

Elf pleistozäne Sand-Kies-Terrassen der Weser: Erläuterung eines Gliederungsschemas für das obere Weser-Tal

PETER ROHDE*)

Pleistocene, stratigraphy, terraces, sand, gravel, size distribution, heavy minerals,
modal analysis, shingle, provenance,

Lower Saxony, North Rhine-Westphalia, Hesse, Northern German Hills, Weser River.
TK 25 Nr.: 4022, 4122, 4222, 4322, 4323

Kurzfassung: Arbeiten für die Geologische Landesaufnahme und ergänzende Untersuchungen ermöglichten es, die Reste der pleistozänen Sand-Kies-Terrassen der Weser im Abschnitt Gieselwerder-Hehlen zu gliedern. Aufgrund der Höhenlage ihrer Basisflächen in bezug zur heutigen Talauflage ließen sich 11 Terrassen-Niveaus unterscheiden, das älteste bei fast +160 m, das jüngste (löß-freie Niederterrasse) bei etwa –10 m relativer Höhe. Örtlich kommen – durch Subrosion bzw. tektonische Vorgänge bedingt – Terrassen-Sedimente in abgesenkter Lage vor. Die Kies-Analyse belegt, daß der Weser seit dem Tertiär ständig Thüringerwald-Vulkanite durch die Werra zugeführt worden sind. Kiese, Sande und Schluffe zeigen Unterschiede bei der Aufnahme im Gelände wie in den Analysen (Korngrößen, Tonfraktions- und Schwerminerale, Geröllarten) vor allem infolge altersbedingt unterschiedlicher Verwitterungseinwirkungen. Eine paläomagnetische Meßreihe (s. K. FROMM in diesem Band) ergab für Sedimente in etwa 130 m Höhe über der heutigen Talauflage eine Polaritätsumkehr von invers (unten) zu normal, für die als jüngstmögliches Alter der Matuyama/Brunhes-Epochenwechsel vor 730 000 Jahren in Betracht kommt. Die Eintiefung des Weser-Tales seit der Bildung der ältesten bekannten Terrasse im Pleistozän liegt in der Größenordnung von 20 cm im Jahrtausend.

[Eleven Pleistocene Sand and Gravel Terraces of the Weser River:

Explanation of a Classification System for the Upper Weser Valley]

Abstract: A geological survey and supplementary studies made it possible to classify the remains of Pleistocene sand-gravel terraces of the Weser River between Gieselwerder and Hehlen. Eleven terraces can be distinguished: the base of the oldest terrace lies at nearly +160 m, the youngest

(loess-free lower terrace) at about –10 m relative to the present alluvial plain. Locally, terrace sediments have been affected by subsidence caused by subsosion or tectonic activity. The analysis of the gravel shows that Thüringerwald volcanic rocks have been transported into the Weser via the Werra River since the Tertiary. The gravel, sand, and silt show differences in the field and in the laboratory (grain-size, clay fraction composition, heavy minerals, and pebble types) primarily reflecting different stages of weathering. A series of paleomagnetic measurements (see K. FROMM, this volume) demonstrate the existence of a reversal of polarity from reversed (beneath) to normal (above) in the terrace sediments about 130 m above the present alluvial plain. The polarity reversal probably occurred at the Matuyama/Brunhes boundary 730 000 years ago. Deepening of the Weser valley has taken place at a rate of about 20 cm per millenium since the formation of the oldest terrace in the Pleistocene.

1. Bearbeitungsgang

Ein Thema, das über viele Jahrzehnte hinweg immer wieder zu Beobachtungen angeregt und unter namhaften Geologen lebhafter oder sogar heftige Auseinandersetzungen entfacht hat, stellte sich 1973/74 erneut im Rahmen der Geologischen Landesaufnahme des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung: im Gebiet des Blattes 4322 Karlsrufer der Topographischen Karte 1:25000 fanden sich an den Hängen über dem Weser-Tal bis in 120 m Höhe über der heutigen Talauflage Weser-Sande und -Kiese in vielen kleinen Vorkommen. Wenn man diese sorgfältig abgrenzte gegenüber Ablagerungen, denen solche Sande und Kiese durch hangabwärtige Umlagerung nur sekundär beigemischt sind, zeigte sich, daß die „echten“ Weser-Ablagerungen auf wenige bestimmte Höhenstufen über der heutigen Talauflage beschränkt

*) Anschrift des Autors: Dr. P. ROHDE, Nieders. Landesamt f. Bodenforschung, Stilleweg 2, D-3000 Hannover 51.

sind. Sie bilden also eine Schotterterrassen-Treppe. Am Innenbogen des Weser-Tales bei Würgrassan — Lauenförde war ein solches Übereinander von Schotterterrassen besonders gut zu erkennen (ROHDE 1976).

Durch die Quartär-Kartierung im Gebiet des östlichen Nachbarblattes 4323 Uslar lagen damals weitere aktuelle Beobachtungen vor (PREUSS 1973, 1975). Geeignete Daten ließen sich für das Weser-Tal zwischen Münden und Holzminden auch durch kritische Auswertung von Karten und Schriften gewinnen (GRUPE 1929; AMTHAUER 1972).

Die Kenntnisse über den anschließenden Talabschnitt zwischen Holzminden und Hehlen (GRUPE 1929) wurden 1984 durch gezielt angesetzte Bohrungen (Schneckenbohrungen) wesentlich erweitert. So konnte schließlich ein Schema der Terrassenfolge auf einer DEUQUA-Exkursion vorgestellt und an einigen Geländepunkten veranschaulicht werden (ROHDE 1986). Neu sind die Ergebnisse paläomagnetischer Untersuchungen an Proben dreier hochgelegener Terrassen (FROMM 1987b sowie in diesem Band).

Im folgenden werden alle neueren Untersuchungsergebnisse zusammengefaßt und Schlußfolgerungen erläutert. Im Vordergrund stehen dabei die Fragen

- wo liegen die verstreuten Vorkommen pleistozäner Weser-Ablagerungen?
- wie setzen sie sich in den behandelten Beispielen zusammen?
- wie lassen sie sich zu einem stratigraphischen Schema ordnen?

Das vorgestellte Schema der Terrassenfolge sollte zunächst als vorläufig betrachtet werden, da die Beobachtungen durch Oberflächenkartierungen und Bohrungen verdichtet und die Auswertungen weiter überprüft werden müssen.

Für das Gebiet Polle-Hehlen ist im Oktober 1988 — nach Fertigstellung des Manuskripts zur vorliegenden Arbeit — ein Exkursionsführer von W. THIEM erschienen, eine Fundgrube detailgenauer Beobachtungen und ihrer Deutungsvarianten. THIEM behandelt außer den Terrassen-Sedimenten auch Ablagerungen des Eises und seiner Schmelzwässer, die hier, im Grenzbereich ihrer Verbreitung, besondere stratigraphische Bedeutung wegen ihrer Lageverhältnisse zu den Ablagerungen der Flußterrassen haben. Deutlich zeigt er vor allem auf, wie viele grundlegende Fragen der pleistozänen fluvialen Ablagerung und Abtragung sowie der Terrassen-Stratigraphie ungeklärt sind. Es entspricht also seinem Verständnis, wenn auch die vorliegenden Ausführungen über das Schema einer Terrassenfolge als „Werkstattbericht“ veröffentlicht werden, damit die Basisdaten für weitere Beobachtungen und Untersuchungen zur Verfügung stehen.

2. Höhenlage der Terrassen

Die Reste der pleistozänen Weser-Ablagerungen liegen mit Ausnahme der talaue-nahen verstreut (vgl. Abb. 4). Wegen ihrer abtragungsexponierten Lage auf Kuppen und an Hängen sind sie im allgemeinen nur noch einige Meter mächtig. Sie lassen datierbare Einschlüsse fossiler Tier- oder Pflanzenreste nicht erwarten und sind auch noch nicht im Verband mit datierbaren organogenen Ablagerungen gefunden worden (Ausnahme: MANGELSDORF 1981; HELMUT MÜLLER in: ROHDE 1986: 19). Zwar weisen Verwitterungsunterschiede günstigenfalls auf verschiedenes Alter, doch ist — mit gewissen Einschränkungen — offensichtlich nur die Höhenlage über der heutigen Talaue (üb. T.) als Gliederungsmerkmal geeignet. Die bisherigen Beobachtungen ergaben:

- Die Basisflächen der pleistozänen Weser-Ablagerungen liegen in eng begrenzten Höhenbereichen bis etwa 160 m über der heutigen Talaue. Ablagerungen gleicher oder fast gleicher relativer Basisshöhe lassen sich unter bestimmten Voraussetzungen zunächst lokal zu Terrassenkörpern zusammenfassen.
- Örtlich liegen Terrassenkörper durch Absenkung z. T. um mehrere Zehnermeter „zu tief“, wie vor allem die relativ gut kartierbaren jüngsten Terrassenkörper erkennen lassen, die durch Terrassenflächen ohne Löß-Bedeckung bzw. wenig höhere Terrassenflächen mit Löß-Decke gekennzeichnet sind.
- Außerhalb der Senkungszone scheint die relative Höhenlage der einzelnen Terrassenkörper längs des Weser-Tales oberhalb von Hehlen jeweils konstant zu sein, obwohl dies nicht zu erwarten wäre, wenn man sich an Ergebnissen wie denen von WORTMANN (1937) aus dem Diemel-Tal orientiert.

Die abgesenkte Lage von Terrassenkörpern ist bisweilen schwer zu erkennen. Als Beispiele seien genannt die Vorkommen

- a) am Hilkenberg bei Wahmbeck (TK 25, Bl. 4323 Uslar, s. PREUSS & ROHDE 1977), 50–75 m abgesenkt
- b) im Gebiet südlich Albaxen (Bl. 4122 Holzminden, s. Abb. 2), 65 m abgesenkt
- c) in der Falkenhagener Störungszone bei Polle — Reileifzen (Bl. 4122 Holzminden, Bl. 4022 Ottenstein, s. Abb. 2), 35–40 m abgesenkt
- d) an der Elfas-Überschiebung bei Kemnade — Hehlen (Bl. 4022 Ottenstein, s. Abb. 2), 35–40 m abgesenkt.

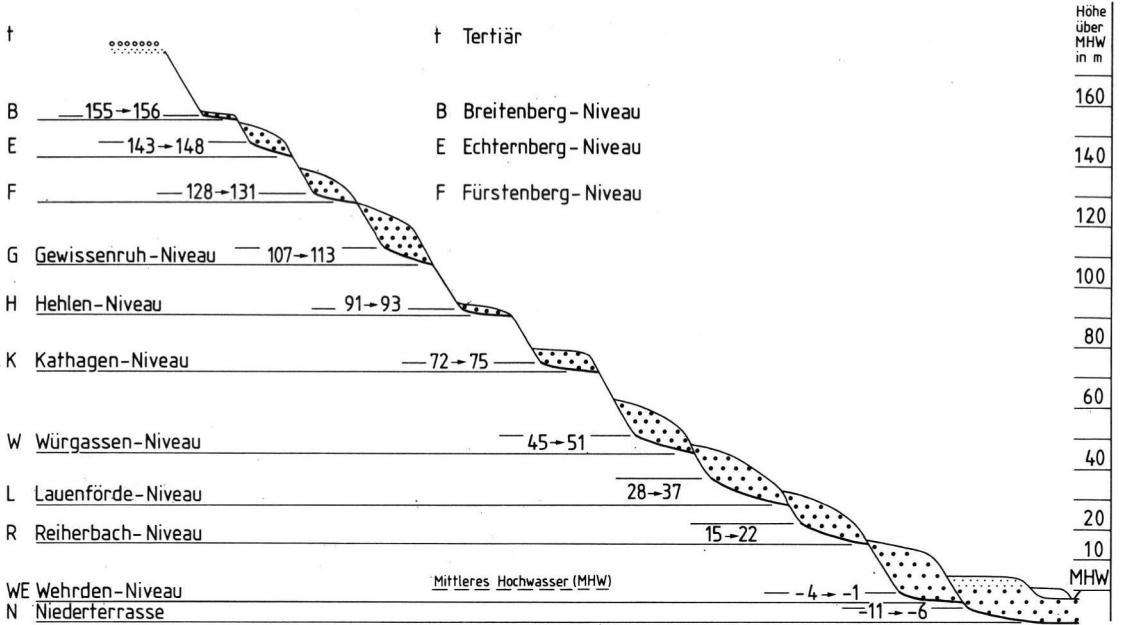




Abb. 1: Schema der Terrassenfolge der Weser zwischen Gieselwerder und Hehlen (Flußkilometer 27—117).


Basis- und Oberflächenlinien der Terrassenkörper im Schema geben zwischen den Knickpunkten alle bisher ermittelten Höhenwerte in bezug zur heutigen Talauie wieder. Die Höhe Talauie wurde mit dem Mittelhochwasser MHW 1941/70 bzw. 80 gleichgesetzt. Die Terrassen-Niveaus sind durch die Basishöhen definiert (siehe verstärkte Linien und Zahlenangaben in Meter).


Abb. 2: Wichtige Sand-Kies-Vorkommen der Weser und Probenentnahme-Punkte zwischen Gieselwerder und Hehlen. Maßstab 1:200000.

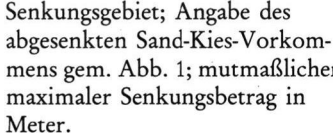
Ausschnitt aus TÜK 200, Blatt CC 4718 Kassel. Vervielfältigt mit Erlaubnis des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes — Landesvermessung — B4/05/88.


- 

Probenentnahme-Punkt bzw. nicht beprobtes wichtiges Sand-Kies-Vorkommen der Weser: Einordnung des Vorkommens in das Schema der Terrassenfolge gem. Abb. 1.
- 

Bilshausen (?)-Interglazial der Grube Nachtigall.
- 

Heutiger Weser-Lauf.
- 

Ehemalige Weser-Schlinge; Angabe des zuletzt durchflossenen Niveaus gem. Abb. 1.
- 

Senkungsgebiet; Angabe des abgesenkten Sand-Kies-Vorkommens gem. Abb. 1; mutmaßlicher maximaler Senkungsbetrag in Meter.
- 

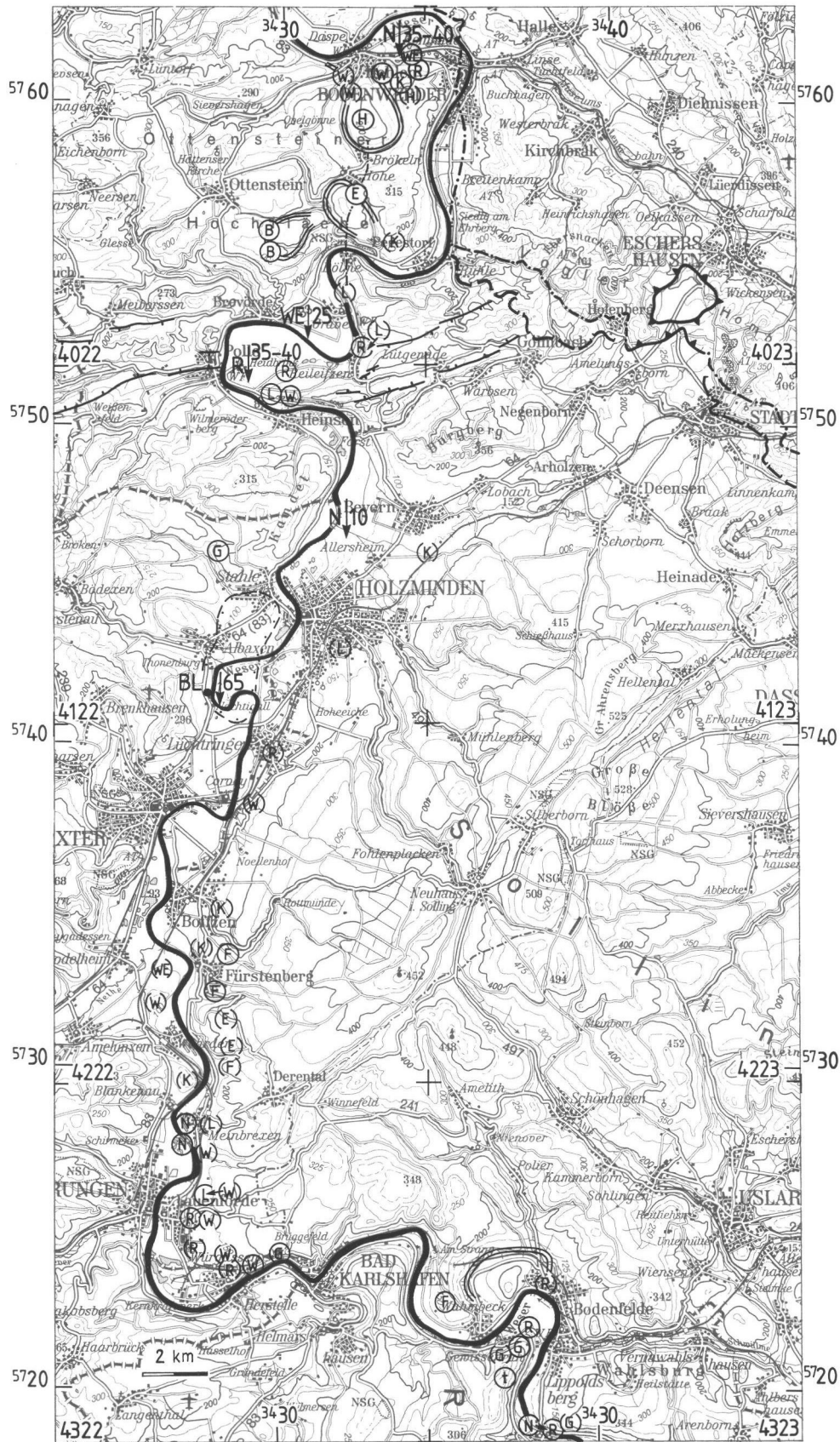
Umgrenzung des Senkungsgebietes bei Albxen; betroffen sind vor allem die Vorkommen des Wehrden-Niveaus und der Niederterrasse.

Randstörungen des Falkenhagener Grabensystems.

„Elfas“-Überschiebung bzw. heutiger Außenrand der Schichtenfolge Zechstein-Unterer bis tiefer Mittlerer Buntsandstein an der Festgesteinsoberfläche.

Ungefährer Außenrand der Abscherungs- bzw. Eindringungszone mit Schichten des Oberen Buntsandstein und des Muschelkalk am Verbreitungsrand der älteren Schichten über der „Elfas“-Überschiebung.

Schnittlinie zu Abb. 4.



Verursacht wurden solche Absenkungen einerseits durch Subrosion im Salinar des Muschelkalk, des Röt (Beispiel b, ?c) bzw. des Zechstein (Beispiel ?d), andererseits auch durch tektonische Bewegungen im engeren Sinne (Beispiel a, c).

3. Gliederungsschema

Die derzeit am besten gesicherten Höhenwerte der Basis der Terrassenkörper wurden zu einem Höhenstufenschema zusammengefaßt (Abb. 1); sie stammen aus dem Talabschnitt Gieselwerder-Hehlen zwischen Fluß-km 27 und 117 (GK 25, Bl. 4323, 4322, 4222, 4122, 4023, 4022, s. Abb. 2). Das Schema stellt eine Gliederung der pleistozänen Weser-Ablagerungen in 11 Terrassen-Niveaus einschließlich der lößfreien Niederterrasse dar. Die Bezeichnung der Niveaus folgt weitgehend der Darstellung in den Erläuterungen zur GK 25, Bl. 4322 Karlshafen (s. ROHDE 1976); es wurden Ortsnamen verwendet, da diese eher Änderungen zulassen als eine Buchstaben- oder Zahlenreihe.

Als Bestätigung des Schemas kann man es sehen, wenn sich neue Geländedaten zwanglos einfügen. So kann z. B. eine Basisfläche 77 m über der heutigen Talau bei Lippoldshausen an der unteren Werra (TK 25, Bl. 4524), erschlossen beim Tunnelbau an der Bundesbahn-Neubaustrecke Göttingen — Kassel und aufgenommen von H. JORDAN (mdl. Mitt. 1985), als Bestätigung des Kathagen-Niveaus gelten.

Wie hat man sich die geologischen Vorgänge vorzustellen, die zu der Folge von Sediment-Terrassen geführt haben? Entscheidend ist der Wechsel von Erosion und Sedimentation: ein durch Erosion geschaffener flacher Talboden nimmt bei nachlassender Flußaktivität einen Sand-Kies-Körper auf. Dieser wird später bei sprunghaft erhöhter Aktivität des Flusses auf der Außenseite der Talbögen teilweise wieder abgetragen und sogar unterschritten, so daß eine Stufe tiefer ein neuer flacher Talboden entsteht, der wiederum unter Kies- und Sand-Ablagerungen begraben wird — ANDRES & SEWERING (1983) haben die Stufung der Terrassen-Basisflächen im Lahn-Tal überzeugend nachgewiesen. Wenn sich der Aktivitätswechsel fortsetzt, bilden die nicht abgetragenen Reste der Sand-Kies-Körper auf der Innenseite der Talbögen eine Terrassentreppe. Sie sind allerdings über Jahrhunderte und -tausende der weiteren Verwitterung und Abtragung am Hang ausgesetzt.

4. Sedimentausbildung

Die hier vorzustellenden Untersuchungen der pleistozänen Weser-Ablagerungen wurden in einer Sandgrube bei Fürstenberg und an Bohrungen im Abschnitt Holzminden — Hehlen vorgenommen (GK 25, Bl. 4222 Höxter, 4122 Holzminden, 4022 Ottenstein, s. Kap. 8: Wt1—Wt21 sowie 4022/SE 72). Zwei von 13 Bohrungen haben 18 m bzw. 20 m mächtige, abgesunkene Sand-Kies-Schichten im Wehrden-Niveau durchteuft. Die übrigen 11 Bohrungen und die Sandgrube erschließen zusammen 53 m Weser-Ablagerungen der höheren Niveaus. Die Mächtigkeiten dieser Vorkommen betragen an neun Beobachtungspunkten 1—4 m, an drei weiteren 9—11 m. Die insgesamt erschlossenen Schichten oberhalb des Wehrden-Niveaus setzen sich kumulativ wie folgt zusammen:

Schluff, tonig, feinsandig	2 m
Schluff, tonig, sandig, kiesig	25 m
Sand, tonig, schluffig, kiesig	11 m
Sand, kiesig, schluffig	4 m
Kies, sandig, schluffig	11 m.

Die Schichtenaufnahme im Gelände liefert keine Hinweise, zu welchem Terrassenniveau ein Sedimentkörper gehören könnte, doch läßt sich günstigenfalls aus dem Verwitterungszustand auf höheres oder geringeres Alter schließen.

41 Proben von allen 15 Bohr- und Aufschluß-Punkten wurden im Labor nach verschiedenen Methoden untersucht (siehe: Sedimentpetrographische Untersuchungen, Röntgenograph. U., Bodenchem. U.). Selten unterscheiden sich die Ablagerungen von einer Höhenstufe zur nächsten auffällig. Um so mehr hat man auf Feinheiten und Merkmal-Kombinationen zu achten. In den Geröllspektren zeichnet sich im allgemeinen — wie nicht anders zu erwarten — eine recht einheitliche Materialzufuhr ab. Örtlich sehr hohe Muschelkalk-Anteile weisen auf Schüttungen von Nebenflüssen in einer Muschelkalk-Landschaft hin; sie treten in verschiedenen Höhenstufen auf. Dagegen beschränken sich hohe Anteile an Keuper-Geröllen von maximal 46% sowie hohe Anteile an Eisenhydroxid-Geröllen von 6—16% — jeweils in der Fraktion 6,3—12,5 mm ermittelt — auf die Vorkommen der beiden obersten Höhenstufen auf der Ottensteiner Hochfläche; sie wurden zu einer Zeit abgelagert, als die Keuper-Schichten noch nicht großräumig abgetragen und auch Eisenhydroxidkrusten der Tertiär-Verwitterung noch weit verbreitet waren.

Um eine Vorstellung zu vermitteln, wie die Kies-Schichten mit ihren zahlreichen Steinen und Blöcken im Anstehenden aussehen, sind in Abb. 3 zwei Fotos aus petrographisch nicht neuerlich untersuchten Aufschlüssen wiedergegeben.

5. Verwitterungseinflüsse

Die meisten der petrographischen Unterschiede beruhen auf unterschiedlicher Verwitterung: verwitterungsempfindliche Minerale und Gesteine sind in den älteren, seit längerer Zeit der Verwitterung ausgesetzten Ablagerungen im allgemeinen seltener als in den jüngeren; außerdem sind sie aber auch in oberflächennäheren Schichten seltener als in tieferen. Das Umgekehrte gilt naturgemäß für stabile Komponenten und für Verwitterungsprodukte. Daß Unregelmäßigkeiten diese Schemata durchkreuzen, erweist sich nahezu als Regel. Im Kies-Spektrum sind die Thüringerwald-Vulkanite — vereinfacht Porphyrgenannt — günstige Verwitterungsanzeiger. Die Länge ihres Transportweges fällt innerhalb des hier betrachteten Flußabschnittes wohl nur wenig ins Gewicht. Alte Kiese führen, bezogen auf die Mittelkiesfraktion der Gruppe ‚paläozoische Gerölle und Quarz‘, nur relativ wenig Porphyrgesteine; die meisten Stücke sind stark gebleicht bis mürbe, während in jungen Kiesen gering entfärbte Porphyrgesteine überwiegen und die Porphyrgesteine insgesamt meist höher sind als in den alten Kiesen (Tab. 1).

Als Besonderheit enthalten die Vorkommen des Reiherbach-Niveaus selbst im Vergleich zu jüngeren Schottern auffällig viel Porphyrgesteine. Dieses Merkmal ist so ausgeprägt, daß umgekehrt eine Zuordnung porphyrricher Schotter zum Reiherbach-Niveau sehr wahrscheinlich ist. Der Porphyrgesteinanteil an der Gruppe ‚paläozoische Gerölle und Quarz‘ beträgt im feinen und groben Mittelkies (fein = f: 6,3—12,5 mm; grob = g: 12,5—20 mm) des Reiherbach-Niveaus.

bei Gieselwerder (GK 25, Bl. 4323)	30% (f)/28,5% (g); 36% (g)
bei Gewissenruh (GK 25, Bl. 4323)	38% (f, g)
bei Lauenförde (GK 25, Bl. 4322)	30% (g)
bei Reileifzen (GK 25, Bl. 4022)	41% (g)
bei Kemnade (GK 25, Bl. 4022)	32% (f); 42% (f).

Für jüngere Schotter ergaben sich demgegenüber nur folgende Werte:

im Wehrden-Niveau	26—31% (f).
in der Niederterrasse	22—25% (g).

Z. T. noch niedriger sind entsprechend der längeren Verwitterungseinwirkung die Porphyrgesteine der älteren Schotter; sie betragen

in den Terrassen oberhalb Reiherbach Niveau
14—27% (f, selten: g).

Eine Ausnahme bildet ein 4 m mächtiges Sand-Kies-Vorkommen im Fürstenberg-Niveau. Seine Porphyrgesteine sind, wie zu erwarten, stark gebleicht bis mürbe, doch liegen die Anteile im feinen Mittelkies dreier Proben bei 37—46%, wofür eine Erklärung noch aussteht (Lagepunkte Wt 20, Wt 21, Wt 22; s. Kap. 8).

Die Schwerminerale sind in der Fraktion 0,063—0,355 mm untersucht worden (Tab. 1). Verwitterungsempfindliche Schwerminerale sind — in abnehmender Folge — Apatit, basaltischer Pyroxen und basaltische Hornblende. Apatit gibt es nur in einzelnen Proben wenig verwitterter Sedimente. Basaltischer Pyroxen fand sich deutlich öfter. Basaltische Hornblende ist in allen Einheiten nachgewiesen: in Proben aus den ältesten Einheiten weist sie niedrige Werte auf, in einzelnen Proben dieser Einheiten fehlt sie allerdings auch. Höhere Anteile der basaltischen Minerale lassen sich bislang nicht als Hinweise auf Vulkantätigkeit zur Ablagerungszeit der Flußsedimente deuten.

Die Schwermineralgruppe ‚Verwitterte, Opake, Glimmer‘ kommt in den älteren Sedimenten eher in höheren Anteilen, in den jüngeren eher in niedrigeren Anteilen vor. In abgeschwächtem Maß gilt dies auch für Turmalin. Keine Häufigkeitstendenz zeigen Zirkon, Epidot und die Gruppe ‚Rutil, Brookit, Anatas‘. Von den röntgenographisch untersuchten Mineralen ist Goethit häufiger in den beiden ältesten Terrassenkörpern, in denen auch die Eisenhydroxidgerölle auffallen. Die Tonminerale verhalten sich weitgehend indifferent, ausgenommen Smectit, der in den ältesten Sedimenten fehlt und in frischeren Gesteinen als zweite oder sogar erste Nebenkomponekte vorhanden ist.

Die Korngrößenanalyse läßt erkennen, daß „Kiesproben“, sofern sie aus stärker verwitterten Gesteinen stammen, bei 15—40% Kies-Anteil relativ hohe Ton-Gehalte von 15—30% aufweisen. Als ein chemisch ermitteltes Kriterium zeigt schließlich der Gehalt an dithionitlöslichem Eisen in der Fraktion < 2 mm hohe Werte von 1,7—3,3% in der ältesten Gesteinseinheit, niedrige Werte von 0,3—0,5% in Proben des Wehrden-Niveaus und mittlere Werte zwischen beiden.

Ein aus der Reihe fallendes Untersuchungsergebnis sei abschließend besonders vermerkt. Es betrifft

Tab. 1: Ergebnisse der Laboranalysen von pleistozänen Sand-Kies-Terrassen der Weser.

Erfasst sind Vorkommen im Abschnitt Fürstenberg — Hehlen, die älter sind als die löß-freie Niederterrasse.

Probenentnahme-Stellen siehe Liste in Kap. 8.

Die Angaben sind Durchschnittswerte, ergänzt in Klammern () durch Minima, Maxima bzw. Einzelwerte.

k.A.: keine Angabe vorhanden; Nk.: Nebenkomponente; Sp.: Spur.

Bezeichnung der Terrassen-Niveaus	Höhenlage [m über bzw. unter der heutigen Talau]		Eisen, dithionit-löslich [Gew.-% der Fraktion < 2 mm]	Smectit halbquantitativ in Fraktion < 0,002 mm	Schwerminerale 0,063—0,355 mm [Stück-%]		
	Basis	Oberfläche			Verwitterte Opake Glimmer	Turmalin	Zirkon
Breitenberg-N.	155 → 156	157 → 158	2,5 (1,7—3,3)	—	81 (70—90)	7,3 (3,1—11,9)	4,7 (1,4—10,4)
Echternberg-N.	143 → 148	149 → 154	1,6 (1,4; 1,8)	—	54 (50; 59)	10,3 (7,9; 12,8)	22,4 (19,3; 25,6)
Fürstenberg-N.	128 → 131	133 → 139	0,7 (0,5—1,1)	k.A.	52 (37—65)	10,4 (6,8—14,1)	8,5 (3,4—15,2)
Gewissenruh-N.	107 → 113	120 → 128	1,1 (0,8—1,3)	(—; Sp.; Nk. 2)	45 (41—48)	10,6 (9,4—11,9)	23,8 (20,3—30,0)
Hehlen-N.	91 → 93	91 → 95	0,8 (0,7; 0,9)	(Sp.; Nk. 1)	37 (36; 38)	15,2 (13,6; 16,8)	16,3 (16,0; 16,6)
Kathagen-N.	72 → 75	78 → 80	0,9 (0,7; 1,2)	(—; Sp.)	66 (65; 67)	9,5 (8,8; 10,3)	7,1 (6,1; 8,2)
Würgassen-N.	45 → 51	52 → 63	0,9 (0,9; 1,0)	(Sp.; Nk. 2)	47 (46; 48)	9,3 (7,8; 10,9)	24,0 (18,5; 29,5)
Lauenförde-N.	28 → 37	33 → 48	1,3 (1,3; 1,4)	(—; Sp.)	48 (45; 52)	7,7 (7,6; 7,8)	33,7 (30,7; 36,7)
Reiherbach-N.	15 → 22	21 → 33	1,2 (1,0; 1,5)	(—; Nk. 2)	68 (63; 74)	5,6 (2,7; 8,6)	4,9 (4,3; 5,6)
Wehrden-N.	-4 → -1	12 → 16	0,4 (0,3—0,5)	(Nk. 2; Nk. 1)	33 (27—44)	6,1 (4,0—7,9)	10,4 (7,0—18,7)

Weser-Ablagerungen am Schiff-Berg (GK 25, Bl. 4022), die nach ihrer Höhenlage 91—94 m über der heutigen Talau in das Hehlen-Niveau einzustufen sind. Die Proben ergaben ungewöhnlich hohe Werte des Gehalts an Apatit, basaltischem Pyroxen und basaltischer Hornblende, einen hohen Smectit-Anteil und zugleich sehr niedrige Werte für die Schwermineral Gruppe ‚Verwitterte, Opake, Glimmer‘. Der daraus abzuleitende sehr niedrige Verwitterungsstand dieser im Falle richtiger Einstufung nicht eben jungen Ablagerung bedarf noch der Erklärung.

6. Altersfragen

Stratigraphische Aussagen sind noch weitgehend spekulativ. Die pleistozänen Sediment-Terrassen setzen im Untersuchungsgebiet nach bisheriger Kenntnis bei etwa 160 m über der heutigen Talau ein. Darüber treten im Nordost-Teil des Reinhardwaldes südwestlich von Bodenfelde auf einer Abtragungsfäche Sande und Kiese der stratigraphischen Einheit ‚Putz- und Mauersand‘ aus dem höchsten Ober-Oligozän (Tertiär) zutage (GK 25, Bl. 4323; siehe auch MEIBURG & KAEVER 1977). Der Kies setzt sich hier zu fast 80% aus verwitterungsresistentem Quarz, Kieselschiefer und Quarzit zusammen und ist derart stark gebleicht, daß die Kieselschiefer-Komponente zu 85% aus weißgrauen Stücken besteht; nur 2% der Gerölle der Gruppe ‚paläozoische Gerölle und Quarz‘ entfallen auf Thüringerwald-Vulkanite.

Alle jüngeren Weser-Ablagerungen sind sehr viel schwächer verwittert. Ihr Verwitterungsgrad nimmt mit der Höhe ihres Vorkommens über der heutigen Talau im allgemeinen ab. Vom höchsten Niveau an treten Driftblöcke auf, die bei Ottenstein (GK 25, Bl. 4022) noch 50 cm Länge erreichen. Leider fehlen Aufschlüsse, in denen man nach Frostkeilen suchen könnte. Trotzdem dürfte die Ablagerung dieser Schichten im Pleistozän nicht strittig sein.

FROMM (1987b) hat bei einer ersten paläomagnetischen Untersuchung im Weser-Tal in Sanden des Fürstenberg-Niveaus (Sandgrube am Winter-Berg bei Fürstenberg, GK 25, Bl. 4222) eine Polaritätsumkehr gefunden, die den Wechsel von der paläomagnetischen Matuyama-Epoche zur Brunhes-Epoche vor etwa 730000 Jahren, evtl. aber auch ein älteres Ereignis bezeichnet. Damit ist eine Einstufung der Schichten des Fürstenberg-Niveaus in das Cromer-Glazial A als Mindestalter gegeben. Weitere paläomagnetische Untersuchungen konnten, den Aufschlußverhältnissen entsprechend, nur stichprobenartig vorgenommen werden. Wohl wegen turbulenter Ablagerungsbedingungen sind die Ergebnisse undeutlich. So ist in den abgesunkenen Schottern am Hilken-Berg bei Wahnbeck (GK 25, Bl. 4323; Punkt Wt 24, s. Kap. 8), die ähnlich alt wie die Proben von Fürstenberg sein sollen, bislang nur normale Magnetisierung nachweisbar. Proben aus einem Schottervorkommen oberhalb von Gewissenruh (GK 25, Bl. 4323; Punkt Wt 23,

Schwerminerale (Forts.)					Kies 6,3–12,5 mm, selten 4,0–6,3 mm [Stück-% von „paläozoische Gerölle u. Quarz“ (= 100%)]		
Rutil Brookit Anatas	Epidot	Apatit	Pyroxen, basaltisch	Hornblende, basaltisch	„Porphyry“	Kiesel- schiefer	Quarz
2,7 (1,9–3,3)	0,4 (Sp. – 1,3)	–	–	0,2 (0–1,2)	16 (5; 14–22)	41 (37–63)	19 (11–24)
5,4 (4,3; 6,6)	2,0 (1,9; 2,1)	–	–	Sp.	19 (17; 20)	42 (39; 45)	23 (21; 24)
8,0 (1,6–23,6)	0,8 (0–1,7)	–	0,1 (0–0,6)	1,8 (0–9,3)	(19; 37–46)	(44; 10–16)	(26; 7–13)
6,7 (5,7–8,3)	3,0 (1,7–3,7)	Sp.	–	6,1 (1,5–12,8)	(15)	(34)	(22)
6,5 (5,8–7,3)	1,2 (Sp.; 2,3)	4,5 (3,2; 5,8)	4,7 (4,1; 5,4)	6,8 (4,8; 8,8)	19 (17; 22)	35 (29; 41)	22 (18; 25)
5,1 (3,7; 6,5)	0,6 (Sp.; 1,1)	–	1,4 (Sp.; 2,8)	3,6 (3,2; 4,0)	23 (20; 26)	44 (36; 51)	16 (15; 18)
6,6 (6,3; 7,0)	3,8 (1,9; 5,7)	Sp. (–; Sp.)	1,3 (–; 2,7)	3,5 (Sp.; 6,9)	26 (20–32)	42 (30–49)	15 (13–19)
7,8 (6,8; 8,8)	0,5 (Sp.; 1,0)	–	Sp. (–; Sp.)	Sp.	20 (18–21)	42 (36–47)	15 (12–17)
1,5 (0,9; 2,2)	4,4 (4,1; 4,7)	1,2 (–; 2,4)	3,5 (–; 7,1)	3,2 (2,4; 4,0)	37 (32; 42)	26 (26; 27)	12 (10; 14)
3,1 (2,1–3,8)	2,2 (0,7–5,8)	8,1 (3,5–12,4)	19,6 (14,0–24,9)	6,6 (2,0–10,6)	29 (26–31)	18 (16–20)	10 (8–13)

s. Kap. 8), die gegenüber denen von Fürstenberg als jünger gelten und normal magnetisiert sein müßten, lassen dies leider auch nicht ausreichend klar erkennen.

Bei Werlau nahe St. Goar am Mittelrhein hat FROMM (1987a) in der Älteren Hauptterrasse, der von BIBUS (1983) R 4 genannten Einheit, wie in Fürstenberg eine Umkehr von inverser zu normaler Polarität gefunden und diese auch hier auf den Epochenwechsel Matuyama/Brunhes bezogen. Nach LIPPOLD (1983) entspricht die Einheit R 4 vermutlich BRUNNACKERS Hauptterrasse 2 (siehe z. B.: BRUNNACKER et al. 1978).

Im Werra-Tal zwischen Bad Salzungen und Gerstungen südlich des Thüringer Waldes weisen die von ELLENBERG (1968, 1975) bearbeiteten Sedimentterrassen z. T. sehr ähnliche Höhenstufen auf wie im Weser-Tal. Wie WIEGANK (1979) mitgeteilt hat, liegt die auf die Matuyama/Brunhes-Grenze bezogene magnetische Umkehr in der dortigen „Oberen Oberterrasse“ bei ca. 55 m über der heutigen Talau; bis zur Niederterrasse folgen nur noch vier Terrassen-Niveaus.

Wenn im Weser-Tal die Matuyama/Brunhes-Grenze tatsächlich im Fürstenberg-Niveau liegt, würden die hier zwischen dem Fürstenberg-Niveau und der lößfreien Niederterrasse gefundenen 7 Sedimentterrassen auch 7 kalkklimatische Zeitabschnitte zwischen dem Cromer-Glazial A und der Weichsel-Kaltzeit anzeigen. Von den sieben Terrassen liegen sechs im steile-

ren Bereich der Talflanken und eine am Rand der Talniederung. Man hätte hier wie in Thüringen (UNGER 1974) und am Niederrhein (BRUNNACKER et al. 1978) wahrscheinlich mit zwei saale-kaltzeitlichen Terrassen und vielleicht, wie in Thüringen, auch mit zwei elster-kaltzeitlichen Terrassen zu rechnen. Vergleicht man die derzeitige Gliederung der pleistozänen Weser-Ablagerungen mit der Gliederung von Tiefsee-Ablagerungen nach dem Sauerstoff-Isotopen-Verhältnis, so finden die sieben oben gefolgerten kalkklimatischen Zeitabschnitte zwischen Cromer-Glazial A und Weichsel-Kaltzeit eine Entsprechung in den — je nach Lesart — 6, 7 oder 8 kaltzeitlichen Abschnitten der Foraminiferen-Verbreitung bzw. der Karbonatbildung mit hohem $\delta^{18}\text{O}$ -Werten (z. B. RUDDIMAN et al. 1986).

7. Anmerkungen zur Flußgeschichte

Seit dem Tertiär und durch das Pleistozän hindurch hat die Weser ihre Ablagerungen mit den von der Werra zugeführten Thüringerwald-Vulkaniten markiert. Ihre Geschichte läßt sich daher durch Zeit und Raum recht gut verfolgen (Tab. 2). Dabei wird deutlich, wie abwegig es ist, einen zeitweiligen Werra-Abfluß über den Paß von Eichenberg in das heutige Leine-Tal anzunehmen (HECK 1928). Denn auch oberhalb der Paßhöhe von 111 m über der heutigen Talau ist die Verbindung Werra — Weser durch Thüringerwald-Vulkanite im Weser-Tal ausreichend belegt.



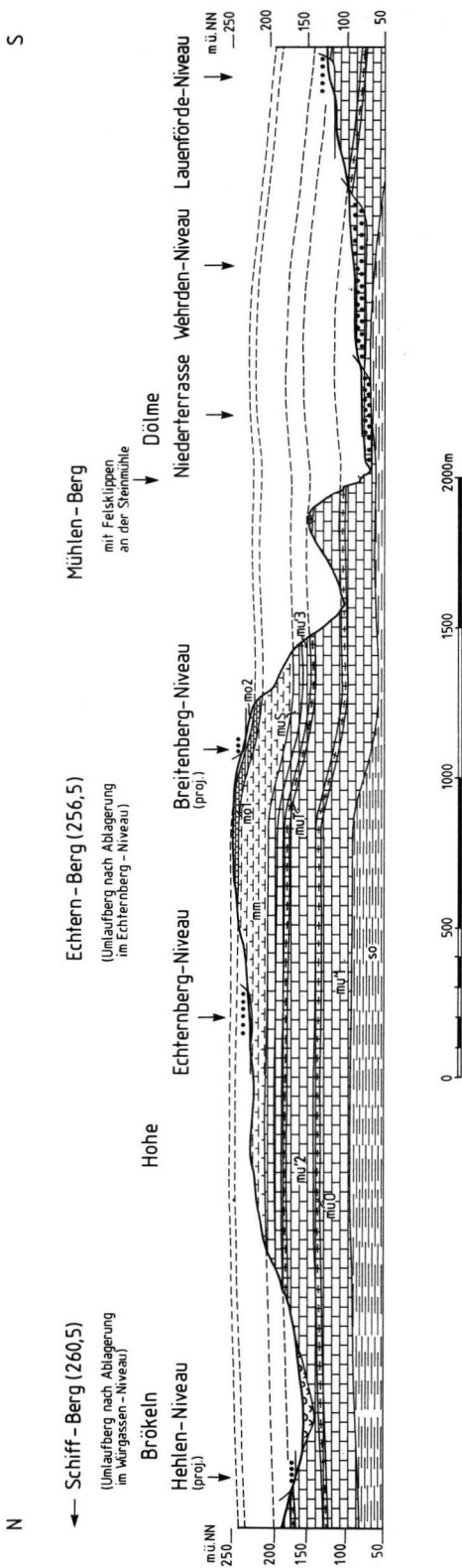
Abb. 3: Ausbildung und Erhaltung von Kies-Vorkommen des Fürstenberg-Niveaus.

Lagepunkte 4222/1971-G8 bei Fürstenberg und 4323/Wt 24 bei Bodenfelde, OT. Wahmbeck, siehe Kap. 8.

In einem Bauaufschluß am neuen Sportplatz in Fürstenberg waren 0,7 m Kies angeschnitten (Basis 128 m über Talau); sie lagen auf Tonigen Grenzschichten der Sollingfolge des Mittleren Buntsandstein und unter Fließerde und Baggergut.

Die Kiesgrube am Hilken-Berg bei Wahmbeck erschließt 4,5 m von 5–10 m sandigem Kies mit Steinen und Blöcken, der zu einem abgesenkten Vorkommen gehört (Basis 50–74 m über Talau).

Aufnahmen P. ROHDE 4. 5. 71 bzw. 17. 5. 88.



Werra und Weser bilden also eine Einheit von bemerkenswerter flußgeschichtlicher Kontinuität. Infolge der Hebung des Mittelgebirgsblockes seit dem jüngeren Tertiär hat sich das Flußsystem Stufe für Stufe tiefer in den Untergrund eingeschnitten. Die Tieferlegung des Talbodens wurde mindestens seit der 2. Hälfte des Pleistozän jeweils von Perioden der Wiederauffüllung, im wesentlichen durch kaltzeitliche Sedimentation von Sand, Kies, Steinen und Blöcken, unterbrochen. So beobachten wir heute eine Folge terrassenartig angeordneter, „ineinandergeschachtelter“ Reste von Flußsedimenten. Die ältesten uns bekannten sind schätzungsweise 800000 bis 900000 Jahre alt. Die Tieferlegung des Talbodens um 170 m innerhalb dieser Zeit bedeutet eine Erosionsleistung von 20 cm im Jahrtausend — das Durchschneiden der eigenen Aufschüttungen ist dabei noch nicht gerechnet.

Das Modell von Terrassen, die untereinander auf lange Erstreckung höhenparallel verlaufen, beinhaltet, daß die Gefällslinie bei jedem Wechsel vom Einschneiden zum Aufschütten ihren Gleichgewichtszustand erreicht hat. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang sind die besonders ausgeprägten Mäander der Weser etwa zwischen Holzminden und Hehlen (vgl. R. HERRMANN 1951). Bereits für das höchste Terrassenniveau lassen sich Mäander rekonstruieren, und noch der heutige Flußlauf ist windungsreich.

Abb. 4: Ottensteiner Hochfläche mit Umlaufbergen sowie Taleinschnitt der Weser in der Muschelkalk-Landschaft zwischen Bröckeln und Dölmle.

Verlauf des Schnittes siehe Abb. 2;
Überhöhung 2,5-fach.

Schichtenfolge:

- Lockergesteine des Pleistozän —
 - Löß-Decke nicht dargestellt
 - Bogen-Signatur: Fließerde (z. T. Löß-Material)
 - Punkt-Signatur: Sand-Kies-Terrassen der Weser; Bezeichnung der Niveaus siehe Abbildung 1
- Festgesteine der Muschelkalk-Zeit —
 - mo2 Ceratiten-Schichten
 - mo1 Trochitenkalk
 - mm Mittlerer Muschelkalk
 - muS Schaumkalk-Bänke
 - mu'3 Wellenkalk 3
 - muT Terebratel-Bänke
 - mu'2 Wellenkalk 2
 - muO Oolith-Bänke
 - mu'1 Wellenkalk 1
- Festgesteine der Buntsandstein-Zeit —
 - so Oberer Buntsandstein (Röt)

Tab. 2: Verlauf des Flußsystems ‚Werra – Weser‘ während der Quartär-Zeit

Zeitabschnitt	Streckenabschnitte	
Jung-Tertiär bei Elster-Kaltzeit	Thüringer Wald – Münden – Hameln – Springe – Nordstemmen – Hannover – Mellendorf (vgl. ROHDE 1983) – Neustadt a. R., OT. Hagen – weiter nach W	
Elster-Kaltzeit (maximale Eisausdehnung) bis frühe Saale-Kaltzeit	Porta Westfalica –	Gebiet zwischen Lübbecke und Uchte (Basis 30–40 m ü. NN) – Bohmte – Neuenkirchen (Old.), OT. Vörden (vgl. MENGELING 1986) – ?
frühe Saale-Kaltzeit (Eisbedeckung in Nord-Deutschland)		Petershagen, OT. Wasserstraße (Basis 16–20 ü. NN) – ?
ab Saale-Kaltzeit (Abschmelzen des Eises des Drenthe-Stadiums)		Nienburg – Bremen

Allerdings waren die Mäander weder über mehrere Eintiefungsstadien in einem Engtal gefangen noch verlagerten sie sich überall frei zwischen den Rändern einer ortsfesten Talweite. Vielmehr liegen die ältesten Bögen heute im Bereich der landschaftlich reizvollen Ottensteiner Hochfläche, nachdem die Weser den Abschnitt Dölme – Hehlen zum Taleinschnitt ausgeformt hat (Abb. 4). Der Vorgang des Mäandrierens selbst hatte über die Jahrhunderttausende Bestand und weist darauf hin, daß hier seit langem die stärkere Hebungstendenz des südlich gelegenen Berglandes allmählich ausklingt. Es scheint dabei kein Zufall zu sein, daß die Weser im Abschnitt Rühle – Bodenwerder – Hehlen – Hameln (Abb. 2) relativ gestreckt am Rand der Elfas-Überschiebung verläuft.

8. Liste der Probenentnahme-Stellen

Die Spalten 1–16 enthalten Angaben über die Lage der Stellen der Probenentnahme, über die im Labor ausgeführten Untersuchungen und die Einordnung der untersuchten Vorkommen in das Schema der Terrassenfolge:

1: Fluß-Kilometer.
[] an die Flußstrecke projizierte ungefähre Lage eines abgelegenen Probenentnahme-Punktes.

- 2, 3: Höhenlage des Vorkommens zur heutigen Talau; 2: Basis; 3: heutige Oberfläche.
Angaben in Meter über Mittelhochwasser (MHW) 1941/70 bzw. 80, mit Minus-Zeichen: unter MHW.
- 4: Einordnung des Vorkommens in das Schema der Terrassenfolge entsprechend Abb. 1.
? Einordnung fraglich.
↓ Vorkommen in abgesenkter Lage.
- 5: Blatt-Nummer der Topographischen bzw. Geologischen Karte 1:25000.
- 6: Bezeichnung des Probenentnahme-Punktes.
- 7: Tiefe der Probenentnahme in Meter unter Gelände.
- 8: Geländehöhe des Probenentnahme-Punktes in Meter über NN.
Höhenangaben mit + abgelesen aus der Dt. Grundkarte 1:5000, alle anderen aus der Topographischen Karte 1:25000.
- 9, 10: Gauß-Krüger-Koordinaten des Probenentnahme-Punktes, angegeben ohne die beiden ersten Ziffern; 9: Rechtswert; 10: Hochwert.
- 11–16: Untersuchungen im Labor.
Angaben mit – veröffentlicht bei PREUSS & ROHDE 1977 sowie ROHDE 1971 und 1976. Angaben mit - nicht ausgewertet wegen mutmaßlichem Nebental-Einfluß.
- 11: Korngrößenverteilung;
- 12: Geröllzusammensetzung nach Gesteinsarten, Fraktion 6,3–12,5 mm, z. T. 12,5–20 mm, selten 4,0–6,3 mm;
- 13: Schwerminerale 0,063–0,355 mm;
- 14: Tonfraktionsminerale < 0,002 mm;
- 15: Eisen-Gehalt der Fraktion < 2 mm;
- 16: Magnetische Remanenz.

1 Fluß-km	2 Höhenlagen bezogen auf Talaue	3	4 „Terrasse“	5 GK 25	6 Probe	7	8 Gelände-Höhe	9 10 R-Wert/H-Wert	11 12 13 14 15 16 Untersuchungen
28	13	16	Reiherbach-N.	4323	/ XIX	/ 1,5 / 3,0	129	38500 / 18745	G' G'
28	-8	2	Niederterrasse		/ XXV	/ 3—8	106,8	38235 / 18720	G'
30		180	(Tertiär)		/ II	/ ca. 0,5	287	37000 / 20350	G'
31	95 → 101	114	Gewissenruh-N. ↓		/ XIV	/ 1,0 / 1,5	213,5	37445 / 21300	G' G'
					Wt 23	/ 1,7 — 3,7			
33	6	23	Reiherbach-N. ↓		/ XXII	/ ca. 5	128	37750 / 21925	G'
38	50 → 74	81	Fürstenberg-N. ↓		/ XIII	/ 4,8 — 5,1 / 7,0—7,5 / 7,5—8,0	165	35150 / 22680	G' G' G'
					Wt 24	/ 2,3—4,3	161,5	35090 / 22700	
46	113	120	Gewissenruh-N.	4322	/ I	/ ca. 1	215	30060 / 24160	G'
47	46	50	Würgassen-N.		/ II	/ 3,6—4,0 / 4,8—5,1 / II (a)	150	29200 / 23810	G' G' G'
					/ IV	/ 4,5—4,7	150	29130 / 23820	G'
53	17	21	Reiherbach-N.		/ IV	/ 2,5—4,0	117	27380 / 25250	G'
54,5	33	40	Lauenförde-N.		/ III	/ 1,3—1,9	133	27760 / 25990	G'
56	-8	4	Niederterrasse		/ V	/ ca. 9,5	96,2	27070 / 27500	G'
57	-8	4	Niederterrasse		/ VI	/ ca. 3	97,5	27180 / 28180	G'
62	128	139	Fürstenberg-N.	4222	1971-G8	/ ca. 1	224	28040 / 32320	G'
64	129	133	Fürstenberg-N.		Wt 22	/ 1,6—1,8	225	28465 / 33485	K G T
					Wt 20	/ 1,8—2,0	225	28465 / 33485	K G S E
					Wt 21	/ 1,55—1,60 / 1,80—1,85 / 2,00—2,05 / 2,45—2,55 / 2,60—2,70 / 3,10—3,20	225	28440 / 33460	K S E M K S E M K S E M K G S T E K S E M K S E M

1 Fluß-km	2 Höhenlagen bezogen auf Talaue	3	4 „Terrasse“	5 GK 25	6 Probe	7	8 Gelände-Höhe	9 10 R-Wert/H-Wert	11 12 13 14 15 16 Untersuchungen
82	107	128	Gewissenruh-N.	4122	Wt 18	/ 4,5–5,0 / 8,0–9,0 / 13,0–15,0	207	28120 / 45950	K S T E K G S T E K S T E
89,5	55	61	Würgassen-N.		Wt 14	/ 3,0–4,5 / 6,0–6,5 / 9,5–10,0	147,5 ⁺	30420 / 50747	K G S T E K G S T E K G S T E
90,5	26 → 33	33	Lauenförde-N.		Wt 13	/ 0,7–1,5 / 1,7–2,5	110,8 ⁺	29670 / 50844	K G S T E K G S T E
92,5	-23 → -8	13	Wehrden-N.		Wt 12	/ 1,5–2,0 / 2,8–3,0 / 6,0–6,5 / 11,5–12,0 / 15,0–18,0	90,4 ⁺	30117 / 51575	K G S T E K S T E K G S T E G S G S
[97]	142	150	Breitenberg-N.	4022	Wt 11	/ 1,0–2,0 / 3,0–3,5	225,5	29660 / 55205	K G S T E K G S T E
[98]	156	158	Breitenberg-N.		Wt 10	/ 1,5–2,0 / 2,5–3,0	238,0	29600 / 55900	K G S T E K G S T E
98	≤ 0		Reiherbach-N.		Wt 9	/ 1,0–2,0	237,0	29600 / 55930	K G S T E
[101]	148	151	Echternberg-N.		1971-H7 Wt 6	/ 16,3–20 / 0,5–1,0 / 1,0–1,5	99 227,6 ⁺	32550 / 52290 32284 / 57047	G' K G S T E K G S T E
[110]	91	94	Hehlen-N.		Wt 4	/ 1,5–2,0 / 2,5–3,2	169,0	32120 / 59335	K G S T E K G S T E
114,5	22	33	Reiherbach-N.		Wt 1	/ 3,0–4,0 / 8,5–9,0	104,2 ⁺	34110 / 60958	K G S T E K G S T E
114,5	-15	14	Wehrden-N.		/SE 72	/ ca. 7 / ca. 11	ca. 79	33970 / 61370	K S E K G S E
115	72	78	Kathagen-N.		Wt 2	/ 0,5–1,3 / 2,0–2,7	150,6 ⁺	33556 / 60455	K G S T E K G S T E
116,5	53	63	Würgassen-N.		Wt 3	/ 0,6–1,5 / 1,8–2,0	131,0 ⁺	33112 / 60780	K G S T E K G S T E

9. Verzeichnis der Schriften und Karten

- AMTHAUER, H. (1972): Untersuchungen zur Talgeschichte der Oberweser. — Göttinger geogr. Abh., **59**: 99 S., 16 Abb., 1 Tab., 2 Taf., 1 Kt.; Göttingen.
- ANDRES, W. & SEWERING, H. (1983): The Lower Pleistocene Terraces of the Lahn River Between Dietz (Limburg Basin) and Laurenburg (Lower Lahn). — In: K. FUCHS, GEHLEN, MÄLZER, MURAWSKI & SEMMEL (Hrsg.): Plateau Uplift: 93–97, 3 Abb.; Berlin u. Heidelberg.
- BIBUS, E. (1983): Distribution and Dimension of Young Tectonics in the Neuwied Basin and the Lower Middle Rhine. — In: K. FUCHS, GEHLEN, MÄLZER, MURAWSKI & SEMMEL (Hrsg.): Plateau Uplift: 55–61, 3 Abb.; Berlin u. Heidelberg.
- BODENCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN. Berichte des Bodenchem. Labors. — Archiv. Nds. L.-Amt f. Bodenforschung, **LA 4022**; Hannover. — [Unveröff.]
- BRUNNACKER, K. & BOENIGK, W. (1983): The Rhine Valley Between the Neuwied Basin and the Lower Rhenish Embayment. — In: K. FUCHS, GEHLEN, MÄLZER, MURAWSKI & SEMMEL (Hrsg.): Plateau Uplift: 62–72, 6 Abb.; Berlin und Heidelberg.
- , DOLEZALEK, B., KEMP, E. K., KOČI, A., MENTZEN, H., RAZI RAD, M. & WINTER, K.-P. (1978): Die Mittelterrassen am Niederrhein zwischen Köln und Mönchengladbach. — Fortschr. Rheinld. u. Westf., **28**: 277–324, 16 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- ELLENBERG, J. (1968): Beziehungen zwischen Auslaugung und quartärer Sedimentation im thüringischen Werra-Kaligebiet. — Z. dt. geol. Ges., **117**: 670–679, 6 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- (1975): Schwermineralverteilung, Sedimentation und Stratigraphie im Quartär der mittleren Werra. — Z. geol. Wiss., **3/11**: 1389–1404, 13 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- FROMM, K. (1987a): Paläomagnetische Bestimmungen zur Korrelierung altpleistozäner Terrassen des Mittelrheins. — Mainzer geowiss. Mitt., **16**: 7–29, 16 Abb., 1 Tab.; Mainz.
- (1987b): Paläomagnetische Datierung der drittältesten Weserterrasse. — Archiv Nds. L.-Amt f. Bodenforschung, **101872**: 10 S., 2 Anlg.; Hannover. — [Unveröff.]
- GK 25 — Geologische Karte . . . 1:25000, mit Erläuterungen. [Siehe Übersicht am Ende des Verzeichnisses]
- GRUPE, O. (1929): Geologische Karte von Preußen 1:25000, m. Erl., Bl. **4022**, **4122**, **4222**. — 2. Aufl.; Berlin (Preuß. Geol. L.-Anst.). — Im einzelnen folgende Blätter:
4022 Ottenstein: 62 S., 2 Taf., 1 Kt.;
4122 Holzminden: 71 S., 1 Taf., 1 Kt.;
4222 Höxter: 36 S., 1 Kt.
- HECK, H.-L. (1928): Beiträge zur Talgeschichte der oberen Leine. — Jb. preuß. geol. Landesanst., **49/1**: 427–453, 5 Abb., 6 Taf.; Berlin.
- HERRMANN, R. (1951): Das Durchbruchtal der Weser zwischen Holzminden und Bodenwerder. — Geol. Jb., **65** (1949): 611–619, 3 Abb.; Hannover.
- LIPPOLT, H. J. (1983): Distribution of Volcanic Activity in Space and Time. — In: K. FUCHS, GEHLEN, MÄLZER, MURAWSKI & SEMMEL (Hrsg.): Plateau Uplift: 112–120, 3 Abb.; Berlin u. Heidelberg.
- MANGELSDORF, P. (1981): Quartärgeologische und paläobotanische Untersuchungen der Schichtfolge in der Tongrube Nachtigall N Höxter/Weser. — Dipl.-Arb. Geol. Inst. Univ.: 63 S., 12 Abb., 6 Tab., 4 Taf.; Hannover. — [Unveröff.]
- MEIBURG, P. & KAEVER, M. (1977): Subrosion und Sedimentation im jüngeren Tertiär des nördlichen Reinhardwaldes (Weserbergland). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **153**, 3: 283–303, 8 Abb.; Stuttgart.
- MENGELING, H. (1986): Geologische Karte 1:25000, m. Erl., Bl. **3514** Vörden. — 125 S., 35 Abb., 5 Tab., 7 Kt.; Hannover (Nds. L.-Amt f. Bodenforsch.).
- PREUSS, H. (1973): Bericht über die Kartierung des Quartärs auf der TK 25, Nr. 4323 Bl. Uslar (SW-Viertel) und Nr. 4322 Blatt Karlshafen (SE-Rand) unter besonderer Berücksichtigung des Umlaufaltales von Bodenfelde und der höheren Weserterrassen. — Dipl.-Arb. Techn. Univ., Hannover: 77 S., 17 Abb., Tab., Diagr., 1 Kt.; Hannover. — [Unveröff.]
- (1975): Gliederung und Zusammensetzung der Weserterrassen-Körper bei Bodenfelde (mit einer geol. Kartierung). — Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, **12**: 5–50, 4 Abb., 6 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- & ROHDE, P. (1979): Quartär. — In: Geol. Karte 1:25000, Erl. Bl. **4323** Uslar: 36–61, Abb. 4–6, Tab. 4–8; Hannover (Nds. L.-Amt f. Bodenforsch.).
- Röntgenographische Untersuchungen. Berichte von H. RÖSCH, H. H. SCHMITZ. — Archiv Nds. L.-Amt f. Bodenforschung, **LA 4022**; Hannover. — [Unveröff.]
- ROHDE, P. (1971): Exkursionspunkte H3 bis H7 [Erläuterungen auf Halbtagesexkursion 4. 6. 71]. — In: Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen, 38. Tagung in Holzminden, Exkursionsführer (Quartär zwischen Holzminden und Hehlen): 5–19, Abb. 1 u. 2, Tab. 1–4; Hannover.
- (1976): Quartär. — In: Geol. Karte v. Nordrhein-Westfalen 1:25000, Erl. Bl. **4322** Karlshafen: 50–78, Abb. 6–9, Tab. 3–7; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrhein-Westf.).
- (1983): Geologische Karte von Niedersachsen 1:25000, m. Erl., Bl. **3724** Pattensen. — 192 S., 43 Abb., 31 Tab., 2 Taf., 8 Kt.; Hannover (Nds. L.-Amt Bodenforsch.).
- (1986) [Bearb.]: Geo-Umwelt im Bergland-Quartär zwischen oberer Weser und Leine. — DEUQUA, **23**. Tagung, Exkurs. B: 45 S., 19 Abb., 1 Tab., 1 Beil.; Hannover.

- RUDDIMAN, W. F., McINTYRE, A. & SHACKLETON, N. J. (1986): North Atlantic sea-surface temperatures for the last 1.1 million years. — *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 21 (C. P. SUMMERHAYES & N. J. SHACKLETON (Hrsg.): North Atlantic Palaeoceanography): 155–173, 8 Abb.; London.
- Sedimentpetrographische Untersuchungen. Berichte von B. MATTIAT, W. KNABE. — *Archiv Nds. L.-Amt f. Bodenforsch.*, LA 4022; Hannover. — [Unveröff.]
- THIEM, W. (1988): Das Oberwesertal im Raum Polle — Bodenwerder — Hehlen. Zu aktuellen Problemen der Talgeschichte der Oberweser im Quartär. — *Jb. geogr. Ges. Hannover*, Sh 14: 273–326, 4 Abb., 8 Tab.; Hannover.
- UNGER, K. P. (1974): Quartär. — In: W. HOPPE & G. SEIDEL (Hrsg.): *Geologie von Thüringen*: 742–781, Abb. 140–156, Photo 90 u. 91, Tab. 93–106; Gotha u. Leipzig.
- WIEGANK, F. (1979): Palaeomagnetic dating and correlation of Quaternary deposits in the GDR. — IUGS, Project 73-1-24, Report 5 (Session 1978, Editors V. ŠIBRAVA & F. SHOTTON): 254–262, 2 Abb.; Prag.
- Geologische Karten (Übersicht):**
- Geologische Karte von Niedersachsen
1:25000, m. Erl., hrsg. v. Nds. L.-Amt f. Bodenforsch., Hannover.
Bl. 3724 Pattensen (ersch. 1983)
Bl. 4023 Eschershausen (ersch. 1975)
Bl. 4323 Uslar (ersch. 1977)
- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen
1:25000, m. Erl., hrsg. v. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld.
Bl. 4322 Karlshafen (ersch. 1976)
- Geologische Karte von Preußen
1:25000, m. Erl., hrsg. v. Preuß. Geol. L.-Anst., Berlin.
Bl. 4022 Ottenstein (2. Aufl. ersch. 1929, vergr.)
Bl. 4222 Höxter (2. Aufl. ersch. 1929, vergr.)
- Geologische Karte
1:50000, Reinhardswald, m. Erl., hrsg. v. Hess. L.-Amt f. Bodenforsch., Wiesbaden.
- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen
1:100000, m. Erl., hrsg. v. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld.
Bl. C. 4318 Paderborn (ersch. 1985)
- Geologische Übersichtskarte
1:200000, hrsg. v. B.-Anst. f. Geowiss. u. Rohstoffe, Hannover und Geol. L.-Ämter der Bundesrepublik Deutschland.
Bl. CC 4718 Kassel (ersch. 1979)
- Manuskript eingegangen am 9. 11. 1988.