

*Sorbus*-Typ – (Eberesche/Elsbeere/Mehlbeere/Vogelbeere): einzelne Pk in 6 und 7b; 1 in D 7a

Die Bestimmung der Rosaceen-Pk erfolgte nach Eide 1981. Häufig waren die angegebenen Merkmale jedoch im fossilen Material nicht zu erkennen, so daß z. B. die Unterfamilie der *Pomoideae* oft nicht weiter aufzugliedern war. Schwierig war z.T. auch die Trennung von *Rubus* und *Rosa*; in diesen Fällen wurden die Pk unter *Rosaceae p.p.* gezählt.

#### **Fabaceae** – Schmetterlingsblütengewächse

*Fabaceae p.p.*: Pk 0.2-0.7% in 1-2a, 1 Pk in 6, 9, 11b und 12, einzelne in 7a, häufiger in 7b (bis 0.6%), zweimal 1% in 14

*Fabaceae-Genistoideae* – Ginsterartige: 1 Pk in 1, 7a und 13; 1 in D 2a

*Lotus*-Typ – Hornklee: 1 Pk in D 2a

*Onobrychis*-Typ – Esparsette: 1 Pk in 13; 1 in D 7a (in A 11b, außerhalb der Zählung)

*Trifolium*-Typ – Klee: 1 Pk in 1, 2a, 5, 6, 8, häufiger in 7a-7b, 10a, 12 (max. 1.3% in 7b, 1.2% in 10a, 1.4% in 12); 1 in D 4

*Vicia/Lathyrus*-Typ – Wicke/Platterbse: einzelne Pk in 1, 2a, 6-7a, häufiger in 7b, 9-10a, 12-13 (bis 0.7% in 13)

#### **Geraniaceae** – Storachschnabelgewächse

*Geranium spec.* – Storachschnabel: 2 Pk in 6, 1 in 7a, 7b, 10a, 11a, 12, häufiger in 10b (bis 0.4%); 1 in A 4, einzelne in A 11b; bis 0.5% in B 11b; 1 in C 6 und 7a, 3 in C 7b; 1 in D 1, 2a, 5 und 7a

#### **Linaceae** – Leingewächse

*Linum austriacum*-Typ – Österreichischer Lein: einzelne Pk in 10a-10b und 13-14

*Linum catharticum*-Typ – Purgier-Lein: 1 Pk in 7b,

*Radiola linoides* Roth – Gewöhnlicher Zwergflachs: 1 Pk in 2a, außerhalb der Zählung

#### **Euphorbiaceae** – Wolfsmilchgewächse

*Euphorbiaceae p.p.*: 1 Pk in 1, 8, 10a, 12, 3 in 9

*Mercurialis perennis*-Typ – Wald-Bingelkraut: Pk 0.2-0.5% in 2b, einzelne Pk in 3, 4, 6, 7a, 7b, 9 und 11b; je 2 in A 2b und 3; einzelne in B 1-2b und 4

*Mercurialis perennis* L.: 1 Sa-Stück in 2b (Tafel 8, 7)

#### **Polygalaceae** – Kreuzblumengewächse

*Polygala spec.* – Kreuzblume: 1 Pk in 7a außerhalb der Zählung; 1 in D 4

#### **Aceraceae** – Ahorngewächse

*Acer campestre* L. – Feldahorn: 19 Fr in 2b, 6 in 3, 1 in 6

*Acer platanoides* L. – Spitzahorn: 1 Fr in 2b und 3, 2 in 6

*Acer pseudoplatanus* L. – Bergahorn: 15 Fr in 2b, 2 in 3, 1 in 6

*Acer spec.* – Ahorn: Pk in 1-7b, max. in 1-4 (3.4% in 3), 1 Pk in 10b; max. 6.8% in A 3; max. 6.6% in B 4; max. 11% in D 2a; Ho 24 in FS; 1 Stück Hk in 6

#### **Balsaminaceae** – Springkrautgewächse

*Impatiens spec.* – Springkraut: 1 Pk in 6, 7a; 1 in B 6; 1 in C 7b; 1 in D 7a

#### **Aquifoliaceae** – Stechpalmengewächse

*Ilex spec.* – Stechpalme: Pk 0.4% in 1, 1 Pk in 2a und 4, einzelne in 6, 7a, 10b und 12; 2 in A 2b; einzelne in D 1-2a

#### **Buxaceae** – Buchsbaumgewächse

*Buxus spec.* – Buchsbaum: 1 Pk in 4, 7b und 11a, 4 in 6, 2 in 7a; 1 in C 7a; 2 in D 1, 1 in D 2b, 5 und 5/6

#### **Rhamnaceae** – Kreuzdorngewächse

*Frangula alnus*-Typ – Faulbaum: Pk in 1-2a (max. 2.2% in 1), 1 Pk in 11a; 1 in B 2b-5 und 11b; 1 in C 7b; einzelne in D 1-2b

*Rhamnus cathartica*-Typ – Purgier Kreuzdorn: 1 Pk in 7a (1 in 7b außerhalb der Zählung)

#### **Vitaceae** – Weinrebengewächse

*Vitis spec.* – Weinrebe: einzelne Pk in 1-2a, 1 in 7a; 1 in A 4



#### **Tiliaceae** – Lindengewächse

*Tilia cordata*-Typ – Winterlinde: einzelne Pk in 2b, 4-7a, 11b; D 2b-4 und 7a

*Tilia platyphyllos*-Typ – Sommerlinde: einzelne Pk in 2b-6 und 11b

#### **Violaceae** – Veilchengewächse

*Viola cf. epipsila* – Torfveilchen: 1 Sa in 2b

*Viola spec.* – Veilchen: 1 Sa in 2b

#### **Cistaceae** – Cistrosengewächse

*Helianthemum spec.* – Sonnenröschen: 1 Pk in 7a und 10b, regelmäßiger in 7b (bis 0.4%) und 12-13 (bis 0.6%), einzelne in 8-10a; 1 in D 1, 2 in D 7a

#### **Elatinaceae** – Tännelgewächse

*Elatine alsinastrum* L. – Quirl-Tännel: 1 Sa in 11b (Tafel 12, 9)

#### **Cucurbitaceae** – Kürbisgewächse

*Bryonia spec.* – Zaunrube: 1 Pk in D 5/6 und D 7a, nur außerhalb der Zählung

#### **Lythraceae** – Blutweiderichgewächse

*Lythrum spec.* – Weiderich: 1 Pk in 5, einzelne in 7a-7b (bis 0.9% in einer Probe); einzelne in A 3; 1 in B 2b und 5, 2 in B 3; einzelne in C 10?; 1 in D 2a, 2b, 4, 5/6 und 7a, häufiger in D 3 (bis 0.6%)

*Lythrum cf. salicaria* – Blutweiderich: Sa in 2b-3 und 5-6, max. 67 in 3 (Tafel 13,1)

#### **Onagraceae** – Nachtkerzengewächse

*Circaea spec.* – Hexenkraut: 1 Pk in 1; 1 in C 10?; 1 in D 1

*Epilobium cf. roseum* – Rosarotes Weidenröschen: 3 Sa in 6

*Epilobium spec.* – Weidenröschen: Pk 0.2-0.4% in 8, 10a, 3 Pk in 13; 1 in C 10?; 1 Sa in 3

#### **Haloragaceae** – Seebeerengewächse

*Myriophyllum spicatum*-Typ – Ähriges Tausendblatt: 1-2 Pk in 7a-7b, regelmäßiger in 10a-10b (bis 0.8%) und 12 (bis 1.4%); 2 in D 2a

#### **Hippuridaceae** – Tannenwedelgewächse

*Hippuris vulgaris* L. – Tannenwedel: 1 Pk in B 1

#### **Cornaceae** – Hartriegelgewächse

*Cornus mas* L. – Kornelkirsche: einzelne Pk in 2a-2b, 4-7a, 1 in 7b; max. 1% in A 2b; häufig in D 1-4 (bis 0.9% in 2a und 2b); 12 Stk in 2b, 6 in 6 (Tafel 8, 4)

*Cornus sanguinea* L. – Blutroter Hartriegel: 1 Pk in 1 und 7b, 2 in 6; 2 in A 2b; 3 in D 1, 2 in D 2a; 6 Stk in 2b, 3 in 6 (Tafel 8, 3)

*Cornus spec.* – Hartriegel: Ho 15 in FS

#### **Araliaceae** – Efeugewächse

*Hedera spec.* – Efeu: Pk  $\pm$  regelmäßig in 1-6 (max. 1.1% in 2b), einzelne in 7a-7b (in einer Probe 0.8%); max. 3.3% in A 2b; max. 3.2% in B 2b; max. 3.2% in D 2a (1.9% in D 2b)

#### **Apiaceae** – Doldengewächse

*Apiaceae*: einzelne Pk in 2b und 4-5, regelmäßiger in 6-7b (max. 3% in 7b), 0.2-1.2%  $\pm$  regelmäßig in 8-11a, höhere Werte in 11b-13 (max. 12.5% in 12, bis 2.3% in 14); 1 in A 2b und 4; 1 in B 1, 2a und 4; 1 in D 1, einzelne in D 2a, je 2 in D 3-5

*Oenanthe aquatica* (L.) Poir. – Großer Wasserfenchel: 11 Fr in 11b (Tafel 13, 4)

*Cnidium dubium* (Schkuhr) Thell. – Sumpf-Brenn-dolde: 1 Fr in 7b

#### **Hydrocotylaceae** – Wassernabelgewächse

*Hydrocotyle*-Typ – Wassernabel: 1 in D 1 (1 in 8 außerhalb der Zählung)

#### **Ericaceae** – Heidekrautgewächse

*Bruckenthalia spec.* – Ährenheide: 2 Pk in 6, 3 in 7a und 7b, einzelne in 8-11a, regelmäßiger in 11b, 1 in 12 und 13; 1 in D 2a, 2 in D 5/6

*Calluna spec.* – Heidekraut: einzelne Tetraden in 4-7a, regelmäßiger in 7b, höhere Werte in 8-10b (max. 9.8% in 10b) und 12-13 (bis 1.8%), 2% in einer Probe aus 14; 1 in B 1, 2a und 4-5, 3 in B 2b; 1 in D 1-2b, 2 in D 3-5/6

*Erica*-Typ – Glockenheide: 1 Tetrade in 7a außerhalb der Zählung

*Ericaceae p.p.*: Tetraden 0.2-0.7% in 1-2b, 1 in 4-6, 9 und 11b, einzelne in 7a-8 und 11a, höhere Werte in 10a-10b (max. 4.2% in 10b) und 14 (bis 2.9%); 1 in A 3 und 4; 1 in B 3 und 4, 2 in B 5; einzelne in D 1, 2 in D 2a, 1 in D 2b-4

Hierher wurden auch die auf Grund ihres Erhaltungszustandes nicht bestimmaren Tetraden gestellt.

*cf. Vaccinium uliginosum* – Rauschbeere: 1 Stück Ho in 8

*Vaccinium*-Typ – Beersträucher: 2 Tetraden in 6 und 7a, höhere Werte in 9-10b (max. 1.9% in 10b); 1 in D 7b?

#### **Empetraceae** – Krähenbeerengewächse

*Empetrum spec.* – Krähenbeere: 0.6% in 1, 2 Tetraden in 6 und 11a, 4 in 7a, regelmäßiger in 8-10b (max. 14% in 10b), bis 1.1% in 12, einzelne in 14; 1 in B 5 und 6; 2 in D 3

#### **Primulaceae** – Primelgewächse

*Lysimachia spec.* – Gilbweiderich: 1 Pk in 5, 6 und 7b, 3 in 7a; 1 in D 2a und 4, 2 in D 3 und 5

*Primulaceae* – Primelgewächse: 1 Pk in D 2a außerhalb der Zählung



**Plumbaginaceae** – Graselkengewächse

*Armeria spec.* – Graselke: 2 Pk in 10b und 12

**Oleaceae** – Ölbaumgewächse

*Fraxinus americana*-Typ – Weißesche: Pk in 1-7b, (max. in 1-4, 5.7% in 2a); max. 2.6% in A 2b; max. 2.6% in B 3; max. 10.7% in D 2a (Tafel 7, 1-2; rezent 4-5)

Bei diesem Pollentyp handelt es sich um relativ große, dickwandige Pk mit 4-5 Colpi (sehr selten nur 3). Hierzu auch Menke 1976. Eine denkbare tertiäre Herkunft scheidet aus, da dieser Typ sein Maximum in einem Bereich hat, in dem die Tertiärelemente schon stark abgenommen haben.

*Fraxinus excelsior*-Typ – Gemeine Esche: Pk in 1-7b (max. 7.8% in 2a), einzelne in 8, 10b-11b, 1 in 12; max. 5.3% in A 3; max. 5% in B 1; max. 6.3% in D 2a

*Fraxinus spec.* – Esche: 1 Fr in 3 und 6; Ho 69 in FS

*Ligustrum spec.* – Liguster: 1 Pk in 6, 7b (in 5 und 6 außerhalb der Zählung); 3 in D 1, 1 in D 2a (Tafel 7, 3)

*Syringa sect. Ligustrina* – Flieder: einzelne Pk in 1-2b, 1 in 6, 7b und 11b; einzelne in A 2b; einzelne in B 1-4 (bis 0.6% in einer Probe aus B 2a); 1 in C 7b und C 10?; einzelne in D 1-2a und 4 (Tafel 7, 6)

**Gentianaceae** – Enziangewächse

*Gentianaceae*: 1 Pk in 1 und 12; 1 in C 7b

**Menyanthaceae** – Fieberkleegeewächse

*Menyanthes trifoliata* L. – Fieberklee: 1 Pk in 4 und 11a, regelmäßiger in 5-10b, 11b-12 (max. 2.1% in 7b und 9); 2 in A 2b; Sa in 4-6 und 8, max. 69 in 8 (Tafel 11, 8)

**Rubiaceae** – Rötengewächse

*Rubiaceae*: 1 Pk in 6, häufiger in 7a-10a (max. 2.4% in 7b), einzelne in 10b-11a, häufiger in 11b-13 (max. 2.7% in 13); 1 in B 1, 2 in B 2a und 2b; max. 4% in C 7b, 7.5% in C 10?; einzelne in D 2a

**Polemoniaceae** – Sperrkrautgewächse

*Polemonium caeruleum*-Typ – Himmelsleiter: 1 Pk in A 11b

**Boraginaceae** – Rauhbblattgewächse

*Pulmonaria*-Typ – Lungenkraut: 1 Pk in 7a, 2 in 7b; 1 in A 11b; 1 in D 5/6

*Symphytum*-Typ – Beinwell: 3 Pk in 11a, 1 in 11b, regelmäßig in 12-13 (max. 11.7% in 12); einzelne in A 11b; 1 in C 7b; 3 in D 7b?

**Lamiaceae** – Lippenblütler

*Ajuga reptans* L. – Kriechender Günsel: 2 Kl in 6

*Galeopsis/Stachys*-Typ – Hohlzahn/Ziest-Typ: einzelne Pk in 6, 1 in 10a, 11b, 3-4 in 12 und 13; einzelne in C 7b; einzelne in D 1-2b

*Glechoma hederacea* L. – Gundermann: 4 Kl in 2b,

1 in 3

*Lamiaceae p.p.*: 1 Pk in 1; einzelne in A 2b-3 und 5; 2 in B 1, 1 in B 2a und 6

*Lycopus europaeus* L. – Gemeiner Wolfstrapp: Kl in 2a-6, max. 26 in 2b

*Mentha*-Typ – Minze: 2 Pk in 4 und 6, einzelne in 7a-7b, 1 in 9, 10b und 11a; 1 in C 6, 7a und 10?; einzelne in D 1-2a, 1 in D 5/6 und 7a

*Stachys sylvatica* L. – Waldziest: 3 Kl in 6, 1 7a

**Solanaceae** – Nachtschattengewächse

*Physalis alkekengi* L. – Judenkirsche: 13 Sa in 2b, 4 in 3 (Tafel 9, 5)

*Solanum dulcamara* L. – Bittersüßer Nachtschatten: 28 Sa in 2b, 6 in 3 (Tafel 9, 4)

**Scrophulariaceae** – Rachenblütler

*Melampyrum spec.* – Wachtelweizen: 1 Pk in B 2a

**Lentibulariaceae** – Wasserschlachgewächse

*Utricularia spec.* – Wasserschlach: 3 Pk in 11a, 2 in 11b; 1 in D 1

**Plantaginaceae** – Wegerichgewächse

*Plantago coronopus*-Typ – Schlitzblättriger Wegerich: 1 Pk in D 2a außerhalb der Zählung

*Plantago lanceolata*-Typ – Spitz-Wegerich: 1-3 Pk in 1-2a, 7a-8 und 10b-11a

*Plantago major/media*-Typ – Großer/mittlerer Wegerich: 1 Pk in 6, häufiger in 7a-7b (max. 1.2% in 7b), einzelne in 8-11a, häufiger in 11b-14 (max. 2% in 12); 2 in D 1, 1 in D 5, 5/6 und 7a, bis 0.8% in D 7b?

**Caprifoliaceae** – Geißblattgewächse

*Lonicera periclymenum*-Typ – Wald-Heckenkirsche: 1 Pk in A 2b; 2 in D 1

*Lonicera xylosteum*-Typ – Rote Heckenkirsche: 1 Pk in 6 und 7b, 2 in 7a; 1 in A 5; 1 in C 10?; 1 in D 2a (nach Beug in Jung et al. 1972 gehört dazu: *L. xylosteum*, *L. nigra* und *L. caerulea*)

*Lonicera spec.* – Heckenkirsche: Ho 2 in FS

*Sambucus nigra* L. – Schwarzer Holunder: 1 Pk in 1, 9 und 10a, einzelne in 6-7b und 10b; 1 in C 6 und C 10?, 3 in C 7b; 2 in D 1 und 2a, 1 in D 3 und D 5/6; 2 Stk in 2b, 4 in 6 und 1 in 7b (Tafel 8, 5)

*Sambucus spec.* – Holunder: Ho 4 in FS

*Viburnum lantana*-Typ – Wolliger Schneeball: 3 Pk in 7b; 2 in A 11b; 1 in B 1; 2 in C 7b

*Viburnum opulus*-Typ – Gemeiner Schneeball: einzelne Pk in A 11b

**Valerianaceae** – Baldriangewächse

*Valeriana officinalis*-Typ – Arznei-Baldrian: 2 Pk in 7a, einzelne in 7b, 9-10a, häufiger in 10b-14 (max. 2% in 14)



### **Dipsacaceae** – Kardengewächse

*Knautia spec.* – Witwenblume: 5 Pk in 10b, 1 in 12, 3 in 14; 1 in B 11b; 1 in C 7b und C 10?

*Succisa spec.* – Teufelsabbiss: 1 Pk in 2a, 7a, 7b und 11a, 2 in 11b, häufiger in 14 (bis 2%)

### **Campanulaceae** – Glockenblumengewächse

*Campanula cf. patula* – Wiesenglockenblume: 3 Sa in 2b, 11 in 11b

*Campanulaceae p.p.*: 1 Pk in 1 und 10b, 3 in 7a, regelmäßiger in 7b (bis 0.8%) und 11b-14 (bis 1% in 14), einzelne in 8-10a; max. 1.1% in A 11b und B 11b;

*Jasione*-Typ – Sandrapunzel: 1 Pk in 6, 11b und 14, einzelne in 7a und 11a, häufiger in 7b (bis 0.6%), 9-10b und 12 (bis 1.2% in 10a)

### **Asteraceae** – Korbblütler

*Artemisia spec.* – Beifuß: 1 Pk in 4, einzelne in 6-7b, häufig in 8-14 (max. 8.4% in 9, 14.9% in 10a, 51.4% in 10b, 14.8% in 12 und 19% in 14); 3 in A 2b, 1 in A 4; 1 in B 2a und 2b; 1 in D 1, 3 in D 2a, 2 in D 3

*Asteraceae-Liguliflorae* – Zungenblütige Korbblütler: 1 Pk in 1 und 4, einzelne in 6 und 8, regelmäßig in 7a-7b (max. 2.8% in 7b), Maxima in 9-10b (9.3%), 12 (9.1%) und 14 (12.4%); 1 in A 2b und A 5, max. 5.3% in A 11b; bis 1% in B 1, 1 in B 2b-4; max. 5% in C 7b, 65.9% in C 10?; häufiger in D 1-2a (bis 0.8% in D 1), 2 in D 5 und 5/6

*Asteraceae-Tubuliflorae* – Röhrenblütige Korbblütler: Pk in 1-2a (max. 5.6% in 1), einzelne in 6 und 8, häufiger in 7a-7b, (max. 2.3% in 7b), Maxima in 9-11a (10.5%), 12 (23.7%) und 14 (26.1%); 1 in A 2b; bis 4.5% in B 1, 1 in B 2b und 4; max. 10.6% in C 10?; häufig in D 1-2b (max. 2.2% in D 1)

*Centaurea jacea*-Typ – Wiesen-Flockenblume: 2 Pk in 7a, häufiger in 7b (bis 0.6%) und 10b (bis 1.4%), 1 in 10a, einzelne in 12-13; bis 1% in A 11b; bis 1.4% in B 11b; 2 in D 1

*Centaurea montana*-Typ – Berg-Flockenblume: 3 Pk in 7b, 2 in 9, 10a und 12, 1% in einer Probe aus 14

*Centaurea scabiosa*-Typ – Skabiosen-Flockenblume: Pk ± regelmäßig in 7b (bis 0.8%), einzelne in 8-11b, häufiger in 12-14 (max. 4% in 14); 1 in D 5 und 7a

*Cirsium cf. palustre* – Sumpf-Kratzdistel: Fr 2 in 6

### **Monocotyledoneae** – Einkeimblättrige Pflanzen

#### **Alismataceae** – Froschlöffelgewächse

*Alisma cf. lanceolatum* – Lanzettblättriger Froschlöffel: 3 Fr in 11b

*Alisma cf. plantago-aquatica* – Gemeiner Froschlöffel: 5 Fr in 6 (Tafel 12, 8)

*Alisma spec.* – Froschlöffel: 2 Pk in 6, 11b und 13, einzelne in 7a-7b, häufig in 10b-11a (bis 1.8%) und 12 (5.1%); 4 in A 11b; 2 in B 11b; 1 in D 2a, 2 in D 4; Infr 1 in 3, häufig in 6-8 und 11b-12

*Caldesia parnassifolia* (Bassi) Parl. – Herzlöffel: 1 Pk in 7a, 7b, 10b; 3 in A 11b; 1 in C 7a; 1 in D 5; 5 Stk in 2b, 2 in 3 (Tafel 12, 10-11)

*Sagittaria spec.* – Pfeilkraut: 1 Pk in 2b, 9 und 11b, einzelne in 6-7b, 10a und 12 (bis 1.5% in einer Probe aus 7b), häufiger in 10b-11a (max. 1.4%); 1 in A 2b und 5, einzelne in A 11b; max. 1.1% in C 10?; 1 in D 1, 2 in D 2b; Infr 1 in 7a, 12 in 7b

#### **Butomaceae** – Schwanenblumengewächse

*Butomus*-Typ – Schwanenblume: 1 Pk in 7a und 7b

*Butomus umbellatus* L. – Schwanenblume: 1 Sa in 2b

#### **Hydrocharitaceae** – Froschbißgewächse

*Elodea spec.* – Wasserpest: 1 Pk in 2a und 7b, 3 in 4 (in 5, 6 und 9 außerhalb der Zählung); 1 in A 3; 1 in D 1, bis 1.3% in D 2a, 2 in D 3

#### **Potamogetonaceae** – Laichkrautgewächse

*Potamogeton acutifolius* Link – Spitzblättriges Laichkraut: 21 Stk in 2b, 3 in 3 und 1 in 6 (Tafel 11, 5)

*Potamogeton filiformis* Pers. – Faden-Laichkraut: 1 Stk in 11b

*Potamogeton gramineus* L. – Gras-Laichkraut: Stk in 2b-3 (max. 80 in 2b), 5-7b (max. 5 in 7a), 6 in 11b (Tafel 11, 4)

*Potamogeton natans* L. – Schwimmendes Laichkraut: Stk in 2a-7b (max. 345 in 6) und 11b-12 (max. 6 in 11b) (Tafel 11, 2)

*Potamogeton obtusifolius* M. et K. – Stumpfblättriges Laichkraut: Stk in 2b-3 (max. 26 in 2b), 1 in 7a (Tafel 11, 6)

*Potamogeton pectinatus* L. – Kamm-Laichkraut: 1 Stk in 2b (Tafel 11, 7)

*Potamogeton perfoliatus* L. – Durchwachsenes Laichkraut: 3 Stk in 2b und 7a

*Potamogeton polygonifolius* Pourr. – Knöterich-Laichkraut: 1 Stk in 3, 5 in 7a

*Potamogeton trichoides* Cham. et Schlecht. – Haar-Laichkraut: 2 Stk in 2b, 1 in 3 (Tafel 11, 1)

*Potamogeton spec.* – Laichkraut: 1 Pk in 2a, 1.3% in 2b, einzelne in 3-6, häufiger in 7a-7b (max. 3.8% in 7b); einzelne in B 1; häufig in D 1-3 (max. 1.3% in D 2a); Stk in 2a, 3, 5-7b und 11b-12, max. 34 in 5; Infr sehr zahlreich in 6-7b, 5 in 8, 12 in 11b

#### **Zannichelliaceae** Teichfadengewächse

*Zannichellia palustris* L. – Teichfaden: 1 Fr in 11b

#### **Najadaceae** – Nixenkrautgewächse

*Najas marina* All. – Meer-Nixenkraut: Sa in 2a-3 (max. 54 in 2b) (Tafel 10, 9)

*Najas minor* All. – Kleines Nixenkraut: Sa in 2b-3 (max. 13 in 2b) (Tafel 10, 7)

*Najas flexilis* (Willd.) Rostk. et Schmidt – Biegsames Nixenkraut: 21 Sa in 2b, 1 in 3 und 6



*Najas goretzkyi/lithuanica*: Sa in 2a-4 und 6-7b, max. 29 in 2b (Tafel 10, 8)

#### **Liliaceae** – Liliengewächse

*Liliaceae p.p.*: 2 Pk in 7b und 11b; 2 in A 11b; einzelne in B 1, 1 in B 3 und 5, 2 in B 6; einzelne in D 2a, 1 in D 5/6

*Lilium spec.* – Lilie: 2 Pk in 10a

*Polygonatum/Muscari/Scilla*-Typ – Weißwurz/Träubelhyazinthe/Blaustern-Typ: 1 Pk in 6 und 12 (nach Beug 1961)

*Veratrum*-Typ – Germer: 1 Pk in 10b

#### **Juncaceae** – Binsengewächse

*Juncus cf. compressus* – Zusammengedrückte Binse: 1 Sa in 11b

*Juncus cf. conglomeratus* – Knäuel-Binse: 1 Sa in 5 und 6

*Juncus cf. effusus* – Flatter-Binse: 1 Sa in 2b und 7b, 2 in 3

*Juncus spec.* – Binse: 1-3 Sa in 2a-3, 5, 7a und 11b

#### **Poaceae** – Süßgräser

*Alopecurus aequalis* Sobolewsky – Roter Fuchsschwanz: 1 Ka in 11b

*Alopecurus cf. geniculatus* – Knick-Fuchsschwanz: 1 Ka in 11b

*Phragmites*-Typ – Schilfrohr: 1 Ka in 11b

*Poa palustris* L. – Sumpf-Rispengras: 4 Ka in 11b

*Poa cf. pratensis*-Typ – Wiesen-Rispengras: 1 Ka in 11b

*Poaceae*: Pk in 1-14, max. in 2a (10.8%), 7a-7b (73.6%), 9-11a (279.8% in 10b) und 12-14 (368.7% in 12), min. in 4; max. 71.8% in A 11b; max. 12.1% in B 1 und 58.8% in B 11b; max. 276.6% in C 10?; max. 23.5% in D 1, min. 0.8% in D 4, max. 91.8% in D 7b?; einzelne Ka in 2b-5, 7a und 11b

#### **Lemnaceae** – Wasserlinsengewächse

*Lemna spec.* – Wasserlinse: 1 Pk in 4, 9 und 10b, 0.9% in einer Probe aus 12; 1 in C 7b; 1 in D1 (1 in D 7a außerhalb der Zählung)

#### **Sparganiaceae** – Igelkolbengewächse

*Sparganium cf. angustifolium* – Schmalblättriger Igelkolben: 5 Stk in 2b und 3, in 5-7b (max. 14 in 6), 4 in 11b (Tafel 12, 5)

*Sparganium emersum* Rehm. – Einfacher Igelkolben: 1 Stk in 6, 7b und 14 (Tafel 12, 3)

*Sparganium cf. erectum* – Ästiger Igelkolben: 1 Stk in 2b, 4 in 6

*Sparganium microcarpum* (Neum.) Cel. – Kleinfüchtiger Igelkolben: 1-3 Stk in 2b-5 und 7a, 55 in 6 (Tafel 12, 4)

*Sparganium neglectum* Beeby – Unbeachteter Igelkolben: Stk in 2b-7a, max. 369 in 6 (Tafel 12, 1)

*Sparganium cf. oocarpum* (Cel.) Fritsch – Eifrüchtiger Igelkolben: 1 Stk in 5, 12 in 6 (Tafel 12, 2)

*Sparganium spec.* – Igelkolben: Infr 1-2 in 2b und 11b, häufiger in 5-7b

#### **Typhaceae** – Rohrkolbengewächse

*Typha latifolia*-Typ – Breitblättriger Rohrkolben: Tetraden ± regelmäßig in 1-2b (max. 1.3% in 1), einzelne in 4-7b, 10a, 11b und 12, häufiger in 10b-11a (max. 4.3% in 10b); ± regelmäßig in A 2b-5 (max. 1.3% in A 4); bis 1.6% in B 1; häufig in D 1-4 (max. 2.2% in D 4)

*Typha angustifolia/Sparganium*-Typ – Schmalblättriger Rohrkolben/Igelkolben: Pk häufig in 1-3, 6-7b und 10b-14 (max. 3.9% in 1, 39.5% in 10b, 136% in 12); max. 2.2% in A 5; häufig in D 4-5 (bis 1.3% in D 5)

*Typha spec.* – Rohrkolben: Sa in 2b-7b (max. 128 in 3), 1 in 11b

#### **Cyperaceae** – Sauer-, Riedgräser

*Blysmus compressus* (L.) Panzer – Flache Quellbinse: 1 Nu in 4

*Carex fusca* All. – Braune Segge: 1 Utr in 11b

*Carex pseudocyperus* L. – Schein-Zyperngras Segge: Utr in 2b-6 (max. 124 in 2b); Nu in 2b-6 (max. 44 in 2b) (Tafel 13, 8)

*Carex cf. rostrata* – Schnabel-Segge: Nu in 3, 5, 6 und 11b

*Carex vesicaria* L. – Blasen-Segge: 1 Utr in 2b

*Carex sect. Eucarex* – Verschiedenährige Seggen: Nu in 2b-7b und 11b (max. 116 in 6)

*Carex sect. Vignea* – Gleichährige Seggen: Nu in 2b-9 und 11b (max. 669 in 4)

*Cyperaceae*: Pk in 1-14, Maxima in 9-10b (49.7% in 10b), 11b-12 (165% in 11b) und 13 (207.4%); häufig in A 2b-6 und 11b (max. 20.2% in A 4, 36.4% in A 11b); max. 35.8% in B 4; max. 24.4% in D 4

*Dulichium arundinaceum* (L.) Britt.: Nu in 4-6, max. 7 in 6 (Tafel 12, 6)

*Eleocharis cf. ovata* – Eiförmiges Sumpfried: 5 Nu in 3  
*Eleocharis palustris* agg. – Gemeines Sumpfried: 16 Nu in 2b, 11 in 3

*Scirpus sylvaticus* L. – Wald-Binse: 8 Nu in 6

*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla – Seebinse: Nu in 2b-3 und 5-7a, max. 56 in 6

*Schoenoplectus tabernaemontani* (C. Gmel.) Palla – Graue Seebinse: 13 Nu in 2b, 1 in 3 und 6

*Schoenoplectus torreyi* (Olney) Palla: 13 Nu in 3, 3 in 5, 6 in 6 (Tafel 11, 9)

*Schoenoplectus triquetus* (L.) Palla – Dreikantige Teichbinse: 1 Nu in 2b

#### **Orchidaceae** – Orchideen, Knabenkrautgewächse

*Epipactis*-Typ – Sumpf-Stendelwurz: 1 Tetrade in D 7a, außerhalb der Zählung (Tafel 7, 9)



Sonstige Reste:

*Porifera*-Schwämme: 1 Gem in 2b und 5, 2 in 4

*Cenococcum geophilum*: Skl in 2b-3 und 6-7b, max.  
566 in 6

## 6. TERTIÄRELEMENTE

Im Folgenden sind die auffälligsten tertiären Sporomorphe, soweit sie bestimmt wurden, aufgeführt.

*Cicatricosisporites dorogensis* R. Pot.: Sp in 1-2a (max. 1.3% in 1), 2 in einer Probe aus 7b; 2 in C 7b; einzelne in D 1-2a (bis 0.4%)

*Polypodiaceosporites spec.*: Sp in 1 (max. 1.1%), 1 in 2a, 6 und 13, einzelne in 7a, 7b, 10a-10b

*Trilete* Farnsporen, darunter *Laevigatisporites spec.*: in 1-2a (max. 1.7% in 1), 1 Sp in 4, 5, 7b, 9, 12 und 14, einzelne in 6-7a, häufiger in 10a-11a (max. 0.6%)

**Pinaceae** – Kieferngewächse

*Pinus haploxylon*-Typ – Kiefer: einzelne Pk in D 1-2a (max. 0.6% in 1), 1 in D 2b und D 7b?

**Cupressaceae** – Zypressengewächse

*Cupressaceae p.p.*: einzelne Pk in D 1

**Juglandaceae** – Walnußgewächse

*Carya spec.* – Hickorynuß: 2 Pk in 1 und 7b; 5 in D 1, 1 in D 2a

**Fagaceae** – Buchengewächse

*Castanea spec.* – Edelkastanie: 1 Pk in D 1

**Sapindaceae** – Seifenbaumgewächse

*Sapindaceae*: 1 Pk in D 1

**Vitaceae** – Weinrebengewächse

*Parthenocissus spec.* – Wilder Wein: 2 Pk in 1, 1 in 7b; 2 in D 1

**Elaeagnaceae** – Ölweidengewächse

*Elaeagnus*-Typ – Ölweiden-Typ: 2 Pk in D 1, 1 in D 2a

**Nyssaceae** – Tubelobaumgewächse

*Nyssa spec.* – Tupelobaum: 2 Pk in 1; ± regelmäßig in D 1 (bis 0.5%), einzelne in D 2a (1 in 2b außerhalb der Zählung)

**Sapotaceae** – Breiapfelgewächse

*Sapotaceae*: 6 Pk in D 1, 2 in D 2a

**Symplocaceae** – Rechenblumengewächse

*Symplocos*-Typ – Rechenblume: 1 Pk in 10a; 2 in D 1, 1 in D 2a

**Restionaceae**

*Milfordia hungarica*-Typ: Pk häufig in D 1 (bis 2%), einzelne in D 2a

*Milfordia cf. minima*-Typ: 2 Pk in D 1, 1 in D 2a

*Milfordia incerta*-Typ: 2 Pk in D 1, 1 in D 2a

**Sparganiaceae?** – Igelkolbengewächse

*Aglaoreidia cyclops* Erdtm.: einzelne Pk in 1, 1 in 7a und 7b; 1 in C 10?; häufiger in D 1, einzelne in D 2a

*Extratropopollenites pompeckji* R. Pot.: 2 Pk in 1, 1 in D 2a

*Triatriopollenites coryphaeus* R. Pot./*Engelhardia*-Typ: bis 3.3% in 1; 1-5% in D 1 (19% in unterster Probe), 0.2-0.9% in D 2a1 Pk in 1; bis 1.9% in einer Probe aus D 1, 1 in D 2 (Tafel 7, 12)

*Triatriopollenites cf. myricoides*: 0.2% in 1, 0.6% in 2a (eine Probe); 0.2-1.3% in D 1, 0.2-0.4% in D 2a, 2 Pk in D 2b, 1 in D 7a (Tafel 7, 11)

*Triatriopollenites spec.*: 1 Pk in 1; einzelne in D 2a, 1 in D 2b

*Monocolpopollenites tranquillus*-Typ (cf. *Palmae*): 0.6% in 1; Pk häufig in D 1-2a (max. 1.5% in D 1)



## 5. DIE VULKANE TÖNCHESBERG UND SCHWEINSKOPF

### 5.1 Lage

TK 1:100.000, C 5910 Koblenz

Tönchesberg	R: 25 96 900	Schweinskopf	R: 26 01 500
	H: 55 82 100		H: 55 79 900

Der Vulkan bzw. Vulkankomplex Tönchesberg liegt rund 17 km westlich von Koblenz und 8 km südwestlich von Andernach am Rande der Osteifel. Er befindet sich oberhalb des Nettetals, an der Straße von Ochtendung nach Kruft. Mit einer Höhe von 243 m NN erhebt er sich knapp 100 m über die Umgebung. Im näheren Umkreis von etwa 3 km befinden sich weitere Vulkane, die ebenfalls archäologisch untersucht werden, z. B. der Korretsberg, der Plaidter Hummerich und die Vulkangruppe der Wannen. Der Vulkankomplex des Schweinskopf/Karmelenberges liegt ca. 5 km südöstlich vom Tönchesberg und ist der südlichste bekannte archäologische Fundplatz in den Kratern der Osteifelvulkane (s. Abb. 1).

### 5.2 Entstehung

Bei den Vulkanen der Osteifel handelt es sich größtenteils um sogenannte Schlackenkegel. Diese entstanden z. B. durch Lavafontänen, deren Material nach dem Zurückfallen und Erstarren einen um den Kratertrichter herumlaufenden, schräg geschichteten Wall bildete. Es sind kleine Vulkanbauten mit einem Basisdurchmesser von 500 - 800 m und einer Höhe von 50 - 200 m über der Umgebung (Bosinski et al. 1986). Die Initialphase ihrer Bildung wurde durch eine phreatomagmatische Eruption eingeleitet, eine durch den Zusammentritt von Wasser und Magma ausgelöste Explosion. Dabei war der Ausbruch keine große Katastrophe wie die Ausbrüche des Riedener Kessels, des Wehrer Kessels oder des Laacher Sees. Am Ende der Ausbruchphase konnte durch Wasserzutritt erneut eine phreatomagmatische Eruption stattfinden, die dann aber eine feinkörnige Tephra, meist als Aschefraktion, förderte (Schmincke 1986). Dieses hat sich auch am Tönchesberg ereignet, wo die meist rötlichen Basaltschlacken mit einer dichten schwarzen Asche-Tuffschicht bedeckt wurden.

Der Schweinskopf ist ein Teil des Karmelenberg-Vulkankomplexes, der durch 8-10 Eruptionszentren gebildet wurde. Vom Schweinskopf selbst ist nur noch die aus Löß, Basalttufflagen und erodiertem Material des Kraterandes gebildete Kraterfüllung erhalten. Die ehemals umgebende Schlacke wurde bis auf kleine Reste vollständig industriell abgebaut.

### 5.3 Profilbeschreibung

Die Profile aus den Vulkankratern des Tönchesbergs und des Schweinskopfs werden durch Löß mit eingeschalteten Bodenbildungen und Basalttuffen gebildet. Die Krater wurden in der Regel während der letzten beiden Kaltzeiten mit Löß aufgefüllt, der in wärmeren Perioden durch die Bodenbildungen überprägt wurde.

#### 5.3.1 Tönchesberg

Nach Bosinski 1987 und Bosinski et al. 1986 befindet sich im Haupt-Krater des Tönchesberg-Komplexes Löß der vorletzten Kaltzeit, der durch einen Basalttuff unterteilt ist. Dieser Löß wird durch den



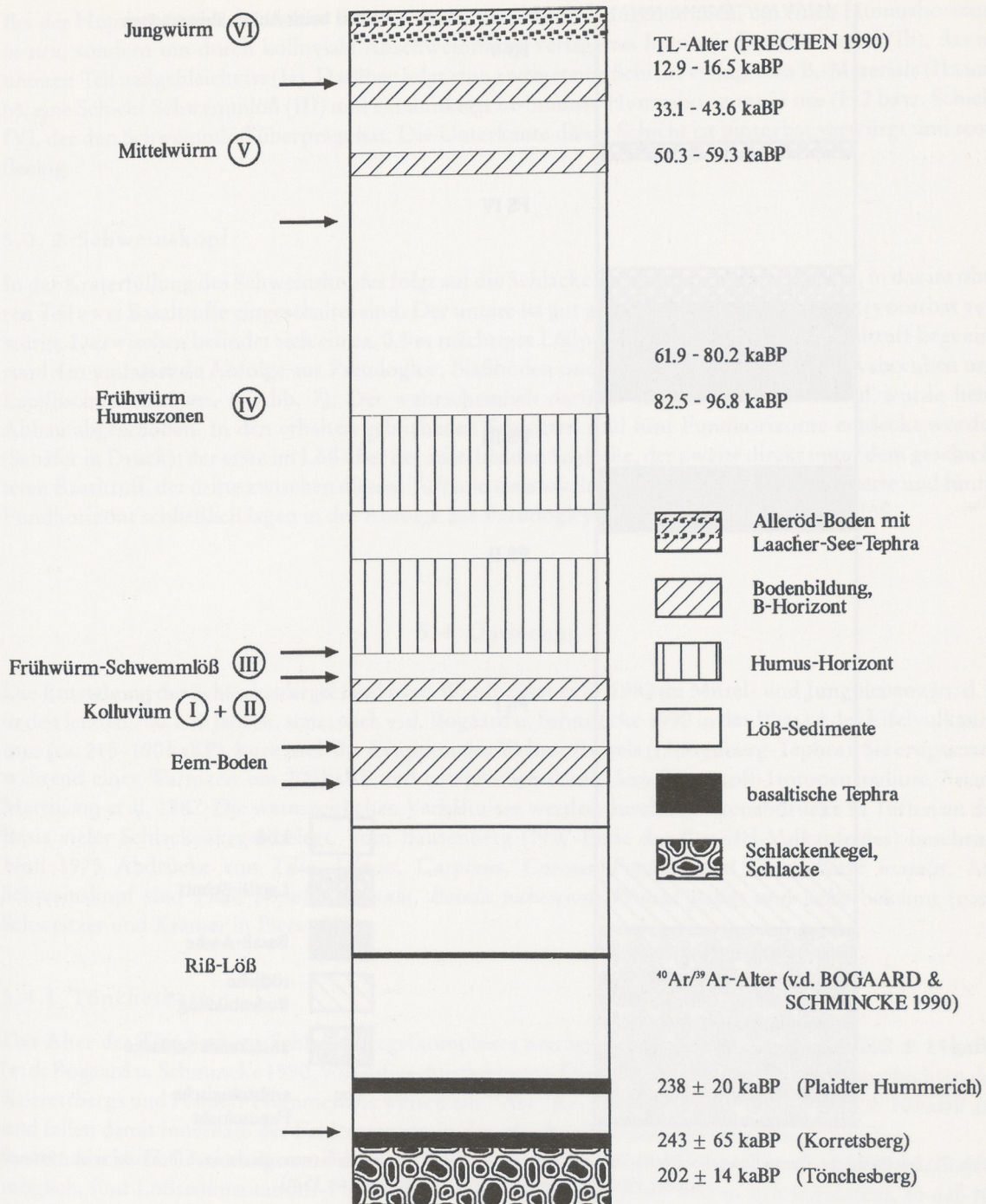


Abb. 6 Schematische Darstellung des Riß/Würm-Profiles vom Tönchesberg (vereinfacht nach Becker et al. 1989 und Hentzsch 1990; nicht maßstäblich, Gesamtlänge ca. 20 m).

»Rocourt-Boden« (= Eem) abgeschlossen. Über diesem Verwitterungsboden liegen drei durch Löß voneinander getrennte Humuszonen (H1 - H3) vom Beginn der letzten Kaltzeit. Darüber folgt der gleichfalls gegliederte Löß aus dem zweiten Teil der letzten Kaltzeit, der mit dem Laacher Tuff und dem rezenten Boden abschließt.

Eine detaillierte Stratigraphie wurde durch Becker et al. 1989 und Hentzsch 1990 erarbeitet (Abb. 6). An







Bei der Humuszone H1 handelt es sich nicht, wie ursprünglich angenommen, um einen Humushorizont *in situ*, sondern um durch kolluviale Abschwemmung verlagertes humoses Bodenmaterial (Ib), das im unteren Teil naßgebleicht ist (Ia). Darüber folgt eine zweigeteilte Schicht verlagerten B<sub>t</sub>-Materials (IIa und b), eine Schicht Schwemmlöß (III) und ein dunkelgrau-brauner Humushorizont *in situ* (H2 bzw. Schicht IV), der den Schwemmlöß überprägt hat. Die Unterkante dieser Schicht ist bioturbat verwürgt und rostfleckig.

### 5.3.2 Schweinskopf

In der Kraterfüllung des Schweinskopfes folgt auf die Schlacke im Liegenden ein Lößpaket, in das im oberen Teil zwei Basalttuffe eingeschaltet sind. Der untere ist gut geschichtet, der obere stark kryptoturbat verwürgt. Dazwischen befindet sich ein ca. 0,5 m mächtiges Lößpaket. Über dem oberen Basalttuff liegt eine rund 4 m umfassende Abfolge aus Pseudogley, Naßböden und Schwemmlöß (z.T. mit Lavabomben und Lapillischuttschichten, s. Abb. 7). Der wahrscheinlich darüber noch folgende Profilteil wurde beim Abbau abgeschoben. In den erhalten gebliebenen Schichten sind fünf Fundhorizonte entdeckt worden (Schäfer in Druck): der erste im Löß über der anstehenden Schlacke, der zweite direkt unter dem geschichteten Basalttuff, der dritte zwischen diesem Tuff und dem zweiten, oberen Basalttuff. Der vierte und fünfte Fundhorizont schließlich lagen in der Abfolge aus Pseudogley, Naßböden und Schwemmlöß.

## 5.4 Datierung

Die Entstehung der Schlackenkegel fand nach Windheuser et al. 1982 im Mittel- und Jungpleistozän, d. h. in den letzten 700.000 Jahren, statt; nach v. d. Bogaard u. Schmincke 1990 in der Phase 4 des Eifelvulkanismus (ca. 215–190 kaBP), kurz nach der Eruption des Wehrer Kessels (Hüttenberg-Tephra). Sie eruptierten während einer Warmzeit um 200 kaBP und entsprechen damit dem Sauerstoff-Isotopenstadium 7 nach Martinson et al. 1987. Die warmzeitlichen Verhältnisse werden durch Pflanzenabdrücke in Tuffen an der Basis vieler Schlackenkegel belegt. Vom Bausenberg (NW-Ende des Osteifel-Vulkanfeldes) beschrieb Noll 1975 Abdrücke von *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Cornus*, *Populus* und *Convallaria majalis*. Am Schweinskopf sind *Tilia*, *Populus tremula*, *Betula pubescens*, *Prunus padus* und *Salix* bekannt (nach Schweitzer und Kramer in Piers 1978).

### 5.4.1 Tönchesberg

Das Alter des Tönchesberg-Schlackenkegelkomplexes beträgt nach den  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Daten  $202 \pm 14$  kaBP (v. d. Bogaard u. Schmincke 1990, vorläufige Auswertung). Die beiden basanitischen Aschenschichten des Korretsbergs und Plaidter Hummerichs weisen ein  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Alter von  $243 \pm 65$  bzw.  $238 \pm 20$  kaBP auf und fallen damit innerhalb der Fehlergrenzen in den gleichen Entstehungszeitraum.

Systematische TL-Datierungen mit dichtem Probenabstand im Würmlöß durch Frechen 1990 machten es möglich, fünf Lössedimentations-Phasen zu unterscheiden. Die Alter sind in sich konsistent, so daß für die einzelnen Phasen recht genaue Zeitintervalle angegeben werden konnten. Danach dauerte die Sedimentation im Jungwürm von 12,9–16,5 kaBP, die jüngere Phase des Mittelwürm von 33,1–43,6 kaBP, die ältere von 50,3–59,3 kaBP und die Frühwürmphasen von 61,9–80,2 kaBP sowie von 82,5–96,8 kaBP. In dem Kolluvium über dem Eem-B<sub>t</sub> konnte von Becker et al. 1989 und Becker 1990 eine Schicht mit reverser Magnetisierung nachgewiesen werden, die damit dem Blake-Event des Frühwürms entspricht (mit einem Alter um 100 kaBP).

Die archäologischen und paläontologischen Funde des Tönchesbergs (Conard 1990b, Turner 1989 und 1990) stammten zum größten Teil aus der Hauptfundsicht in dem humosen Kolluvium über dem Eem-B<sub>t</sub>. Die Makrofauna ist durch *Vulpes vulpes* (Rotfuchs), *Felis lynx* (Luchs), *Equus spec.* (Pferd), *Equus cf.*



*hydruntinus* (ausgestorbener Wildesel), *Dicerorhinus cf. hemitoechus* (ausgestorbenes Nashorn), *Cervus elaphus* (Rothirsch), *cf. Dama dama* (Damhirsch) und *Bos primigenius* (Auerochse) vertreten. Insgesamt wird dadurch eine offene Landschaft angezeigt. Auch die Kleinsäugerreste in dieser Schicht (v. Kolfschoten 1990) mit *Microtus agrestis* und *Microtus arvalis* sowie die Molluskenfauna, nach Roth 1990, S. 52, »eine anspruchslose Fauna der offenen Landschaft ohne warmzeitliche Elemente«, lassen dieses erkennen. Die Steinartefakte bestehen aus Quarz, Quarzit, Kieselschiefer und Feuerstein. Daneben fanden sich Knochen vom Hirsch, Pferd, Rind und zahlreiche Abwurfstangen des Hirsches, die als Arbeitsgeräte benutzt worden waren.

#### 5.4.2 Schweinskopf

Vom Schweinskopf liegen keine Datierungen vor. Da diese Abfolge jedoch mit keiner wärmzeitlichen Sequenz des Gebietes verglichen werden kann und große Ähnlichkeit mit dem Rißlöß-Profil des nahegelegenen Tönchesbergs aufweist, wird angenommen, daß die Sedimentation in der vorletzten Kaltzeit stattgefunden hat. Die Fauna weist nach Schäfer 1990 auf ein kaltes, vielleicht subarktisches Klima hin. Vertreten sind z. B. *Canis lupus* (Wolf), *Rangifer* (Rentier), *Saiga* (Saiga-Antilope), *Megaloceros cervicornis* (Riesenhirsch) und *cf. Mammuthus* (nicht näher bestimmbarer Elefant).

### 5.5. Vegetationsgeschichtliche Ergebnisse

Um einen Vergleich der einzelnen Pollenspektren zu ermöglichen, wurde bei der Auswertung der Profile nicht auf eine bestimmte Pollensumme, sondern der Bereich eines Deckglases (18×18 mm) vollständig ausgezählt. In den Pollenspektren dominierten meist 2-3 Pollentypen, so daß keine zusätzlichen Präparate ausgezählt wurden, da keine Änderung der prozentualen Verhältnisse zu erwarten war. Die gezählten Pk sind bis auf seltener auftretende Typen in Tabellen dargestellt.

#### 5.5.1 Tönchesberg

Die pollenanalytische Untersuchung des Profils Tönchesberg ergab z. T. eine relativ gute, wenn auch artenarme Pollenführung. Zwischen den verschiedenen Schichten bestanden kaum Unterschiede hinsichtlich der Pollenanteile der einzelnen Taxa, lediglich die Pollenhäufigkeit änderte sich und zeichnete damit die sedimentologischen und pedologischen Einheiten nach. Die Spektren sind durch rund 98% *Pinus*- und 2% *Picea*-Pk sowie durch höhere Anteile liguliflorer Asteraceen (bis ca. 20% der BP-Summe) gekennzeichnet. Daneben finden sich nur wenige weitere Pollentypen, so daß von einer Pollenzersetzung ausgegangen werden muß. Dies zeigen auch die sehr schlechte Erhaltung und Form der übriggebliebenen Pk an, die oft nur schwer als solche zu erkennen waren (s. Tab. 9 und Bittmann 1990a).

Im Verlauf der Grabungen wurden zahlreiche Holzkohlestückchen geborgen. Eine Bestimmung war in den meisten Fällen möglich, obwohl die Größe der Stücke nur selten mehr als 0.5 cm betrug. Insgesamt wurden 170 Stücke untersucht. Bis auf wenige Ausnahmen stammten diese aus dem Bereich der Hauptfundschrift über dem Eem-B<sub>t</sub> (humoses Kolluvium, Abschnitt I, Abb. 6) und innerhalb dieser Einheit meist von der Basis im Kontakt mit dem unterlagernden B<sub>t</sub> (Conard 1990a).

Von den 170 Stücken waren 33 nicht näher bestimmbar. Bei den bestimmbaren Stücken handelte es sich überwiegend um Rosaceen-Holzkohle der beiden Unterfamilien *Prunoideae* (52) und *Pomoideae* (57). Unter den Prunoideen konnten 35 Stücke als *cf. Prunus spinosa*, 6 als *cf. Prunus avium* und 11 nicht näher bestimmt werden. Wie rezentem Vergleichsmaterial gezeigt hat, ist das typische Erkennungsmerkmal für *Prunus spinosa* (breite, heterogene Markstrahlen) je nach Art (Wurzel, Ast- und Stammholz) und Alter des Holzes nicht immer deutlich erkennbar, so daß eine Abtrennung von den übrigen *Prunus*-Arten häufig nicht möglich ist. Einige Stücke waren jedoch eindeutig und belegen *Prunus spinosa* für den Tönchesberg



Schicht	Tiefe (cm)	Pinus	Larix	Picea	Abies	Quercus	Corylus	Poaceae	Asterac. Ligulif.	Asterac. Tubulif.	Polypodiaceae	Botryoc.	Indet.
IV *		407		9				19	25		* Einzelprobe		
IV	1	106		2				2	4	1			
III	10	50		1		1		2	3				
	20	36		1					5	1			
	30	32							6	1			
IIb	40	198		1				2	21	4			
	48	149		1				2	24	1			
	51	120		3				2	19	1			
IIa	60	498		9				2	21	3			
	70	462	1	12				5	8	1			
Ib	80	797		29				2	27	3	1	6	21
	90	1153		37			2	3	22	1	4	3	12
	98	529		21			2	8	9		2		5
	102	420		10	1			8	18	3		1	6
	112	381		11	1			6	44	1	1	3	12
	122	348		9	1			4	34	2		1	5
Ia	132	666		10				5	57	1	2	2	9

<p>Weitere, meist einzelne Funde:</p> <p>In IV 1cm: Botrychium (2), Caryophyllaceae</p> <p>III 10cm: Rumex, Quercus, Cyperaceae</p> <p>IIb 40cm: Sphagnum, Ranunculaceae, Centaurea jacea-Typ (3)</p> <p>48cm: Linum, Centaurea jacea-Typ (3)</p> <p>IIa 60cm: Botrychium</p> <p>70cm: Polypodium, Botrychium, Larix, Centaurea scabiosa-, C. jacea-Typ</p> <p>Ib 80cm: Sphagnum, Centaurea scabiosa-Typ (5)</p> <p>90cm: Botrychium (2), Valeriana officinalis-Typ</p> <p>98cm: Botrychium (2)</p> <p>102cm: Centaurea scabiosa-Typ</p> <p>122cm: Sphagnum (2), Rosaceae, Polemonium, Geranium</p> <p>Ia 132cm: Botrychium (3), Caryophyllaceae, Polygonum aviculare-Typ</p>													
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tab. 9 Gezählte Sporomorphe aus der Fundschicht vom Tönchesberg. Schichtenbezeichnung nach Becker et al. 1989, s. Abb. 6; Unterteilung von I und II nach Bittmann 1990a; der Nullpunkt entspricht der Oberkante des entnommenen Profils.



Profil	Tiefe (cm)	Pinus	Betula	Larix	Picea	Alnus	Quercus	Corylus	Poaceae	Asterac. Ligulif.	Asterac. Tubulif.	Polypodiaceae	Botryoc.	FS
sk 105/53	5	46	2		1				2	6			4	V
	20	2												
	55	11			1				3	3			6	
	70	17	1	1	2	1	1		1	2	1		4	
sk 96/54	5	5				1	3	7	3	1			5	
	25	1					1	1			1		1	
sk 93/54	5	2			1		1	1	2	3			3	IV
	20	1					1				1		2	
sk 127/35	5	18	1		11	1	14		11	1	36		1	
	20	2						1	1	1		1		
	55	10		1	1			1	2	4	1		2	
	75	71			1	1		2	1	2		1	11	
sk 41/3	5	1								5				II
	20	1								20			1	
sk 135/12	*	79			1			2	5		3	71		I
sk 135/18	*	58			1				4	1		25	21	
<div> <div>Weitere, meist einzelne Funde:</div> <div>* Einzelprobe</div> <div> 105/53     5 cm: trilete Spore, (Indet.: 5)  20 cm: (Indet.: 1)  55 cm: Lycopodium clavatum-Typ, (Indet.: 4, Varia: 1)  70 cm: Caryophyllaceae, (Indet.: 6, Varia: 2) </div> <div> 96/54     5 cm: Fraxinus, Rosaceae, Lycopodium clavatum-Typ (4), (Indet.: 7, Varia: 1)  25 cm: Lamiaceae, (Indet.: 2) </div> <div> 93/54     5 cm: Linum (2), Botrychium, (Indet.: 5)  20 cm: Ilex, (Indet.: 3) </div> <div> 127/35     5 cm: Fagus (2), Salix, Artemisia, Chenopodiaceae, Brassicaceae (2), Ranunculaceae (3), (Indet.: 6, Varia: 3)  20 cm: Ulmus, Sphagnum, (Indet.: 2)  55 cm: (Indet.: 1)  75 cm: Sphagnum, (Indet.: 6) </div> <div> 41/3       20 cm: Lycopodium clavatum-Typ </div> <div> 135/12     Ilex, Filipendula, Sphagnum (2), (Indet.: 4) </div> <div> 135/18     Sphagnum, (Indet.: 2) </div> </div>														

Tab. 10    Gezählte Sporomorphe aus den Fundschichten (FS I-V, s. Abb. 7) vom Schweinskopf (Profilbezeichnung nach den Grabungskoordinaten, Null-Punkt jeweils an der Profitoberkante.



bzw. dessen Umgebung. Auf Grund des Gesagten gilt die Bestimmung von *cf. Prunus avium* nur unter Vorbehalten (auch andere Arten sind denkbar). Die Pomoideen sind mit 57 Stücken vertreten, wobei auch hier eine weitere Auftrennung nur unter Vorbehalten möglich ist. In den meisten Fällen wurde *cf. Crataegus* bestimmt. Das Vorkommen weiterer Gattungen dieser Unterfamilie wie z. B. *Pirus*, *Malus* und *Sorbus* ist ebenfalls denkbar.

In geringerer Anzahl sind *Ulmus* (16), *Quercus* (6, ein Stück bis 1 cm groß) und *Acer* (2) nachgewiesen worden. In der Schicht II wurde ein Stück vom *Pinus silvestris*-Typ gefunden.

Nur wenige Stücke stammten aus dem Bereich der vorletzten Kaltzeit: im Liegenden des unteren Tuffes fanden sich einige Stücke (bis 1.5 cm groß) von *Picea/Larix* und ein weiteres Stück vom *Pinus silvestris*-Typ sowie ein Stück von *Picea/Larix* an der Unterkante des Rißlösses.

Das ausschließliche Vorkommen von Laubhölzern in der Hauptfundschrift steht der Interpretation als Horizont einer ausgehenden Warmzeit mit offener Landschaft nicht entgegen, zumal die anspruchsvollen Taxa auch mit dem Eem-Bodenmaterial umgelagert sein könnten. Das weitgehende Fehlen von Pk der Laubgehölze in den Pollenproben deutet ebenfalls kühle bis kalte Bedingungen an, wobei jedoch wie schon erwähnt eine starke Pollenersetzung berücksichtigt werden muß. Nach Bastin 1968 und 1969 konnten sich selbst bis ins Würm-Pleniglazial A, wahrscheinlich auch bis ins Pleni-Würm B, *Alnus*, *Corylus*, *Quercus* und *Ulmus* in geschützten, alluvialen Tälern (wie z. B. das Tal der Nette am Fuß des Tönchesbergs) in Form von Galeriewäldern halten. Gleichzeitig existierte in ungeschützten Lagen (Ebenen, Hochflächen) schon eine reine Steppenvegetation. Daher kann man damit rechnen, daß der Neandertaler am Tönchesberg wahrscheinlich Brennholz aus dem Nette-Tal zum Fundplatz gebracht hat.

#### 5.5.2. Schweinskopf

Die Profile aus dem Rißlöß des Schweinskopfs sind durch eine extrem geringe Pollenführung und eine starke Pollenersetzung gekennzeichnet. Obwohl groß dimensionierte Proben aufbereitet wurden (s. 3.2 Material und Methoden), konnten meist nur wenige Pk gefunden werden. Die Ergebnisse zeigt Tab. 10. Kleine Holzkohleflitter, die bei der Aufbereitung der Proben sk 135/12 und 18 gefunden wurden, stammen von *Picea/Larix*. Diese Proben wurden aus einem rötlichen Sediment zwischen Lapillischutt an der Flanke des Kraters im Kontakt mit der anstehenden Schlacke entnommen.

### 5.6 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, daß die pollenanalytischen Untersuchungen an den Lössen der Osteifel-Vulkane (weitere untersuchte Vulkane: Plaidter Hummerich mit ähnlichen und die Wannengruppe mit weitaus schlechteren Ergebnissen) für sich allein genommen nur eine sehr geringe biostratigraphische Aussagekraft haben. Allein die Pollenfrequenz zeichnet die pedologischen und sedimentologischen Gegebenheiten nach. Dieses gilt für den Tönchesberg und den Plaidter Hummerich (nicht dargestellt). Zu ähnlichen Ergebnissen kam Schütrumpf 1966 bei Untersuchungen der Fundschrift des Lößprofils von Rheindahlen nach der Methode von Frenzel 1964. Die Fundschrift befand sich wie am Tönchesberg im Übergangsbereich vom Eem-Boden zum Früh-Würm (Brunnacker 1966) und den Deckschichten unmittelbar darüber. Dabei handelte es sich ebenfalls um umgelagertes Material (Abspülsedimente). Schütrumpf fand in 12 vollständig ausgezählten Spektren insgesamt 61 BP, 42 NBP und 18 Varia. Daraus zog er das Fazit, daß »pollenanalytische Lössuntersuchungen im atlantischen westlichen Lößverbreitungsgebiet auch nach dem neu ausgearbeiteten Verfahren wenig erfolgreich« sind. Dieses gilt besonders für umgelagertes Material, das nach Frenzel 1964 schlechte Bedingungen für die Pollenerhaltung bietet.

Somit kann die Pollenanalyse hier nur zur Unterstützung der Lössuntersuchungen durch andere Fachrichtungen eingesetzt werden. Eindeutige biostratigraphische Aussagen und eine Rekonstruktion der Umwelt sind auf Grund der bisherigen pollenanalytischen Studien nicht zu machen.



## 6. DER FUNDPLATZ MIESENHEIM I

### 6.1 Lage

TK 1:100.000, C 5510 Neuwied

R: 26 02 000

H: 55 85 700

Der Fundplatz befindet sich auf der Gemarkung Miesenheim (Stadt Andernach), in der Flur Kalbrichskopf an der östlichen Flanke des Nette-Tals bei ca. 125 m NN. Er liegt auf einem Geländesporn, der durch Basaltlava entstanden ist und damit den ehemaligen Talgrund vor der Abtragung geschützt hat. Die benachbarten Bereiche sind dagegen erodiert und durch den industriellen Bimsabbau (Laacher See Tephra) tiefer gelegt.

### 6.2 Profilbeschreibung (Brunnacker in Boscheinen et al. 1984)

Im Liegenden stehen mehrere Meter mächtige Sand- und Lößschichten an, in die basaltische Tuffe eingeschaltet sind. Die Sande werden nach oben durch den B<sub>t</sub>-Horizont einer schwach ausgeprägten Parabraunerde abgeschlossen (Abb. 8). Darüber befinden sich vom Hang her verschwemmte Schichten mit teilweiser Rostfleckung (lehmgiger Sand). Auf diesem Kolluvium bildete sich ein Anmoor aus im unteren Teil dunkelbraunem, im oberen Teil grauem Ton. Innerhalb des Anmoors sowie des Horizonts unmittelbar darunter liegt die archäologische Fundschicht. Nach oben folgt ein Flußschotter, der zur ehemaligen

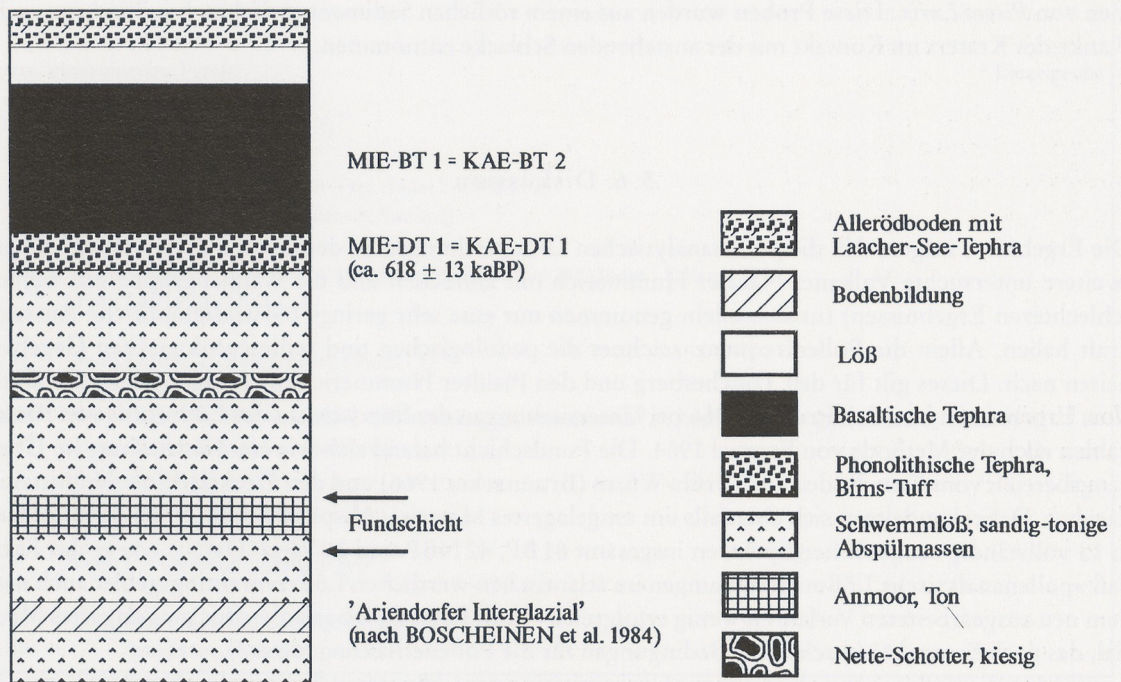


Abb. 8 Schematische Darstellung des Profils Miesenheim I (vereinfacht nach Boscheinen et al. 1984, nicht maßstäblich; Gesamtlänge ca. 2,5 m).



Uferzone hin auskeilt. Stellenweise liegt er der Fundschicht direkt auf, z.T. ist er in feinen Bändern einem Lößkolluvium eingelagert. Darüber folgen eine dünnere helle Bimsschicht und eine mächtigere Basaltasche (ebenfalls nur stellenweise). Den Abschluß bildet heute ein weiterer, 1-1.5 m mächtiger, basaltischer Tuff, der durch den industriellen Abbau gekappt wurde. Im Hangenden folgen Löss, die lokal durch den Allerödboden in Form eines Humushorizonts abgeschlossen werden. Ursprünglich lagen darüber noch mehrere Meter Laacher-See-Bims, der ebenfalls bereits industriell abgebaut worden ist.

### 6.3 Datierung

Auf Grund der Schwermineralspektren mit dominantem Pyroxenanteil im Liegendbereich, muß dieser nach Brunnacker jünger sein als das »Leutesdorf-Interglazial« (Brunnacker et al. 1974), in dem zu Beginn des intensiven Osteifel-Vulkanismus noch die braune Hornblende vorherrscht. Die Wechsellagerung von hellem Bimstuff und dunklem Basalttuff im Hangenden der Fundschicht wurde durch Brunnacker mit dem unteren Teil des Abschnitts H in Kärlich, der durch das Kärlicher Interglazial abgeschlossen wird, gleichgesetzt. Dort ist die gleiche Abfolge zu beobachten. Nach v. d. Bogaard et al. 1989 ist diese Tuffabfolge, eine phonolithische Bimslapillischicht an der Basis und darüber eine fluviatil umgelagerte, nephelinitische Basaltasche, auch chemisch identisch mit der Tufffolge im Profil Kärlich (KAE-DT1 und KAE-BT2). Das Alter der Bimslage wird in Kärlich mit  $618 \pm 13$  kaBP angegeben, beruht jedoch noch auf einer relativ geringen Datenmenge, so daß dieses als Maximalalter angesehen wird. Für das durch den B<sub>t</sub>-Horizont gekennzeichnete Interglazial ergab sich daher nach Brunnacker eine Gleichstellung mit dem »Ariendorf-Interglazial« (eine Warmzeit vor dem Kärlicher Interglazial). Ob auch das etwas jüngere Anmoor mit der Fundschicht hierzu gehört, mußte auf Grund geologischer Daten nach Brunnacker in Boscheinen et al. 1984 offen bleiben. Nach v. d. Bogaard et al. 1989 ist das Kärlicher Interglazial mit dem Ariendorfer Interglazial gleichzusetzen, während Miesenheim I eine ältere Warmzeit repräsentieren sollte.

Die Grabungen lieferten eine große Anzahl an Klein- und Großsäugerresten. Nach v. Kolfschoten 1990a und b gehört die Fauna mit *Arvicola terrestris cantiana*, *Sorex (Drepanosorex) savini* und *Pliomys episcopalus* zu den älteren *Arvicola*-Faunen und wird mit dem Interglazial IV des Cromer-Komplexes der niederländischen Stratigraphie gleichgesetzt. Die Großsäuger-Fauna (Turner 1989) ist durch *Capreolus capreolus* (Reh), *Cervus elaphus* (Rothirsch), *Bos spec./Bison spec.* (Ur oder Wisent), *Equus spec.* (Pferd), *Dicrorhinus etruscus cf. brachycephalus* (etruskisches Nashorn), *Mammuthus trogontherii* (Steppelefant), *Ursus cf. deningeri* (Bär) und *Canis lupus mosbachensis* (Wolf) vertreten.

### 6.4 Vegetationsgeschichtliche Ergebnisse

Von Urban in Boscheinen et al. 1984 ist die Fundschicht mit den darüber und darunter liegenden Bereichen pollenanalytisch beprobt worden. Nur rund ein Viertel der 23 Proben war pollenführend (Fundschicht und B<sub>t</sub>-Horizont), aber auch diese ergaben nur geringe Gesamtpollensummen (32-138 Pk). Das Diagramm zeigt hohe *Pinus*- und *Betula*-Werte, daneben wenig *Picea*, *Quercus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Corylus* und *Alnus*. Außerdem sind einzelne Pk von *Fagus* und *Abies* gefunden worden. Urban deutete dieses als Endabschnitt eines Interglazials mit den Schattholzarten *Carpinus* und *Fagus*. Das Auftreten vieler Algenreste ließ auf ein Gewässer schließen.

Eigene Untersuchungen von 20 Proben aus dem Bereich der Fundschicht, die 1987 an den alten Profilen der Grabungen 1982-1986 entnommen wurden, enthielten nur zahlreiche Algenreste, jedoch keine Pk (bzw. in nicht auswertbarer Menge). Daher konnten die Ergebnisse von Urban zunächst nicht bestätigt werden.



	F1 61/18	F2 61/18	F1 63/19	F2 63/19
<b>BP</b>				
Pinus	81.0 (85)	79.2 (61)	86.7 (267)	70.7 (65)
Picea	10.5 (11)	10.4 (8)	10.4 (32)	12.0 (11)
Alnus		1.3 (1)		1.1 (1)
Quercus	1.9 (2)	2.6 (2)		1.1 (1)
Acer	1.0 (1)			
Ilex			0.3 (1)	
Sambucus nigra				1.1 (1)
Salix	1.0 (1)			
Corylus	1.0 (1)		1.0 (3)	1.1 (1)
<b>NBP</b>				
Poaceae			0.3 (1)	1.1 (1)
Asteraceae Liguliflorae			0.3 (1)	
Brassicaceae		1.3 (1)		
Plantago lanceolata Typ	1.0 (1)			
Indeterminatae	2.9 (3)	5.2 (4)	1.0 (3)	12.0 (11)
<b>Pteridophyta</b>				
Polypodiaceae		1.3 (1)		
Osmunda		1.3 (1)		
Lycopodium clavatum Typ	1.0 (1)	2.6 (2)	0.3 (1)	2.2 (2)
<b>Algen</b>				
Pediastrum			0.6 (2)	
Spirogyra	8.6 (9)	14.3 (11)	2.3 (7)	7.6 (7)
Zygnema	1.9 (2)		2.6 (8)	
Botryococcus		1.3 (1)	1.3 (4)	1.1 (1)
<b>Gesamtpollensumme</b>	105	77	308	92
<b>NBP-Summe</b>	1	1	2	1

Tab. 11 Pollenanalytische Ergebnisse von Miesenheim I (vier Proben, entnommen während der Grabungsphase 1990) in Prozent der Gesamtpollensumme. Anzahl der Sporomorphe und Algenreste in Klammern.

Nach der Wiederaufnahme der Grabungen im Jahr 1990 wurden mehrere Proben in frischem Zustand aus dem Anmoor-Horizont entnommen. Vier Proben davon enthielten Pollen in größerer Zahl. Die Ergebnisse sind in Tab. 11 dargestellt.

Damit konnten ähnliche Ergebnisse wie bei den Untersuchungen von Urban erzielt werden. Wichtigster Unterschied ist das Fehlen von *Betula*-Pk, während diese bei den älteren Untersuchungen zusammen mit *Pinus* dominierten. Außerdem fehlen *Tilia*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Fagus* und *Abies*, dafür treten *Acer*, *Ilex*, *Sambucus nigra* und *Salix* mit einzelnen Pk auf.

Bei den bisherigen Untersuchungen fällt auf, daß der NBP-Anteil sehr gering ist und Pk höherer Wasserpflanzen vollständig fehlen. Ersteres würde für eine dichte Bewaldung sprechen. Dieses ist jedoch durch die *Pinus*- und *Betula*-Dominanz unwahrscheinlich, da durch *Pinus* und *Betula* beherrschte Wälder relativ licht und durch einen höheren NBP-Anteil gekennzeichnet sind. Das Fehlen von Pk der Wasserpflanzen ist mit der Existenz eines Gewässers nicht zu vereinbaren, wie es durch das Auftreten von Algenresten, darunter *Pediastrum*, *Spirogyra* und *Zygnema* belegt ist. Die Bestimmung der Mollusken durch



Boscheinen in Boscheinen et al. 1984 und Roth 1990 ergab eine Fauna eines stehenden Gewässers mit gut entwickelter Ufervegetation, an das eine mehr oder weniger offene Landschaft angrenzte. Nach Roth 1990 stammt diese Fauna aus dem Übergangsbereich einer Warmzeit zur folgenden Kaltzeit. Da eine reiche Ufervegetation sowie eine offene Landschaft mit hohen NBP-Werten durch die pollenanalytischen Ergebnisse nicht angezeigt werden, ist von einer starken Pollenersetzung und Anreicherung der resistenten Coniferen-Pk auszugehen. Dafür sprechen auch die geringe Pollenfrequenz und die sehr schlechte Erhaltung.

Somit sind eine Rekonstruktion der damaligen Umweltverhältnisse und eine stratigraphische Einordnung innerhalb des Pleistozäns auf Grund der Pollenanalyse derzeit nicht möglich. Wie die Untersuchungen jedoch gezeigt haben, gibt es neben pollenfreien Sedimenten auch solche mit günstigeren Verhältnissen. Da auch in holozänen Anmooren bekanntermaßen eine hohe Pollenersetzung stattfindet, werden in Miesenheim bessere Ergebnisse nur dann möglich sein, wenn ähnlich wie in der Tongrube Kärlich organogene Ablagerungen (Torfe und Mudden) auftreten. Dies wäre von großer Bedeutung, da der Fundplatz Miesenheim I durch seine stratigraphische Stellung zu den Fundplätzen Kärlich und Ariendorf als ältester Siedlungsplatz am Mittelrhein anzusehen ist.

Neben den pollenanalytischen Untersuchungen konnten mehrere Holzkohlestückchen, die von den Ausgrabungen 1984-86 und 1990 stammten, bestimmt werden. Die meisten der insgesamt 49 Stücke waren für eine eindeutige Bestimmung zu klein und zu schlecht erhalten bzw. stark mineralisch durchsetzt. In allen Fällen handelte es sich um Laubholz. Im Folgenden sind die bestimmbaren Stücke aufgelistet. Die Zahlen in Klammern geben die Fundkoordinaten an, die Schichtenbezeichnung benennt die einzelnen Fundhorizonte.

Schicht D (51/50 i 1-4) *Betula* und ein anderes, unbestimmbares Laubholz.

Schicht F (48/43 iii 1); (49/43 i 3); (49/43 ii 3); (50/43 i 2) *Betula*  
(51/50 ii 2) *Alnus* oder *Betula*, nicht eindeutig bestimmbar  
(48/43 iii 2) *Ulmus*

*Betula* und *Alnus* sind auch pollenanalytisch nachgewiesen, Pk von *Ulmus* konnten bisher jedoch noch nicht gefunden werden. Die während der Grabung 1990 geborgenen Stückchen entsprechen in ihrer Größe und in ihrem Erhaltungszustand dem oben aufgeführten Material. Bisher konnten bestimmt werden:

Schicht F1 (66/17/S.T.R.); (69/18/4) *Betula*

Schicht F1 (66/17/1) *Salix*

## 7. DIE KIESGRUBE ARIENDORF

### 7.1 Lage

TK 1:100.000, C 5506 Bonn

R: 25 92 300

H: 56 99 900

Die Kiesgrube Ariendorf der Firma Schneider, Bad Höningen, liegt rechtsrheinisch unmittelbar südöstlich von Ariendorf (6.5 km südöstlich von Remagen, 13 km nordwestlich von Andernach, s. Abb. 1) am unteren Mittelrhein, nördlich des Neuwieder Beckens. Die Geländeoberkante befindet sich bei ca. 170 m NN.



## 7.2 Profilbeschreibung (nach Brunnacker et al. 1975)

Im Liegenden unterhalb der Grubensohle befinden sich sandige Schiefer des Devon. Die darüber gelegene fluviatile Folge besteht aus rund 30 m Schotter der Leußdorfer Mittelterrasse mit »Selbergit-Tuff« (ARI-DT 1, v. d. Bogaard u. Schmincke 1990) im obersten Teil, der nach Hentzsch 1990 von einem Lokalschotter und einem Hochflutlehm mit Rostfleckung (z.T. als Gley) überlagert wird. Über dem fluviatilen Paket folgen weitere (nach Brunnacker et al. neun) vulkanische Tuffe, die im wesentlichen aus »selbergitischem« Material, aber auch aus bimsreichen Lagen sowie einem schmalen Band dunklen Basalttuffs bestehen. Diese sind als Fortsetzung der Pedogenese im Hochflutlehm erheblich synsedimentär verlehmt. Daher wurden sie in ein Interglazial, das Ariendorfer Interglazial, gestellt. V.d. Bogaard u. Schmincke 1990 unterschieden nur zwei Tuffpakete im Ariendorfer Interglazial (ARI-DT 2 im unteren Teil und ARI-DT 3 im Hangenden) und ordneten diese den leuzit-phonolithischen Eruptionen der Riedener Phase (Phase 3, s. 4.13.1) zu. Der Übergang zur nächsten Kaltzeit erfolgte unter Schwankungen, die durch den Wechsel von Froststrukturen und erneuter Pedogenese angezeigt werden. Darauf schließt sich eine Rinnenfüllung an, die in die Tufffolge eingeschnitten ist, und eine Lößfolge, die sich in drei (vier) Decken gliedern läßt. Diese Rinne, im heutigen Abbauzustand nicht mehr zu erkennen (Bosinski et al. 1983), ist entweder durch eine lineare Erosion oder durch flächig-fluviale Verlagerungen zu Beginn einer Kaltzeit gebildet und nachfolgend aufgefüllt worden. Während des Frühglazials wurde sie dann durch flächige Solifluktion gekappt und der an den Flanken liegende Tuff zum Teil abgetragen. Dadurch entstand eine Erosions-Diskordanz unter der im Hochglazial abgelagerten LD I.

Die Rinne ist durch ihre reiche Faunenfundsicht mit *Mammuthus cf. trogontherii* (Steppen-Elefant), *Coelodonta antiquitatis* (Wollhaar-Nashorn), *Equus spec.* (Pferd), *Rangifer tarandus* (Rentier) und *Megaloceros cf. giganteus* (Riesenhirsch) von Bedeutung (Brunnacker et al. 1975). Diese Fauna repräsentiert ein relativ kaltes Steppenklima. Außerdem wurde hier eine kaltzeitliche Molluskenfauna gefunden.

Zwischen der LD I und II liegt ein interglazialer Boden (B<sub>t</sub>-Horizont), der gekappt wurde. Daher ist z.T. nur eine Lößkindl-Lage erhalten, die als C<sub>c</sub>-Horizont dieses Bodens angesehen wird. Brunnacker stellte den Boden in die vorletzte Warmzeit und korrelierte diese mit dem Kärlicher Interglazial. Die LD II wird durch eine Parabraunerde abgeschlossen, die ebenfalls eine Warmzeit anzeigt (Eem?). Zwischen dem B<sub>t</sub>-Horizont dieser Parabraunerde und einer Humuszone im Hangenden ist eine weitere Tufflage (»Metternicher Tuff«, Brunnacker et al. 1975, Brunnacker et al. 1979) eingeschoben. Dieser »Metternicher Tuff« (ARI-DT 4) stellt nach v. d. Bogaard u. Schmincke 1990 eine 15 cm mächtige Bimslapillischicht in primärer Lagerung dar. Nach dem Mineralgehalt, chemischer Zusammensetzung und Fremdgesteinsinhalt konnte dieser Tuff eindeutig als Hüttenberg-Tephra des Wehrer Vulkans (Phase 4) identifiziert werden. An der Basis der LD III fanden sich Boviden- und häufiger Hirschknochen, die eine gewisse Waldbedeckung erkennen lassen. Der restliche Löß zeigte in seinem Faunenbestand kaum Unterschiede zu sonstigen würmzeitlichen Verhältnissen.

Nach Haesaerts 1990 befindet sich zwischen ARI-DT 3 des Ariendorfer Interglazials und LD I eine weitere, vierte Lößdeckschicht (s. Abb. 9).

## 7.3 Datierung

1983 korrelierte Brunnacker in Bosinski et al. die Lößdeckschichten des Profils Ariendorf mit den Rheinterrassen am Niederrhein: er stellte den Boden mit der Lößkindllage zwischen LD I und II dem Kärlicher Interglazial gleich und siedelte ihn zwischen der Mittelterrasse III (drittletzte Eiszeit) und der Mittelterrasse IV (Rißeiszeit) an. Das Ariendorfer Interglazial unter der LD I ist durch einen Tuff gekennzeichnet, der nach Fuhrmann 1983 ein K/Ar-Alter von  $420 \pm 20$  kaBP aufweist (wahrscheinlich der obere).

V.d. Bogaard u. Schmincke 1990 gaben für ARI-DT 1 (eine stark verwitterte und kryoturbat überprägte Bimsschicht) ein  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Laseralter der enthaltenen Feldspäte von ca. 490 kaBP an. ARI-DT 2, eine



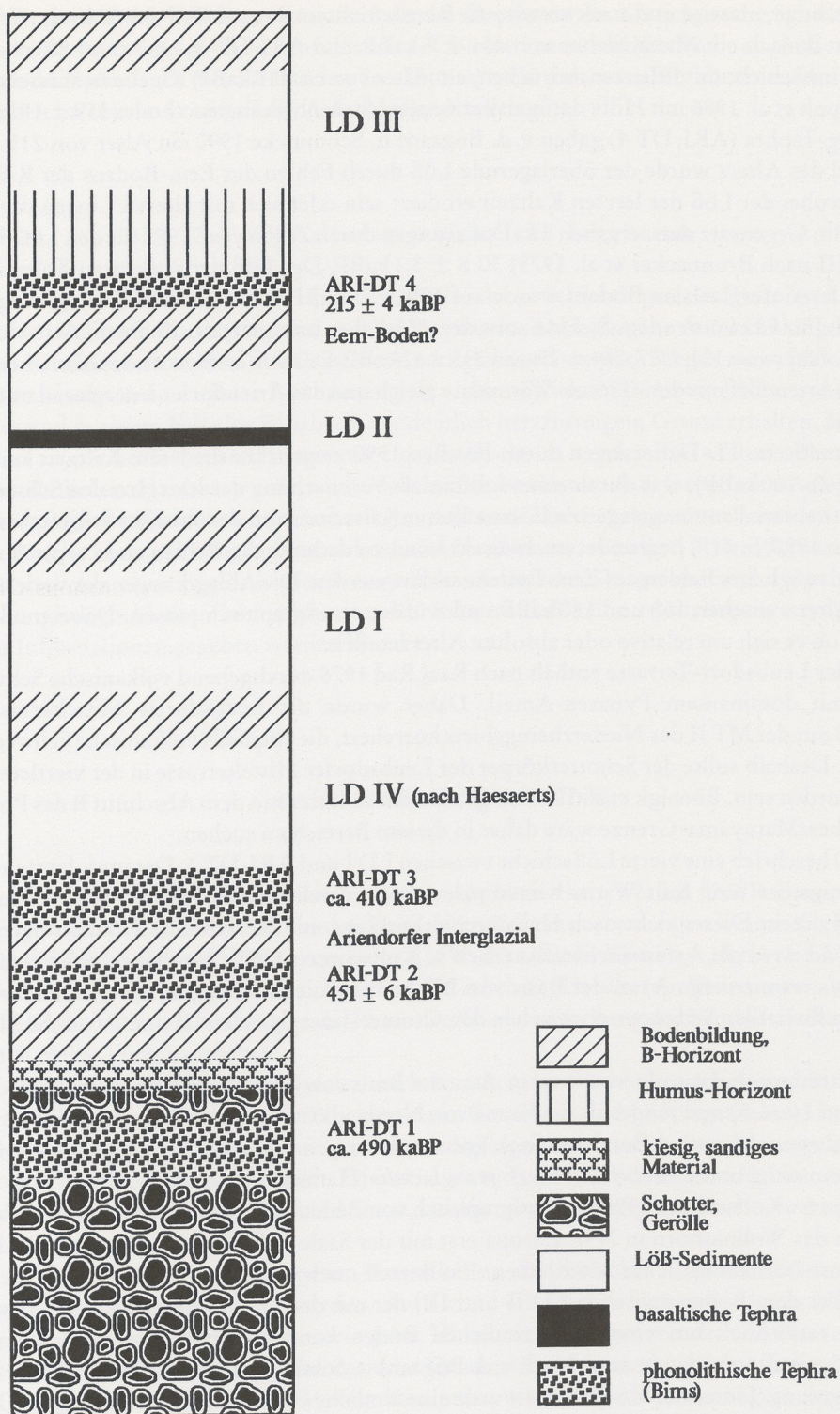


Abb. 9 Schematische Darstellung des Profils Ariendorf (vereinfacht nach Bosinski 1992; nicht maßstäblich, Gesamtlänge über dem Schotter ca. 15 m).



rund 40 cm mächtige, massige und stark verwitterte Bimsschicht im unteren Teil des Ariendorfer Interglazialbodens, hat danach ein Maximalalter von  $451 \pm 6$  kaBP und ARI-DT 3, eine rund 80 cm mächtige, geschichtete Bimsschicht mit Pflanzenabdrücken, ein Alter von ca. 410 kaBP. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Lippolt et al. 1986 mit Hilfe der konventionellen Stufenheizmethode ( $419 \pm 18$  kaBP). Für die Hüttenberg-Tephra (ARI-DT 4) gaben v. d. Bogaard u. Schmincke 1990 ein Alter von  $215 \pm 4$  kaBP an. Auf Grund des Alters wurde der überlagernde Löß durch Fehlen des Eem-Bodens der Riß-Kaltzeit zugerechnet, wobei der Löß der letzten Kaltzeit erodiert sein oder sich mit älteren Lössen durchmischt haben müßte. Im Gegensatz dazu ergaben TL-Datierungen durch Zöller et al. 1988 für den Löß der letzten Kaltzeit (LD III nach Brunnacker et al. 1975)  $30.8 \pm 3.1$  kaBP. Der Löß der vorletzten Kaltzeit (LD II) unterhalb des letztinterglazialen Bodens wurde auf  $199 \pm 18$  kaBP datiert, wobei Umlagerungen wahrscheinlich sind. Für LD I unter dem B<sub>t</sub>-Horizont des »Kärlicher Interglazials« im Profil Ariendorf erhielten Zöller et al. Alter von  $301 \pm 27$ ,  $244 \pm 25$  und  $235 \pm 42$  kaBP. Deshalb setzten sie das Kärlicher Interglazial der Grube Ariendorf mit der »Treene-Warmzeit« gleich und das Ariendorfer Interglazial mit der Holstein-Warmzeit.

Weitere, systematische TL-Datierungen durch Frechen 1990 zeigten für die letzte Kaltzeit keine konsistenten Alter (60–160 kaBP), was durch eine »solifluidale Vermischung der letztglazialen Schwemmlöse mit Hangschuttmateriale aus umgelagerten Lössen älterer Kaltzeiten und devonischer Schieferbruchstückchen« (Frechen 1990, S. 117) begründet ist. Indirekt könnten dadurch das Fehlen einer typischen Würmabfolge und ein mögliches Fehlen des Eem-Bodens erklärt werden. Die Ablagerungen der vorletzten Kaltzeit ergaben Alter zwischen 165 und 180 kaBP und würden stratigraphisch passen. Dabei mußte jedoch offen bleiben, ob es sich um relative oder absolute Alter handelt.

Der Schotter der Leubsdorf-Terrasse enthält nach Razi Rad 1976 durchgehend vulkanische Schwermineral-Spektren mit dominantem Pyroxen-Anteil. Daher wurde die Leubsdorfer Mittelterrasse durch Hentzsch 1990 mit der MT II des Niederrheingebiets korreliert, die ebenfalls vulkanische Schwermineralspektren zeigt. Deshalb sollte der Schotterkörper der Leubsdorfer Mittelterrasse in der viertletzten Kaltzeit gebildet worden sein. Boenigk et al. 1974 verglichen die Schotter mit dem Abschnitt B des Profils Kärlich. Die Brunhes/Matuyama-Grenze wäre daher in diesem Bereich zu suchen.

Haesaerts 1990 beschrieb eine vierte Lössschicht zwischen LD I und ARI-DT 3. Daraus folgerte er die Existenz von wenigstens fünf Kalt/Warm-Klimazyklen und korrelierte die Leubsdorf-Terrasse mit der sechstletzten Kaltzeit. Dieses steht nach Haesaerts in Einklang mit den absoluten Datierungen und der Anwesenheit von *Arvicola terrestris cantiana* (nach v. Kolfschoten 1990b handelt es sich jedoch um die jüngere *Arvicola terrestris ssp. A*) an der Basis von LD I sowie mit dem Auftreten vulkanischer Schwerminerale in den fluviatilen Sedimenten zwischen den Cromer-Interglazialen III und IV der holländischen Stratigraphie.

Durch das Auftreten von *Arvicola terrestris ssp. A* an der Basis von LD I ist die Fauna jünger als die Fauna von Miesenheim I (s. 6.3) und jünger als die Fauna von Neede, die mit dem Holstein korreliert wird. Weitere Arten wie *Lemmus lemmus* (Berglemming), *Spermophilus cf. undulatus* (Ziesel), *Dicrostonyx torquatus* (Halsbandlemming) und *Cricetus cricetus cf. praeglacialis* (Hamster) lassen ein Tundren- oder Steppenbiotop erkennen (v. Kolfschoten 1990b). Stratigraphisch von Bedeutung ist das Auftreten von *Coelodonta antiquitatis*, da das Wollnashorn in NW-Europa erst mit der Saale (= Riß)-Kaltzeit auftrat. Daher sollte die LD I ein post-holsteinzeitliches Alter haben. Ein derzeit noch ungelöstes Problem stellt die Hüttenberg-Tephra über dem Boden zwischen LD II und III, der mit der Eem-Warmzeit korreliert wird, dar. Wenn es sich tatsächlich um einen eem-zeitlichen Boden handelt, müßte die Hüttenberg-Tephra (215 kaBP) flächenhaft umgelagert sein. Nach v. d. Bogaard u. Schmincke 1990 befindet sich diese jedoch in primärer Lagerung. Unterhalb des Bodens wurde eine ähnliche Fauna wie an der Basis der LD I gefunden, die somit ebenfalls in die Saale-Kaltzeit zu stellen ist.

Auf Grund der  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Datierungen und der Zusammensetzung der vulkanischen Minerale lassen sich die Tephralagen ARI-DT 2, ARI-DT 3 und KAE-BT 4 (Kärlicher Brockentuff) der gleichen Eruptionsphase (Phase 3, Riedener Phase) zuordnen. Damit ist eine Verbindung der Profile Ariendorf und Kärlich möglich (s. Abb. 10). Dieses ist für die Pleistozänstratigraphie am Mittelrhein von besonderer Bedeutung,



denn im Hangenden des Brockentuffs außerhalb der Depression in Kärlich ist die Schichtenfolge stark gestört und unvollständig. Der Brockentuff steht z.T. bis zur rezenten Oberfläche an. Außerdem kommen keine jüngeren Tephralagen (bis auf Laacher See-Tephra) mehr vor, was ebenfalls einen Hinweis auf große Diskordanzen im oberen Profiltail des Aufschlusses Kärlich gibt.

#### 7.4 Vegetationsgeschichtliche Ergebnisse

In Brunnacker et al. 1975 beschrieb Poplin Blattabdrücke in Schichtfugen des Tuffs V (ARI-DT 3). Sie erinnerten an Ulme und Buche, einzelne auch an Hainbuche. Durch eigene Aufsammlungen konnten nur Blätter von *Betulaceae* einschließlich *Corylaceae* nachgewiesen werden. Wegen meist fehlender Blattränder und Blattbasen war eine nähere Bestimmung oft nicht möglich. Nur in zwei Fällen war ein Stück eines Blattrandes und in einem Fall eine Blattbasis mit deutlich herzförmigem Grund erhalten. In diesen Fällen konnten mit ziemlicher Sicherheit Blätter von *Corylus* bestimmt werden. Ein weiterer Blattryp mit einem weidenblattähnlichen Habitus wurde noch nicht näher bestimmt. Auf Grund der Aufschlußsituation (steile, unzugängliche Wand) konnten bisher keine weiteren Abdrücke gesammelt werden.

Pollenanalytische Untersuchungen an verschiedenen Horizonten, vor allem in der Humuszone über dem »Eem-B<sub>t</sub>«, verliefen ohne Ergebnis (nur wenige *Pinus*-Luftsäcke). Insgesamt sind die paläobotanischen Untersuchungsmöglichkeiten hier stark eingeschränkt, so daß keine zusätzlichen, stratigraphisch verwertbaren Informationen gegeben werden können.

### 8. ZUSAMMENFASSUNG

1. Aus der Tongrube Kärlich im Neuwieder Becken am Mittelrhein werden fünf Pollenprofile beschrieben, die den Bereich vom Ufer bis in den zentraleren Teil eines ehemaligen kleinen Gewässers abdecken. Die Pollendiagramme beginnen in einer EMW-Zeit (Profil Kärlich A, B, D und E) und enden in einer waldlosen, kältesteppenartigen Zeit (Profil Kärlich E). Die ältesten Teile sind am vollständigsten in Profil Kärlich D erfaßt und zeigen die Phase der Wiederbesiedlung der Landschaft durch die Vegetation nach einem Vulkanausbruch.
2. Bei den untersuchten Schichten handelt es sich vor allem um Verlandungstorfe und Mudden, wie das reiche Vorkommen von Samen und Früchten einer Gewässer- und Ufervegetation es belegt. Im Uferbereich verzahnen sich die Mudden mit einem sandig-kiesigen Material, das auch umgelagerte vulkanische (basaltische) Bestandteile enthält. Dieses ist als mehrphasiger Schwemmfächer oder Hangrutsch in den See gelangt und bildete eine Landzunge, von der ein Siedlungsplatz des *Homo erectus* überliefert ist.
3. Einer von Urban 1983 vorgeschlagenen Korrelierung der Kärlicher Sequenz mit einer Intra-Saale-Warmzeit kann nicht zugestimmt werden. Auf Grund erheblicher Unterschiede zur Holstein-Warmzeit und den jüngeren Warmzeiten sowie guter Übereinstimmungen mit dem cromerzeitlichen Interglazial von Bilshausen, wird eine Warmzeit des Cromer-Komplexes als gesichert angesehen. Die vegetationsgeschichtlichen Ergebnisse ergeben zusammen mit absoluten Datierungen, den paläontologischen und archäologischen Befunden eine stratigraphische Stellung vor der Holstein-Warmzeit und nach dem Cromer IV-Interglazial der niederländischen Chronologie. Dafür wird die Bezeichnung 'Cromer V' eingeführt; wegen der noch lückenhaften Pleistozän-Stratigraphie ist jedoch die Beibehaltung des Lokalnemens 'Kärlicher Interglazial' angebracht.
4. Zahlreiche Makroreste ermöglichen die Rekonstruktion der damaligen Vegetation und zeigen für die



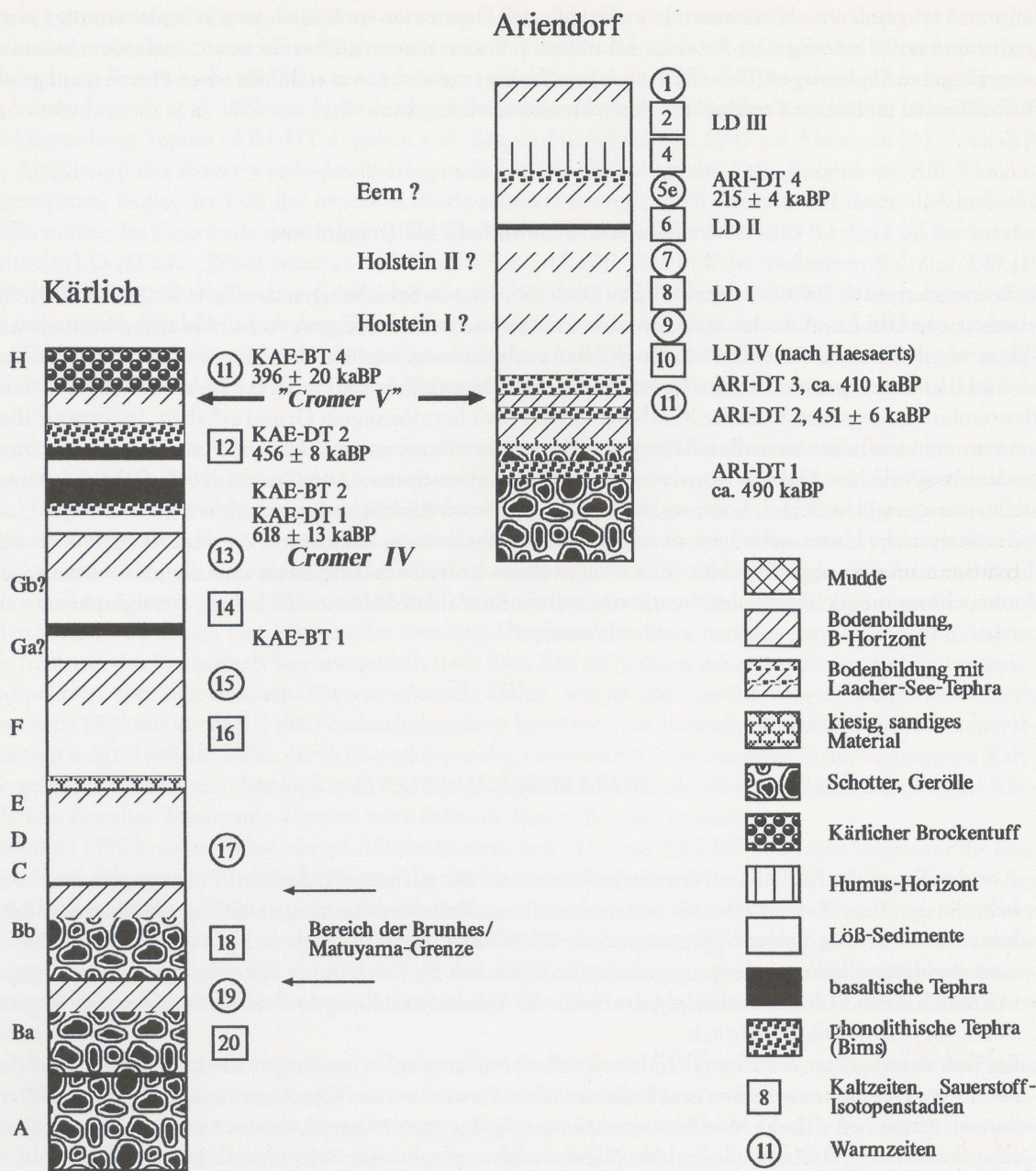


Abb. 10 Versuch einer Gliederung des Mittel- und Jungpleistozäns am Mittelrhein anhand der Profile Kärlich und Ariendorf (verändert nach Bosinski 1992).

Optimalphase einen EMW mit wärmeliebenden Arten, die eine etwas höhere Sommer-Temperatur als in der Gegenwart nahelegen (vergleichbar mit dem holozänen Klimaoptimum).

- Am Tönchesberg und Schweinskopf/Karmelenberg wurden Lößprofile und Humuszonen aus der vorletzten und dem Beginn der letzten Kaltzeit pollenanalytisch untersucht. Die Ergebnisse zeigen am Tönchesberg (Früh-Würm) eine gute, wenn auch typenarme, am Schweinskopf (Saale-Kaltzeit) eine sehr geringe Pollenführung. Da die zersetzungsresistenteren Pk von *Pinus*, *Picea* und liguliflore, weniger häufig auch tubuliflore Asteraceen dominieren, muß von einer Zersetzung der übrigen Pk ausge-



gangen werden. Die durch die Pollenspektren nahegelegte Dominanz von Coniferen wird durch die Bestimmung zahlreicher Holzkohle-Stückchen, die nur Laubhölzer ergab, widerlegt. Somit können keine sicheren Aussagen über klimatische Veränderungen und Vegetationsentwicklungen auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen der Lößprofile in den Kratern der Osteifelvulkane gemacht werden.

6. Ein 1987 am Fundplatz Miesenheim I an der Profilwand der Grabungen 1982-86 entnommenes Profil zur pollenanalytischen Untersuchung erwies sich als pollensteril. Frisches Probenmaterial aus der Grabungsfläche 1990/91 enthielt Pollen in relativ geringer Menge. Der Erhaltungszustand sowie das weitgehende Fehlen von NBP und Pk von Wasser- bzw. Uferpflanzen (obwohl nach den paläontologischen Ergebnissen ein Gewässer mit reicher Ufervegetation bestand) zeigen auch hier sehr starke Zersetzungs Vorgänge in einem Anmoor-Sediment an. Die nachgewiesenen Taxa lassen ebenso wie die älteren Untersuchungen von Urban in Boscheinen et al. 1984 einen Abschnitt aus einem ausgehenden Interglazial erkennen. Diese Warmzeit wird auf Grund der Kleinsäuger mit dem Cromer IV-Interglazial der niederländischen Chronologie korreliert.
7. In der Kiesgrube Ariendorf am unteren Mittelrhein befinden sich über einem Rheinschotter mehrere Tuffe und Lößdeckschichten. Aus einem Tuffhorizont der Ariendorfer Warmzeit, der auf Grund chemischer Analysen und  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Laser-Datierungen derselben Eruptionsphase wie der Kärlicher Brockentuff zuzuordnen ist, konnten Blattabdrücke geborgen werden. Davon sind zwei Stücke mit Blattrand und Blattgrund versehen und konnten als *Corylus*-Blätter bestimmt werden. Pollenanalytische Untersuchungen an verschiedenen Horizonten des Profils brachten keine verwertbaren Ergebnisse.
8. Zusammenfassend ergibt sich damit folgende Stratigraphie des Mittel- und Jungpleistozäns am Mittelrhein, wobei das jüngere Mittel- und das Jungpleistozän in Ariendorf vollständiger ausgebildet sind (Abb. 10)\*.

\* An dieser Stelle möchte ich vor allem Herrn Prof. Dr. H.-J. Beug für die Anregung zu dieser Arbeit, für seine stets bereitwillige Hilfestellung bei praktischen und theoretischen Problemen und ständige Diskussionsbereitschaft danken. Sehr herzlich bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. G. Bosinski, Forschungsbereich Altsteinzeit des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz im Schloß Monrepos (Neuwied), für seine Unterstützung, insbesondere für die Einrichtung eines Arbeitszimmers in Monrepos, wodurch ein Teil der Untersuchungen an Ort und Stelle durchgeführt werden konnte. Besonderer Dank gilt dabei seinen Mitarbeitern Frau Dr. E. Turner, Herrn Dr. K. Kröger, Herrn Dr. J. Schäfer und Herrn Dr. M. Street für ihre Hilfe bei Geländearbeiten und ihre wertvollen Diskussionen. Große Unterstützung und wertvolle Hinweise erhielt ich darüber hinaus von allen Mitgliedern der an dem interdisziplinären Forschungsvorhaben »Quartär am Mittelrhein« beteiligten Arbeitsgruppen: Herrn Prof. Dr. W. Boenigk mit seinen Mitarbeitern Frau Dr. B. Hentzsch und Herrn Dr. M. Frechen; Herrn Prof. Dr. W. v. Koenigswald mit seinen Mitarbeitern Frau G. Roth und Herrn Dr. Th. v. Kolfschoten; Herrn Prof. Dr. H.-U. Schmincke und Herrn Dr. P. v.d. Bogaard. Die Arbeiten wurden aus den Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert, ohne deren Bewilligung die Untersuchungen nicht hätten durchgeführt werden können. Außerdem sei Herrn Prof. Dr. E. Gröger für manchen wert-

vollen Hinweis gedankt sowie allen Kolleginnen und Kollegen des Instituts für Palynologie und Quartärwissenschaften für Ratschläge, Hinweise und Diskussionen während der Durchführung der Arbeiten.

Herrn Dr. M. Dittrich danke ich für die Einführung in das Herbarium von Genève (Schweiz), aus dem Vergleichsmaterial von *Azolla* und *Salvinia* herangezogen wurde. Vergleichsmaterial rezenter Pollenkörner von *Fraxinus americana*, *F. nigra* und *F. pennsylvanica* erhielt ich freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. P. Richard, Quebec; Herrn Dr. Mai, Berlin, verdanke ich die Überprüfung der Bestimmung einiger Makroreste. Außerdem bin ich Herrn Dr. H. Müller, Hannover, für die Überlassung seiner Originaldaten der Untersuchungen in der Tongrube von Bils- hausen bei Göttingen zu Dank verpflichtet. Freundliche Hilfe erhielt ich durch Frau Hourtikolon bei den photographischen Arbeiten und durch Herrn K. Lewejohann bei der Suche nach Vergleichsmaterial im Herbarium Göttingen. Bedanken möchte ich mich auch bei der Fa. Zeiss, Göttingen, die leihweise ein Stereomikroskop (Stemi 11) mit einer automatischen Kamera (Typ MC 100) zur Verfügung stellte.

Nicht zuletzt danke ich meiner Frau, Dipl. Biologin M. Bittmann, für die Durchsicht des Manuskripts sowie meinen Eltern, ohne deren Unterstützung die vorliegende Arbeit nicht hätte angefertigt werden können.



## 9. ANHANG

A	Tiefe	BP	NBP	Pk+Sp	B	Tiefe	BP	NBP	Pk+Sp	D	Tiefe	BP	NBP	Pk+Sp
	0	528	548	1129		0	507	552	1060		10	497	652	1365
	10	508	551	1109		2.5	523	578	1104		20	500	464	1190
	20	506	540	1090		5	506	447	955		22	504	530	1266
	30	501	332	877		7.5	553	457	1013		24	509	221	846
	40	531	516	1102		10	532	467	999		30	525	162	801
	50	529	663	1252		12.5	506	415	922		40	500	142	755
	60	530	602	1200		15	509	547	1057		45	512	189	821
	70	530	477	1039		32.5	542	50	592		55	505	181	831
	80	505	419	960		35	546	38	548		65	514	74	715
	90	531	464	1024		37.5	514	31	545		71	526	128	782
	92	514	378	932		40	522	48	570		75	534	69	737
	94	560	39	666		42.5	532	41	573		81	509	95	789
	96	526	29	739		45	520	57	577		83	524	70	879
	98	543	46	769		47.5	557	46	603		85	505	75	899
	100	529	43	684		50	531	82	613		87	519	105	732
	102.5	539	36	710		52.5	503	54	557		89	520	85	717
	105	537	42	710		55	548	219	767		90	522	52	839
	107.5	522	92	792		57.5	524	54	578		91	520	103	857
	110	550	131	934		60	517	61	578		92	534	90	936
	112.5	531	126	828		62.5	547	65	612		93	512	84	932
	115	521	46	888		65	505	35	540		96	504	143	928
	117.5	533	43	1041		67.5	506	60	566		98	517	53	815
	120	584	90	1227		70	517	28	545		102	515	111	1157
	122.5	518	56	1075		72.5	514	37	551		104	516	87	1074
	125	511	57	1002		74	500	47	547		106	527	92	1161
	127.5	514	58	953		75	516	32	548		108	546	83	1221
	130	528	52	895		76.5	514	72	586		112	531	71	1021
	132.5	513	52	899		77.5	526	58	584		114	521	55	947
	135	542	59	754		79	513	47	560		116	526	66	957
	137.5	513	34	700		81.5	519	46	565		118	523	86	997
	140	515	73	740		84	544	48	592		122	524	56	823
	142.5	505	48	685		86.5	511	147	658		124	527	54	787
	145	520	56	705		89	363	88	451		126	554	60	1055
	147.5	529	55	670							128	556	48	956
											132	545	70	937
											134	536	47	834
											136	536	68	990
											138	578	46	1008
											142	578	48	1009
											144	553	68	973
											146	550	89	1123
											148	549	91	1065
											150	569	84	1069
											152	557	48	962
											154	547	75	1022
											156	546	109	1307
											158	392	74	864
											160	366	108	903
											164	527	111	1522
											166	523	145	1218
											168	537	111	1404
											170	528	102	1270
											174	361	95	931
											176	530	140	1744
											178	515	112	1126
											180	530	124	1440
											82	302	91	779
											184	317	68	700
											186	42	14	96
						</								

Tab. 12 Verzeichnis der Tiefen (in cm) sowie der gezählten Pk und Sp der Profile Kärlich A-D (Pk+Sp – ohne Varia, Indeterminatae, Tertiärelemente und *Sphagnum*-Sporen).



# E

Tiefe	BP	NBP	Pk+Sp	Tiefe	BP	NBP	Pk+Sp
0	163	284	454	345	523	502	1102
10	102	150	260	350	517	399	972
20	383	728	1128	354.5	508	365	931
30	305	817	1145	360	514	268	849
40	100	169	271	365	537	349	941
50	100	191	297	370	504	384	946
60	100	204	309	375	508	284	857
70	88	249	347	380	517	350	927
80	100	134	237	386	507	309	875
90	200	421	637	390	511	225	792
97	200	463	671	395	513	285	850
107	200	474	692	398	507	284	853
117	252	699	956	402	516	231	807
127	524	1747	2277	407	513	135	704
134	523	1401	1939	412	504	97	664
139.5	517	1256	1775	417	527	110	700
140.5	539	1180	1728	422	500	125	697
144	367	1339	1782	427	515	81	661
152	351	1949	2455	432	549	89	717
162	353	1717	2610	437	531	101	708
172	508	1698	2652	441.5	515	90	672
176	514	1466	2245	443	506	122	682
186	359	1342	2361	444.5	509	116	686
196	358	1997	2918	447	503	85	656
206	525	1098	1794	449.5	527	84	678
208.5	502	899	1649	452	520	89	667
211	512	516	1057	454.5	513	101	676
213.5	517	583	1132	457	515	66	627
216	519	517	1065	459.5	513	97	661
220	608	457	1139	462	516	78	642
225	511	380	960	464.5	505	91	653
230	527	398	968	467	544	102	701
235	560	361	966	469.5	523	135	715
240	514	326	886	472	515	134	724
245	508	491	1068	474.5	514	100	669
250	515	331	897	477	512	141	718
255	535	407	1006	479.5	549	114	721
260	514	677	1353	482	534	147	744
265	552	932	1857	484.5	540	72	664
270	528	1982	2659	488	529	81	682
275	526	1542	2348	489.5	519	150	759
280	521	2220	2923	492	510	58	640
285	515	2009	2730	494.5	533	32	657
290	521	1005	1643	497	534	29	651
296	506	833	1552	499.5	533	29	638
297.5	504	799	1505	502	544	42	660
300	516	592	1209	504.5	502	32	625
302.5	528	412	1145	507	531	25	645
305	538	421	1091	509.5	513	55	672
307.5	509	449	1128	512	503	24	607
308.5	504	238	907	514.5	525	38	642
309.5	507	93	827	517	521	30	653
311.5	542	92	1006	519.5	522	23	631
313.5	505	164	1005	522	513	32	654
315.5	509	105	1156	524.5	524	50	671
317.5	528	140	1334	527	535	49	713
319.5	527	149	1103	529.5	528	33	676
321.5	529	252	990	532	505	32	612
322.5	502	260	1145	534.5	516	30	617
324.5	518	325	914	536	537	28	644
330	508	409	985	538	546	36	696
335	501	447	1022	539.5	541	26	633
341	522	486	1088	542	542	19	636

Tab. 13 Verzeichnis der Tiefen (in cm) sowie der gezählten Pk und Sp des Profils Kärlich E (Pk + Sp – ohne Varia, Indeterminatae, Tertiärelemente und *Sphagnum*-Sporen).



Tiefe	BP	NBP	Pk+Sp	E	Tiefe	BP	NBP	Pk+Sp
544.5	569	46	722		569.5	503	8	663
547	529	27	648		569.5	503	8	663
549.5	537	15	623		572	538	9	781
552	550	12	650		574.5	534	8	823
554.5	546	9	630		577	579	14	915
557	509	11	610		579.5	523	10	797
559.5	543	12	659		582	524	14	946
560.5	532	22	650		584.5	522	20	790
562	530	4	622		586	534	37	827
563	512	16	815		592	540	86	1530
564	560	9	761		597	548	95	1469
565	518	12	664		602	535	79	1155
566	529	4	661		612	544	90	1317
567	564	7	753					

Tab. 13 Verzeichnis der Tiefen (in cm) sowie der gezählten Pk und Sp des Profils Kärlich E (Pk + Sp – ohne Varia, Indeterminatae, Tertiärelemente und *Sphagnum*-Sporen).

# VERZEICHNIS DER BEIM DURCHMUSTERN GEFUNDENEN Pk UND Sp (Profile Kärlich A, B, D und E; Tiefenangabe in cm)

Abies – Tanne	127.5 135
D Z4: 96 Z2b: 114 122 Z2a: 142 148 150	B Z11b: 10 Z6: 45 Z2a: 77.5 84
E Z11b: 213.5 Z9: 307.5 Z8: 317.5 Z4: 577 Z3: 582	Artemisia – Beifuß
A Z2b: 142.5	D Z5/6: 75 Z3: 98 Z2b: 122 Z2a: 126 134 152
Acer – Ahorn	E Z8: 313.5 315.5 317.5 319.5 Z7b: 395 Z7a: 422 441.5
E Z7b: 350 390 395 Z7a: 407 437 472 492 Z6: 504.5 514.5	479.5 Z6: 502 519.5 Z5: 559.5 Z4: 577
A Z11b: 20	A Z5: 98 100 105 107.5 Z4: 115 Z3: 122.5 Z2b: 135 147.5
B Z11b: 7.5	B Z6: 40 Z2b: 75
Aconitum – Eisenhut	Asteraceae-Liguliflorae – Zungenblütige Korbblütler
D Z7a: 40 Z5: 89	D Z5/6: 75 Z2b: 124 Z2a: 132
E Z13: 139.5 Z7b: 395 Z7a: 482	E Z8: 317.5 Z7a: 449.5 Z6: 502 504.5 512 514.5 519.5
Alisma – Froschlöffel	534.5 536 544.5 Z2a: 592
D Z7a: 40 55 Z5/6: 71 Z2b: 122 Z2a: 152	A Z6: 94 Z5: 96 102.5 107.5 Z4: 115 Z3: 120 Z2b: 127.5
E Z11b: 208.5 213.5 216 Z7b: 324.5 386 395 402 Z7a: 417	140
441.5 449.5 457 472 479.5 482 488	B Z6: 37.5 Z5: 47.5 Z4: 55 Z2b: 67.5 70 72.5 74 75 Z2a:
A Z11b: 0 40	77.5 81.5
B Z11b: 7.5 10 Z6: 35 37.5	Asteraceae-Tubuliflorae – Röhrenblütige Korbblütler
Alnus – Erle	D Z7a: 30 Z5/6: 65 75 81 Z4: 83 Z2b: 122 124 Z2a: 128
E Z11b: 208.5	138
A Z11b: 92	E Z8: 311.5 Z7a: 472 Z6: 502 509.5 539.5 542 552 557
Anthoceros – Hornmoos (Lebermoose)	A Z6: 94 Z5: 107.5
D Z5/6: 81	B Z6: 45 Z5: 47.5 Z2b: 67.5 70 74 Z2a: 79
E Z7b: 321.5 330 350 Z7a: 432 457 Z6: 538	Athyrium – Frauenfarn
Apiaceae – Doldengewächse	D Z7b?: 22 Z7a: 24 40 Z5/6: 71
D Z7b?: 20 Z4: 92 Z2b: 112 Z2a: 138 154	E Z6: 494.5 497 519.5 536
E 313.5 375 417 437 441.5 452 454.5 457 479.5 484.5 492	Azolla – Algenfarn
494.5 507 527 532 534.5 536 538 539.5 544.5 547 549.5	E Z2b: 584.5
552 554.5 557 559.5 560.5 565	Batrachium-Typ – Wasser-Hahnenfuß
A Z6: 94 Z5: 98 100 105 107.5 Z4: 115 Z3: 117.5 Z2b:	D Z5/6: 65 Z4: 83 Z3: 104 Z2b: 112 124
	E Z13: 139.5 140.5 Z11b: 208.5 213.5 Z6: 522



- A Z11b: 80 Z5: 98 100 102.5 105 107.5 Z4: 110 112.5 Z3:  
125 Z2b: 127.5 130  
B Z11b: 5 Z5: 50 Z2b: 74
- Betula – Birke  
D Z2a: 126  
A Z2b: 142.5 145
- Boraginaceae p.p. – Rauhlblattgewächse  
E Z10b: 275 Z7a: 462
- Botryococcus – Grünalge  
E Z7b: 330 Z6: 494.5 514.5 519.5 529.5 532 544.5 Z5:  
559.5
- Botrychium – Mondraute  
E Z11b: 206 216 Z9: 308.5 Z7b: 324.5
- Brasenia  
D Z7a: 24 40  
A Z4: 112.5
- Brassicaceae – Kreuzblütler  
D Z7a: 45 55 Z5/6: 71 81 Z5: 87 Z4: 93 Z3: 104 Z2a: 126  
132 136 142 156  
E Z12: 176 Z9: 307.5 Z8: 319.5 Z8: 322.5 Z7a: 432 Z6:  
522 536  
A Z5: 105 107.5 Z4: 112.5 Z2b: 127.5 130 132.5 135 137.5  
B Z11b: 5 Z6: 37.5 Z2b: 67.5 72.5 75
- Bruckenthalia – Ährenheide  
D Z7b?: 10 Z5: 87  
E Z11a: 245 Z10b: 275 Z9: 305 Z8: 309.5 319.5 Z7b:  
324.5 375 398 Z7a: 432 444.5 462 467 472 477 Z6: 494.5  
Z6: 522 524.5 532 536 538 547 Z5: 559.5
- Bryonia – Zaurübe  
D Z7a: 24 Z5/6: 71
- Butomus-Typ – Schwanenblume  
D Z2b: 112 116  
E Z7a: 459.5
- Buxus – Buchsbaum  
D Z3: 98 Z2a: 152  
E Z7b: 321.5 Z7a: 454.5 457 464.5 477 482 484.5 Z6: 507  
509.5 512 517 522 524.5 549.5 554.5 Z5: 560.5 565 Z4:  
569.5 574.5 579.5  
B Z5: 52.5
- Caldesia – Herzlöffel  
E Z7a: 412 422 464.5 Z6: 517 547  
A Z11b: 70
- Calluna – Besenheide  
D Z7a: 40 45 55 Z5/6: 65 75 Z4: 83 85 Z4: 92 93 Z3: 102  
Z2b: 118 122 124 Z2a: 128  
E Z11b: 206 211 Z8: 313.5 Z7b: 370 402 Z7a: 417 432 457  
469.5 472 474.5 Z6: 512 514.5 517 522 536 538 539.5  
552 554.5 Z5: 565 Z4: 574.5 Z2b: 584.5  
A Z11b: 20 70 Z5: 98 100 102.5 105 107.5 Z4: 115 Z3:  
117.5 120 122.5 125 Z2b: 127.5 130 135 140 145 147.5  
B Z6: 37.5 42.5 45 Z5: 50 Z4: 57.5 Z2b: 67.5 70 Z2a: 77.5  
84
- Caltha – Sumpf-Dotterblume  
E Z10b: 270 Z6: 517
- Campanulaceae – Glockenblumengewächse  
D Z7b?: 20 22 Z7a: 24 55 Z5/6: 65 71 75 Z2a: 134 144  
E Z11b: 206 Z8: 311.5 Z7b: 345 365 386 398 Z7a: 407 472  
479.5 482 Z6: 512  
A Z11b: 60 Z5: 98 102.5 105  
B Z6: 37.5
- Carpinus – Hainbuche  
D Z2a: 148  
A Z2b: 145
- Caryophyllaceae p.p. – Nelkengewächse  
D Z5/6: 65 Z5: 89 Z4: 92 106 Z2b: 124 Z2a: 132 138 150  
E Z11b: 208.5 Z8: 309.5 Z7b: 341 345 380 390 Z7a: 417  
422 427 432 444.5 464.5 472 484.5 Z6: 502 504.5 514.5  
529.5  
A Z5: 98 100 102.5 105 Z4: 112.5 115 Z3: 122.5 Z2b:  
127.5 130  
B Z6: 40 42.5 45 Z5: 47.5 50 Z4: 55 Z2b: 65 70 75 Z2a: 84
- Celtis – Zürgelbaum  
D Z5/6: 71 Z4: 92  
E Z6: 502 538 549.5 552 Z4: 569.5 574.5  
A Z11b: 20 Z5: 105 107.5 Z2b: 132.5 145  
B Z2b: 75 Z2a: 84
- Centaurea jacea-Typ – Wiesen-Flockenblume  
D Z7b?: 20 Z5/6: 71 Z5: 89  
E Z11b: 206 208.5 216 Z8: 311.5 Z7b: 375 390 Z7a: 417  
B Z11b: 10 Z6: 40
- Centaurea montana-Typ – Bergflockenblume  
D Z7b?: 22  
E Z13: 139.5 140.5  
B Z11b: 12.5
- Centaurea scabiosa-Typ – Skabiosen-Flockenblume  
D Z7b?: 20 Z7a: 40  
E Z13: 140.5 Z11b: 206 Z9: 305 307.5 Z8: 309.5 311.5  
313.5 Z7b: 365 390 Z7a: 407 464.5  
A Z11b: 0 20 40  
B Z11b: 10
- Chenopodiaceae – Gänsefußgewächse  
D Z7b?: 20 Z7a: 30 40 Z5/6: 75 Z4: 90 Z2b: 122 136  
E Z11b: 216 Z9: 308.5 Z8: 315.5 Z7b: 402 Z7a: 417 437  
488 Z6: 519.5 532 Z5: 560.5 Z3: 582  
A Z11b: 90 Z3: 117.5 Z2b: 127.5 137.5  
B Z5: 50 Z2b: 65
- Circaea – Hexenkraut  
D Z2b: 136  
E Z4: 574.5
- Clematis-Typ – Waldrebe  
D Z3: 104 106 Z2b: 112 Z2a: 132  
E Z6: 538 Z5: 560.5 Z2b: 584.5
- Comarum-Typ – Sumpf-Fingerkraut  
E Z6: 536
- Cornus mas – Kornelkirsche  
D Z7a: 55 Z4: 83 Z2b: 118 Z2a: 128  
E Z7b: 350 402 422 454.5 464.5 472 479.5 Z6: 494.5 499.5  
522 529.5 547 552 Z5: 560.5 Z4: 567 569.5 572 Z3: 582  
Z2b: 584.5  
A Z5: 98 100 105 Z3: 122.5 125 Z2b: 135 145  
B Z2b: 72.5
- Cornus sanguinea – Blutroter Hartriegel  
D Z7a: 24 Z2b: 112 114 122 Z2a: 132 136 138  
E Z7b: 395 Z7a: 417 Z6: 524.5 Z2a: 597  
A Z5: 102.5 107.5 Z4: 115 Z2b: 130 132.5 137.5
- Corylus – Hasel  
E Z13: 139.5
- Crataegus-Typ – Weißdorn  
D Z7b?: 20 Z2a: 136 154  
E Z6: 524.5 527 547 554.5
- Cupressaceae – Zypressengewächse  
D Z2a: 142
- Cyperaceae – Sauer-, Riedgräser  
D Z2a: 142
- Drosera rotundifolia-Typ – Rundblättriger Sonnentau  
D Z5: 89 Z4: 90
- Elodea – Wasserpest  
D Z2b: 124 Z2a: 138 142



- E Z8: 305 Z6: 519.5 536 547 Z5: 559.5 565 Z4: 577  
 Empetrum – Krähenbeere  
 D Z7a: 45 Z5/6: 81 Z3: 102 104  
 E Z13: 140.5 Z7b: 330 335 Z7a: 417 422 432 444.5 449.5  
 462 464.5 469.5 472 482 Z7a: 492 499.5 509.5 529.5 536  
 538 539.5 542 544.5 549.5 554.5 557 Z5: 559.5 562 Z4:  
 577  
 A Z5: 100 102.5 107.5  
 B Z11b: 5 Z2a: 79  
 Ephedra distachya-Typ – Meerträubel  
 D Z2a: 146  
 A Z2b: 127.5  
 Epilobium – Weidenröschen  
 D Z7b?: 22 Z7a: 24 Z4: 85 Z2b: 112  
 E Z13: 140.5 Z9: 307.5 Z8: 309.5 317.5 Z7b: 341 Z7a:  
 489.5  
 A Z11b: 0  
 Epipactis-Typ – Stendelwurz  
 D Z7a: 40  
 Equisetum – Schachtelhalm  
 D Z4: 83 92  
 E Z7a: 467 472 482 Z6: 502 512 517 527  
 A Z11b: 80 Z5: 107.5  
 B Z5: 47.5  
 Ericaceae p.p. – Heidekrautgewächse  
 D Z7a: 24 Z5/6: 81 Z3: 104 Z2a: 146 154  
 E Z11b: 211 Z9: 308.5 Z8: 315.5 Z6: 519.5 529.5 536 542  
 547 Z5: 560.5 562  
 A Z11b: 70 Z5: 98 105 107.5 Z3: 117.5 120 Z2b: 127.5  
 132.5 137.5  
 B Z6: 35 37.5 42.5 Z5: 47.5 Z4: 57.5 Z2b: 65 75 Z2a: 77.5  
 Erica-Typ – Glockenheide  
 E Z7a: 457  
 Euphorbiaceae p.p. – Wolfsmilchgewächse  
 E Z13: 140.5 Z7a: 469.5 Z6: 524.5 538  
 B Z11b: 5 12.5  
 Euryale – Seerosengewächs Euryale  
 D Z2b: 112 114  
 Fabaceae p.p. – Schmetterlingsblütengewächse  
 D Z7a: 30 Z2a: 142  
 E Z12: 176 Z7b: 395 Z6: 539.5  
 A Z11b: 80 Z5: 96 100 102.5 105 107.5 Z2b: 147.5  
 B Z11b: 10 Z6: 35 Z5: 47.5 Z3: 60 Z2b: 65 75  
 Fabaceae-Genistoideae – Ginsterartige  
 D Z2b: 124 Z2a: 150  
 E Z7b: 402 Z7a: 488  
 Fabaceae/Trifolium-Typ – Klee  
 D Z7b?: 10 Z7a: 30 40 Z5/6: 65  
 E Z11b: 211 Z7b: 395 Z7a: 427 441.5 457 459.5 467 472  
 474.5 488 Z6: 492 504.5 507 512 519.5 536 547  
 Fabaceae/Vicia-Lathyrus-Typ – Wicke-Platterbse  
 E Z13: 140.5 Z12: 176 Z11b: 206 Z7b: 341 365 370 390 402  
 Z7a: 427 441.5 459.5 469.5 477 479.5 484.5 Z6: 494.5  
 497 499.5 507 512 539.5  
 Fagus – Rotbuche  
 D Z5/6: 75 Z4: 90 92  
 E Z13: 139.5 140.5 Z11b: 208.5 211 Z8: 309.5 311.5 313.5  
 Z7b: 350 360 402 Z7a: 417 449.5 467 482 488 492 494.5  
 504.5 519.5 529.5 532 534.5 542 544.5 547 552 557 Z4:  
 577  
 B Z11b: 15 Z5: 50  
 Filipendula – Mädesüß  
 D Z7b?: 20 Z5/6: 75 Z5: 89 Z2a: 142  
 E Z6: 441.5 467 488 Z6: 492 504.5 517 519.5 534.5  
 B Z11b: 5 7.5 Z5: 50 Z2b: 65 70 74 75 Z2a: 81.5 84  
 Frangula alnus-Typ – Faulbaum  
 D Z2a: 150 154  
 A Z2b: 130 132.5 135 137.5  
 B Z4: 57.5 Z2b: 65  
 Fraxinus excelsior-Typ – Gemeine Esche  
 E Z11b: 211 Z7b: 322.5 Z6: 512 529.5  
 B Z6: 45  
 Fraxinus americana-Typ – Weiß-Esche  
 D Z7a: 24 40 45 Z5/6: 65 71 75 81 Z5: 89  
 E Z7a: 407 441.5 444.5 447 462 Z6: 499.5 509.5 514.5 522  
 Z5: 560.5  
 Gentianaceae – Enziangewächse  
 E Z12: 176 Z2a: 592  
 A Z4: 110  
 B Z5: 47.5  
 Geranium – Storchschnabel  
 D Z7b?: 22 Z7a: 30 Z5/6: 81  
 E Z8: 311.5 Z7b: 354.5 370 386 402 Z7a: 412 479.5 Z6:  
 512  
 A Z5: 102.5 Z2b: 127.5  
 B Z6: 37.5 42.5 Z2b: 67.5  
 Hedera – Efeu  
 D Z7b?: 22 Z5: 87 Z4: 93  
 E Z7b: 345 375 386 402 Z7a: 407 412 427 441.5 444.5 447  
 449.5 454.5 457 464.5 469.5 482 488  
 Z6: 502 514.5 517 522 524.5 536 538 539.5 557 Z5: 559.5  
 Z4: 569.5 572  
 A Z11b: 10 Z5: 105  
 B Z11b: 5 Z6: 37.5 40  
 Helianthemum – Sonnenröschen  
 D Z5: 87  
 E Z11b: 206 Z9: 308.5 Z8: 309.5 313.5 315.5 Z7b: 330 335  
 341 350 354.5 360 365  
 A Z11b: 40 70 80  
 Humulus/Cannabis-Typ – Hopfen/Hanf  
 D Z2a: 134  
 Hydrocotyle-Typ – Wassernabel  
 E Z8: 309.5  
 Hypericum – Johanniskraut  
 E Z7b: 395 Z6: 517  
 A Z11b: 10  
 Ilex – Stechpalme  
 D Z2a: 148  
 E Z7a: 467 482 Z6: 532 534.5 539.5 544.5 552 557 Z5: 565  
 Z2b: 584.5 Z2a: 597  
 A Z6: 94 Z5: 100  
 B Z6: 42.5 45  
 Jasione-Typ – Sandrapunzel  
 D Z7a: 30 71  
 E Z13: 139.5 140.5 Z12: 176 Z11b: 206 211 Z7b: 335 345  
 354.5 380 398 Z7a: 407 437 444.5 447 474.5 Z6: 504.5  
 507 539.5 544.5  
 Juniperus – Wacholder  
 E Z7a: 422 479.5  
 A Z3: 122.5  
 Knautia – Witwenblume  
 E Z13: 140.5 Z12: 176 Z11b: 213.5  
 A Z11b: 20  
 B Z2b: 75  
 Lamiaceae p.p. – Lippenblütler  
 D Z5: 89 Z3: 98 Z2b: 118  
 E Z11b: 216 Z7b: 335 386 Z7a: 432 489.5 Z6: 504.5 514.5  
 519.5 529.5 532



- A Z11b: 40 Z4: 110 115 Z2b: 130 132.5 137.5  
B Z11b: 5 7.5 Z6: 42.5 Z5: 52.5 Z2b: 70 72.5 74 75 Z2a: 76.5 77.5
- Lamiaceae/Galeopsis-Stachys-Typ – Hohlzahn-Ziest  
D Z3: 108 Z2a: 132 134 138  
E Z13: 140.5 Z11b: 206 211 Z7b: 321.5 Z6: 527 529.5
- Lamiaceae/Mentha-Typ – Minze  
D Z5: 87 Z4: 92 Z2a: 128 148 154  
E Z11b: 213.5 Z9: 302.5 305 Z7a: 432 464.5 Z6: 507 514.5 519.5 527 534.5 538 549.5
- Larix – Lärche  
E Z6: 497 512 517 522 524.5 529.5 532 538 544.5 552 Z5: 559.5 560.5  
A Z5: 96 98 100 102.5 Z2b: 135 137.5  
B Z6: 37.5 42.5
- Lemna – Wasserlinse  
D Z7a: 40
- Ligustrum – Liguster  
E Z6: 512 514.5 538 Z5: 560.5  
B Z2b: 72.5
- Liliaceae p.p. – Liliengewächse  
D Z5: 90 Z2a: 154  
E Z7b: 341 Z6: 542  
A Z11b: 90 Z5: 98 105 Z4: 112.5 Z3: 117.5 Z2b: 135 137.5  
B Z4: 55 Z2b: 75 Z2a: 77.5
- Linum austriacum-Typ – Österreichischer Lein  
E Z13: 140.5 Z12: 176  
A Z11b: 20
- Lonicera xylosteum-Typ – Rote Heckenkirsche  
E Z7b: 322.5 Z7a: 427 432 464.5  
B Z6: 42.5
- Lycopodium annotinum – Sprossender Bärlapp  
E Z11b: 216  
A Z5: 107.5  
B Z6: 37.5 Z2b: 70
- Lycopodium clavatum-Typ – Kolbenbärlapp  
E Z12: 139.5 Z11b: 208.5 211 Z7b: 373.5 354.5 Z6: 547 549.5  
A Z11b: 90  
B Z11b: 7.5
- Lysimachia – Gilbweiderich  
D Z5/6: 71 Z5: 87 Z4: 93 Z2a: 148  
E Z7b: 390 398 Z7a: 467 Z6: 504.5 507 524.5 527 532 536 539.5  
A Z5: 96 100 102.5
- Lythrum – Blut-Weiderich  
D Z7b?: 20 22 Z7a: 24 Z5/6: 65 81 Z2b: 112 116 122 Z2a: 146  
E Z7b: 330 Z7a: 437 444.5 469.5 472 482 Z6: 502 507 517 522 527 532 534.5 538 544.5 547 549.5  
A Z5: 98 100 105 107.5 Z4: 110 112.5 Z3: 117.5 Z2b: 127.5 132.5 135 137.5  
B Z5: 47.5 52.5 Z4: 57.5 Z2b: 75
- Melampyrum – Wachtelweizen  
B Z2b: 70
- Melandrium-Typ – Lichtnelke  
D Z7b?: 20 Z7a: 30 Z2a: 126  
E Z13: 140.5 Z11b: 213.5 Z8: 309.5 Z7b: 330 390 Z7a: 417 457 467 472 477 Z6: 492 499.5 502 507 512 522 524.5 532 536 538
- Menyanthes – Fieberklee  
D Z5/6: 71 81  
E Z11b: 213.5 Z7b: 324.5 398 Z7a: 407 412 422 427 437 447 484.5 Z6: 492 494.5 499.5 507 524.5 529.5 538 539.5 547 549.5 554.5 Z5: 559.5 560.5 562
- A Z11b: 60 Z6: 94 Z5: 98 107.5  
B Z11b: 7.5 Z6: 35 40 42.5 45 Z5: 47.5 50 52.5
- Mercurialis perennis-Typ – Wald-Bingelkraut  
D Z5/6: 81 Z4: 90 Z3: 108 Z2a: 138 154  
E Z11b: 213.5 Z7b: 322.5 360 375 386 Z7a: 407 412 432 444.5 464.5 Z6: 512 517 522 536 538 544.5 549.5 Z5: 559.5 Z2b: 584.5  
A Z5: 96 102.5 107.5 Z4: 115 Z3: 117.5 120 Z2b: 130 132.5 137.5 142.5  
B Z6: 45 Z5: 50 Z2b: 67.5 70 72.5 75 Z2a: 77.5
- Monolete Farnsporen  
E Z11b: 208.5 211
- Myrica – Gagelstrauch  
D Z4: 90 Z2a: 146 156
- Myriophyllum spicatum-Typ – Ähriges Tausendblatt  
D Z7b?: 10 22 Z7a: 55 Z2b: 122 Z2a: 126 134 138  
E Z7b: 341 354.5 390
- Nuphar – Teichrose  
D Z5/6: 65 81 Z4: 85 Z3: 104 Z2b: 114 118  
E Z7b: 335 360 386 398 Z7a: 412 441.5 444.5 447 464.5 Z6: 497 502 534.5 536 Z4: 572 574.5 579.5  
A Z6: 94 Z5: 100 102.5 105 Z4: 110 Z2b: 137.5 140  
B Z11b: 10 Z6: 35 37.5 42.5 Z5: 47.5 Z4: 55 Z2b: 72.5 75 Z2a: 81.5
- Nymphaea – Seerose  
D Z4: 83 90 Z2b: 112 114 122  
E Z8: 319.5 Z7b: 365 395 402 Z7a: 407 422 464.5 Z6: 492 494.5 502 507 514.5 534.5 536 538 544.5 549.5 554.5 557 Z5: 559.5 562 Z4: 567 569.5 572 574.5 Z3: 582 Z2b: 584.5  
A 60 94 96 98 100 102.5 105 107.5 110 112.5 117.5 122.5 125 130 137.5  
B Z11b: 5 12.5 Z6: 37.5 42.5 Z5: 47.5 52.5 Z4: 57.5 Z2b: 67.5 70 72.5 75 Z2a: 77.5
- Onobrychis – Esparsette  
A Z11b: 30 70 90  
B Z11b: 10
- Osmunda – Rispenfarn  
D Z7b?: 22 Z4: 93 Z2a: 126 134  
E Z9: 308.5 Z7b: 350 360 365 390 Z7a: 412 488 Z6: 494.5 497 509.5 512 522 532 552 Z4: 574.5 577  
A Z11b: 70 Z6: 94 Z5: 96 98 Z4: 115 Z3: 117.5 122.5 Z2b: 127.5 132.5 135  
B Z6: 37.5 40 42.5 Z5: 47.5 Z4: 57.5 Z2b: 65 75 Z2a: 77.5 79 81.5
- Pedicularis – Grünalge Pedicularis  
D Z4: 93 Z2b: 114 122  
E Z7b: 321.5 Z7a: 427 449.5 479.5 Z2b: 584.5 586
- Plantago coronopus-Typ – Schlitz-Wegerich  
D Z2b: 118
- Plantago lanceolata-Typ – Spitz-Wegerich  
D Z4: 85 Z2a: 126 152  
E Z13: 139.5 Z7b: 395 Z7a: 454.5 Z6: 539.5  
A Z4: 115 Z2b: 130  
B Z6: 35 Z2a: 81.5
- Plantago major/media-Typ – Großer/Mittlerer Wegerich  
D Z7b?: 20 Z7a: 24 Z5/6: 75 Z5: 87  
E Z11b: 213.5 216 Z8: 311.5 Z7b: 386 Z7a: 407 444.5 447 482 Z6: 492 532  
A Z5: 100  
B Z6: 37.5
- Polygala – Kreuzblume  
E Z7a: 422



Polygonatum/Muscari/Scilla-Typ – Weißwurz/Träubelhyazinthe/Blaustern

D Z7a: 55

E Z11b: 216 Z7b: 350 Z5: 559.5

Polygonum aviculare-Typ – Vogelknöterich

D Z7a: 30 55 Z5/6: 75 Z5: 87 Z3: 98 Z2a: 132

E Z13: 139.5 140.5 Z11b: 211 213.5 Z7b: 341 375 390 Z7a: 407 432 441.5 459.5 467 472 482 Z6: 536 Z2a: 597

A Z11b: 10

B Z11b: 5 7.5 10 Z5: 50

Polygonum bistorta-Typ – Schlangenknoeterich

D Z7b?: 20

E Z13: 139.5 Z12: 154 Z8: 313.5 Z7b: 324.5 Z5: 560.5

A Z11b: 70

B Z11b: 7.5 Z6: 35 Z4: 57.5

Polygonum persicaria-Typ – Flohknöterich

D Z7a: 24

Polypodium – Tüpfelfarn

D Z7b?: 10 Z7a: 55 Z5/6: 75 Z4: 85 93 Z5: 89 Z3: 106 108 Z2b: 116 122 Z2a: 128 138 142 146 150 156

E Z12: 154 Z7b: 360 395 402 Z7a: 459.5 477 482 488 Z6: 504.5 536 538 542 544.5 547 552 Z5: 560.5 Z4: 567 572 Z2a: 597

A Z11b: 70 Z6: 94 Z4: 112.5 115 Z3: 117.5 120 122.5 Z2b: 127.5 130 132.5 137.5 140 142.5

B Z6: 35 42.5 Z5: 52.5 Z4: 55 Z2b: 65 72.5 74 Z2a: 77.5 84

Populus – Pappel

E Z6: 509.5 532

Potamogeton – Laichkraut

D Z7a: 24 Z3: 102

E Z7a: 462 479.5 Z6: 536 Z5: 562

A Z2b: 130 140

B Z5: 47.5 Z4: 57.5

Primulaceae – Primelgewächse

D Z2a: 138

Prunus – Kirsche, Pflaume, Schlehe

D Z7b?: 22 Z3: 98 106 Z2b: 112 124

E Z7b: 335 402 Z6: 522 524.5 527 529.5 536 547 549.5 Z5: 565 Z3: 582

Pulmonaria – Lungenkraut

D Z2a: 148

E Z7b: 321.5 380 Z7a: 457 474.5 Z6: 512 Z5: 559.5

A Z5: 102.5

B Z11b: 0

Quercus – Eiche

E Z13: 140.5 Z10b: 270 Z9: 308.5 Z8: 309.5

Radiola – Zwergflachs

E Z2a: 592

Ranunculaceae p.p. – Hahnenfußgewächse

D Z2b: 124

E Z13: 140.5 Z7a: 441.5 Z6: 514.5 524.5 527 536

A Z11b: 80 90 Z4: 115 Z3: 117.5 120 122.5 125 Z2b: 127.5 130 137.5

B Z11b: 7.5 Z2b: 70 72.5

Ranunculus acer-Typ – Scharfer Hahnenfuß

D Z7b?: 22 Z7a: 24

E Z11b: 211 216 Z8: 311.5 317.5 319.5 Z7b: 321.5 322.5 324.5 345 375 Z7a: 412 454.5 457 459.5 474.5 Z6: 492 497 504.5 509.5 517 519.5 524.5 532 534.5 538 539.5 547 Z2a: 592 597

A Z11b: 50 92 Z3: 125 Z2b: 132.5

B Z11b: 0 Z6: 35 40 45 Z5: 50 Z2b: 72.5 75

Ranunculaceae-Anemone-Typ – Windröschen

D Z7a: 40 Z5/6: 75 Z4: 85 92 Z2b: 124

E Z13: 139.5 140.5 Z9: 308.5 Z6: 517 522 527 539.5 552 Z5: 559.5 560.5 Z2b: 584.5

A Z11b: 60 Z5: 96 98 100 102.5 105 107.5 Z4: 112.5 115 Z3: 117.5 Z2b: 137.5 140

B Z11b: 5 7.5 Z6: 35 45 Z5: 50 Z2b: 65 67.5 72.5 75

Rhamnus cathartica-Typ – Purgier-Kreuzdorn

E Z7b: 330

Ribes p.p. – Stachel- und Johannisbeere

E Z7b: 321.5 341 370 375 Z7a: 457 472 477

Ribes uva-crispa – Stachelbeere

E Z7b: 341

Rosaceae/Pomoideae – Rosengewächse/Apfelartige

D Z5/6: 81 Z2b: 114 116 122

E Z7b: 330 360 375 390 402 Z7a: 417 422 427 Z6: 532 536 544.5 549.5 557 Z5: 560.5 574.5

Rosaceae/Potentilla-Typ – Rosengewächse/Fingerkraut

D Z5/6: 65 Z5: 89 Z2a: 132 142 152

E Z11b: 206 211 Z10b: 275 Z8: 309.5 Z7b: 345 386 Z7a: 407 432 457 469.5 489.5 Z6: 494.5 499.5 519.5 522 524.5 536 538 542 544.5 547 554.5 Z4: 569.5 572 Z3: 582

A Z11b: 0 Z5: 98 100 105 107.5 Z4: 115 Z3: 117.5 Z2b: 127.5 130 132.5 135 137.5

B Z6: 35 40 Z5: 47.5 Z2b: 72.5 75 Z2a: 81.5

Rosaceae p.p. – Rosengewächse

D Z7b?: 20 Z7a: 40 45 55 Z4: 85

E Z8: 311.5 Z7b: 324.5 395 Z7a: 412 462 467 474.5 Z6: 507 519.5 527 529.5 538 552 Z5: 559.5 Z4: 567 569.5 577 579.5 Z2b: 584.5

A Z11b: 60 70 Z5: 96 98 102.5 107.5 Z4: 112.5 Z3: 117.5 Z2b: 130 137.5

B Z11b: 10 Z6: 37.5 42.5 45 Z5: 47.5 52.5

Rosa-Typ – Rose

E Z7a: 432 427 Z6: 544.5 547 557

Rubiaceae – Rötengewächse

D Z7b?: 22 Z7a: 40 Z5/6: 65 71 Z5: 89 Z4: 93 Z3: 108 Z2b: 112 Z2a: 134

E Z7a: 412 452 462 469.5 472 Z6: 502 504.5 532 536 538 542

A Z5: 105 107.5 Z4: 110 120 122.5 Z2b: 127.5 130 137.5 147.5

B Z11b: 15 Z6: 37.5 45 Z5: 47.5 52.5 Z4: 57.5 Z2b: 65 75

Rubus-Typ – Himbeere, Brombeere, Steinbeere, Maltebeere

D Z7a: 40 Z5/6: 81 Z4: 92

E Z8: 317.5 Z7b: 345 354.5 360 Z7a: 427 Z6: 509.5 514.5 519.5 522 527 536 539.5 547 549.5 557 Z4: 577 Z3: 582

Rubus idaeus-Typ – Himbeere

D Z5/6: 71

E Z6: 532 552

Rumex p.p. – Ampfer

D Z2b: 116 Z2a: 152

E Z5: 559.5 Z4: 569.5 572

A Z11b: 40 Z2b: 127.5

B Z11b: 10 Z2b: 79

Rumex acetosa/acetosella – Großer/Kleiner Ampfer

D Z4: 85 Z2b: 118 Z2a: 128 134 152

E Z11b: 208.5 Z9: 307.5 Z7b: 330 Z7a: 407 477 488 Z6: 499.5 504.5 509.5 522 536

Sagittaria – Pfeilkraut

D Z7a: 40

E Z12: 176 Z7b: 350 354.5 370 Z7a: 407 417 422 484.5 488 Z6: 492 519.5 Z4: 567

A Z11b: 60 70 Z6: 94 Z3: 120 122.5 Z2b: 127.5 130 132.5

B Z11b: 5 10 Z6: 35 37.5 42.5 Z2b: 77.5



- Salix – Weide  
D Z7a: 30 Z5/6: 75 81 Z4: 93  
E Z11b: 211 Z8: 317.5 Z7b: 365 Z7a: 444.5 449.5 472 477  
Z6: 502 507 522 527 529.5 544.5 549.5 Z5: 559.5  
A Z11b: 90 Z5: 100 102.5 105 107.5 Z4: 110 Z2b: 132.5  
137.5 142.5  
B Z6: 45 Z5: 47.5 52.5 Z2b: 65 70 74 Z2a: 79 84
- Salvinia – Schwimmpflanze  
D Z7a: 30 Z4: 92 Z2b: 112 124 Z2a: 136  
E Z6: 517 538 Z5: 565 Z4: 577
- Salvinia/Azolla – Schwimmpflanze/Algenfarn  
D Z7a: 30 40 Z3: 98 Z2b: 122 124 Z2a: 126  
E Z2b: 584.5
- Sambucus nigra – Schwarzer Holunder  
D Z7a: 24 40 45 Z5/6: 81 Z4: 92 96 Z2a: 142  
E Z7b: 341 354.5 370 375 386 Z7a: 422 454.5 464.5 489.5  
Z6: 509.5 514.5 532
- Sanguisorba minor – Kleiner Wiesenknopf  
E Z11b: 213.5
- Sanguisorba officinalis – Großer Wiesenknopf  
E Z13: 140.5 Z11b: 206 Z8: 315.5 Z7b: 322.5 335 365 390  
402  
A Z11b: 60  
B Z2b: 75
- Scleranthus perennis – Ausdauernder Knäuel  
E Z6: 494.5
- Sorbus-Typ – Eberesche, Elsbeere, Mehlbeere, Vogelbeere  
E Z7b: 322.5 Z6: 509.5 519.5 527 534.5 536 Z4: 569.5
- Sphagnum – Torfmoos  
D Z4: 92 Z3: 106 Z2a: 146  
E Z7a: 427 Z6: 492 522 527 542 544.5 547 554.5 557 Z3:  
584.5 Z2b: 586  
A Z11b: 70 Z6: 94 Z5: 98 105 Z4: 115 Z3: 120 Z2b: 135  
137.5  
B Z6: 35 Z5: 52.5 Z2b: 70 72.5 75 Z2a: 77.5
- Stellaria holostea – Große Sternmiere  
D Z7b?: 22 Z7a: 24 40 Z5/6: 71 Z5: 87 Z4: 96 Z2a: 150  
152  
E Z8: 315.5 Z7b: 386 390 Z7a: 417 437 Z6: 492 494.5  
499.5 512 514.5 527 538 539.5 542 544.5 Z5: 559.5 Z2b:  
584.5 Z2a: 597
- Succisa – Teufelsabbiss  
A Z2b: 127.5  
B Z2b: 70
- Symphytum – Beinwell  
D Z5: 87  
E Z11b: 213.5 Z8: 317.5 Z7a: 427 467  
A Z3: 117.5  
B Z11b: 2.5
- Syringa sect. Ligustrina – Flieder  
D Z7b?: 10 Z7a: 55 Z4: 83 Z2b: 112 114 116 118 122 124  
Z2a: 136 150  
E Z7b: 390  
A Z3: 122.5 Z2b: 127.5 130 135 145  
B Z2b: 65 70 74 75 Z2a: 79
- Taxus – Eibe  
D Z7a: 45  
E Z7b: 390  
A Z5: 107.5  
B Z5: 50 Z2b: 65 72.5
- Thalictrum – Wiesenraute  
D Z7b?: 10 20 Z7a: 24 40 Z5/6: 71 Z2b: 124  
E Z11b: 208.5 216 Z9: 302.5 Z8: 313.5 Z7b: 322.5 324.5  
330 335 341 350 354.5 370 380 402 Z7a: 444.5 464.5  
Z2a: 592  
A Z2b: 127.5 135  
B Z11b: 5 Z4: 57.5 Z2b: 72.5 Z2a: 77.5 84 Z1: 86.5
- Thelypteris palustris-Typ – Sumpflappenfarn  
D Z4: 93 Z3: 106 108 Z2b: 116  
E Z5: 565 Z4: 567 569.5 574.5 577 579.5
- Tilia cordata-Typ – Winterlinde  
D Z7a: 40 Z5: 89 Z4: 92 93 Z2b: 112 124  
E Z11b: 211 213.5 216 Z7a: 482 Z6: 492 497 522 527 538  
544.5 549.5 554.5 Z5: 562 Z4: 567 Z2b: 586  
A Z11b: 20 80 Z5: 102.5 105 Z4: 110 115 Z3: 117.5 Z2b:  
135 137.5 140 145  
B Z6: 45 Z5: 47.5 Z2b: 72.5 74 75 Z2a: 77.5 84
- Tilia platyphyllos-Typ – Sommerlinde  
D Z7b?: 22 Z3: 104 106 Z2b: 112 116  
E Z11b: 213.5 Z6: 557 Z2b: 584.5 586  
A Z6: 94 Z5: 98 102.5 105 107.5 Z4: 110 Z3: 125 Z2b:  
137.5  
B Z6: 37.5 40 Z2b: 65 70 72.5 Z2a: 76.5 81.5
- Tilia spec. – Linde  
D Z7a: 24 Z5/6: 71 Z4: 85  
E Z12: 154 Z7b: 350 Z6: 512 539.5 Z4: 569.5
- Trollius – Trollblume  
E Z9: 305 Z7b: 321.5 Z7b: 365 402 Z7a: 417 422  
A Z2b: 145
- Typha angustifolia/Sparganium-Typ – Schmalblättriger Rohrkolben/Igelkolben  
D Z4: 83  
E Z13: 139.5 Z8: 319.5 Z7b: 375 398 Z7a: 469.5 484.5  
A Z5: 110 115 Z4: 117.5
- Typha latifolia-Typ – Breitblättriger Rohrkolben  
D Z7b?: 20 Z5/6: 71 Z4: 83 85 92 Z3: 98 Z2a: 126 138 142  
E Z10b: 270 Z7b: 386 390 402 Z7a: 407 432 452 464.5 Z6:  
494.5 517 524.5 529.5 534.5 539.5 544.5 547 Z5: 559.5  
Z4: 572 574.5 579.5  
A Z11b: 10 Z5: 98 100 102.5 Z2b: 137.5 142.5 147.5  
B Z11b: 15 Z6: 32.5 35 42.5 Z5: 52.5 Z4: 55
- Ulmus/Zelkova-Typ – Ulme/Zelkove  
E Z10b: 275 Z9: 308.5  
B Z11b: 12.5
- Urtica – Brennnessel  
D Z4: 91 Z3: 98 Z2a: 136  
A Z2b: 130 137.5  
B Z6: 37.5 Z2a: 81.5 84
- Utricularia – Wasserschlauch  
D Z7a: 24  
E Z11b: 208.5 213.5 Z9: 305
- Vaccinium-Typ – Beerensträucher  
D Z7a: 24 40 45 55 Z5/6: 75 Z4: 91  
E Z13: 139.5 Z8: 311.5 313.5 Z7a: 417 427 Z6: 492 507  
Z5: 559.5 562
- Valeriana officinalis-Typ – Arznei-Baldrian  
D Z7a: 24 40 45  
E Z11b: 208.5 Z8: 315.5 Z7b: 322.5 341 386 Z7a: 432 467  
469.5 479.5
- Viburnum lantana – Wolliger Schneeball  
D Z7b?: 10  
E Z7b: 324.5
- Viburnum opulus – Gemeiner Schneeball  
B Z2a: 84
- Viscum – Mistel  
D Z7b?: 22 Z7a: 30 Z5/6: 71 81 Z5: 87 89 Z4: 92 96 Z3:  
106 108 Z2b: 118 124 Z2a: 126 132 134 136 142 148 150  
E Z7b: 365 386 Z7a: 412 417 432 479.5 482 Z6: 494.5 497



504.5 507 514.5 517 519.5 524.5 527 529.5 542 547 557	D Z2a: 134 136 156
Z5: 559.5 Z4: 569.5 572	E Z2b: 584.5
A Z5: 102.5 Z2b: 127.5 130 132.5 140 142.5	Parthenocissus – Wilder Wein
B Z6: 37.5 40 42.5 Z5: 50 Z4: 57.5 Z2b: 67.5 70 74 75 Z2a:	D Z2b: 112
77.5	A Z2b: 130
Vitis – Weinrebe	Pinus haploxylon-Typ – Kiefer
D Z4: 85 92 Z3: 104 108 Z2a: 150	D Z2a: 132 136
E Z6: 507	Polypodiaceosporites
B Z2b: 75	D Z2b: 118 Z2b: 148 154
	E Z7b: 398 Z7a: 479.5 Z6: 509.5 512 Z2b: 584.5 Z2a: 597
	A Z2b: 135
	B Z2b: 75
Tertiärelemente	Sapotaceae – Breiapfelgewächse
Aglaoreidia	D Z2a: 144 152
D Z2a: 132 134	Symplocos-Typ – Rechenblume
E Z2b: 586	A Z2b: 147.5
Cicatricosisporites dorogensis	Triatriopollenites coryphaeus/Engelhardtia
D Z2a: 126 150 152	D Z5: 87 Z2a: 126 142 150
E Z2b: 584.5	Triatriopollenites cf. myricoides
Elaeagnus-Typ – Ölweide	E Z2b: 586
D Z2a: 148	Triatriopollenites spec.
Milfordia incerta-Typ	D Z2a: 126
D Z2b: 114 Z2a: 146 150	Trilete Farnsporen, z.T. Laevigatosporites spec.
Milfordia hungarica-Typ	D Z2b: 114 Z2a: 126 132 134 136
D Z2b: 114 118 Z2a: 134	E Z7b: 335 Z7a: 407 437 459.5 474.5 Z6: 497 532 536 538
Monocolpollenites tranquillus (cf. Palmae)	Z4: 572 Z2b: 586
D Z2a: 132 136 142	
Nyssa – Tupelobaum	



## 10. LITERATURVERZEICHNIS

- Aalto, M. 1970: Potamogetonaceae fruits. I. Recent and subfossil endocarps of the fennoscandian species. *Acta Bot. Fenn.* 88, 1-85.
- Andersen, S. T. 1961: Vegetation and its environment in Denmark in the Early Weichselian Glacial (last glacial). *Danm. Geol. Unders.* II. R. 75.
- 1965: Interglacialer og interstadialer i Danmarks Kvartaer. *Medd. Dansk Geol. Forening* 15, 486-506.
- 1969: Interglacial vegetation and soil development. *Medd. Dansk Geol. Forening* 19, 90-102.
- Averdieck, F. R. u. Brelie, G. v. d. 1963: Neue Beiträge zur pollenanalytischen Untersuchung des Interglazials von Bilshausen (Unter-Eichsfeld). *Geol. Jb.* 80, 437-446.
- Bastin, B. 1968: Pflanzeogeographische Probleme der offenen Vegetation Europas während der letzten Eiszeit. *Ber. dt. bot. Ges.* 80, 697-704.
- 1969: Premiers résultats de l'analyse pollinique des loess en Belgique. *Bull. Ass. franç. pour l'étude du Quaternaire* 1, 3-11.
- Beaulieu, J. L. de u. Reille, M. 1984: A long upper pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas* 13, 111-132.
- Becker, U. 1990: Paläomagnetische Untersuchungen am Tönchesberg, Mittelrhein. In: W. Schirmer (Hrsg.), *Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer* 1, 57-59 (Hannover).
- Becker, U., Boenigk, W. u. Hentzsch, B. 1989: Reverse Magnetisierung in den frühwürmzeitlichen Deckschichten am Tönchesberg/Osteifel. *Mainzer Naturw. Arch.* 27, 1-22.
- Behre, K.-E. 1962: Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen an letztinterglazialen Kieselgurlagern der Lüneburger Heide. *Flora* 152, 325-370.
- Behre, K.-E. u. Lade, U. 1986: Eine Folge von Eem und 4 Weichsel-Interstadialen in Oerel/Niedersachsen und ihr Vegetationsablauf. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 36, 11-36.
- Beijerinck, W. 1947: Zadenatlas der Nederlandse Flora (Wageningen).
- Benda, L. u. Meyer, K. D. 1973: Das Holstein-Interglazial von Breetze bei Bleckede/Elbe. *Geol. Jb.* A9, 21-40.
- Berggren, G. 1969: Atlas of seeds and small fruits of north-west-european plant species with morphological descriptions. Part 2, Cyperaceae (Stockholm).
- 1981: Atlas of seeds. Part 3, Salicaceae (Stockholm).
- Bertsch, K. 1941: Früchte und Samen. *Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung*, Bd. 1 (Stuttgart).
- Beug, H.-J. 1957: Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Rhön). *Flora* 145, 167-211.
- 1961: Leitfaden der Pollenbestimmung, Lieferung 1 (Stuttgart).
- Bibus, E. 1974: Abtragungs- und Bodenbildungsphasen im Rißlöß. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 25, 166-182.
- Bittmann, F. 1988: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über das Pleistozän im Neuwieder Becken. Unveröff. Diplomarbeit Univ. Göttingen.
- 1990a: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen am Tönchesberg. In: W. Schirmer (Hrsg.), *Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer* 1, 53-55 (Hannover).
- 1990b: Neue biostratigraphische Korrelierung des Kärlicher Interglazials (Neuwieder Becken/Mittelrhein). In: W. Schirmer (Hrsg.), *Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer* 1, 67-70.
- 1990c: Pollen und pflanzliche Makroreste aus Kärlich. In: *Lößstratigraphie und Ökologie im Alt- und Mittelpaläolithikum Eurasiens. Symp. im Forschungsbereich Altsteinzeit des RGZM, Monrepos (Neuwied). Vortragskurzfasungen* 15-17.
- Bittmann, F. u. Müller, H. (in Druck): The Kärlich Interglacial site and its correlation with the Bilshausen sequence. *Proc. INQUA Subcomm. on European Quaternary Stratigraphy, Cromer-Symp.* 1990 (Norwich).
- Boenigk, W., Heye, D., Schirmer, W. u. Brunnacker, K. 1974: Paläomagnetische Messungen an vielgliedrigen Quartärprofilen (Kärlich/Mittelrhein und Bad Soden im Taunus). *Mainzer Naturw. Arch.* 12, 159-168.
- Bogaard, C. v. d., Bogaard, P. v. d. u. Schmincke, H.-U. 1989: Quartärgeologisch-tephrostratigraphische Neuaufnahme und Interpretation des Pleistozänprofils Kärlich. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 39, 62-86.
- Bogaard, P. v. d. u. Schmincke, H.-U. 1990: Die Entwicklungsgeschichte des Mittelrheinraumes und die Eruptionsgeschichte des Osteifel-Vulkanfeldes. In: Schirmer, W. (Hrsg.), *Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer* 1, 166-190 (Hannover).
- Boscheinen, J., Bosinski, G., Brunnacker, K., Koch, U., v. Kolfschoten, Th., Turner, E. u. Urban, B. 1984: Ein altpaläolithischer Fundplatz bei Miesenheim, Kreis Mayen-Koblenz/Neuwieder Becken. *Arch. Korbl.* 14, 1-16.



- Bosinski, G. 1983: Eiszeitjäger im Neuwieder Becken (Koblenz).
- 1987: Führer durch die Sonderausstellung im Museum für Archäologie des Eiszeitalters Schloß Monrepos. Förderkreis des Forschungsbereichs Altsteinzeit (Hrsg.).
- 1990: Stratigraphie des Paläolithikums am Rhein. In: Lößstratigraphie und Ökologie im Alt- und Mittelpaläolithikum Eurasiens. Symp. im Forsch.bereich Altsteinzeit des RGZM, Monrepos (Neuwied). Vortragskurzfassungen, 1-2.
- 1992: Eiszeitjäger im Neuwieder Becken, 3. Aufl. (Koblenz).
- Bosinski, G., Brunnacker, K., Lanser, K. P., Stephan, S., Urban, B. u. Würges, K. 1980: Altpaläolithische Funde von Kärlich, Kreis Mayen-Koblenz (Neuwieder Becken). Arch. Korrb. 10, 295-314.
- Bosinski, G., Brunnacker, K. u. Turner, E. 1983: Ein Siedlungsbefund des frühen Mittelpaläolithikums von Ariendorf, Kr. Neuwied. Arch. Korrb. 13, 157-169.
- Bosinski, G., Kröger, K., Schäfer, J. u. Turner, E. 1986: Altsteinzeitliche Siedlungsplätze auf den Osteifel-Vulkanen. Jb. Röm.-Germ. Zentralm. Mainz 33, 97-130.
- Brelie, G. v.d. 1955: Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwest-Deutschland. 2. Die Pollenstratigraphie im jüngeren Pleistozän. Eiszeitalter u. Gegenwart 6, 25-38.
- Brelie, G. v.d., Kilpper, K. u. Teichmüller, R. 1959: Das Pleistozän-Profil von Frimmersdorf. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. 4, 179-196.
- Brouwer, W. u. Stählin, A. 1955: Handbuch der Samenkunde für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft, mit einem Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten landwirtschaftlichen Samen (Frankfurt a. M.).
- Brunnacker, K. 1966: Das Profil 'Westwand' der Ziegelei-grube Dreesen in Rheindahlen. In: G. Bosinski, Der paläolithische Fundplatz Rheindahlen, Ziegelei Dreesen-Westwand. Bonner Jb. 166, 344-356.
- 1968: Das Quartärprofil von Kärlich/Neuwieder Becken. Geol. en Mijnbouw 47, 206-208.
- 1971: Beiträge zur Stratigraphie des Quartär-Profiles von Kärlich am Mittelrhein. Mainzer Naturw. Arch. 10, 77-100.
- 1975a: Der stratigraphische Hintergrund von Klimaentwicklung und Morphogenese ab dem höheren Pliozän im westlichen Mitteleuropa. Z. Geomorph. N.F. Suppl. Bd. 23, 82-106.
- 1975b: The Mid-Pleistocene of the Rhine-Basin. In: K. Butzer u. G. L. Isaac (Hrsg.), After the Australopithecines 189-224 (The Hague).
- 1986: Das jüngere Mittelpleistozän im Alpenvorland und am Rhein. INQUA Subcommission on European Quaternary Stratigraphy, Symposium 1986 Hamburg. Abstracts, 3-4.
- Brunnacker, K. u. Boenigk, W. 1976: Über den Stand der paläomagnetischen Untersuchung im Pliozän und Pleistozän der Bundesrepublik Deutschland. Eiszeitalter u. Gegenwart 27, 1-17.
- Brunnacker, K., Bosinski, G. u. Windheuser, H. 1979: Bims-tuffe als Leithorizonte im Quartär am Mittelrhein. Mainzer Naturw. Arch. 17, 13-28.
- Brunnacker, K., Löhr, H. Boenigk, W., Puissegur, J.J. u. Poplin, F. 1975: Quartär-Aufschlüsse bei Ariendorf am unteren Mittelrhein. Mainzer Naturw. Arch. 14, 93-141.
- Brunnacker, K., Razi Rad, M., Lozek, V. u. Poplin, F. 1974: Das Interglazial von Leutesdorf, unterer Mittelrhein. Mainzer Naturw. Arch. 13, 197-212.
- Brunnacker, K., Streit, R. u. Schirmer, W. 1969: Der Aufbau des Quartär-Profiles von Kärlich/Neuwieder Becken (Mittelrhein). Mainzer Naturw. Arch. 8, 102-133.
- Brunnacker, K., Würges, K. u. Urban, B. 1980: Kärlich (Terrassenschotter mit Lößdeckschichten). In: Tagung der DEUQUA, Aachen 1980. Führer zur Exkursion 1: Mittel- und Niederrhein, 79-86.
- Cepek, A. G. 1965: Zur Gliederung des Mittelpleistozäns im nordostdeutschen Flachland (Zusammenfass.). Eiszeitalter u. Gegenwart 16, 255.
- 1967: Stand und Probleme der Quartärstratigraphie im Nordteil der DDR. Ber. dt. Ges. geol. Wiss. -A- Geol. Paläont. 12, 375-404.
- Cepek, A. G., Diebel, K. u. Erd, K. 1975: Zur Stratigraphie der warmzeitlichen Schichten von Röpersdorf bei Prenzlau. Wiss. Z. Ernst-Moritz-Arndt-Univ. Greifswald 24, math.-nat.wiss. R., 199-200.
- Cepek, A. G. u. Erd, K. 1975: Das Holstein-Interglazial im Raum Neuruppin – ein neues pollenstratigraphisches Richtprofil und seine quartärgeologische Bedeutung. Z. geol. Wiss. Berlin 3, 1151-1178.
- Cepek, A. G., Erd, K. u. Zirner, R. 1981: Drei Interglaziale in einer mittel- bis jungpleistozänen Schichtenfolge östlich von Berlin. Z. f. angew. Geol. 27, 397-405.
- Chanda, S. 1962a: On the pollen morphology of some Scandinavian Caryophyllaceae. Grana Palynologica 3, 67-89.
- 1962b: Untersuchungen zur pliozänen und pleistozänen Floren- und Vegetationsgeschichte im Leinetal und im südwestlichen Harzvorland (Untereichsfeld). Geol. Jb. 79, 783-844.
- Conard, N.J. 1990a: Tönchesberg and its place in the paleolithic prehistory of Northern Europe. Doctoral Dissertation, Yale University.



- 1990b: The paleolithic finds from Tönchesberg. In: Schirmer, W. (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 46-49 (Hannover).
- De Ridder, N. A. u. Zagwijn, W. H. 1962: A mixed Rhine-Meuse deposit of Holsteinian age from the south-eastern part of the Netherlands. *Geol. en Mijnbouw* 41, 125-130.
- Dücker, A. 1969: Der Ablauf der Holstein-Warmzeit in Westholstein. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 20, 46-57.
- Ehlers, J., Meyer, K.-D. u. Stephan, H.-J. 1984: Pre-Weichselian glaciations of North-West-Europe. *Quaternary Sci. Rev.* 3.
- Eide, F. 1981: Key for Northwest European Rosaceae pollen. *Grana* 20, 101-118.
- Eissmann, L. 1990: Das mitteleuropäische Umfeld der Eemvorkommen des Saale-Elbe-Gebietes und Schlußfolgerungen zur Stratigraphie des jüngeren Quartärs. In: L. Eissmann (Hrsg.), Die Eemwarmzeit und die frühe Weichselzeit im Saale-Elbe-Gebiet: Geologie, Paläontologie, Palökologie. *Altenbg. nat. wiss. Forsch.* 5, 11-48.
- Eissmann, L., Litt, Th., Weber, Th., Hentschel, D., Wimmer, R. u. Wansa, S. 1988: Bemerkenswerte Eemvorkommen in glaziären Becken der Saaleeiszeit südlich der »Warthe-Linie« im Raum Halle-Leipzig. *Z. Geol. Wiss.*, Berlin 16, 543-555.
- Ellenberg, H. 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 3. Aufl. (Stuttgart).
- Engler, A. 1954: Syllabus der Pflanzenfamilien. 12. Aufl., bearb. v. H. Melchior, u. E. Werder-Mann, Bd. 1, Bakterien bis Gymnospermen (Berlin).
- 1964: Syllabus der Pflanzenfamilien. 12. Aufl., bearb. v. H. Melchior, Bd. 2, Angiospermen (Berlin).
- Erd, K. 1965a: Pollenanalytische Untersuchungen im Altpleistozän von Voigtstedt in Thüringen. *Paläont. Abh.* 2, 259-272.
- 1965b: Pollenanalytische Gliederung des mittelpleistozänen Richtprofils Pritzwalk/Prignitz. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 16, 252-253 (Zusammenfass.).
- 1969: Das Holstein-Interglazial von Granzin bei Hagenow (Südwestmecklenburg). *Geologie* 18, 590-599.
- 1973: Vegetationsentwicklung und Biostratigraphie der Dömnitz-Warmzeit (Fuhne/Saale 1) im Profil von Pritzwalk/Prignitz. *Abh. zentr. geol. Inst.* 18, 9-48.
- 1978: Pollenstratigraphie im Gebiet der skandinavischen Vereisungen. *Schriftenr. geol. Wiss.* 9, 99-119.
- 1987: Die Uecker-Warmzeit von Röpersdorf bei Prenzlau als neuer Interglazialtyp im Saale-Komplex der DDR. *Z. geol. Wiss.* 15, 297-313.
- Erd, K. u. Müller, A. 1977: Die Pleistozänprofile Prellheide und Wildschütz, Bezirk Leipzig, mit vollständigem Holstein-Interglazial. *Z. geol. Wiss.* 5, 745-765.
- Erd, K., Palme, H. u. Präger, F. 1987: Holsteininterglaziale Ablagerungen von Rossendorf bei Dresden. *Z. geol. Wiss.* 15, 281-295.
- Erdtmann, G. 1952: Pollen morphology and plant taxonomy (Uppsala).
- 1960: On three new genera from the Lower Headon Beds, Berkshire. *Bot. Notiser* 113.
- Fægri, K. u. Iversen, J. 1975: Textbook of Pollen Analysis. 3rd Ed. (Kopenhagen).
- 1989: Textbook of Pollen Analysis. 4th Ed. Chichester etc.
- Felix-Henningsen, P. 1983: Palaeosols and their stratigraphical interpretation. In: J. Ehlers (Hrsg.), Glacial deposits in North-West Europe, 289-295 (Rotterdam).
- Fitschen, J. 1977: Gehölzflora. 7. Aufl. (Heidelberg).
- Frahm, J.-P. u. Frey, W. 1983: Moosflora (Stuttgart).
- Frechen, J. 1959: Die basaltischen »Ausbläser« von Kärlich (Neuwieder Becken) und die Verbreitung ihrer Tuffe. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 4, 301-312.
- 1976: Siebengebirge am Rhein – Laacher Vulkangebiet Maargebiet der Westeifel. Vulkanologisch-petrographische Exkursionen. Sammlung geol. Führer 56 (Berlin).
- Frechen, J. u. Boom, G. v. d. 1959: Die sedimentpetrographische Horizontierung der pleistozänen Terrassenschotter im Mittelrheingebiet. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 4, 89-125.
- Frechen, J. u. Lippolt, J. 1965: K/Ar-Daten zum Alter des Laacher Vulkanismus, der Rheinterrassen und der Eiszeiten. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 16, 5-30.
- Frechen, J. u. Rosauer, E. A. 1959: Aufbau und Gliederung des Würm-Löß-Profiles von Kärlich im Neuwieder Becken. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 4, 267-282.
- Frechen, M. 1990: TL-Datierungen von Ariendorf. In: W. Schirmer (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 114-117 (Hannover).
- 1991: Thermolumineszenz-Datierungen an Lössen des Mittelrheingebiets. *Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln* 79.
- Frenzel, B. 1964: Zur Pollenanalyse von Lössen. Untersuchungen der Lößprofile von Oberfellabrunn und Stillfried (Niederösterreich). *Eiszeitalter u. Gegenwart* 15, 5-39.
- 1973: On the Pleistocene vegetation history. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 23/24, 321-332.
- Fuhrmann, U. 1983: Kalium-Argon-Untersuchungen an neo-



- genen Vulkaniten des Rheinischen Schildes. Inaug.-Diss. Univ. Heidelberg.
- Gibbard, P. L., West, R. G., Zagwijn, W. H., Balson, P. S., Burger, A. W., Finnell, B. M., Jeffery, D. H., de Jong, J., v. Kolfschoten, Th., Lister, A. M., Meijer, T., Norton, P. E. P., Preece, R. C., Rose, J., Stuart, A. J., Whiteman, C. A. u. Zalasiewicz, J. A. 1991: Early and early middle Pleistocene correlations in the Southern North Sea basin. *Quaternary Sci. Rev.* 10, 23-52.
- Goedeke, R., Grüger, E. u. Beug, H.-J. 1966: Zur Frage der Zahl der Eiszeiten im Norddeutschen Tiefland. *Nachr. Akad. Wiss. Göttingen. II. Math.-Phys. Kl.* Nr. 15.
- Greguss, P. 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen (Budapest).
- 1959: Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher (Budapest).
- Grichuk, W. P. 1961: Iskopaemye flory kak paleontologiceskaja osnova stratigrafii cetverticnych otlozenij (Fossil floras as the paleontological basis for the stratigraphy of Quaternary deposits). In: *Rel'ef i stratigrafija cetverticnych otlozenij severozapada Russkoj ravniny* (Relief and Stratigraphy of Quaternary deposits in the North-West of the Russian Plain). Akademiiia nauk SSSR k VI Kongr. v Var-save, 25-71.
- 1984: Late Pleistocene vegetation history. In: A. A. Velichko (Hrsg.), *Late Quaternary environments of the Soviet Union*, 155-178. Univ. of Minnesota Press.
- Grosse-Brauckmann, G. 1974: Über pflanzliche Makro-fossilien mitteleuropäischer Torfe. II. Weitere Reste (Früchte und Samen, Moose u. a.) und ihre Bestimmungsmöglichkeiten. *Telma* 4, 51-117.
- Grüger, E. 1967: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an cromerzeitlichen Ablagerungen im nördlichen Randgebiet der deutschen Mittelgebirge. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 18, 204-235.
- 1979: Spätriß, Riß/Würm und Frühwürm am Samerberg in Oberbayern – ein vegetationsgeschichtlicher Beitrag zur Gliederung des Jungpleistozäns. *Geol. Bavar.* 80, 5-64.
- 1983: Untersuchungen zur Gliederung und Vegetationsgeschichte des Mittelpleistozäns in Oberbayern. *Geol. Bavar.* 84, 21-40.
- Haesaerts, P. 1990: Stratigraphical approach to the Pleistocene deposits of the Schneider quarry at Ariendorf (Middle Rhine, Germany). In: W. Schirmer (Hrsg.), *Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer* 1, 112-114 (Hannover).
- Hahne, J. u. Mengeling, H. (in Druck): Die »Hunteburg-Warmzeit« (Cromer-Komplex) von Hunteburg bei Osnabrück. *Geol. Jb.*
- Hahne, J., Merkt, J. u. Meyer, K.-D. (in Druck): Eem-, weichsel- und saalezeitliche Ablagerungen der Bohrung »Quakenbrück GE 2«. *Geol. Jb.*
- Hallik, R. 1960: Die Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit in Nordwest-Deutschland und die Altersstellung der Kieselgurlager der südlichen Lüneburger Heide. *Z. deutsch. geol. Ges.* 112, 326-333.
- Hedberg, O. 1946: Pollen morphology in the genus *Polygonum* L. s.lat. and its taxonomical significance. *Svensk Bot. Tidskr.* 40, 371-404.
- Hentzsch, B. 1990: Die Mittelterrasse bei Ariendorf. In: W. Schirmer (Hrsg.), *Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer* 1, 110-111 (Hannover).
- Herter, G. 1985: Palynologische Untersuchungen der Pliozän/Pleistozänen Grenzschichten und eines (? Prä-elsterzeitlichen) Interglazials im Horloff-Graben/Wetterau. *Palaeontographica Abt. B*, 195, 1-128.
- Horvat, I., Glavac, V. u. Ellenberg, H. 1974: Vegetation Südosteuropas (Jena).
- Imbrie, J., Hays, J. D., Martinson, D. G., McIntyre, A., Mix, A. C., Morely, J. J., Pisias, N. G., Prell, W. L. u. Shackleton, N. J. 1984: The orbital theory of pleistocene climate: Support from a revised chronology of the marine  $\delta\text{-O}^{18}$  record. In: A. Berger, J. Imbrie, J. D. Hays, G. Kukla u. B. Saltzman, *Milankovitch and climate, part I*, NATO Adv. Study Inst., Ser. C, 269-305 (Dordrecht).
- Iversen, J. 1944: *Viscum*, *Hedera* and *Ilex* as climate indicators. *Geol. Fören. Stockh. Förh.* 66, 463-483.
- Iversen, J. u. Troels-Smith, J. 1950: Pollenmorfologiske definitioner og typer. *Danm. Geol. Unders. IV. Raekke. Bd. 3.*
- Jessen, K. 1949: Studies in late quaternary deposits and flora history of Ireland. *Proc. Roy. Irish Acad.* 52, Sect. B., Nr. 6, 85-290.
- 1955: Key to subfossil *Potamogeton*. *Bot. Tidskr.* 52, 1-7.
- Jung, W., Beug, H.-J. u. Dehm, R. 1972: Das Riß-Würm-Interglazial von Zeifen, Landkr. Laufen a.d. Salzach. *Bayer. Akad. d. Wissensch., Mat.-Nat. Kl., Abh., N.F.* 151.
- Junkmanns, J. 1989: Die Steinartefakte von Achenheim in der Sammlung Paul Wernert. Unveröff. Magisterarbeit Univ. Köln.
- 1990: Die Steinartefakte von Achenheim aus der Sammlung Paul Wernert (F-Straßburg). In: *Lößstratigraphie und Ökologie im Alt- und Mittelpaläolithikum Eurasiens. Symp. im Forsch.bereich Altsteinzeit des RGZM, Monrepos* (Neuwied). *Vortragskurzfassungen*, 55-62.
- Katz, N. J., Katz, S. V. u. Kipiani, M. G. 1965: Atlas and keys to fruits and seeds occurring in the quaternary deposits of the USSR (Moskau).
- Kempf, E. 1967: *Ilyocypris schwarzbachii* n.sp. (Crustacea,



- Ostrakoda) und ein vorläufiges Ostrakoden-Diagramm aus dem pleistozänen Löß von Kärlich (Neuwieder Becken). Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln 13, 65-79.
- Kempf, K. E. 1966: Das Holstein-Interglazial von Tönisberg im Rahmen des niederrheinischen Pleistozäns. Eiszeitalter u. Gegenwart 17, 5-70.
- Klostermann, J. u. Paas, W. 1990: Saale-Kaltzeit, Weichsel-Kaltzeit und Holozän im Niederrheinischen Tiefland. In: W. Schirmer (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 191-213 (Hannover).
- Koci, A. u. Sibrava, V. 1976: The Brunhes-Matuyama boundary at Central European localities. Report 3, IGCP 73/1/24, 135-160.
- Koenigswald, W. v. (Hrsg.) 1989: Tertiär und Pleistozän im Siebengebirge und Neuwieder Becken (Rott und Kärlich). Exk.führer 59. Jahrestag. Paläont. Ges. Bonn.
- Koenigswald, W. v. u. Kolfschoten, Th. v. 1990: The Significance of *Arvicola* in the European Pleistocene. INQUA Subcomm. on European Stratigraphy. Cromer Symp. 1990 (Norwich). Abstracts, 19-20.
- in Druck: The *Mimomys-Arvicola* boundary and the enamel thickness quotient (SDQ) of *Arvicola* as stratigraphic markers in the Middle Pleistocene. Proc. INQUA Subcomm. on European Quaternary Stratigraphy. Cromer Symp. 1990 (Norwich).
- Körber-Grohne, U. 1964: Bestimmungsschlüssel für subfossile *Juncus*-Samen und Gramineen-Früchte. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 7.
- Kolfschoten, Th. v. 1990a: The evolution of the mammal fauna in the Netherlands and the Middle Rhine Area (Western Germany) during the Late Middle Pleistocene. Meded. rijks geol. dienst 43, 3-69.
- 1990b: Die Kleinsäuger von Tönchesberg 2. In: W. Schirmer (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 52 (Hannover).
- Kolumbe, E. 1963: Die interglazialen und interstadialen Ablagerungen von Steinbach bei Baden-Baden. Oberrhein. geol. Abh. 12, 25-43.
- Kondratien, O. 1973: O tipach pyl'cevykh diagramm mjarinskogo (mikulinskogo, riss-vjurmnskogo) mezlednikov'ja Litvy i vopros ich odnovozrastnosti. In: Palinologija plejstocena i pliocena. Izdat. Nauka, 44-48 (Moskva).
- Kopp, E. u. Woldstedt, P. 1965: Über den Charakter der Wärmezeit zwischen Drenthe- und Warthe-Stadial in Norddeutschland. Eiszeitalter u. Gegenwart 16, 37-46.
- Kröger, K. 1990: Die archäologischen Funde in der Tongrube Kärlich. In: W. Schirmer (Hrsg.): Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 75-80 (Hannover).
- Krutzsch, W. 1962-70: Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas (Jena).
- Landwehr, J. 1984: Nieuwe Atlas Nederlandse Bladmossen. (Zutphen).
- Lang, G. 1967: Über die Geschichte von Pflanzengesellschaften auf Grund quartärbotanischer Untersuchungen. In: R. Tüxen (Hrsg.), Pflanzensoziologie und Palynologie. Bericht über das Internat. Sympos. in Stolzenau/Weser, 24-37 (Den Haag).
- Lavrenko, E. M. u. Socava, V. B. 1956: Rastitel'nyj pokrov SSSR. Geobot. Karta SSSR, Bd. 1-2, 1-460; 467-971.
- Linke, G. 1986: Das Holstein im Raum Hamburg-Unterelbe unter besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse des Holstein-Forschungsprojektes des geologischen Landesamtes Hamburg. INQUA Subcomm. on European Quaternary Stratigraphy, Symposium Hamburg 1986, Abstracts, 17-18.
- Linke, G., Katzenberger, O. u. Grün, R. 1986: Description and ESR-dating of the Holsteinian interglaciation. Quaternary Sci. Rev. 4, 319-331.
- Lippolt, H. J., Fuhrmann, U. u. Hradetzky, H. 1986:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age determinations on sanidines of the Eifel volcanic field (Federal Republic of Germany): Constrains on age and duration of a Middle Pleistocene cold period. Chem. Geol. (Isotope Geosci. Sect.) 59, 187-204.
- Lüttig, G. u. Rein, U. 1954: Das Cromer- (Günz/Mindel-) Interglazial von Bilshausen (Unter-Eichsfeld). Geol. Jb. 70, 159-166.
- Mai, D. H. 1988: Einige exotische Gehölze in den Interglazialflore der Mitteleuropäischen Florenregion. Feddes Rep. 99, 419-461.
- 1990: Die Flora des Interglazials von Grabschütz (Kreis Delitzsch). In: Eissmann (Hrsg.), Die Eemwarmzeit und die frühe Weichseleiszeit im Saale-Elbe-Gebiet: Geologie, Paläontologie, Palökologie. Altenbg. nat.wiss. Forsch. 5, 116-137.
- Majewski, J. 1961: Pollenanalytische Untersuchungen der Kieselgur von Kliekau. Geologie 10, Beih. 32, 10-14.
- Mamakowa, K. 1976: Vegetation of the Eemian interglacial at Imbramowice near Wrocław, preliminary report. Acta Palaeobot. 17, 27-38.
- 1988: Pollen stratigraphy of the Eemian and adjoining glacial deposits based on continuous sequences in Poland. Bull. Polish Acad. Sci. Earth Sci. 36, 299-307.
- Martinson, G. G., Pisias, N. G., Hays, J. D., Imbrie, J., Moore, T. C. u. Shackleton, N. J. 1987: Age dating and the orbital theory of the Ice Age: Development of a high-resolution 0 to 300.000-year chronostratigraphy. Quaternary Research 27, 1-29.



- Menke, B. 1968: Beiträge zur Biostratigraphie des Mittelpleistozäns in Norddeutschland. *Meyniana* 18, 35-42.
- 1970: Ergebnisse der Pollenanalyse zur Pleistozän-Stratigraphie und zur Pliozän-Pleistozän-Grenze in Schleswig-Holstein. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 21, 5-21.
- 1976: Pliozäne und ältestquartäre Sporen- und Pollenflora von Schleswig-Holstein. *Geol. Jb. A* 32, 3-197.
- 1985: Eem-Interglazial und »Treene-Warmzeit« in Husum, Nordfriesland. *Geol. Jb. A* 86, 63-99.
- Menke, B. u. Behre, K.-E. 1973: History of vegetation and biostratigraphy. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 23/24, 251-267.
- Menke, B. u. Tynni, R. 1984: Das Eeminterglazial und das Frühweichselglazial von Redderstall/Dithmarschen und ihre Bedeutung für die mitteleuropäische Jungpleistozän-Gliederung. *Geol. Jb. A* 76, 3-120.
- Meusel, H., Jäger, E. u. Weinert, E. 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora (Jena).
- Meyer, W. 1986: Geologie der Eifel (Stuttgart).
- Miller, G. H. u. Mangerud, J. 1985: Aminostratigraphy of European marine interglacial deposits. *Quaternary Sci. Rev.* 4, 215-278.
- Moore, P. D. u. Webb, J. A. 1978: An illustrated guide to pollen analysis (London etc.).
- Mordziol, C. 1913: Geologische Wanderungen durch das Diluvium und Tertiär der Umgebung von Koblenz (Neuwieder Becken) (Braunschweig).
- 1929a: Rheinischer Vulkanschut-Lehrgang der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen. *Der Naturforscher* 6 (8), 299-305.
- 1929b: Rheinischer Vulkanschut-Lehrgang der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen vom 31. August bis 5. September 1929. *Nachr.-Bl. rhein. Heimatpf.* 1 (5/6).
- 1930a: Das Tertiär- und Diluvialprofil von Kärlich. *Z. dt. geol. Ges.* 82, 599-600.
- 1930b: Vulkanische Gasausbrüche am Rande des Neuwieder Beckens. *Heimatkalendar Landkr. Koblenz*, 103-105.
- 1952: Geologisches von der Moselmündung. *Beitr. zur Rheinkunde* 4, 17-21.
- Mückenhausen, E. 1959: Die stratigraphische Gliederung des Löß-Komplexes von Kärlich im Neuwieder Becken. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 4, 283-300.
- 1978: Rezente und fossile Böden (Paläoböden) der Eifel. *Kölner Geogr. Arb.* 36, 7-35.
- Müller, H. 1965: Eine pollenanalytische Neubearbeitung des Interglazial-Profiles von Bilshausen (Unter-Eichsfeld). *Geol. Jb.* 83, 327-352.
- 1974: Pollenanalytische Untersuchungen und Jahres-schichtenzählungen an der Holsteinzeitlichen Kieselgur von Münster-Breloh. *Geol. Jb. A* 21, 107-140.
- Noll, H. 1975: Die Geologie des Bausenberg-Vulkanes (Laacher Vulkangebiet). *Beitr. Landespflege Rheinld.-Pfalz Bh.* 4, 15-32.
- Oberdorfer, E. 1990: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 6. Aufl. (Stuttgart).
- Picard, F. 1959: Gliederung pleistozäner Ablagerungen mit fossilen Böden bei Husum/Nordsee. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 259-272.
- Piers, R. 1978: Sedimentologie und Petrographie der Pyroklastika und Laven des Karmelenberges (E-Eifel). Unveröff. Dipl.arbeit Ruhr-Univ. (Bochum).
- Pohlig, H. 1913: L'étage à *Elephas trogontherii* sur le Bas Rhin. *Bull. Soc. Geol. Belgique* 27, 142-147.
- Polak, B., Maarleveld, G. C. u. Nota, D. J. G. 1962: Palynological and sedimentary petrological data of a section in ice-pushed deposits (Southern Veluwe, Netherlands). *Geol. en Mijnbouw* 41, 333-350.
- Punt, W. u. Clarke, G. C. S. (Hrsg.) 1976-88: The Northwest European pollen flora (Amsterdam).
- Rabien, I. 1953a: Zur Bestimmung fossiler Knospenschuppen. *Paläont. Z.* 27, 57-66.
- 1953b: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Wallensen in der Hilsmulde. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 3, 96-128.
- Razi Rad, M. 1976: Schwermineraluntersuchungen zur Quartär-Stratigraphie am Mittelrhein. *Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln* 28, 162 S.
- Remy, H. 1959: Zur Gliederung des Lösses bei Kärlich und Bröl am unteren Mittelrhein mit besonderer Berücksichtigung der Faunen. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 4, 323-330.
- Richard, P. 1970: Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. *Naturaliste can.* 97, 241-306.
- Rochow, M. v. 1953: *Azolla filiculoides* im Interglazial von Wunstorf bei Hannover und das wahrscheinliche Alter dieses Interglazials. *Ber. dt. Bot. Ges.* 65, 315-318.
- 1958: Stacheln von *Euryale* sp. im norddeutschen Pleistozän, ein neues Interglazialfossil. *Verh. 4. Int. Tagung d. Quartärbotaniker 1957. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 34, 136-142.
- Rohdenburg, H. u. Semmel, A. 1971: Bemerkungen zur Stra-



- tigraphie des Würm-Lösses im westlichen Mitteleuropa. Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. 99, 246-252.
- Roth, G. 1990: Die Mollusken von Tönchesberg 2. In: W. Schirmer (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 52-53. Hannover.
- Sarnthein, M., Stremme, H. E. u. Mangini, A. 1986: The Holstein interglaciation: Time stratigraphic position and correlation to stable-isotope stratigraphy of deep-sea sediments. Quaternary Research 26, 283-298.
- Sarnthein, M. u. Tiedemann, R. 1989: Toward a high-resolution stable isotope stratigraphy of the last 3.4 million years: Sites 658 and 659 off Northwest Africa. In: W. Ruddiman et al., Proc. of the Ocean Drilling Program, Scientific Results 108, 167-185.
- Schäfer, J. 1990: Der Fundplatz Schweinskopf-Karmelenberg (Osteifel). In: Lößstratigraphie und Ökologie im Alt- und Mittelpaläolithikum Eurasiens. Symp. im Forsch.bereich Altsteinzeit des RGZM, Monrepos (Neuwied). Vortragskurzfassungen, 34-39.
- in Druck: Der altsteinzeitliche Fundplatz auf dem Vulkan Schweinskopf-Karmelenberg. Diss. Univ. Köln.
- Schirmer, W. 1970: Das jüngere Pleistozän in der Tongrube Kärlich am Mittelrhein. Mainzer Naturw. Arch. 9, 257-284.
- 1974a: Das Frimmersdorfer Interglazial. In: P. Woldstedt, u. K. Duphorn, Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter, 267-270 (Stuttgart).
- 1974b: Mid-Pleistocene gravel aggradations and their cover-loesses in the southern Lower Rhine Basin. IGCP project 73/1/24, Quaternary glaciations in the northern hemisphere Rep. 1, 34-42.
- 1990a: Kärlich – Forschungsstand 1990. In: W. Schirmer (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 60-67 (Hannover).
- 1990b: Löß und Paläoböden in Erkelenz. In W. Schirmer (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 144-147 (Hannover).
- Schmidt, E. 1941: Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer, mit engl. Übersetzung. Schr.reihe d. Reichsinst. f. ausländ. u. koloniale Forstwirtschaft. 1, 112 S.
- Schmincke, H.-U. 1986: Vulkanismus (Darmstadt).
- Schoch, W. H., Pawlik, B. u. Schweingruber, F. H. 1988: Botanische Makroreste (Bern).
- Schüttrumpf, R. 1966: Pollenanalytische Untersuchungen in den Lössschichten von Rheindahlen. In: G. Bosinski, Der paläolithische Fundplatz Rheindahlen, Ziegelei Dreesen-Westwand. Bonner Jb. 166, 357-358.
- Schwarcz, H. P. u. Grün, R. 1988: Comment on M. Sarnthein, H. E. Stremme and A. Mangini, »The Holsteinian interglaciation: Time-stratigraphic position and correlation to stable-isotope stratigraphy of deep-sea sediments.« Quaternary Research 29, 75-79.
- Schweingruber, F. H. 1978: Mikroskopische Holzanatomie. Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezentem und subfossilem Material (Zürich).
- Sibbrava, V. 1986: Correlation of European glaciations and their relation to the deep-sea record. Quaternary Sci. Rev. 5, 433-441.
- Steffan, H. u. Dupont, L. 1988: Note on a program for plotting of Pollen diagrams with an Atari ST Microcomputer. Pollen et Spores 30, 125-130.
- Steinich, G. 1988: Neue Ergebnisse der Quartärgeologie auf Nordrügen. Exk.führer »Probleme und Ergebnisse der geol. Grundlagenforsch.« 35. Jahrestag. d. Ges. geol. Wiss. DDR.
- Stockmarr, J. 1971: Tablets with spores used in absolute pollen analyses. Pollen et Spores 13, 615-621.
- Thomson, P. 1951: Das Interglazial von Wallensen im Hils. Eiszeitalter u. Gegenwart 1, 96-102.
- Thomson, P. W. u. Pflug, H. 1953: Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. Palaeontographica Abt. B, 94, 1-138.
- Trautmann, W. 1972: Erläuterungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Nordrhein-Westfalen 1:500000. Deutscher Planungsatlas Bd. 1, Lieferung 3.
- Tüxen, J. 1990: Grundzüge einer Geologie der Moore im niedersächsischen Flachland. In: Moor und Torf in Niedersachsen. Nds. Akad. Geowiss. Veröff. 5, 5-21.
- Turner, C. (1970). The Middle Pleistocene deposits at Marks Tey, Essex. Phil. Trans. R. Soc. B, 257, 373-440.
- 1975: Der Einfluß großer Mammalier auf die interglaziale Vegetation. Quartärpaläontologie 1, 13-19.
- Turner, E. 1989: Middle and Late Pleistocene macrofaunas of the Neuwied Basin region (Rhineland-Palatinate) of West Germany. Unpubl. Diss. University of Birmingham, England.
- 1990: The macrofaunal finds from Tönchesberg. In: Schirmer, W. (Hrsg.), Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua-Führer 1, 50-51 (Hannover).
- Urban, B. 1978a: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Gliederung des Altquartärs der Niederrheinischen Bucht. Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln 34, 165 S.
- 1978b: Die Stellung des Kärlicher Brockentuffs im Kärlicher Interglazial am Mittelrhein. In: H. Nagl (Hrsg.), Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung 649-654.
- 1980a: Paläoökologische Untersuchungen zum Krefeld-



- Interglazial am Niederrhein. Eiszeitalter u. Gegenwart 30, 73-88.
- 1980b: Zur Stratigraphie des Frimmersdorf-Interglazials und Krefeld-Interglazials in der Niederrheinischen Bucht. *Decheniana* 133, 224-228.
- 1983: Biostratigraphic correlation of the Kärlich interglacial, Northwestern Germany. *Boreas* 12, 83-90.
- Vanhoorne, R. u. Denys, L. 1987: Further paleobotanical data on the Herzelee formation (Northern France). *Bull. de l'Ass. franç. pour l'étude du Quartaire* 1, 7-18.
- Velichko, A. A. u. Faustova, M. A. 1986: Glaciations in the East European region of the USSR. *Quaternary Sci. Rev.* 5, 447-461.
- Walther, H. u. Lieth, H. 1967: Klimadiagramm-Weltatlas (Jena).
- Welten, M. 1982a: Stand der palynologischen Quartärforschung am schweizerischen Nordalpenrand. *Geographica Helvetica* 2, 75-83.
- 1982b: Pollenanalytische Untersuchungen im jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. *Beitr. zur Geol. Karte d. Schweiz, N.F.* 156 (Bern).
- West, R. G. 1980: The pre-glacial Pleistocene of the Norfolk and Suffolk coasts (Cambridge).
- West, R. G. u. Wilson, D. G. 1966: Cromer forest bed series. *Nature* 209, 497-498.
- Wiel, A. U. v. d. u. Wijmstra, T. A. 1987: Palynology of the lower part (78-120 cm) of the core Tenaghi Philippon II, middle pleistocene of Macedonia, Greece. *Rev. Paleobot. Palyn.* 52, 73-88.
- Wilmanns, O. 1984: Ökologische Pflanzensoziologie (Stuttgart).
- Windheuser, H., Meyer, W. u. Brunnacker, K. 1982: Verbreitung, Zeitstellung und Ursachen des quartären Vulkanismus in der Osteifel. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.-Bd.* 42, 177-194.
- Zagwijn, W. H. 1960: Aspects of the pliocene and early pleistocene vegetation in the Netherlands. *Meded. Geol. Stichting, Ser. C-III-1* 5, 5-78.
- 1973: Pollenanalytic studies of the Holsteinian and Saalian beds in the Northern Netherlands. *Meded. Rijks Geol. Dienst N.S.* 24, 139-156.
- 1975: Variations in climate as shown by pollen analysis, especially in the lower pleistocene of Europe. In: A. E. Wright u. F. Moseley (Hrsg.), *Ice ages: ancient and modern. Geol. J. Spec. Iss.* 6, 137-152.
- 1978: A macroflora of Holsteinian age from the northern part of the Netherlands. *Rev. Paleobot. and Palynol.* 26, 243-248.
- 1985: An outline of the Quaternary stratigraphy of the Netherlands. *Geol. en Mijnbouw* 64, 17-24.
- 1989: The Netherlands during the Tertiary and the Quaternary: A case history of coastal lowland evolution. *Geol. en Mijnbouw* 68, 107-120.
- Zagwijn, W. H., Montfrans, H. M. v. u. Zandstra, J. G. 1971: Subdivision of the »Cromerian« in the Netherlands; pollen analysis, paleomagnetism and sedimentary petrology. *Geol. en Mijnbouw* 50, 41-58.
- Zagwijn, W. H. u. Zonneveld, J. I. S. 1956: The interglacial of Westerhoven. *Geol. en Mijnbouw N.S.* 18, 37-46.
- Zöller, L., Stremme, H. u. Wagner, G. A. 1988: Thermolumineszenz-Datierung an Löß-Paläoboden-Sequenzen von Nieder-, Mittel- und Oberrhein/Bundesrepublik Deutschland. *Chem. Geol. (Isotope Geosci. Sect.)*, 73, 39-62.