

Wann kommt die nächste Eiszeit – ist anhand von paläontologischen Befunden eine Aussage zum zukünftigen Klima möglich?

ROLAND FUHRMANN

Abstract

FUHRMANN, R.: When is the next ice age – based on paleontological findings a statement about the future climate is possible?

The vegetation history of the Ice Age reflects the cyclical nature of the climate, the alternation of cold and warm periods, best resist. The forest development between the various Ice Ages proceeded in similar phases which are to adopt for the future development. It is therefore expected that the current warm period, the Holocene, will be replaced in the near future by another Ice Age. Knowing the timing and sequence of climate change is essential. The previously available only for statements pollen analysis reflects the climate change represents only delayed. Some examples from Central Germany, the greater informative value of the non-marine ostracods will be demonstrated.

Keywords: Climate history Quaternary, future climate, vegetation history, non-marine ostracods

Kurzfassung:

Die Vegetationsgeschichte des Eiszeitalters spiegelt die Zyklizität des Klimas, den Wechsel von Kalt- und Warmzeiten, am besten wider. Die Waldentwicklung zwischen den einzelnen Eiszeiten verlief in gleichartigen Phasen, die auch für die zukünftige Entwicklung anzunehmen sind. Es ist deshalb zu erwarten, dass die aktuelle Warmzeit, das Holozän, in näherer Zukunft durch eine weitere Kaltzeit abgelöst wird. Die Kenntnis über Zeitpunkt und Ablauf dieser Klimaänderung ist von essentieller Bedeutung. Die bisher allein für Aussagen zur Verfügung stehende Pollenanalyse spiegelt die Klimaänderung nur verzögert wider. Anhand einiger Beispiele aus Mitteleuropa soll die bessere Aussagefähigkeit der Süßwasserstrakoden aufgezeigt werden.

Schlüsselwörter: Klimageschichte Quartär, zukünftiges Klima, Vegetationsgeschichte, Süßwasserstrakoden

1 Einleitung

Nach 1875 hatte sich nach allerlei Wirrungen und Irrungen die allgemeine Erkenntnis durchgesetzt, dass es in der jüngsten geologischen Vergangenheit auf der Nordhalbkugel mehrere Inlandvereisungen gegeben hat und sich die Erde gegenwärtig klimatisch in einer „Zwischeneiszeit“ befindet. Für die damit im Raum stehende Frage, ob und wann ein weiteres so einschneidendes Ereignis einer Eiszeit zu erwarten sei, gibt es bis heute keinen gesicherten Lösungsansatz.

Die Vegetationsgeschichte des Eiszeitalters in Europa belegt in Verknüpfung mit den Sedimenten der Inlandvereisungsphasen eine Zyklizität des Klimas, einen Wechsel zwischen Warm- und Kaltzeiten. Da sich Mitteleuropa gegenwärtig in einer Warmzeit befindet, kam zwangsläufig die Frage auf: „Kommt eine weitere Eiszeit?“ und man begann nach Anzeichen dafür zu suchen. So führte z. B. die von 1938 bis 1970 sinkende globale Jahresmitteltemperatur zur Annahme durch KUKLA et al. (1972), dass die nächste Eiszeit in etwa 100 Jahren einträte. Durch den Mitte der 1970er Jahre einsetzenden Temperaturanstieg trat diese Problematik aber schnell wieder in den Hintergrund. Der beschleunigte Temperaturanstieg von 1982 bis 2000 führte zu einer Fokussierung der Forschung auf einen anthropogen verursachten Klimawandel. Inzwischen ist die Klimageschichte weltweit Gegenstand vieler wissenschaftlicher Disziplinen, der Schwerpunkt liegt auf den polaren Eiskappen sowie auf Ablagerungen der Tiefsee und von Seen.

Scheinbare Häufungen extremer Wetterereignisse führten und führen aber immer wieder auch zu Spekulationen über eine neue Eiszeit. Von Seiten der Quartärgeologie, die eigentlich verfügt insbesondere für Mitteleuropa über einen umfangreichen Datenfundus, ist die Beteiligung an dieser Thematik noch gering. Im deutschsprachigen Raum beschäftigte sich anknüpfend an KUKLA et al. (1972) zuerst DUPHORN (1976) mit dieser Frage. Seine Argumentation basierte auf einer Fortsetzung der bis 1970 eingetretenen Temperaturabsenkung um 0,4 °C, die allerdings zum Zeitpunkt der Veröffentlichung bereits wieder beendet war. Nach seiner hypothetischen Extrapolation würde das Temperaturniveau einer Eiszeit in 500 Jahren erreicht sein. In einem zweiten Ansatz errechnete er aus der Länge der Eem-Warmzeit im Verhältnis zum Holozän, dass die nächste Eiszeit spätestens in 1000 Jahren zu erwarten sei. Er vermutete aber, dass eine zunehmende anthropogene Beeinflussung die natürliche Entwicklung des Klimas überlagert und dadurch eine weitere Eiszeit wahrscheinlich nicht zu erwarten wäre.

Die Vegetationsgeschichte verläuft in den jüngeren quartären Warmzeiten in zyklischen Perioden, den sog. Iversen-Perioden. Diese werden von den verschiedenen Autoren nicht einheitlich verwendet. Nach LANG (1994), dessen Gliederung im Folgenden verwendet wird, folgen von der waldfreien Tundra ausgehend auf eine anfängliche protokrate Klimaperiode mit Birken und Kiefern die zweigeteilte mesokrate Klimaperiode (*Quercus*- und *Carpinus*-Phase) mit sommergrünen thermophilen Hartholz-Laubbaumarten, im Folgenden vereinfachend als thermophiler Laubwald bezeichnet, und schließlich über die telokrate Klimaperiode mit dominierenden Nadelhölzern wieder die kryokrate Phase der waldfreien eiszeitlichen Tundra. Damit stimmt auch die bisherige Entwicklung im Holozän überein, aktuell befinden wir uns sehr wahrscheinlich im Endabschnitt der mesokraten Phase und in Mitteleuropa steht die Ablösung des thermophilen Laubwaldes durch einen borealen Nadelwald bevor.

Anhand der Jahresschichtenzählungen für die Holstein- und Eem-Warmzeit von MÜLLER (1974a, 1974b) und MEYER (1974) suchte LÜTTIG (1988) durch Vergleich der Dauer der Iversen-Perioden einen Hinweis für die Frage nach dem Eintritt der nächsten Eiszeit. Die

von ihm gesehene markante Abweichung in der Dauer der *Carpinus*-Phase des Holozäns führte zur Schlussfolgerung, dass wahrscheinlich keine weitere Eiszeit kommt und damit das Eiszeitalter zu Ende sei.

Die bisherigen Prognosen sind offensichtlich überwiegend spekulativ, sie basieren ausschließlich auf der Vegetationsgeschichte und für die Rekonstruktion steht vorwiegend nur die Pollenanalyse zur Verfügung. Deren Aussage ist aber insbesondere dadurch eingeschränkt, dass Klimaänderungen stark verzögert widerspiegelt werden.

Es muss also nach neuen Wegen gesucht werden. Die neu entwickelte Methode der Analyse der Ostrakodenfauna des Binnenlandes könnte, wie weiter unten begründet wird, im Zusammenwirken mit der Pollenanalyse der Schlüssel sein. Natürlich ist nicht zu erwarten, dass eine direkte Ableitung des zukünftigen Klimas möglich ist, aber, weil diese Frage unbestritten von essentieller Bedeutung ist, muss versucht werden aus dem Geschehen in der Vergangenheit Hinweise über die weitere Entwicklung zu finden. Aufgrund des bisher erreichten Kenntnisstandes bietet sich Mitteleuropa als Modellgebiet an, denn auch die Vorgänge in einem so kleinen Gebiet sind in das globale Geschehen eingebunden.

2 Kaltzeit oder Eiszeit?

Häufig wird in populärwissenschaftlichen Artikeln beruhigend argumentiert, dass ein alles vernichtendes Inlandeis mindestens 10.000 Jahre braucht, um den Norden des mitteleuropäischen Raumes zu erreichen, eine Eiszeit also weit in der Zukunft liegt. Abgesehen wird dabei von den unmittelbaren Auswirkungen in Nordskandinavien und bei einer solchen Argumentation wird auch verdrängt, dass eine Inlandvereisung nur durch eine Temperaturdepression ausgelöst wird, die unterschiedlich stark, aber global wirkt.

Zunächst sollen einige vorwiegend auf Mitteleuropa zugeschnittene Definitionen vorangestellt werden. Unter Kaltzeit wird eine Phase der abgesenkten Temperatur verstanden, die über die Schwankungsbreite in der Warmphase der Gegenwart hinausgeht. Eine relativ gemäßigte Temperaturabsenkung wird für die Kaltzeiten des Frühpleistozäns angenommen, denn zu einer Inlandvereisung ist es in diesem Zeitraum wahrscheinlich nicht gekommen. In Mitteleuropa wurde der thermophile Laubwald durch einen borealen Nadelwald ersetzt, das war wohl lediglich mit einer stärkeren Zunahme der Gebirgsvergletscherungen verbunden. Erst im Mittel- und Jungpleistozän kam es in einer zweiten Phase stärkerer Temperaturabsenkung zu Eiszeiten, in denen Inlandeismassen in das dann waldlose Mitteleuropa vorstießen. Der jeweiligen Eiszeit folgte schließlich wieder ein kühlerer Übergangsabschnitt mit einem borealen Nadelwald bis zur Phase des thermophilen Laubwaldes der nächsten Warmzeit. Es ist doch sehr wahrscheinlich, dass sich dieser Zyklus in die Zukunft fortsetzt. Gegenwärtig befinden wir uns in der Phase des thermophilen Laubwaldes (mesokrate Phase nach LANG 1994) und es ist als sicher anzunehmen, dass sie wieder von einer telokraten Phase abgelöst wird. Schon dieser Übergang wird erhebliche Auswirkungen haben und deshalb hat zunächst nicht die Frage „Wann kommt die nächste Eiszeit?“, sondern die Frage „Wann kommt die nächste Kaltzeit?“ Vorrang. Der Schwerpunkt der Forschung muss auf dem Endabschnitt der mesokraten Phase der Warmzeiten liegen, um Gemeinsamkeiten im Ablauf zu finden und daraus eventuell Voraussagen abzuleiten.

3 Die Veränderungen von Flora und Fauna bei der natürlichen Klimaänderung nach bisherigem Kenntnisstand

Traditionell werden, auf die Einführung durch die Palynologie zurückgehend, zur Warmzeit alle Waldphasen gerechnet, sowohl die protokrate Phase am Anfang, als auch die telokrate Phase am Ende. Die Temperaturänderung ist aber in der telokraten Phase gegenüber der mesokraten Phase beträchtlich größer als die Schwankungsbreite innerhalb der vollwarmzeitlichen Phasen. Deshalb ist klimastratigraphisch und auch aus praktischem Grund, um stärker auf den bevorstehenden Beginn der nächsten Kaltzeit zu fokussieren, für das zentrale Mitteleuropa die Grenze zwischen der Warmzeit und der Kaltzeit mit dem Ersetzen des thermophilen Laubwaldes durch einen borealen Nadelwald zu ziehen. Im Fall der Eem-Warmzeit begann der Wechsel mit Beginn der Pollenzone 8 nach ERD (1973), MENKE & TYNNI (1984) bezeichneten sie als Pollenzone VI und LITT (1990) als Pollenzone 6.

Es ist wohl unbestritten, dass diese markante Veränderung klimatisch verursacht wurde. Welche Klimawerte sind nun anhand der Veränderung der Vegetation abzuleiten? In nördliche Richtung kann man von einer ähnlichen Waldzusammensetzung wie gegenwärtig in Mittelschweden und Mittelfinnland ausgehen. Eine Verlagerung der Vegetationszonen um etwa 10 Breitengrade nach Süden entspricht nach gegenwärtigen Klimawerten (z. B. in MÜHR 2016) im Tieflandbereich einer Absenkung der Jahresmitteltemperatur von 8 bis 9 °C auf 4 bis 5 °C, also um etwa 4 °C.

Denkbar erscheint auch eine zweite Erklärungsmöglichkeit. Das Verschwinden des thermophilen Laubwaldes könnte trockenheitsbedingt sein, also auf eine starke Zunahme der Kontinentalität zurückzuführen sein. Eine Quantifizierung dazu ist schwieriger, da die thermophilen Laubgehölze unterschiedlich an die in östliche Richtung zunehmende Kontinentalität angepasst sind und die Spannweite der östlichen Verbreitungsgrenzen sehr viel größer als im nördlichen Europa ist. Diese zweite Möglichkeit scheidet für das jüngere Quartär aber auch aus, weil mit Beginn der folgenden Kaltzeiten sehr bald die rezent zirkumpolar verbreitete und kälteliebende Ostrakodenart *Fabaeformiscandona rawsoni* erschien (FUHRMANN & PIETRZENIUK 1990; FUHRMANN 2012, 2017). Gesichert erscheint damit, dass die Ursache für den Vegetationswandel vorwiegend eine Temperaturabsenkung war.

Eine weitere Frage ist, inwieweit mit der Pollenanalyse eine Aussage zum Gradienten der Temperaturabsenkung möglich ist. Eine Absenkung des Temperaturmittels um 4 °C führt nicht zum Absterben der thermophilen Laubhölzer und sie beeinträchtigt auch kaum das Blühen, also die Pollenproduktion. Sie beeinträchtigt aber durch Unterschreiten der artspezifisch erforderlichen Länge der Vegetationszeit das Ausreifen der Früchte und damit die Verjüngung des Bestandes. Das Blühreifealter der wichtigsten thermophilen Laubhölzer schwankt nach den Angaben von LANG (1994: 172) zwischen 20 und 40 Jahren, bei den *Quercus*-Arten steigt es im Bestand bis auf 80 Jahre. Das Lebensalter von *Quercus* beträgt bis zu 1000 Jahren, bei der im Endabschnitt der mesokraten Phase häufig dominanten Hainbuche sind es bis zu 250 Jahre. Da selbst bei einer abrupten Absenkung der Durchschnittstemperatur kurzfristige positive Schwankungen auftreten werden, erscheint auch eine begrenzte Verjüngung möglich. Der Wechsel in der Waldzusammensetzung kann sich also bei einem Temperaturplateau von 4 bis 5 °C über viele Jahrhunderte in die Länge ziehen. Eine anfängliche rasche Temperaturabsenkung muss sich also im Pollendiagramm gar nicht widerspiegeln.

Für viele der bisher pollenanalytisch untersuchten Vorkommen warmzeitlicher Sedimente stand überwiegend nur nebenbei angefallenes Probenmaterial zur Verfügung, häufig nur einzelne gestörte Proben mit großen Abständen. Von den z. B. von HERMSDORF & STRAHL (2008) für das Land Brandenburg aufgelisteten zahlreichen Eem-Vorkommen wären nur sehr wenige für solche Untersuchungen geeignet. Zur detaillierten Erfassung auch kurzzeitiger Veränderungen sind Lupenprofile anhand technisch lückenloser Bohrprofile erforderlich, die eine entsprechende Bohrtechnik zur Gewinnung ungestörter Proben notwendig machen.

Im Folgenden wird anhand der Vorkommen, bei denen auch die Ostrakoden untersucht wurden, der Kenntnisstand zum Übergang von der Warmzeit zur Kaltzeit dargestellt. Im Interglazialbecken **Gröbern** bei Gräfenhainichen (Sachsen-Anhalt) war eine vollständige warmzeitlich/frühkaltzeitliche Sequenz aufgeschlossen, die nach der Pollenanalyse (LITT 1990) der Eem-Warmzeit und der frühen Weichsel-Kaltzeit zuzuordnen ist. Die Ostrakodenfauna (FUHRMANN & PIETRZENIUK 1990) kann für die anstehende Problematik keinen Beitrag leisten, weil der Abschnitt der LITT-Pollenzonen 5 bis 7 kalkfrei und damit fossilliefer ist. Wichtig ist, wie bereits erwähnt, der Nachweis der kaltzeitlichen Ostrakodenart *Fabaeformiscandona rawsoni* im ersten frühkaltzeitlichen Abschnitt (Pollenzone WFI, Herning-Stadial nach LITT 1990).

Das Interglazialbecken **Cottbus-Nord** ist lithostratigraphisch und auch palynologisch gesichert eemwarmzeitlich, die Sequenz reicht bis in das Weichselfrühglazial (FUHRMANN 2015). Für die Untersuchung der Ostrakodenfauna stand aber nur ein unvollständiges Profil mit Einzelproben in meist weitem Abstand zur Verfügung, insbesondere der Übergangsbereich wurde unzureichend erfasst. Die gemäßigt warmzeitlichen Arten *Darwinula stevensoni* und *Metacypris cordata* verschwanden erst in der Pollenzone 9 nach ERD, das spricht ähnlich wie die Pollenanalyse eher für eine allmähliche und nicht für eine abrupte Klimaänderung. Der Salzsee bei Cottbus war aber meist ein Tiefwassersee. In dessen Hypolimnion herrschte ganzjährig quasi konstant eine Temperatur von ca. 4 °C und die dort den Boden bewohnenden Ostrakoden waren nicht der Absenkung der Jahresmitteltemperatur auf 4 bis 5 °C ausgesetzt. Solche Seeablagerungen sind deshalb kaum für die anstehende Problematik aussagefähig.

Die Beckenfüllung des **Ascherslebener Sees** reicht von der ausklingenden Eem-Warmzeit über eine lückenlose Sequenz der Weichsel-Kaltzeit bis zum Holozän. Eine pollenanalytische Untersuchung der gesamten eemwarmzeitlich/weichselkaltzeitlichen Sequenz liegt aber nicht vor. Nach MANIA & TÖPFER (1973: 26) stehen lediglich Pollenanalysen von Einzelproben zur Verfügung, so z. B. von der untersten als eemwarmzeitlich eingestuften Sedimentationsfolge Ia1. Dieser Abschnitt ist nach MANIA (1967: Abb. 4) rd. 2,5 m mächtig. Über ca. 1 m mächtigem Sand folgen 1,5 m „Tonmudde“ mit einer Seekreidelage. Die von der Oberfläche der Folge Ia1 ausgehenden Eiskeilpseudomorphosen weisen auf kaltzeitliches Klima hin. Für die oberen 1,5 m ist in MANIA & TÖPFER (1973: Tab. 4) eine pollenanalytische Zweiteilung angegeben: über einen „Eichenmischwald“ folgt ein „Kiefernwald“. Leider ist die Dokumentation unzureichend, aber in dieser Schicht liegt sicher der Übergang vom thermophilen Laubwald zum borealen Nadelwald. Und auch der Übergang zum hochkaltzeitlichen Klima erfolgte offensichtlich in diesem Abschnitt, denn für die Folge Ia1 sind außerdem, allerdings unhorizontiert, die kaltzeitlichen Molluskenarten *Pisidium stewarti* und *Pisidium obtusale lapponicum* angegeben (MANIA & TÖPFER 1973: Abb. 12). Durch die Untersuchung der Ostrakodenfauna in dem zum Becken des Ascherslebener Sees gehörenden Randfeld Schadeleben (FUHRMANN 2012) wurde festgestellt, dass die Ostrakodenbestimmungen von MANIA (1967) fehlerhaft sind. Leider war im Randfeld Schadeleben die Sedimentationsfolge Ia1 nicht aufgeschlossen. Die Aussagefähigkeit für die anstehende Problematik könnte deshalb nur nach einer Revision der Ostrakodenfunde von MANIA beurteilt werden.

Im Interglazialbecken **Neumark-Nord** NN 1 war eine vollständige Abfolge limnischer spätglazialer und warmzeitlicher Seeablagerungen sowie kaltzeitlicher Flachwassersedimente aufgeschlossen. Die zahlreichen Pollenanalysen (zuletzt STRAHL et al. 2010) sollen wegen des eemwarmzeitlichen Pollenbildes das Eem-Alter sichern. Nach der Ostrakodenfauna (FUHRMANN 2017, in diesem Heft) ist aber ein eemwarmzeitliches Alter ausgeschlossen. Außer durch die abweichende Fauna wird das auch durch die im gleichaltrigen Becken NN 2 in Superposition liegende und gesichert frühweichselkaltzeitliche Sequenz belegt. Anhand der Detailuntersuchungen im Bereich der Oberen Algenmudde (*Carpinus*-Phase) und den folgenden Schluffmudden der *Pinus*-Phase konnte die Klimaänderung zeitlich auf 50 bis 100 Jahre eingegrenzt werden. Die Klimaänderung muss abrupt erfolgt sein und der Zeitabschnitt der weiter oben angenommenen Absenkung der Jahresmitteltemperatur um etwa 4 °C war nur kurz, denn die kaltzeitliche Art *Fabaeformiscandona rawsoni* erschien bereits nach maximal 100 Jahren. Der Übergangsbereich ist pollenanalytisch bisher unzureichend untersucht. Die für die Schluffmudden der *Pinus*-Phase charakteristischen Arten *Trajancypris laevis* und *Sarscypridopsis aculeata* erschienen bereits während der Ablagerung der Oberen Algenmudde. Es wäre ein wichtiges Merkmal, wenn das eine Ankündigung der bevorstehenden Klimaänderung gewesen wäre.

4 Die Rolle zyklischer Klimaschwankungen im Holozän

Von Bedeutung ist auch die Frage, ob der Eintritt der natürlichen Klimaänderung autark erfolgt oder ob es einen Zusammenhang mit anderen Vorgängen gibt. Durch Untersuchungen an holozänen Fluss- und Bachablagerungen Nordwestsachsens (FUHRMANN 1999, 1973) wurde eine Zyklizität nachgewiesen, ein Wechsel zwischen Sedimentations- und Ruhephasen bei der Ablagerung des Auelehms sowie Niederschlagsschwankungen. Am wahrscheinlichsten ist, dass die Klimaänderung an einem der Umkehrpunkte der zyklischen Klimaschwankungen erfolgt.

5 Der anthropogen verursachte Kohlendioxidanstieg und die natürliche Klimaänderung

Es ist anzunehmen, dass der Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre nach der Erschöpfung bzw. der angestrebten Reduzierung des Einsatzes fossiler Kohlenstoffträger wieder zurückgeht. Dazu liegen aber noch keine Modellierungen vor. Aber selbst wenn die natürliche Klimaänderung im Zeitabschnitt der Wirkung des Klimawandels eintreten sollte, ist nicht anzunehmen, dass die Auswirkungen völlig kompensiert würden. Mittelfristig würde ein anthropogen ausgelöster Klimawandel wohl eher eine temporäre Erscheinung sein.

6 Zusammenfassung

Die insbesondere aus der Vegetationsgeschichte abgeleitende Zyklizität des quartern Klimas führt zur Schlussfolgerung, dass in der näheren Zukunft eine weitere Eiszeit bevorsteht. Wegen der essentiellen Bedeutung muss nach Lösungen gesucht werden, um den Zeitpunkt und den Ablauf zu prognostizieren. Die bisher allein zur Verfügung

stehende Pollenanalyse reicht dafür nicht aus, das hohe Lebensalter der Bäume spiegelt die Veränderungen verzögert wider. An einigen Beispielen wird aufgezeigt, dass die sehr kurzlebigen Süßwasserostrakoden wegen ihres raschen Reagierens auf Klimaänderungen besser geeignet sind. Der natürliche Klimawandel könnte in Mitteleuropa abrupt erfolgen und in der ersten Etappe zu einer Abkühlung um etwa 4 °C führen. Auch die Untersuchungen zur Zyklizität der Klimaschwankungen im Holozän müssten fortgesetzt werden, sie könnten einen entscheidenden Beitrag leisten.

Als Modellgebiet erscheinen Mitteldeutschland sowie das östliche Mitteleuropa besonders gut geeignet. Die Forschung muss sich aber von der bisherigen Beiläufigkeit trennen, geeignete Vorkommen aktiv aufsuchen und die Untersuchung der Pollen und der Ostrakoden auch mit entsprechend technischem Aufwand betreiben. Einen Beitrag könnten vermutlich auch Beobachtungen an der gegenwärtigen Nordgrenze des thermophilen Laubwaldes leisten, um damit Daten zur „Rückwanderung“ der Laubbaumarten zu sammeln.

Weitgehend offen ist die Frage über das Zusammenwirken mit dem prognostizierten anthropogen ausgelösten Klimawandel bei gleichen Wirkzeiträumen.

7 Quellenverzeichnis

- DUPHORN, K. (1976): Kommt eine neue Eiszeit? – Geologische Rundschau **65**: 845–864.
- ERD, K. (1973): Pollenanalytische Gliederung des Pleistozäns der Deutschen Demokratischen Republik. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften **1** (9): 1087–1103.
- FUHRMANN, R. (1973): Die spätweichselglaziale und holozäne Molluskenfauna Mittel- und Westsachsens. – Freiburger Forschungshefte C **278**.
- FUHRMANN, R. (1999): Klimaschwankungen im Holozän nach Befunden aus Fluß- und Bachablagerungen Nordwestsachsens und angrenzender Gebiete. – Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen **11**: 3–41. Gesamttext: http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AKlimaschwankungen_Holoz%C3%A4n_Nordwestsachsen_ANF11_1999.pdf
- FUHRMANN, R. (2012): Die Ostrakodenfauna der weichselkaltzeitlichen Schichtenfolge des Braunkohlentagebaues Schadeleben (Randfeld des Tagebaues Nachterstedt) im ehemaligen Ascherslebener See (Sachsen-Anhalt). – Mauritiana **24**: 29–50. Gesamttext: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ostrakoden_Schadeleben_Weichsel-Kaltzeit_24-2012.pdf
- FUHRMANN, R. (2015): Die Ostrakoden- und Molluskenfauna des eemwarmzeitlichen Salzsees bei Cottbus. – Natur und Landschaft in der Niederlausitz **31**: 21–39.
- FUHRMANN, R. (2017): Die Ostrakodenfauna der Interglazialbecken von Neumark-Nord (Geiseltal, Sachsen-Anhalt) und ihre Aussage zur stratigraphischen Stellung. – Mauritiana **32**: 44–105.
- FUHRMANN, R. & PIETRZENIUK, E. (1990): Die Ostrakodenfauna des Interglazials von Gröbern (Kreis Gräfenhainichen). – Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen **5**: 168–193.
- HERMSDORF, N. & STRAHL, J. (2008): Karte der Eem-Vorkommen des Landes Brandenburg. – Brandenburgische geowissenschaftliche Beiträge **15** (1/2): 23–55.
- KUKLA, G.; MATTHEWS, R. K. & MITCHELL JR., J. M. (1972): The end of the present interglacial. – Quaternary Research **2**: 261–269.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas: Methoden und Ergebnisse. – Gustav Fischer, Jena.
- LITT, T. (1990): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Klimaentwicklung während des Jungpleistozäns in den Becken von Gröbern und Grabschütz. – Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen **5**: 92–105.

- LÜTTIG, G. (1988): Gehen wir auf eine neue Eiszeit zu? – Eiszeitalter und Gegenwart **38**: 6–16.
- MANIA, D. (1967): Pleistozäne und holozäne Ostracodengesellschaften aus dem ehemaligen Ascherslebener See. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe **16** (4): 501–550.
- MANIA, D. & TÖPFER, V. (1973): Königsau – Gliederung, Ökologie und paläolithische Funde der letzten Eiszeit. – Veröffentlichungen des Landesmuseums für Vorgeschichte in Halle **26**: 1–164.
- MENKE, B. & TYNNI, R. (1984): Das Eeminterglazial und das Weichselfrühglazial von Rederstell/Dithmarschen und ihre Bedeutung für die mitteleuropäische Jungpleistozän-Gliederung. – Geologisches Jahrbuch A **76**: 3–120.
- MEYER, K.-J. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holsteinzeitlichen Kieselgur von Hetendorf. – Geologisches Jahrbuch A **21**: 87–105.
- MÜHR, B. (2016): Klimadiagramme weltweit: <http://www.klimadiagramme.de/>
- MÜLLER, H. (1974a): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holsteinzeitlichen Kieselgur von Munster-Breloh. – Geologisches Jahrbuch A **21**: 107–140.
- MÜLLER, H. (1974b): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der eemwarmzeitlichen Kieselgur von Bispingen-Luhe. – Geologisches Jahrbuch A **21**: 149–169.
- STRAHL, J.; KRBETSCHKE, M. R.; LUCKERT, J.; MACHALETT, B.; MENG, S.; OCHES, E. A.; RAPPSILBER, I.; WANSA, S. & ZÖLLER, L. (2010): Geologie, Paläontologie und Geochronologie des Eem-Beckens Neumark-Nord 2 und Vergleich mit dem Becken Neumark-Nord 1 (Geiseltal, Sachsen-Anhalt). – Eiszeitalter und Gegenwart **59** (1/2): 120–167.

Eingereicht am 12.10.2015

Dr. ROLAND FUHRMANN
 Eilenburger Straße 32
 D-04317 Leipzig
 E-Mail: fuhrmann.roland@yahoo.de