

Die morphogenetische Gliederung der Quartärbasis des Wiehengebirgsvorlandes in Nordwestdeutschland ¹⁾

(Ein Beitrag zur Talgeschichte der Weser)

Von HEINRICH WORTMANN, Göttingen

Mit 4 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Tafel.

Zusammenfassung. Auf der Grundlage einer Höhenlinienkarte der (abgedeckten) Quartärbasis 1 : 25 000 wird für das 600 km² große Untersuchungsgebiet des nördlichen Wiehengebirgsvorlandes erstmals der Versuch einer morphogenetischen Gliederung einer Quartärbasiskarte vorgelegt. Nach der Diskussion der maßgebenden Kriterien werden neun morphogenetische Einheiten ausgeschieden und ihr Flächenanteil gemessen: Rumpfflächenreste mit C₁-Horizont-Stümpfen einer warmzeitlichen, wahrscheinlich tertiären Bodenbildung, Flußterrassensockel aus der Zeit nach dem Hochstand der Elster-Kaltzeit bis zur Überdeckung durch das Drenthe-Eis der Saalekaltzeit, Exarationsflächen (des Drenthe-Eises mit nur schwacher Tiefenwirkung), weiter Flußterrassensockel aus der Zeit nach dem Zerfall des Drenthe-Eises bis zur Gegenwart. Die tiefsten Stellen der Quartärbasis fallen in schmale Rinnen, die in Anlehnung an Eisspalten des zerfallenden Drenthe-Eises durch Schmelzwässer erodiert wurden.

Summary. Based on a relief-map 1 : 25 000 of the underground of quarternary deposits, a morphogenetic map of a 600 km² arear on the southern border of the nordwest german lowlands near the Weser river is at first time presented. After discussion of the main arguments, nine morphogenetic units are considered and their area measured: remainder of pedological C₁-horizons on a peneplain, built in a hot climate (? tertiary), wide river terrace-bases from the time between "Elster-Kaltzeit" and the covering by the "Drenthe-ice", fluviglacial and exaration-relief of the "Drenthe-ice", also river terrace-bases from the time after the decay of the "Drenthe-ice" up to now. The deepest erosion happened in connection with crevasses during the decay of Drenthe-ice. Deep exaration could not be found.

1. Einleitung

Das Untersuchungsgebiet liegt am Nordrand der deutschen Mittelgebirgsschwelle im Wesergebiet. Es umfaßt einen ca. 550 km² großen Ausschnitt aus dem nördlichen Flachland. Im Süden grenzt es an den Schichtkamm des Wiehengebirges und der Weserkette.

Die Gelegenheit, für ein so großes Gebiet eine Höhenlinien-Karte der Quartärbasis zu zeichnen, die genügend detailliert ist, um auf dieser Grundlage eine morphogenetische Gliederung des Reliefs an der Unterkante der quartären Ablagerungen zu entwerfen, dürfte nur selten gegeben sein und wird m. W. hier zum ersten Mal benutzt.

Während der geologischen und bodenkundlichen Spezialkartierung von drei zusammenhängenden Meßtischblättern (Lübbecke, Hartum, Petershagen) für das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen (WORTMANN 1968, 1968a) brachten verschiedene günstige Umstände eine ungewöhnlich große Zahl von Bohrungen des bis 60 m mächtigen Quartärs. Da die Quartärbasis die Hauptgrundwassersohlschicht ist und daher für die praktische Hydrologie großes Interesse findet, wurden zahlreiche Versuchs- und Aufschlußbohrungen zur Wassergewinnung und für Beobachtungsbrunnen des amtlichen Landesgrundwasserdienstes bis zur Quartärbasis abgeteuft. Bei Baugrunduntersuchungsbohrungen für die 35 km lange Mittellandkanal-Strecke in je 50 m Abstand und bei zahlreichen Schußbohrungen für geophysikalische (seismische) Untersuchungen sowie bei weiteren Bohrungen wurde häufig die Basis erreicht. In den auch dann noch nicht genügend bekannten Bereichen ließ das Geologische Landesamt eine erhebliche Zahl von gezielten wissenschaftlichen Kartierungsbohrungen niederbringen.

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Tagung der Deutschen Quartärvereinigung in Biberach a. d. Riß am 8. August 1968.

Geoelektrisch ermittelte Basiswerte lagen für etwa 250 km² vor. Diese Werte sind, wie Vergleiche mit später ausgeführten Bohrungen zeigen, über flachwelligem Basisrelief mit einheitlicher Quartärdecke gut geeignet, während wechselhafte Schichtenfolgen (Torf, Ton und Sand wechsellagernd) besonders über schmalen und tiefen Rinnen des Basisreliefs nicht brauchbar sind.

Im Flachland ist das Quartär auf ca. 150 km² weniger als 2 m mächtig, so daß die Basis mit mehreren tausend Handbohrungen zuverlässig ermittelt werden konnte. Für die etwa 400 km große Restfläche mit mächtigerem Quartär lagen über 1300 Bohrungen mit Teufen zwischen zwei bis 50 m vor. Davon haben rund 800 die Quartärbasis erreicht. Somit entfallen auf jeden Quadratkilometer mit mächtigem Quartär im Durchschnitt 2 völlig gesicherte Fixpunkte. Diese Unterlagen reichen trotz ungleichmäßiger Verteilung zum Entwurf einer Höhenlinienkarte 1 : 25 000 der Quartärbasis aus. Die Karte wird in vollem Umfang in Kürze an anderer Stelle veröffentlicht.²⁾

2. Quartärbasis und heutige Oberfläche

Die heutige Oberfläche des Untersuchungsgebietes weist ein schwaches Relief auf. Nur die Schichtkammlandschaft der Weserkette und des Wiehengebirges besitzt ein stärkeres Relief und erreicht in der Lübbecker Egge am Heidberg fast 320 m NN. Genetische Fragen der Schichtkammlandschaft mit ihren Durchbruchtälern und Pässen, die SPREITZER (1939) behandelt, sollen hier nicht erörtert werden.

Im Flachland liegen die höchsten Punkte mit fast 70 m auf dem Isenstedter Rücken und mit 71 m bei Sundern nur 34 m über dem tiefsten Punkt im Wesertal nördlich von Petershagen. Steilrelief von 5—15 m Höhe kommt nur an den jungen Unterschneidungshängen der Wesertalung nördlich von Minden vor. Das Oberflächenbild wird beherrscht von fast ebenen Moorflächen und Flußterrassen, schwachwelligen Löß- und Grundmoränenlandschaften, über die nur einige sanft geformte Rücken etwa 10—15 m aufragen (Stauchwälle und Kiesrücken des Inlandeises, gesteinsbedingte Wealdenhöhen).

Wesentlich stärkeres Relief und erheblich größere Höhenunterschiede weist demgegenüber die Basisfläche des Quartärs auf. Die tiefsten Punkte (—3 m NN beim Wasserkwerk Minden und unter NN beim Pumpwerk Espelkamp-Mittwald) liegen rund 70 m niedriger als der höchste Punkt. Die Höhendifferenz ist also mehr als doppelt so groß wie die des heutigen Reliefs.

Abbildung 1 zeigt die Benennung und Lage der wichtigsten Voll- und Hohlformen der Quartärbasiskarte nach Orts- oder Gehöftnamen auf den betreffenden Stellen der Meßtischblätter.

Die Vollformen der Karte sind mit wenigen gesteinsbedingten Ausnahmen als sehr flache Rücken und Kuppen ausgebildet, die Hohlformen zeigen dagegen eine vielgestaltigere Ausformung: flache Mulden, fast ebene Platten und tief eingeschnittene schmale, z. T. klammartig enge Rinnen. Über den Hohlformen der Quartärbasis liegen zwar manchmal auch heutige Senken, doch kommt auch das Gegenteil vor. Über tiefen Basisrinnen sind heutige Höhenrücken angeordnet mit ähnlicher oder auch gleicher Richtung.

Unter den Hohlformen übertrifft die Wiehengebirgs-Vorland-Senke an Länge (im Kartengebiet 50 km) und Breite (bis 12 km) alle übrigen. Sie umfaßt große Areale mit ausgesprochenem Flachrelief, z. B. zwischen Minden und Frotheim in etwa +40 m NN.

²⁾ Den zahlreichen Dienststellen und Firmen, die Schichtenverzeichnisse und Bohrproben zur Verfügung stellten und anderen, die hier nicht genannt werden können, sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen in Krefeld, Wasser- und Schifffahrtsämter Mittellandkanal und Weser in Minden, Wasserwirtschaftsamt in Minden, Landesstraßenbauamt in Bielefeld, Firma Eugen Engert in Minden, Firma W. Kolkhorst in Isenstedt, Ingenieurbüro Wiese in Holzhausen II bei Minden.

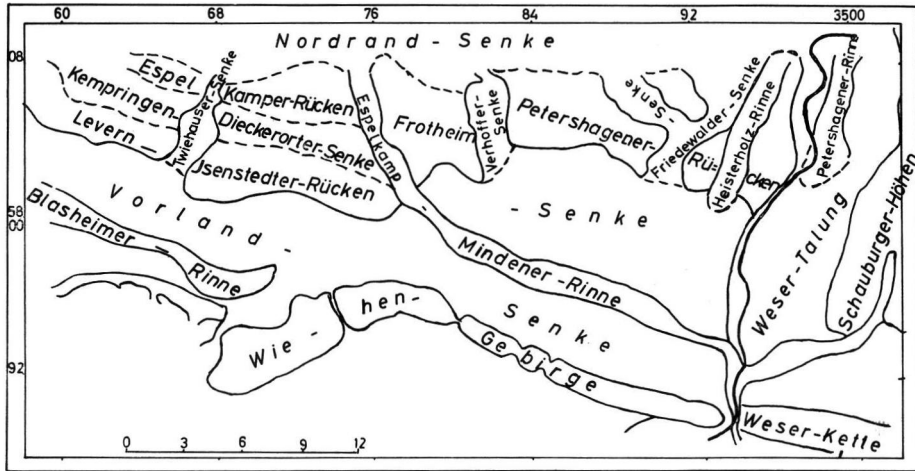


Abb. 1. Übersichtskarte der Reliefeinheiten der Quartärbasiskarte.

Auch unter der heutigen Wesertalung liegt ein ähnlicher Formenschatz (um 30 m NN Flachrelief) verborgen, doch ist die Breite der Talung mit 5 km nicht einmal halb so groß wie in der Vorlandsenke.

Beide Senken werden von schmalen, rinnenartigen Gebilden übertieft (Espelkamp-Mindener-Rinne, Blasheimer- und Petershagener-Rinne, s. Abb. 1), die 10 bis 20 m unter den flachen Senkenboden einschneiden.

Kleiner als die bisher genannten sind die Senken von Friedewalde, Gut Verhoff, Fiestel und Twiehausen.

Das am stärksten ins Auge fallende morphologische Element ist die Espelkamp-Mindener-Rinne. Sie beginnt schon südlich der Porta, nimmt nach dem Austritt aus der Portenge einen von Nordosten kommenden großen Seitenast auf, schwenkt bei Minden in die Ost-West-Richtung der Vorlandsenke ein, die sie nach etwa 18 km fast gradlinigen Verlaufs verläßt und verläuft von da ab ebenso geradlinig nach NNW über Frotheim, Espelkamp-Mittwald und den nördlichen Blattrand hinaus. In dieser Rinne liegen die tiefsten Punkte der Quartärbasis. In einer der Wasserwerksbohrungen in Minden wurde bei -3 m NN das Mesozoikum erreicht, während in einer der Bohrungen beim Pumpwerk Espelkamp bei NN diese Basis noch nicht erreicht war, jedoch wenige Meter tiefer zu erwarten ist. Die tiefsten Stellen dieser Rinne liegen in klammartig engen Abschnitten. Bei Minden liegt eine lokale Übertiefung der Rinne durch Auslaugung von Mündermergel-Salz vor. Für das Espelkamper Tief kommt diese Erklärung nicht in Frage, hier liegt ein echter Tiefenschurf durch Schmelzwasser vor.

3. Geologie der Quartärbasis

Die geologisch-tektonische Karte der Quartärbasis (WORTMANN 1964) zeigt einen flachen Sattel- und Muldenbau mit Ostsüdost-Westnordwest-Streichen sowie einige Längs- und Querstörungen. Breite Ausstriche von Wealden und mariner Unterkreide mit wenig widerständigen, in allen Klimaten relativ leicht verwitterbaren feinstkörnigen Tonsteinen (Schieferon) beherrschen das Bild. Auch über dem salttektonischen Ellerbürgsattel treten vorzugsweise ähnliche Gesteine des Weißjura, an einigen Stellen auch härtere Kalkmergelsteine auf. In einigen kleinen Höhenzügen (im Osten bei Röcke, Bülhorst und im Westen bei Destel, Levern und Sundern) beeinflussen Sandsteinpacken, bei Isenstedt und Fabben-

stedt Häufungen von härteren ankeritisch-dolomitischen und sideritischen Bänken das Relief der Quartärbasis.

Parallel zur Grenze Münders Mergel/Wealden liegt etwa 2 km nördlich des Wiehengebirges zwischen Bückeberg im Osten und Levern im Westen eine Schwereminimum-Zone, die durch Einlagerung von salinaren Schichten im nördlich einfallenden Münders Mergel verursacht ist. Durch teilweise Auslaugung der unregelmäßig geformten Salzkörper bildete sich eine Subrosions-Senke, die wahrscheinlich den Weserlauf anzog und nach Westen lenkte. Die Subrosionszone, die einen nicht näher feststellbaren Anteil an der Ausbildung des Vorlandsenkenreliefs hat, verlagerte sich entsprechend dem nördlichen Einfallen der salzführenden Horizonte langsam nach Norden und begünstigte die Erosion in dieser Richtung. Der Auslaugungs- und Senkungsprozeß ist noch heute wirksam.

4. Morphogenese der Quartärbasis

Verschiedene Kriterien gestatten es, die Höhenlinienkarte der Quartärbasis in verschiedene morphogenetische Einheiten zu gliedern.

4.1 Kriterien für die Gliederung

4.11 Der Formenschatz

Zunächst ergeben die Formen selbst gewisse Hinweise auf die Art ihrer Entstehung. Das Flachrelief, das die geneigten Schichtenkomplexe des mesozoischen Tonstein-Felssockels kappt, muß das Ergebnis von Abtragungsvorgängen sein, die nach dem Charakter der auflagernden Sedimente und nach anderen Indizien näher bestimmt werden können. Ähnliches gilt auch für das Steilrelief und z. T. auch für die Übergänge zwischen den beiden genannten Formen.

4.12 Bodenhorizonte

An den höheren Geländepunkten nahe der heutigen Oberfläche sind Reste von Bodenhorizonten erhalten geblieben. Sie kennzeichnen die älteste Reliefgeneration der Quartärbasis (außerhalb des Wiehengebirges). Es handelt sich vorzugsweise um schwach angewitterte, rostig gefärbte dunkle Tonsteine, in denen die Verwitterung 2 bis 5 m tief reicht. Sie stellen den Abtragungsstumpf eines ursprünglich mächtigeren C₁-Horizontes eines warmzeitlich gebildeten Bodens dar, der wahrscheinlich noch im Tertiär entstanden ist. Den besten Aufschluß bietet die über 300 m lange Aufschlußwand der Tonindustrie Heisterholz. In der 5 km weiter westlich gelegenen Tongrube der Dampfziegelei Harriensstädt sind die genannten Horizontreste nicht mehr vorhanden; in den durch Exaration freigelegten völlig frischen Tonsteinen ist ein mittelgründiger Pelosol ausgebildet. Unter dem Solum ist der Tonstein in nur 5—10 cm Dicke sehr schwach angewittert.

4.13 Schotteranalysen

Durch eine Analyse des Geröllbestandes lassen sich einige Flächen der Quartärbasis nach Alter und Genese voneinander trennen.

Für die Analyse lagen Bohrproben von etwa 1000 Bohrungen mit Teufen zwischen 4—50 m vor mit zusammen 6000 Bohrmeter. Da bei jedem Schichtwechsel und mindestens in jedem Meter eine Bestimmung ausgeführt wurde, standen insgesamt rund 6000 Daten für die genetische Einstufung der jeweiligen Schotterbasisflächen zur Verfügung.

Besonders das von der Weser abgelagerte Material liefert ein gut erkennbares Geröllspektrum und ist auch in der Sandfraktion an einer sehr charakteristischen rötlichen Färbung (Buntsandstein) festzustellen. Die ältesten Weserablagerungen führen nur sehr wenige nordische Komponenten (meist Feuersteine aus den Ablagerungen des Elstereises in

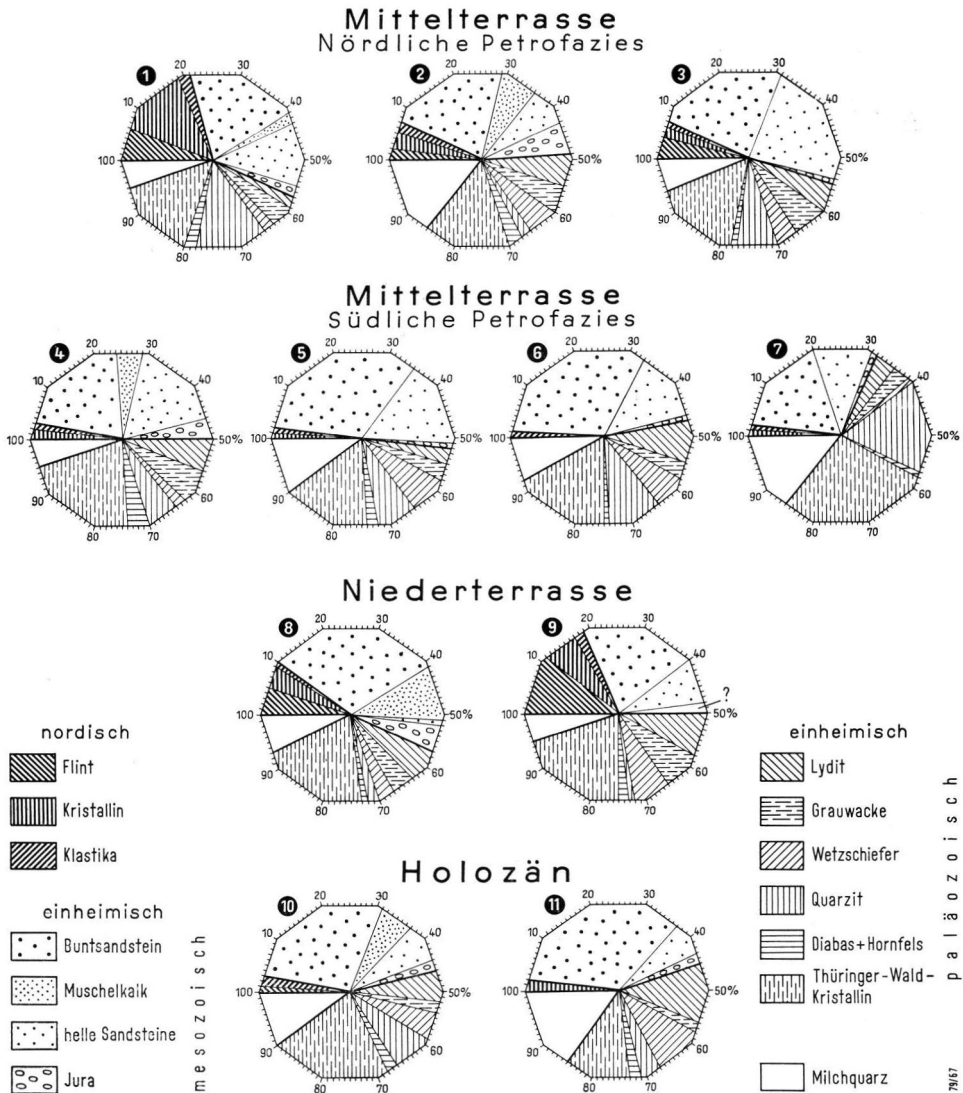


Abb. 2. Geröllanalysen von Kiesproben.

der Gegend von Hameln), während die jüngsten Schichten des sogen. Mittelterrassenkomplexes bis zu 20% enthalten.

Abbildung 2 (nach WORTMANN 1968) zeigt Diagramme mit den charakteristischen Schotterkomponenten der Weserablagerungen in vier verschiedenen Zeitabschnitten, geordnet nach den Gruppen: Nordisch, einheimisch-mesozoisch und einheimisch-paläozoisch.

Die Schotter des Mittelterrassenkomplexes der Weser lassen sich in einen älteren, v o r der Holsteinwarmzeit gebildeten, in einen jüngeren, n a c h der Holsteinwarmzeit und in einen jüngsten, kurz vor der Eisüberdeckung oder Verzahnung mit Sedimenten glazifluvialen Charakters gliedern. Die beiden älteren Komplexe enthalten u n t e r 4% (Abb. 2, Diagramm 4—7), der jüngste in der Regel 5—10% nordische Komponenten

(Abb. 2, Diagramm 1—3). Die Schotter mit 5—10% nordischen Materials stellen die sogenannte „nördliche Petrofazies“ der Mittelterrassensedimente dar.

Demgegenüber sind die nach dem Zerfall des Drenthe-Eises abgelagerten Weserschotter, die hier als Niederterrassen-Komplex zusammengefaßt werden, in der Regel durch einen zwischen 10—20% liegenden nordischen Geschiebeanteil charakterisiert. Sie konnten diese Komponenten beim Abschmelzen des Eises und später bei der Abtragung der Grundmoräne und der glazifluvialen Sedimente reichlich aufnehmen (Abb. 2, Diagramm 8—9).

Die mengen- und flächenmäßig unbedeutenden Schotter der holozänen Wesersedimente lassen sich von den früheren Ablagerungen gut trennen, da sie wenig nordisches Material enthalten (Abb. 2, Diagramm 10—11). Sie liegen aber nur an sehr wenigen und kleinen Stellen direkt auf der Quartärbasis.

Die glazifluvialen Sedimente sind schon durch die meist hellgraue bis weißliche Farbe von den rötlich gefärbten Wesersedimenten zu trennen. Nach ihrem Geschiebespektrum gehören sie alle dem Drenthe-Stadium der Saalekaltzeit an. Sichere glazigene und glazifluviale Ablagerungen der Elsterkaltzeit sind im Untersuchungsgebiet und auch in dessen näherer Umgebung bisher nicht nachgewiesen.

Glazialfluviale Sedimente der Vorschüttzeit sind leicht an der hellen Sandfarbe, an der geringen Abrollung der Sandkörner, an dem hohen prozentualen Anteil nordischer Komponenten in der an sich schwach vertretenen Kiesfraktion sowie an der guten Schichtung zu erkennen. Sie kommen auch in der Fazies sehr feiner, weißer Beckensande mit Beckentoneinschaltungen vor, die jedoch nie direkt auf der Quartärbasis aufliegen. Nur kleine Flächen der Quartärbasis liegen unter Vorschüttsanden; da diese Flächen mit den Exarationsflächen des Drenthe-Eises ein in der Karte nicht darstellbares Mosaik bilden, sind sie den Exarationsflächen zugeschlagen. Eine Ausnahme stellt jedoch die ca. 500 m breite und über 6 km lange Heisterholz-Rinne dar.

Von den glazifluvialen Sedimenten der Vorschüttphase lassen sich die unmittelbar während oder nach dem Zerfall des Drenthe-Eises abgelagerten glazifluvialen, meist grobkörnigen Sedimente durch die Schotteranalyse gut abtrennen. Die in schmalen Rinnen, z. T. auch in etwas breiteren Senken abgesetzten Sedimente zeichnen sich durch einen starken Korngrößenwechsel in horizontaler und vertikaler Richtung aus, durch relativ hohen Anteil an wenig gerundeten, z. T. sehr groben Blöcken. Der Anteil an nordischen Komponenten schwankt zwischen 30 bis 70%. Für kaltzeitliche Bildung spricht auch das häufige Vorkommen von gut gerundeten Tonsteingeröllen, die diese Formung nur in gefrorenem Zustand erhalten konnten und beim Herausnehmen aus dem Verband sofort zu Grus zerfallen. Sie stammen aus den an den Rinnenhängen angeschnittenen Wealden- und Unterkreidesteinen. Der Anteil an „Wesergeröllen“, die beim Anschnitt der in der Nachbarschaft anstehenden Terrassenkörper aufgenommen worden sind, schwankt zwischen 5—70% (WORTMANN 1968a). Die besonders interessante Genese dieser Sedimente wird im nächsten Kapitel behandelt.

4.14 Exarationsspuren

Durch das vorrückende Drenthe-Eis wurde der mesozoische Untergrund an vielen Stellen freigeschürft, stellenweise auch in Stauchwällen an Scherflächen in die überlagerten Sedimente eingeschuppt. Als Zeichen der Überfahrung blieben kleinere und größere Fältelungen und Stauchungen des Tonsteinuntergrundes zurück, über die sich beim späteren Eiszerfall die leicht erkennbare Grundmoräne ausbreitete.

4.15 Weitere Kriterien

An Nebenflüssen und kleinen Bächen hauptsächlich im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes fehlen in den Absätzen nach dem Zerfall des Drenthe-Eises die für

eine Schotteranalyse erforderlichen gröberen Korngrößenklassen. Es handelt sich durchweg um schluffig-feinsandige Sedimente, die aber durch die hier recht häufige Einlagerung von Eem-Torfen einen terminus ante und damit ein weiteres Argument für die genetische Stellung der unter ihnen liegenden Basisfläche liefern.

4.2 Die morphogenetischen Einheiten und das Kartenbild

Mit Hilfe der in den vorigen Abschnitten dargelegten Kriterien wurden acht morphogenetische Einheiten flächenhaft ausgeschieden (Taf. 1).

Einheit 1, die Schichtkammlandschaft des Weser-Wiehengebirges, wird hier nicht weiter erläutert. Der Grad der Exaration ist schwer abzuschätzen.

Einheit 2 ist gekennzeichnet durch Reste einer tiefgründigen warmzeitlichen, wahrscheinlich tertiären Bodenbildung in mesozoischen Tonsteinen in Gestalt von Abtragungstümpfen von C₁-Horizonten. Eine nähere Bestimmung des Bodentyps war bisher nicht möglich. Diese Flächen, die insgesamt ca. 30 km² umfassen, liegen durchweg auf den flachen Rücken der Quartärbasis und sind durch Exaration, untergeordnet auch durch Schmelzwassertätigkeit um Beträge zwischen 5 bis höchstens 20 m heruntergeschnitten worden. Bei dieser Berechnung wird eine Mächtigkeit des ursprünglichen warmzeitlichen Bodens von 15—25 m zugrundegelegt.

Einheit 3 stellt die Basisfläche fluvialer Erosion des Wesersystems in der Zeit vom Hochstand des Elster-Eises in der Gegend von Hameln bis zur Überdeckung durch das Drenthe-Eis der Saale-Kaltzeit dar. Dieser Zeitabschnitt bringt das flächenmäßig beherrschende Element (Taf. I) durch Bildung einer muldenförmig eingetieften und bis 12 km breiten Talung, die im Vorland des Schichtkammes parallel zu diesem von Minden über Lübbecke hinaus in einer durch Salzauslaugung vorgezeichneten Senke nach Westen verläuft. Ihre Fortsetzung ist bis Bramsche (nördlich von Osnabrück) nachgewiesen, der weitere Verlauf im nordwestdeutschen Flachland ist nur punktwise bekannt.

Einheit 3 a ist genetisch eng mit 3 verknüpft. Sie umfaßt die Basisflächen der vom Haupttal aus nach Norden führenden Seitenäste, die während des Vorrückens der Eisfront vom Rehburger Halt aus erodierend wirksam wurden. Zu diesem Zeitpunkt war der sich ständig verbreiternde Schwemmfächer der Weser so weit aufgehöhht, daß seine Oberkante das Niveau einiger schwacher Senken des Frotheim-Petershagener-Rückens und weiter westlich des Levern-Isenstedter-Rückens überschreiten konnte. Die Wassermassen bauen nun einen mehrfach verzweigten Schwemmfächer in die Nordrand-Senke hinein, wobei sie beträchtliche Flächen des mesozoischen Untergrundes anschnneiden. Diese Schotter vermischen und verzahnen sich, je weiter nördlich desto früher, mit Schmelzwassersedimenten und der Anteil der nordischen Komponenten wird in der Kiesfraktion der oberen Schichten größer. Diese als „nördliche Petrofazies“ der Mittelterrasse bezeichneten Sedimente werden durch die Diagramme 1 bis 3 in Abb. 2 veranschaulicht. Außerhalb des Kartenbereichs sind die von mehreren Punkten z. B. bei Kreuzkrug und Uchte (Bl. Uchte) bekannt, doch fehlen bisher die Verbindungsstücke zwischen diesen Punkten.

Diese Phase der Bildung der Quartärbasis wird abgeschlossen durch das weitere Vorrücken des Eises über das ganze Untersuchungsgebiet hinweg (bis zum Drenthe-Maximum am Niederrhein). Ein zeitweiliger Weserlauf nach dem Eisverschluß der Portaenge über den wahrscheinlich günstigsten Weg durch das südlich des Wiehengebirges verlaufende Längstal Porta-Osnabrück ließ sich bisher nicht nachweisen.

Die Einheiten 4 bis 6 umfassen die unmittelbar durch das Eis und seine Schmelzwässer geschaffenen Basisflächen in einer Größe von zusammen rund 230 km², d. h. 20 km² weniger als die voraufgegangene fluviale Erosion des Wesersystems.

Einheit 4, Heisterholz-Rinne genannt, ist durch Schmelzwasser während der Eisbedeckung ausgeschürft worden. Sie umfaßt 4 km², doch sind mögliche Fortsetzungen nach

Norden und Süden wahrscheinlich noch nicht erfaßt. Die tiefste Bohrung in dieser Rinne hat bei +38 m NN die Basis noch nicht erreicht. Die Gefällsverhältnisse in Richtung Süden zu der in diesem Zeitpunkt bereits höher aufgeschütteten Weser-Mittelterrasse legen die Deutung als subglaziale Rinne mit lokalen Übertiefungen und z. T. gegensinnigem Basisgefälle nahe. Mit dieser Deutung steht die Überdeckung der Rinnensedimente, deren geringer Kiesanteil fast vollständig aus nordischem Material besteht, durch eine mächtige Grundmoräne in gutem Einklang.

Einheit 5 stellt in der Hauptsache die durch Eisschurf geschaffenen Basisflächen dar unter Einschluß kleinerer, mosaikartig eingesprengter Flächen, die durch Schmelzwassereinwirkung entstanden sind. Weiterhin ist in diese Einheit ein flächenhaft nicht ausgrenzbarer und auch nicht abschätzbarer Basisanteil eingeschlossen, der am nördlichen Wiehengebirgsfuß durch Solifluktionsströme der Weichsel-Kaltzeit geschaffen wurde. An einigen wenigen Punkten, so z. B. bei Nettelstedt, ließ sich nachweisen, daß der Solifluktionsstrom direkt auf mesozoischen Tonsteinen liegt, während andere Bohrungen Grundmoräne als Liegendes antrafen. Eine Klärung können hier nur weitere gute Aufschlüsse bringen. Einheit 5 deckt eine 150 km² große Fläche. Wie Tafel 1 zeigt, liegen sie hauptsächlich auf und an den Hängen der Höhenrücken der Quartärbasis. Die tiefste bekannte Unterkante der Grundmoränendecke liegt bei +43 m NN (zwischen Blasheim und Fiestel). Sie bildet hier jedoch nicht die Quartärbasis, die noch 15—20 m tiefer angebohrt wurde und durch die fluviale Mittelterrassenweser-Erosion geschaffen wurde. Die Oberkante der Weserschotter kann hier mit ursprünglich +55 m NN angesetzt werden, so daß sich ein Tiefenschurf des Eises von etwa 12 m ergibt. Größenordnungsmäßig entspricht das Ergebnis dem der Exaration der Bodenreste auf dem Rücken von Heisterholz (S. 233).

Einheit 6 stellt die ca. 45 km² großen Basisflächen dar, die durch glazifluviale Erosion beim Zerfall des Drenthe-Eises entstanden sind. Die Schmelzwässer erhielten eine bestimmte Richtung durch Eisspalten-Systeme, die beim Beginn des Drenthe-Eiszerfalls in dieser Gegend aufrissen. Die dadurch ausgelöste Tiefenerosion schuf, zunächst auf die engen Spaltenböden konzentriert, die tiefsten Basiswerte. Sie unterschreiten die vorher erreichten Tiefen um 15, lokal mehr als 20 m. Das Rinnensystem muß Anschluß an die tiefliegende Erosionsbasis des kaltzeitlich abgesenkten Meeresspiegels gefunden haben. Die Fortsetzungen über den Kartenrand hinaus nach Norden und Westen sind noch weitgehend unbekannt. In der Minden-Espelkamper-Rinne, die sich durch Schmalheit und betonte Richtungen und Richtungsänderungen auszeichnet, liegen die tiefsten bekannten Werte beim Pumpwerk Espelkamp-Mittwald. Hier wurde in einer Bohrung die Basis bei Normal Null noch nicht erreicht. In der Blasheimer Rinne sind +4 m NN bekannt, in der Petershagener-Rinne +19 m NN. Eine mögliche Verbindung der Blasheimer- mit der Espelkamp-Mindener-Rinne läßt sich mit dem bisherigen Tatsachenmaterial nicht nachweisen, doch mögen zukünftige Bohrungen hier wie auch an anderen Punkten noch Veränderungen bringen.

Die Füllung der z. T. klammartig engen Rinnen (Abb. 3, Schnitt A—A₁ bei Frotheim) mit glazifluviatilen Sand und Kies und die Anordnung von langgestreckten kamesartigen Höhenrücken folgte unmittelbar auf die Tiefenerosion. Beim gänzlichen Niedertauen der allmählich zurückverlegten und abgeflachten, ursprünglich steilen Eisspaltenränder lagerte sich nur seitwärts der Kiesrücken eine Grundmoräne ab. Über den Rücken findet man keine Spuren davon, auch keine Grundmoränenrelikte in Form einer Steinsohle unter dem Sandlöß, der den südlichen Teil des Frotheimer Rückens überzieht.

Einheit 7 stellt diejenigen Basisflächen dar, die nach dem Abschluß der in der Einheit 6 zusammengefaßten Flächen, z. T. noch während dieser Phase, durch fluviale Erosion des sich nach dem Eiszerfall neu bildenden Weser-Systems entstanden sind und zeitlich bis ins Holozän reichen. Sie decken eine Fläche von rund 70 km².

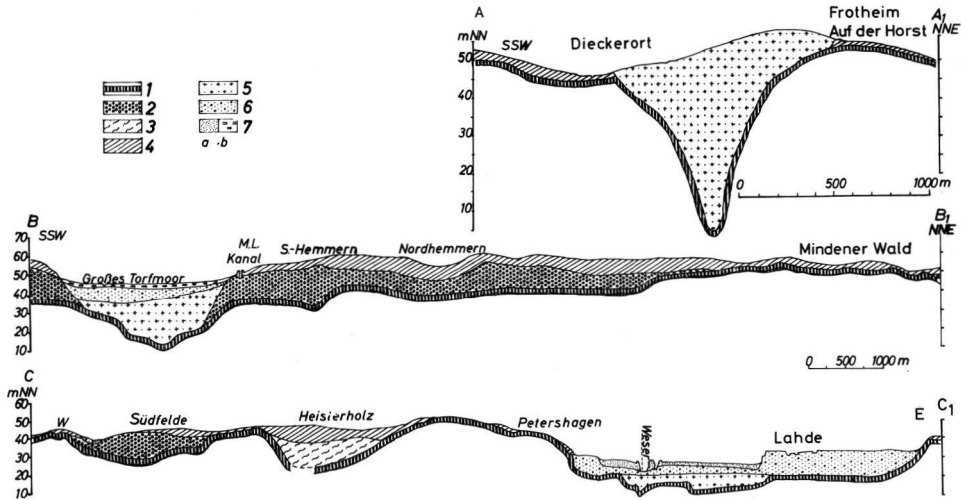


Abb. 3. Geologischer Aufbau einiger morphogenetischer Einheiten.

1 = Mesozoische Tonsteine; 2 = Sandig kiesige Flußsedimente (Mittelterrassenkomplex, gebildet vom Hochstand der Elsterkaltzeit bis zur Drenthe-Eisüberdeckung); 3 = Sandige bis schluffige Vorschüttbildungen in der Heisterholzrinne; 4 = Lehmig-tonige Grundmoräne des Drenthe-Stadiums, z. T. einschließlich Vor- und Nachschüttsanden und jüngerer äolischer Deckschichten; 5 = Kiesig-sandige glazifluviale Rinnenfüllungen, gebildet in Eisspaltensystemen während des Drenthe-Eiszerfalls; 6 = Sandig-kiesige Flußsedimente, in Nebentälern z. T. schluffig feinsandig (Niederterrassenkomplex) gebildet nach dem Drenthe-Eiszerfall; 7 = Holozäne Sedimente
a) Fluvialer Lehm über Sand und Kies, b) Torf.

Das Gewässernetz orientiert sich neu und bevorzugt, im Zusammenhang mit dem Eiszerfall die von WOLDSTEDT (1955) als zentripedal bezeichnete kürzeste Richtung zum erst allmählich wieder ansteigenden Meeresspiegel des Eem-Meeress. Die Weser findet ihre alte, von Minden aus nach Westen führende Talung, die auch am Ende des Drenthe-Stadiums noch als Senke vorhanden war, nicht wieder, da ihr kamesartige Bildungen des Eiszerfalls über der Minden-Espelkamper Rinne den Weg verlegen. Sie schafft sich, von der Porta-Enge ausgehend, eine fast geradlinig nach Norden verlaufende neue Talung. Die Tiefenerosion erreicht in dieser Phase (im Querschnitt bei Minden) etwa 30 m NN, ist also weniger bedeutend als die früheren. Doch bildet die kaltzeitliche Lateralerosion während des (hier nicht näher zu fassenden) Warthe-Stadiums und während der Weichsel-Kaltzeit eine noch bis zu 5 km breite Talung mit Felssockeln aus mesozoischen Tonsteinen aus.

Die Flußerosion im Holozän hat im Vergleich mit den vorausgegangenen Perioden sowohl flächenhaft als auch hinsichtlich der Tiefenwirkung nur eine äußerst geringe Bedeutung, die eine flächenhafte Ausgrenzung in der Karte überflüssig erscheinen läßt.

Bei der Einheit 8 handelt es sich um die Basisfläche unter zwei kurzen Talstrecken der Großen Aue bei Bad Fiestel und der Kleinen Aue bei Frotheim-Dieckerort. Abweichend von den Merkmalen der Einheit 7, mit der sie zeitlich übereinstimmt, liegt hier die Quartärbasis weniger als 2 m unter der heutigen Oberfläche, fällt aber ober- und unterhalb rasch auf kurze Entfernung um 5—10 m ab. Beide Talstrecken liegen am Nordflügel der salttektonisch bedingten Ellerburgachse, für die WORTMANN (1964 und 1968a) eine bis ins jüngste Quartär andauernde Hebungstendenz nachgewiesen hat. Zu diesen Bewegungen verhalten sich die genannten Talstrecken antezedent.

Tabelle 1
Flächenberechnung der morphogenetischen Einheiten
(im Flachland ohne Einheit 1)

Einheit	Bezeichnung	Fläche in km ²
2	Rumpfflächenreste (exarativ)	30 km ²
4	Heisterholz-Rinne (glazifluvial)	4 km ²
5	Exarationsrelief	150 km ²
6	Glazifluviales Rinnenrelief (mit dem Eiszerfall)	45 km ²
	Summe Exarations- und glazifluviales Relief	229 km ²
3	Fluviales Erosions-Relief des Mittelterrassenkomplexes	
	Haupttal	210 km ²
3a	Seitenäste	40 km ²
	Summe Mittelterrassenkomplex	250 km ²
7	Fluviales Erosionsrelief nach dem Eiszerfall (Niederterrassenkomplex)	
	Wesertalung	60 km ²
	Nebenflüsse	10 km ²
	Summe Niederterrassenkomplex	70 km ²
8	Antezedente Talstrecken	1 km ²
	Gesamtsumme Fluviales Erosionsrelief	321 km ²
	Gesamtfläche Flachland	550 km ²

Nach Tabelle 1 ist die durch Eis- und Schmelzwasserwirkung entstandene Basisfläche rund 230 km² groß und damit rund 50 km² kleiner als die durch die fluviale Erosion des Wesersystems geschaffene Basisfläche.

Indirekt aber war die Eisbedeckung die Ursache für die grundlegenden Unterschiede in der Anordnung des vorher vorhandenen und des sich nachher ausbildenden Gewässernetzes. Das Elster-Eis drängte während seiner äußersten Randlage im Hamelner Gebiet die bis dahin nach Nordosten abfließende Weser (LÜTTIG 1954) in die westliche Richtung zur Porta; der weitere Weg nach Westen ist aber nicht durch das Elster-Eis, sondern durch andere Ursachen bedingt (s. S. 230).

Die Eisbedeckung durch das Drenthe-Eis ist das Hauptglied in der Ursachenkette, die die Weser nach dem Abschmelzen des Eises dazu veranlaßten, den alten Weg nach Westen nicht mehr einzuschlagen, sondern sich von der Porta-Enge aus nach Norden ein neues Tal zu schaffen. Mit jeder Eisrandnähe oder Eisbedeckung sind also bedeutende Veränderungen des Gewässernetzes und der Entwässerungsrichtungen verbunden gewesen (Abb. 4). Diese Tatsachen haben naturgemäß starken Einfluß auf die Flächenanteile der morphogenetischen Einheiten. So ist z. B. die Größe der Basisfläche unter dem Mittelterrassenkomplex mitbedingt durch die spätere Talverlegung, so daß die älteren Flächen nur einer beschränkten Abtragung durch die jüngere fluviale Erosion unterlagen und weitflächig erhalten blieben. Die in Tabelle 1 ermittelten Flächenanteile gelten naturgemäß nur für das untersuchte Gebiet.

Erst nach dem Zerfall des Drenthe-Eises prägt sich die nördliche Richtung im Gewässernetz stark aus. Die ältere Ost-West-Richtung verliert ihre Bedeutung; in der Vor-

landsenke bilden sich mehrere, durch sehr flache Talwasserscheiden kaum getrennte Nebenfluß-Systeme aus, die zwar die alte Senke auf kurzen Strecken benutzen, dann aber in die nördliche Richtung umbiegen und dabei die nördlichen vorgelagerten Höhenrücken durchschneiden.

5. Ergebnisse

Die zeitliche Abfolge der Reliefgenerationen an der Quartärbasis beginnt mit der exarativ freigelegten Rumpffläche, die C_1 -Horizont-Reste eines tiefgründigen warmzeitlichen Bodens trägt (vermutlich aus dem Tertiär). Das Solum dieser Böden wird mit 10–15 m veranschlagt, woraus sich ein Abtrag durch Eis und Schmelzwässer von maximal 20 m errechnen läßt.

Beim Hochstand des Elster-Eises in der Umgebung von Hameln wurde die bis dahin nach Nordosten fließende Weser (Abb. 4) durch einen schon früher angelegten subsequenten Ausräum am Südfuß der Weserkette entlang zur ebenfalls bereits vorhandenen Portasenke abgedrängt. Die Weser durchfloß von diesem Zeitpunkt ab das Untersuchungsgebiet. Nach einer kurzen, von der Porta aus nach Norden gerichteten Laufstrecke biegt sie nach Westen in eine durch Subrosion über Münder Mergelsalzen entstandene, parallel zum Wiehengebirge verlaufende Senkungszone ein. Eine starke, bei Minden bis +28 m NN, bei Hille bis +22 m NN reichende Tiefenerosion ist auf den tiefstehenden kaltzeitlichen Meeresspiegel als Erosionsbasis ausgerichtet. Kaltzeitliche Lateralerosion bis zum Ende der Elster-Kaltzeit und erneut in der Zeit vor der Überdeckung durch das Drenthe-Eis der Saale-Kaltzeit schafft breite Verebnungsflächen in der Vorlandsenke, an der breitesten Stelle bis zu 12 km. Mit weiterer Aufhöhung des kaltzeitlichen Schwemmfächers bis zu etwa 60 m NN werden in der jüngsten Phase der Mittelterraszenzeit einige schwache Senken in der nördlichen Rumpffläche überschritten und von hier aus nördlich gerichtete Seitenäste in die Nordrandsenke schwemmfächerartig vorgebaut, wobei der mesozoische Untergrund vielfach anerodiert wird. Da das Schottermaterial dieser jüngsten Seitenäste

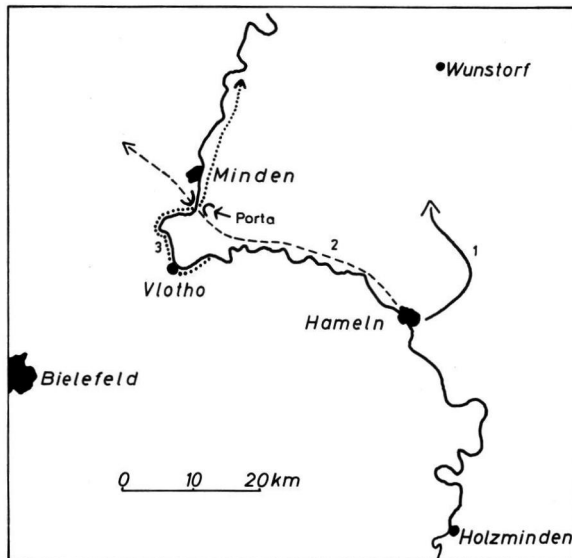


Abb. 4. Der Verlauf der Weser in verschiedenen Abschnitten des Eiszeitalters.

1 = Oberterraszenweg bis zum Höchststand des Elster-Eises; 2 = Mittelterraszenweg bis zur Eisüberdeckung durch das Drenthe-Eis; 3 = Niederterraszenweg nach dem Drenthe-Eiszerfall.

geröllanalytisch gut faßbar ist, konnten seine Basisflächen gesondert ausgehalten werden (Taf. 1, Nr. 3a).

Gegenüber dieser flächenhaft enormen fluvialen Erosion erreichen die vor der Drenthe-Eisbedeckung strömenden Schmelzwässer nur eine geringe Tiefen- und Flächenwirkung bei der Formung der Quartärbasis, mit Ausnahme der Heisterholz-Rinne. Sonst liegt die Unterkante dieser Schmelzwassersedimente vorzugsweise auf den z. T. erheblich erodierten Mittelterrassen-Ablagerungen. Die Exaration des Drenthe-Eises, flächenhaft von großer Bedeutung, ist, wie Tafel 1 zeigt, in erster Linie in den höheren Bereichen der Quartärbasis wirksam gewesen. Ein bedeutender Tiefenschurf ist an keiner Stelle zu belegen. In der Vorlandsenke nördlich von Lübbecke liegt die auf großen Flächen geschlossen erhaltene Grundmoränenunterkante nur um 15—25 m tiefer als auf den nördlich angrenzenden Höhen. Die Grundmoränenbasis paßt sich also den vorgefundenen Geländeformen mehr oder weniger an.

Die stärkste Tiefenwirkung erreichen die Schmelzwässer, die beim Zerfall des Drenthe-Eises, von Eisspaltensystemen gelenkt, offensichtlich bald Anschluß an die Erosionsbasis des noch tiefstehenden kaltzeitlichen Meeresspiegels gewinnen und bis unter NN erodieren. Die Kies- und Sandfüllung dieser z. T. klammartig engen und langgestreckten Rinnen unmittelbar nach der Erosionsphase führt zur Bildung von über die Umgebung aufragenden kamesartigen Sand-Kieswällen, die sich streckenweise bis zur Jetztzeit als sehr charakteristische Vollform erhalten haben. Während und nach dem vollständigen Eiszerfall bilden sich schnell die Grundzüge des heutigen Gewässernetzes heraus, das z. T. ganz neue Richtungen einschlägt. Nur teilweise werden die älteren Talungen benutzt, im ganzen wird jedoch die nördliche, von WOLDSTEDT (1955) als zentripedal bezeichnete Richtung eingeschlagen. Die Weser z. B. benutzt die von Minden nach Westen verlaufende, durch die kamesartigen Sedimente offensichtlich verstopfte Talung nicht mehr, sondern bildet ein neues Tal in nördlicher Richtung aus. Dabei mögen die Vorgänge den von WOLDSTEDT (1955) beschriebenen Verlauf genommen haben. Die kaltzeitliche fluviale Lateralerosion der Folgezeit (? warthestadial und weichselkaltzeitlich) schafft in der Wesertalung noch bis 5 km breite flache mesozoische Felssockel, die Tiefenerosion dieses Zeitabschnittes bleibt jedoch weit oberhalb der früher erreichten Tiefstwerte der Quartärbasis.

Die tiefsten Stellen liegen:

Zwischen Elster- und Drenthe-Kaltzeit	um 20 m NN (Pr. Oldendorf)
In Rinnen beim Drenthe-Eiszerfall	unter ± 0 m NN (Espelkamp)
Im Wesertal der Weichsel-Kaltzeit	um 30 m NN (Minden)

Die holozäne Flußerosion hat sowohl flächenhaft wie auch hinsichtlich der Tiefenwirkung nur eine äußerst geringe Bedeutung für die Formung der Quartärbasis.

Die wesentlichen Ereignisse für die Morphogenese der Quartärbasis sind kurzgefaßt die folgenden:

- Eissperre der Elster-Kaltzeit bei Hameln und daraus resultierende Laufverlegung der Weser in das Untersuchungsgebiet. Erhebliche Tiefen- und Lateralerosion,
- glazifluviale Erosion vor der Eisbedeckung gering,
- Exaration des Drenthe-Eises bedeutend, doch nur schwache Tiefenwirkung. Entscheidender Einfluß der Eisbedeckung auf neues Gewässernetz,
- sehr starke, tiefreichende Rinnenerosion (bis unter NN), ausgehend von Eisspalten beim Drenthe-Eiszerfall,
- ab Drenthe-Eiszerfall beträchtliche fluviale Lateralerosion, jedoch vergleichsweise weniger bedeutende Tiefenerosion in einem neu orientierten, nördlich gerichteten Gewässernetz.

Schrifttum

- LÜTTIG, G.: Alt- und mittelpleistozäne Eisrandlagen zwischen Harz und Weser. Geol. Jb. **70**, 43-125, 1 Taf., 16 Abb., Hannover 1954.
- MAARLEVELDT, G. C.: Über fluviatile Kiese in Nordwestdeutschland. Eiszeitalt. u. Gegenw. **4/5**, 10-17, 2 Abb., Öhringen 1954.
- SPREITZER, H.: Die Pässe und Durchbruchstäler der Weserkette und des Wiehengebirges. Wirtsch. Geogr. d. deutsch. Westens **5**, 71 S., zahlr. Abb. u. Taf., Berlin 1939.
- WOLDSTEDT, P.: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. 2. Aufl., 467 S., 97 Abb., Stuttgart (Koehler) 1955. - - Die Geschichte des Flußnetzes in Norddeutschland und angrenzenden Gebieten. Eiszeitalt. u. Gegenw. **7**, 5-12, 1 Taf., 1 Abb., Öhringen 1956.
- WORTMANN, H.: Höhenlinienkarte der Quartärbasis im nördlichen Wiehengebirgsvorland. Manusk. Arch. Geol. L.Amt Nordrhein-Westfalen (in Druckvorbereitung), Krefeld 1962. - - Gliederung, Lagerung und Verbreitung der Unterkreide im nördlichen Wiehengebirgsvorland. Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. **7**, S. 331-353, 1 Taf., 1 Abb., 2 Tab., Krefeld 1964. - - Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000. Nr. 3619 Petershagen, 1 Karte, 7 Taf., 31 Abb., 9 Tab., Krefeld 1968; Nr. 3617 und 3618 Lübbecke und Hartum (im Druck), Krefeld 1968 (1968a).

Manusk. eingeg. 15. 8. 1968.

Anschrift des Verf.: Dr. habil. Heinrich Wortmann, 34 Göttingen, Kleperweg 16 (früher Krefeld, Geol. L.-Amt).