

Paläomagnetische Datierung hochgelegener Sand-Kies-Terrassen der Weser

KURT FROMM *)

Terraces, gravel, sand, silt, paleomagnetism, inverse magnetization, thermal demagnetization, magnetostratigraphy, Matuyama Epoch

Lower Saxony, Hesse, Northern German Hills, Weser River
TK 25 Nr.: 4222, 4323

Kurzfassung: An der Oberweser wurden drei Vorkommen altpleistozäner Terrassensedimente paläomagnetisch untersucht, um eine Datierung nach der Polarität der Remanenzen vorzunehmen.

Bei Fürstenberg wechselt in der nach dem Schema von ROHDE (1989) drittältesten pleistozänen Weserterrasse die Polarität. In der vermutlich gleichen Terrasse wurde bei Wahnbeck normale Polarität gefunden, dagegen war die erwartete normale Polarität in einer mutmaßlich jüngeren Terrasse bei Gewissenruh nicht ganz eindeutig nachzuweisen. Daraus folgt, daß der Polaritätswechsel nicht mit Sicherheit der Matuyama/Brunhes-Epochengrenze 700 000 a B.P. zugeordnet werden kann, sondern auch dem Beginn des Jaramillo-Events vor 970 000 a entsprechen könnte.

Die drittälteste Terrasse ist also spätestens im Cromer-Glazial A entstanden, vielleicht auch schon am Ende des Menap. Sie ist mit der „älteren Hauptterrasse“ (t_{R4}) am Rhein zu korrelieren.

[Paleomagnetic Dating of Pleistocene Sand and Gravel Terraces of the Weser River high morphologic Position]

Abstract: In the upper section of the Weser valley early Pleistocene sediments on terraces have been investigated for palaeomagnetic dating using the polarity of remanences.

At Fürstenberg the polarity changes in a Pleistocene terrace, which is the third-oldest terrace after the scheme of ROHDE (1989). In presumably the same terrace at Wahnbeck normal polarity was found, in contrast at Gewissenruh the normal polarity expected for a presumably younger terrace could not be proved clearly. Therefore the change in polarity does not show undoubtedly the Matuyama/Brunhes boundary 700 000 a B.P., but even may correspond to the beginning of the Jaramillo event 970 000 a ago.

The third-oldest terrace therefore latest originated in the Cromer glacial A, but perhaps already in the end of the Menapian. It correlates with the older "main terrace" (t_{R4}) in the Rhine valley.

1. Einleitung

Am Oberlauf der Weser sind an den Hängen des tief eingeschnittenen Tales kleine Vorkommen pleistozäner Weser-Sande und -Kiese bis in 120 m Höhe über der heutigen Talauie erhalten. Nach ROHDE (1989, dieser Band) lassen sich diese Terrassenreste aufgrund ihrer Höhenlage in 11 Terrassenniveaus einordnen. Es bieten sich aber keine Anhaltspunkte für eine Alterszuordnung.

Am Mittelrhein hatten paläomagnetische Bestimmungen an Hochflutlehmen und Sanden der altpleistozänen Rheinterrassen zu einer Datierung mit Hilfe der paläomagnetischen Matuyama/-Brunhes-Epochengrenze geführt und erkennen lassen, daß die Sedimente der viert-ältesten Terrasse (t_{R4}) noch die inverse Polarität der ausgehenden Matuyama-Epoche aufweisen (FROMM 1987: 15ff). Da die Terrassenfolgen an Mittelrhein und Oberweser vom gleichen Rhythmus der Kaltzeiten mitgeprägt wurden und sich daher vermutlich ähneln, ließ sich abschätzen, daß auch an der Weser die älteren Terrassen schon in der Matuyama-Epoche entstanden waren.

Diese Alterseinschätzung sollte zunächst an einem Profil aus der dritt-ältesten Terrasse bestätigt werden, das bei Fürstenberg in einem der seltenen Aufschlüsse zugänglich ist. Schwierigkeiten bot allerdings das Material; denn dort steht fast nur Grobsand mit Kies an, bei dem schon einzelne nicht im Erdfeld eingeregelt Gesteinssplitter (z. B. aus den Thüringerwald-Vulkaniten) die remanente Magnetisierung bestimmen können. Später folgten Bestimmungen an Sanden und Schluff aus der gleichen Terrasse bei Wahnbeck und aus der nächstjüngeren bei Gewissenruh.

Die Untersuchung wurde vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLFb) im Rahmen der geologischen Landesaufnahme vorgenommen.

*) Anschrift des Autors: K. FROMM, Nieders. Landesamt f. Bodenforschung, Stilleweg 2, D—3000 Hannover 51.

2. Probenbeschaffung

In den drei Aufschlüssen bei Fürstenberg, Wahnbeck und Gewissenruh wurden unter der geologischen Führung von Herrn Dr. ROHDE, NLFb, Vertikalprofile beprobt. In der Regel wurden quaderförmige Handstücke im Anstehenden freigelegt und nach dem Aufbringen einer Orientierung abgestochen. Aus einigen Sandschichten, besonders bei Gewissenruh, konnten aber nur Stechrohrproben gewonnen werden, da der relativ grobe Sand kaum bindiges Material enthielt. Im Labor für Gesteinsmagnetik des NLFb wurden die Proben mit einem handelsüblichen Putzgrund verfestigt und für die magnetischen Messungen in Würfel mit 37 mm Kantenlänge zerlegt. Aus den Handstücken konnten meistens 10 oder mehr Würfel gewonnen werden, aus den Stechrohrproben nur je einer.

3. Bestimmung der paläomagnetischen Polarität

Magnetisierte feinkörnige Gesteinspartikel können sich im Wasser nach dem magnetischen Erdfeld ausrichten und dadurch bei ihrer Ablagerung dem Sediment eine entsprechend gerichtete Remanenz verleihen. Die bei Ablagerung von grobem Sand und Kies herrschende Strömung dürfte allerdings eine solche magnetische Ausrichtung weitgehend verhindern; daß sie dennoch beobachtet wird, kommt vermutlich daher, daß sie in den Zwickeln zwischen den größeren Körnern entsteht; sie ist aber vielfach stark gestört. Dagegen ist in schluffigem Sand meistens eine brauchbare Ausrichtung vorhanden, an der die Polarität des bei der Ablagerung herrschenden Erdfeldes noch zu erkennen ist.

Die Paläoremanenz wird überlagert von einem viskos dem heutigen Feld sich angleichenden Anteil. Diese viskose Remanenz wurde im Labor durch partielle Demagnetisierung in einem magnetischen Wechselfeld von 20 mT oder 40 mT eliminiert.

Eine weitere sekundäre, also nach der Sedimentation entstandene Remanenz kann auf chemische Prozesse, z. B. in Eisen-Mangan-Verkittungen, zurückgeführt werden. Chemische Remanenzen sind sehr stabil gegen Magnetfelder und können daher mit der angewandten partiellen Demagnetisierung nicht beseitigt werden.

Sämtliche nach der Demagnetisierung gemessenen Remanenzen wurden in Profildiagrammen dargestellt, sowohl die Richtungsparameter (Deklination und Inklination) wie auch die Vektorbeträge, wobei das Profil zu einer äquidistanten Folge von Proben bzw. Schichten schematisiert ist (Abb. 2 bis 4). Eine Polaritätssäule erleichtert den Vergleich der räumlichen Richtung der Remanenz mit der des paläomagnetischen Feldes im Quartär ($D = 0^\circ$; $I = 65^\circ$)

und vermittelt mit der Länge der Polaritätsmarken — dem Maß der Parallelität — einen Eindruck von der Streuung der Remanenzrichtungen innerhalb eines Horizontes. Damit läßt sich die Polarität der Remanenzen direkt von den Profildiagrammen her beurteilen.

Da die Würfel aus zwei übereinanderliegenden Horizonten innerhalb der Handstücke stammen und daher bereits verschiedene Polarität ihrer Paläoremanenz besitzen können, erscheinen bei den Handstücken in Abb. 2 zwei Horizonte. Die Mittelwerte zu den Horizonten sind durch Kurvenzüge verbunden.

4. Paläomagnetische Befunde in den Aufschlüssen

4.1. Fürstenberg

Zwischen Boffzen und Fürstenberg am Oberlauf der Weser ($R = 3528,44$ km; $H = 5733,46$ km; 225 m über NN) sind ab 129 m über der heutigen Talaue auf dem Mittleren Buntsandstein 3—4 m mächtige Sand-

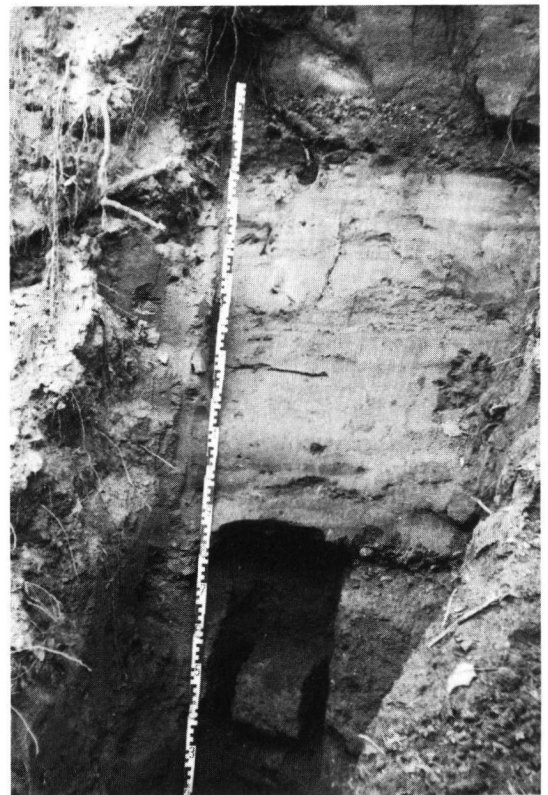


Abb. 1: Flußablagerungen bei Fürstenberg, die zur drittältesten Weserterrasse gehören. Der Polaritätswechsel in der Paläoremanenz liegt ca. 10 cm unter der Meßplattenmitte.

schichten erhalten. Der vorwiegend grobe Sand führt im unteren und oberen Bereich des Aufschlusses Kies mit einer Körnung bis zu ca. 1 cm sowie Sandsteinbröckchen mindestens gleicher Größe; dazwischen liegt ca. 1 m mächtiger schluffiger Mittelsand, in dem einzelne Horizonte mit Eisen-Mangan-Verkittungen vorkommen (Abb. 1).

Die Beprobung (Punkt Wt 21 bei ROHDE 1989: dieser Band) erfaßte mit 11 Handstücken und 3 Stechproben die Sandschichten in einem Bereich von 1,25 m bis 3,15 m unter der dortigen Oberfläche.

Die viskose Remanenz wurde mit 20 mT weitgehend beseitigt; denn im unteren Teil des Profils traten danach Remanenzrichtungen hervor, die einer inversen Polarität entsprechen. Weitere Versuche mit höheren Feldstärken oder mit thermischer Demagnetisierung (durch Erhitzen) zielten auf die Klärung der Polarität bei der stark streuenden Remanenz im Kies; sie

führten aber zu keinem Erfolg. Erhitzen über 200° C resultierte dabei in sprunghaft ansteigenden Remanenzen.

Aus Abb. 2 ist für den oberen Profilabschnitt eindeutig normale Polarität abzulesen. Im unteren Teil kommen invers polarisierte Remanenzen und Zwischenrichtungen vor. Als wirklich invers polarisiert können die Proben in 2,35 m Tiefe und die oberen Horizonte der Proben in 2,25 m und in 2,60 m Tiefe genannt werden. Zwischen 2,60 m und 3,00 m Tiefe streuen die Remanenzrichtungen besonders stark. Die drei Stechproben aus 3,15 m Tiefe sind normal polarisiert.

Das Vorkommen überwiegend inverser Remanenzen in mehreren Horizonten des unteren Profiltiles läßt sich nur auf eine Entstehung in der Matuyama-Epoche zurückführen. Das Auftreten normaler Polarität in Horizonten zwischen und unter den inversen Remanenzen kann mit einer postsedimentären Chemo-

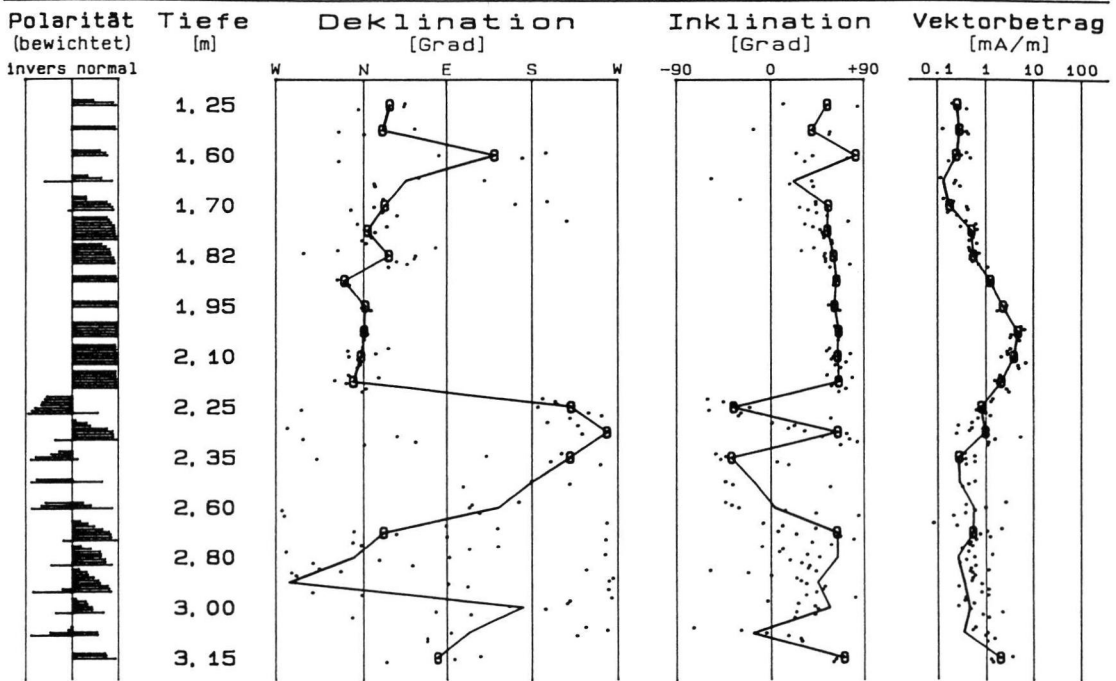


Abb. 2: Paläoremanenzen im Profil bei Fürstenberg.

Erläuterungen zur Darstellung und zu den Symbolen in den Profildiagrammen:

Die Polaritätsmarken sind bewichtet; ihre Länge ist die Projektion des Remanenzvektors auf die Feldrichtung ($D = 0^\circ$; $I = 65^\circ$).

• Einzelwerte zu einem Meßwürfel

0 Mittelwerte für einen Horizont; sie sind durch Linienzüge miteinander verbunden. Bei stark streuenden Einzelrichtungen entfallen die Symbole (0). Bei den Richtungen (Deklination und Inklination) wurde die Resultierende der Einheitsvektoren benutzt und bei den Vektorbeträgen ein vektorieller Mittelwert (=Resultierende dividiert durch die Anzahl der Einzelvektoren).

Die Tiefenskala ist schematisiert zu äquidistanten Abständen der Probenhorizonte.

remanenz kaum erklärt werden, weil keine besonderen Voraussetzungen dafür speziell in diesen Schichten erkennbar sind. Auffällig ist aber, daß der Polaritätsgegensatz zwischen den beiden Horizonten in der Probe bei 2,25 m Tiefe mit einem Wechsel der Korngröße im Sediment einhergeht: während im schluffigen oberen Teil der Probe die inverse Remanenz erhalten ist, scheint im Mittel- bis Grobsand des unteren Teiles später eine Reorientierung nach der normalen Feldrichtung erfolgt zu sein. Normale Feldrichtung herrschte nämlich bereits, als die Aufschotterung des oberen Profilabschnittes erfolgte und die unteren Schichten daher mit Wasser gesättigt waren, so daß Reorientierungen der magnetischen Partikel — ausgelöst beispielsweise durch seismische Wellen, worauf bereits KOCI hinwies (BOENIGK et al. 1979: 518) — noch möglich waren. Auch die anderen unteren Horizonte mit normaler Polarität weisen mit ihrem grobkörnigen Material und in ihrer Position die gleichen Voraussetzungen für eine solche Reorientierung auf.

Im Aufschluß bei Fürstenberg ist also ein Wechsel von ursprünglich inverser Polarität im unteren Teil zu normaler im oberen Teil des Profils festzustellen.

4.2. Aufschluß bei Wahmbeck

Bei Wahmbeck sind auf dem Hilkenberg ($R = 3535,09$ km; $H = 7522,70$ km; 161 m über NN) Flußablagierungen angeschnitten, die den bei Fürstenberg untersuchten entsprechen sollen (PREUSS & ROHDE 1979), hier bei Wahmbeck allerdings in tektonisch abgesenkter Position nur ca. 60 m über der heutigen Talau aufzutreten. Zwischen den in ca. 4 m Mächtigkeit aufgeschlossenen Kies- und Schotterschichten konnten vier Handstücke aus drei zum Teil schluffigen Sandlagen gewonnen werden (Punkt Wt 24, sowie Abb. 3 unten bei ROHDE 1989, in diesem Band).

Abb. 3 zeigt das zugehörige Profildiagramm, aus dem eine normale Polarität für die beiden oberen Schich-

ten abzulesen ist. Die Remanenzrichtung der untersten Schicht ist untypisch, sie beruht wahrscheinlich auf der größeren Richtungsstreuung in dem groben Material der Probe.

Der Befund an diesem Aufschluß steht nicht in Widerspruch zu jenem bei Fürstenberg, bei dem die oberen Schichten ebenfalls normal polarisiert sind. Da die unteren Schichten am Hilkenberg durch ca. 2 m hohe Schuttmassen unzugänglich waren, konnte nicht überprüft werden, ob auch hier der untere Teil des Profils wie bei Fürstenberg invers polarisierte Remanenzen aufweist.

4.3. Aufschluß bei Gewissenruh

Auf dem Berghang über Gewissenruh ($R = 3537,44$ km; $H = 5721,30$ km; 213 m über NN) sind Sedimente in ca. 5 m Mächtigkeit aufgeschlossen, die einer Terrasse angehören, deren Basis etwa 95—101 m über der heutigen Talau liegt und die jünger als jene bei Fürstenberg sein soll (Punkt Wt 23 bei ROHDE 1989, in diesem Band). Dort wurden 5 Schichten — Sandlagen mit nur sehr geringen Schluffanteilen — beprobt, und zwar vorwiegend mit Stechrohren, da der Sand anders nicht zusammengehalten hätte.

Die Magnetisierung ist sehr gering und ließ sich bei einer größeren Anzahl von Probenwürfeln nach der Demagnetisierung nicht mehr bestimmen. In Abb. 4 wurden die Proben schichtweise zusammengefaßt. Die Remanenzen aus der Schicht 2 lassen keine bevorzugte Richtung erkennen, so daß man davon ausgehen kann, daß in dem groben Sand dieser Schicht gar keine Einregelung erfolgt ist. Auch in den Schichten 1, 3 und 4, in denen Mittelsand mit Kiesanteilen und kleinen Steinresten gemischt ist, läßt sich die Polarität nicht bestimmen; die normalen Remanenzen in dem etwas bindigeren Material der Schicht 5 sind zwar deutlich, reichen aber nicht zu einer überzeugenden Polaritätsbestimmung für das ganze Profil aus.

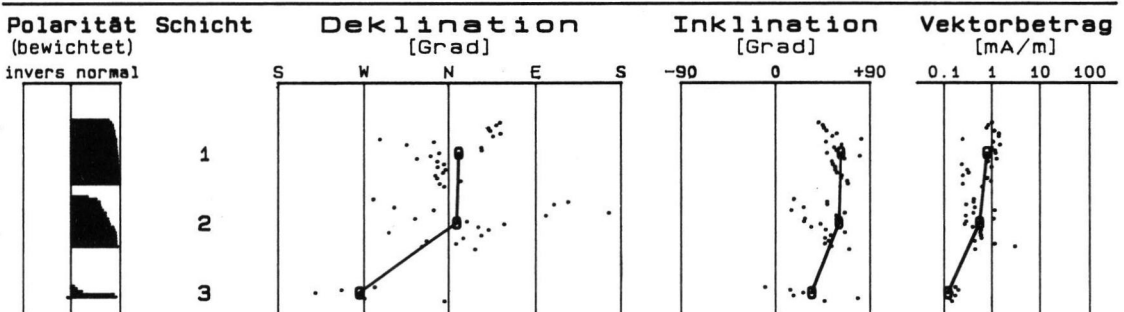


Abb. 3: Paläoremanenzen im Aufschluß am Hilkenberg bei Wahmbeck. (Erläuterungen zu den Profildiagrammen in Abb. 2).

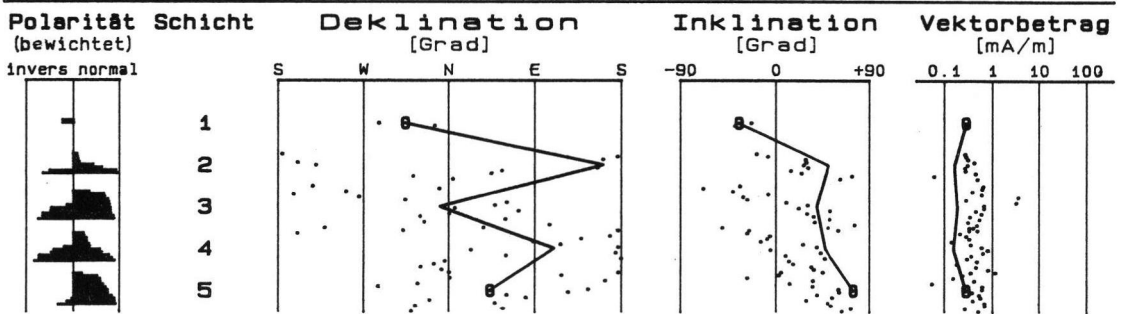


Abb. 4: Paläoremanenzen im Aufschluß bei Gewissenruh.
(Erläuterungen zu den Profildigrammen in Abb. 2).

5. Ergebnis

Nach dem Befund am Hilkenberg bei Wahmbeck könnten die dort beprobten Schichten dem oberen Profiteil bei Fürstenberg entsprechen. Daher besteht kein Widerspruch zu der von ROHDE (1989 in diesem Band) genannten Zuordnung der tektonisch abgesenkten Terrasse am Hilkenberg zur untersuchten Terrasse bei Fürstenberg. Dies bedeutet aber noch keine Bestätigung der Richtigkeit dieser Zuordnung.

Im Profil bei Fürstenberg weisen die Remanenzen einen Polaritätswechsel auf, der sehr wahrscheinlich den Übergang von der Matuyama- zur Brunhes-Epoche vor ca. 700 000 Jahren markiert. Die Schotter bei Gewissenruh aus der nächstjüngeren Terrasse müßten demnach aus der Brunhes-Epoche stammen und normale Polarität der Remanenz aufweisen. Dies ließ sich leider nicht ganz eindeutig nachweisen, denn es kann eine inverse Polarität in den oberen Schichten nicht völlig ausgeschlossen werden. Für die Datierung des Polaritätswechsels bei Fürstenberg muß daher auch eine andere Stelle der Reversions-Zeitskala in Betracht gezogen werden, nämlich der Beginn des Jaramillo-Events vor genau 970 000 Jahren.

Das Alter der bei Fürstenberg untersuchten Terrasse kann also aus den verfügbaren Daten nicht ganz eindeutig festgelegt werden; dennoch erlauben die paläomagnetischen Bestimmungen folgende Korrelationen:

Die Matuyama/Brunhes-Grenze liegt nach ZAGWIJN (1985: Abb. 2) in der ersten Kaltzeit des Cromer-Komplexes. Danach stammen die Ablagerungen auf der Terrasse bei Fürstenberg sehr wahrscheinlich aus dem Cromer-Glazial-A, vielleicht aber, wenn die Datierung mit dem Jaramillo-Event zuträfe, sogar aus dem Menap kurz vor der Bavel-Warmzeit (ZAGWIJN & DOPPERS 1978: Abb. 3).

Die paläomagnetischen Bestimmungen am Mittelrhein hatten bei St. Goar in den Sedimenten auf der

viert-ältesten Terrasse (t_{R4}) sowohl den Matuyama/Brunhes-Epochenwechsel erkennen lassen als auch eine normal polarisierte Zone im inversen Bereich, die als Anzeichen für das Jaramillo-Event gedeutet wurde (FROMM 1987: Abb. 6). Daraus folgt nun eine Korrelation dieser „älteren Hauptterrasse“ am Rhein mit der nach dem Schema von ROHDE (1989 in diesem Band: Abb. 1) dritt-ältesten Weserterrasse bei Fürstenberg.

In diesem Zusammenhang muß auch an eine paläomagnetische Datierung an der Werra erinnert werden: nach WIEGANK (1979: 256) wurde die Matuyama/Brunhes-Grenze in der „Oberen Oberterrasse“ der Werra bei 55 m über der heutigen Talauflage gefunden; leider aber sind dazu keine Daten veröffentlicht worden.

6. Schriftenverzeichnis

- BOENIGK, W., KOCI, A. & BRUNNACKER, K. (1979): Magnetostratigraphie im Pleistozän der Niederrheinischen Bucht. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 9: 513–528, 4 Abb.; Stuttgart.
- FROMM, K. (1987): Paläomagnetische Bestimmungen zur Korrelation altpleistozäner Terrassen des Mittelrheins. — Mainzer geowiss. Mitt. 16: 7–29, 16 Abb., 1 Tab.; Mainz.
- PREUSS, H. & ROHDE, P. (1979): Quartär. — In: Geol. Karte 1: 25 000, Erl. Bl. 4323 Uslar: 36–61, Abb. 4–6, Tab. 4–8; Hannover (Nieders. L.-Amt Bodenforsch.).
- WIEGANK, F. (1979): Palaeomagnetic Dating and Correlation of Quaternary Deposits in the GDR. — Project 73/1/24 Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere, Report 5: 254–262, 2 Abb.; Prague.
- ZAGWIJN, W. H. (1985): An outline of the Quaternary stratigraphy of the Netherlands. — Geol. en Mijnbouw, 64: 17–24, 6 Abb.; Dordrecht.
- & DOPPERS, J. W. CHR. (1978): Upper Cenozoic of the southern North Sea Basin: palaeoclimatic and palaeogeographic evolution. — In: A. J. van Loon (ed.); Keynotes of the MEGS-II (Amsterdam, 1978). Geol. en Mijnbouw, 57: 577–588.

Manuskript eingegangen am 12. 12. 1988.