



LAHN- MARMOR- Nachrichten

Nr. 20

Ein neues
Museum
für den
Lahnmarmor
in Villmar

Das Leben in der Erdneuzeit (65 Millionen Jahre bis heute)

von Kirsten I. GRIMM

Die Erdneuzeit umfasst das Tertiär und das Quartär, die sich jeweils noch weiter untergliedern lassen. So beginnt das Tertiär mit dem Paläozän (65 bis 55,8 Millionen Jahre), dann folgen Eozän (55,8 bis 33,9 Millionen Jahre), Oligozän (33,9 bis 23 Millionen Jahre) und Miozän (23 bis 5,3 Millionen Jahre). Mit dem Pliozän (5,3 bis 2,58 Millionen Jahre) endet das Tertiär. Das Quartär wird in das Pleistozän, das bis vor etwa 10000 Jahren dauerte und das noch andauernde Holozän gegliedert.

Nach dem drastischen Aussterbeereignis am Ende der Kreidezeit, das im letzten Heft (LMN 19, S. 12–18) beschrieben wurde, kam es zu einem deutlichen Faunenwechsel. Die Säugetiere wurden in der Erdneuzeit zu den wichtigsten Lebewesen und nahmen auch die Lebensräume der Dinosaurier ein. Das marine Plankton erholte sich von der Faunenkrise am Ende der Kreidezeit. Winzige Kalkalgen (= Coccolithen), Kieselalgen (= Diatomeen) und weitere einzellige Algen (= Dinoflagellaten) trugen am meisten zur Produktivität der Meere bei. Aber auch Strahlentierchen (= Radiolarien) und Großforaminiferen (= Kammerlinge) lebten in den Meeren. Planktische marine Einzeller (= Foraminiferen, Globigerinen) werden heute als Leitfossilien (STANLEY 2001) genutzt. Die große Zahl der Knochenfische ist belegt durch die fossil erhaltenen Gehörsteine, sogenannte Otolithen. Bei den Stachelhäutern (= Echinodermaten) entwickelten sich besonders die Seeigel mit den irregulären Formen, wie die breiten und flachen sogenannten Sanddollars, während die Seelilien (= Crinoiden) in den Tiefseebereich abwanderten (ROTHE 2000). Die Korallen gewannen an Bedeutung und nahmen wieder eine dominierende Rolle als Riffbauer ein (STANLEY 2001). Die Kopffüßer (= Cephalopoden) wurden artenmäßig stark dezimiert, da die Ammoniten an der Kreide/Tertiärgrenze ausstarben. Die noch vorhandenen Vertreter dieser Gruppe, tragen die kal-

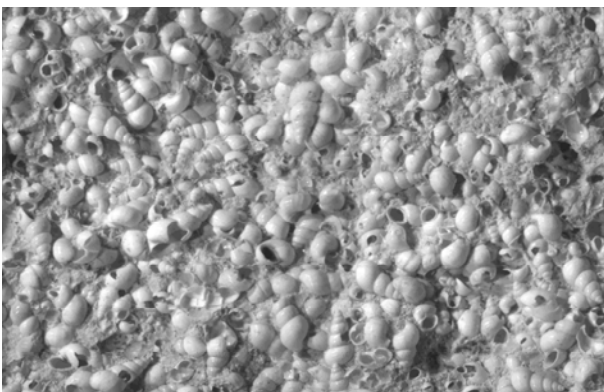


Abb. 1. Brackwasserschnecke *Hydrobia paludina*, Unter-Miozän, Mainz-Amöneburg; Höhe bis 6 mm. Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

kigen Schalen innen wie die Sepia bei den heute lebenden Tintenfischen (ROTHE 2000). Schnecken entwickelten sich vermehrt an Land und im Süßwasser, aber auch in den Meeren. Häufige Mollusken, deren Gehäuse wir in den tertiären Ablagerungen finden, sind z.B. die Schnecken-gattungen *Murex* und *Cerithium*, aber auch die Wattschnecke *Hydrobia* (Abb. 1). Die Pflanzenwelt hatte ihren großen Wechsel bereits während der Kreidezeit vollzogen, die weitere Radiation der Blütenpflanzen setzte sich aber im Tertiär fort.

Zu Beginn des Paläozän (65 bis 55,8 Millionen Jahre) ähnelten einige Säugetiere den modernen Nagetieren, andere an der Kreide/Tertiär-Grenze auftretenden urtümlichen Säuger waren meist großwüchsig. Bereits im Laufe des Paläozäns sind 15 Altsäugerordnungen wie z.B. Raubtiere, Insektenfresser und Nagetiere nachweisbar. Auch die Primaten sind ab dem Paläozän bekannt. In der Pflanzenwelt erschienen die Vertreter der modernen Blütenpflanzen ab dem Paläozän (STANLEY 2001). Am Ende des Paläozän kam es zu einem plötzlichen Temperaturanstieg, der durch die Freisetzung von Kohlenstoff bzw. Kohlendioxid ausgelöst wurde. Gegen Ende des Paläozäns erschienen die ältesten Formen der Pferde, die die Größe kleiner Hunde aufwiesen. Im Eozän (55,8 bis 33,9 Millionen Jahre) entfalteten sich diese Urformen. Sie hatten noch keine Hufe, sondern vier Zehen vorne und drei Zehen hinten.

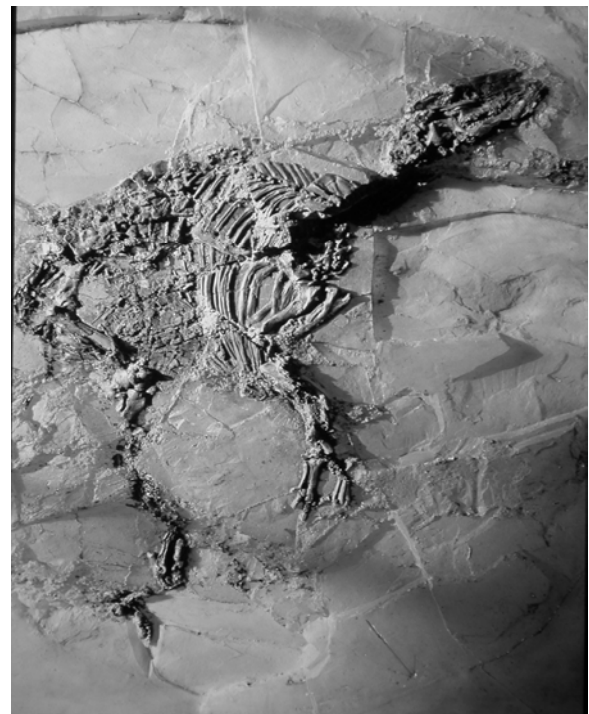


Abb. 2. Urpferd *Propalaeotherium voigti*, Eozän, Eckfeld, Eifel; Länge 72 cm. Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Die Ausbildung der Backenzähne belegt ebenso wie die überlieferten Nahrungsreste im Magen der Fossilien, dass diese Laub gefressen haben. Solche Urpferdchen der Gattungen *Eurohippus* und *Propalaeotherium* wurden z.B. in Messel und in den Ablagerungen des Maarsees bei Eckfeld gefunden (Abb. 2). Insgesamt erfolgte im Unter-Eozän eine starke Radiation der Säugetiere, bei der die meisten der rezent vertretenen Ordnungen einsetzen oder expandierten. Ab dem Eozän traten behufte Pflanzenfresser auf, zunächst entwickelten sich die Unpaarhufer, zu denen die heutigen Pferde, Tapire und Nashörner zählen, dann aber auch die Paarhufer wie Rinder und Schafe (STANLEY 2001). Auch die Rüsseltiere entwickelten sich ab dem Eozän. Zunächst bildeten die frühen Rüsseltiere, die sogenannten Mastodonten vier Stoßzähne aus, jeweils zwei in Unter- und Oberkiefer. Aus der Oberlippe und der Nase entstand der Rüssel, der notwendig geworden war, um sich zu ernähren, da die Tiere bei vier geraden, nach vorne gerichteten Stoßzähnen mit dem Maul selbst kein Futter mehr aufnehmen konnten. Im eozänen Meer entstanden die Wale aus fleischfressenden landlebenden Tieren und dominierten bald die Meere ebenso wie die Haie, die sich aus fleischfressenden Fischen, die bereits in der Kreide lebten, entwickelten. Die tertiären Haie waren zumeist größer als unsere heutigen Haie (ROTHER 2000) (Abb. 3). Die Vorläufer der Seekühe lebten im Eozän wahrscheinlich noch amphibisch. Während des Tertiärs entwickelten sich neuartige Reptilien und Amphibienformen. So sind fossile Frösche aus den eozänen Ablagerungen von Messel und Eckfeld überliefert (SELDEN & NUDDS 2007) (Abb. 4). Die Pinguine als schwimmende Vögel traten erstmals im Eozän auf, ebenso wahrscheinlich die Walrosse, Robben und Seelöwen, obwohl diese Gruppe, soweit bisher bekannt, im unteren Tertiär keine Fossilien hinterlassen hat (STANLEY 2001).

Ab dem Eozän flogen auch Fledermäuse in der Nacht (STANLEY 2001). Die Vögel haben insgesamt einen Entwicklungsstand erreicht, der weitgehend den heutigen Vögeln entspricht. Große flugunfähige Laufvögel sind ebenfalls seit dem Eozän bekannt.

Die Vielfalt der tertiären Insekten ist im Bernstein des Ostseeraumes dokumentiert (SELDEN & NUDDS 2007), aber auch aus den Seeablagerungen von Eckfeld in der Eifel (WAPPLER 2003), Messel bei Darmstadt und Enspel im Westerwald (WEDMANN 2000) sind Insekten bekannt.

Eine subtropische Vegetation im Mitteleuropa des Eozän wurde durch Magnolien, Zimt- und Maulbeerbäume, Palmen und Lorbeer belegt (ROTHER 2000) (Abb. 5). Aber auch Formen des gemäßigten Klimas wie Weide, Pappel, Birke, Buche, Ulme und Ahorn waren anzutreffen (ROTHER 2000). Die Palmengrenze lag im Mittel-Eozän im nördlichen Sibirien (SINITZIN 1965). So wurde für Mitteleuropa ein subtropisches bis tropisches und humi-



Abb. 3. Haizähne von *Carcharias* u.a., Oligozän, Alzey-Weinheim, Rheinhessen; Länge bis 3,5 cm. Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.



Abb. 4. Frosch, Eckfeld, Eifel; Länge ca. 7 cm, Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

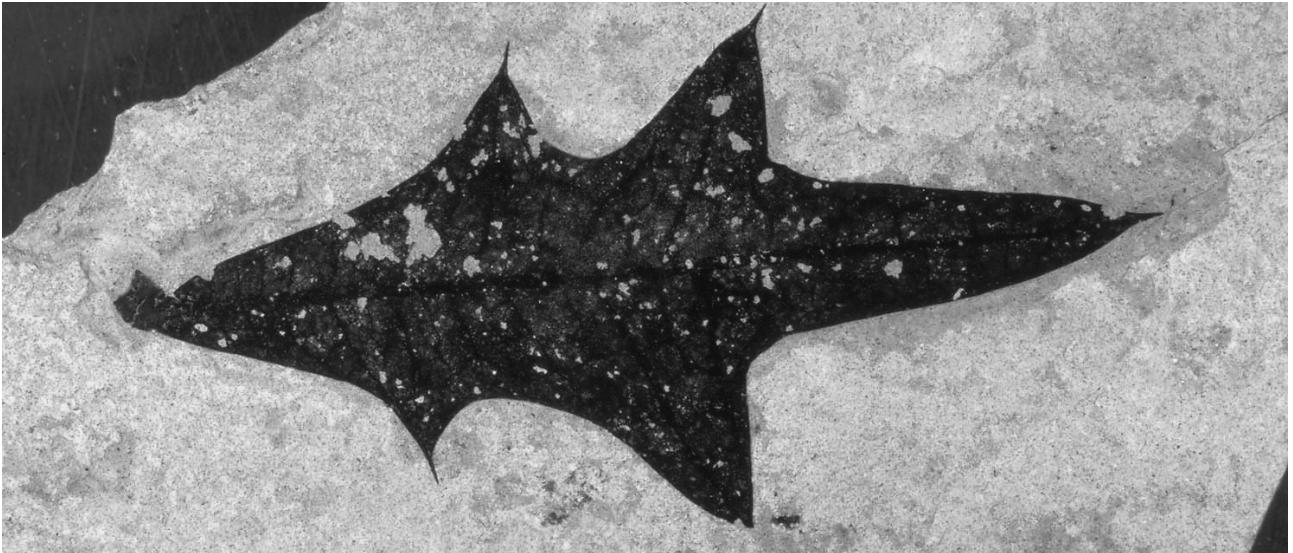


Abb. 5 (oben). Blatt *Pungiphyllum waltheri*, Eozän, Eckfeld, Eifel; Länge 54 cm.

Abb. 6 (unten). Seekuh *Halitherium schinzii*, Oligozän, Flörsheim, Main-Taunus-Kreis; Länge 160 cm.

Fotos: Naturhistorisches Museum Mainz.

des bis semihumides Klima angenommen, während im nördlichen und mittleren Oberrheingraben ein eher semiarides bis arides Klima vorherrschte.

Die an der Kreide/Tertiär-Grenze auftretenden urtümlichen, meist großwüchsigen Säuger und die bereits in der Kreide verbreiteten nagerähnlichen Säugetiere (= Multituberculata) sowie die Urraubtiere sterben an der Grenze Ober-Eozän/Oligozän bedingt durch eine gravierende Klimaverschlechterung weitgehend aus. Einzelne Arten reichten noch bis ins Oligozän (33,9 bis 23 Millionen Jahre) hinein. Das Oligozän war durch die größten Landsäugetiere aller Zeiten geprägt. Zudem waren flugunfähige Laufvögel im Oligozän besonders häufig. Es kam ab dem Oligozän zur Radiation der Karnivoren (Fleischfresser) wie z.B. der Hunde, Katzen und Wiesel. So entstanden große Säbelzahnkatzen und bärenähnliche Hunde (STANLEY 2001). Ab dem Oligozän waren die Paarhufer, was die Anzahl der Arten angeht, den Unpaarhufern überlegen. In Rheinhessen tummelten sich dann im Oligozän an der Meeresküste des Mainzer Beckens neben großen Haien viele Seekühe (Abb. 6). Im Oligozän spalteten sich die menschenähnlichen Primaten ab, dazu gehören

Schimpansen, Gorillas und Gibbons. Diese gehören zu den Altweltaffen, die heute in Afrika und Asien leben und bevorzugten eher Wälder. Vor Ende des Oligozän erreichte eine Gruppe von Affen, die sogenannten Neuweltaffen, Südamerika. Diese Affen hatten meist Greifschwänze, waren aber wahrscheinlich anderer Abstammung als die Altweltaffen (STANLEY 2001).

Im Miozän (23 bis 5,3 Millionen Jahre) waren erste Vertreter der Gruppe der Pottwale und der Bartenwale vorhanden, ebenso wie die Delphine, die sich innerhalb der Ordnung der Wale entwickelten (STANLEY 2001).

Die Dinotherien, eine im Pleistozän ausgestorbene Seitenlinie der Rüsseltiere, entwickelte nach unten gerichtete Stoßzähne im Unterkiefer. Damit konnten diese auch als Schreckenstiere oder Hauer-elefanten bezeichneten Tiere Bäume entrinden oder entlauben und wahrscheinlich auch kleinere Bäume fällen (Abb. 7, nächste Seite). Dinotherien durchstreiften zusammen mit Mastodonten im Miozän die Wälder entlang des Urrheins, der quer durch Rheinhessen floss. Überreste von Dinotherien aber auch von Mastodonten werden in Eppelsheim bei Alzey seit 175 Jahren ergraben.





Abb. 7 (links). Schreckenstier
Deinotherium giganteum, Schädel,
Eppelsheim bei Alzey, Rheinhessen.
Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Abb. 8a (unten, kleines Bild). Linker
Unterkiefer von *Simocyon diaphorus*,
Obermiozän, Eppelsheim bei Alzey,
Rheinhessen, Länge ca. 10 cm.
Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

Abb. 8b (unten, großes Bild). Rekonstruktion
des Katzenbären *Simocyon diaphorus*,
Eppelsheim bei Alzey, Rheinhessen.
Foto: Naturhistorisches Museum Mainz.

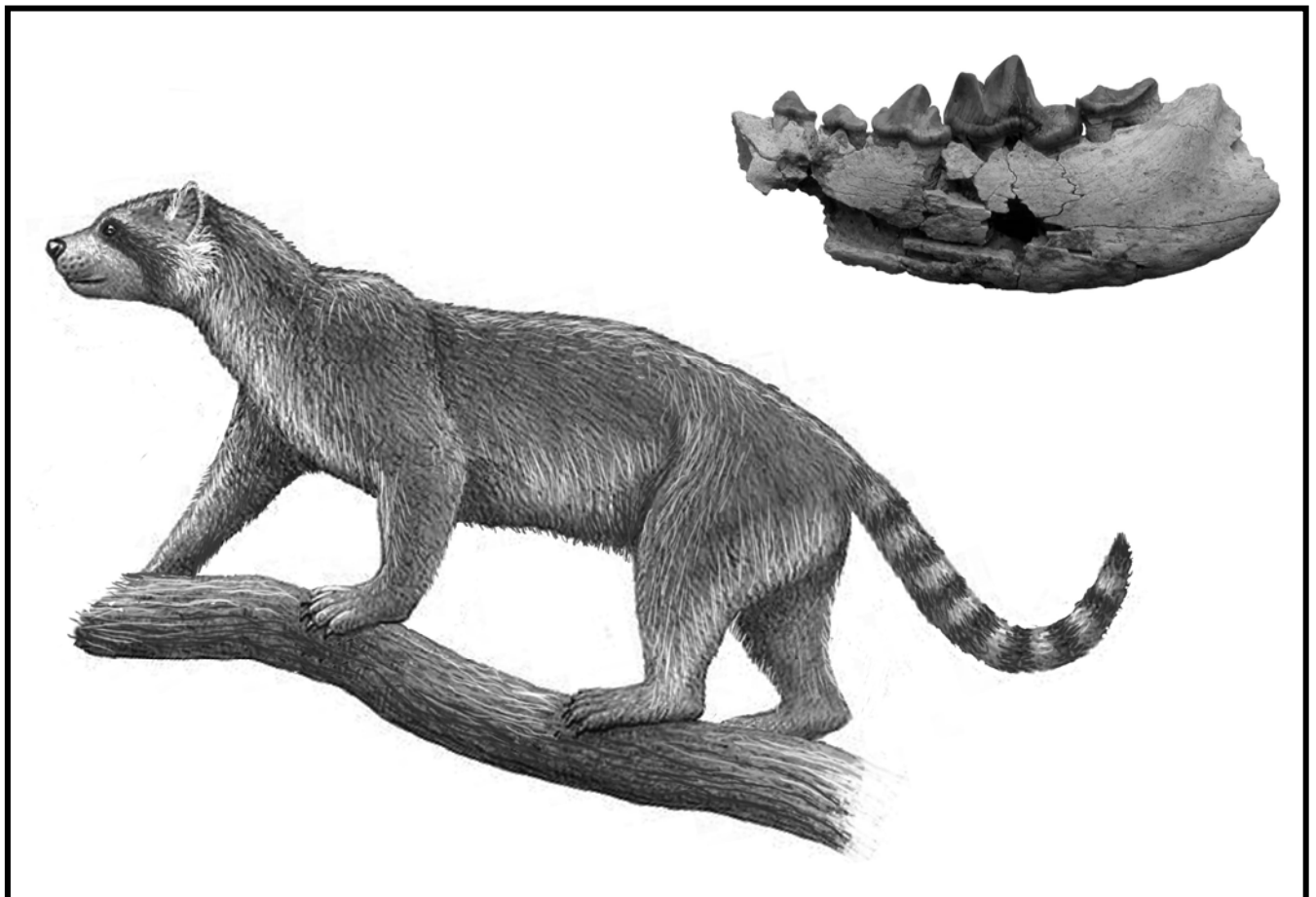




Abb. 9 (oben). Schädelfragment des Wasserbüffel *Bubalus murrensis* mit beiden Hornstüblen, Eicher See, Rheinhessen; Spannweite 107 cm.

Abb. 10 (unten). Riesenhirsch *Megalocerus giganteum*, Ballybetagh, Irland; Spannweite des Geweihs 3 m. Fotos: Naturhistorisches Museum Mainz.



Im Miozän begann die Hauptentwicklung der Bären und Hyänen (Abb. 8 a, b, vorhergehende Seite). Unterstützt wird dieser Erfolg der Säugetiere durch die gleichzeitige Ausdehnung der offenen Landschaften und Savannen. Auch die Zahl der Nagetiere nahm zu; sie entwickelten eine Anpassung an das Graben von Bauen in Grasländern. Vor etwa 6 bis 7 Millionen Jahren wurden erste Primaten mit Hominidenmerkmalen im Tschad gefunden.

Im Miozän war das Klima global wärmer als im Oligozän und auch als im Pliozän. Im Miozän nahmen außerdem große Weideflächen an Land und Seetangwälder in den Meeren zu. Die Gräser und Kräuter als Nahrungsgrundlage der Säugetiere entwickelten sich überproportional; zunächst konnte aber das Wachstum mit der Abweidung nicht standhalten. Auch bedingt durch eine allgemeine Klimaverschlechterung entstanden große Savannen und Wüstengebiete. In Europa kam es zudem lokal zu Braunkohlebildungen, wie zum Beispiel im Niederrheinischen Raum.

Alle heute existierenden Ordnungen und Familien sowie die meisten der heutigen Säugetiergattungen sind im Pliozän (5,3 bis 2,58 Millionen Jahre) bereits vorhanden, auch die Hauptentwicklung der Bären und Hyänen setzte sich im Pliozän fort.

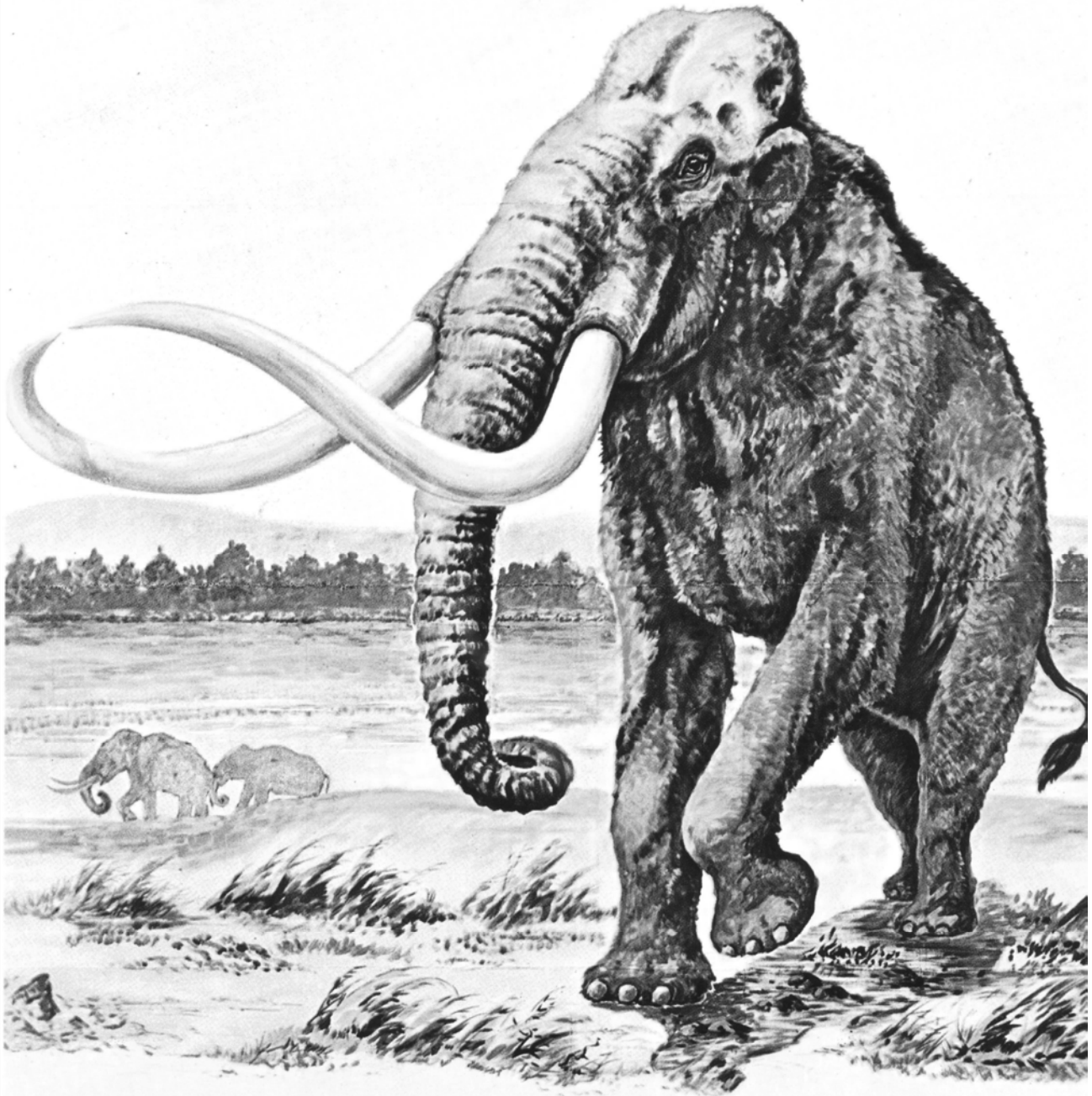


Abb. 11. Steppenelefant *Mammuthus trogontherii*; Wandgemälde im Naturhistorischen Museum Mainz von Peter-Siegfried Hahn 1966; Höhe 5 m.

Die Pferde wurden nach dem Eozän größer und bildeten ab dem Pliozän nur noch einen Huf aus, so konnten sie nicht nur ihre Feinde früher sehen, sondern in den Graslandschaften auch schneller rennen. Ebenso passten sich die Zähne durch die Entwicklung hoher Kronen dem veränderten Futter, das jetzt aus Gras bestand, an (FRANZEN 2007). Aus den kleinen Urpferdchen entwickelten sich so parallel zur Veränderung des Lebensraumes die Vorläufer unserer heutigen Zuchtpferde.

Neben den heute noch hier anzutreffenden Säugern lebten in Mitteleuropa unter anderen auch Elefantenartige und Nashörner, Affen, Tapire und kleine Pandas (STANLEY 2001). Während der rela-

tiv kurzen Epoche des Pliozän waren die Verhältnisse schon weitgehend den heutigen angenähert. Die fossile Flora und Fauna spricht für ein damals weltweit ausgeglicheneres Klima als heute (KRUTZSCH 1988).

Am Ende des Pliozän trat die Erde in die moderne Eiszeit ein, das Klima wurde in vielen Gebieten der Erde kühler und trockener (SHACKLETON et al. 1984). Global führten Abkühlung und zunehmende Aridität zu einem Umbau der Flora und zur weiteren Ausbreitung von Grasländern und Savannengebieten. So bildeten sich beispielsweise in den nun dauerhaft relativ trockenen Gebieten des Mittelmeerraumes Grasländer und trockene Ebenen aus.



Abb. 12. Wollnashorn *Coelodonta antiquitatus*, Ölgemälde von Franz Roubal 1926, im Besitz des Naturhistorischen Museums Mainz.

In Mitteleuropa verschwanden zu dieser Zeit auch typische Tertiär-Bäume wie Mammutbäume, Tupelobäume, Amberbäume und Schirmtannen.

Das Quartär, das Erdzeitalter in dem wir heute leben, umfasst die Zeit von vor etwa 2,6 Millionen Jahren bis heute. Damit ist das Quartär das jüngste und kürzeste Erdzeitalter und wird in das Pleistozän, das bis vor etwa 10.000 Jahren dauerte und das noch andauernde Holozän untergliedert. Die ab Beginn des Tertiärs einsetzende weltweite Temperaturabnahme beschleunigte sich und seit etwa 1 Million Jahren schwankt das Klima rhythmisch zwischen lang anhaltenden Kaltzeiten, den sogenannten Glazialen und relativ kurzen Warmzeiten, die man als Interglaziale bezeichnet. Im Pleistozän waren diese Schwankungen stärker als im Holozän, das daher auch Nacheiszeit genannt wird. Das Quartär ist durch mehrfache Vereisungen, bei denen bis zu 30 % des Festlandes vergletschert waren, gekennzeichnet. Das bedeutet, dass beide Polkappen vereist waren und auch im Hochgebirge Gletscher anzutreffen waren. In Mitteleuropa war es im Durchschnitt 5–10°C kälter als heute.

Im Meer lebten an die kühlen Temperaturen speziell angepasste Formen von Kieselalgen (= Diatomeen) und winzigen Kalkalgen (= Coccolithen), die sich neben Kammerlingen (= Foraminiferen) und Strahlentierchen (= Radiolarien) auch im Quartär als Leitfossilien verwenden lassen (ROTHE 2000).

Im Quartär sind sechs große und mehrere kleine Klimaschwankungen bekannt, die regional nach der Ausdehnung der Vereisung gegliedert wurden. Aus dem Altpleistozän sind mehrere Kalt- und Warmzeiten in Norddeutschland und dem Alpenvorland bekannt. In Norddeutschland unterscheiden wir im Jungpleistozän die Weichsel Kaltzeit und die Eem Warmzeit, danach folgten im Mittelpleistozän die Saale Kaltzeit, die Holstein Warmzeit, die Elster Kaltzeit und die Cromer/Mosbach Warmzeit. Im Alpenvorland folgten im Mittelpleistozän auf die Cromer/Mosbach Warmzeit die Mindel Kaltzeit und auf die Holstein Warmzeit die Riss Kaltzeit. Die jungpleistozäne Eem Warmzeit wurde von der Würm Kaltzeit abgelöst.

Während der Glaziale gab es in weiten Teilen von Rheinland-Pfalz und Hessen keine dauerhaften Eisflächen, vielmehr existierte hier eine Kälte-

steppe ähnlich wie sie heute in Hochgebirgsregionen oder Sibirien anzutreffen ist. Die Klimaschwankungen beeinflussten stark die Fauna und Flora. So ist der Wechsel von Warm- und Kaltzeiten auch durch das wechselnde Pollenspektrum von Bäumen und Gräsern belegt. In den Kaltzeiten waren die Landschaften durch Gräser und krautige Vegetation mit Bäumen geprägt (ROTHE 2000). Während der Warmzeiten war Mitteleuropa fast vollständig mit Laub abwerfenden Bäumen bedeckt (VON KOENIGSWALD 2002).

Die Säugetierfauna folgte der langsamen Bewegung des Eises nach, da sich nur wenige Formen den veränderten Verhältnissen anpassen konnten. So wanderten in Mitteleuropa je nach Klimasituation aus dem Osten kaltzeitliche Faunen und aus dem Südwesten, z. T. auch aus dem Südosten, warmzeitliche Faunen zu. Kaltzeitliche Arten konnten während der Warmzeiten im Osten im stärker kontinentalen Klima überleben, und von dort rückten sie bei Abkühlung des Klimas wieder nach Mitteleuropa vor (VON KOENIGSWALD 2002). In den Warmzeiten lebten in und an den Vorläufern von Rhein und Main in der Steppe Waldelefant, Waldnashorn, Flusspferd, Wasserbüffel, Wildschwein, kronloser Hirsch und Vorfahren von Damwild und Reh sowie der Riesenhirsch (Abb. 9 und 10). In den Kaltzeiten wurden diese durch Steppenelefant, Wollnashorn, Saiga-Antilope, Rentier, Moschusochse und Wisent abgelöst (Abb. 11 und 12). Aus den Mastodonten entwickelten sich über mehrere Linien die Mammute (ENGESSER, FEJFAR & MAJOR 1996) als bekannteste Säugetiervertreter der Kaltzeiten. Das Mammut war optimal durch sein dickes Fell und isolierende Fettpolster an die Kälte angepasst. Die Lamellen auf den Backenzähnen der Mammute ermöglichten das Kauen und Zermahlen der harten Gräser in den Steppen. Hinzu kamen klimatisch weniger spezialisierte Tiere wie Rinder, Pferde oder auch Breitstirnliche mit bis zu 2 m breiten Geweihen. Relativ unabhängig vom Klimawechsel waren die Raubtiere. Hunde, Bären und Marder wechselten ebenso wie Hyänen oder Löwen bei eintretender Klimaänderung nur ihre Beutetiere. In Süddeutschland ist die Fauna des Eiszeitalters in vielen Höhlen belegt, oft dominiert hier der Höhlenbär, der seinen Winterschlaf in den Höhlen hielt. Das Artenspektrum in den Höhlen wird durch die Höhlenhyänen, die ihre die Beutetiere mit in die Höhlen brachten, erweitert (VON KOENIGSWALD 2002).

Belege für die sehr milden Winter der Eem Warmzeit finden sich in den Schottern der Mosbach Sande bei Wiesbaden in Form von 500.000 bis 1 Millionen Jahre alten Resten von Flusspferden und Wasserbüffeln sowie Wildschweinen und Waldelefanten. Nach der folgenden Weichsel Kaltzeit wanderten nur noch wenige Großsäuger wie Hirsche, Elche, Auerochsen und Pferde wieder in Mitteleuropa in. Im Spätpleistozän vor rund 12.000 Jahren starben auf den Nordkontinenten (Europa, Asien, Nordamerika) in mehreren Phasen bis zu 80 %

der Großsäugertierarten mit einem Gewicht über 45 kg aus. Die Tierfauna in Afrika blieb verschont von den Aussterbephasen, ebenso wie Meeresbewohner und die meisten Nichtwirbeltiere.

Die Pflanzen können den geänderten Klimabedingungen nicht ausweichen und sterben aus, zumal das Einwandern über den Gebirgsriegel Pyrenäen–Alpen–Karpaten erschwert ist. In dieser Folge haben wir heute eine verarmte Flora in Mittel- und Nordeuropa.

Für das Aussterben der Großsäuger wird eine schnelle und radikale Klimaänderung, in deren Folge die Flora und damit ihre Nahrungsgrundlage verarmte, angenommen. Es wird aber auch die sogenannte „Overkillhypothese“ diskutiert. Danach soll das Bejagen durch den Menschen Schuld am Aussterben der Großsäuger sein. Als weitere Aussterbeursachen werden Naturkatastrophen wie Vulkanausbrüche vermutet, möglich ist auch ein Zusammenspiel mehrerer Faktoren. Nach der Weichsel Kaltzeit entspricht die Fauna und Flora in Mitteleuropa weitgehend dem heutigen Bestand. Während des Quartärs fand die Entwicklung der Hominiden statt. *Homo sapiens sapiens* entwickelte sich parallel zu dem Neanderthaler. Die Evolution des Menschen jedoch ist eine andere Geschichte...

Literatur:

- ENGESSER, B., FEJFAR, O. & MAJOR, P. (1996): Das Mammut... und seine ausgestorbenen Verwandten. – Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Basel, 20: 1-188; Basel.
- FRANZEN, J.L. (2007): Die Urpferde der Morgenröte. Ursprung und Evolution der Pferde. – 221 S., München (Spektrum, Elsevier).
- KOENIGSWALD, W. VON. (2002): Lebendige Eiszeit. Klima und Tierwelt im Wandel. – 190 S., Darmstadt (WBG).
- KRUTZSCH, W. (1988): Kritische Bemerkungen zur Palynologie und zur klimastratigraphischen Gliederung des Pliozäns bis tieferen Altpleistozäns in Süd-, Südwest-, Norwest- und pro parte Mitteleuropa sowie die Lage der Pliozän/Pleistozän-Grenze in diesem Gebiet. – Quartärpaläontologie, 7: 7-51, Berlin.
- ROTHE, P. (2000): Erdgeschichte – Spurensuche im Gestein. – 240 S., Darmstadt (WBG).
- Shackleton, N.J., Hall, M.A., Raffi, I., Tauxe, L., Zachos, J. (2000): Astronomical calibration age for the Oligocene-Miocene boundary. – Geology, 28: 447-450.
- SELDEN, A. & NUDDS, J. (2007): Fenster zur Evolution. – 160 S., München (Spektrum, Elsevier).
- SINITZIN, V.M. (1965): Ancient climates of Eurasia. Part 1. Paleogene and Neogene. – 167 S.; Leningrad (Leningrad University).
- STANLEY, S.M. (2001): Historische Geologie. – 710 S., Heidelberg (Spektrum).
- WAPPLER, T. (2003): Die Insekten aus dem Mittel-Eozän des Eckfelder Maares, Vulkaneifel. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, Beiheft 27: 234 S., Mainz.
- WEDMANN, S. (2000): Die Insekten der oberoligozänen Fossilagerstätte Enspel (Westerwald, Deutschland) - Systematik, Biostratonomie und Paläoökologie. - Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, Beiheft 23: 153 S., Mainz.

Adresse der Autorin:

Dr. Kirsten I. GRIMM, Naturhistorisches Museum Mainz, Reichklarastr. 10, 55116 Mainz.