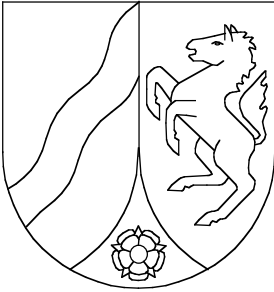


# Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen



## Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000

Erläuterungen

3617 Lübbecke u. 3618 Hartum





GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN

# Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen

1:25 000

## Erläuterungen zu den Blättern 3617 Lübbecke und 3618 Hartum

von

HEINRICH WORTMANN

Mit Beiträgen von GERT MICHEL und HANS-WOLFGANG REHAGEN

24 Abbildungen, 13 Tabellen und 3 Tafeln

Krefeld

1971

Herausgabe und Vertrieb:

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld

Geologische Karte Nordrhein-Westfalen 1:25 000	Erl. Blatt 3617 Lübbecke und Blatt 3618 Hartum	214 S.	24 Abb.	13 Tab.	3 Taf.	Krefeld 1971
--	--	--------	---------	---------	--------	--------------



# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Vorbemerkungen . . . . .	13
B. Allgemeiner Überblick . . . . .	15
I. Morphologischer Überblick . . . . .	15
II. Geologisch-tektonischer Überblick . . . . .	17
C. Schichtenfolge . . . . .	20
I. Jura . . . . .	20
Jura des Wiehengebirges . . . . .	20
a) Dogger . . . . .	21
1) Bathonium . . . . .	21
a. <i>aspidoides</i> -Schichten und Cornbrash ( $jb_{\varepsilon 3+4}$ ) . . . . .	21
2) Callovium . . . . .	21
a. Macrocephalen-Schichten (Porta-Sandstein ( $jb_{\varepsilon 5}$ )) . . . . .	21
b. Ornatenton ( $jb_{\zeta}$ ) . . . . .	22
b) Malm . . . . .	22
1) Oxford . . . . .	22
a. Heersumer Schichten ( $jw_{\alpha}$ ) . . . . .	23
b. Korallenoolith und Wiehengebirgssandstein ( $jw_{\beta}$ ) . . . . .	23
2) Kimmeridge . . . . .	25
a. Unterer Kimmeridge ( $jw_{\gamma}$ ) . . . . .	25
b. Mittlerer und Oberer Kimmeridge ( $jw_{\delta} + \varepsilon$ ) . . . . .	26
3) Portland . . . . .	27
a. <i>gigas</i> -Schichten ( $jw_{\zeta 1}$ ) . . . . .	27
b. Eimbeckhäuser Plattenkalk ( $jw_{\zeta 2}$ ) . . . . .	28
c. Münder Mergel und Serpulit ( $jw_{\eta 1+2}$ ) . . . . .	28
Jura des Ellerburg-Sattels . . . . .	29
a) Lias (?) . . . . .	31
b) Dogger . . . . .	31
1) Bathonium . . . . .	31
a. <i>aspidoides</i> -Schichten und Cornbrash ( $jb_{\varepsilon 3+4}$ ) . . . . .	31
2) Callovium . . . . .	31
a. Macrocephalen-Schichten ( $jb_{\varepsilon 5}$ ) . . . . .	31
b. Ornatenton ( $jb_{\zeta}$ ) . . . . .	31
c) Malm . . . . .	32
1) Kimmeridge ( $jw_{\delta} + \varepsilon$ ) . . . . .	32
a. Mittlerer Kimmeridge . . . . .	32
b. Oberer Kimmeridge . . . . .	32
2) Portland . . . . .	33
a. <i>gigas</i> -Schichten ( $jw_{\zeta 1}$ ) . . . . .	33
b. Eimbeckhäuser Plattenkalk ( $jw_{\zeta 2}$ ) . . . . .	33
c. Münder Mergel und Serpulit ( $jw_{\eta 1+2}$ ) . . . . .	33
d) Gesteinsuntersuchungen . . . . .	37

	Seite
II. Wealden (kw) . . . . .	38
a) Wealden an der Großen Aue . . . . .	39
1) Gesteinsuntersuchungen . . . . .	42
2) Kohle . . . . .	44
b) Wealden bei Isenstedt . . . . .	45
III. Kreide . . . . .	45
a) Marine Unterkreide . . . . .	45
1) Valendis (Valangin) . . . . .	49
a. Mittelvalendis (kvm) . . . . .	50
b. Obervalendis (kvo) . . . . .	51
2) Hauterive . . . . .	57
a. Unterhauterive (khu) . . . . .	57
b. Oberhauterive (kho) . . . . .	60
IV. Tertiär . . . . .	61
V. Quartär . . . . .	61
a) Pleistozän . . . . .	62
1) Elster-Kaltzeit . . . . .	62
a. Mittelterrassen-Komplex (M,G,f und M,G) . . . . .	62
b. Älterer Teil der Mittelterrasse (M(1),G,f) und Holstein-Warmzeit (ho,,bo) . . . . .	64
2) Saale-Kaltzeit . . . . .	69
a. Jüngerer Teil der Mittelterrasse (M(2),G,f) . . . . .	70
b. Drenthe-Stadium (der Saale-Kaltzeit) . . . . .	71
1. Vorschüttbildungen . . . . .	71
Vorschüttsande (D(1),S,gf) . . . . .	71
Beckenbildungen (D,U,b) . . . . .	72
Glazifluvialer Sand und Kies (D,S,gf) . . . . .	72
2. Grundmoräne (D,Lg) . . . . .	72
3. Stauchwall von Hille und Levkenstadt (Blatt Hartum) (R,,st) . . . . .	79
4. Der Kiessandrücken von Frotheim (D,S+G,k) . . . . .	81
5. Nachschüttbildungen und Ältere Talsande . . . . .	87
Nachschüttsande (D(2),S,gf) . . . . .	87
Ältere Talsande (D(3),S,ta) . . . . .	88
3) Eem-Warmzeit (ee,Hn) . . . . .	89
4) Weichsel-Kaltzeit . . . . .	90
a. Niederterrasse (N) und Jüngere Talsande (w,S,ta) . . . . .	91
b. Solifluktionsmaterial (w,Lx,fl) . . . . .	93
c. Äolische Sedimente . . . . .	95
1. Löß (w, Löl,a) und Sandlöß (w,Lös,a) . . . . .	96
2. Flugdecksand (w,fS,a) . . . . .	101
3. Dünen (qh-w,,d) . . . . .	102
d. Wiesentonmergel (Kw,b) . . . . .	103

	Seite
b) Holozän	104
1) Bach- und Flußsande	104
2) Lehmige Bachablagerungen und Auenlehme („L,u)	104
3) Kalkgyttja („Fk), Tongyttja („Ft) und Algengyttja („Fa)	107
4) Torf („Hh und „Hn)	108
5) Bastau-Moor (H.-W. REHAGEN)	116
a. Vegetationsgeschichtliche Perioden	117
Zone IV, Jüngere Dryas- oder Tundrenzeit (700–675 cm)	117
Zone V, Präboreal oder Vorwärmezeit (675–640 cm)	120
Zone VI, Boreal oder Frühe Wärmezeit, älterer Teil (640–605 cm)	121
Zone VII, Boreal oder Frühe Wärmezeit, jüngerer Teil (605–560 cm)	122
Zone VIII, Atlantikum oder Mittlere Wärmezeit (560–390 cm)	123
Zone IX, Subboreal oder Späte Wärmezeit (390–260 cm)	124
Zone X, Ende Subboreal / Anfang Subatlantikum (260–220 cm)	125
Zone XI und XII, Subatlantikum oder Nachwärmezeit (220–0 cm)	126
6) Raseneisenerz (q,Er)	128
7) Aufgefüllter Boden („y)	128
D. Lagerungsverhältnisse	129
E. Nutzbare Ablagerungen	132
I. Erze	132
a) Eisenerze	132
b) Blei- und Zinkerze	132
c) Schwefelkies	133
II. Steine und Erden	133
a) Bau-, Pflaster- und Schottersteine	133
b) Kalksteine	133
c) Düngemergel	134
d) Ton und Lehm	134
e) Sand und Kies	135
III. Kohle	136
IV. Torf	136
a) Brenn- und Streutorf	136
b) Bademoor (Badetorf)	137
F. Hydrogeologie (G. MICHEL)	140
I. Hydrographischer Überblick	140
a) Oberflächengewässer	140
b) Mittellandkanal	141

	Seite
II. Hydrogeologischer Überblick . . . . .	142
a) Hydrogeologischer Bereich 1 (Wiehengebirge) . . . . .	143
b) Hydrogeologischer Bereich 2 (Mittelterrassen-Komplex und Kiessandrücken von Frotheim) . . . . .	146
c) Hydrogeologischer Bereich 3 (Grundmoräne über Unterkreide) . . . . .	148
III. Hydrochemische Verhältnisse . . . . .	148
a) Grundwasser . . . . .	150
1) Hydrogeologische Bereiche . . . . .	150
2) Öffentliche Wasserwerke . . . . .	151
3) Mineralwasser . . . . .	152
b) Oberflächenwasser . . . . .	153
IV. Grundwasserbilanz . . . . .	154
V. Grundwasserbewirtschaftung . . . . .	156
a) Gewinnung . . . . .	156
b) Reserven und Schutz . . . . .	156
G. Bohrungen . . . . .	158
I. Bohrungen im Gebiet des Blattes Lübbecke . . . . .	158
II. Bohrungen im Gebiet des Blattes Hartum . . . . .	184
H. Verzeichnis der Schriften und Karten . . . . .	206

## Verzeichnis der Textabbildungen

Abb. 1	Tektonische Leitlinien im Wiehengebirgsvorland . . . . .	17
Abb. 2	Lagerungsverhältnisse im Bereich Serpulit und Wealden an der Großen Aue . . . . .	35
Abb. 3	Tongrube der Ziegelei Mindenerwald . . . . .	52
Abb. 4	Tongrube der Ziegelei Haßlage II . . . . .	54
Abb. 5	Schichtenfolge in der Tongrube Haßlage II . . . . .	55
Abb. 6	Schema der Mittelterrasse der Weser zwischen Minden und Getmold . . . . .	65
Abb. 7	Korngrößenverteilung einer geschichteten Mittelterrassen- ablagerung bei Levkenstadt . . . . .	67
Abb. 8	Geologisches Profil und Kornverteilung in der Bohrung Grappenstein . . . . .	68
Abb. 9	Geologisches Profil und Kornverteilung in der Bohrung Auf der Horst . . . . .	69
Abb. 10	Korngrößendiagramm von Grundmoränen . . . . .	75
Abb. 11	Korngrößendiagramm der Grundmoräne südlich Mindener Wald . . . . .	76
Abb. 12	Kiesgrube „Der Höchte“ . . . . .	78
Abb. 13	Eingeebnete Stauchzone bei Hille . . . . .	80

	Seite
Abb. 14 Kiesgrube Levkenstadt . . . . .	82 — 83
Abb. 15 Profil der Kiesgrube im Frotheimer Kiessandrücken . . . . .	84
Abb. 16 Verschiedene Lagerungsformen im Frotheimer Kiessandrücken . . . . .	85
Abb. 17 Sandgrube östlich vom Friedhof Frotheim . . . . .	86
Abb. 18 Korngrößendiagramm von „Talsanden“ . . . . .	88
Abb. 19 Korngrößendiagramm von äolischen Sedimenten des Pleistozäns . . . . .	95
Abb. 20 Kiesgrube Unterlübbe . . . . .	99
Abb. 21 Periglazial-Formen bei Hille . . . . .	100
Abb. 22 Längsschnitt durch das Große Torf-Moor . . . . .	108—109
Abb. 23 Pollendiagramm aus dem Großen Torf-Moor bei Nettelstedt . . . . .	117—119
Abb. 24 Chemische Analysenbefunde in einem dreilinearen Diagramm . . . . .	149

#### Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1 Mikropaläozoologische Bestimmungen nach 1964 im Bereich Wealden und Jura . . . . .	29
Tab. 2 Mikropaläozoologische Bestimmungen im Bereich Valengin (Valangin) . . . . .	47
Tab. 3 Biostratigraphie des Unterhauterive . . . . .	58
Tab. 4 Mikropaläozoologische Bestimmungen im Bereich Unterhauterive auf Bl. Hartum . . . . .	59
Tab. 5 Mikropaläozoologische Bestimmungen im Bereich Oberhauterive auf Bl. Hartum . . . . .	60
Tab. 6 Gliederung des Pleistozäns . . . . .	63
Tab. 7 Geröllanalysen vom Frotheimer Kiessandrücken . . . . .	80 — 81
Tab. 8 <sup>14</sup> C-Datierungen von Wurzeln, torfigen Lagen und Holz aus dem Holozän . . . . .	105
Tab. 9 Zusammenstellung der in den Aufschlüssen 1—10 nachgewiesenen Land- und Süßwassermollusken . . . . .	114—115
Tab. 10 Grundwasserführung der im hydrogeologischen Bereich 1 zutage anstehenden Jura-Gesteine . . . . .	144—145
Tab. 11 Grundwasseranalysen aus dem Gebiet der Blätter Lübbecke und Hartum . . . . .	148—149
Tab. 12 Hydrogeologische und metrologische Jahresmittelwerte . . . . .	155
Tab. 13 Wassergewinnungsanlagen . . . . .	157

#### Verzeichnis der Tafeln in der Anlage

Tafel 1 Geologischer Schnitt E—F (nur in Erläuterungen zu Blatt Hartum)
Tafel 2 Karte der Quartärbasis 1 : 50 000
Tafel 3 Karte der hydrogeologischen Bereiche und Grundwasseroberfläche 1 : 50 000

Anschriften der Autoren:

Dr. G. MICHEL

Dr. H.-W. REHAGEN

Dr. habil. H. WORTMANN

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen,  
415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195

34 Göttingen, Kleperweg 16

Druck: Joh. van Acken, Krefeld



## A. Vorbemerkungen

Die geologische Kartierung der Blätter Lübbecke und Hartum wurde im Anschluß an die 1959 abgeschlossene Aufnahme des Blattes Petershagen (WORTMANN 1968) in den Jahren 1959 bis 1964 durchgeführt. In den folgenden Jahren (bis 1967) konnten an einigen Punkten Ergänzungen vorgenommen werden. Etwa zur gleichen Zeit wurde die bodenkundliche Aufnahme der beiden Blätter durchgeführt. Ihr Ergebnis wird in der Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 25 000, Blatt 3617 Lübbecke und 3618 Hartum, mit Erläuterungen, veröffentlicht (WILL, im Druck). Die vorliegenden Erläuterungen enthalten aus diesem Grunde kein bodenkundliches Kapitel.

Natürliche und künstliche Tagesaufschlüsse sind im Flachlandanteil des Kartierungsgebietes wenig vorhanden. Daher war für die flächenhafte Ausgrenzung der geologischen Einheiten ein systematisches Abbohren des Geländes durch 2 m tiefe Handbohrungen unerlässlich. Außerdem wurden mit maschinell betriebenen kleinerem Pionier-Gerät und mit einem größeren Rammbohrgerät gezielte Kartierungsbohrungen zwischen 4 und 20 m Tiefe meist bis in den vorquartären Untergrund hinein ausgeführt.

Zur Verfeinerung der flächenhaften Ausgrenzung konnte auf Blatt Lübbecke und dem westlichen Teil von Blatt Hartum das dichte Bohrnetz der von Dr. WILL durchgeführten landwirtschaftlichen Standorterkundung i. M. 1 : 5000 des Geologischen Landesamtes sowie für die landwirtschaftlichen Nutzflächen die Profilbeschreibung der in noch größeren Maßstäben (bis 1 : 2000) aufgenommenen Reichsbodenschätzung verwendet werden. Bei derartig reichhaltigem Unterlagenmaterial mußte im Interesse der Übersichtlichkeit manche an sich abgrenzbare Einheit mit einer benachbarten ähnlichen geologischen Einheit zusammengefaßt werden.

Eine wichtige Unterlage für die Erkenntnis und Darstellung der unterhalb der Darstellungsgrenze (2 m Tiefe) liegenden Schichten bilden die im Bohrarchiv des Geologischen Landesamtes liegenden Schichtenverzeichnisse früherer Bohrungen. Da während der Kartierzeit eine lebhafte Bohr- und Aufschlußtätigkeit herrschte (Schußbohrlöcher für geophysikalische, insbesondere reflexionsseismische Erkundungen, Einrichtung der Beobachtungsbrunnen I. und II. Ordnung des Landesgrundwasserdienstes, durch das Wasser- und Schiffsamt Minden-Mittellandkanal für die Verbreiterung des Kanals, lebhafte Bautätigkeit mit Baugrund- und Brunnenbohrungen usw.), kamen eine große Zahl von Bohrergebnissen zu den bereits vorhandenen hinzu. Allen

Dienststellen, Firmen und Privat-Unternehmen sei für die Überlassung von Schichtenverzeichnissen und z. T. auch von Bodenproben an dieser Stelle gedankt.

Der durch das relativ zum Maßstab dichte Bohrnetz – ca. 5000 Bohrungen je Blatt (ohne Bodenschätzung) – gegebenen Gefahr einer zu weitgehenden Untergliederung und daraus folgender Unübersichtlichkeit der Karte ist dadurch begegnet worden, daß nur in Ausnahmefällen mehr als zwei übereinanderlagernde geologische Einheiten in der Karte dargestellt worden sind. Wichtige, in der Karte nicht mehr darstellbare Einzelheiten sind in Spezialprofilen und durch Textabbildungen erläutert.

Folgende ältere geologische Karten, die das Blattgebiet mit einschließen, sind zu erwähnen:

Übersichtskarte 1 : 410 000 von F. ROEMER (1857)

Geologische Karte 1 : 80 000, Section Minden, von H. v. DECHEN (1856–59)

Geologische Übersichtskarte 1 : 500 000, Section 13, Hannover, von LEPSIUS (1894–1897)

Geologische Übersichtskarte 1 : 250 000 von HARBORT (1905).

Als wichtigste Vorarbeit ist die Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000 von DIENEMANN (1948) sowie die auf dieser Karte fußende Übersichtskarte von Nordwestdeutschland 1 : 300 000 (BENTZ et al. 1951) anzusehen, die eine in allen wesentlichen Punkten zutreffende Übersicht über den geologischen Aufbau des auf beiden Blättern dargestellten Gebietes geben.

Speziellere Aufnahmen lagen bei Beginn der Kartierung nicht vor. Für das Gebiet des Staatsforstes Minden konnten die Ergebnisse einer bodenkundlichen Kartierung 1 : 10 000, von H.-D. DAHM (1955) für den Maßstab 1 : 25 000 geologisch umgedeutet, verwendet werden.

Besondere Schwierigkeiten bereitete die stratigraphische Einstufung und die flächenhafte Ausgrenzung der meist von mehr oder weniger mächtigen Quartärschichten verdeckten älteren Gesteine des Jura, des Wealden und der Unterkreide. Die Gliederung nach Megafossilien war selbst bei günstigen Aufschlußverhältnissen in Ziegelei-Tongruben und ähnlichen Aufschlüssen wenig befriedigend. Aus diesen Gründen wurde bei der Kartierung großer Wert auf die Gewinnung von Bohrproben aus dem Untergrund gelegt, die dann mikropaläozoologisch untersucht und stratigraphisch eingestuft wurden. Auf diesem Wege war mit insgesamt etwa 150 Bestimmungspunkten ein befriedigendes Bild von der Verbreitung der einzelnen Stufen zu gewinnen. Die Grundzüge der Verbreitung hat WORTMANN (1964) veröffentlicht. Seitdem sind noch eine Reihe von Bestimmungen hinzugekommen, wodurch das Bild in Einzelheiten verbessert wurde.

## **B. Allgemeiner Überblick**

### **I. Morphologischer Überblick**

Das Gebiet der Blätter Lübbecke und Hartum liegt im Grenzbereich zwischen dem Nordrand der Mittelgebirgsschwelle und dem Norddeutschen Flachland.

Das Wiehengebirge erstreckt sich von der Porta in WNW-Richtung bis Gehlenbeck östlich Lübbecke, biegt dann auffällig nach SW um, nimmt vom Donnersberg bis zum Nonnenstein eine ungefähre O-W-Richtung an und streicht dann in der alten WNW-Richtung weiter. Diese Umbiegung des Gebirges ist am Südrand von Blatt Lübbecke gerade noch erkennbar. Die Höhen reichen hier bis + 220 m NN südlich von Gehlenbeck, steigen aber auf dem südlich anschließenden Blatt noch bis zur größten Kammhöhe von + 319,6 m NN weiter an (Heidbrink).

Das nördliche Wiehengebirgsvorland zeigt auf Blatt Lübbecke am Gebirgsrand zunächst eine schwach geneigte Fußfläche in ca. + 60 m NN, die allmählich nach Norden abfällt. Daran schließt sich eine breite Niederung an mit hohem Grundwasserstand, jedoch geringer Vermoorung.

Deutlich läßt sich eine O-W verlaufende Niederung erkennen, die durch den Lauf der Weser in der vorletzten Eiszeit von der Porta aus parallel zum Wiehengebirge nach Westen benutzt worden ist. Die tiefsten Punkte dieser Niederung liegen (etwa mit der Trasse des Mittellandkanals zusammenfallend) um + 50 m NN.

Das Flachland nördlich der Niederung beginnt mit einem ebenfalls bevorzugt in O-W-Richtung verlaufenden Hügelrücken, der bis nahe an + 70 m NN heranreicht (Fabbenstedt 69,8 m; Isenstedt 68 m).

Am nördlichen Blattrand herrschen wieder Höhen um + 50 m NN vor. Der tiefste Punkt liegt im Tal der Kleinen Aue nördlich von Espelkamp-Mittwald mit + 40 m NN.

Auf Blatt Hartum ist die Oberflächengestalt im südlichen Teil ähnlich wie auf Blatt Lübbecke, jedoch ist die Niederungszone, die nördlich an die Gebirgsfußfläche anschließt, schärfer ausgeprägt und stellt eine über 11 km lange und 1,5 – 2 km breite Moorniederung dar, die von + 51 m NN im Westen auf + 45 m NN im Osten abfällt.

Der zum schwach hügeligen Flachland gehörige Blatteil von Hartum weist ebenfalls langgestreckte flache Höhenrücken zwischen + 55 und + 67 m NN

auf, deren Genese allerdings von den Höhenrücken auf Blatt Lübbecke abweicht. Die Höhenrücken reichen hier weiter in den nördlichen Flachlandsteil (Mindener Wald: Weißer Hügel + 63 m, Frotheimer Wald + 57,7 m NN) hinein, erst weiter nördlich fällt das Gelände bis zum niedrigsten Punkt im Tal der Hiller Flöthe<sup>1)</sup>, die bei 43,5 m das Blattgebiet verläßt. Der höchste Punkt liegt südwestlich von Nettelstedt beim Anstieg zum Nettelstedter Berg (288 m) bei + 250 m NN.

Das Gewässernetz weist nur kleine Flüsse und Bäche auf; einige Teiche sind vorhanden. Die größten offenen Wasserflächen sind der Mittellandkanal und einige von Wasser erfüllte Abbaustellen von Torf im Großen Moor. Durch den Bau des Mittellandkanals sind die Gewässerläufe z. T. verändert; zumeist werden sie jedoch durch Düker in der ursprünglichen Richtung weitergeführt. Eine Umkehrung der ursprünglichen Fließrichtung soll bei dem Stück des Bachlaufes erfolgt sein, der am Westrand von Blatt Hartum (bei Kanalkilometer 83,900) vom Düker nach Norden zur kleinen Aue abfließt.

Nach älteren Karten zu urteilen ist auch der Lauf der Wickriede bei Peckrenne wahrscheinlich umgekehrt worden. Heute liegt hier bei der Landstraße Hille — Frotheim eine flache Talwasserscheide; über den Moorbach, Wickriede-Bach und Hiller Flöthe geht die Entwässerung nach Norden und über die Kleine Aue — Große Aue zur Weser. Nach Süden ziehen die Entwässerungsgräben des Neuenbaumer Moores nach Unterdükerung des Mittellandkanals über die Bastau nach Osten zur Weser. Die Bastau, die entgegen der Fließrichtung der Mittelterrassenweser zur heutigen Weser bei Minden entdes Gebietes von Bl. Hartum bei Nordhemmen — Holzhausen II entwässern über die Ösper, die bei Petershagen mündet, direkt zur Weser.

wässert, hat nur ein sehr geringes Gefälle. — Etwa 9 km<sup>2</sup> am östlichen Rand

Auf Blatt Lübbecke wird die erwähnte Ost-West-Niederung im Zuge des früheren Wesertales heute nur streckenweise von dem hier träge fließenden Stangen- und Flöthe-Bach benutzt. Die Bäche und kleinen Flüsse, die vom Wiehengebirge herabkommen — oder, wie das größte fließende Gewässer des Blattes, die Große Aue, das Gebirge im Holzhausener Tal durchbricht — queren die Ost-West-Niederung und bahnen sich ihren Weg dann durch das höhere, nördlich anschließende Hügelgelände in schmalen Tälern, deren Sohlen schon im Bereich der oberen 2 m in den mesozoischen felsigen Untergrund eingetieft sind (SPREITZER 1939). Durch Ausbaggerung der Großen Aue nördlich von Bad Fiestel war 1966 eine derartige ca. 1 km lange Strecke aufgeschlossen, in der das Quartär immer unter 2 m Mächtigkeit blieb. Auch die Kleine Aue bei Diekerort (und der Große Diekfluß auf Blatt Levern) zeigen ähnliche Verhältnisse.

Diese Flußrichtung ist — wie auch DIENEMANN (1930) annimmt — zu erklären durch die Annahme, daß mit dem Zerfall des Drenthe-Eises die nördliche

<sup>1)</sup> Nicht zu verwechseln mit der (Bastau-)Flöthe (Bl. Hartum) und der (Gestringer)Flöthe (Bl. Lübbecke).

Richtung der sich neu bildenden Flußtäler durch Eisspaltensysteme oder andere Senken vorgezeichnet war und die Gewässer sich in dieser Lage in den mesozoischen Untergrund einschnitten, ohne Rücksicht auf die unterschiedliche Gesteins Härte. Auf Besonderheiten der Talstrecke der Großen Aue bei Bad Fiestel wird im Zusammenhang mit den tektonischen Verhältnissen eingegangen (s. S. 130).

In dieser Ost-West-Niederung liegen mehrere Talwasserscheiden. Eine Talwasserscheide liegt am westlichen Rand von Blatt Hartum an der Straßenbrücke bei Eichholz-Renkhausen. Die Fließrichtung ist hier je nach Füllung der Gräben verschieden und offensichtlich durch einen Straßendamm beeinflußt. In östlicher Richtung fließt ein Zweig der Flöthe zur Bastau, die Renkhauser Flöthe entwässert in westlicher Richtung bis zu ihrer Mündung in die Große Aue bei Alswede — Ellerburg, nachdem sie mehrere Nord-Süd fließende Bäche, z. B. die von Lübbecke kommende Ronceva aufgenommen hat. Etwa 10 km<sup>2</sup> im Gebiet der südwestlichen Blattecke von Lübbecke, die nur durch die Talwasserscheide bei Hedem getrennt sind, entwässern über den Großen Diekfluß — Große Aue in die Weser, während der Nordwestteil von Blatt Lübbecke mit etwa 13 km<sup>2</sup> über den Twiehauser Bach zur Großen Aue ebenfalls in die Weser entwässert.

## II. Geologisch-tektonischer Überblick

Der südliche Teil des Gebietes der Blätter Lübbecke und Hartum gehört tektonisch zur Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle, deren nördlicher Randwall, das Wiehengebirge (mit stärker einfallendem Dogger und Malm), das Land-

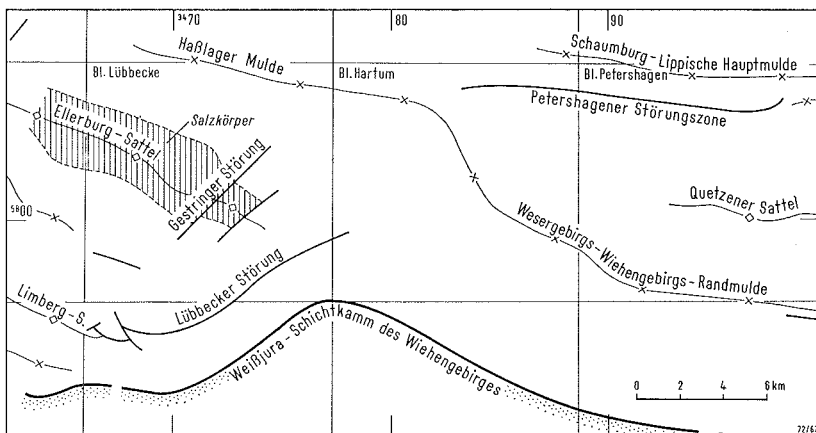


Abb. 1. Tektonische Leitlinien im Wiehengebirgsvorland

schaftsbild stark beherrscht (Abb. 1). Am Nordfuß des Wiehengebirges beginnt das Norddeutsche Flachland.

Das Wiehengebirge kann nicht nur als Schichtstufe oder ein durch die größere Widerstandsfähigkeit bedingter Schichtkamm angesehen werden, sondern ist auch stark tektonisch mitbestimmt durch seine Lage an einer alten Schwächezone am Nordrand der genannten Schwellenregion. Sein kaum gestörtes Fortstreichen gegenüber der tektonischen Zerstückelung des südlichen Vorlandes, das flexurartig stärkere Einfallen der Schichten nach Norden zeigt seine besondere tektonische Stellung. Darauf weist auch das von einer parallel verlaufenden Störung begleitete, in SW-Richtung umbiegende Stück bei Lübbecke hin.

Die übrigen tektonischen Einheiten des Blattgebietes sind mehr oder weniger stark unter den quartären Schichten des dem Wiehengebirge vorgelagerten nördlichen Flachlandes verborgen. Im Westen bildet der salztektonische Ellerburg-Sattel eine westlich der Lübbecker Störung beginnende und bis nach Lavern fortstreichende Hebungsachse, die durch die südlich anschließende Schröttinghauser Mulde von einer weiteren Hebungsachse, dem Limbergsattel, getrennt wird. Der Limbergsattel bildet eine Spezialaufsattelung nördlich der Wiehengebirgsflexur.

Nördlich des Ellerburg-Sattels verläuft die sehr flache Haßlager Mulde, die sich nach Osten auf Blatt Hartum fortsetzt, im weiteren Verlauf nach Südosten umbiegt und als Weser-Wiehengebirgs-Randmulde in 3–4 km Abstand nördlich vom Wiehengebirgskamm nach Osten bis über Bückeburg hinaus verfolgt werden kann.

Im nördlichen Teil des Gebietes der beiden Blätter erschwert die Überdeckung mit quartären Schichten das Erkennen des geologischen Baues. Im eigentlichen Flachland scheint durchweg das Einfallen der Schichten nicht über 15° hinauszugehen; nur in dem kleinen Bereich der Ellerburgachse ist infolge der Salztektonik stärkeres Einfallen (45 bis stellenweise 90°) festgestellt worden. Die starke Zunahme der Ausstrichbreite des Wealden westlich der Wiehengebirgs umbiegung und der Lübbecker Störung von 1,5 km auf 6–7 km zeigt deutlich den Einfluß der Tektonik auf die Verbreitung der Schichten (WORTMANN 1964).

An der Oberfläche ist gerade im Bereich der stärksten Schichtenneigungen (über der Ellerburgachse) von den Strukturen des Untergrundes nichts zu erkennen. Es herrscht die flachwellige Landschaft der Altmoräne vor, in die breitere Becken und schmalere Bachtalungen wenig eingesenkt sind. Der Mittellandkanal konnte daher auf der ganzen Strecke ohne Schleusen und mit nur flachen Dämmen und geringen Einschnitten angelegt werden.

Abgesehen von dem kleinen Wiehengebirgsanteil wird das Kartenbild von den Farben des Quartärs (Pleistozän und Holozän) beherrscht. In diesem Zeitabschnitt wurden die das heutige Landschaftsbild des Flachlandes bestimmenden geologischen Ablagerungen gebildet.

Die ältesten Ablagerungen des Quartärs sind Flußsedimente und gehören mit großer Wahrscheinlichkeit in den Ausgang der Elster-Kaltzeit. Glazigene Ablagerungen dieser Kaltzeit wurden nicht gefunden. Die Überföhrung durch das Eis des Drenthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit und seine Hinterlassenschaften in Gestalt von fluvioglazialen Sanden, Beckenbildungen und Grundmoräne beeinflussen bis heute sehr stark das Landschaftsbild der höher gelegenen Flächen, aus denen einige Stauchzonen als Hügellücken noch etwas hervorragen.

Nach dem Eistrückzug bildete sich das heutige Flußnetz allmählich heraus; die Ablagerungen der letzten Kaltzeit und des Holozäns schließen sich mehr oder weniger eng daran an. Nur die äolischen Ablagerungen machen davon eine Ausnahme. Löß, Sandlöß, Flugdecksand und Dünen wurden überall oberhalb der flachen jungen Talungen abgelagert.

## C. Schichtenfolge

Im Bereich der Blätter Lübbecke und Hartum treten Schichten vom Jura bis zum jüngsten Quartär an die Erdoberfläche, jedoch fehlen in dieser Folge die Oberkreide, sicheres Tertiär sowie das älteste Pleistozän.

Der mesozoische Unterbau ist durch Tagesaufschlüsse im Wiehengebirge sowie durch mehrere Bohrungen im nördlichen Vorland bis zum Dogger (*aspidoides*-Schichten des Cornbrash) bekannt; Wealden und Unterkreide sind bis einschließlich Oberhauterive vertreten. Die im Schnitt auf Bl. Hartum dargestellte Trias ist in ihrem Aufbau in den Gebieten der südlichen Anschlußblätter Quernheim und Oeynhausens bekannt geworden (DIENEMANN 1939). Nur die Bohrung Ellerbürg Z 1 hat nach FABIAN (1971) auch den paläozoischen Untergrund mit dem Oberkarbon erreicht.

Die Gesamtmächtigkeit der erschlossenen Jura-Schichten (*aspidoides*-Schichten bis Serpulit) beträgt zwischen 480 – 850 m, die des Wealden 300 – 400 m, während die Unterkreide (vom Mittelvalendis bis zum Oberhauterive) über 430 m mächtig ist. Erhebliche Mächtigkeitsschwankungen sind entweder durch primäre Mächtigkeitsunterschiede, durch Reduzierung unter Transgressionsflächen oder streichende Störungen zu erklären.

Bei den auf den beiden Blättern als Schiefertone bezeichneten Gesteinen handelt es sich um gut geschichtete Tonsteine.

### I. Jura

#### Jura des Wiehengebirges

Juraschichten treten in der Südwestecke des Blattgebietes Hartum sowie in der Südostecke von Blatt Lübbecke zutage. Entsprechend dem generell nördlich gerichteten Einfallen stehen die ältesten Juraschichten im Wiehengebirge selbst an. Am nördlichen Gebirgsabfall stehen als jüngste Schichten nach DIENEMANN (1939) Eimbeckhäuser Plattenkalke an, während Münder Mergel und Serpulit nur durch Bohrungen aufgeschlossen wurden.

Der Jura des Wiehengebirges in seinem Auftreten auf dem Gebiet der Blätter Hartum und Lübbecke ist auf den von DIENEMANN (1939) bearbeiteten Blättern Oeynhausens 3717 und Quernheim 3716 mit kartiert und erläutert worden; hier wird teilweise seiner Darstellung gefolgt. Für den Ellerbürg-Sattel (5 km nördlich des Wiehengebirges) werden die Besonderheiten der Schichtenfolge in einem eigenen Abschnitt erläutert.



## a) Dogger

### 1) Bathonium

#### a. *aspidooides*-Schichten und Cornbrash (jb3+4) <sup>2)</sup>

Die untere Grenze dieser Schichten konnte nach DIENEMANN (1939) nur petrographisch, nicht faunistisch gezogen werden. Von Nettelstedt ab nach Westen treten harte Kalksandsteine (in Anlehnung an die englischen Verhältnisse als Cornbrash-Fazies bezeichnet) in diesem Horizont auf, und auch die Bohrungen am Nordhang des Nettelstedter Berges haben gezeigt, daß hier eine rein tonige *aspidooides*-Zone nicht mehr vorhanden ist. In einem alten Bruch unmittelbar südlich der Blattgrenze am Heidbrink lagen nach LOHMANN (1910) über den harten Kalksandsteinen der *arbustigerus*-Schichten 4 m sandig-mehlige Tone, die teilweise viel Oolithkörner führen und zahlreiche Kalkgeoden einschließen. Etwa 2,9 m über den *arbustigerus*-Schichten lag eine 20 – 30 m dicke groboolithische Kalkbank mit vereinzelt Quarzkörnern mit folgender Fauna (nach LOHMANN 1909):

*Clydoniceras discus* (SOWERBY)  
*Clydoniceras* n. sp.  
*Oppelia* cf. *aspidooides* juv. (OPPEL)  
*Oppelia* n. sp.  
*Perisphinctes* sp.  
*Echinobrissus amplus* D'ORBIGNY  
*Ostrea acuminata* SOWERBY  
*Ostrea* cf. *rugosa* GOLDFUSS  
*Entolium demissum* (PHILLIPS)  
*Pecten rypheus* D'ORBIGNY  
*Pseudomonotis echinata* (SOWERBY)  
*Nucula* cf. *variabilis* SOWERBY  
*Trigonia costata* SOWERBY  
*Trigonia flecta* MOR. & LYC.

### 2) Callovium

#### a. Macrocephalen-Schichten<sup>3)</sup> (Porta-Sandstein) (jb5)

Im westlichen Weser- und Wiehengebirge wird diese Zone zum großen Teil durch einen Sandsteinhorizont vertreten, der nach seiner klassischen Ausbildung an der Porta Westfalica auch als Porta-Sandstein bezeichnet wird.

---

<sup>2)</sup> In der Legende der Blätter Lübbecke und Hartum noch als *Aspidooides*-Schichten bezeichnet

<sup>3)</sup> In der Legende der Blätter Lübbecke und Hartum wurde in Anlehnung an die benachbarten Blätter Oeynhausen und Quernheim noch die Schreibweise Makrocephalen-Schichten beibehalten.

Im Blattbereich Hartum erreicht der Porta-Sandstein 10–15 m Dicke und nimmt nach Westen auf Blatt Lübbecke bis zum Offelter Berg auf 1 m ab, erreicht aber wegen des flachen Einfallens auf dem Nordhang südlich Gehlenbeck große Verbreitung.

Der Porta-Sandstein ist ein bankiger, meist grobkörniger Kalksandstein. Im frischen Zustand blaugrau, verwittert er zu einem rotbraunen bis rostigen Sandstein. Von Klüften aus sind die Bänke oft schalig durch Eisen verkittet. Derartige eisenverkittete und auch wohl eingekieselte Lagen neigen zur Blockbildung.

Von den selten vorkommenden Fossilien wurde der Leitammonit *Macrocephalites macrocephalus* (SCHLOTH.) verschiedentlich gefunden. Reich an *Pecten rypheus* D'ORB. ist die höchste Bank, die vielfach als groboolithischer bis konglomeratischer, etwa 0,3 m dicker Kalksandstein ausgebildet ist und in den Porta-Eisenstein übergeht. Typisch für die Macrocephalen-Schichten sind auch die Schalen der Muschelart *Pseudomonotis echinata* SOWERBY.

Über dem Porta-Sandstein liegt in den südlich und westlich anschließenden Räumen der Porta-Eisenstein, auch Wittekindflöz genannt. Während es am Schnathorster Paß (Bl. Oeynhausen) noch deutlich zu verfolgen war – wenn auch mit wechselndem Eisengehalt –, ist es in einem alten Bruch im Tal südlich von Nettelstedt im Gebiet von Bl. Hartum nach Angaben von KOERT (1928) nur noch in Spuren, hauptsächlich durch 0,5 m über dem Porta-Sandstein in Tonen liegende Eisenstein-Ammoniten, nachweisbar.

#### b. Ornatenton (jb<sup>c</sup>)

Die Ornatentone bestehen aus etwa 40 m mächtigen, dunklen, oft mergeligen, sandig-glimmerigen Tonen mit Phosphorit-Knollen und einigen Kalksandsteinbänken. Wegen ihrer leichten Verwitterbarkeit bilden sie meistens eine Delle oder Hangabflachung zwischen den liegenden und hangenden Sandsteinzonen. Die Aufschlüsse lassen eine durchgehend gleichmäßige Ausbildung erkennen. Nach Westen hin stellen sich zunehmend in den Tonen einige Sandsteinbänke ein (Thörenwinkel auf Bl. Melle z. B. 9 Kalksandsteinbänke von zusammen 7 m Mächtigkeit). Fossilisten hat DIENEMANN (1939, S. 32) veröffentlicht.

#### b) Malm

##### 1) Oxford

Die Zweigliederung der Oxford-Gesteine in die Heersumer Schichten und den Korallenoolith stammt aus dem niedersächsischen Bergland. Sie wurde unlängst von KLASSEN (1968) für das Wiehengebirge westlich der Porta Westfalica in Frage gestellt, da hier weder die typischen Schichtglieder der Heer-

sumer Schichten, noch die namengebende Fazies des Korallenooliths auftreten. KLASSEN (1968) schlug daher eine von diesen Faziesgrenzen unabhängige Gliederung des Oxfords in einen unteren, mittleren und oberen Teil vor, wie es ähnlich schon LUTZE (1960) und HOYER (1965) in bestimmten Räumen Niedersachsens versuchten.

Um nun den kartographischen Anschluß an die südlichen, schon von DIENEMANN (1939) veröffentlichten Blätter zu erhalten, wurden hier die alten Begriffe vorerst noch verwendet.

#### a. Heersumer Schichten ( $jw\alpha$ )

Die Basis des Oxfords wird im Wiehengebirge durch eine schon von F. ROEMER (1857) beschriebene Gryphaeen-Lage gekennzeichnet. Sie besteht aus den Resten der dickschaligen Auster *Gryphaea dilatata* SOWERBY. Während alle Bearbeiter damit das Oxford beginnen lassen, hatte DIENEMANN (1939) diese irrtümlich noch zum Dogger gestellt. Darüber folgen dann dunkelblaue, feste Kalksandsteine, die braun verwittern und zwischengeschaltete graublaue sandige Tonsteine. Wie GRAMANN (1962) nachweisen konnte, kommen in den Oxford-Gesteinen massenhaft die Stützelemente (Rhaxen) von Kieselschwämmen vor; sie rufen die typische Flammung hervor. Bei der Verwitterung führen sie zu dem charakteristischen zellig-porigen Aussehen der Gesteine. Diese Erscheinung geht also – im Gegensatz zur Annahme von DIENEMANN (1939) – nicht auf Schwefelkies zurück.

Die Mächtigkeit der Heersumer Schichten von DIENEMANN (1939), die etwa dem Oxford I–II bei KLASSEN (1968) entsprechen, wird auf 15–20 m geschätzt. Wahrscheinlich aber sind die Heersumer Schichten noch etwas dünner, denn die ooidischen Gesteine im höheren Teil werden von KLASSEN (1968) bereits zum höheren Oxford gestellt.

Im Gelände treten die Heersumer Schichten stets deutlich hervor, da sie wegen ihrer relativen Festigkeit gegenüber der Verwitterung den Steilanstieg über dem Ornatenton bedingen. Oft bilden sie auch – wie am Eilhauser Berg westlich von Nettelstedt (Bl. Hartum) – einen eigenen Kamm am Nordhang des Gebirgszuges.

Eine Liste der bisher gefundenen Faunen ist bei DIENEMANN (1939) veröffentlicht.

#### b. Korallenoolith und Wiehengebirgssandstein ( $jw\beta$ )

Der im Wesergebirge östlich der Porta aus oolithischem Kalkstein bestehende Korallenoolith zeigt nach Westen hin immer mehr Einlagerungen von Sandsteinen und sandigen Tonen; solche herrschen im Blattbereich vor und treten schließlich weiter nach Westen allein die ganze Stufe. Der Übergang aus der kalkigen in die sandige Ausbildung erfolgt durch Verzahnung.

Das Gestein des Korallenooliths besteht im Gebiet der beiden Kartenblätter im unteren Teil aus blaugrauen Kalksandsteinen mit Schwammrhaxen und eingeschalteten tonigen Mergellagen. Auffällig sind die stellenweise, wie in den Steinbrüchen Bünemann und Busch östlich Lübbecke zu beobachtenden kalkigen Ooide.

In den südöstlich anschließenden Bereichen des Wiehengebirges folgen nach DIENEMANN (1939) Kalksandsteine mit Eisenoolithen, die dem Klippenflöz (KLÜPFEL 1931) an der Porta wohl entsprechen. Wie nun die Untersuchungen von KLASSEN (1968) gezeigt haben, keilen die Eisenoolithe offenbar schon bei Luttern (Bl. Oeynhausen) aus. Im Blattgebiet wird nach KLASSEN (1968) dieses Niveau im östlichen Teil zunächst durch blättrige, blauschwarze Tonsteine mit linsenartig eingeschalteten Sandsteinen vertreten, wie sie im verlassenen Steinbruch Wellpott bei Gehlenbeck zu sehen sind. Diese Sandsteine nehmen in östlicher Richtung zunächst zu. Sie stellen damit die Fazies des Wiehengebirgssandsteins (Oxford V) dar.

Die Schichten des Wiehengebirgssandsteins bestehen aus weißen bis hellgrauen, fein- bis grobkörnigen Sandsteinen und Quarziten (von den Arbeitern „Senner“ genannt) in ständiger Wechsellagerung mit dunklen Tonen und Bröckeltonen, beide mit reichlich Schwefelkies. In den Sandsteinen findet man vielfach verkohlte Reste eingeschwemmter Pflanzen. Besonders kennzeichnend ist ein schnelles Auskeilen der einzelnen Lagen und ein ständiger Übergang aus der sandigen in die tonige Ausbildung.

Der reine Quarzit besteht fast nur aus Quarzkörnern; Glimmer und tonige Teilchen sind nur wenig beigemischt, das Bindemittel ist kieselig.

Der Wiehengebirgssandstein wurde in einem flachen, dem Gezeitenwechsel unterliegenden Meer abgelagert, in welchem wandernde Priele ganz ähnlich wie heute an der Nordseeküste Rinnen auswuschen, die dann wieder mit Sand und Ton ausgefüllt wurden. Auf Festlandnähe weisen auch kleine dünne Schmitzchen und Flözchen von sicher allochthoner Kohle hin, die für den Wiehengebirgssandstein kennzeichnend sind. Diese aus zusammengeschwemmtem Getreibsel entstandenen Flözchen keilen stets schnell aus, so daß Versuche zum Abbau keine Aussicht auf Erfolg hatten.

Aufgeschlossen ist diese Folge in ihrer typischen Art am Ostrand von Lübbecke im Steinbruch Bünemann. Nur 150 m weiter westlich ist dieser maximal 9 m mächtige Wiehengebirgssandstein im Benkhäuser Bruch westlich Lübbecke bereits durch blättrige, sandige Tonsteine mit eingeschalteten, geringmächtigen Sandsteinen ersetzt, wie es KLASSEN (1968) nachwies.

Aufgrund dieser faziellen Ausbildung spricht KLASSEN (1968) dem Wiehengebirgssandstein jegliche feinstratigraphische Bedeutung ab. Er bildet lediglich eine besondere Faziesvertretung des höheren Oxfords.

Die an der Basis des Wiehengebirgssandsteins stellenweise zu beobachtenden Aufarbeitungslagen, vor allem aber auch die rasche fazielle Änderung der

Gesteine von Osten nach Westen im Liegenden des Wiehengebirgssandsteins wurde von den früheren Bearbeitern (KOERT 1927, KLÜFFEL 1931, SCHOTT 1930, 1949) durch eine Transgression des Wiehengebirgssandsteins (die sogenannte Wiehengebirgstransgression) erklärt. Nachdem zuerst schon GRUPE, DIENEMANN & HAACK (1929) eine solche epigene Diskordanz abgelehnt haben und vielmehr eine kontinuierliche Sedimentation des Oxfords annahmen, hat jetzt auch KLASSEN (1968) aufgrund feinstratigraphischer Untersuchungen keine Hinweise für die Transgression gefunden.

Über dem Wiehengebirgssandstein folgt im Gebiet der beiden Kartenblätter eine abwechslungsreiche Folge von Gesteinen, die nach der stratigraphischen Einteilung von KLASSEN (1968) dem Oxford VI bis X entsprechen. Es sind durchweg kalkfreie sandige Tonsteine und tonige Sandsteine. Darüber lagert ein oolithischer, blauschwarzer Kalkmergelstein. Dieser ist auch im Steinbruch Bünemann in Lübbecke aufgeschlossen. Er entspricht dem Oxford IX–X. Weiter westlich gehen diese Kalkmergelsteine dann in kalkige Sandsteine über (KLASSEN 1968).

## 2) Kimmeridge

In der Kimmeridge-Stufe des Wiehengebirges wird ein unterer, mittlerer und oberer Teil unterschieden, die sich weniger auf paläontologische als vielmehr auf petrographische Merkmale stützen. Die Grenze zwischen der mittleren und oberen Abteilung konnte nur weiter östlich deutlich gezogen werden.

### a. Unterer Kimmeridge (Iwγ)

Die Schichten des Kimmeridge beginnen mit einer dünnen Tonmergelsteinlage, die den Unterkimmeridge I nach KLASSEN (1968) vertritt. Sie erlaubt eine scharfe Abtrennung gegen das Oxford. Neben der von DIENEMANN (1939) angeführten folgenden Megafauna:

*Natica globosa* ROEMER  
*Ostrea multiformis* DUNKER & KOCH  
*Trigonia papillata* AGASSIZ  
*Astarte supracorallina* D'ORBIGNY  
*Pseudomelania abbreviata* (ROEMER)

gibt KLASSEN (1968) auch eine Mikrofaunengemeinschaft an:

*Macrodentina (M.) lineata* MARTIN  
*Macrodentina (M.) intercostulata* MALZ & GALL  
*Macrodentina (M.) wolburgi wolburgi* STEGHAUS  
*Cetacella inermis* MARTIN

In dem Steinbruch Bünemann östlich Lübbecke macht sich eine Versandung bemerkbar, denn hier kommen auch etwa 1,5 m mächtige kalkige Feinsandsteine vor.

Nach oben hin schließen sich dann die blättrigen Tonsteine mit eingeschalteten, schräggeschichteten Sandsteinen an, die zum Unterkimmeridge II nach KLASSEN (1968) gehören. Durch eine starke Zunahme der Sandsteinbänke entwickelt sich hieraus schließlich die geschlossene Sandsteinfoolge des von LOHMANN (1909) so genannten Grenzsandsteines, den GRUPE (1933 b) in „unteren Grenzsandstein“ umbenannte. Nach KLASSEN (1968) vertritt er den Unterkimmeridge III. Der etwa 2,6 – 4 m mächtige Grenzsandstein bildet wegen seiner typischen und auf weite Erstreckung hin anhaltenden gleichartigen Ausbildung einen Leithorizont, der allerdings westlich von Nettelstedt nach KLASSEN (1968) nicht mehr als solcher erkennbar ist. Es ist ein feinkörniger bis schluffiger Sandstein mit einer auffälligen Kreuzschichtung. Stellenweise sind die durch dünne blättrige Tonsteinlagen untergliederten Bänke auch mehr plattig ausgebildet. Tongallen, Trockenrisse und Kriechspuren sind häufig. Diese Kriechspuren wurden besonders von IMEYER (1926) und KLÜPFEL (1931) beschrieben. In den mehr tonigen Lagen des Grenzsandsteins im Steinbruch Vathauer bei Barkhausen (Bl. Melle) liegen auch die bekannten Fußspuren von elefantenfüßigen Sauriern (IMEYER 1926, FRIESE 1967).

Während die älteren Autoren den Unteren Kimmeridge mit dem Grenzsandstein enden lassen, konnte nun KLASSEN (1968) in den mehrere Meter mächtigen, sandigen Bröckeltonen über dem Grenzsandstein noch eine für den Unteren Kimmeridge kennzeichnende Mikrofaunengemeinschaft nachweisen.

Die gesamte Mächtigkeit des Unteren Kimmeridge wurde von DIENEMANN (1939) auf 25 m geschätzt, nach KLASSEN (1968) dürften es aber nicht mehr als 15 m im Gebiet der beiden Blätter sein.

#### b. Mittlerer und Oberer Kimmeridge (jwδ+ε)

Auf der Nordseite des Wiehengebirges und der Limberg-Achse nehmen die Gesteine dieser Abteilungen größere Flächen ein. Sie bestehen aus einer Wechsellagerung von Kalkmergelsteinen, Tonmergelsteinen und blättrigen Tonsteinen mit einzelnen Sandsteinbänken. Zwar wechseln diese Gesteine faziell oft recht schnell in streichender Erstreckung, insgesamt gesehen bleibt aber nach KLASSEN (1968) die von KLÜPFEL (1931) an der Porta Westfalica aufgestellte lithofazielle Gliederung des Mittleren Kimmeridge im Wiehengebirge erhalten. Faziell ähnlich ist auch der Obere Kimmeridge entwickelt.

Eine Trennung dieser beiden Abteilungen auf der Karte ist schon bei DIENEMANN (1939) nicht durchgeführt worden, da ein Schleier aus Löß und Solifluktionsschutt die Ausbißfläche überkleidet. Die Zuordnung von Lesesteinen zu morphologischen Einheiten ist damit nicht mehr möglich, zumal auch durch die quartäre Überlagerung das Relief mehr oder weniger verflacht ist.

Einen guten Einblick in den Schichtaufbau gab in früheren Jahrzehnten die heute völlig verwachsene Tongrube der damaligen Ziegelei Hartmann südlich

von Lübbecke. Schichtaufnahmen dieser Grube finden sich aber bei LOHMANN (1909) und IMEYER (1926).

Die Mächtigkeit des Mittleren Kimmeridge soll nach DIENEMANN (1939) 70 m und die des Oberen etwa 40 m betragen.

Als häufigste Vertreter der Megafauna werden von DIENEMANN (1939) die folgenden Fossilien genannt:

*Exogyra virgula* (DEFrance)  
*Ostrea multiformis* DUNKER & KOCH  
*Corbula mosensis* BUVIGNIER  
*Pecten cornatus* MÜNSTER  
*Cyprina brongniarti* (ROEMER)  
*Thracia incerta* ROEMER  
*Isocardia excentrica* VOLTZ  
*Mactromya concentrica* ET.  
*Terebratulula bicanaliculata* ZIETEN

### 3) Portland

#### a. *gigas*-Schichten (Jwç1)

Am nördlichen Unterhang des Wiehengebirges treten die *gigas*-Schichten meist von Löß und Solifluktionsmaterial verhüllt auf und bilden mit ihren festen Kalkbänken vielfach eine Geländewelle. Nach den Aufschlüssen auf den Nachbarblättern folgen über dem Oberen Kimmeridge zunächst feinkristalline, z. T. groboolithische Kalke, teilweise Trümmerkalke mit Stylolithen und Chamosit-Ooiden, weiter kalkiger Ton, eisenreicher Kalk, Mergel mit Austern und mergeliger Kalk, Mergelton und unebenplattiger, feinkristalliner Kalk. Weiter im Westen finden sich blauschwarze, fast sandfreie Kalke, dunkle Mergelkalke und 3–5 cm bankige Kalke (mit der Leitform *Gravesia gravesi* D'ORB.). Für die tieferen Schichten ist das Auftreten fester, dickbankiger, teils oolithischer, teils trümmeriger Kalke bezeichnend. In den höheren Lagen treten neben dunklen, plattigen, etwas bituminösen, feinkristallinen Kalken auch mergelige Kalke und Tone auf. Nach Westen scheinen die oolithischen Lagen zu verschwinden.

Die Mächtigkeit der Schichten beträgt etwa 25–35 m, im Westen 30–40 m. Wegen der Seltenheit des Leitammoniten *Gravesia gigas* (D'ORB.) lassen sich diese Schichten, besonders nach oben, nicht scharf abgrenzen. Sonst sind nach DIENEMANN (1939) die folgenden Megafossilien häufig:

*Ostrea multiformis* DUNKER & KOCH  
*Exogyra virgula* DEFrance  
Pronoe-Arten  
*Corbula mosensis* BUVIGNIER  
*Corbula infloca* (ROEMER)  
*Modiola aequiplicata* (STROMBECK)

### b. Eimbeckhäuser Plattenkalk (jw<sup>c</sup>2)

Diese Stufe wird in stetem Wechsel von dunklem, hellverwitterndem oft kalkigem Tonstein und plattigem Mergelkalk gebildet. Am Nordfuß des Wiehengebirges sind diese Gesteine im Kartengebiet aber durchweg vom Quartär bedeckt. Tagesaufschlüsse sind im Blattgebiet nicht vorhanden. Die Mächtigkeit beträgt 30 m. Nicht selten sind nach DIENEMANN (1939) *Corbula mosensis* BUVIGNIER, *Corbula inflexa* ROEMER und *Modiola lithodomus* DUNKER & KOCH.

### c. Münder Mergel und Serpulit (jw<sup>7</sup>1+2)

Am Gebirgsrand besteht die Stufe der Münder Mergel aus dunkelgrauen bis schwärzlichen, seltener braunen oder roten tonigen Mergeln und Mergelschiefern, die in breiter Fläche die Basis des Quartärs auch im Vorland bilden. Zutage stehen sie nirgends an, werden jedoch gelegentlich mit dem 2-m-Bohrer erreicht. In der Tiefe enthalten die Münder Mergel Gipseinlagerungen in unregelmäßigen Linsen und dünnen Schnüren, bei deren Auslaugung die Schichten nachbrechen und ein verworrenes Störgefüge mit unregelmäßig verteilten Gipsresten aufweisen.

An Südrand des Gebietes von Blatt Lübbecke, nördlich der Ziegelei Obernfeld (Bl. Quernheim), wurden unter einer geringmächtigen Quartärdecke dünnplattige Mergel erbohrt, die nach mikropaläontologischer Bestimmung (KNAUFF 1967) zum Wealden zu stellen sind. Sie setzen sich über den Blattrand fort und sind unmittelbar südlich des Blattrandes in der Ziegelei Obernfeld aufgeschlossen. DIENEMANN (1939, S. 46/47), der den Aufschluß eingehend behandelt hat, bezeichnet die mit 5° N einfallenden Schichten vorerst als Wealden, Münder Mergel und Serpulit (jw/kw). Ein 10 cm mächtiges Steinkohlenflöz, das nach POTONIE (in DIENEMANN 1939) völlig der Wealdenkohle gleicht, eine 5 cm starke Sandsteinbank sowie mikropaläontologische Bestimmungen von WICHER (in DIENEMANN 1939) sprechen am ehesten für Wealden; jedoch finden sich im Hangenden der Kohle größere Gipslinsen, deren Auftreten über Kohle des Wealden ein Novum ist und daher beachtlich wäre. Da die Lagerungsverhältnisse nicht eindeutig sind und möglicherweise Störungen vorliegen, die durch Gipsauslaugung bedingt sein könnten, werden erst weitere Untersuchungen und bessere Aufschlüsse Klarheit in diese Frage bringen.

In Anlehnung an die Darstellung dieser Schichten am nördlichen Rand von Blatt Quernheim wurde am Südrand von Blatt Lübbecke die gleiche Bezeichnung (jw<sup>7</sup>/kw = Wealden, Serpulit und Münder Mergel) gewählt.

Die auf den westlichen und östlichen Nachbarblättern von DIENEMANN (1939) erwähnten fossilen und rezenten Erdfälle in zonenartiger Anordnung wurden in den Blattbereichen Hartum und Lübbecke nicht beobachtet.



## Jura des Ellerburg-Sattels

Abweichungen von der Ausbildung des Jura im Wiehengebirge haben sich auf Bl. Lübbecke durch die Tiefbohrungen Ellerburg 1 und Ellerburg Z 1 (FABIAN 1971), durch einige zeitweilige Tagesaufschlüsse sowie durch eine Reihe von gezielten Kartierungsbohrungen, mehrere Bohrungen im Zusammenhang mit der Verbreiterung des Mittellandkanals durch das Wasser- und Schiffsahrtsamt Minden-Mittellandkanal und beim Ausbau der Großen Aue durch das Wasserwirtschaftsamt Minden (Außenstelle Lübbecke) feststellen lassen. Als wichtigste Abweichung ist die Einschaltung einer Salzfolge im Münder Mergel anzusehen.

In den folgenden Abschnitten werden nur die Abweichungen in der Ausbildung des Jura ins Vorland gegenüber dem des Wiehengebirges erläutert, wie sie aus dem Schichtenverzeichnis der Bohrung Ellerburg 1 hervorgehen. Über die Gesteinsausbildung des Juras der Bohrung Ellerburg Z 1 hat FABIAN (1971) keine näheren Angaben gemacht. Auf Bl. Hartum sind keine Abweichungen gegenüber der Ausbildung im Wiehengebirge bekannt. Außer den bei WORTMANN (1964) veröffentlichten liegen neuere mikropaläozoologische Untersuchungsergebnisse von KNAUFF (1959–1967) aus dem Bereich Jura und Wealden vor (Tab. 1).

Tabelle 1

Mikropaläozoologische Bestimmungen nach 1964 im Bereich  
Wealden und Jura  
(det. HILTERMANN, KNAUFF, KOCH)

Probenbezeichnung	Koordinaten		Fossilinhalt und Einstufung
	r	h	
<b>Blatt Lübbecke</b>			
Große Aue 83	70 520	03 520	Pyritkerne von <i>Cypridea menevensis</i> (ANDERSON), <i>Cypridea paulsgrovensis</i> (ANDERSON), Wealden 2/3 (wahrscheinlich)
Gestringen 1	72 000	02 060	<i>Bythocypris wealdensis</i> WOLBURG, <i>Pachycytheridea compacta</i> (WOLBURG), <i>Cypridea setina</i> (ANDERSON), <i>Cypridea alta alta</i> WOLBURG, <i>Bisulcocypris fittoni germanica</i> WOLBURG. - Reiches Auftreten einer Involutina-ähnlichen Form, auch bekannt aus dem Wealden 4 der Ziegelei Isenstedt - Wealden 4
Gestringen 2	72 000	02 040	
Frotheim 1	77 120	02 140	Vorherrschend <i>Ammobaculites</i> cf. <i>subcretaceus</i> CUSHM. & ALEXANDER
Frotheim 2			Grenzbereich Wealden/Valendis
Mittelland-Kanal km 76,925	70 900	00 970	Pyritisierte Ostracodenfauna, u. a. mit <i>Cypridea andersoni</i> WOLBURG, <i>Cypridea ex gr. alta</i> WOLBURG, <i>Cypridea</i> cf. <i>dolabrata angulata</i> (MARTIN) - Mittlerer Wealden

Seismos 11	75 920	02 140	<i>Cypridea alta alta</i> WOLBURG
Seismos 12	75 930	02 600	<i>Bythocypris wealdensis</i> WOLBURG Wealden 4
Seismos 14	75 990	03 280	Reichliches Auftreten von <i>Ammobaculites</i> cf. <i>subcretaceus</i> CUSHM. & ALEXANDER und <i>Ammonovertella cellensis</i> BART. & BRAND Grenzbereich Wealden/Valendis
Seismos 16	76 100	04 440	
Seismos 18	76 250	04 900	
Frotheim Kläranlage	75 950	03 400	<i>Pachycytheridea trapezoides trapezoides</i> (WOLBURG), ? <i>Sternbergia benthheimensis</i> WOLBURG, <i>Vernoiella spinigera</i> WOLBURG — Wealden 6
Fiestel S3	70 210	03 220	<i>Cypridea alta alta</i> WOLBURG, <i>Cypridea dolabrata angulata</i> (MARTIN), <i>Galliaecytheridea postsinuata</i> WOLBURG, <i>Paracyprideis subparallela</i> WOLBURG — Wealden 3
Fiestel S4	70 210	03 090	
Fiestel S5	70 210	03 070	
Mittellandkanal			<i>Cypridea</i> aff. <i>punctata</i> (FORBES) bei km 74,461 und 74,443; Lamellibranchier- und Echinodermereste, Ostracodenbruchstücke, <i>Fabanella polita polita</i> (MARTIN), <i>Scabriculocypris trapezoides</i> ANDERSON bei km 73,250 Oberer Malm
km 73,250	67 310	01 370	
km 74,443	68 490	01 440	
km 74,461	68 508	01 465	
Brandheide	68 440	03 000	<i>Fabanella polita polita</i> (MARTIN) Ostracode 158 MARTIN — Oberster Malm
Mittellandkanal			Einzelne <i>Cypridea fasciculata</i> (FORBES), <i>Bisulcocypris striata</i> (MARTIN), Gastropodenbruchstücke, pyritisierte Ostracodenreste ex gr. <i>Cypridea</i> , „ <i>Metacypris</i> “ <i>striata</i> (MARTIN), <i>Fabanella</i> sp., in Fiestel S 6 auch <i>Cypridea granulosa</i> (SOWERBY) Grenzbereich Serpulit/Wealden 1
km 73,825	67 880	01 420	
km 74,0	68 050	01 440	
Fiestel S 6	70 210	03 050	
Blatt Hartum Nettelstedt Baugrube	78 750	96 550	<i>Cytherella suprajurassica</i> OERTLI, <i>Galliaecytheridea wolburgi</i> (STEGHAUS), <i>Schuleridea triebeli</i> (STEGHAUS) — Mittlerer Kimmeridge
Nettelstedt Nr. 337	80 150	96 180	u. a. mit <i>Orthonotacythere caput-mortuum</i> MARTIN — Unterer Serpulit
Husen 292	81 010	97 020	u. a. mit <i>Klieana alata</i> MARTIN, <i>Scabriculocypris trapezoides</i> ANDERSON, <i>Cypridea granulosa</i> (SOWERBY) Grenzbereich Serpulit/Wealden 1

Anmerkung: Die Tabelle enthält eine stark gekürzte Probenauswahl. Weitere 60 Proben aus dem Bereich Mittellandkanal zwischen Kanal-kilometer 73,5 bis 79,600, sowie weitere 20 Proben hauptsächlich aus dem Flußbett der Großen Aue nördlich und südlich von Blatt Fiestel enthielten keine oder unbestimmbare Mikrofaunen. Nach petrographischen Merkmalen gehören die Proben vorzugsweise in den Bereich Mürder Mergel und Serpulit mit einem lebensfeindlichen salinaren Milieu.

## a) Lias (?)

Im Raum WNW Lübbecke sind kürzlich in vier Bohrungen verunreinigte Mikrofaunen aufgetreten, die Lias-Faunenelemente enthalten haben, über deren Herkunft im stratigraphischen Verband an dieser Stelle eine eindeutige Erklärung aber nicht möglich ist.

## b) Dogger

### 1) Bathonium

#### a. *aspidoides*-Schichten und Cornbrash (jb3+4)

Ein lückenloses Profil mit genauen Einzelheiten der von den *aspidoides*-Schichten bis zum Münder Mergel und Serpultit reichenden Schichtenfolge bietet die Bohrung Ellerburg 1 auf dem Gebiet des Bl. Lübbecke (Bohrung Nr. 16, S. 167) aus dem Jahre 1937. Die stratigraphische Einstufung wurde damals von SCHOTT, HAACK und RICHTER (-BERNBURG) vorgenommen, eine Revision wurde unlängst von BARTENSTEIN vorgelegt, soweit es die vorhandenen Bohrerproben noch erlaubten.

Die tiefste im Vorland durch die Bohrung Ellerburg 1 bekanntgewordene Zone sind die *aspidoides*-Schichten. Von der Endteufe 653,1 m bis 633,5 m reicht ein mittel- bis dunkelgrauer, rauher, feinsandiger Mergelstein mit einzelnen großen Toneisensteingeröllern, der ab 640 m allmählich in einen deutlicher geschichteten dunkelgrauen, schwach sandigen, rauh brechenden Mergelstein (mit *Belemniten*, *Oppelia* cf. *aspidoides* OPPEL) übergeht.

### 2) Callovium

#### a. Macrocephalen-Schichten (jb5)

Die Macrocephalen-Schichten sind von 625,5 — 633,5 m als hell- bis mittelgrauer Kalksandstein, oolithisch, z. T. feinkörnig bis spätig (mit zahlreichen Austern, *Pseudomonotis echinata* (Sow.), *Perisphinctes* sp.) ausgebildet; dazwischen liegt 2,3 m mächtiger, mittelgrauer, stark feinsandiger, glimmerstaubiger, spätiger Mergelstein (mit *Pseudomonotis echinata*). Porta-Sandstein und Wittekindflöz sind im Vorland nicht vorhanden; allerdings ist die Grenze zu den hangenden Ornatenton (60° Einfallen) wohl gestört.

#### b. Ornatenton (jb5)

Der Ornatenton (von 600 — 625,2 m), anscheinend etwas weniger mächtig als im Wiehengebirge, ist sehr gleichmäßig als schwarzgrauer, rauher, feinsandiger, glimmerstaubiger, undeutlich geschichteter Mergelstein ausgebildet und enthält als Ausnahme eine 0,2 m dicke, feste und sehr kalkige Mergel-

steinlage mit *Gryphaea dilatata* Sow.; *Pecten* (?) *subfibrosus* D'ORB. finden sich nur in den oberen 0,6 m, ferner *Rhynchonella* sp., *Gryphaea dilatata* (Sow.), *Quenstedtoceras* cf. *lamberti* (bei 600 m), *Hecticoceras* sp., *Kosmoceras* cf. *jason* REINECK (bei 607 m).

### c) Malm

#### 1) Kimmeridge ( $jw\delta + \varepsilon$ )

In der Struktur Ellerbürg transgredieren die Schichten des Mittleren Kimmeridge direkt auf die Gesteine des Doggers. Der Untere Kimmeridge ist im Gegensatz zu den Verhältnissen im Wiehengebirge hier nicht vorhanden, ebenso fehlt auch das Oxford.

#### a. Mittlerer Kimmeridge

Der Transgressionshorizont (597,4 – 600 m) besteht aus einem feinsandigen, mittel- bis dunkelgrauen, splittrig brechenden Kalkstein mit einer flaserig-wulstigen Schichtung. Einige Lagen aus dem Schill von *Perna*-Arten sind eingeschaltet. Darüber folgen von unten nach oben (597,4–583,5 m) zunächst mittel- bis dunkelgraue, feinkörnige, ziemlich feste Flasersandsteine mit wulstiger Schichtung. Sie sind z. T. kalkig, z. T. kohlig, mit z. T. pyritisierten Holzresten und Muschelquerschnitten. Darüber folgen mittel- bis hellgraue, sehr zähe, feinkörnige Sandsteine, z. T. fein kreuzschichtig, z. T. fast ungeschichtet, quarzitisch; sowie etwa 2 m tonflaseriger Sandstein mit 0,1 – 0,2 m starken, feinkörnigen bis dichten, festen, feingeschichteten Sandsteinbänkchen. Der obere Teil enthält auch 1 m tonflaserige Sandsteine mit einer von Wurmsspuren bedeckten Schichtfläche, Holzreste und erbsengroße Tongerölle sowie 2 m schwarzen, uneben brechenden, rauen Tonstein mit Muschel- und Pflanzenresten.

Der weitaus größte Teil (583,5 – 554 m) des Mittleren Kimmeridge besteht aus einer Folge von mittel- bis dunkelgrauen, knolligen, splittrig brechenden Flaserkalksteinen, denen mittel- bis dunkelgraue, auch schwarze Mergelsteine eingeschaltet sind.

#### b. Oberer Kimmeridge

Anders als im Gebirge läßt sich im Vorland der Obere vom Mittleren Kimmeridge abtrennen. Er besteht (zwischen 554 und 512 m) aus einer Wechsellagerung von hauptsächlich schwarzgrauem Mergelstein (dünnschichtig, flaserige Lagen von hellgrauem, kalkigem Feinsand) mit mittelgrauem, knotigem Flaserkalkstein, der Austernschillagen aufweist. Jede Schicht ist einige Dezimeter dick. Zwischen 530 bis 544 m fehlt der Sandgehalt oder tritt sehr stark zurück.

## 2) Portland

### a. *gigas*-Schichten (jwζ1)

Im tieferen Teil bestehen die *gigas*-Schichten (512 – 470,3 m) vorwiegend aus dunkelgrauen, etwas oolithischen, stellenweise auch flaserigen Kalksteinen mit häufigen Lagen von Austernschill. Außerdem finden sich knollige Anhydritbänke und feinschichtige Mergelsteine eingeschaltet. Im höheren Teil herrschen schwarzgraue, gut geschichtete Mergelsteine vor, die stellenweise durch Lagen von knotigem oder flaserigem Anhydrit und durch tonflaserige Kalksteine gegliedert werden.

### b. Eimbeckhäuser Plattenkalk (jwζ2)

Der Eimbeckhäuser Plattenkalk wird hier (470,3 – 433 m) durch eine Folge vertreten, die vorwiegend aus einem grauen, feinkristallinen Anhydrit besteht; stellenweise ist er aber auch gröber oder zeigt eine Kräuselfaltung. Schwarzgraue, feinschichtige Mergelsteine mit vereinzelt Anhydritknollen sind eingeschaltet.

### c. Münder Mergel und Serpulit (jwη1+2)

Im Münder Mergel und Serpulit wurden die bemerkenswertesten Abweichungen gegenüber der Ausbildung im Wiehengebirge im Bereich des Ellerbürg-Sattels auf Blatt Lübbecke festgestellt. Auf Bl. Hartum, wo die Wölbungsachsen im Vorland nur sehr schwach angedeutet sind, ist die Abweichung geringer und schließt an die von WORTMANN (1968) für das Blatt Petershagen geschilderte Ausbildung an. Für den größten Teil des Gebietes von Bl. Hartum sind Mächtigkeiten zwischen 280 und 400 m anzusetzen. Wenig östlich der nordöstlichen Blattecke Hartum brachte die Bohrung Wegholm 1 nur eine Mächtigkeit von 77 m für die wohl vollständige, flachgelagerte Schichtenfolge des Münder Mergels ohne Spuren von Steinsalz. Im nördlichen Teil von Bl. Hartum ist die Mächtigkeit offenbar geringer. Der Serpulit hat in Wegholm 60–90 m Mächtigkeit.

Während auf Blatt Lübbecke am Gebirgsrand in der Schichtenfolge des höheren Malms Anhydrit vorkommt (DIENEMANN 1939), ist im Bereich des Ellerbürg-Sattels zwischen Stockhausen und Lashorst eine um 400 m mächtige Schichtenfolge des Münder Mergels mit beträchtlichen Steinsalzlagen und Anhydrit erbohrt worden. Während der Kartierung wurden die horizontale und vertikale Verbreitung durch Kartierungsbohrungen sowie durch gravimetrische Untersuchungen (FRÖHLICH 1967) festgestellt.

Der mit 20 – 60° einfallende Schichtenpacken unterhalb der Salzfolge (von 422 – 433 m) besteht aus schwarzem bis schwarzgrauem, fein- bis ebengeschichtetem, mildem Mergelstein mit einzelnen Lagen von ?*Corbula*, Pyrit

in Fünkchen und Nestern, und weißem Anhydrit in 1–2 cm dicken knolligen Lagen.

Die eigentliche Salzfolge (422–86,3 m) zeigt weißgraues, ziemlich klares, teils grobkörniges, teils grobkristallines Steinsalz mit ganz vereinzelt kleinen Toneinschlüssen neben schwarzgrauem, durch feinverteilten Tongehalt verfärbtem, grobkristallinem oder grobkörnigem Steinsalz. Das Steinsalz ist ziemlich kompakt und ebensplattend, teilweise mit dünnen Anhydritlagen.

Da die Salzfolge starke Unterschiede im Einfallen (von 0–90°), z. T. feine Fältelung aufweist, ist ihre wahre Mächtigkeit geringer (etwa 150 m).

Die Steinsalzpacken wechseln mit Anhydritlagen sowie mit Lagen von schwarzgrauen, stark kalkigen Tonmergelsteinen mit bis taubeneigroßen klaren Steinsalzkristallen. Auch kommen ca. 10 cm mächtige Bänke von Tonmergelstein vor, die bienenwabenähnlich völlig von Anhydrit durchsetzt sind und stark nach Schwefelwasserstoff riechen, sowie sehr zahlreich bis über hirsekorngroße Pyritkristalle enthalten. Stellenweise ist das z. T. unreine tonige Steinsalz von Anhydritknötchen oder auch von kavernösem Anhydrit und schwarzen Tonmergelsteinlagen durchsetzt.

Oberhalb der Salzfolge folgen weiter (zwischen 86,3 und 16 m Tiefe) zunächst dunkle bis schwarzgraue, feste Tonmergel mit meist wenige Millimeter mächtigen (z. T. bis 3 cm dicken) vergipsten, schwarzgrauen Anhydritlagen sowie vergipster Anhydrit. Der Tonmergel ist stark verruscht und oft brekziös (Auslaugungserscheinungen). Von 60 m aufwärts herrschen auffällige dunkelbläulichgraue, nach oben zu lichtbläulichgraue, ziemlich feste, z. T. zähe Tonmergelsteine von etwas rauher Oberfläche vor, die auch in Kartierungsbohrungen und bei Bohrungen für den Mittellandkanal festgestellt wurden. Während unten noch Einfallen bis 12° festgestellt wurde, ist die Lagerung im oberen Teil flach. Darüber folgt noch etwa 10 m gelb verwitterter, zäher, sehr stark kalkiger Tonmergel, unten mit Brocken des darunter liegenden Tonmergelsteins.

Am Gebirgsrand besteht die Stufe der Münder Mergel aus dunkelgrauen bis schwärzlichen, seltener braunen oder roten tonigen Mergeln. Bei und westlich

---

Abb. 2. Lagerungsverhältnisse im Bereich Serpulit und Wealden an der Großen Aue nördlich Bad Fiestel;  
Mikrofaunistische Einstufung (det. KNAUFF 1967)

6049 Einzelne Pyritkerne von *Cypridea menevensis* (ANDERSON) und *Cypridea paulsgrevensis* (ANDERSON) – wahrscheinlich Wealden 2/3

6051 (lies 6105) ? *Cypridea cf. granulosa* (SOWERBY) – unterster Wealden wahrscheinlich



Eickhorst wurden sie mit dem 2-m-Bohrer auf einer größeren Fläche unter Quartär erreicht. Im Einschnitt der Mindener Kreisbahn (Bl. Hartum, r 80 800, h 96 800) und in einem zeitweiligen größeren Aufschluß bei der Ausbaggerung der Großen Aue nördlich der neuen Brücke bei Bad Fiestel (Bl. Lübbcke, r 70 220, h 03 000) waren die Schichten zu beobachten. In beiden Fällen sind die angetroffenen Schichten wenig typisch für Serpulit. Eine sichere Zuordnung ist auch durch mikropaläontologische Untersuchungen dieser und zahlreicher anderer kleiner Proben aus Kartierungsbohrungen nicht möglich gewesen, da offensichtlich das lebensfeindliche salinare Milieu des Serpulits im Bereich des Ellerburg-Sattels im Vorland (in Proben, die petrographische Hinweise auf Serpulit bzw. Münder Mergel geben) fast ausnahmslos die Ausbildung einer Mikrofauna verhindert hat. Etwas günstiger sind die Verhältnisse am Gebirgsrand bei Eickhorst und Nettelstedt (Bl. Hartum). Bei Eickhorst sind die Proben als Oberer Malm zu bestimmen gewesen.

Das im Eisenbahneinschnitt bei Nettelstedt angeschnittene Gestein ist ein fester, dunkelbräunlicher, etwas splittrig brechender Tonstein, der wegen der Nähe der Grenze zum Wealden am ehesten dem Serpulit zugeordnet werden kann; Anzeichen für Schichtlücken infolge Störungen liegen hier nicht vor.

Am Nordflügel des Ellerburg-Sattels unmittelbar nördlich der Brücke bei Bad Fiestel waren beim Ausbaggern der Großen Aue 1966 die Grenzschichten des Serpulits gegen den Unteren Wealden und der Untere Wealden in einer Gesamtlänge von 800 m quer zum Streichen aufgeschlossen. Davon entfallen auf den Serpulit nur die südlichen 20–25 m; die tieferen Schichten verschwinden südlich unter einer mächtigen Quartärdecke. Das von THIERMANN (1966) und WORTMANN aufgenommene Profil ist in Abb. 2 in gekürzter Form wiedergegeben.

Die hier interessierenden Schichten des Serpulits, die mit 22–37° nach Norden einfallen, werden konkordant von Unterem Wealden überlagert. Sie bestehen aus megafossilfreien Gesteinen.

Profil nördlich vom Steg bei Bad Fiestel im Bett der Großen Aue:  
Hangendes: Tonstein des Wealden (s. S. 39)

- ca. 5,00 m Tonstein, hellgraublau, eben geschichtet, sehr fest, scharfkantig brechend, mit einzelnen etwa 10 cm mächtigen, beim Anschlagen hell (wie Phonolith) klingenden, grauen, ebenschichtigen, etwas kieseligen Tonsteinbänken. Hellgrau verwitternd zeigen sie dabei sehr deutlich ihre feine Schichtung, außerdem treten Grab- und Wühlspuren hervor; diese Bänke sind zuweilen von 0,5–1 cm dicken calcitverheilten Sprüngen durchzogen. Daneben treten einzelne, etwa 2 cm dicke, grobkristalline, weißgraue Kalkbänke auf (THIERMANN 1966).
- ca. 4,00 m Tonstein, schwarz, bituminös, sehr milde, weich
- 0,05 m Tonstein, hellgraublau, sehr fest, splittrig brechend, bituminös
- 2,00 m Tonstein, schwarz, milde, bituminös, mit ganz vereinzelt (wie Phonolith klingenden) harten, dichten Tonsteinbänken wie oben

Liegendes: nicht aufgeschlossen



In den tiefsten 7 m liegen einige graue, 2–5 cm dicke Fasergipsbänke, meist mit einem dünnen Tonhäutchen in der Mitte. An der Basis und der Oberfläche dieser Bänken ist eine Nagelkalktextur ausgebildet, ähnlich der bei den Aragonitlagen im Wealden der Ziegelei Isenstedt (s. S. 45).

An der Basis der Tonsteinfohle ist eine Lage aus knollig-knauerigen, etwas kalkigen Tonsteinen ausgebildet, die einzelne walnußgroße, mit Kalkspat ausgebildete Drusen führen.

Im Grenzbereich Oberster Malm/Unterer Wealden wurde 1910 bei Bad Fiestel (r 70 250, h 02 250) eine 187 m tiefe Bohrung zur Gewinnung von Sole für Badezwecke erfolglos abgebrochen. Es wurden durchweg „schwarze Schiefertone“ mit viel Pyrit angetroffen. Ab Teufe 150 m bis zur Endteufe war das Gestein „sehr hart“. Da keine Proben aufbewahrt worden sind und eine geologische Bearbeitung unterblieb, bleibt die Einstufung unsicher. Nach den neueren Aufschlüssen liegt die Bohrung nahe der Grenze Oberster Malm gegen Unteren Wealden, so daß nicht anzunehmen ist, daß die bei 150 m Teufe festgestellte Härte Differenz die Formationsgrenze darstellt; vielmehr dürfte auch ein erheblicher Teil der „schwarzen Schiefertone“ schon zum Ober-Malm gehören.

Der einzige Aufschluß, der die obersten Malmschichten und den größten Teil des Unteren Wealden erfaßt, lag an der Großen Aue nördlich Bad Fiestel (s. S. 39–42).

#### d. Gesteinsuntersuchungen

Eine Reihe von Gesteinsproben aus Bohrungen im Bereich des Ellerburg-Sattels, die nach Lagerung und mikroskopischem Befund als Münder Mergel/Serpulit eingestuft wurden, wurden durch STADLER (1963, 1965) und GRÜNHAGEN (1966) mineralogisch untersucht.

Die Analysen von STADLER (1965) wurden an 6 Proben durchgeführt, die vom Verfasser aus Bohrungen für den Mittellandkanal am Südrand des Ellerburg-Sattels aus Teufen zwischen 10 und 20 m unter der Oberfläche geborgen wurden. Bei den Proben handelt es sich um mehr oder weniger stark tonige Mergelsteine, die meist durch feinverteilte organische Substanz dunkel- bis schwarzgrau gefärbt sind.

An Carbonatmineralien liegen mit stark schwankenden Mengenverhältnissen sowohl Dolomit wie auch Calcit vor. Beide Minerale füllen auch Risse und Drusenräume in den Mergelsteinen aus und sind hier offensichtlich spätdiagenetisch gebildet. Idiomorphe Dolomitekristalle sind vereinzelt besonders in den ehemaligen Fossil-Hohlräumen zu beobachten. Im höheren Teil des Münder Mergels und im Serpulit kommen hellgraue bis hellgrünliche Mergelsteine vor, die oft eine äußerst feine, z. T. schlierige Schichtung aufweisen.

Außer Tonmineralien (Glimmerminerale und Chlorit, Kaolin war nicht sicher nachzuweisen) sind an Silikaten insbesondere Feldspäte und Quarzkörner vorhanden, weiterhin ist Pyrit relativ stark vertreten. Die Silikate und auch

der Pyrit sind vereinzelt in dünnen Lagen angereichert, die Körner sind meist randlich durch die Carbonate korrodiert.

Erstaunlich ist der hohe Feldspatgehalt, der für diese Schichten fast charakteristisch zu sein scheint. Gegenüber detritischen Feldspäten (Kalifeldspäten und Plagioklasen) überwiegen bei weitem die Albite, die offensichtlich authigener Entstehung sind und in vereinzelt Proben bis zu 40% des Gesteinsvolumen einnehmen können. Ihre Korngrößen schwanken zwischen 50 und 150  $\mu$ . Eigentümlich ist, daß die Feldspäte nicht die für authigen gebildeten Albite häufig typischen Überkreuzungszwillings-Formen zeigen, sondern lediglich meist eine dünne zentrale Zwillingslamelle besitzen. Eine von Dr. H. WERNER ausgeführte chemische Alkalibestimmung mit 3,5% Na und 0,7% K bestätigt, daß in den Mergelsteinen an Feldspäten fast ausschließlich Albite vorliegen. Der geringe Kaliumgehalt ist mit großer Wahrscheinlichkeit an die Glimmerminerale gebunden.

Die albit- und quarzreichen Lagen — auch der Quarz scheint z. T. authigener Bildung zu sein — durchsetzen mehr oder weniger konkordant die Mergelsteine. Stellenweise zu beobachtende starke Verfälschungen dieser Lagen weisen auf subaquatische Bewegungen hin. Demnach müssen diese Albite und auch Quarz bereits frühdiaogenetisch gebildet worden sein. Da die Albite jedoch auch die Mergelsteine durchsetzenden Risse und kleine Drusenräume ausfüllen, ist es auch nach der Verfestigung der Mergelsteine noch zur Entstehung der authigenen Natronfeldspäte gekommen.

Untersuchungen von RÜCHTBAUER & GOLDSCHMIDT (1959) über die Abhängigkeit der Bildung authigener Na-Feldspäte von der Fazies (hier im Zechstein) zeigten, daß die Albit-Bildung besonders in den Stinkschiefern, also in den tieferen Beckenteilen, konzentriert ist, während authigene Kalifeldspäte meist an die Beckenrandfazies gebunden sind.

## II. Wealden (kw)

Die Ansichten über die stratigraphische Stellung des Wealden haben lange geschwankt. Nach neueren Untersuchungen von WIEDMANN (1968) wird er wieder zum Jura gestellt. Der tiefere Wealden stand nur zeitweilig unter Meereseinfluß und zeichnet sich durch ein brackisch-limnisches Milieu aus. Der jüngere, das höhere Untervalendis vertretende Teil ist hingegen mehr brackisch-marin beeinflusst.

In der Beckenfazies sind die Wealden-Sedimente recht gleichförmig und setzen sich aus dunklen, teilweise bituminösen, blättrigen Tonen und Mergeltonen zusammen, in denen Tutenkalklagen und Sphärosideritknollen vorkommen. In Küstennähe ist die Ausbildung wechsellagerter Kalkbänke, Ankerit-Dolomit-Bänke und Lumachellen ausgebildet, doch kommen dünne Lumachellen auch weit beckenwärts vor (ARNOLD & THIERMANN 1967).

Der Bereich der Blätter Hartum und Lübbecke umfaßt ein Gebiet, wo der weiter östlich zwischen Bückeburg, Minden bis nach Nettelstedt etwa 1 km breite (meist durch Quartär verdeckte) Wealdenausstrich weiter westlich plötzlich 6 – 7 Kilometer breit wird.

Nach WORTMANN (1964) erhält der Wealden dieses Bereiches seinen besonderen Charakter durch das Fehlen bzw. sehr schwache Auftreten von Sandsteinschüttungen. Während im Osten bei Minden und im Westen bei Bohmte mit den Sandschüttungen meist Kohlenflöze vergesellschaftet sind, treten im Raum Isenstedt, Fiestel und Vehlage (Bl. Lübbecke) Kohlenflöze ohne Sandsteinbegleitung auf.

Die reine Beckenfazies (ohne Sandstein und Kohlenflöze) herrscht bereits im nordöstlichen Gebiet von Bl. Hartum vor. Sie ist durch das Profil der Bohrung Wegholm 1 veranschaulicht, wo der 350 m mächtige ganze Wealden 1 – 6 nur aus Tonstein und Blättertön mit ganz vereinzelt minimalen Sandflasern besteht.

Die Gesamtmächtigkeit des Wealden im Bereich beider Blätter ist im Westen auf 400–500 m und mehr veranschlagt, im Osten auf ca. 450 m, während in der Mitte des Gebietes etwa 300 – 350 m Wealden vorhanden sein dürfte. Ein fast geschlossenes Profil vom Unteren bis zum Mittleren Wealden war bei der Ausbaggerung der großen Aue 1966 aufgeschlossen.

### a) Wealden an der Großen Aue

Nördlich anschließend an das Mündler Mergel-/Serpulit-Profil war bei der Ausbaggerung der Großen Aue im Mai 1966 vorübergehend auf ca. 1 km horizontaler Entfernung eine etwa 480 m mächtige Schichtenfolge des Wealden aufgeschlossen, die konkordant dem Serpulit aufliegt. Der nördlichste Teil (in etwa 130 m Mächtigkeit) war z. T. schon wieder mit Boden abgedeckt und mußte daher mehr nach dem am Uferrand abgelagerten Baggergut aufgenommen werden.

Nördlich vom neuen Steg bei Bad Fiestel liegt das Flußbett auf etwa 1 km vollständig in mesozoischen Gesteinen; während nördlich und südlich das Quartär große Mächtigkeiten erreicht, ist es in der Aufschlußstrecke nirgends über 2 m dick.

Die Profilbeschreibung beginnt im Norden mit der geologisch jüngsten Schicht (Abb. 2).

Schichtkomplex	Mächtigkeit in m	Beschreibung
1	ca. 130,00	Hangendes Tonstein, dunkel- bis schwärzlichgrau, feinschichtig, z. T. blättrig, z. T. wellenschichtig, bituminös, mit einzelnen, bis zu 10 cm dicken ankeritisch-dolomitischen harten Bänken, mit Pyritschnüren und -knollen

2	ca.	0,40	Kohlenflöz, anthrazitisch, schwarzglänzend, stark durchschwärmt von weißlichen, bis 12 mm dicken Ankeritgängen, die z. T. fein gefiedert sind
3		33,00	Tonstein, dunkelgrau, fein- bis flaserig geschichtet, auch blättrige dunkle Tonsteine bis 0,5 m dick, Einlagerungen von Toneisensteinbänken, hart, splittrig-stückig brechend, einzelne dünne Faserkalkbänken
4		3,50	Tonstein, blaugrau, z. T. schwärzlichgrau, mit mehreren bis zu 20 cm dicken, festen Toneisensteinbänken, auch cm-dicke, blättrige, milde Lagen und harte Cyrenenkalkbänken
5		30,00	Tonstein, blaugrau bis schwärzlichgrau, bituminös, feinschichtig, vereinzelt Cyrenenkalkbänke, viele Ostracodenschalen
6		0,25	Bank von festem, splittrig-stückig brechendem, gelblich verwitterndem, blaugrauem Ankerit-Dolomit
7		0,10	Tonstein, schwärzlich, milde, blättrig (Blatterschiefer)
8		0,50	Tonstein, mittelgrau, etwas rau, mäßig fest
9		1,30	Tonstein, bräunlichschwarz, etwas rau, mäßig fest, mit einigen 0,5 cm dicken, etwas helleren und härteren Lagen
10	ca.	50,00	wie Schichtkomplex Nr. 5 (s. oben)
11		3,00	Tonstein, mittelgrau, mäßig fest, mit mehreren 1 cm dicken Faserkalkbänken
12		0,25	Ruschelzone, schwärzlichgrau. Die dunklen Tonsteine sind zum größten Teil mylonitisiert, einzelne festere Bänken von cm-Stärke sind bruchstückweise erhalten und unregelmäßig eingebettet
Störung -----			
13		1,00	Tonstein, hellgrau, feingeschichtet, mit 0,5 cm dicken, etwas festeren Bänken, sonst mäßig fest
14		0,20	Toneisensteinbank, blaugrau, braun verwitternd, sehr fest, splittrig brechend
15		2,00	Tonstein wie Komplex 11 (s. oben)
Störung -----			
16	ca.	40,00	Tonstein wie Komplex 5 (s. oben)
17	ca.	30,00	Tonstein, dunkelgrau, fein bis flaserig geschichtet, einzelne bis 0,3 m dicke, blättrige Tonsteinbänke, Einlagerungen von Roteisensteinbänken und bis zu 15 cm dicken Lumachellenbänken, schwarz, etwas tonig und bituminös
18		5,00	Tonstein, blaugrau, feinschichtig, bituminös, bei 1 sowie 3,2 und 3,4 m sind 1 – 2 cm dicke, hellgraue, feinkristallinische Cyrenenkalkbänken eingelagert
Störung -----			
19		3,00	Tonstein, hell- bis mittelgrau, etwas rau, mit bis 1 cm starken, festeren Faserkalkbänken

20	5,00	Tonstein wie Komplex 17 (s. oben)
21	4,50	wie Komplex 20, jedoch mehrere bis 20 cm dicke, sehr feste Lumachellenbänke
22	5,00	Tonstein, blaugrau, bituminös, feinschichtig, mäßig fest, eingelagert mehrere bis 6 cm dicke schwärzliche Bänkechen mit weißen Punkten (ca. 2 mm große Dolomitrhomboeder-Neubildungen), viele Ostracodenschalen, einige Cyrenenkalkbänkechen
23	0,80	Tonstein, blaugrau, bituminös, feinschichtig mit einzelnen hirsekorngroßen, neu gebildeten Dolomitmikrokristallen, viele Ostracodenschalen
24	0,20	Lumachellenbank, schwarz, tonig, bituminös
25	0,40	Tonstein, wie oben
26	ca. 15,00	Tonstein, blaugrau, bituminös, feinschichtig, sehr milde, viele Cyprideenschalen
27	0,02	Cyrenenkalk, grau, feinkristallin, etwas bituminös
28	ca. 15,00	Tonstein, blaugrau, wie oben, vereinzelt etwa 4 cm dicke Bänke aus dunkelblauem bis schwarzem Tonstein mit neu gebildeten Dolomitmikrokristallen wie oben, vereinzelt Cyrenenkalkbänke, bituminös
29	0,20	Toneisensteinbank, braun, fest, splittrig-scherbig brechend
----- Aufschiebung -----		
30	0,80	Tonstein, blaugrau, milde, feinschichtig, rau, etwas stumpfe Schichtflächen
31	8,00	Tonstein, milde, blaugrau, mit einzelnen dünnen Lagen von plattgedrückten Cyrenen, etwas bituminös
32	0,02	Tonstein, blaugrau, durchschwärmt von neu gebildeten Dolomiten von 0,5 – 1 mm Kantenlänge
33	ca. 6,00	Tonstein, wie oben
34	1,00	Tonstein, schwarzbraun, etwas rau, Cyrenen
35	0,10	Toneisensteinbank, blaugrau, braun verwitternd, sehr hart und fest, splittrig brechend (mit einer kleinen, aus den Klüften austretenden Quelle)
36	10,00	Tonstein, blaugrau, blättrig, milde
37	0,40	Tonstein, braunschwarz, etwas rau, mäßig fest
38	8,00	Tonstein, blaugrau, wie oben
39	0,20	Toneisenstein, graubraun, fest, splittrig, mit lagen- und nesterweise eingeschaltetem Pyrit
40	ca. 4,00	Tonstein, blaugrau, etwas rau, mit vereinzelt, etwa 1 cm dicken, bituminösen, spätigen Cyrenenkalklagen
41	0,05	Toneisenstein, graubraun, wie oben
42	10,00	Tonstein, blaugrau, weich, milde, zuweilen dünne Cyrenenkalklagen und Muschelschill
43	0,30	Toneisenstein, graubraun, fest, splittrig, mit lagenweise eingeschaltetem Pyrit

44	5,00	Tonstein, blaugrau, mit vielen Ostracodenschalen, vereinzelt etwa 30 cm dicke Bänke von Cyrenenschalen in toniger Grundmasse, zum Liegenden hin nehmen etwa 20–30 cm graue, stark bituminöse, sehr feste, feinschichtige Toneisensteinbänke mit etwas Pyrit zu
45	5,00	Tonstein, blaugrau, mit Cyrenen und Ostracoden, bituminös, vereinzelt dünne Toneisensteinbänke Liegendes Serpulit – Münder Mergel (s. S. 36)

Die aus dem Wealden der großen Aue geborgenen Megafossilien (der südlich anschließende Serpulit enthält keine Megafossilien) sind wegen ihrer großen Vertikalverbreitung zu einer weitergehenden stratigraphischen Unterteilung nicht geeignet. Nach THIERMANN (1966) gehören sie ausschließlich den Ammonoideen, Muscheln und Schnecken an. Sie sind durchweg als stark verdrückte Steinkerne vertreten und kommen lagenweise so häufig vor, daß sie gesteinsbildend sind. Der schlechte Erhaltungszustand erschwert oft die artliche Bestimmung. Nur in den zu einem grauen spätigen Kalk verfestigten sogenannten Cyrenenkalken sind die Gehäuse etwas vollständiger und mit der Schale überliefert.

Der zu den Muschelpflastern angehäuften großen Zahl von Individuen steht eine verhältnismäßig kleine Reihe von Arten gegenüber. Sie wurden früher zur Gattung *Cyrena* gestellt. Nach der Revision von HUCKRIEDE (1967) sind sie jedoch als Vertreter der Neomiodontiden anzusehen.

*Neomiodon brongniarti* (KOCH & DUNKER)  
*Neomiodon fasciatus* (F. A. ROEMER)  
*Neomiodon sublaevis* (F. A. ROEMER)  
*Neomiodon ovalis* (DUNKER)

Sehr viel seltener sind Pflaster und späte Kalkbänke aus den Schneckengehäusen oder den Steinkernen der Art *Glauconia strombiformis* (v. SCHLOTHEIM).

Die mikropaläozoologische Einstufung der Schichtenfolge des Profils der großen Aue von Fiestel ergibt bisher nur Anhaltspunkte für die Zugehörigkeit zum Unteren bis Mittleren Wealden. Die Untersuchung weiterer Proben steht noch aus und könnte eine genauere Einstufung wahrscheinlich ermöglichen.

### 1) Gesteinsuntersuchungen

Eine Reihe petrographischer Besonderheiten seien hier auf Grund der Untersuchungen von STADLER (1965) und GRÜNHAGEN (1966) angeführt.

Ein bei oberflächlicher Betrachtung als „Sandstein“ bezeichnetes Gestein erwies sich bei der mineralogischen Untersuchung als Tonstein mit Lagen bis 1,5 mm großer Dolomitekristalle.

Der Tonstein besteht im wesentlichen aus Quarz, Illit und Kaolinit. Quarz tritt besonders in der Korngrößenklasse von 6 – 60  $\mu$  auf und nimmt in der

Fraktion unter  $6\ \mu$  stark ab. Die Tonminerale sind dagegen erwartungsgemäß besonders in dieser Fraktion vertreten, und zwar im Verhältnis Illit : Kaolinit um 5 : 1. In der Fraktion  $6 - 20\ \mu$  tritt etwas Pyrit auf. Die dunkle Farbe des Tonsteins dürfte von unvollständig zersetzter organischer Substanz herrühren. Die lagenförmig angeordneten Dolomitkristalle („Sandkörner“) stellen diagenetische Neubildungen dar. Unter dem Mikroskop fallen die gewölbten Flächen und die Felderteilung der Kristalle auf.

Pyrit kommt im allgemeinen fein verteilt in den Tonsteinen vor, jedoch wurden auch flach elliptische Pyritknollen gefunden. Ein bei Mittellandkanal-Kilometer 73,825 aus  $14 - 15\ \text{m}$  Teufe stammender Bohrkern, ein dunkel- bis schwarzgrauer, sehr fossilreicher (Cyrenen-) Kalk- bzw. Mergelstein mit vereinzelt mm-großen Schwefelkieseinschlüssen erwies sich bei der mineralogischen Analyse (STADLER 1965) als schwach feldspat- und glimmerführender stärker pyrit- und quarzhaltiger Mergelkalk.

Gleiche oder ähnliche Gesteine mit einem bisher nur aus dem Zechstein bekannten, relativ hohen Gehalt an authigen gebildetem Feldspat wurden ferner bei der Bohrung R 18 im Luen-Moor (r 66 580, h 03 800), bei der Bohrung R 28 in Vehlage (r 68 540, h 03 620), bei Bad Fiestel aus einem Kabelgraben (r 70 380, h 02 900) sowie außerhalb des Bereichs des Ellerbürg-Sattels am nördlichen Wiehengebirgsfuß bei Eickhorst aus einer Brunnenbohrung (r 82 750, h 96 500) gefunden.

Einige der bei der Aufnahme makroskopisch als besonders hart auffallende Bänke (durch organische Beimengungen dunkelgrau gefärbtes Carbonatgestein) ließen sich in eine fossilfreie und eine fossilreiche Lage trennen. Beide Lagen bestehen im wesentlichen aus Dolomit.

Die mikroskopische Analyse zeigt, daß sich in der fossilreichen Lage neben Dolomit, dessen im Mittel etwa  $20\ \mu$  große Kristalle pflasterstrukturartig miteinander verwachsen sind, detritischer Quarz, einzelne perthitische Alkalifeldspäte, Plagioklas und Muskovit am Gesteinsaufbau beteiligen. Ferner sind Kügelchen zersetzter organischer Substanz (ca.  $40\ \mu\ \phi$ ) festzustellen. In den Fossilresten haben die Dolomitkristalle eine Größe von ca.  $80\ \mu$ . In kleinen Trümmern von etwa  $500\ \mu$  Länge und  $50\ \mu$  Breite tritt als Neubildung feinstkristalliner Quarz auf (Hornstein).

Die fossilfreie Lage ist in ihrem Mineralbestand der fossilreichen Lage überaus ähnlich, doch haben die Dolomitkriställchen im allgemeinen  $25\ \mu\ \phi$ .

Eine harte Bank aus dem Schichtenkomplex des Bad Fiesteler Profils – makroskopisch ein bräunlich-graues, feinstkörniges bis dichtes, dickplattiges Gestein – ist nach STADLER (1965) ein echter Toneisenstein mit vornehmlich Siderit, etwas Quarz und wenig Tonmineralien.

Die sehr harten und festen ankeritisch-dolomitischen Bänke sind von der gleichen Art wie die aus dem großen Ziegelei-Aufschluß in Isenstedt von ERKWOH, KNAUFF & WORTMANN (1964) beschriebenen, wo sie im oberen Wealden gehäuft vorkommen.

## 2) Kohle

Ein besonderes Interesse dürften die Kohlenflözchen und die kohligen Einschlüsse in den Wealdenschichten beanspruchen.

Asphaltische Einschlüsse aus einer Wealdenprobe am Mittellandkanal bei km 74,0 aus 11,1 – 12,2 m Tiefe, die sich in Zwickeln zwischen Kalkschalenresten fanden, zeigen nach M. TEICHMÜLLER (1966 a) die aus früheren Beobachtungen bekannte starke Metamorphose von organischen Substanzen im Bereich des Bramscher Massivs. Es liegt hier das Anthrazitstadium vor.

Ähnliches gilt für eine sehr interessante Kohlenprobe, die bei der Ausbaggerung der Großen Aue nördlich Bad Fiestel im Juni 1966 aus einem freigelegten Flözchen von 0,3 m Dicke 2 m unter der heutigen Erdoberfläche anstehend geborgen und von M. TEICHMÜLLER (1966 b) untersucht wurde. Die Kohle macht einen frischen, nicht verwitterten Eindruck. Sehr auffallend sind bis zu 1,2 cm breite Gänge von Carbonatspat, die die Kohle durchsetzen. Auf den Schichtflächen bilden diese Spatgänge ein weitmaschiges Netz, dessen Maschen aus mehr oder weniger großen, z. T. sehr eigenartig regelmäßig geformten Polygonen von Kohle bestehen. Die Erscheinung erinnert an die polygon-säulige Absonderung im Wealden-Anthrazit von Bohmte. Die Gänge gehen nicht durch, sondern keilen nach mehreren Zentimetern sowohl in der Vertikalen wie in der Horizontalen aus oder spalten in feine Fiedern auf. Es handelt sich um Füllung von Schwundrissen, wobei die Füllung offenbar von den beiden Wänden aus zum Innern des Spaltes hin gewachsen ist. Die Spatkristalle stehen senkrecht zu den Klüftwänden. In der Mitte der Klüftfüllung befindet sich gewöhnlich eine Zone von 1 mm Dicke mit kohligen Einschlüssen und Pyrit. Pyrit tritt in den Spatgängen auch als mikroskopisch dünne Tapeten auf den Spatkristallen auf. Er füllt an anderen Stellen feinste Klüfte und Schwundrisse in der Kohle, die schwarmartig gehäuft auftreten. Die chemischen Untersuchungen zeigten, daß die Kohle anthrazitisiert ist. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 91,03% (waf), der Wasserstoff-Gehalt 3,90% (waf), der Aschenanteil 2,2%. Flüchtige Bestandteile sind 7,4% (waf) vorhanden, und die Verbrennungswärme beläuft sich auf 8393 kcal/kg (af). Auffällig sind die im Vergleich zum C-Gehalt hohen Wassergehalte (2,7% (af) hygroscopisch, 4,8% (af) Wasserhaltevermögen). Die Anthrazitisierung steht offenbar im Zusammenhang mit dem Intrusivkörper des Bramscher Massivs.

Petrographisch besteht die Kohle fast ganz aus Vitrit und enthält an syngenetischen Mineralien feinverteilte Pyritglobulite und in die Schichtung eingeregelter Schnüre von feinkristallinem Schwefelkies sowie Ton und Quarz, die in sandführenden Brandschieferlagen auftreten.

Angesichts der oberflächennahen Lage ist es erstaunlich, daß selbst der Pyrit noch nicht verwittert ist.

Auffallend sind ferner mikrotektonische Erscheinungen: Zertrümmerung der Kohle und der Pyritklüfte und kleine Verwerfungen, die z. T. wieder zubri-



kettiert sind. Die Frage, ob die polygonale Struktur der Kohle auf große Nähe des Bramscher Massivs zurückzuführen ist, bleibt offen. Bei dem spätigen Carbonat der Kluffüllungen handelt es sich nach STADLER (1965) um einen eisenreichen Dolomit.

### **b) Wealden bei Isenstedt**

Die Hangendschichten des Großen-Aue-Profiles werden von der aus mehreren Bohrungen und durch den Ziegelei-Aufschluß von Isenstedt im östlichen Teil von Blatt Lübbecke bekannte Schichtenfolge gebildet (s. Bohrung Nr. 18).

Ein Ausschnitt von 32 m Mächtigkeit (Zgl. Görges) aus dem Wealden 4 ist in der Arbeit von ЕРКОВИЧ et al. (1964) nach allen wichtigen Gesichtspunkten hin untersucht worden.

Zusammenfassend ergibt sich aus diesen Untersuchungen, daß der Wealden von Isenstedt küstenferner und abseits von sandigen Deltaschüttungen entstanden ist. Die Kohlebildung war jedoch noch möglich. Das 32 m mächtige Profil in der Ziegelei Görges, Isenstedt, läßt sich bei aller Dürtigkeit der Fauna einwandfrei als Wealden 4 einstufen. Das Gesteinsprofil besteht aus marinen feingeschichteten, mergeligen Tonsteinen, in die ankeritische Dolomitbänke und -konkretionslagen aus brackisch-limnischen Tonsteinen sowie Schill- und Tutenkalklagen eingeschaltet sind. Die Tutenkalklagen sind nachweislich aus Muschelschillagen durch Umkristallisation hervorgegangen. Die Ankerit-Dolomit-Bildung ist als syngenetisch-sedimentär anzusehen. Das Profil läßt sich in zwei Zyklen (je etwa 15 m) gliedern, die jeweils mit einer marinen Einschaltung beginnen: Ton + Ankerit-Dolomit → Ton → Ton + Schillkalk. Die Genese der Zyklen ist wahrscheinlich epirogen bedingt.

## **III. Kreide**

### **a) Marine Unterkreide**

Die Kreide ist in der eintönigen Beckenfazies ausgebildet. Die lithologische Gleichmäßigkeit der Tonsteinfolgen oberhalb des Wealden, die Armut an Megafossilien sowie die geringe Zahl von größeren Aufschlüssen erschweren die Auskartierung und Untergliederung. Die Schichten treten in größeren Flächen zutage oder sind mit dem 2-m-Bohrer in geringer Tiefe unter der Quartärdecke zu erreichen; die Einstufung und Gliederung beruht im wesentlichen auf den Mikrofaunen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen hat WORTMANN (1964) für das nördliche Wiehengebirgsvorland zusammengefaßt. Zu den bis 1964 bearbeiteten Aufschlußpunkten sind seither bis 1967 etwa 100 neue Punkte hinzugekommen, die eine Verfeinerung der Kartendarstellung erlauben (s. Tab. 2, 4 und 5).

Folgende Stufen konnten flächenhaft ausgegrenzt werden: Mittelvalendis, Obervalendis, Unterhauterive, Oberhauterive. Die höheren Stufen der Unterkreide fehlen ebenso wie das Untervalendis, das wahrscheinlich durch den höheren Wealden vertreten wird.

Im Mittelvalendis transgrediert das Meer und behauptet den Raum des Niedersächsischen Kreidebeckens für lange Zeit (bis zum Apt). Während dieser Zeit wurde in den küstenfernen Teilen des Hauptbeckens eine eintönige Schichtenfolge von (blau-) grauen bis schwärzlichgrauen Tonsteinen und Mergeltonen mit meist schichtiger Textur abgelagert mit einem rhythmischen Wechsel der Grautöne etwa alle halben Meter auf Grund des verschiedenen Carbonatgehaltes (K. F. SCHNEIDER 1964).

Die grundlegende Zeitskala für die Schichtenfolge wurde um die Jahrhundertwende insbesondere durch die Ammonitenmonographie von VON KOENEN (1902) begonnen. Eine Übersicht über die weiteren Fortschritte geben STOLLEY (1937) und SEITZ (1950), der letztere besonders anschaulich durch die tabellarische Zusammenstellung über die horizontale und vertikale Verbreitung der Megafossilien des Mittel- und Obervalendis. Nachdem die Zeiteinheiten der unterkretazischen Ammonitenzonen „mit mikropaläontologischem Inhalt“ gefüllt worden sind (BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT 1962, S. 229), kann man trotz mancher Bedenken und Unstimmigkeiten, die verschiedentlich, in jüngerer Zeit vor allem von KEMPER (1961 a, b) und THIERMANN (1964), diskutiert worden sind, bis auf weiteres daran festhalten, daß eine gewisse Übereinstimmung zwischen mega- und mikrofaunistischer Gliederung besteht.

Obwohl bei den Einzelproben oft eine sichere Zuordnung zu den niedrigeren Einheiten möglich war, reichte das Material zur Darstellung der flächenhaften Verbreitung der Zonen und Subzonen meist nicht aus. Wegen der Erhaltung der Übersichtlichkeit der Karte konnten manche aus der Reihe fallenden Bestimmungen in der Kartendarstellung nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 2

## Mikropaläozoologische Bestimmungen im Bereich Valendis (Valangin)

(det. HILTERMANN, KNAUFF und KOCH)

Probenbezeichnung	Koordinaten r h		Fossilinhalt und Einstufung
Blatt Hartum Drostenbecker 81 060 Heide	03 500		<i>Epistomina caracolla caracolla</i> (ROEMER), <i>Epistomina ornata</i> (ROEMER), <i>Haplophragmium inconstans erectum</i> BART. & BRAND, <i>Marssonella</i> aff. <i>oxycona</i> (REUSS), <i>Triplasia emslandensis</i> BART. & BRAND, <i>Vaginulina riedeli</i> BART. & BRAND, <i>Verneuilinoides neocomensis</i> (MJATLIUK) — Oberes Obervalendis
Ziegelei Mindener Wald	85 340	04 940	Eintönige Mikrofauna von agglutinierenden Foraminiferen, darunter vor allem: <i>Glomospira gordialis</i> RZEHAKE, <i>Haplophragmium inconstans erectum</i> BART. & BRAND, <i>Haplophragmoides cushmani</i> LOEBLICH & TAPPAN, <i>Verneuilinoides Neocomensis</i> (MJATLIUK) Oberes Obervalendis (bis Unterhauertive)
Gut Verhoff, Bohrung	81 440	05 580	In allen 4 Proben überwiegt <i>Haplophragmium inconstans erectum</i> BART. & BRAND Unteres Obervalendis
Frotheim, Im Loh, Bohrung K II	78 920	02 180	<i>Ammonitella cellensis</i> BART. & BRAND, <i>Glomospira gordialis</i> (J. & P.), <i>Haplophragmoides cushmani</i> LOEBLICH & TAPPAN, <i>Lenticulina</i> (L.) <i>nodosa</i> (REUSS). — Obwohl die genannten Elemente nur als Einzelexemplare vorhanden sind und sich sonst nichts findet, läßt sich die Probe sicher als Obervalendis einstufen.
Bohrung Torfmoor Nr. 2	81 500	98 740	<i>Reophax minutissima</i> BART. & BRAND, <i>Ammonitella agglutinans</i> (ORBIGNY), <i>Ammonitella irregulariformis</i> BART. & BRAND, <i>Haplophragmoides cushmani</i> LOEBLICH & TAPPAN, <i>Glomospira gordialis</i> (JONES & PARKER), <i>Haplophragmium</i> sp. Ostracoden: fehlen Sonstiges: Echiniden-Stacheln, Gastropodensteinkerne, Pyritkugeln und -stengel Mittelvalendis — Obervalendis

Bohrung 86 010 97 320  
Torfmoor Nr. 15

Im wesentlichen wie vor, ferner *Marssonella oxygona* (REUSS), *Bolivina textilarioides* REUSS, *Verneuilinoides neocomensis* (MJATLIUK), *Epistomina caracolla* (ROEMER), *E. cf. carpenteri* (REUSS), *Marginulina* sp., *Dentalina communis* ORBIGNY (Bruchstück), *Nodosaria obscura* (REUSS), *Lenticulina* (L.) *cf. subalata* (REUSS), *Lenticulina* (L.) *münsteri* (ROEMER), *Lenticulina* (M.) *robusta* (REUSS), ? *Lagena* sp.  
Mittelvalendis bis Obervalendis

Bohrung 87 260 97 020  
Torfmoor Nr. 19

*Reophax cf. scorpiurus* MONTFORT, *Verneuilinoides neocomensis* (MJATLIUK), *Lingulina* sp., *Lenticulina* (L.) *subalata* (REUSS), *Lenticulina* (L.) *münsteri* (ROEMER), *Pseudoglandulina humilis* (ROEMER), ? *Lagena laevis* (MONTAGU), *Conorboides cf. valendisensis* (BART. & BRAND); ferner: *Cytheridea* (*Haplocytheridea*) sp. und Bruchstücke von Gastropodensteinkernen sowie Pyritkugeln.  
Mittelvalendis (wahrscheinlich)

Blatt L ü b b e c k e  
Haßlage 70 880 06 820  
Ziegelei

*Ammovertella cellensis* BART. & BRAND, *Epistomina caracolla anterior* BART. & BRAND, *Haplophragmium inconstans erectum* BART. & BRAND, *Dentalina communis* D'ORBIGNY, *D. terquemi* D'ORBIGNY, *Nodosaria cf. sceptrum* REUSS, *Lenticulina* (L.) *nodosa* (REUSS). In Probe 2430 fehlen die Epistominen, dafür tritt *Hechtina praeantiqua* BART. & BRAND auf.  
Grenzbereich Mittelvalendis bis Oberes Obervalendis  
Sibirskiten-Schichten

Einen Überblick über die wesentlichen Einzelheiten der mikrofaunistischen Untersuchungen bietet die tabellarische Zusammenstellung bei WORTMANN (1964), ergänzt durch die Tabellen in den betreffenden Abschnitten dieser Erläuterungen.

Nach einer brieflichen Mitteilung von Prof. HILTERMANN, Hannover, der vor der Einrichtung des mikropaläozoologischen Labors des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen in dankenswerter Weise die anfallenden Proben untersuchte, ergaben sich gewisse, durch die Fazies bedingte Schwierigkeiten. Es treten nämlich — besonders im Bereich der Blätter Petershagen und Hartum — faziesabhängige sandschalige Formen auf. Dagegen treten die mehr faziesunabhängigen kalkschaligen Arten sehr zurück. Auch im westlichen Teil des Blattes Lübbecke fanden BARTENSTEIN & WICK (frdl. Mitt.) eine eintönige *Epistomina-caracolla*-Fauna, die eine Einstufung ins Obervalendis oder Unter-

hauterive nur bedingt ermöglichte, und dementsprechend variieren auch die feinstratigraphischen Deutungen der beiden Autoren für diesen Schichtenkomplex. Dies wird einer der Gründe dafür sein, daß Einstufungen von Proben aus dem gleichen Aufschluß oder der gleichen Bohrung gelegentlich Abweichungen zeigen. Stratigraphische Angaben, die auf einer nur wenig beweiskräftigen Einzelproben-Fauna beruhen und im Kartenbild zu gewagten Konstruktionen geführt hätten, wurden nicht berücksichtigt.

Nach der Mikrofauna reicht die hier zu behandelnde Schichtenfolge vom Mittelvalendis bis zum Oberhauterive. Daß die auf Blatt Petershagen noch vorhandene *hildesiense*-Zone und die wahrscheinlich noch vorhandene *Neocraspedites-tenuis*-Zone im Bereich Hartum noch vorkommt, ist wahrscheinlich, jedoch nicht belegt.

### 1) Valendis (Valangin)

Wie erwähnt, häufen sich im Oberen Wealden 3b bis 6 die marinen Ingressionen. Das Milieu wird nach oben zunehmend brackisch-marin, so daß dieser Bereich wahrscheinlich das Untervalendis vertritt.

Die Schichtenfolge reicht vom marinen Mittelvalendis bis zum Obervalendis und umfaßt eine Mächtigkeit von etwa 240 m. Periodische Sandschüttungen, wie sie für den westlichen Teil des Beckens charakteristisch sind (Bentheimer und Dichotomiten-Sandstein) fehlen hier. Die Schichtenfolge besteht aus Tonsteinen mit z. T. recht groben Toneisensteingeoden in lagenweiser Anordnung.

Die Mikrofauna des Valendis ist nach BARTENSTEIN & BETTENSTAEDT (1962) durch das Vorherrschen von agglutinierenden Foraminiferen und Ostracoden (meist *Cytheridea*) charakterisiert. Eintönige Sandschalerfaunen sind besonders in den Astieren-Schichten häufig und deuten auf eine geringe Rückläufigkeit der tektonischen Heraushebung. Der wechselnd starke Sand- und auch Glaukonitgehalt der nordwestdeutschen Valendis-Sedimente deutet auf mehr oder weniger starke Grundströmungen, die von vielen Kleinforminiferen gemieden werden. Das Valendis weist daher im Durchschnitt häufiger als die meisten Unterkreidestufen fossilfreie oder fossilarme, nur Sandschaler oder kleinschichtige Faunen führende Lagen auf. Die Gliederung mit Hilfe von Ostracoden und Foraminiferen in sechs Stufen durch die genannten Autoren konnte nur teilweise mit den Ammonitenzonen parallelisiert werden.

Obervalendis 3 + 4	=	Obere Dichotomiten- + Astieren-Schichten
Obervalendis 2	=	Mittlere Dichotomiten-Schichten
Obervalendis 1	=	{ Untere Dichotomiten-Schichten Polyptychiten-Schichten
Mittelvalendis 2	=	
Mittelvalendis 1	=	<i>Platylenticeras</i> -Schichten

Die stufenweise Zunahme des marinen Elementes prägt sich in der Mikrofauna gut aus: Die Jura-Nachläufer reichen bis an die Grenze des Obervalendis 1, und der dann folgende scharfe Faunenschnitt umfaßt den Formenkreis des Unteren Neokoms (Dichotomiten-Schichten bis Unterbarrême).

#### a. Mittelvalendis (kvm)

Mittelvalendis ist im Blattbereich zutagegehend nicht aufgeschlossen. Die Beschreibung und Gliederung erfolgt daher nach kleineren Bohrproben und nach den nahe dem Ostrand von Blatt Hartum gelegenen Bohrungen Wegholm 1, sowie Wegholm 1001 und 1002 (WORTMANN 1968).

KEMPER (1961 a,b) konnte bei einer Neubearbeitung der für das untere Mittelvalendis charakteristischen Ammonitengattung *Platylenticeras* HYATT eine detaillierte Zonengliederung und parallel dazu eine mikrofaunistische Unterteilung geben. Leider liegt eine so gesicherte Doppelgliederung nur für diesen Schichtenabschnitt (und im Ansatz für das Apt) vor.

Im Mittelvalendis transgrediert das Meer – wie in weiten Teilen des Niedersächsischen Beckens – auch im Blattbereich auf Wealden. Wegen ihrer Cephalopoden ist die Schichtenfolge einwandfrei als marin anzusprechen. Die Mächtigkeit umfaßt etwa 60 m. Ob die bei KEMPER (1961 a) diskutierten brackisch-marinen Basissedimente mit „Mischfaunenbänken“ hier vorhanden sind, läßt sich bei den unzureichenden Aufschlußverhältnissen nicht entscheiden.

Lithologisch besteht das Mittelvalendis aus dunkelgrauen bis schwarzgrauen, teilweise auch etwas helleren Ton- und Tonmergelsteinen. Nach F. K. SCHNEIDER (1964, S. 353) liegen Wechselfolgen von helleren und dunkleren Bänken als Ergebnis einer rhythmischen Sedimentation vor. Die Gesteine sind z. T. schwach schluffig, feinglimmerig und pyritisch. In einzelnen Partien ist schwacher Glaukonitgehalt festzustellen. Toneisensteingeoden kommen, sofern die Bohrergebnisse repräsentativ sind, nur vereinzelt vor. In der Bohrung Wegholm 1002 führten die 6 m zum Mittelvalendis 2 gehörenden Schichten ausschließlich die Foraminifere *Ammonia cellensis* BART. & BRAND, während weiter östlich auch noch *Protocythere pseudopropria* BART. & BRAND gefunden wurde.

Eine Gesteinsprobe aus dem Mittelvalendis bei Peckrenne (r 78 980, h 02 960), ein bräunlichgraues, dichtes Carbonatgestein, erwies sich in der Röntgenanalyse (STADLER 1964) als siderithaltiger mergeliger Kalkstein (Calcit, Siderit ca. 15%, Quarz ca. 20%, Glimmerminerale ca. 3%, Kaolinminerale [+ Chlorit] ca. 5–10%). Es ähnelt daher den ankeritisch-dolomitischen Bänken aus dem Isenstedter Wealden (s. S. 45).

## b. Obervalendis (kvo)

Die Schichtenfolge vom Grenzbereich Mittelvalendis/Obervalendis bis zum Unterhauterive ist vollständig aufgeschlossen, wobei das Gesamtprofil aus Tagesaufschlüssen und Bohrungen zusammengesetzt werden muß.

In der Bohrung Wegholm 1 nahe dem östlichen Blattrand Hartum ist das Obervalendis mit 170 m Mächtigkeit nicht vollständig erhalten und reicht nur bis in den unteren Teil von Obervalendis 4. Ein Kern aus 122 – 128 m Teufe bestand aus dunkelgrauem bis grauschwarzem Tonstein bis Mergeltonstein (1 – 8% Carbonat), der sehr schwach feinglimmerig und feinpyritisch war, stellenweise mit Pyritknötchen. Das Gestein ist dicht und fest, unregelmäßig geschichtet und zeigt beim Zerschlagen einen muscheligen Bruch.

Bei einem Ammonitenrest ohne Nabelrand und ohne Externseite handelt es sich wahrscheinlich um *Dichotomites* oder *Polyptychites* sp. (det. SEITZ); ferner fanden sich Zweischaler und ein Krebsrest. Das Einfallen beträgt bei Wegholm 1 – 10°. In Wegholm 1001 und 1002 sind ca. 64 m mittel- bis dunkelgraue Tonsteine, sand- und meistens auch kalkfrei, seltener schwach kalkhaltig und gelegentlich glimmerstaubig, erbohrt worden. Bei 20 m schien eine wenig harte, mehr plastische Tonlage eingeschaltet zu sein. Sonst ist das Gestein allgemein fest und dicht und bricht in verschiedenen Richtungen meist glatt, seltener mit muscheligem Bruch. Eine lagenweise Häufung von Toneisensteingeoden liegt um 25 m Teufe vor; bis zur Endteufe 67 m werden sie seltener.

Die reichen Faunen von agglutinierenden Foraminiferen und Kalkschalern des Obervalendis 4 reichen in der Bohrung Wegholm 1001 bis ca. 21 m Teufe. Darunter folgt bis ca. 30 m ebenfalls Obervalendis mit Sandschalerfaunen; Kalkschaler (Lenticulinen und gelbliche Polymorphinen) sind hier selten.

Zwischen 30 und 40 m ist die Foraminiferen-Fauna eintönig und besteht ausschließlich aus dunkel gefärbten Sandschalern. Dieser nicht näher einstuftbare Packen gehört wohl zum tieferen Teil des Obervalendis 4. Darunter folgen etwa 10 m mit der seltenen *Hechtina praeantiqua* BART. & BRAND als Leitform, die vom Obervalendis 4 (unten) bis 3 reichen. Bis zur Endteufe von 67,5 m folgt schließlich 15 m mächtiges Obervalendis 3. Diese Schichten enthalten unterschiedlich reiche Faunen mit ähnlichen Elementen wie vorher genannt, jedoch treten dicke Sandschaler und *Epistomina caracolla* (ROEMER) neu in Erscheinung. In Wegholm 1002 wurde das in Wegholm 1001 nicht erreichte Obervalendis 1 (mit *Protocythere pseudopropria* BART. & BRAND und *Ammovertella cellensis* BART & BRAND) in Gestalt von kalkarmen bis kalkfreien dunklen Tonsteinen angetroffen, die gelegentlich glimmerstaubig sind. Toneisensteingeoden – in den Bohrungen von Faust- bis Daumenkopfgroße –, häufig mit Pyritfucoiden (Wurmspuren), treten lagenweise auf. Das harte und dichte Gestein läßt Schichtung nach Kleinmuschelpflastern und danach ein flaches Einfallen erkennen. Die Lokalität liegt im Bereich der Petershagener Störungszone

(WORTMANN 1964), die in der Bohrung bei 78–85 m Tiefe an calcitverheilten Harnischen von 45° Einfallen erkennbar ist. Es scheint, daß hier über dem Obervalendis 1 direkt ein höherer Teil von Obervalendis 4 folgt, gekennzeichnet durch eine in sich einheitliche Zone mit Epistominen, Triplasien und Cithereinen, entsprechend der Tiefe von 3–20 m in der Bohrung Wegholm 1001. Diese Verhältnisse dürften sich in gleicher oder ähnlicher Form weiter westlich bis auf die Osthälfte von Blatt Hartum gleichbleibend fortsetzen.

Hier liegt ein größerer Tagesaufschluß im Obervalendis in der Tongrube der Ziegelei Mindenerwald (Abb. 3).

Die Grube mißt im Streichen ca. 350 m, schräg dazu 200 m. Das Einfallen beträgt gleichmäßig 8–10° nach WNW. Aufgeschlossen sind ca. 30 m Tonsteine mit reichlicher Einschaltung von Toneisensteingeodenlagen, die sich z. T. zu fast geschlossenen Packen von 5–20 cm Dicke zusammenschließen. Die Tonsteinlagen zeigen den bereits erwähnten, ziemlich regelmäßigen, bankweisen Wechsel von etwas helleren und etwas dunkleren Lagen. Nach der mikropaläontologischen Einstufung durch Prof. HILTERMANN handelt es sich um Obervalendis 4 nahe der Grenze zum Unterhauertive. Später bei besseren Aufschlußverhältnissen im südlichen Teil der Grube entnommene, von Dr. KNAUFF untersuchte Proben brachten in der eintönigen Mikrofauna überwiegend agglu-

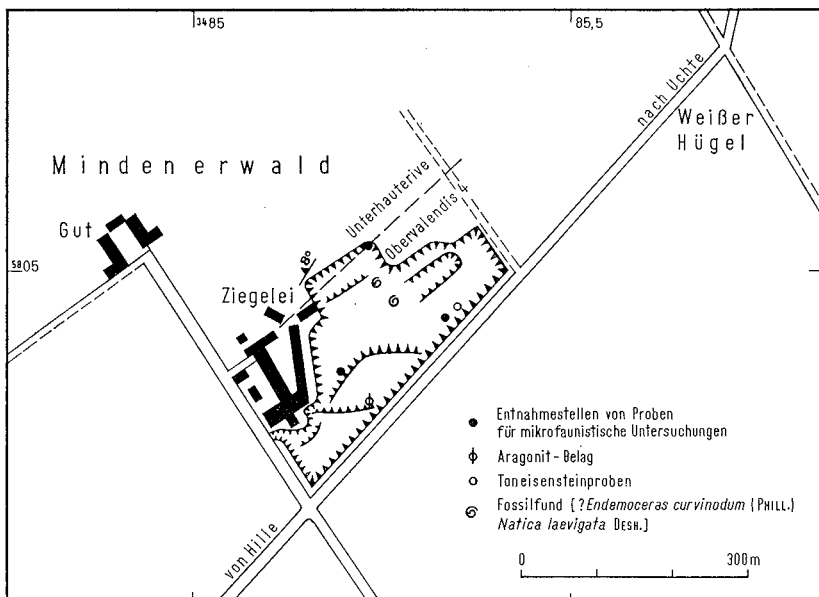


Abb. 3. Tongrube der Ziegelei Mindenerwald



tinierende Foraminiferen, darunter vor allem *Glomospira gordialis* (J. & P.), *Haplophragmium inconstans erectum* BART. & BRAND, *Haplophragmoides cushmani* LOEBLICH & TAPPAN, *Verneulinoides neocomensis callinoides* MJATLIUK. Damit wurde die HILTERMANN'sche Bestimmung bestätigt. Megafossilien werden selten gefunden, was die Zugehörigkeit dieser Region zum Beckentiefsten mit der ärmsten überlieferbaren Megafauna andeutet. 1967 fand der Verfasser ein Bruchstück eines Ammoniten-Steinkerns von (?) *Endemoceras curvinodum* (PHILL.) und einen Schnecken-Steinkern einer 2,5 cm hohen *Natica laevigata* DESH. (det. THIERMANN). Etwas häufiger sollen bis 15 cm lange und 2,5 cm dicke Belemnitenrosten gefunden werden.

Die Toneisensteine sind nach Dr. STADLER, der zwei Proben aus dieser Grube (r 85 340, h 04 940) untersuchte:

- a) eine bräulichgraue, sehr dichte, spez. schwere Carbonatknolle von ca. 10 cm  $\phi$   
quarz- und kaolinhaltiger Toneisenstein mit Siderit, Calcit ca. 10%, Quarz ca. 5%, Fireclay ca. 30%
- b) eine dunkelgraue, sehr dichte, spez. schwere, ca. 7 cm dicke Carbonatlage mit mittelbraunem Belag auf Kluffflächen: Siderit, wenig Quarz (ca. 5%), Fireclay ca. 3%  
schwach quarz- und kaolinführender Toneisenstein

Im südwestlichen Teil der Grube liegen unter einer vor ca. 40 Jahren freigelegten Abbausohle (ca. 3 m unter ursprünglicher Erdoberfläche), die zur Beschleunigung der Verwitterung mit einem Dampfzug ca. 0,8 m tief umgebrochen wurde, an der Basis des Umbruches sehr auffallend weißliche, dünne, pulvrige Beläge zwischen den dunkelgrauen Tonsteinen. Nach Mitteilung von Dr. STADLER, der diesen Belag (zufällig auf einer Toneisensteinknolle) untersuchte, handelt es sich um reinen Aragonit (orthorhombische Modifikation des  $\text{CaCO}_3$ ). Die Genese ist schwer zu deuten. Auf den Carbonatkonkretionen käme die Genese Eisencarbonat  $\rightarrow$  Limonit + Aragonit in Frage. Da die weißen Beläge jedoch durchgehend als 0,1 – 0,2 cm breites Band ausgebildet sind, kommt die von STADLER in Erwägung gezogene Beziehung zu (versiegten) heißen Quellen vielleicht durch Einleitung heißer Abwässer aus dem Ziegeleibetrieb zustande.

Am nördlichen Rand von Blatt Lübbecke liegt der zweite größere Tagesaufschluß: die Tongrube der Ziegelei Haßlage (bei SEITZ 1950, Nr. 6, Haßlage II, Varlheide; Abb. 4 und Tab.2).

Aufgeschlossen ist eine ca. 38 m mächtige Schichtenfolge, die sich petrographisch kaum von den Gesteinen der Tongrube Mindenerwald unterscheidet, wie das von ERKWOH (1956) aufgenommene petrographische Profil (Abb. 5) erweist.

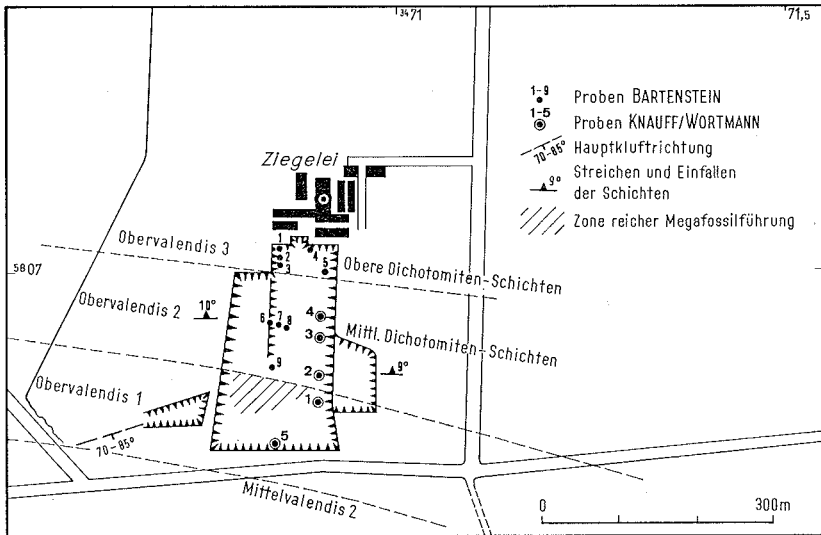


Abb. 4. Tongrube der Ziegelei Haßlage II

SEITZ (1950) gibt folgende Gliederung auf Grund der in dieser Grube erstaunlich reichen Megafauna von Cephalopoden:

### Obervaleudis

- |                        |   |
|------------------------|---|
| Obere                  | b) <i>Dichotomites bidichotomus</i> LEYMIERE (feinrippig)   |
| Dichotomiten-Schichten | a) grobrippige, flache Dichotomiten-Schichten   |
|                        | In a und b:   |
|                        | <i>Acanthodiscus</i> sp., <i>Crioceras</i> aus der Gruppe des <i>Cr. longinodum</i> NEUMAYR & UHLIG |

- |                        |                                   |                            |
|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Mittlere               | b) <i>Crioceras curvicosta</i>    | } <i>Acroteuthis</i> sp.   |
| Dichotomiten-Schichten | v. KOENEN, <i>Dichotomites</i>    |                            |
|                        | der Gruppe d. <i>D. biscissus</i> |                            |
|                        | v. KOENEN                         | } <i>apicicarinatus</i>    |
|                        |                                   | } <i>Acanthodiscus</i> sp. |

- |                        |   |
|------------------------|---|
| Untere                 | <i>Dichotomites</i> sp. (Querschnitt kreisrund, evolut) |
| Dichotomiten-Schichten | Die Fauna der <i>nucleus</i> -Zone fehlt                |

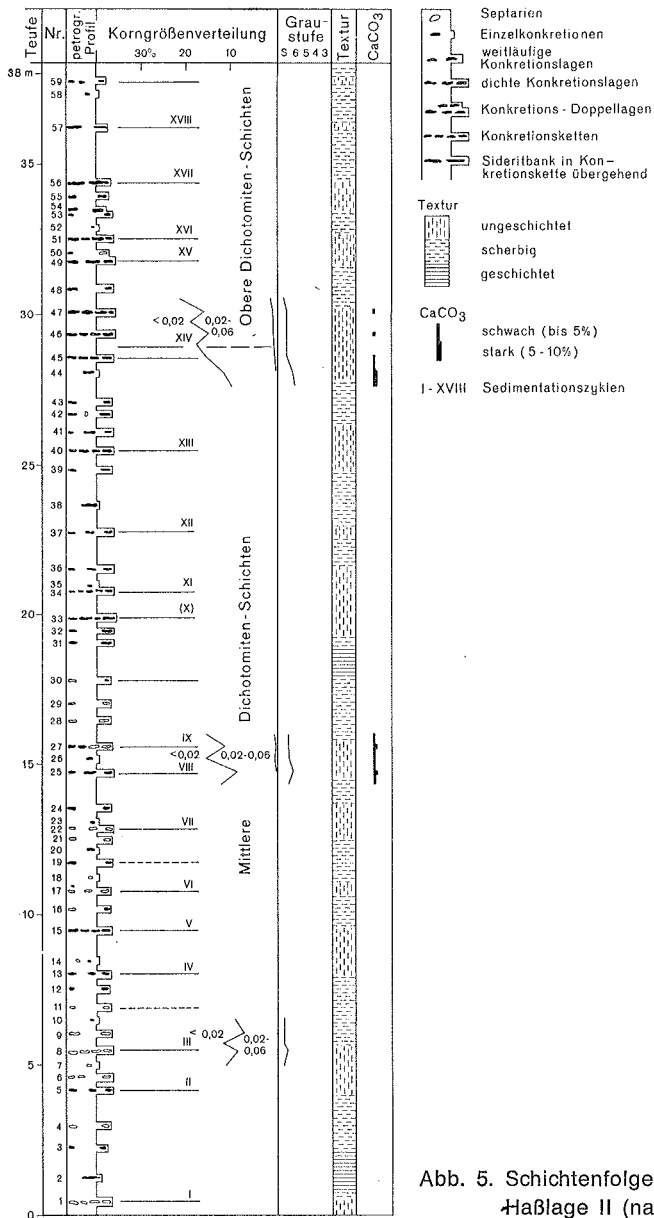


Abb. 5. Schichtenfolge in der Tongrube  
Haßlage II (nach ERKWOH 1956)

In der wenige 100 m nördlich (auf Bl. Rahden) gelegenen Tongrube der Ziegelei Detering (= Haßlage I = Rahdener Ziegelei) sind nach SEITZ (1950) zusätzlich 2 m Arnoldien-Schichten mit seltenen Arnoldien und Astrieren aufgeschlossen.

Populationen der Gattung *Acroteuthis* STOLLEY hat GRADE (1968) hier untersucht. Im ganzen Mittel- und Obervalendis handelt es sich um Varianten einer einzigen Art der Gattung *Acroteuthis*.

Mikrofaunistisch stufte Dr. BARTENSTEIN (frdl. Mitt.) nach 9 Proben den mittleren und südlichen Teil der Grube Haßlage als (fragliche) Untere Dichotomiten-Schichten (Obervalendis 1) und den nördlichen Teil als Mittlere und Obere Dichotomiten-Schichten (Obervalendis 2 und 3) ein (s. Abb. 4).

Eine gute Übereinstimmung damit ergaben 5 von KNAUFF (1964) untersuchte bankrecht in je 5 m Abstand entnommene Proben, die reiche Foraminiferen-Fauna enthielten:

*Paracypris acuta* (CORNUEL)  
*Ammovertella cellensis* BARTENSTEIN & BRAND  
*Epistomina caracolla anterior* BARTENSTEIN & BRAND  
*Haplophragmium inconstans erectum* BARTENSTEIN & BRAND  
*Dentalina pseudocommunis* FRANKE  
*Dentalina terquemi* ORBIGNY  
*Nodosaria* cf. *sceptrum* REUSS  
*Lenticulina* (L.) *nodosa* REUSS

Die oberste (jüngste) Probe (Nr. 4) ist etwas ärmer; hier fehlen die Epistominen, dafür tritt *Hechtina antiqua* REUSS neu auf. Probe Nr. 5 am Südrand der Grube, die nach einem erneuten Tiefschnitt als liegendste Probe des derzeit aufgeschlossenen Bereichs entnommen wurde, ergab zwar durch reichliche Vorkommen von *Epistomina caracolla caracolla* (ROEMER) und *Haplophragmium inconstans erectum* BART. & BRAND und das Fehlen von *Ammovertella cellensis* BART. & BRAND an sich eine Einstufung als Obervalendis. Als unterste Schicht muß – Störungen sind hier nicht vorhanden – jedoch der Grenzbereich Mittel-/Obervalendis vorliegen.

Auch HILTERMANN (1959) stufte die mittelgrauen, sand- und glimmerarmen, sehr feinkörnigen Tonsteine dieser Grube als marine Unterkreide (wohl Obervalendis) ein. Nach ihm ist die Mikrofauna als normale Epistomina-Vergesellschaftung und durch eine große Beteiligung agglutinierender Foraminiferen und Ostracoden im oberen Teil charakterisiert, während im unteren Teil kalkschalige Foraminiferen, die ebenso wie die Gastropoden z. T. als Pyritkerne vorliegen, vorherrschen.

Die in Abb. 4 gekennzeichnete megafossilreiche Zone lieferte in den Kartierjahren neben den bekannten Ammoniten auch reichlich größere Belemniten-Rostren.

Die Grenze Mittelvalendis 2/Obervalendis 1 läuft von der nordwestlichen Blattecke Lübbecke, wo sie in den unmittelbar nördlich des Blattrandes gelegenen Ziegelei-Tongruben erfaßt ist (WORTMANN 1964), am Südrand oder nur wenig weiter südlich der Grube Haßlage ziemlich geradlinig nach Ostsüdost weiter.

## **2) Hauterive**

Das Hauterive ist nur im nördlichen und östlichen Blattbereich Hartum vertreten, auf Blatt Lübbecke kommt es nicht vor. Lithologisch ist das Hauterive im Blattbereich kaum von Valendis zu unterscheiden, so daß die Einstufung nach der Mikrofauna als einzige Gliederungsmöglichkeit verbleibt, da Megafaunen sehr selten sind. Überall liegt es unter Quartärbedeckung verborgen. Der Grenzbereich gegen das Obervalendis ist in den Liegend-Schichten der Tongrube Ziegelei Mindenerwald wahrscheinlich angeschnitten. Da die Region zur eintönigen Beckenfazies gehört, können die Ergebnisse der Bohrungen Wegholm 1, 1001 und 1002 nahe dem Ostrand des Blattes Hartum für das Hauterive zugrunde gelegt werden.

Im Blattbereich sind aus Flachbohrungen Proben für mikropaläozoologische Bestimmungen gewonnen worden. Auf ihnen beruht die Abtrennung gegen die benachbarten Stufen und die Untergliederung in Unter- und Oberhauterive. Zu den von WORTMANN (1964) veröffentlichten Bestimmungen der Mikrofauna sind einige Ergänzungen hinzugekommen (s. Tab. 4 und 5).

### **a. Unterhauterive (khu)**

Nach den Ergebnissen der Bohrungen Wegholm werden auch auf Blatt Hartum dunkelgraue bis schwarzgraue, sehr kalkarme bis kalkfreie Tonsteine verbreitet sein. Sie sind frei von Sand, gelegentlich glimmerstaubig und enthalten ziemlich reichlich Einlagerungen von Toneisensteingeoden mit Pyrit-fucoiden. Das harte und dichte Gestein läßt z. T. Schichtung nach Kleinmuschelpflastern erkennen. Die Textur wechselt zwischen ungeschichtet, schörbig, blätterschichtig und ungeschichtet, auch grobschichtige Textur kommt vor. Die Konkretionen sind z. T. lagenweise angeordnet und schließen sich bisweilen zu mehr oder weniger engständigen Konkretionsketten zusammen. Neben kalkfreien kommen auch kalkarme und kalkreichere (bis zu 10%) bankweise in einer Stärke von 0,3 bis ca. 1,5 m wechselnd vor. Eine Übersicht über die Biostratigraphie des Unterhauterive mit der neuen Zonen- und Subzonengliederung (nach THIERMANN 1964) zeigt die folgende Tabelle 3.

Tabelle 3

Biostratigraphie des Unterhauferive (nach THIERMANN 1964, S. 388)

VON KOENEN (1902)	STOLLEY (1908, 1935)	RIEDEL (1941)	THIERMANN (1964)
Hangendes: Zone des <i>Aegrocioeras capricornu</i>			
Zone des <i>Hoplites</i> <i>noricus</i> und <i>Hoplites</i> <i>radiatus</i>	Zone des <i>Neocomites</i> <i>pseudoneocomiensis</i>  <i>Acanthodiscus</i> <i>bivirgatus</i> und <i>Ac. ebergensis</i>  Zone des <i>Acantho-</i> <i>discus radiatus</i> und <i>Neocomites</i> <i>noricus</i>	Bivirgaten- Schichten          <i>noricus-</i> Schichten	Zone des <i>Endemoceras</i> <i>noricum</i>       Subzone des <i>Ende-</i> <i>moceras</i> <i>longinodum</i>  Subzone des <i>Ende-</i> <i>moceras</i> <i>curvinodum</i>  Bereich des <i>Endemoceras</i> <i>enode</i>

Tabelle 4

Mikropaläozoologische Bestimmungen im Bereich Unterhauterive auf Bl. Hartum

Proben- Bezeichnung	Koordinaten		Fossilinhalt und Einstufung
	r	h	
Schiffhorn LGD 25/61	82 060	04 880	<i>Ammobaculites agglutinans</i> , ORBIGNY, <i>Epistomina caracolla caracolla</i> (ROEMER), <i>Glomospira gordialis</i> (JONES & PARKER), <i>Haplophragmium inconstans erectum</i> BART. & BRAND, <i>Reophax skorpiurus</i> MONTFORT, <i>Verneuillinoidea neocomensis</i> (MJATLIUK) <i>noricus</i> -Schichten
Gut Verhoff Bohrung R 3	81 420	05 560	wie vor, ausgeprägte Sandschalerfauna
Ritterbruch Bohrung WG 17	81 090	99 890	im wesentlichen wie vor
Staatsforst Mindener Wald 282	87 250	07 160	fossilarm, mit <i>Lenticulina</i> (S.) <i>bronni</i> (ROEMER), <i>L. (M.) gracilissima</i> (REUSS), <i>Protocythere hechti</i> -- <i>noricus</i> -Schichten
Dreierskrug LGD 26/61	83 680	03 280	<i>Citharina sparsicostata</i> (REUSS), <i>Haplophragmium inconstans erectum</i> BART. & BRAND, <i>Lenticulina</i> (L.) <i>münsteri</i> (ROEMER), <i>Triplasia emslandensis</i> BART. & BRAND. Ferner: <i>Paracypris acuta</i> (CORMUEL), <i>Cytheridea</i> ( <i>Haplocytheriden</i> ) sp. <i>Bivirgaten</i> -Schichten
Südhemmern Peilbrunnen Nr. 23	86 580	99 100	Abgerollte korrodierte Fauna, u. a. mit <i>Epistomina</i> cf. <i>caracolla</i> (ROEMER), <i>Bolivina textilaroides</i> REUSS, <i>Lenticulina</i> (L.) <i>nodosa</i> , <i>L. (M.) bettenstaedti</i> BART. & BRAND, <i>L. (S.) bronni</i> (ROEMER), <i>Marssonella</i> aff. <i>oxygona</i> (REUSS), <i>Verneuillinoidea neocomensis</i> (MJATLIUK) Eher Unter- als Ober-Hauterive

Im Blattbereich wurden zahlreiche Proben aufgesammelt. Die von HILTMANN, BARTENSTEIN, KOCH und KNAUFF bestimmte Mikrofauna (Tab. 4) läßt sich wie folgt zusammenfassen:

#### Oberes Unterhauterive

##### Bivirgaten-Schichten

Ziemlich reiche Fauna von Kalkschalern mit Lenticulinen, Marginulinen, Lagenen, Epistominen, ferner zahlreiche kleine Sandschaler sowie Ostracoden. Lagenweise sehr reiche Fauna aus den vorigen Elementen und außerdem Vaginulinen, Pseudoglandulinen. Bildbeherrschend sind hier Triplastien und kleinere Sandschaler.

## Unteres Unterhauterive

### *noricus*-Schichten

Ziemlich eintönige, gelegentlich noch individuenreiche, aber artenarme Fauna, vorwiegend aus Lenticulinen, Epistominen und Triplasien. Im unteren Teil der Zone ist die Fauna etwas reicher und enthält auch *Cythereis senckenbergi* als Leitform.

In der Schichtenfolge sind Lagen von 4 m und mehr Mächtigkeit enthalten, die ausschließlich kleine Sandschaler führen und nicht näher als Hauterive einzustufen sind.

### b. Oberhauterive (kho)

Während das Unterhauterive mit dem 2-m-Bohrer häufig erreicht wurde, ist das Oberhauterive nur durch 9 Bohrungen, die das 10–20 m mächtige Quartär durchteuften, angefahren worden. Da keine Kerne gezogen, sondern im Meißelverfahren etwa 0,5–1 m angebohrt wurden, sind die lithologischen Eigenschaften kaum erfaßt. Auch die mikropaläozoologischen Bestimmungen sind, da das Probengewicht z. T. nur gering war, nicht so eindeutig, wie es an sich das mikrofaunistisch gut zu erfassende Oberhauterive erlaubt (Tab. 5).

Tabelle 5

Mikropaläozoologische Bestimmungen im Bereich Oberhauterive auf Bl. Hartum  
(det. KNAUFF)

Proben- Bezeichnung	Koordinaten r h		Fossilinhalt und Einstufung
Schilfhorn Bohrung S 8	82 840	05 140	<i>Ammobaculites agglutinans</i> (ORBIGNY), <i>Reophax scorpiurus</i> MONTFORT,
Nordhemmern Bohrung R 11	86 440	00 640	<i>Epistomina caracolla caracolla</i> (ROEMER), <i>Procythere hechti</i> TRIEBEL,
Versuchsbrunnen Südhemmern	86 460	98 780	im wesentlichen wie Schilfhorn S 8 Oberhauterive
Schilfhorn Bohrung S 6	82 060	04 870	<i>Ammobaculites agglutinans</i> (ORBIGNY), <i>Citharina harpa</i> (ROEMER), <i>Dentalina arbuscula</i> TERQUEM, <i>Epistomina caracolla caracolla</i> (ROEMER), <i>Fronddularia concinna</i> (TRIEBEL), <i>Lenticulina</i> (Pl.) <i>crepularis</i> (ROEMER), <i>Lenticulina</i> (L.) <i>guttata</i> (DAM.), <i>Lenticulina</i> (L.) <i>münsteri</i> (ROEMER), <i>Lenticulina varians</i> (BORNEMANN), <i>Lenticulina</i> (M.) <i>gracilissima</i> (REUSS), <i>Triplasia emslandensis</i> BART. & BRAND, <i>Reophax minuta</i> TAPPAN, <i>Reophax scorpiurus</i> MONTFORT, <i>Procythere hechti</i> TRIEBEL — eher Ober- als Unter-Hauterive
Lehmflöte Bohrung S 7	81 720	06 720	
Brennhorst Bohrung S 12	82 640	02 580	



Entsprechend der lithologischen Ausbildung in zwei vorübergehenden kleinen Aufschlüssen auf den Nachbarblättern Minden und Petershagen (WORTMANN 1968) dürften auch auf Blatt Hartum in der Hauptsache schwarzgraue und bankweise wechselnd etwas hellere, z. T. schwach gefleckte Tonsteine mit Geoden und z. T. reicher Pyritführung mit grob- bis feinschichtiger Textur verbreitet sein. Tonmergelstein mit hellerer Graufärbung wurde beim Bohren des Versuchsbrunnens Südhennern zutage gebracht.

Wahrscheinlich wird das Oberhauertive bis einschließlich der *capricornu-hildesiense-tenuis*-Zone vertreten sein, entsprechend den Verhältnissen auf Bl. Petershagen (WORTMANN 1968).

#### IV. Tertiär

In einer nicht exakt zu lokalisierenden Bohrung, die entweder bei Levkenstadt (r 85 400, h 02 000) oder zwischen Nordhennern und Holzhausen II (r 87 320, h 00 400) liegt, wurde in einer Stauchzone unter Sanden und Kiesen der Weser-Mittelterrasse unterhalb von + 33 m NN ein auffallend hellgrauer feiner Sand angetroffen, der mit 7 m noch nicht durchteuft war (s. Schnitt A-B).<sup>4)</sup> Da Proben nicht vorliegen, bleibt offen, ob es sich um tertiäre oder um altpleistozäne Sedimente handelt. Die Südgrenze des geschlossenen Tertiärs, das ähnliche feine Sande enthält, liegt ca. 20 km weiter nördlich.

Wahrscheinlich sind die bis 7 m dicken, braunen Verwitterungszonen der mesozoischen Tonsteine, die besonders in den Tongruben der Ziegeleien aufgeschlossen sind, im Tertiär gebildet worden. Es sind C<sub>1</sub>-Horizonte einer tiefgründigen warmzeitlichen Bodenbildung.

#### V. Quartär

Das Quartär mit den Abteilungen Pleistozän und Holozän nimmt den größten Teil der Oberfläche der Blätter Hartum und Lübbecke ein. Auch auf den Flächen, die in der Karte die Signaturen der vorquartären mesozoischen Gesteine tragen, liegt ein dünner Schleier quartärzeitlicher Sedimente. Ebenfalls sind in den weichplastischen tonigen Verwitterungsrinden der mesozoischen Gesteine häufig Quartärreste in Gestalt von Sand, Kies und ortsfremden Gesteinsblöcken (Findlingen) eingeknetet erhalten geblieben.

---

<sup>4)</sup> Entgegen der Darstellung im Schnitt A-B ist hier die Quartärbasis nicht erreicht worden.

## a) Pleistozän

Das Pleistozän oder Eiszeitalter ist durch einen mehrfachen Wechsel von Kaltzeiten und Warmzeiten charakterisiert (Tab. 6). In den Kaltzeiten (Glazialzeiten) stieß das Inlandeis von den Zentren in Norwegen und Finnland verschieden weit vor. In den Warmzeiten (Interglazialzeiten) und den Perioden mit Abschwächung des kaltzeitlichen Klimas (Interstadialzeiten) lagen Abschmelzperioden des Eises. Mehr oder weniger große Flächen wurden wieder eisfrei. Einen größeren regionalen Überblick gibt WOLDSTEDT (1955).

Man kann von einem pleistozänen klimamorphologischen Landschaftsbild sprechen, dessen — hauptsächlich in den Kaltzeiten geprägte — Züge in den Warmzeiten mehr oder weniger überformt zu dem heutigen warmzeitlichen Landschaftstyp führten. Im ganzen gesehen folgte die Einwirkung der wechselnden Klimate auf Abtragungs-, Umlagerungs- und Aufschüttungsvorgänge dem von SOERGEL (1921) aufgestellten Zyklus von Erosion (am Beginn einer Vereisung) und Aufschotterung im Verlauf der Kaltzeit. In der Abschmelzperiode des Eises führte der starke Schmelzwasseranfall erneut zur Erosion. In den Warmzeiten traten bei vollständiger Bodenbedeckung durch eine dichte Vegetation der Materialanfall, die Abtragung und dementsprechend auch die Aufschüttungen stark zurück. Nur bei längerer Dauer der Warmzeit gewannen sie eine gewisse Bedeutung.

### 1) Elster-Kaltzeit

Über diesen Zeitabschnitt liegen für das Untersuchungsgebiet nur knappe ältere Angaben u. a. von HARBORT & MESTWERDT (1915) und GRUPE (1933) vor. Da die in Betracht kommenden Sedimente unter jüngeren Schichten verborgen liegen und nur durch Bohrungen angefahren werden, bleiben die Kenntnisse bis heute sehr lückenhaft, und die Einstufung ist oft unsicher.

Glazigene Ablagerungen der Elster-Vereisung, d. h. Reste von Grundmoräne, sind im Bereich der Blätter Lübbecke und Hartum und auch auf den Nachbarblättern bis auf einen sehr fraglichen Bohrbefund im Dickert auf Bl. Minden (GRUPE 1933, S. 41 und DIENEMANN 1939, S. 49) nicht nachgewiesen. Aus dieser Zeit finden sich hier lediglich umgelagerte Aufarbeitungsprodukte, die die damalige Weser in der Gegend von Hameln aus glazigenen und glazifluvialen Sedimenten der Elster-Kaltzeit aufgenommen und als Flußgeschiebe durch die Porta hindurch nach hier verfrachtet hat. Meist handelt es sich um kleine nordische Feuersteingerölle im Mittelterrassen-Komplex.

#### a. Mittelterrassen-Komplex (M,G,f und M,G)

Als Mittelterrassen-Komplex werden hier die Flußsedimente des Wesersystems zusammengefaßt, die in dem Zeitabschnitt zwischen dem Hochstand

Tabelle 6

Gliederung des Pleistozäns

	Norddeutsche Gliederung	Niederländische Gliederung	Alpine Gliederung
Holozän			
Jung- Pleistozän	Weichsel-Kaltzeit Eem-Warmzeit Saale-Kaltzeit	<div> <div> Warthe-Stadium Groß-Interstadial Drenthe-Stadium </div> <div> Tubantien Eemien Drenthien </div> </div>	<div> Würm-Kaltzeit Letztes Interglazial Riß-Kaltzeit </div>
Mittel- Pleistozän	Holstein-Warmzeit Elster-Kaltzeit Cromer-Warmzeit	Needien	<div> Vorletztes Interglazial Mindel-Kaltzeit </div>
Alt- Pleistozän	Ältere Vereisungen Tegelen-Warmzeit*	<div> Serie von Sterksel Serie von Kedichem Tiglien </div>	Günz-Kaltzeit

\*) Unterhalb des Tegelen sind noch Spuren der Brüggen-Kaltzeit bekannt geworden (WOLTERS 1955).

des Elster-Eises und der Überdeckung durch das Saale-Eis abgelagert worden sind. An einigen Stellen kann dieser Komplex, der sich durch eine sehr charakteristische Schotterzusammensetzung auszeichnet, in einen älteren (M(1),G), vor dem Holstein-Interglazial sedimentierten und einen jüngeren (M(2),G), nach dem Holstein-Interglazial bis zur Eisüberdeckung abgesetzten Teil gliedern, und zwar dort, wo torfige Ablagerungen oder Bodenreste des Interglazials nachgewiesen werden können. Das Vorkommen derartiger Trennschichten in den Mittelterrassenschottern unter dem Königsplatz in Minden hat WORTMANN (1968) diskutiert.

Die Weser floß bis zum Vorstoß des Elster-Eises in die Gegend von Hameln, von hier aus in nordöstlicher Generalrichtung über Münden am Deister und Rodenberg ins norddeutsche Flachland (LÜTTIG 1954).

Nach der Verstopfung dieses Tales durch das Elster-Eis verlegte sie ihren Lauf, floß jetzt am Südrand der Weserkette entlang durch die Porta ins norddeutsche Flachland und dabei durch das Kartengebiet. In diesem Zeitabschnitt bildete die Weser Flußablagerungen in großer Mächtigkeit und Verbreitung mit den typischen Geröllen der „Weserschotter“.

Die Bildung des Mittelterrassen-Komplexes beginnt im Blattbereich bereits mit dem Höhepunkt der Elster-Kaltzeit; sie könnte also noch als „Oberterrasse“ bezeichnet werden. Da jedoch in den meisten Fällen nicht sicher nachzuweisen ist, ob die untersten Weserschotterlagen in diese Zeit hineinreichen, und sie meist auch von den bis zur Überfahung durch das Drenthe-Eis abgelagerten jüngeren Weserschottern nicht abgetrennt werden können, erscheint die Bezeichnung des ganzen Weserschotter-Komplexes, der zwischen Elster-Kaltzeit und Drenthe-Stadium abgelagert wurde, als Mittelterrassen-Komplex zweckmäßiger und besser gesichert als die übliche Trennung in eine Ober- und eine Mittelterrasse. Sinngemäß wurden auch alle Flußablagerungen nach dem Zerfall des Drenthe-Eises zur Niederterrasse gestellt.

Von den Autoren, die sich früher mit den Weser-Terrassen befaßt haben, hat GRUPE (1933, S. 42), die Ablagerungen des Mittelterrassen-Komplexes der Weser in ein „älteres Stadium der mittleren Kaltzeit“ verlegt. SIEGERT (1921) nimmt den Zeitraum zwischen Elster- und Saale-Kaltzeit dafür in Anspruch, was im wesentlichen unserer Einteilung entspricht (vgl. auch WOLDSTEDT 1952).

#### **b. Älterer Teil der Mittelterrasse (M(1),G,f) und Holstein-Warmzeit (ho,,bo)**

Die wenigen Tagesaufschlüsse erschließen nur den oberen jüngsten Teil der Mittelterrasse. Die tieferen Teile der jüngeren und älteren Mittelterrasse sind nur aus Bohrungen bekannt. Für die wichtigsten Bohrprofile zur stratigraphischen Zweiteilung des Mittelterrassen-Komplexes haben Proben vorgelegen. Die einzelnen Schichten wurden – soweit sie Korngrößen zwischen

2 und 5 cm enthielten — geröllanalytisch untersucht. Ferner wurden pollen-analytische Bestimmungen durchgeführt.

Die hier interessierende pollenführende Schicht bei Kanalkilometer 77,0 liegt 5 m unter stratigraphisch gesichertem Torf vom Ende der Eem-Warmzeit, Grundmoräne und geröllanalytisch gesicherten Weserschottern der Mittelterrasse in einer Teufe von 12,1–13 m bei ca. + 37–38 m NN. Es handelt sich um eine gut pollenführende lößartige Ablagerung, die von AVERDIECK (1966) untersucht wurde. Gewiß ist eine nicht zu unterschätzende Zahl von Sekundärpollen in das Sediment gelangt (5% Tertiärpollen!), doch geben gerade sie einen Hinweis auf ein verhältnismäßig hohes Alter. Wegen des Fichten- und Tannenvorkommens neigt AVERDIECK (1966) zu einer Einstufung in das Ende der betreffenden Warmzeit (Holstein-Zeit). Unterlagert wird die Schicht von mehr als 1,5 m lößartigem pollenfreien Schluff. Auch bei Kanal-km 77,150 und 77,500 wurden derartige Schichten in gleicher Mächtigkeit und Teufe angetroffen; weniger sicher sind ähnliche Schichten bei km 77,9 und km 78. Da die dazwischen in je 50 m Horizontalabstand liegenden Bohrungen mit gleicher Endteufe in Mittelterrassenschottern enden, scheint hier ein ca. 1 km langer Abschnitt mit holstein-interglazialen Sedimenten bzw. Bodenbildungen erhalten zu sein.

Zahlreicher sind die Reste von Bodenprofilen der Holstein-Warmzeit. A-Horizonte sind nicht erhalten, jedoch entkalkte B-, zementierte Cca-, G- und BG-Horizonte; die G-Horizonte weisen starke Eisen-Mangan-Verkittungen auf. Die Bohrmeisterberichte verzeichnen dann „Ortstein“, in einigen Fällen auch „Sandstein“. Derartige Bodenreste sind in den Schnitten E–F (Taf. 1) und A–B auf Blatt Lübbecke dargestellt. Auch auf Blatt Petershagen kommen sie vor (WORTMANN 1968). Die Höhenlage dieser Interglazialbildungen beträgt bei Har-

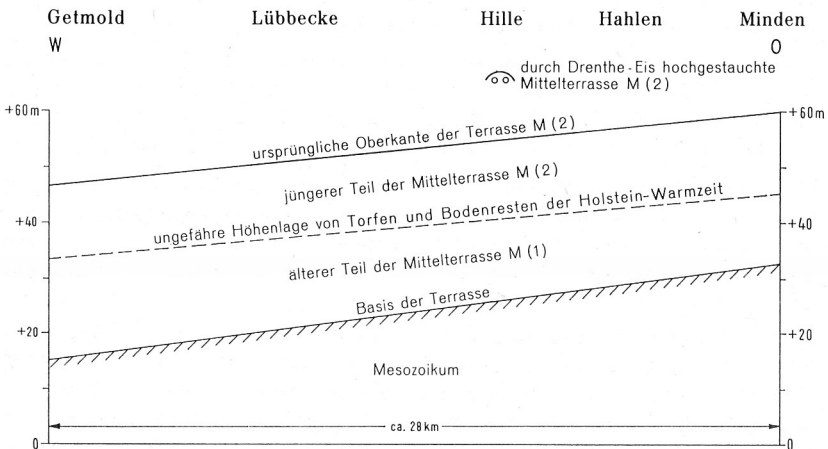


Abb. 6. Schema der Mittelterrasse der Weser zwischen Minden und Getmold

tum und Hille ca. + 40 – 45 m NN, auf Blatt Lübbecke ca. + 37 – 40 m NN. Weitere Belegpunkte außerhalb des Blattbereiches: bei Dronne (Bl. Lemförde, r 55 480, h 08 420) ist Holz 1 und 15 km weiter westlich bei Schwagstorf (Bl. Hunteburg r 49 600, h 14 300) bei + 25 m NN eine 0,7 m dicke Torflage zwischen Grundmoräne (?) und älteren Weserschottern erbohrt worden. DIENEMANN, der Bearbeiter der Schwagstorfer Bohrung, stufte den Torf als Elster-Saale-Interglazial (= Holstein-Warmzeit) und die darunter folgenden Weserschotter als zur Elster-Kaltzeit gehörig ein. Diese Werte kennzeichnen die Höhenlage der Talaue der Holstein-Warmzeit und deren Gefälle, das sich nicht wesentlich von dem Talauengefälle der Eem-Warmzeit und dem der rezenten Weser auf der Strecke Minden - Petershagen unterscheidet (Abb. 6).

Die Ablagerungen der Mittelterrasse haben eine große Verbreitung. Sie bilden meist zusammenhängende Schotterkörper von ansehnlicher Mächtigkeit. Da sie selten zutage anstehen und auch erst 2 m unterhalb der Darstellungsebene auftreten, gibt die Karte keine ausreichende Vorstellung dieser geologischen Einheit. Nördlich des Wiehengebirgsrandes, etwa in 0,5–2 km Abstand, liegt ihre Südgrenze. In einer wechselnden Breite von 10 bis 11 km im Osten, 2,5 km in der Mitte und 8–9 km im Westen erstrecken sich im Untergrund unter jüngeren Quartärschichten die bis zu ca. 25 m mächtigen Sande und Kiese der Mittelterrasse. Größere Tagesaufschlüsse liegen an zwei Stellen (Höchte bei Hille und Levkenstadt bei Holzhausen II), wo in einer Stauchzone eine günstige Lage zur heutigen Oberfläche mit geringem Abraum vorliegt. Die übrigen kleineren Aufschlüsse bei Hille (r 82 940, h 02 140) und bei Eickhorst (r 83 140, h 96 240) sind zerfallen; ebenso ist der größere Bagger-Kiesbetrieb bei Unterlübbe (r 84 600, h 96 960, Bl. Oeynhausen), der den von SICKENBERG (1961) bestimmten Zahn eines Altelefanten (*Elephas trogontherii* (POHLIG) gebracht hat, seit 1966 auflässig.

Weitere Fossilfunde sind im Blattbereich nicht bekannt, doch sind auf benachbarten Blättern die Schotter der Mittleren Terrasse nach GRUPE (1933, S. 45) eine Fundstätte von Säugetierknochen und -zähnen, vor allem *Elephas primigenius* BLUMENBACH und *Tichorhinus antiquitatis* (BLUMENBACH).

Die vorgenannten Kiesgruben und die Bohrungen zeigen eine Kies-Sand-Folge, in der die mit den Kiesen wechsellagernden feineren Lagen auf Grund des reichlichen Gehaltes an Buntsandstein-Material eine charakteristische graureote bis braunrote Färbung besitzen, die sie sehr auffällig von den hellen fluvioglazialen Sanden unterscheidet.

Morphologisch tritt die Mittelterrasse beiderseits der Bastau-Niederung auf Blatt Hartum sehr deutlich in Erscheinung. Allerdings sind die schwachwelligen Flächen mit Höhenlagen um 50 m nicht die ursprüngliche Oberfläche der Terrasse. In Bohrungen zeigt sich ein bis 0,5 m mächtiger rötlicher Lehm, z. T. auch rotbraun und etwas steinig, der den hochflutlehmähnlichen Abschluß der Sedimentation bedeuten könnte, doch zeigen die fast überall erosionsdiskor-

dant aufgelagerten Schmelzwassersande, Grundmoräne oder Löss eine beträchtliche Abtragung der Terrasse an. In der heutigen Bastau-Niederung ist sie fast völlig beseitigt.

Die Korngrößendiagramme (Abb. 7–9) zeigen eine Tendenz zur Zunahme der größeren Körnungen nach unten hin. Grobe Sand- und Kiesgemenge sowie reine Kieslagen sind die Regel.

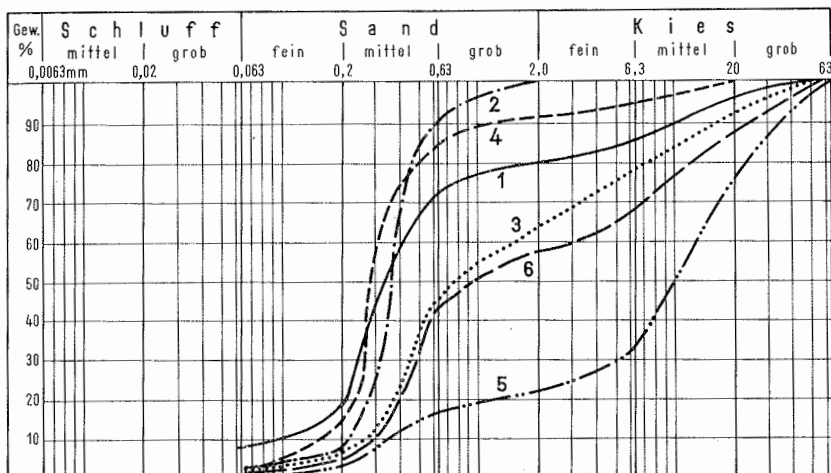


Abb. 7. Korngrößenverteilung einer geschichteten Mittelterrassenablagerung bei Levkenstadt (Bl. Hartum, r 84 480, h 01 950)

Kurve 1 aus Teufe 3,95 – 4,25 m

Kurve 4 aus Teufe 8,90 – 9,60 m

Kurve 2 aus Teufe 4,25 – 5,70 m

Kurve 5 aus Teufe 10,60 – 11,00 m

Kurve 3 aus Teufe 5,70 – 8,90 m

Kurve 6 aus Teufe 11,00 – 11,70 m

Im Anschluß an die Schotteranalysen auf Blatt Petershagen (WORTMANN 1968) wurde nach der gleichen Methode eine große Zahl von Proben von Frau A. WORTMANN ausgezählt. Die Ergebnisse gleichen völlig denen von Blatt Petershagen. Danach ist eine südliche und eine nördliche Petrofazies der Mittelterrassenschotter zu unterscheiden. Die südliche Petrofazies setzt den Mittelterrassenschotter im Gebiet südlich des Hauptverbreitungsgebietes elstereiszeitlicher Sedimente zusammen, enthält daher verhältnismäßig wenig nordisches Material. Als nördliche Petrofazies wird nach LÜTTIG (1959a) der Teil des Schotterkörpers verstanden, der in Gebieten mit viel nordischem Material aufgebaut wurde.

Im Blattbereich herrscht die südliche Petrofazies vor. Sie besteht zu über 96 % aus den bereits erwähnten einheimischen Gesteinen, vorherrschend Buntsandstein, Muschelkalk sowie Gesteinen des Thüringer Waldes und des

Rheinischen Schiefergebirges (Grauwacke, Lydit, Gangquarz, Granit und dem sehr charakteristischen Thüringer-Wald-Porphyr). Daneben sind Gerölle aus Keuper, Jura, Wealden und Unterkreide vertreten. Schiefertongerölle, offensichtlich im gefrorenen Zustand transportiert, sind seltener. Kalkgerölle sind ziemlich häufig, jedoch nur mit geringen prozentualen Anteilen vertreten und fehlen in den oberen, der Verwitterung unterworfenen Lagen fast ganz. DIENEMANN (1939, S. 54) fand auf den Nachbarblättern Oeynhausens, Quernheims und Melle kaum Kalkgesteine in der Mittelterasse.

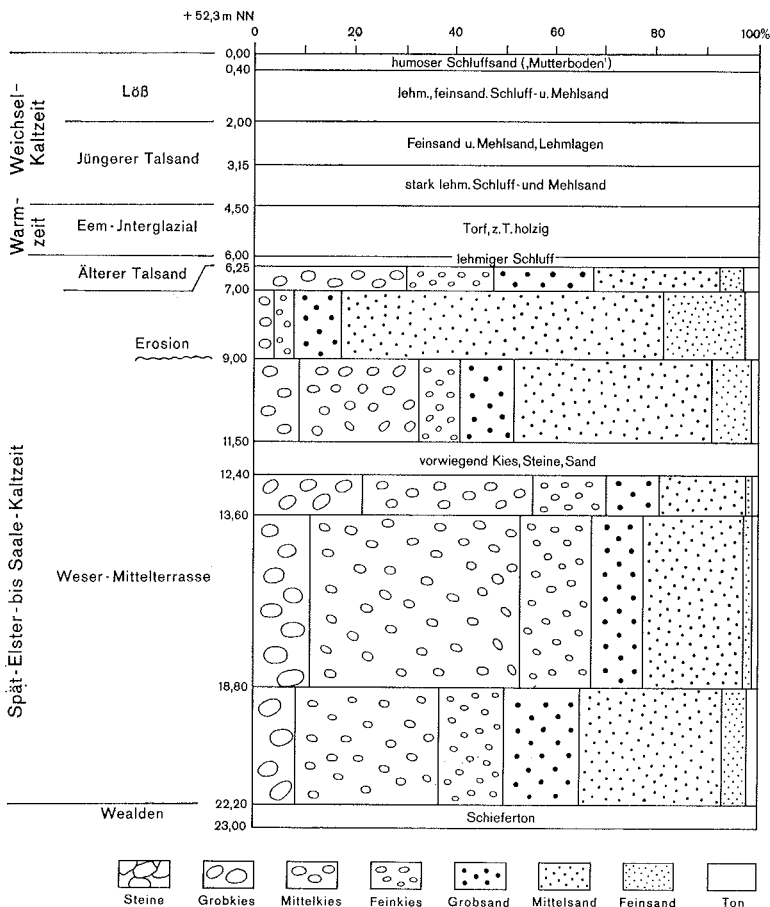


Abb. 8. Geologisches Profil und Kornverteilung in der Bohrung Grapenstein (Bl. Lübbecke, r 75 060, h 99 150)



Nordische Komponenten (Feuersteine, selten Granit) erreichten in keiner der vielen Zählungen über 4 %, in manchen Schichten fehlen sie vollständig.

## 2) Saale-Kaltzeit

Über den entkalkten Bodenresten der Holstein-Warmzeit beginnt erneut eine dem Gerölltypus nach zunehmend kaltzeitliche, kalkhaltige Aufschotterung von typischen „Weserschottern“; in ihren obersten Lagen kann man gelegentlich einen höheren Anteil von nordischen Geschieben (5 – 6 %, z. T. bis 10 %) feststellen. Hierin manifestiert sich das weitere Vorrücken des Eisrandes vom Rehburger Halt nach Süden.

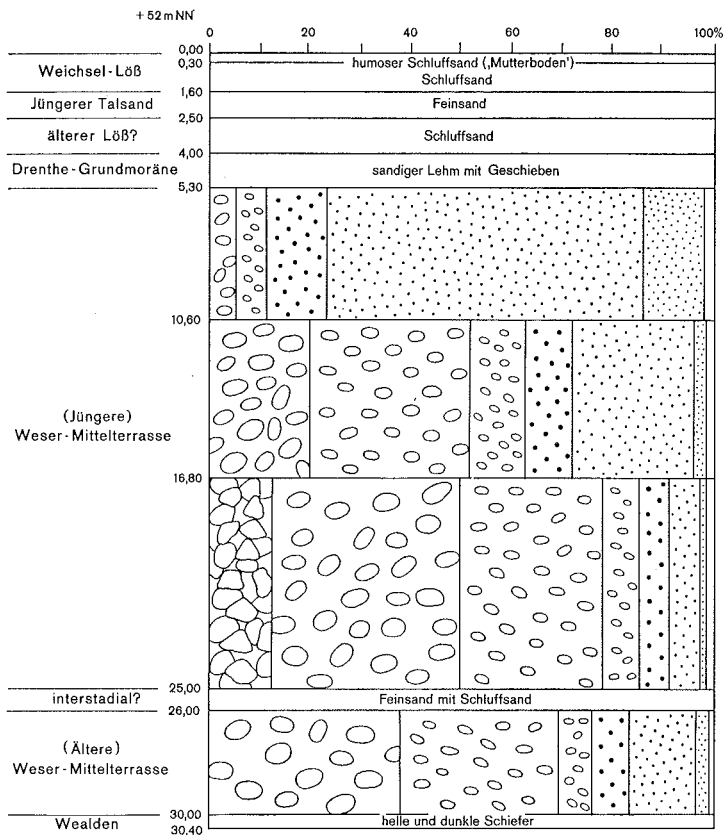


Abb. 9. Geologisches Profil und Kornverteilung in der Bohrung Auf der Horst (Bl. Lübbecke, r 71 000, h 98 460)

#### a. Jüngerer Teil der Mittelterrasse (M(2),G,f)

Der mit der beginnenden Kältezeitlichen Aufschotterung aus der Porta-Enge herausdrängende flache Schwemmfächer der M(2)-Terrasse höhte sich nach und nach auf und nahm dabei immer größere Flächen ein. Die Oberfläche der M(2)-Terrasse hat in der Gegend von Minden etwa + 60 m NN erreicht, woraus sich eine ursprüngliche Mächtigkeit von etwa 15 m ergibt.

Bei der erwähnten Aufhöhung und horizontalen Ausdehnung transgredierte die Schotter auch auf ältere Schichten und verschüttete kleine Talungen, die von der aus Wealden- und Kreide-Tonen gebildeten Geländeschwelle im nördlichen Blattbereich nach Süden zu der nach Westen ziehenden Wesertalung gerichtet waren. Von diesen verschütteten Talungen aus gelangten vom Zeitpunkt der Aufschotterung an Weserschotter auch in das nördlich des Höhenzuges gelegene Flachland, wo sie in zahlreichen Bohrungen auf den Blättern Diepenau und Rahden in meist nur geringer Mächtigkeit, aber mit eindeutigem Geröllbestand als Weserablagerung nachgewiesen werden konnten.

Vereinzelt kommen in den obersten Lagen, die kurz vor dem Herannahen des Drenthe-Eises abgelagert wurden, etwas mehr nordische Geschiebe (bis zu 10 %) vor, so daß man hier schon von der nördlichen Petrofazies sprechen kann.

Alle vor dem Eisvorstoß über 60 m hinausreichenden Höhen sind frei von Mittelterrassenablagerungen, wie besonders auf Blatt Petershagen von WORTMANN (1968) nachgewiesen wurde. Die über 60 m hinausreichenden Mittelterrassenschotter gehören eindeutig zum Bereich der Stauchzone von Hille-Levkenstadt.

Die im Raum Minden von SIEGERT (1921, S. 129) und GRUPE (1933, S. 44) heftig umstrittene Höhenlage der Basis und der ursprünglichen Oberfläche sowie die Mächtigkeit des Schotterkörpers der Mittelterrasse und die in dieser Frage erzielten Kartierungsergebnisse zeigt die folgende Aufstellung:

	SIEGERT (1921)	HARBORT (1915)	GRUPE (1933)	WORTMANN
Oberfläche	+ 53 m NN	+ 58 m NN	+ 60 m NN	+ 60 m NN
Unterfläche	+ 42 m NN	+ 45 m NN	+ 10 m NN	+ 28 m NN
Mächtigkeit berechnet	11 m	13 m	50 m	32 m

Da SIEGERT (1921) und HARBORT (1915) nur zwei sichere Werte für die Basis bei Minden zur Verfügung standen und GRUPE (1933), wie sich durch unsere

Untersuchungen herausgestellt hat, den Basiswert einer endsaaleglazialen Rinne zugrunde gelegt hat, erklären sich die Abweichungen.

Im weiteren Verlauf der Weser-Mittelterrasse nach Westen fällt die Oberfläche bis zum Westrand von Blatt Lübbecke, d. h. auf 25 km Strecke auf etwa + 46 m NN, die Basis auf + 15 m NN ab. Die Mächtigkeit bleibt also etwa die gleiche wie bei Minden. Tiefere Basiswerte, z. B. bei Minden mit - 3 m NN, sind an Senkungszone von meist trichterförmiger Erstreckung über Auslaugung von Anhydrit und Salzen des Münder Mergels oder an eine im jüngeren Drenthe-Stadium gebildete Rinne (Frotheimer Kiesrücken, s. S. 81–86) gebunden<sup>5)</sup>.

#### b. Drenthe-Stadium (der Saale-Kaltzeit)

Für die stratigraphische Gliederung der pleistozänen Bildungen im Gebiet der Blätter Lübbecke und Hartum sind die Gletscher-Ablagerungen des Drenthe-Vorstoßes – vor allem die Grundmoräne – die eindeutigste Zeitmarke. Auch für die morphologische Geschichte des Blattbereichs bildet der Drenthe-eis-Vorstoß eine starke Zäsur. Die Basis der Ablagerungen zeigt seinen nivellierenden Einfluß durch Abtragung von Höhen und Auffüllung von Senken; die dabei erreichte, meist überschätzte Größenordnung hält sich nach WORTMANN (1968) im Bereich von weniger als 25 Metern. Der Eisvorstoß kündigt sich an durch Ablagerung von Schmelzwasserprodukten, die als Vorschüttbildungen bezeichnet werden.

##### 1. Vorschüttbildungen

Die Vorschüttbildungen bestehen aus Sanden, Beckenfeinsanden, Beckenschluffen und Beckentonen. Sie wurden nur in künstlichen Aufschlüssen festgestellt.

##### Vorschüttsande (D(1),S,gf)

Helle bis graue Sande mit meist feinem und gleichmäßigem Korn wurden bei Herannahen des Drenthe-Eises aufgeschüttet. Meistens liegen sie diskordant auf den Schottern der Mittelterrasse, gelegentlich jedoch auch direkt auf den Unterkreide-Tonsteinen. Ihre Mächtigkeit schwankt stark und dürfte ursprünglich in den Senken 15 m, auf den Höhen 5 m nicht überschritten haben; die ermittelten Mächtigkeiten sind meist infolge nachträglicher Abtragung geringer.

---

<sup>5)</sup> Eine ausführliche Abhandlung über die Geschichte des Wesertales nördlich der Porta wird vom Verfasser (vgl. WORTMANN 1963) vorbereitet.

## Beckenbildungen (D,U,b)

Glazilimnische Bildungen in Gestalt von Beckenfeinsand, Beckenschluff und Beckenton, die auf Blatt Petershagen (WORTMANN 1968) in größerer Verbreitung (8 km<sup>2</sup>, bis 10 m mächtig) festgestellt wurden, treten im Blattbereich Hartum und Lübbecke zurück. In geeigneten Lagen mit geringer und gleichmäßiger Wasserbewegung finden sich anstelle der Schmelzwassersande sehr gleichmäßig fein gekörnte helle Sande. In der Bohrung 11 für das geplante Wasserwerk im Raume Offelten (Bl. Lübbecke) erreichen sie 4 m Mächtigkeit, zwischen Nord- und Südhemmern (Bl. Hartum) wurden sie in mehreren Bohrungen in gleicher Mächtigkeit, z. T. in grobschluffiger Fazies angetroffen (Schnitt A—B Bl. Hartum). Ein Vorkommen wurde beim Alten Postweg an mehreren Stellen (z. B. bei r 82 600, h 05 250) und bei Brennhorst (r 83 240, h 03 270) unter Grundmoräne in 2—3 m Tiefe erbohrt. Auffällig ist hier die reichliche Beimengung von grünlichen Glaukonitkörnchen. Beide Vorkommen liegen unter oder nahe bei der Wiesenniederung des Hiller Flöthebaches.

## Glazifluviatiler Sand und Kies (D,S,gf)

Schmelzwasserablagerungen von meist gröberer und häufig auch kieskornhaltiger Sortierung liegen z. T. unter, z. T. auch über und in Wechsellagerung mit Grundmoräne. Eine Trennung in Vor- und Nachschüttssande ist in den Handbohrungen meist nicht möglich, sondern nur in größeren seltenen Aufschlüssen. Hellgraue bis weißliche Färbung, unregelmäßige Schichtung und ein wechselnder Anteil von Kies aus meist nordischen Komponenten zeichnen die Ablagerungen aus. Reine Kiespakete sind selten. Die Mächtigkeit geht über 5 m kaum hinaus. Wo die Schmelzwässer über die Mittelterrassen-Schotterfelder hinwegfluteten, nahmen sie oft einen erheblichen Anteil von Wesergeröllen, an anderen Stellen auch Lokalgerölle vom anstehenden mesozoischen Untergrund auf.

Sande und kiesige Sande, gelegentlich über Mittelterrassenschottern und unter Weichsellöß erbohrt und petrographisch zu den Schmelzwassersanden gehörig, lassen sich, da hier die stratigraphisch wichtige Grundmoräne fehlt, nicht genauer einstufen. Die Möglichkeit, daß sie z. T. vielleicht erst im Weichsel-Periglazial fluviatil umgelagert worden sind, ist in manchen Fällen gegeben.

Eine besondere Stellung nehmen die glazifluviatilen Sande und Kiese des Frotheimer Kiesrückens ein. Da sie in die Abschmelzphase des Drenthe-Eises gehören, sollen sie später im Anschluß an die Grundmoräne beschrieben werden.

## 2. Grundmoräne (D,Lg)

Auf die Vorschüttbildungen legen sich etwa gleichzeitig mit den Sanden und Kiesen des Frotheimer Rückens (s. S. 81—86) die Ausschmelzprodukte des Drenthe-Eises. Für das Kartengebiet war dies der Hauptvorstoß, der bis nach Holland und an den Niederrhein reichte, vielleicht aber nicht von langer Dauer

war und durch einen verhältnismäßig schnellen Zerfall des Eises charakterisiert ist.

Die Grundmoräne besteht aus den völlig unsortiert abgelagerten Mineralkomponenten des Inlandeises. Sie hat ursprünglich das ganze Gebiet als geschlossene Decke überzogen, mit Ausnahme der später zu behandelnden Kiessandrücken. Beim Vorrücken des Eises wurde das Material aus dem überfahrenen Untergrund fein zerrieben, z. T. auch in größeren Schollen vom Eis aufgenommen. Beim Abschmelzen des Eises blieb dann ein ungeordnetes Gemisch feinsten Tonteilchen mit Schluff, Sand, Kies und großen Geschieben zurück. Wenn der nahe Untergrund aus lockeren oder besonders plastischen Bodenarten bestand, wurde er manchmal gestaucht, gefaltet und bildet dann z. T. schuppenartige Einschaltungen in der Grundmoräne.

Die Grundmoräne, petrographisch als Geschiebemergel bezeichnet, ist ein sandiger bis toniger, kalkhaltiger, mittel- bis dunkelgrauer bis graugrünlcher Lehm, der mit meist regellos verteilten kleineren und größeren Steinen (Geschieben) durchsetzt ist. Die größeren Steine werden Findlinge genannt. Der Stein- und Grobkiesanteil besteht vorwiegend aus Gesteinen nordischer Herkunft. Durch massenhafte Aufnahme von lokal anstehendem Untergrundmaterial entsteht der Typus der „Lokalmoräne“.

Im nördlichen Blatteil mit hochanstehenden Kreide-Tonsteinen bildet sich so die lehmig-tonige Fazies der Grundmoräne, im mittleren und südlichen Blatteil mit hochanstehendem Kies und Sand der Mittelterrassenfelder dagegen eine mehr oder weniger „leichte“ sandig-lehmige Lokalmoräne. Die größeren Geschiebe in den Lokalmoränen sind jedoch vorherrschend von nordischer Herkunft.

Die durch die Geschiebestatistik (nach HESEMANN 1931 und LÜTTIG 1959 c) ermittelten Herkunftsgebiete der Grundmoränengeschiebe waren in fast allen der zahlreichen Zählungen im Blattbereich Hartum und Lübbecke denen auf Blatt Petershagen sehr ähnlich, so daß hier darauf verwiesen werden kann (WORTMANN 1968). Die von Frau A. WORTMANN ermittelten „Hesemann-Zahlen“ am Gut Verhoff (r 81 500, h 06 100) mit 0190 und am Bahnhof Hartum (r 88 300, h 97 960) mit 1270 zeigten das typische Drenthe-Spektrum:

Bahnhof Hartum

2 m Grundmoräne unter Löß

Ostfennoskandisch:

2 Åland-Rapakivi-Granite

2 Åland-Aplit-Granite

Mittelschweden:

3 Bredvad-Porphyre

2 rote Särna-Porphyre

2 Garberg-Porphyre

1 Grönklitt-Porphyr

2 Dala-Sandsteine

6 Digerbergsandsteine

2 Rote Ostseequarzporphyr

1 Brauner Ostseequarzporphyr

Südschweden:

- 46 Småland-Granite
- 2 Paskallavik-Porphyre
- 2 Wexiö-Diorite
- 1 Emarp-Porphyr

Westfennoskandisch:

0

Gezählt: 77 Geschiebe

„HESEMANN-Zahl“: 1270

Eine Ausnahme machte das beim Friedhof Frotheim (r 77 600, h 02 960) in den Kiesrücken eingepreßte, grundmoränenähnliche Paket (Abb. 17), das einen höheren Anteil an ostfennoskandischen Geschieben aufwies und dessen Zählung die Hesemann-Zahl 3340 ergab. Die Umrechnung in das TGZ (= Theoretische Geschiebezentrum) von LÜTTIG (1959 c) ergibt hier 17,2 – 59,3:

In Kamessande eingepreßtes Grundmoränenpaket<sup>6)</sup>

Ostfennoskandisch:

- 15 Åland-Rapakiwi-Granite
- 2 Åland-Granitporphyre
- 3 Finnland-Rapakiwi-Granitporphyre
- 2 Åland-Aplitgranite
- 3 Ragunda-Granite
- 2 Refsund-Granite
- 1 Rätgranit

Mittelschweden:

- 5 Rote Ostseequarzporphyre
- 9 Bredvad-Porphyre
- 3 Stockholm-Granite
- 2 Grönklitt-Porphyrite
- 2 Venjan-Porphyrite
- 2 Garberg-Granitporphyre
- 3 Digerbergsandsteine

Südschweden:

- 9 Spinkamåla-Granite
- 5 Wånewik-Granite
- 3 Småland-Quarzporphyre
- 2 Karlshamn-Granite
- 2 Emarp-Porphyre
- 2 Småland-Aplitgranite
- 2 Hälleflinten
- 1 Högsrum-Granit
- 1 Halen-Granit
- 1 Wexiö-Diorit
- 1 Bornholm-Granit
- 1 Kinne-Diabas

Westfennoskandisch:

0

Gezählt: 85

<sup>6)</sup> Die Geschiebe-Bestimmungen wurden liebenswürdigerweise von Prof. Dr. HESEMANN kontrolliert.

Trotz späterer starker Abtragung ist der Geschiebemergel noch weit verbreitet. Auf Blatt Hartum nimmt er fast geschlossen den gesamten Blattbereich nördlich der Sandlöß-Grenze ein. Auch die auf der Karte als Unterkreide ausgegliederten Flächen tragen meist noch eine dünne Decke von Grundmoräne. Ebenfalls unter den Lößflächen liegen noch erhebliche Areale mit Grundmoräne. Völlig beseitigt (bzw. nicht abgelagert) ist die Grundmoräne jedoch im Bereich des großen Moorkomplexes von Eilhausen im Westen bis über Hartum im Osten hinaus (bis Minden). Auffällig wenig Grundmoräne findet sich am nördlichen Hangfuß des Wiehengebirges. Bei der auf den älteren Karten hier verzeichneten Grundmoräne handelt es sich nach neueren, guten und zahlreichen Aufschlüssen durchweg um Solifluktionsschutt des Weichsel-Periglazials (s. S. 93) von z. T. erheblicher Mächtigkeit. Es besteht naturgemäß die Möglichkeit, daß unter nicht durchteuftem Solifluktionsschutt noch Grundmoränenreste verborgen liegen.

Von der Grundmoräne sind manchmal nur die schwer beweglichen größeren, z. T. auch die kleineren Steine als sogenannte Steinsohle erhalten geblieben. Da bei der Beseitigung der feineren Körnungen oft der Wind die letzte und entscheidende Rolle gespielt hat, haben die Restgeschiebe der Steinsohle oft Windschliff-Spuren oder sind stark überformte „Windkanter“.

Eine Übersicht der Korngrößenverteilung, getrennt nach sandiger und toniger Fazies, zeigt Abb. 10.

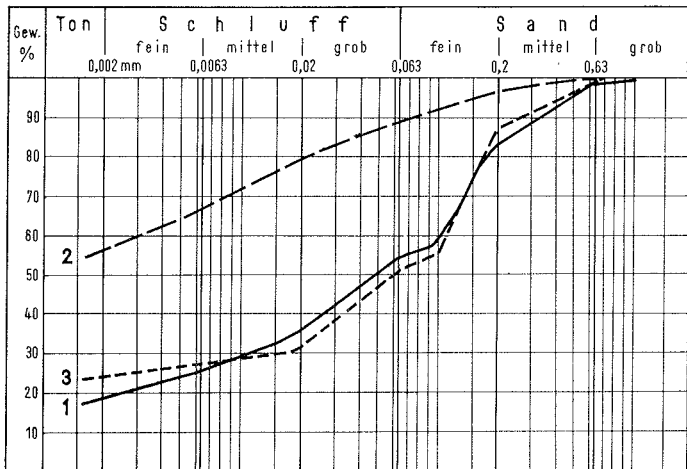


Abb. 10. Korngrößendiagramm von Grundmoränen  
 Kurve 1 bei Bad Fiestel (Bl. Lübbecke, r 70 420, h 03 050)  
 Kurve 2 bei Bad Fiestel (Lokalfazies)  
 Kurve 3 bei Brandheide-Hedem (Bl. Lübbecke, r 68 320, h 03 940)  
 („Graulehm“-Fazies)

Es herrschen ähnliche Verhältnisse, wie sie WORTMANN (1968) für Bl. Petershagen geschildert hat. Abb. 10 zeigt im einzelnen starke Verschiedenheiten. Hier ergibt sich im Mittel für die sandige Grundmoräne ein Hauptanteil von 80 % Fein- und Mittelsand. Die lehmig-tonige Fazies der Grundmoräne, die meist in der Nachbarschaft von anstehendem Unterkreide- bzw. Wealden-Ton vorkommt, zeigt schon im Mittel von nur 14 Proben eine ausgeglichene Kornverteilungskurve vom Rohton (34 %) bis zum Grobsand. Kies- und Steinanteil, die vor der Analyse abgesiebt wurden, können in beiden Varianten der Grundmoräne größeren Schwankungen unterworfen sein.

Der tonige Geschiebemergel enthält manchmal sandige oder kiesige, linsenförmige Einlagerungen, die nach 1 oder 2 m seitlich auskeilen.

Aufschlüsse im Geschiebemergel sind selten, da die früher üblichen Lehmgruben für Gewinnung von Fachwerk- und Ziegellehm schon lange aufgegeben worden sind. Aufschlüsse für Geschiebelehm sind auch die Kiesgruben und Ziegelei-Tongruben, die immerhin einen gewissen Einblick bieten.

Die Grundmoräne erreicht meist nur Mächtigkeiten zwischen 1 und 3 m. Größere Mächtigkeiten über 10 m (max. 19 m), die auf Blatt Petershagen eingezeichnet wurden, sind seltene Ausnahmen und wurden im Blattbereich Hartum und Lübbecke nicht festgestellt. Die großen Mächtigkeiten hängen wahrscheinlich mit der örtlichen Konfiguration der Erdoberfläche vor der Ablagerung

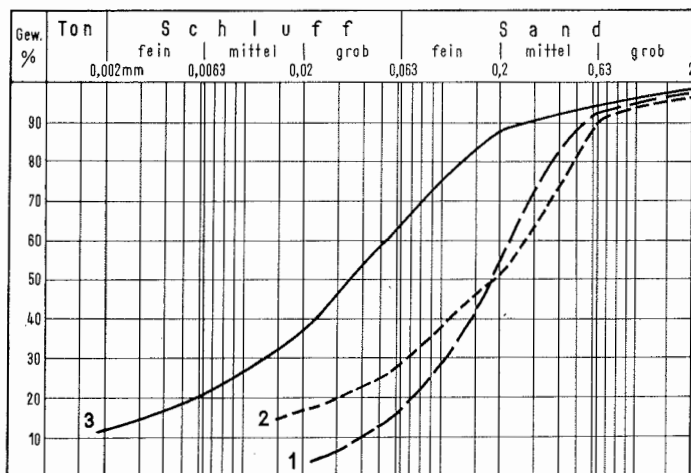


Abb. 11. Korngrößendiagramm der Grundmoräne südlich Mindenerwald (Bl. Hartum, r 84 600, h 04 200). Die Kurven 1 und 2 zeigen die durch Auswaschung (Geschiebesandbildung) an Ton verarmten oberen Bodenbereiche. Kurve 3 zeigt die normale Ausbildung ab 0,8 m Teufe.



zusammen, da über den präexistensten Senken die Mächtigkeit der Grundmoräne größer ist (WORTMANN 1968).

Die oberen Horizonte des Geschiebemergels bis zu 0,8 m Tiefe sind an Feinkorn verarmt, stellen also dessen Verwitterungszone dar, der ungeschichtet ist und oft einen etwas höheren Steinanteil (relative Anreicherung) aufweist (Geschiebesand, Abb. 11).

Die Bildungszeit des Geschiebesandes kann naturgemäß von der drenthestadialen Abschmelzzeit bis heute reichen. In der Hauptsache dürfte er zwar im weichselperiglazialen kalten Klimaabschnitt (mit mangelnder Pflanzendecke, Bodenfrost und starker Windtätigkeit) gebildet worden sein, doch erschien es im Interesse der Kartenübersichtlichkeit nicht angezeigt, den Geschiebesand auf den Grundmoränenflächen besonders darzustellen. Er ist hier fast überall vorhanden.

Der Geschiebemergel ist im Blattbereich in der Regel stark verwittert. Auf die Bildung des Geschiebesandes wurde bereits hingewiesen. Böden der Eem-Warmzeit in der bodentypologischen Ausbildung „Graulehm“ (nicht zu verwechseln mit den „Grauerden“ auf Löß der älteren geologischen Spezialkarten) sind fossil und auch bei Überformung durch das Klima der Weichsel-Ver eisung und des warmzeitlichen Holozäns noch recht deutlich zu erkennen und analytisch nachweisbar.

Bei einer Mächtigkeit der Grundmoräne von mehr als 2 m ist im unteren Teil der ursprüngliche Kalkgehalt nur bei den ausgesprochen sandigen Varietäten ausgewaschen. Die Entkalkungstiefe ist erheblichen Schwankungen unterworfen, da sie von vielen Faktoren, wie ursprüngliche Korngrößenverteilung, Höhe des ursprünglichen Kalkgehaltes, Intensität und Dauer der Bodenbildung, Durchlässigkeit und Lage zum Grundwasserspiegel, abhängig ist.

Entgegen der häufig vertretenen Lehrmeinung von der generellen tiefen Entkalkung der „Altmoräne“ wurden bei der Kartierung größere Flächen mit geringer Entkalkungstiefe (0,5 – 0,7 m unter Oberfläche) festgestellt. Die bodenkundliche Spezialkartierung für die landwirtschaftliche Standorterkundung 1 : 5000 hat nach mündlicher Mitteilung von Dr. WILL diese Feststellungen im einzelnen und für große Flächen bestätigt. Eine Regel, daß die geringeren Entkalkungstiefen an lehmig-tonige, schwer durchlässige Varietäten der Grundmoräne geknüpft wären, wie man erwarten sollte, läßt sich nicht ableiten. Es scheint jedoch eine Beziehung zu einem relativ hohen Grundwasserspiegel, der eine tiefere Entkalkung verhindert, zu bestehen. Andere Fälle erklären sich durch eine erosive Entfernung der älteren Verwitterungs- bzw. Bodenhorizonte und eine Freilegung von frischem unverwittertem Geschiebemergel im periglazialen Klima der Weichsel-Kaltzeit. Die nachfolgende Bodenbildung war hier für eine Entkalkung über 0,5 – 0,8 m hinaus noch nicht intensiv genug.

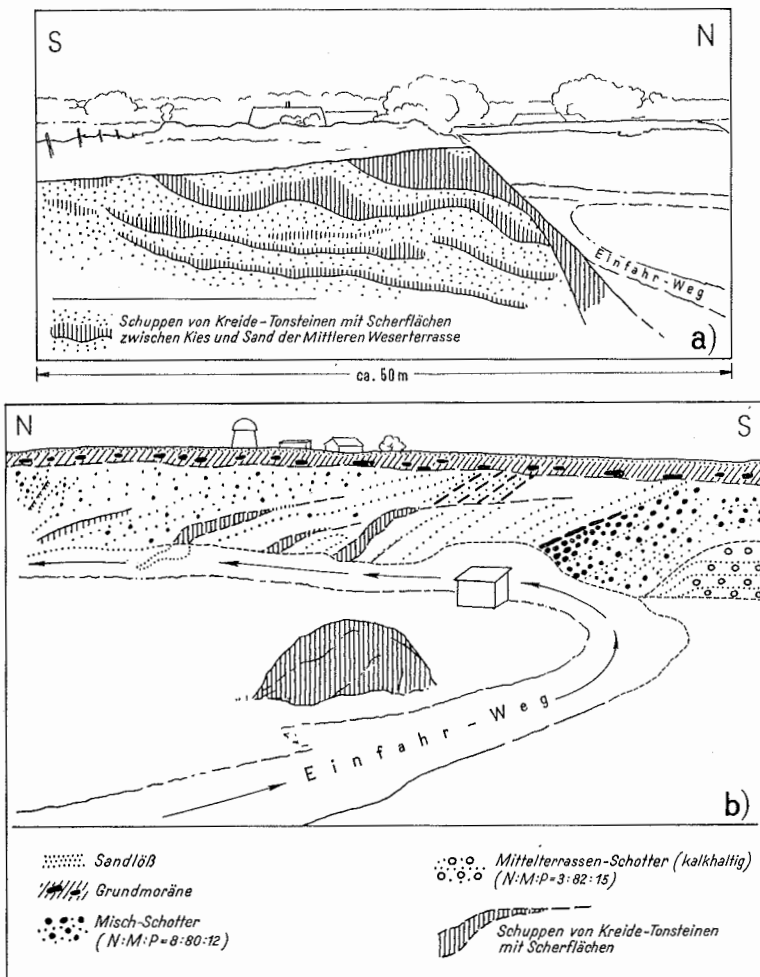


Abb. 12. Kiesgrube „Der Höchte“ nordwestlich von Hille (Bl. Hartum)  
a) Westwand, b) Ostwand

Gelegentlich ist eine gewisse Verzahnung von Grundmoräne und glazifluvialen Sanden im Aufschluß oder in Bohrungen festzustellen. Diese örtlichen Verzahnungen können aber nicht dazu dienen, generell einen älteren von einem jüngeren drenthestadialen Eisvorstoß abzutrennen. Lokale Besonderheiten, wie sie z. B. GRUPE (1933, S. 39) in der Hausberger „Schweiz“ festgestellt hat, wo Geschiebemergel die Kames-Ablagerungen sowohl unter- als auch überlagern soll, dürfen in ihrer Bedeutung für die Vollgliederung der Saale-Kaltzeit nicht überschätzt werden.

### 3. Stauchwall von Hille und Levkenstadt (Blatt Hartum) (R.,st)

Von Hille-Neuenbaum bis Nordhemmern — Obelgünne zieht über die Blattmitte von Hartum über fast 6 km ein meist durch jüngere Schichten verdeckter Stauchwall hin. Er besteht anscheinend aus mehreren (drei?) Unterstaffeln. Morphologisch hebt er sich deutlich in der bis 68 m hohen „Höchte“ bei Hille und einem flacheren Rücken bei Levkenstadt über die Umgebung heraus. Besonders von Norden her, also vom Hinterland des Gletschers, beträgt der relative Höhenunterschied bei Hille ca. 20 m, während der Südfall sanfter ist (Neigungsverhältnis 1 : 25).

In den beiden größeren Aufschlüssen des Stauchwalles Höchte bei Hille (Abb. 12, 13) und der Sandgrube bei Levkenstadt (Abb. 14) zeigt sich der gleiche Aufbau vom Typus der Stauchzonen der „Rehburger Phase“: Über die steil aufgeschuppten und von Tonsteinen der Unterkreide durchzogenen Schotter und Sande (der Mittelterrasse) geht diskordant die drenthestadiale Grundmoräne, stellenweise unter Zwischenschaltung von Vorschüttssanden, hinweg. Den Abschluß des Profils nach oben bilden weichselzeitlicher Sandlöß bzw. in Levkenstadt an der Ostseite der Grube feine, etwas tonige Flugdecksande. Einzelheiten lassen die Abbildungen 12, 13 und 14 sowie der farbige Schnitt E—F (Taf. 1) erkennen.

Die generelle Richtung der Aufschuppung geht von Norden nach Süden. Weitere Stauchungen vom gleichen Typus wurden außerdem 600 m südlich der Höchte im Jahre 1965 bei Ausschachtungen für einen Hauskeller an der Hauptstraße Hille — Frotheim festgestellt. Mit Sicherheit sind weitere kleinere Stauchstaffeln unter der geschlossenen Decke der (jüngeren) äolischen Ablagerungen und der Grundmoräne verdeckt vorhanden. Die Staffeln in dem östlich an die Höchte anschließenden Höhenrücken (Höhe 60, Höhe beim T.P. 59,4 m, beim T.P. 64, bei Greftmühle und Höhe 60 bei Rannemann) wurden bei Peilbohrungen bis zu 10 m Tiefe durch Einschuppung von dünnen Tonsteinlagen in Sande der Mittelterrasse festgestellt. Weiter westlich auf Blatt Lübbecke sowie auch auf dem östlich anschließenden Blatt Petershagen (WORTMANN 1968) wurden keine Stauchrücken festgestellt.

Stauchrücken vom gleichen Typus haben KELLER (1951) 60 km weiter westlich (nördlich von Osnabrück bei Uffeln) und BRAUN (1953) 75 km weiter südlich im Münsterland bei Ladbergen festgestellt. Es fragt sich, ob man diese zwischen der bekannten Rehburger Randlage (WOLDSTEDT 1925) und der drenthestadialen Endmoräne am Niederrhein gelegenen einzelnen Stauchrücken nach dem Vorschlag von LÜTTIG (1959 b) als Staffel bzw. Phase bezeichnen soll. Für die Bildungen auf Blatt Hartum kämen die Bezeichnungen Mindener oder Hiller Staffel in Frage.

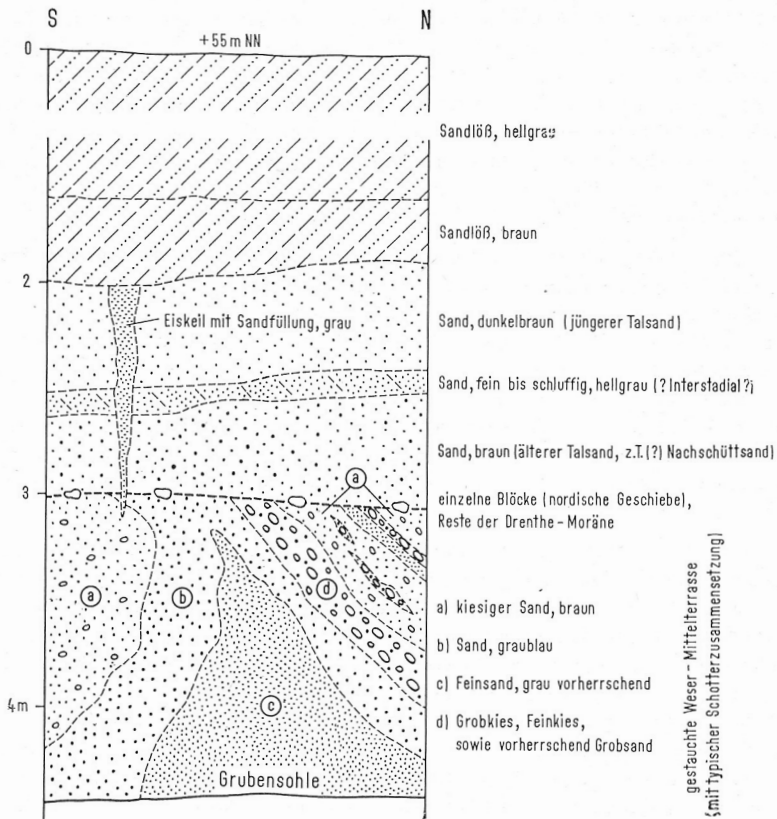


Abb. 13. Eingeebnete Stauchzone bei Hille (Bl. Hartum, r 81 600, h 01 340)

#### 4. Kiessandrücken von Frotheim (D,S+G,k)

Ein anderer auffälliger, langgestreckter, 700 – 1000 m breiter Rücken, der äußerlich dem Hiller Stauchrücken ähnlich sieht, beginnt südwestlich von Hille bei der Kanalbrücke Neuer Damm (+ 45 m NN) und zieht über Birkenfeld – Stellerort, wo er bei der Schule mit 62,6 m NN seine größte Höhe erreicht, nach Norden umbiegend und in gleicher Richtung allmählich abfallend weiter bis zur Schule Dieckerort (Bl. Lübbecke). Dieser ca. 7 km lange, aus Kies und Sand aufgebaute Rücken wird im südlichen Teil bis etwa Frotheim von einer dünnen Sandlöß- und Flugsanddecke überkleidet; weiter nördlich liegt der Sand und Kies frei zutage. Am östlichen Hangfuß schließen Grundmoräne und jüngere Moorbildungen, am südlichen und westlichen jüngere Talabsätze und Moorflächen an.

Es zeigt sich, daß die an und nahe der Erdoberfläche erscheinenden Sande und Kiese nur einen Teilbereich aus einer weit größeren geologischen Einheit darstellen. Beim Neuen Damm im Osten tauchen die Kiese und Sande unter die holozänen Torfe und die Tal- und Beckenbildungen ab. Unter der Moorniederung sind sie in Bohrungen bis nach Minden nachgewiesen. Im nördlichen Teil verschwinden sie in ähnlicher Weise bei Dieckerort unter den Talbildungen der Kleinen Aue, sind jedoch auch hier bis zum Nordrand von Blatt Lübbecke in großer Mächtigkeit erbohrt und auch weiter nördlich auf Blatt Rahden in einzelnen Bohrungen noch angetroffen worden. Die Basis der Sande und Kiese liegt in einer tief eingeschnittenen Rinne, deren Lage durch eine breite Eispalte im Drenthe-Eis, die sich kurz vor oder gleichzeitig mit dem Eiszerfall bildete, bestimmt wurde. Die Erosionsrinne hat (im Abschnitt Minden – Stellerort) die Unterfläche der Mittleren Terrasse um ungefähr 10 m unterschritten und reicht überall bis in die mesozoischen Tonsteine hinein. Von Stellerort aus schwenkt die Rinne nach Nordwesten und nimmt im untersten Teil stellenweise klammartige Formen an. Dabei verschmälert sich ihr Querschnitt um etwa 50 %. Wahrscheinlich ist der Querschnitt an der tiefsten Stelle der Rinne (beim Pumpwerk Espelkamp um NN!) am kleinsten (Taf. 2).

Ein typisches Schichtenprofil zeigt Bohrung Nr. 11 (Bl. Hartum, s. S. 188). Die Sande und Kiese bestehen, obwohl sie stellenweise im Bereich des alten Weserlaufes auch Wesergerölle aus der Mittelterrasse enthalten, vorwiegend aus nordischem Material. Der meist hellgraue Sand wechselt vertikal und z. T. auch horizontal mit einem auffällig grünlichen, meist sehr gleichkörnigen Mittelsand. Die grünliche Farbe ist durch reichliche Beimengung von Glaukonitkörnchen (? aus aufgearbeitetem Tertiär) bestimmt. Auffällig sind in manchen Aufschlüssen, z. B. „Im Loh“ (r 77 750, h 01 700) kaum gerollte Bruchstücke von Toneisensteingeoden (aus den benachbart anstehenden Unterkreide-Schichten) oder gut gerollte Tonstein-Gerölle, die ihre Form durch Transport im gefrorenen Zustand erhalten haben. An einer Abstichfläche von 2 mal 4 m Größe

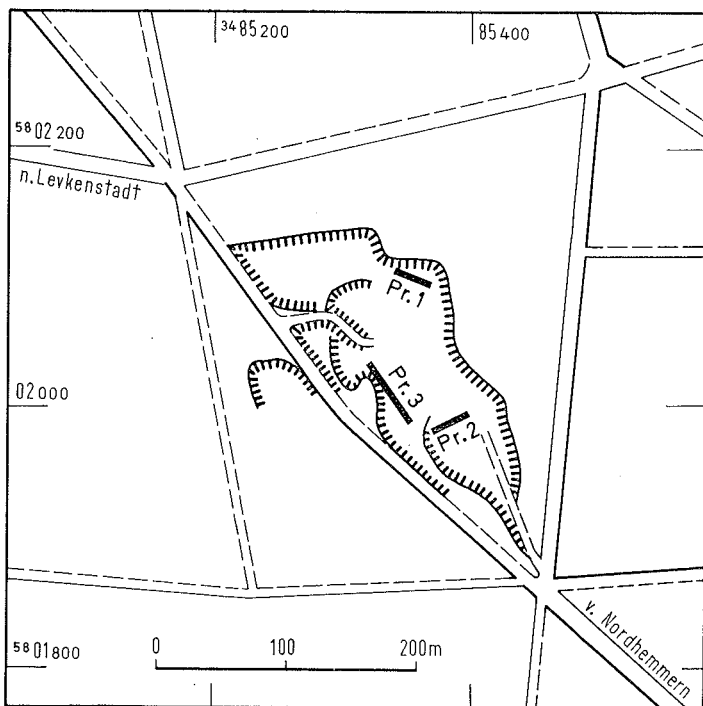


Abb. 14. Kiesgrube Levkenstadt bei Nordhemmern (Bl. Hartum). Lageskizze mit Eintragungen der Profile 1—3 (s. S. 82/83)

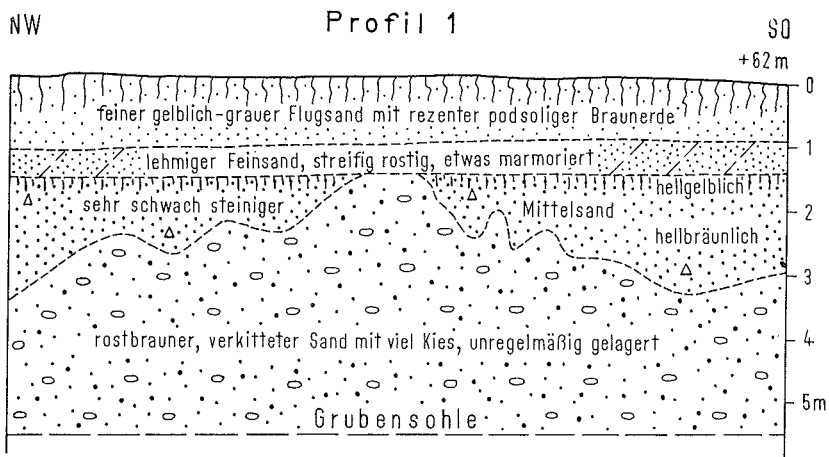


Tabelle 7

Geröllanalysen vom Frotheimer Kiessandrücken  
(Zählungen A. WORTMANN)

Aufschluß- bezeichnung	Lage	Teufe in m u. Gel.	Stück- Prozente <sup>7)</sup> N : M : P	prozentualer Anteil der „Weser“- gerölle	Schüt- tungs- richtung
<b>Blatt Hartum</b>					
Moormitte Wiese 12	r 85 010 h 97 600	32 — 35	60 : 35 : 5	≈ 25 %	—
Moormitte Wiese 8	r 83 770 h 97 950	27 — 28 24 — 25	28 : 68 : 4 49 : 49 : 2	≈ 35 %	—
Moormitte Wiese 5	r 82 480 h 98 480	17 — 22	24 : 56 : 20	≈ 70 %	—
Moormitte Wiese 2	r 81 500 h 98 740	28 — 29 30 — 32 37 — 38,5	18 : 66 : 16 22 : 76 : 2 50 : 50 : 0	≈ 65 % ≈ 40 % ≈ 20 %	—
Hille Moorgraben	r 80 500 h 99 550	1 — 2	55 : 40 : 5	≈ 10 %	(?) SO
Kiesgrube Stellerort-Ost	r 79 300 h 00 200	1 — 2	56 : 25 : 19	≈ 22 %	NW nach SO
Kiesgrube „Im Loh“	r 77 750 h 01 700	1,5 — 2	59 : 32 : 9	≈ 15 %	(?) S
Frotheim Bohrung	r 77 900 h 02 160	9,2 — 10	40 : 53 : 2	≈ 5 %	—
<b>Blatt Lübbecke</b>					
Sandgrube Kahre	r 77 000 h 04 050	1,5 — 2	83 : 9 : 8	≈ 10 %	(?) S
Dieckerort Bohrung	r 76 240 h 04 700	16 — 30	30 : 65 : 5	≈ 5 %	—
Mittwald Bohrung	r 76 480 h 05 340	15 — 20	90 : 7 : 3	≈ 3 %	—
Pumpstation Bohrung	r 75 820 h 06 220	5,8 — 6,0	57 : 38 : 5	≈ 5 %	—

<sup>7)</sup> N = nordische Gesteine, M = einheimisch-mesozoische Gesteine, P = einheimisch-paläozoische Gesteine  
Der M- (= mesozoische) Anteil enthält reichlich Wealden- und Unterkreide-Tongerölle der näheren Umgebung

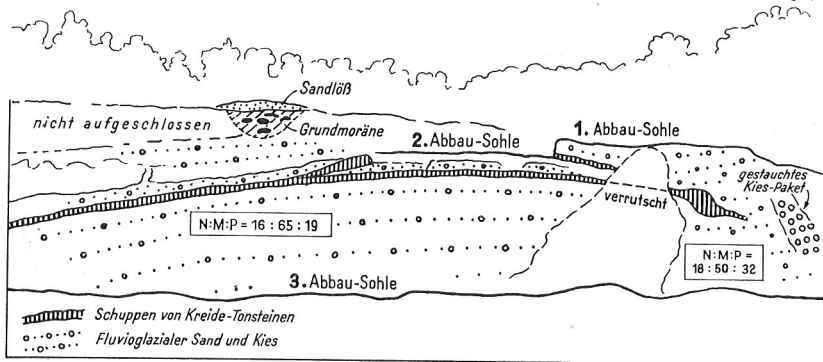




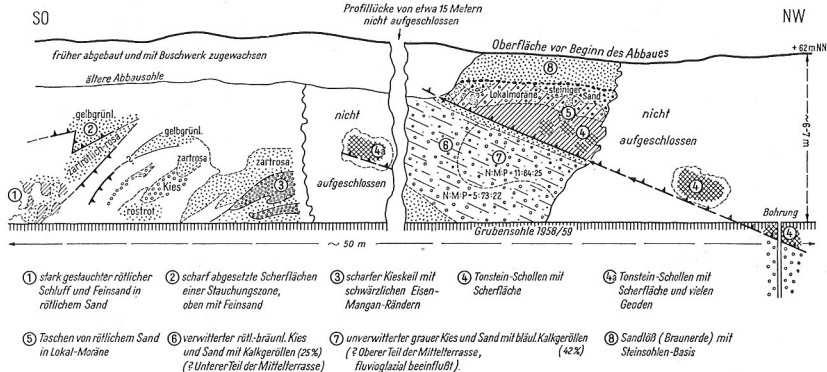
NO

## Profil 2

SW



## Profil 3

Profilfläche von etwa 15 Metern  
nicht aufgeschlossen

an der Westwand der Sandgrube waren ca. 30 derartige Gerölle von 3 – 12 cm Größe angeschnitten. Diese Gerölle stammen nach mikropaläozoologischen Bestimmungen von Dr. KNAUFF aus den die Rinnenwände bildenden Tonsteinen des Wealden, Mittel- und Obervalendis (s. Tab. 7).

Die Sande und Kiese sind im allgemeinen vorherrschend gut geschichtet und sortiert, doch kommen auch unregelmäßige Einlagerungen verschiedenster Art (Verschuppungen, stark diskordante Parallelschichtung) vor, oft nahe beieinander. Beispiele dafür zeigen die leicht schematisierten Abbildungen 15 und 16.

Der Kiessandrücken liegt in der ganzen bisher bekannten Verbreitung über der Rinne angehäuft.

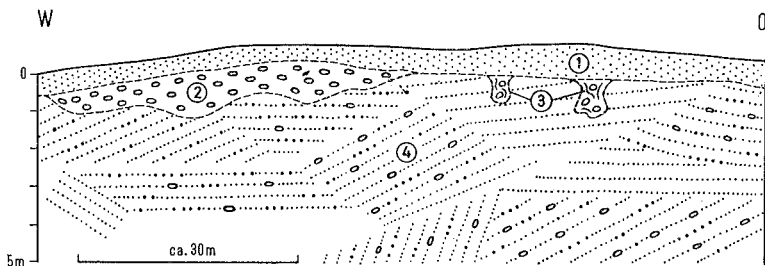


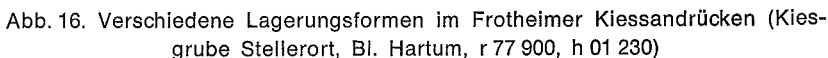
Abb. 15. Profil der Kiesgrube im Frotheimer Kiessandrücken  
(Bl. Hartum, r 77 600, h 02 800)

- 1 = Flugdecksand, schwach lehmig, unten schwach steinig, hellgelblich
- 2 = Kies, kaum geschichtet, mit kleinen Tonsteingeröllen
- 3 = Brodeltöpfe mit Kies und nordischen Blöcken
- 4 = Grobsand und Mittelsand mit wenig Feinkies, stark diskordante Parallelschichtung, nordische Komponente vorherrschend

Unter dem Bastau-Moor südlich Hille liegt die Rinnenbasis bei +9 m NN. Von hier ab etwa biegt die Rinne aus der bisherigen, mit dem Tal der Mittelterrassen-Weser übereinstimmenden westöstlichen in nördliche Richtung auf Espelkamp-Mittelwald um und vertieft sich kontinuierlich auf 0 m NN beim Pumpwerk Espelkamp, wo die Quartärbasis bei dieser Teufe noch nicht erreicht war. Auf dem nördlich anschließenden Blatt Rahden fächert die Rinne nach dem „Engpaß“ von Espelkamp offensichtlich stärker auf. Die Tafel 2 zeigt die Einschnürung und die geringe Breite des untersten Rinnenteils, der beim Pumpwerk unterhalb der 10-m-Linie kaum 20 m beträgt.

Das ganze Gebilde des Kiessandrückens von Frotheim zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit dem bekannten, viel diskutierten Münsterschen Kiessandrücken. Hier wie dort fehlt die Überdeckung durch Grundmoräne, die sich jedoch seitlich, z. T. leicht verzahnt, an den Kiesrücken anschließt. Die Darstellung im Mächtigkeitsschnitt am Blattrand, wonach die Grundmoräne überlagernd eingezeichnet ist, bedarf der Korrektur. Eine bemerkenswerte Abweichung liegt darin, daß der Frotheimer Rücken ausnahmslos über der tiefen Rinne liegt, während der Münstersche Rücken z. T. abseits der Rinne verläuft (BAECKER 1963). Messungen der Schüttungsrichtung führten zu keinem eindeutigen Ergebnis; nach den wenigen Messungen scheint die S- und SO-Richtung zu dominieren.

Die Deutung der Genese des Münsterschen Rückens ist noch immer umstritten (ARNOLD et alii 1960, BAECKER 1963). Für den Frotheimer Rücken bietet



- Kieszählung (N = nordische Gesteine

P = paläozoische Gesteine)

A 10 : 54 : 36

B 26 : 52 : 22

C 27 : 48 : 25

D 31 : 48 : 21

Es sei besonders betont, daß der nach Norden gerichtete Teil der Kies- und Sandrinne zur Zeit der Bildung der Mittelterrassen der Weser noch nicht bestand und erst durch drehtestadiale Schmelzwässer kurz vor oder während der Abschmelzphase — etwa zusammen mit der Bildung der Grundmoräne — eingeschnitten und wieder aufgefüllt wurde. Eine Erklärung als lokale, durch

Salzauslaugung bedingte Erscheinung kommt nicht in Frage, da die Zone der Salzserie des Münder Mergels kurz gequert wird und weiter nördlich die schützenden Tonstein-Deckschichten so mächtig sind, daß die etwa vorhandenen Salzkörper vor der Ablaugung geschützt sind.

Die Abzweigung der tiefen Rinne von dem Ost-West verlaufenden alten Weser-Tal nach Norden zapft das riesige Grundwasserreservoir der Mittleren Terrassenkiese an und liefert einen Teil der erheblichen Wassermengen, die entgegen den Erwartungen vom Pumpwerk Espelkamp-Mittwald mit seinem kleinen Oberflächeneinzugsgebiet entnommen werden können.

Der Kiessandrücken wird bei Frotheim von der Nordgrenze der Sandlößzone geschnitten, so daß er auf der Karte zweigeteilt erscheint. Die relative Trockenheit des Rückens war ein Anziehungspunkt für die vorgeschichtlichen Siedler, wie reiche Funde von Urnen der jüngeren Bronzezeit auf dem Friedhof Frotheim und ein vom Verfasser geborgener Fund aus einer Brandgrube (vorrömisch-eisenzeitliche Gefäßscherben zusammen mit Holzkohlenstückchen, Knochenresten und Holzasche) beweisen (Abb. 17). Die Datierung ist Dr. W. R. LANGE von der Außenstelle Bielefeld des Landesmuseums für Vor- und Frühgeschichte des Landesverbandes Westfalen-Lippe zu verdanken.

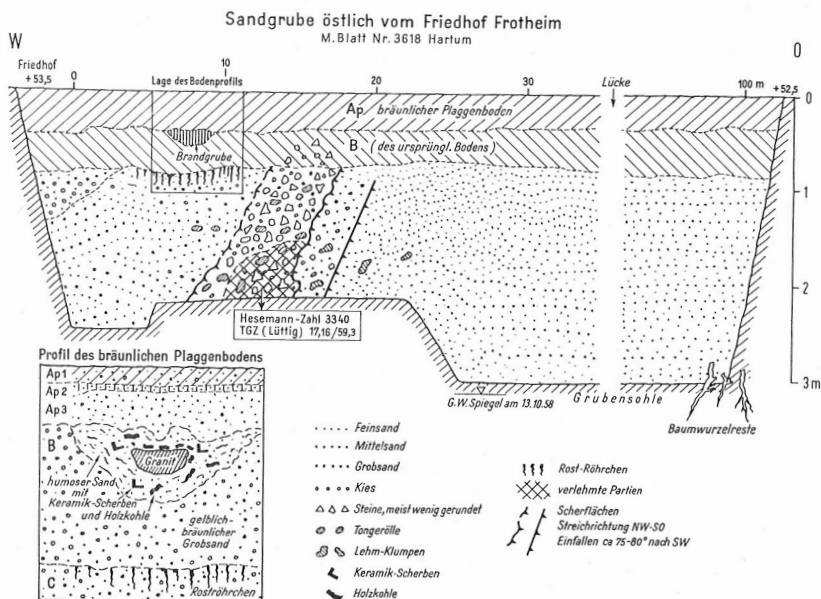


Abb. 17. Sandgrube östlich vom Friedhof Frotheim (Bl. Hartum, r 77 600, h 02 960)

## 5. Nachschüttbildungen und Ältere Talsande

Dieser Komplex umfaßt ziemlich heterogene Schichten. Das jüngere Stadium der Saale-Kaltzeit, das Warthe-Stadial, kann im Blattbereich weder in Bohrungen noch flächenhaft gegen das Drenthe-Stadial abgegrenzt werden. Eindeutig datierbare Ablagerungen des Warthe-Stadials sind im Blattbereich nicht angetroffen. Es fehlen insbesondere eindeutige Belege für eine zwischen Drenthe- und Warthe-Stadium eingeschaltete wärmere Zeit (Gerdau-, Ohe- bzw. Treene-Warmzeit), sichere Eiskeil- und andere Kongelitururbationsspuren sowie die dem klimatischen Wechsel entsprechenden Aufschotterungen und Erosionsphasen. Auch auf Blatt Petershagen gibt es keine eindeutigen Hinweise für das Warthe-Stadium (WORTMANN 1968).

Die Nachschüttbildungen gehen seitlich ohne deutliche Grenze in die älteren Talsande über. Nur lithologisch sind begrenzte Unterscheidungsmöglichkeiten gegeben, da die Talsande in den breiten und gefällearmen Niederungen feinkörniger und z. T. erheblich schluffiger als die an den Hängen der Geschiebelehm-Rücken abgelagerten Nachschüttsande mit mehr glazifluvialen Merkmalen sind. Oft bleibt nur eine Grenzziehung nach morphologischen Kriterien und damit verbunden eine gewisse Willkür.

Die Grenze gegen die Jüngeren Talsande ist nur bei Einschaltung von Eem-Interglazial in Bohrungen sicher vorzunehmen. Zeitlich entsprechen die Älteren Talsande der Älteren Niederterrasse, die Jüngeren Talsande der Jüngeren Niederterrasse. Da es sich jedoch besonders im Bereich Blatt Lübbecke weniger um fluviale als vielmehr um Beckenbildungen handelt, ist die Bezeichnung Niederterrasse wenig geeignet.

### Nachschüttsande (D(2),S,gf)

Nachschüttsande von eindeutig glazifluvialen Habitus ließen sich an der Oberfläche nur nordöstlich Wittloge auf Blatt Hartum nachweisen. Manche Vorkommen von Schmelzwassersand unter jüngeren äolischen Bildungen gehören wahrscheinlich dazu. Auf Blatt Lübbecke kommen bei Twiehausen und Kurzenhülsen einige zusammenhängende größere Flächen vor.

Am Südhang des Stauchrückens von Hille sind Sande ähnlicher Beschaffenheit in Bohrungen und in einer Baugrube erfaßt worden. Wie Tafel 1 zeigt, gehört der untere Teil hierher, während der obere Teil zusammen mit den südlich von Seltmoor unter Sandlöß liegenden Sanden mindestens z. T. zu jüngeren, wahrscheinlich warthestadialen bis weichselkaltzeitlichen Beckenfeinsanden bis -schluffen gehört.

Auf Bl. Lübbecke sind größere Sandflächen (mit den Symbolen D(2) bzw. D(3),S,ta) ausgegrenzt. Da sie durchweg unter jüngeren äolischen Sedimenten liegen, ist die flächenhafte Abgrenzung aus den oben bereits näher erläuterten Gründen unsicher und z. T. willkürlich.

### Ältere Talsande (D(3),S,ta)

Dieser Schichtenkomplex umfaßt, wie bereits bemerkt, im unteren Teil stellenweise Nachschüttsande. Nach oben ist er von den Jüngeren Talsanden und Beckenbildungen nur bei Einschaltungen eines Eem-Interglazials sicher abzutrennen. Auf Blatt Hartum sind Ältere Talsande nur im Schnitt dargestellt, auf Blatt Lübbecke dagegen in größeren Flächen, z. T. unter jüngeren Bildungen.

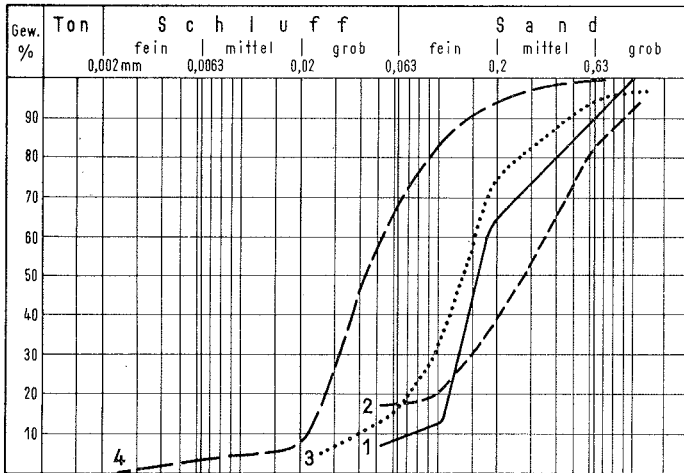


Abb. 18. Korngrößendiagramm von „Talsanden“

- Kurve 1 „Jüngerer Talsand“ von Aspel (Bl. Hartum, r 78 000, h 98 480)
- Kurve 2 „Älterer Talsand“ (unter Eem-Interglazial) von Twiehausen (Bl. Lübbecke, r 67 940, h 06 500)
- Kurve 3 Talsand, vom Schwemmfächer beeinflusst, schwach steinig (bei Schmalge, Bl. Lübbecke, r 76 130, h 06 710)
- Kurve 4 „Jüngerer Talsand“ von Grappenstein (Bl. Lübbecke, r 75 160, h 99 360)

Lithologisch handelt es sich um feinkörnige, meist helle Sande, die erhebliche Schluffanteile aufweisen können und z. T. — besonders im oberen Teil — in Beckenschluffe übergehen. Die Kurve 2 des Korngrößendiagrammes (Abb. 18) zeigt den Charakter der Älteren Talsande.

Die Mächtigkeiten betragen 2 bis 5 m, erreichen aber in einem großen zusammenhängenden Verbreitungsgebiet, das am Kanal von km 75 — 77 reicht, maximal 10 m in der Ausbildung als feinsandiger Schluff bis schwach schluffiger Feinsand. Die Oberfläche erweist sich hier auf Grund der bei +43 bis

+45 m NN auflagernden Eem-Torfe als gut erhaltene ursprüngliche Aufschüttungsfläche der Älteren Talsande. In anderen Abschnitten, z. B. bei Kanal-km 73,8 bis 74,4 ist das Relief der Oberfläche unruhiger, da die Unterfläche der Jüngeren Talsande zwischen +41 und +46 m NN wechselt.

Wie bereits am Abschnitt „Nachschüttbildungen und Ältere Talsande“ erwähnt, sind eindeutig datierbare Ablagerungen des Warthe-Stadiums im Blattbereich nicht angetroffen worden.

### 3) Eem-Warmzeit (ee,Hn)

Organogene Ablagerungen von vermutlichem Eem-Alter sind schon früher von zwei Stellen durch HARBORT & MESTWERDT (1915) beschrieben worden.

Während der Kartierung wurden in erstaunlich vielen Bohrungen Eem-Torf und Eem-Bodenreste ermittelt.

Das Kanalprofil zwischen km 73,5 und 78 verzeichnet allein 7 pollenanalytisch datierte Eem-Torfe, und im übrigen Bereich von Blatt Lübbecke sind noch eine größere Zahl von Vorkommen, z. T. in der Karte mit dem roten Buchstaben E, der Lage nach gekennzeichnet, vorhanden. Der Schnitt A-B zur geologischen Karte, Bl. Lübbecke, enthält beim Luenheider Moor und bei Bruchflage zwei Vorkommen.

Auf Blatt Hartum sind die Eem-Torfe und -Bodenreste weniger häufig. Durch die neuerdings (1965/66) abgeteufte Streckenbohrungen am Mittellandkanal ist das von HARBORT (in HARBORT & MESTWERDT 1915) erwähnte Vorkommen durch zwei weitere pollenanalytisch belegte Funde bestätigt worden. Insbesondere haben die Bohrung 27 in der Mitte des Großen Moores und einige andere gezielte Kartierungsbohrungen, die gleichfalls mit genügender Sicherheit pollenanalytisch datierte Torfe sowie Eem-Bodenreste erbracht haben, sicher gestellt, daß auch auf Blatt Hartum in der großen Niederung nördlich des Wiehengebirges während der Eem-Warmzeit eine sehr flache Landoberfläche zur Vertorfung neigte. Das Pollenspektrum beginnt jedoch in der Regel erst mit der kühleren Phase der Eem-Warmzeit. Danach war im Hoch-Eem offensichtlich nur geringe Tendenz zur Torfbildung vorhanden.

Leider brachte der 2,2 m mächtige Eem-Torf aus dem Mittelteil des Senkungstrichters im Luenheider Moor nicht das erwartete vollständige Spektrum; doch ist in einer etwa 50 m südlich vom oberen Rande des Trichters gelegenen Bohrung das warmzeitliche Spektrum vorhanden. Danach ist der Senkungstrichter, der nur die nach dem Eem-Höhepunkt gebildeten Torfe enthält, mit dem Heraufziehen des kühleren, verdunstungsschwächeren Klimas der späten Eem-Zeit aktiviert worden. Die Einschaltung einer minerogenen Phase (Bildung der jüngeren, weichselkaltzeitlichen Sedimente) zeigt die Unterbrechung der Auslaugung bei Dauerfrostboden, die erneut (holozäne) Torfbildung das

jüngste Aufleben der Auslaugung und Senkung an. Unter dem Senkungstrichter sind die Salze des Münder Mergels gravimetrisch nachgewiesen (s. S. 130). Die  $^{14}\text{C}$ -Datierung (durchgeführt von Dr. GEYH im  $^{14}\text{C}$ -Laboratorium des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Hannover) ergab nur ein Minimalalter, da eine Huminsäure-Infiltration vom Hangenden in die tieferen Schichten nicht ausgeschlossen werden konnte. Das  $^{14}\text{C}$ -Alter beträgt 37740 ( $\pm 1800$ ) Jahre vor 1950. Damit würde der Torf vor dem Paudorf-Interstadial oder sogar dem Brörup entstanden sein.

Für die Morphologie der Eem-Landschaft läßt sich aus den Torfvorkommen eine sehr flachwellige Niederungslandschaft mit stark mäandrierenden kleinen Gewässern (Bächen) ableiten, die kaum morphologische Terrassen bildeten und in dieser Hinsicht den heutigen Verhältnissen besonders im Blattbereich Lübbecke entsprechen.

#### 4) Weichsel-Kaltzeit

Die Steigerung der periglazialen Einwirkungen mit dem Heraufziehen der letzten Kaltzeit beendete die Bildung organogener Sedimente. Der weiteste Vorstoß des Eises blieb schon nördlich der Elbe in Schleswig-Holstein stecken, so daß der Eisrand 150 km vom Kartiergebiet entfernt lag. Dieser Zeitabschnitt begann etwa 100 000 Jahre und endete etwa 10 000 Jahre vor heute. Stark wirkten sich in diesem Zeitabschnitt die Besonderheiten des sogenannten Periglazial-Klimas in Gestalt von Fließerden (Solifluktion), Eiskeilen, Brodelböden (Kongeliturbationen), Steinsohlen, Windablagerungen (Löß, Flugsand) aus. Die Flußtäler und -terrassen entwickelten sich in ihrer heutigen Form.

Da im periglazialen Klimabereich die Niederschäge (und Schmelzwässer) kaum in den nur sommerzeitlichen flach aufgetauten Dauerfrostboden eindringen konnten und außerdem durch die geringe Verdunstung im vegetationsarmen Kaltzeitklima der Oberflächenabfluß von Regen und Schmelzwasser stark erhöht war, flossen die Hochwässer der wildwasserähnlichen Flüsse in sehr breiten und flachen Talungen rasch ab. Sie entwickelten eine bedeutende Transportkraft und erhebliche Seitenerosion, die durch die mitgeführten schwimmenden Eisschollen weiter verstärkt wurde. In typischer Ausprägung zeigen sich diese Erscheinungen der Flußarbeit an den großen Flüssen, wie z. B. an der Weser, auf Blatt Petershagen, die hier das näher beschriebene periglaziale Tal eines größeren Flusses repräsentiert (WORTMANN 1968).

Die kleinen fließenden Gewässer im Blattbereich zeigen dagegen weder charakteristische „Talrandbögen“ des kaltzeitlichen Flußregimes noch warmzeitliche Mäandrierung. Terrassenstufung ist nur vereinzelt und schwach ausgeprägt. Nach dem Eem herrscht vielmehr mehr oder weniger eine Umlagerung älterer Tal- und Beckenablagerungen vor, wobei die jüngeren Sedimente die



älteren nur flach und unregelmäßig überschichten. Da sedimentologisch nur geringe Unterschiede festzustellen sind, ist eine sichere stratigraphische Grenze nur bei Einschaltung von Eem-Torfen gegeben. Die übrigen Formen des periglazialen Klimabereiches, wie Kryoturbationen, Eiskeile und Solifluktionsmassen, sind zwar wenig aufgeschlossen, jedoch gut vertreten.

Über den Eem-Torfen folgen zunächst fluviatile und Beckensedimente von meist feinem Korn; später, mit heraufziehendem kaltzeitlichen Klima, werden mehr feine Sande abgelagert, die in der Karte als jüngere Talsande ausgehalten sind. Sie verzahnen sich stellenweise mit Solifluktionsmassen, die sich in der Weichsel-Kaltzeit früher als der Löß abgelagert haben.

#### **a. Niederterrasse (N) und Jüngere Talsande (w,S,ta)**

Nach dem Eem-Interglazial beginnt mit dem Heraufziehen der letzten Kaltzeit (Weichsel-Kaltzeit) ein Absinken des Meeresspiegels und eine Belebung der Tiefenerosion. Sie erreicht an den großen Flüssen, z. B. an der Weser auf Blatt Petershagen, ansehnliche Beträge, geht jedoch an keiner Stelle so tief wie die Basis der Mittelterrasse bzw. der drenthestadialen Rinnen (WORTMANN 1968).

An den kleinen Flüssen und Bächen im Bereich der Blätter Hartum und Lübbecke ist die Eintiefung unter die Oberfläche der älteren Talsande dagegen wesentlich geringer und geht nicht über 5 m hinaus. Meistens ist die Tätigkeit der Bäche und kleinen Flüsse in diesem Zeitabschnitt auf eine Umlagerung und Umschichtung der vorher von ihnen selbst abgesetzten Sedimente beschränkt. Grundlegende Änderungen bzw. Verlegungen des Gewässernetzes, wie sie für die Epoche des Eiszerfalls des Drenthe-Stadiums charakteristisch sind, kamen jetzt nicht mehr vor.

Die Aufarbeitung der eigenen Ablagerungen bringt es mit sich, daß die jüngeren fluviatilen Sedimente von den älteren (Ältere Talsande) selten mit Sicherheit abzutrennen sind. Beide haben mehr den Charakter von Beckensedimenten als von fluviatilen Ablagerungen. Hinzu kommt, daß eine morphologische Gliederung in Terrassenstufen nur undeutlich und an wenigen Stellen vorhanden ist. Die noch jüngeren äolischen und fluviatilen Ablagerungen sowie die Beckensedimente liegen meist verhüllend oder im gleichen Niveau. Die Einstufung muß wegen Mangel an Tagesaufschlüssen nach Bohrproben z. T. etwas willkürlich vorgenommen werden.

Auf Blatt Hartum konnten keine Niederterrassenflächen kartiert werden, da die aus dieser Zeit vorhandenen fluviatilen Sedimente der Bachtäler wenig unterschiedlich und eng verzahnt mit den Beckensedimenten in den Außenbezirken des Großen Moores abgelagert sind. In den Schnitten erscheinen sie unter den Symbolen D,f,s,b und ,U,b im Untergrund der holozänen Sedimente.

Die Aufarbeitung der eigenen Sedimente und ihre Ablagerung in einer neuen

geologischen Einheit, die zeitlich den Niederterrassenbildungen an den größeren Flüssen entspricht, tritt besonders an dem Teil des Flöthe-Baches auf, der von einer (?künstlichen) Bifurkation bei Renkhausen über Gestringen – Benkhausen nach Westen bis zur Einmündung in die Große Aue südlich von Schloß Ellersburg fließt.

Da Tagesaufschlüsse in diesem Bereich nur während der Bauzeit des Mittellandkanals vorhanden waren, sei hier die Beschreibung von MESTWERDT (in HARBORT & MESTWERDT 1915) nach Besichtigung der großen Aufschlüsse auszugsweise angeführt:

„Nördlich von Lübbecke folgt der Kanal dem Lauf der Flöthe. ... Die alluvialen Ablagerungen bestehen aus humosen Bildungen, die nach unten in Talsande übergehen. Diese liegen stellenweise auf der Grundmoräne der vorletzten Vereisung ... , sie mögen daher Talsande dieser wie auch der jüngsten Eiszeit und in ihrem oberen Teil noch alluvial umgelagert sein.“ ... „Die Grundmoräne liegt in der Niederung der Flöthe tiefer als auf den Uferhängen, beispielsweise nach Gestringen und Isenstedt zu, ihre untere Begrenzungsfläche folgt also ... in ihrer Form der vorglazialen Talausträumung.“ ... „In einem in die Talsande eingeschalteten Torflager fanden sich bei Hille Zähne von *Elephas primigenius*, die sein interglaziales Alter beweisen. Mithin haben wir Grund zu der Annahme, daß die Talsande unter dem interglazialen Torflager der ihm vorangehenden Vereisung, die höheren aber einer jüngeren Eiszeit entsprechen.“ ...

Die neuen Aufschlüsse durch die zahlreichen Strecken- und Bauwerksbohrungen für die Erweiterung des Mittellandkanals, deren Proben vom Verfasser ausgewertet wurden, bestätigen im ganzen die Vermutungen und Vorstellungen von HARBORT & MESTWERDT (1915). Auf Tafel 1 sind die alten und neuen Bohrergebnisse zusammengefaßt und geben ein (sicher noch stark generalisiertes) Bild von der abwechslungsreichen, durch Erosionsdiskordanzen komplizierten Aufeinanderfolge der geologischen Einheiten seit der Elster-Eiszeit.

Auffällig ist an dem größten Fluß von Blatt Lübbecke, der Großen Aue, im Abschnitt unterhalb des Steges bei Bad Fiestel die extrem geringe Mächtigkeit des gesamten Quartärs. Der Baggeraufschluß 1964 zeigte 1,2 – 2 m lehmige und sandig-lehmige fluviatile Ablagerungen auf Wealden-Tonstein. Im Basisteil liegen viele nordische Blöcke, die als schwer transportable Erosionsrelikte der Grundmoräne von den Schmelzwässern am Ende der Saale-Kaltzeit ebenso wenig weiter bewegt worden sind wie von den späteren Flußwässern, die diese schmale Talenge durchflossen haben. Wahrscheinlich handelt es sich um Reste der Niederterrasse, die dieses Talstück durchzogen haben muß. Die Auenlehme sind sicher dem Holozän zuzurechnen.

Charakteristisch für den Aufbau der Niederterrasse bzw. der Jüngeren Talsande, besonders im Tal der Kleinen Aue, ist der Abschnitt nördlich von Diekerort. In den Bohrmeisterberichten werden die Schichten (ab etwa 1 m, der Holozän darstellt) bis zu ca. 5 m Tiefe als „Schlick, sandig, stellenweise tonig“

oder als „Schlick, leicht sandig, dunkel“ bezeichnet; darunter folgt stellenweise „feiner grüner Sand“ von nicht mehr als 0,5 m Mächtigkeit. Nicht erwähnt werden unregelmäßig verteilte Torf- und Pflanzenreste, die vom Verfasser bei Ausschachtungen für drei neue Brunnen östlich des Pumpwerks Espelkamp-Mittwald im Jahre 1960 sicher beobachtet werden konnten. Unter geringmächtigem sandigem, lehmigem, z. T. torfigem Holozän waren z. B. beim Brunnen Nr. 5 graue, stark rostfleckige, schluffig-tonige Sande und weiterhin grauer, kalkfreier, schluffiger Feinsand mit ganz vereinzelt und dünnen, etwas gröberen Lagen (bis Feinkies) aufgeschlossen, die unregelmäßig verteilt moostorfige Lagen und Fetzen sowie vereinzelt Pflanzenreste enthalten. Die verworrene Einlagerung insbesondere der Torfe erweist sich als Folge einer starken, bis zu 4 m Tiefe reichenden Kryoturbation, die während oder kurz nach der Bildung der Schichten im periglazialen Klima der Weichsel-Kaltzeit wirksam war. Die pollenanalytische Datierung der Proben von Espelkamp durch Dr. v. D. BRELIE und Dr. REHAGEN ergab ein kaltzeitliches Spektrum. Bei der späteren bodenkundlichen Kartierung von Blatt Rahden hat WILL (1968) die gleichen Schichten in weiter Verbreitung gefunden. Nach oben werden sie häufig durch ein charakteristisches, sehr dünnes Bändchen von äolischen Ausblasungsprodukten (Grobsand – Feinkies) abgeschlossen, über dem die Generation der (älteren und) jüngeren Flugsande folgt.

In die Niederterrasse bzw. die Jüngeren Talsande der Flöthe sind an einigen Stellen geringmächtige Torflagen, an anderen, wesentlich zahlreicheren Stellen Wurzelböden in situ und humose Beimengungen, z. T. allochthonen Charakters, eingebettet. Pollenanalysen von mehreren derartigen Vorkommen zeigen baumpollenarme Spektren mit >100% Nichtbaumpollen, lassen also durchweg auf ein kühles bis kaltes Klima schließen, wie es den Interstadialen der Weichsel-Kaltzeit entspricht. Eine Zuordnung zu bestimmten Interstadialen (Brörup, Paudorf, Bölling oder Alleröd) ist bisher nicht möglich; die genaue stratigraphische Einordnung wird wahrscheinlich bei Anfall von Material, das eine zusätzliche <sup>14</sup>C-Datierung gestattet, möglich sein.

Einige Wurzelhorizonte in situ an der Oberkante der Niederterrasse bzw. der Jüngeren Talsande gehören eindeutig ins Holozän (s. S. 105).

#### **b. Solifluktionsmaterial (w,Lx,fl)**

In leichter Verzahnung mit den jüngeren Talsanden treten in den fluviatilen und Beckensedimenten Solifluktionsmassen von erheblicher Verbreitung und Mächtigkeit besonders am Hang und Hangfuß des Wiehengebirges auf. Auch am Isenstedt-Fabbenstedter Höhenrücken sind derartige Ablagerungen in geringer Verbreitung und Mächtigkeit angetroffen worden.

Ausgedehnte Aufschlüsse beim Bau der Kanalisation in und um Lübbecke, Straßenanschnitte und Baugruben eines größeren Fabrikgebäudes in Nettel-

stedt sowie die in Bohrmeisterberichten häufig wiederkehrende Bezeichnung „Bergschotter“ sichern die Einstufung als Solifluktionsprodukte vor der Ablagerung des hochglazialen Lösses. Die schlechten Aufschlußverhältnisse hatten seinerzeit DIENEMANN (1939) zur Einstufung als Grundmoräne veranlaßt, die jedoch am Nordfuß des Wiehengebirges selten anzutreffen und auch in Bohrungen, die den Solifluktionsschutt durchteufen, nur andeutungsweise vertreten ist. Die Mächtigkeit der Solifluktionsablagerungen schwankt zwischen 1,5 – 5 m, die größte bekannte Mächtigkeit (in der Bohrung Nr. 41) beträgt 8,1 m.

Der Solifluktionsschutt besteht fast völlig aus Wiehengebirgsgesteinen, vom feinsten Zerreibsel bis zu großen Blöcken. Nordische Geschiebe sind selten, obwohl aus der Aufarbeitung der Grundmoräne im Liegenden des Solifluktionsschuttes ein gewisser Anteil von nordischen Geschieben stammen sollte. Aus dem geringen Anteil kann also geschlossen werden, daß die Grundmoräne am Nordhang des Wiehengebirges primär nur schwach vertreten war.

In dem Solifluktionsschutt manifestiert sich das feucht-kühle Klima des beginnenden Weichsel-Periglazials. Die in dieser Kaltzeit zweifellos vorhandenen, von WOLDSTEDT (1956) nach dem neuesten Stand anschaulich zusammengestellten Stadien und Phasen lassen sich im Blattgebiet bisher nur schlecht, z. T. gar nicht nachweisen. Die Einschaltung von geschichteten Sanden in Lagen von etwa 10 – 20 cm Dicke in den Solifluktionsschutt, die beim Ausbau der Kanalisation der Stadt Lübbecke zu beobachten war, sind Zeichen für das Übergangsklima zum hocharktischen Höhepunkt. Anzeichen für etwas weniger kalte Abschnitte (Intervalle) sind torfige oder humose Einschaltungen in der Sedimentfolge der jüngeren Talsande und der Niederterrasse. Sie erlauben jedoch bisher keine präzise pollenanalytisch unterbaute stratigraphische Einstufung und können sowohl den frühen Intervallen (Amersfoort, Brörup) oder den späten (Bölling, Alleröd) angehören.

Auch die Bodenhorizonte, die anderenorts als gute Marken für die klimatischen Schwankungen innerhalb der Weichsel-Kaltzeit und für eine Gliederung in Weichsel I und II dienen (Göttweiger und Paudorfer Bodenbildung), sind im Blattbereich keine überzeugenden Argumente. Für die Bildung und Erhaltung gut ausgeprägter Bodentypen im Löß war die Lage an der Nordgrenze der mitteleuropäischen Lößzone mit den geringen Mächtigkeiten des Lösses offensichtlich weniger geeignet.

Auch die jüngsten Unterabschnitte des Pleistozäns — kalte Älteste *Dryas*-Zeit, wärmere Bölling-Zeit, kalte Ältere *Dryas*-Zeit, wärmere Alleröd-(Usselo-) Zeit und schließlich die kältere Jüngere *Dryas*-Zeit — die das Ende der Kaltzeit und den Beginn des Postglazials, das Ende des Pleistozäns und den Beginn des Holozäns bedeutet, sind nicht sicher zu fassen. Gewisse Feststellungen erlauben die z. T. spätglazialen Flugsanddecken (s. S. 101/102).

### c. Äolische Sedimente

Den Talablagerungen während des periglazialen Klimas der Weichsel-Kaltzeit entsprechen auf den Hängen und höheren Geländeteilen Windablagerungen in Gestalt von Löß, Sandlöß, Flugdecksand und Dünen. Die südlichen Hälften der beiden Blätter Hartum und Lübbecke zeigen durch das Vorherrschen der hellgelblichen bis hellbräunlichen Farbstufen die fast lückenlose äolische Bedeckung an, die sich auch weiter westlich und östlich fortsetzt. Die Lößzone stellt damit einen Ausschnitt aus dem nördlichen Grenzbereich der geschlossenen Lößverbreitung am Rande der deutschen Mittelgebirgsschwelle dar. Nördlich dieser Grenze kommen als äolische Sedimente in weniger geschlossener Verbreitung vorzugsweise Flugsande und Dünen vor.

Eine Übersicht über die Verschiedenheiten der Korngrößenverteilung zeigt Abb. 19.

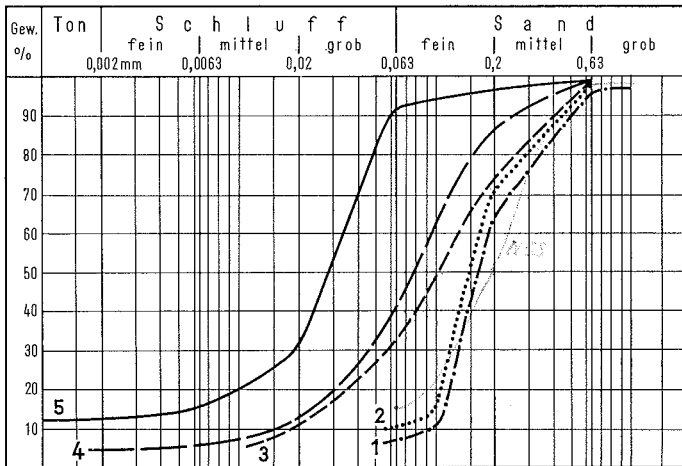


Abb. 19. Korngrößendiagramm von äolischen Sedimenten des Pleistozäns

Kurve 1 Flugsand von Twiehausen

(Bl. Lübbecke, r 67 940, h 06 500)

Kurve 2 Flugsand von Schmalge

(Bl. Lübbecke, r 76 180, h 06 720)

Kurve 3 Übergang Flugsand/Sandlöß von Levkenstadt

(Bl. Hartum, r 84 480, h 01 950)

Kurve 4 Sandlöß von Fiestel

(Bl. Lübbecke, r 70 480, h 01 950)

Kurve 5 Löß von Vogelsand-Alswede

(Bl. Lübbecke, r 69 750, h 99 740)

## 1. Löß (w,LöI,a) und Sandlöß (w,Lös,a)

Die Hauptmasse des Lösses wurde in den eisfreien Gebieten im Vorland der Vereisung aus den ohne Pflanzendecke ungeschützt daliegenden Fluß- und Gletscherablagerungen ausgeweht und an geeigneten Stellen abgelagert. Die Ursachen für die Begrenzung der Lößverbreitung, die mit ostwestlichem Verlauf beide Blattbereiche etwa in der Mitte durchzieht, sind umstritten.

Der Löß überkleidet als beinahe zusammenhängende Decke von 1–3 m Mächtigkeit das Gebiet nördlich und südlich des Bastau-Moores, das auf Blatt Hartum eine nördliche von einer südlichen Lößzone trennt. Auf Blatt Lübbecke ist die Lößzone fast geschlossen und nur durch Schwemmlöß und schwach vertorfte holozäne Niederungen unterbrochen. Er verhüllt die älteren Schichtenfolgen, deren Verbreitung daher nur in den Schnitten zu erkennen ist. Eine ziemlich enge Beziehung zur Oberflächenverbreitung des Lösses weist die Mittlere Terrasse auf: Ihr Außenrand fällt weitgehend mit der nördlichen Lößgrenze zusammen, mit Ausnahme des Gebietes um Renkhausen, wo der Löß 2–3 km darüber bis auf die Wealdenhöhen von Isenstedt-Gestringen hinausreicht. Die Basis des Lösses wird, ähnlich wie bei den übrigen äolischen Ablagerungen, häufig von einer Steinsohle gebildet.

Löß auf präquartären (mesozoischen) Schichten am Wiehengebirge ist bei Mächtigkeiten zwischen 1 und 2 m in der Karte als braune Reißung dargestellt, bei geringerer Mächtigkeit ist er ganz weggelassen, um das Mesozoikum besser hervortreten zu lassen.

Der Löß ist im unverwitterten Zustand ein gelblicher, kalkhaltiger, schwach toniger Schluff mit geringem Feinsandanteil ohne jede Schichtung, geht aber im unteren Teil in geschichtete Bildungen von ähnlicher Korngröße mit einem leicht erhöhten Mittelsand- und Grobsandanteil über. Seine Mächtigkeit geht nur wenig über 2 m hinaus. Die Körnung ist in der Lößzone nördlich des Wiehengebirges etwas gröber als die „ideale“ Lößkurve, die – wie auch anderenorts – an der nördlichen Verbreitungsgrenze nur selten verwirklicht ist (Abb. 19, Kurve 5).

Die mineralogische Zusammensetzung des Lösses unterliegt zwar bei lokalen Einwehungen gewissen Schwankungen, doch herrscht Quarz ganz vor, begleitet von Feldspäten und Glimmermineralien.

Der Löß ist im Blattbereich bis zu 0,7 m, stellenweise auch bis etwa 1,8 m Tiefe vollständig verlehmt. Durch die Umformung der primären Silikate tritt eine Erhöhung des Rohtonanteils ( $2\mu\phi$ ) und eine relative Verminderung der Schluff- und Feinsandfraktion ein, die den lehmigen Charakter des verwitterten Lösses hervorruft. Die Entkalkung geht der Verlehmung voraus, daher fallen Entkalkungs- und Verlehmungsgrenze nicht immer zusammen.

Im weiteren Verlauf der Verwitterung und Bodenbildung wird der Rohton nach unten verlagert (Lessivierung) und in Tiefen von 0,6–1,3 m abgelagert.

Das Bodenprofil besteht danach aus einem oberen tonarmen, einem mittleren tonreichen und einem unteren Horizont mit „normalem“ Tongehalt. Die Differenz im Tongehalt zwischen dem tonarmen und dem tonreichen Horizont betrug bei einem analysierten Profil auf Blatt Petershagen bei Hahlen-Siebenbauern 12 % (WORTMANN 1968).

Der Löß der höheren Lagen, z. B. am Wiehengebirge, wurde z. T. heruntergeschwemmt, erhielt dann bei der Ablagerung am Hangfuß und in tieferen Lagen meist eine gewisse Sandstreifigkeit, die jedoch nur äußerliche Ähnlichkeit mit der Sandstreifigkeit in den untersten Schichten der Hochflächenlösses in ebener Lage hat.

Unter dem braungefärbten verlehmtten Löß ist in Tiefen von 1 – 2,5 m stellenweise noch kalkhaltiger Löß erbohrt worden; äußerst selten sind jedoch die sogenannten „Lößkindel“, die sich als Konkretionen von Kalk unregelmäßig gehäuft hauptsächlich an der Obergrenze des kalkhaltigen gegen den verlehmtten Löß finden. Bei Vogelsang – Alswede (r 69 700, h 99 720) wurden Lößkindel auffällig hoch schon 0,7 m unter Gelände gefunden. Der ganze Löß machte hier einen sehr frischen, wenig verwitterten Eindruck, so daß es sich um eine jüngere Umlagerung in den jüngsten Abschnitten der Weichsel-Kaltzeit handeln dürfte.

Die große Masse des Lösses im Blattbereich scheint ohne wesentliche Unterbrechungen abgelagert worden zu sein. Für eine Untergliederung, wie sie in anderen Lößgebieten mit großem Erfolg zu einer Feingliederung der Kaltzeiten in Unterabschnitte geführt hat, ist unser Gebiet offensichtlich wegen seiner Lage an der nördlichen Lößgrenze wenig oder gar nicht geeignet. Nur einige Stellen geben Hinweise, daß eine gewisse Gliederung möglich erscheint, wenn die Aufschlußverhältnisse einen tieferen Einblick erlauben würden.

Eine verhältnismäßig junge Lücke in der Lößsedimentation, die sicher innerhalb der letzten Kaltzeit liegt, wurde auf dem Lößplateau von Hahlen, Hartum und Hille in zahlreichen Bohrungen und in einigen vorübergehenden Aufschlüssen festgestellt. Der beste Aufschluß für diese Erscheinung war die Gemeinde-Kiesgrube Hahlen-Siebenbauern (WORTMANN 1968, Abb. 20), die jedoch seit 1962 ganz zerfallen ist. In etwa 1 – 1,3 m unter Oberfläche findet man eine lückenhafte, sehr dünne Lage von Grobsand und Feinkies, letzterer aus kaum abgerollten, mehr eckigen Bruchstücken von Gesteinen teilweise nordischer Herkunft. Die Umstände der späteren Bodenbildung geben einen Hinweis, daß keine längere Unterbrechung der Lößsedimentation vorliegen kann. Es handelt sich um eine Art äolischer Sturmfazies; das gröbere Material dürfte aus den nahen, freigespülten Steilrändern des Mittelterrassenabfalls zur Niederterrasse stammen und auf der damaligen Lößoberfläche herangetrieben worden sein.

Für eine Untergliederung der Lößablagerungen gibt es einige Bohrergebnisse, die aber mehrere Deutungen zulassen. In der Bohrung Schlachthof II bei Lübbecke (r 74 300, h 98 200) wurde 1960 nach den ausgelegten Proben das folgende Profil festgestellt:

Teufe in m unter Gelände		Deutung 1	Deutung 2
0 – 2,0	hellbräunlicher unreiner Lößlehm, mit wenig Sand und Feinkies vermischt (Auftrag), kalkhaltig	künstliche Aufschüttung	
– 3,3	rötlichbrauner Lößlehm		
– 4,1	gelblichgrauer Löß, kalkhaltig	Weichsel-Löß	Weichsel II
– 4,3	stark braun- und rostfleckiger Löß, kalkhaltig		
– 5,2	gelblichgrauer Löß (an der Basis ein nordischer Sandstein)	Rest von Solifluktion	
– 6,4	rötlichbrauner, stark verlehmteter Löß, ohne Kalk		
– 9,5	stark grau- und rötlichbräunlich gefleckter, völlig verlehmteter, sehr klebriger Lößlehm (? oder Beckenton), ohne Kalk	Saale-Löß	Weichsel I
– 12,5	gelblicher Sand (mit wenig größerem bis Feinkies) mit sehr kleinen Rost-Konkretionen; kalkfrei		
– 17,5	grober, stark kalkhaltiger Feinsand mit viel Grobsand bis Feinkies, z. T. lehmig	Schmelzwassersand des Drenthe-Stadiums	

Liegendes (bis + 32,5 m NN): geröllanalytisch eindeutige Weserschotter der Mittelterrasse.

Die sehr intensive Verwitterung von 6,4 – 9,5 m Teufe entspricht bodentypologisch mehr einer voll warmzeitlichen, weniger einer interstadialen Bildung etwa vom Typ Paudorf, so daß die Einstufung als Löß der Saale-Kaltzeit die wahrscheinlichere ist. Der nordische Sandstein an der Basis des Weichsel-Lösses gehört dann zu einem in der Bohrung nicht eindeutig erfaßten Solifluktionsstrom der beginnenden Weichsel-Kaltzeit, der in diesem Bereich weit verbreitet ist.



Ähnliche Hinweise ergab ein kurzzeitiger Aufschluß beim Bau des Versuchsbrunnens des Wasserwerks bei Südhemmern (r 86 480, h 98 800).

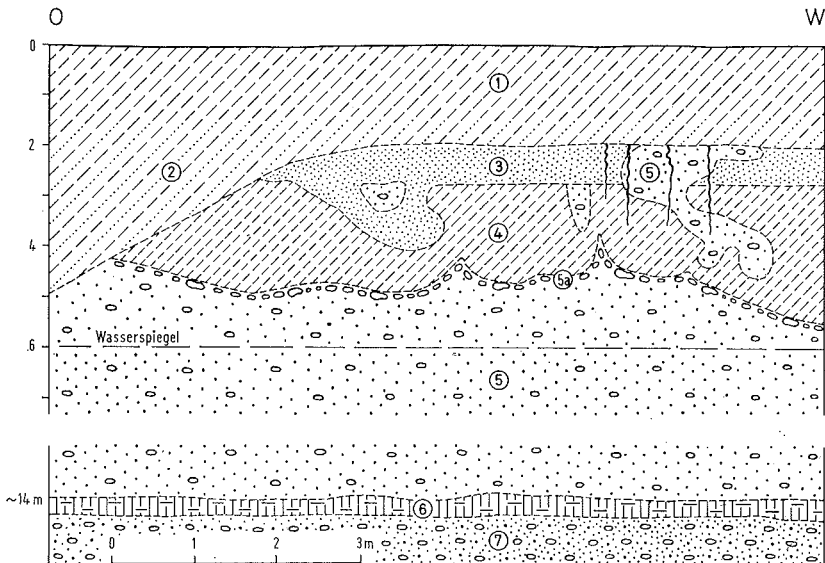


Abb. 20. Kiesgrube Unterlütbe (Bl. Oeynhausen)

- 1 = Weichsellöss mit Parabraunerde
- 2 = sandstreifiger Löss
- 3 = Feinsand mit wenig nordischen Geschieben und Weserkiesen
- 4 = Älterer Löss (Saale-Kaltzeit) in der Eem-Warmzeit zu Braunlehm verwittert
- 5 = Wesermittelterrasse, jüngerer Teil
- 5a = Steinsohle
- 6 = tonige, humose Schicht (Holstein-Warmzeit, Fund eines Zahnes von *Elephas trogontherii* POHLIG)
- 7 = Wesermittelterrasse, älterer Teil

Zum Abschluß seien noch einige Beobachtungen über die Basis des Lösses mitgeteilt, die auch für den Sandlöss gelten.

Die Sandlöss-Basis war beim Bau der Siedlung südöstlich von der Molkerei Fiestel (r 70 800, h 02 000) auf ca. 150 m Länge aufgeschlossen und zeigte sich hier unregelmäßig. Zwischen Sandlöss und Grundmoräne waren in taschenför-

migen Vertiefungen schwach geschichtete, schwach lehmige Sande eingeschaltet, wie sie ähnlich von Blatt Petershagen (WORTMANN 1968) beschrieben worden sind.

Andere Formen des periglazialen Bereichs (DEWERS 1941) finden sich in Form von Eiskeilen und Brodelböden unter Sandlöß in der Tongrube der Ziegelei Görges in Isenstedt (r 75 600, h 02 120). Über dem wenig angewitterten Wealden-Ton liegen Reste einer Grundmoräne mit dem Geschiebespektrum des Drenthe-Stadiums und darüber ca. 1 m Sandlöß, der hier seine nördliche Verbreitungsgrenze hat. Der Sandlöß, bodentypologisch ein starker Pseudogley („Grauerde“ der älteren geologischen Karten) setzt als Eiskeil bis zu 1,5 m Tiefe durch die Grundmoräne bis in den Ton hinein. Es ist allerdings nicht völlig zu klären, ob die hellen schluffigen Feinstande der Eiskeilfüllung zeitlich dem Sandlöß gleichzustellen sind oder älter und damit möglicherweise dem Warthe-Stadium zuzuordnen sind. Von Grundmoräne abgeschnittene Eiskeilreste wurden ebenso wenig gefunden wie die syngenetischen Eiskeile übereinander in verschiedenen Schichten der Mittelterrasse bei Wallfahrtsteich (WORTMANN 1968), die den kaltzeitlichen Charakter beweisen.

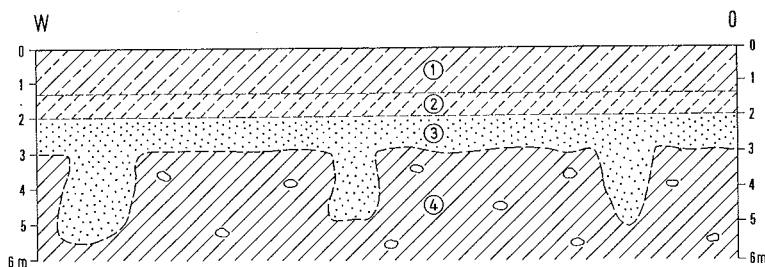


Abb. 21. Periglazial-Formen bei Hille, Schule (Bl. Hartum)

- 1 = Lößlehm, braun (Parabraunerde)
- 2 = Löß, sandstreifig, hellgelblich
- 3 = Sand, rostig-gelblich, geschiebeführend, unruhig geschichtet
- 4 = Grundmoräne

Eine bisher noch nicht beschriebene Form des periglazialen Bereichs, an der Lößbasis beim Schulerweiterungsbau in Hille-Dorf (r 82 930, h 00 060, Abb. 21) kurzzeitig aufgeschlossen, zeigte zuoberst 2 m Lößlehm, der unten sandstreifig ist. Mit allmählichem Übergang folgt darunter ein ca. 1 m mächtiger geschiebeführender Sand von rostiggelblicher Farbe, den man zunächst für Nachschüttsand halten könnte, da er auf der darunterfolgenden Grundmoräne

liegt. Die Grundmoräne ist im oberen Teil mehr sandig als lehmig ausgebildet und von rostbrauner Farbe. Von ihrer im ganzen horizontal verlaufenden Oberkante reichen Vertiefungen mit einer oberen Öffnung von 0,5 – 1,5 m Breite und bis zu 2,5 m Tiefe als Erosionsrinnen in die Grundmoräne hinein. Die Rinnen sind mit unregelmäßig fluvial geschichteten Sanden ausgefüllt; der horizontale Abstand der fünf aufgeschlossenen Rinnen lag zwischen 5 und 7 m. Die senkrechten, z. T. sogar etwas überhängenden Wände deuten auf tiefreichende Dauergefrornis während der Bildung der Erosionsrinnen hin. Zeitlich können die Bildungen dem Warthe-Stadium, mit größerer Wahrscheinlichkeit jedoch dem Beginn der Weichsel-Kaltzeit zugeordnet werden, da die Rinnenfüllung nach oben ohne Absatz in den erwähnten Sand und dieser weiter in den sandstreifigen Löß übergeht. Es handelt sich weder um Eiskeile noch um Brodelböden, sondern um eine andere spezifische Form des Periglazials. Sie erinnert zwar äußerlich an breite Eiskeile, und es besteht die Möglichkeit, daß Eiskeile vorbereitend die fluviale Rinnenerosion lokalisiert haben, doch sind die Überarbeitung der Formen durch stark fließendes Wasser, die fluviale Einschichtung der Sande und die anschließende Überdeckung der Grundmoränenfläche ein mehr oder weniger kontinuierlicher Vorgang. Bei normalen Eiskeilen hebt sich dagegen die Füllung der Keilspalten meistens nach Farbe und Korngröße scharf von der Überdeckung ab und ist auch häufig oben durch eine Steinsohle abgeschnitten.

Auf der Sohle der Baugrube waren Fortsetzungen der sandgefüllten Rinnen aufgeschlossen, die einwandfrei keine (bei Eiskeilen übliche) Vernetzung miteinander zeigten, sondern etwa parallel zueinander weiterverliefen.

Ein weiteres Vorkommen mit mehrphasigen periglazialen Verformungen der Sedimente bot bis zur Stilllegung 1965 die Kiesgrube Unterlütbe. Besonderes Interesse beansprucht hier der am wahrscheinlichsten in die Saale-Kaltzeit gehörige Ältere Löß mit seiner intensiven Verlehmung (Bodentyp Braunlehm), die in die Eem-Warmzeit zu verlegen ist (Abb. 20).

## 2. Flugdecksand (w,fS,a)

An den nördlichen Rand der Löß- und Sandlößzone schließt sich mit allmählichem Übergang eine zunächst ebenfalls mehr oder weniger geschlossene Zone von Sanden äolischer Entstehung an. Weiter nach Norden löst sie sich in inselartige Vorkommen von sehr unterschiedlicher Größe auf.

Die Flugdecksande sind fein- bis mittelkörnig, selten sehr schwach grobkörnig, gut sortiert und von hellgelblicher bis graugelblicher Farbe. Im Aufschluß ist die mit einem geringen Korngrößenwechsel verbundene äolische Schichtung gut zu erkennen. Charakteristisch sind flachwellige bis kleinkuppige Oberflächenformen. Die Flugsande überziehen alle älteren Sedimente und liegen gelegentlich auch direkt auf den Tonsteinen des mesozoischen Untergrundes.

Ähnlich wie beim Löß wird die Untergrenze durch eine Steinsohle mit Windschliffspuren markiert. Man kann annehmen, daß die Flugsandbildung schon während der Lößbildungszeit begonnen, aber länger andauert hat. Belege für einen älteren, vor dem Alleröd und einen jüngeren, etwa nach der Zeitenwende abgelagerten Flugdecksand, wie ihn u. a. DÜCKER & MAARLEVELD (1958) im norddeutschen Flachland vielfach nachgewiesen haben, sind im Blattbereich spärlich, nach mündlicher Mitteilung von Dr. WILL weiter westlich jedoch häufig.

In den Grenzgebieten gegen die 'Sandlößzone kommen Wechsellagerungen von Sandlöß und Flugdecksand in zentimeterdicken Lagen ebenso häufig vor wie im Grenzbereich von Löß zum Sandlöß. Sie erklären sich durch Änderungen der Windgeschwindigkeit und daraus resultierender Horizontalverschiebung der Sedimentationsgebiete.

Neben der typischen Ausbildung kann man gewisse Abweichungen und Übergänge unterscheiden. So kommt z. B. bei Frotheim als Überdeckung des Kiesrückens ein Flugfeinsand mit einem etwas geringeren Rohntonanteil als beim Löß vor. Er bildet den lithologischen Übergang zwischen Sandlöß und Flugdecksand. Landwirtschaftlich sind diese geringen Korngrößendifferenzen von nicht zu unterschätzender Bedeutung, da der höhere Roh tongehalt Wasserkapazität und Sorptionskapazität vorteilhaft erhöht.

### 3. Dünen (qh-w,,d)

Gleichzeitig mit den älteren Flugdecksanden sind auch die älteren Dünen entstanden. Korngrößen von 85 – 90% Mittelsand-Anteil sind die Regel, und meistens sind die älteren Dünen durch ein voll entwickeltes Podsol-Profil mit Orterde oder Ortstein gekennzeichnet. Fehlender Podsol darf allerdings nicht in jedem Fall als Kriterium für ein junges Alter der Sande in Anspruch genommen werden, da gerade im Bereich der Flugdecksande und der Dünen-sande mehrfache Umlagerung mit Vernichtung des älteren Bodenprofils oft vorkommt. So können sowohl die älteren Flugdecksande als auch die freigeblasenen noch älteren fluvioglazialen Sande ein junges Bodenprofil (Podsol-Ranker) aufweisen.

Gut ausgeprägte Areale mit älteren Dünen sind hier nicht vertreten, daher wurden die z. T. fraglichen Bildungen mit den jüngeren Dünen zusammengefaßt.

Ähnlich wie im Emsland und Münsterland ist auch hier die Wende Pleistozän/Holozän selten durch einen gut erkennbaren Wechsel der Sedimentation zu fassen; die Dünen- und Flugsande überbrücken die Grenze und reichen nachweislich weit in das Holozän hinein.

Ausgesprochene Dünengelände, wie sie auf den westlich anschließenden Blättern Lavern und Lemförde eindrucksvoll vertreten sind, kommen im Blatt-

bereich nur ganz vereinzelt vor. An den älteren kleinen Dünenkomplex beim Großen Hahnen-Hügel (r 85 740, h 02 540) lehnt sich nördlich ein ca. 100 x 200 m großes Gelände mit kleinkuppigen Dünen an, die nach der geringen Bodenbildung (Podsol-Ranker) sicher zu einer jungen (eher holozänen als spätpleistozänen) Dünengeneration gehören. Die Körnung ist die gleiche wie bei den älteren Dünen, die Farbe hellgelblich, z. T. mit einem Stich nach Grau, wenn gebleichte Sande aus abgeblasenen Podsolprofilen stärker beteiligt sind. Auch im Frotheimer Holz und im Staatsforst Mindener Wald finden sich ähnliche Dünen. Hier erinnern einige langgestreckte Formen an Strichdünen und Uferbegleitedünen. Flachdünen sind früher wohl mehr vorhanden gewesen, doch sind viele bei der landwirtschaftlichen Nutzung eingeebnet und das Material zur Auffüllung von Senken verwendet worden.

Flugdecksand und geringmächtige Reste ehemaliger Dünensandbedeckung sind weiter verbreitet, als es das Kartenbild angibt, da Schichten von weniger als 0,3 m Dicke nicht dargestellt worden sind. Auf der gesondert erscheinenden Bodenkarte sind sie jedoch wegen ihrer großen Bedeutung eingezeichnet.

Eine durchgehende Gliederung der Flugdecksande in eine ältere (jungpleistozäne) und eine jüngere (altholozäne) Generation ließ sich nur stellenweise im Aufschluß, jedoch nicht flächenhaft auf der Karte durchführen, die daher nur eine unvollständige Vorstellung von der ursprünglichen Verbreitung der Flugdecksande und Dünen bieten kann.

Durch die Ablagerung von Flugdecksanden und Dünen wurden gelegentlich Bachläufe und Senken von der allgemeinen Entwässerung abgeschnürt und verfielen als abflußlose Gebiete der Zuschwemmung und Vertorfung. Kleine isolierte Torfflecken in den großen Grundmoränengebieten der nördlichen Blattbereiche sind meist durch die gleichen Vorgänge verursacht, so z. B. das kleine Moor nordwestlich von Neuenbaum und das Seltmoor, letzteres im Sandlößgebiet.

#### d. Wiesentonmergel (**Kw,b**)

Der Wiesentonmergel (in der Kartenlegende als Wiesenmergel bezeichnet) tritt auf Blatt Lübbecke an der Oberfläche besonders nördlich von Schloß Hollwinkel als Einlagerung auf. Unter der dunkelbraunen Verwitterungszone erscheint weißer, meist ungeschichteter Tonmergel von elastischer, weichplastischer Konsistenz. Er enthält bis zu 75%  $\text{CaCO}_3$ , daneben Spuren von Quarzstaub und häufig Muschel- und Schnecken-schalen. Stellenweise ähnelt er dem Wiesenkalk und dem Kalktuff. Die Mächtigkeit ist meist geringer als 1 m und geht selten über 2 m hinaus.

Der Wiesentonmergel gehört stratigraphisch z. T. sicher zum Holozän, wie die Faunencharakteristik von BACHMANN (s. S. 113) belegt; teilweise, besonders in den unteren Partien, rangiert er noch ins jüngste Pleistozän und bildet insoweit eine Parallele zu den Wiesentonmergeln des Münsterlandes (WORTMANN 1951, ARNOLD et al. 1960).

## **b) Holozän**

Holozäne Ablagerungen haben im Blattbereich eine geringe Verbreitung und auch nur geringe Mächtigkeiten, wenn man von den Moorbildungen auf Blatt Hartum absieht.

Die stratigraphische Marke zwischen Jungpleistozän und Holozän ist meistens kaum oder nur schwach ausgeprägt, z. T. gehen Ablagerungen beider Zeitabschnitte ohne Schichtwechsel ineinander über. Dies betrifft besonders die Flugdecksande und Dünensande, z. T. auch die Wiesentonmergel. In der Kartenlegende ist das durch Weglassung des Symbols für die betreffenden Zeitabschnitte zum Ausdruck gebracht.

### **1) Bach- und Flußsande**

In der Talung der Kleinen Aue, die zunächst den westlichen Rand des Frotheimer Kiesrückens begleitet, sind die jüngsten Ablagerungen sandig und unterscheiden sich nur wenig von den Jüngeren Talsanden und Niederterrassensanden. Beim Pumpwerk Espelkamp ist ihre Mächtigkeit mit Hilfe eines von ihnen gekappten Wurzelhorizontes in situ auf ca. 1 m festzulegen, und dies dürfte der am häufigsten vorkommende Wert sein. Schon innerhalb der fast ebenen Talsohle keilen die holozänen Sande stellenweise aus und lassen die jüngstpleistozänen Schichten an die Oberfläche treten. Ihr Alter ist jünger als  $1930 \pm 50$  Jahre vor 1950 (s. Tab. 8).

### **2) Lehmige Bachablagerungen und Auenlehme (L,u)**

Weiter verbreitet, jedoch meist nur von geringer Mächtigkeit sind holozäne Lehme in den Niederungen der Flöthe, des Stangen-Baches und besonders im Tal der Großen Aue. An der Flöthe ist die Abgrenzung gegen die beiderseits anschließenden Lößlehmflächen sehr undeutlich, und es ist die Grenzziehung mehr nach morphologischen als nach lithologischen Kriterien durchgeführt worden. Die Lehme bestehen hier fast ausschließlich aus umgelagertem Lößlehm (Schwemmlöß), der stellenweise stark humos ist und seitlich oft in kleine, unregelmäßige Torfflächen übergeht. Zumeist geht der holozäne Lehm schon im ersten Meter in Feinsande, Schluffe und tonige Schluffe über, die zur Serie der Jüngeren Talsande oder zur Niederterrasse gehören und — wie bereits erwähnt — oft den Charakter von Beckensedimenten haben.

Kleine Schwemmlächen von Feinlehm finden sich an verschiedenen Stellen über den Torfen des Großen Moores beim Austritt der Bäche auf die Moorfläche, besonders deutlich bei Hilferdingsen am Südrand (Molluskenbestand s. Tab. 9).

Torfige und humose Horizonte, die ARNOLD (mündl. Mitt.) im Münsterland als Zeitmarken des Atlantikums in weiter Verbreitung gefunden hat,

wurden nur an einzelnen Punkten mit pollenanalytisch gesichertem Alter in Tiefen zwischen 0,5 und 1 m unter heutiger Oberfläche angetroffen, z. B. beim Hahnen-Hügel auf Bl. Hartum und im Wald östlich von Schloß Benkhausen auf Bl. Lübbecke.

An mehreren Stellen wurden an der Oberkante der jüngeren Talsande oder der Niederterrasse und in holozänen Ablagerungen Wurzelhorizonte, die sich eindeutig in situ befinden, geborgen. Folgende  $^{14}\text{C}$ -Datierung liegen dafür vor:

T a b e l l e 8

$^{14}\text{C}$ -Datierungen (Alter in Jahren vor 1950)  
von Wurzeln, torfigen Lagen und Holz aus dem Holozän (Analytiker: Dr. GEYH)

Bezeichnung	Lage r h	Teufe in m unter Gelände	$^{14}\text{C}$ -Alter in Jahren (vor 1950)	Überdeckung
Birkenfeld Wurzelholz	80 200 00 220	2	$6440 \pm 95$	Torf
Bad Fiestel Astholz	70 220 03 00	ca. 4	$3945 \pm 70$	ca. 4 m tonig-schluffige Auesedimente
Ellerburg Wurzelholz	70 150 02 600	2	$3880 \pm 70$	1,5 m Auenlehm und feinsandiger Schluff
Neuenbau- mer Moor Wurzelholz	79 980 00 580	1,5	$4990 \pm 90$	Hochmoortorf
Rand d. Neuenbau- mer Moores Stammholz	80 480 01 080	0,35	$2100 \pm 40$	Reste von Hochmoor- torf
Espelkamp Pumpwerk Wurzelholz	75 660 06 250	1 – 1,3	$1930 \pm 50$	1 m sandige Bach- sedimente
Frotheim Holzkohle	78 580 02 960	ca. 1,5	$2900 \pm 175$	1,5 m mittelalterlicher sandiger Plaggenboden
Benkhausen Torf	71 160 01 620	0,6 – 0,8	$355 \pm 55$	Hochflutlehm

Weitere Daten hat WORTMANN (1968) für die Nachbarblätter Uchte, Petershagen und Minden zusammengestellt. Übereinstimmend zeigt sich, daß im ganzen nördlichen Wiehengebirgsvorland die Oberflächen von jungpleistozänen und altholozänen Fluß- und Bachsedimenten nach einer Vegetationsbedeckung, auch durch Wald, von einer fluviatilen Erosion bis in die Wurzelhorizonte hinein abgetragen worden sind. Der Abtrag dürfte nicht über 4 m hinausgegangen und meistens geringer sein. Anschließend bildeten sich lehmige oder auch sandige Auensedimente von 0,5 bis ca. 4 m Mächtigkeit. Mit Hilfe der  $^{14}\text{C}$ -Datierungen lassen sich diese Vorgänge in die Zeitspanne von 6500 bis 1950 Jahren (vor 1950) einordnen, d. h. in das ältere Atlantikum (Birkenfeld), in das jüngere Atlantikum (Fiestel und Ellerburg) und ins ältere Subatlantikum (Espelkamp).

Der Torf in der Schloßwaldrinne Benkhausen, der in einer aufgegebenen mittelalterlichen Flachsrotte-Kuhle gebildet und dann vom Hochflutlehm des kleinen Baches, der die Senke der Rottekuhlen bis heute durchfließt, abgedeckt wurde, ist nur 300–400 Jahre alt (s. Tab. 8).

Profile in der holozänen Talaue der Großen Aue südlich Bad Fiestel:

a) bei r 70 320, h 02 700

0 – 1,0 m brauner Auenlehm

– 1,1 m Torfnester, mäßig bis stark zersetzt

– 1,4 m Schluff, gelblich-rostig, mit Schnecken- und Muschelschalenresten

– 1,6 m Schluff, wie vor, grau

– 2,0 m feingeschichteter Grobschluff mit Feinsand, kein Holz, nur subrezente Wurzeln von Gräsern und Seggen  
Wasserspiegel bei 2 m

Ähnliche Holozänprofile sind auch weiter südlich bis etwa zum Mittellandkanal verbreitet. Unterhalb von 1,5 bzw. 2 m Teufe folgt fast immer grauer kalkhaltiger Schluff mit reichlicher Molluskenfauna. In den vom Verfasser aufgesammelten Proben stellte BACHMANN (1970) die typischen Vertreter langsam fließender Gewässer in Bach- und Flußauen mit vereinzelt Hinweisen für ein altholozänes (bis jüngstpleistozänes) Alter fest (s. Tab. 9). Die Molluskensfundsichten liegen unterhalb von gekappten Wurzelhorizonten und Torfresten, mit einem  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $3945$  bzw.  $3880 \pm 70$  Jahren vor 1950 (s. Tab. 8) und sind daher wohl schon im Altholozän sedimentiert worden.

b) bei r 70 250, h 02 750 (Bacheinmündung unterhalb der Kläranlage)

0 – 1,5 m brauner Auenlehm

– 1,8 m Treibholzschicht, in Schluff mit Schneckenschalenbruchstücken

Anmerkung: Etwa 50 m weiter nördlich liegt der Schneckenschluff ohne Treibholzschicht direkt unter dem hier nur 0,5 m mächtigen Auenlehm.

Zu den jüngsten holozänen Bachsedimenten gehören schwärzliche, z. T. mehr oder weniger stark humose, feinsandige Schluffe, die bei Ellerburg im Bachbett der Flöthe und abwärts ihrer Einmündung in die Große Aue in etwa 0,2 m Dicke abgelagert sind. Sie sind ganz auf das rezente Bach- und Flußbett beschränkt und kamen bei der Tieferlegung des Wasserspiegels während



der Ausbaggerung 1964 kurzzeitig als Erosionsrelikt zum Vorschein. Das Material besteht hauptsächlich aus dem von der Flöthe antransportierten Klärschlamm aus den Lübbecker Anlagen an der Ronceva; oberhalb der Flöthemündung fehlen derartige Bachschlamm im Bett der Großen Aue.

Am östlichen Rand des Moores in den Mindener Wiesen liegt in weniger als 2 m Tiefe unter dem Flachmoortorf ein ursprünglich stark kalkhaltiger Wiesenlehm, der nach unten in Beckenschluff übergeht. Wenn seine Mächtigkeit geringer als ca. 0,4 m ist, geht er durch völlige Entkalkung in einen zähen, schwer durchlässigen tonigen Lehm von dunkelgrauer Farbe über, der starke Staunässe und dementsprechende Schwierigkeiten bei der Nutzung als Grünland verursacht. Er dürfte etwa altersgleich sein mit den weiter westlich unter Hochmoortorf, z. T. auch in ihn eingeschaltet vorkommenden Wiesen-tonmergeln. Der stark kalkhaltige Wiesenlehm geht z. T. in Wiesenkalk über, hat jedoch eine andere Konsistenz als die Kalkmudden.

### 3) Kalkgyttja (Fk), Tongyttja (Ft) und Algengyttja (Fa)

An der Basis der Torfe des Großen Moores, z. T. aber auch als Einschaltungen zwischen die Flachmoortorfe wurden über den jüngstpleistozänen kalkhaltigen Schluffen und tonigen Schluffen in zahlreichen Bohrungen Kalkgyttja, Algengyttja und stellenweise auch Tongyttja erschlossen. Bei den umfangreichen Baggararbeiten im Zusammenhang mit der Binnenentwässerung des Großen Moores und der Regulierung der Bastau entstanden auch viele vorübergehende Aufschlüsse. Weiße Wälle von Kalkmudde waren am Ufer der Bastau östlich Hilferdingsen — Köhlte als Baggergut kilometerweit abgelegt. Sie kamen aus einer Tiefe von 1,5 — 2,5 m unter schwarzem Torf zum Vorschein.

Der ausgebagerte Graben westlich der Straße Hartum—Rothenuffeln (von r 87 030, h 96 600 nach Süden) zeigte auf 200 m Länge eine flach linsenförmige Einlagerung von Kalkmudde in Torf. Die Kalkmudde war hier 1,3 — 1,5 m mächtig; die Basis der Mudde steigt von Süden (+43,46 m NN) nach Norden um 14 cm auf je 100 m an.

Eine pollenstratigraphische Bearbeitung durch v. D. BRELIE (1959) und REHAGEN (1959) ergab, daß die unteren Proben noch spätglaziale Elemente aufweisen und die Wende von der Jüngeren *Dryas*-Zeit zum Präboreal widerspiegeln. Die Kalkgyttja ist in Torf eingelagert, dessen Spektrum hier vom Präboreal bis in das Boreal hineinreicht, während die oberste Probe ein Mischspektrum aus Abtorfung und landwirtschaftlicher Nutzung zeigt. Bohrung Nr. 40 gibt ein ähnliches Profil wieder. Kalkgyttja-Proben aus dem westlichen Teil des Großen Moores nördlich Aspel (r 79 980, h 98 460) gehören nach REHAGEN (1964) in die frühe (bis mittlere) Wärmezeit (V bzw. Va nach FIRBAS 1952). Offensichtlich war die Kalkgyttja-Bildung begünstigende Klimaphase ziemlich lang. So fällt z. B. in dem von REHAGEN ausführlich erläuterten Profil (vgl. S. 116 ff.) in die Zeit der Kalkgyttja-Bildung die „Piottino-Schwankung“, d. h. ein sehr kurzer präborealer Kälterückschlag (Molluskeninhalt s. Tab. 9).

#### 4) Torf (Hh und Hn)

Während minerogene Holozänablagerungen an den kleinen Bächen und Flüssen des Blattbereichs nur geringe Mächtigkeiten von 0,3 – 1,0 m, selten mehr als 2 m, aufweisen und sich außerdem auf die engste Nachbarschaft zu den Gewässern beschränken, erfüllen die organogenen Ablagerungen dieses Zeitabschnittes in einem zusammenhängenden Moorkomplex des Großen Moors und seiner mit ihm direkt zusammenhängenden Nebenmoore (einschl. der kleinen Anteile auf den Nachbarblättern Petershagen, Minden und Bad Oeynhaus) eine Gesamtfläche von rund 32 km<sup>2</sup>, wovon 6 km<sup>2</sup> auf die Nebenmoore entfallen.

Die Torfmächtigkeit geht über 8 m hinaus; sie nimmt entgegen dem heutigen sehr geringen west-östlichen Gefälle der Moorniederung von Osten nach Westen zu. Während also die Mineralbodenbasis in westlicher Richtung abfällt, steigt die Mooroberfläche in gleicher Richtung an (Abb. 22). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts lag die Mooroberfläche nach genauen Einmessungen vor Beginn des Mittellandkanals und vor der intensiven Entwässerung um fast 2 m höher als heute. Da die eingemessenen Punkte an Stellen ohne nachträgliche Abtorfung liegen, ist ein erheblicher Teil der Höhendifferenz auf Sackungen des Moores zurückzuführen.

Die schärferen Absätze im Längsschnitt der Mooroberfläche, z. B. östlich des Neuen Damms und beim Röken-Damm, markieren gut die Grenzen von Gebieten mit geringerer und stärkerer Abtorfung, die häufig mit Gemarkungsgrenzen oder Besitzgrenzen zusammenfallen.

Die im westlichen Teil noch weitflächig vorhandene Hochmoortorf-Decke hat ursprünglich sehr viel weiter über den Röken-Damm hinaus nach Osten ge-

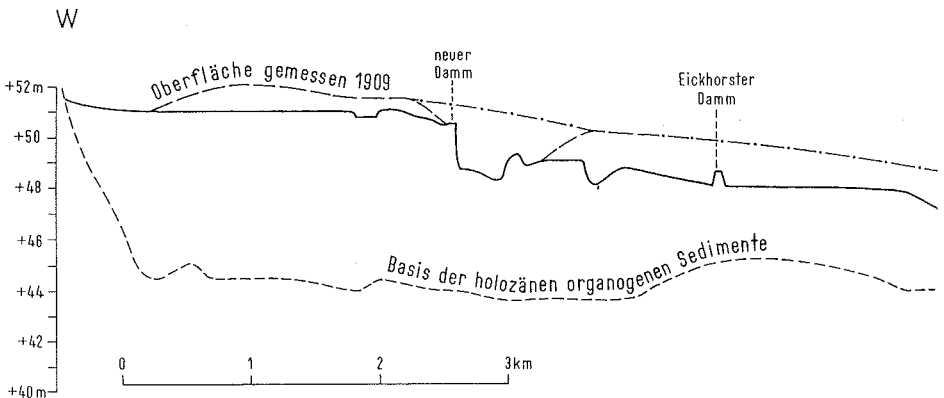


Abb. 22. Längsschnitt durch das Große Torf-Moor (Bl. Hartum)

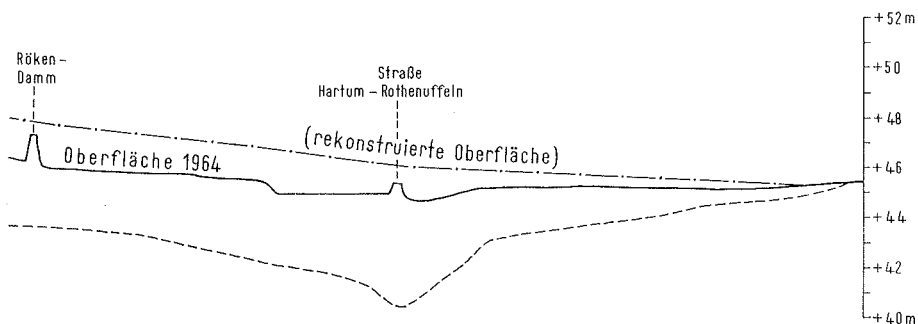
reicht, ist hier jedoch — bis auf sehr kleine Reste — abgetorft. Der starke Brennstoffbedarf der bäuerlichen Bevölkerung konnte vor dem Zeitalter der Kohle nur durch Torf (und Holz) gedeckt werden, und man kann damit rechnen, daß früher wahrscheinlich auch die Mindener Wiesen im östlichen Blatteil Hartum eine (geringmächtige) Hochmoortorf-Decke besessen haben. Eine Vorstellung vom profilmäßigen Aufbau des Moores an vier typischen Punkten geben die folgenden Beschreibungen:

a) Im westlichen Teil des Moores

Hochmoorvegetation, +50 m NN, r 79 750, h 99 120

Teufe in cm unter Gelände	Profilbeschreibung	Zersetzungsgrad (nach VON POST in: VON POST & GRANLUND 1925)
0 — 70	Hochmoortorf	3 — 7
— 100		2
— 125		6 — 7
— 275		7 — 8
— 300		7
— 350		7
— 450		7 — 8
— 500		8
		8

④



– 550	dunkelgelbbrauner Seggenmoostorf, Fieberklee-samen		7 – 8
– 560	wie vor, holzhaltig	Niedermoortorf	8
– 575	schwärzlicher, stark zersetzter Torf, Seggenreste		9
– 600	wie vor, jedoch mudde-reich, einige unzersetzte Seggenreste		
– 610	gelblichgrüne, kalkreiche, etwas tonige Mudde	Gyttja	
– 615	grünliche, kalkreiche Tonmudde, Kalkschalen-Reste		
– 625	grüner, kalkreicher, toniger Schluff	(weichselkaltzeitlicher Beckenabsatz)	
b) Im mittleren Teil des Röken-Damms, +46,25 m NN, r 84 560, h 97 680 (Kunstwiesen-Vegetation, schwache Hochmoortorf-Reste, stark abgetorft)			
0 – 35 cm	schwarzbrauner, schwach toniger, eisenschüssiger Seggentorf		8 – 9
– 75	brauner Seggenmoostorf mit Fieberklee-samen		7 – 8
– 100	wie vor, etwas holzartig		4
– 150	dunkelbrauner Braunmoos-Seggentorf	Niedermoortorf	6 – 8
– 200	grauer, muddeartiger Seggentorf, kalkhaltig, mit einigen unzersetzten Resten		9 – 10
– 230	Lebermudde, im unteren Teil schwach tonig	Gyttja	
– 235	graue Tonmudde		
– 240 +	grauer, grobsandiger, fester Ton	(weichselkaltzeitlicher Beckenabsatz)	
c) Im östlichen Teil südlich von Hartum, Niedermoortorf, +46 m NN, r 88 610, h 96 530			
0 – 30 cm	schwarzgrauer, schwach sandiger, toniger, stark zersetzter Torf		–
– 75	brauner, stark eisenschüssiger Seggentorf		8 – 9
– 100	rötlichbrauner, etwas holzhaltiger Seggen-Braunmoostorf		5 – 6
– 165	wie vor	Holozän	5

— 170	graubrauner, anmooriger, toniger Sand		—
— 175	grauer, schwach toniger, Sand	weichselkaltzeitlicher Beckensand	—
— 190	grauer, kiesiger, toniger Feinsand		—

d) Randbezirk Neuenbaumer Moor (Hochmoor über Bruchwaldmoor),  
+ 51 m NN, r 79 730, h 00 700

0 — 20 cm	Bunkerde, schwach sandig		6 — 8
— 60	Moostorf mit Wollgras, viele Kiefernstubben in situ		8
— 200	Bruchtorf (Birke, Erle), unten tonig		7 — 9
— 210	sandiger Bruchtorf	Holozän	9
<hr/>			
— 230 +	Feinsand, grau mit organischen Resten	weichselkaltzeitlicher Beckensand	

Die Lage, die außergewöhnliche Ausdehnung und Mächtigkeit des Großen Moores erfordern eine erdgeschichtlich Begründung. Das Moor liegt in einem Bereich, der schon im ältesten Abschnitt des hier bekannten Pleistozän während des ersten Eindringens der Weser nach dem Hochstand des Elster-Eises durch eine Senkungstendenz den Weserlauf gewissermaßen angezogen hat. Die Senkungszone verläuft parallel in einigem Abstand zum Wiehengebirge und ist durch die Auslaugung von Münders-Mergel-Salzen entstanden. Die Senkung verlief nicht kontinuierlich; sie wurde insbesondere durch die Dauerfrostboden-Periode der jeweiligen Kaltzeit abgeschwächt, setzte jedoch mit Beginn der Warmzeit wieder ein, wenn die übrigen Vorbedingungen der Ablaugung gegeben waren.

Die große Talung der Weser zur Zeit der Mittelterrassen-Bildung hat sich auch während der Ablagerungszeit der Grundmoräne als Senke bemerkbar gemacht. Beim und nach dem Eiszerfall entstand eine neue Talung (s. S. 90 ff.). Dadurch wurden die ursprünglich mehr oder weniger zusammenhängende Grundmoränenplatte und die Mittelterrasse in einen südlichen (zwischen Dützen und Gehlenbeck) und einen nördlichen (zwischen Minden und Frotheim) gelegenen Teil abgetrennt. In die Talung legten sich bis zum Eem-Interglazial feinkörnige Sedimente, die mehr Beckensedimente als fluviale Ablagerungen sind. In der Eem-Warmzeit bildeten sich geringmächtige Torfe; der Absenkungsbetrag scheint also geringer als später im Holozän zu sein. Zwischen Eem und Holozän wurden wieder Beckensedimente feinsten Kornes gebildet, die der Weichsel-Kaltzeit (mit geringer Senkung) entsprechen. Eine Periode starker Senkung bringt dann im Holozän, besonders im westlichen Moorteil, bis zu 10 m mächtige organogene Sedimente.

Eine ähnliche Genese kennzeichnet den Senkungstrichter im Moor bei Destel (Luenheider Moor). Hier liegt ein ovaler Trichter von etwa 0,7 km<sup>2</sup>, der bis 2,5 m Eem-Torf und bis 2 m holozänen Torf, getrennt durch 2,5 – 3 m minerogene Sedimente, enthält (s. S. 89).

Kleine isolierte Torfreste finden sich in großer Zahl in dem als Sumpfmoor bezeichneten Areal nördlich vom Hahnenhügel. Sie zeigen eine intensive Abtorfung an. Man hat hier größere Mengen von steinzeitlichen Werkzeugen gefunden.

Als Merkwürdigkeit sei zum Schluß ein isoliertes kleines Moor von nur 100 m<sup>2</sup> Größe südlich Dreierskrug (r 83 700, h 03 700) an der Grenze zwischen Grundmoräne und Schmelzwasserstand erwähnt. Es stellt ein kleines Quellmoor dar. Ähnliche Wasserverhältnisse zeigt das Moor bei „Die Plänge“ (r 84 100, h 02 300) auf der Tal-Wasserscheide zwischen dem nach Norden zum Mühlenbruch-Graben und dem nach Süden zum Hiller Moor fließenden Bach.

Im Bereich der Blätter Hartum und Lübbecke wurden mehrere Aufschlüsse geschaffen, in denen Süßwasser- und Landmollusken auftraten.

Eine von DIENEMANN aufgesammelte Fauna aus der Kalkmulde des Nettelstedter Moores (Bl. Hartum) hat SCHMIERER (1932) untersucht:

*Valvata* (*Valvata cristata*) MÜLL.  
*Bithynia* (*Bithynia*) *tentaculata* (LINNE)  
*Bithynia* (*Bithynia*) *leachi* (SHEPP.)  
*Lymnaea* (*Lymnaea*) *stagnalis* (L.)  
*Lymnaea* (*Stagnicola*) *palustris* (MÜLL.), Zwergformen  
*Lymnaea* (*Radix*) *lagotis* (SCHRANK) WESTERH.  
*Physa* (*Physa*) *fontinalis* L., 1 Bruchstück  
*Anisus* (*Tropidiscus*) *planorbis* (L.)  
*Anisus* (*Spiralina*) *vortex* (L.)  
*Anisus* (*Bathyomphalus*) *contortus* (L.)  
*Anisus* (*Armiger*) *crista nautilius* (L.)  
*Anisus* (*Armiger*) *crista cristatus* (DRAP.)  
*Anisus* (*Hippeutis*) *complanatus* (L.)  
*Acroloxus lacustris* (L.)  
Pisidien und Froschknochen

Es handelt sich um die Molluskenfauna eines stehenden Gewässers, die vollkommen der heutigen entspricht. Landschnecken fehlen nach SCHMIERER (1932).

Vom Verfasser entnommene Proben hat BACHMANN (1970) untersucht. Das Ergebnis ist in Tab. 9 dargestellt. Die dort angegebenen Nummern beziehen sich auf die im folgenden aufgeführten Fundpunkte:

1. Holozän: Auenlehm  
Blatt Lübbecke, r 71 020, h 04 500  
Tal der großen Aue, nahe der Mühle (Baggergut)  
Die Probe enthielt in größerer Zahl *Bithynia* (*B.*) *tentaculata* (LINNE) und *Planorbis* *corneus* (LINNE); die übrigen Arten waren nur mit wenigen Exemplaren vertreten. Ferner wurden einzelne Ostracoden beobachtet.

2. Holozän: Schwemmlehm  
Blatt Hartum, r 84 000, h 96 800  
nördlich Hilferdingsen  
In dieser Fauna herrschen bei weitem *Bithynia (B.) tentaculata* (LINNE), Lymnaeen und von Planorben *Planorbis planorbis* (LINNE) und *Anisus (D) vortex* (LINNE) vor, die in stehendem oder nur langsam fließendem Wasser leben. Auffällig häufig treten Ostracoden und *Chara*-Oogonien auf.
3. Holozän: Wiesenmergel, oben eisenschüssig (Auenlehm)  
Blatt Lübbecke, r 70 900, h 00 550  
Alswede/Helle (Grabung), 0,6 m unter Oberfläche  
Diese Fauna umfaßt Arten, die im Schlamm fließender bis langsam fließender Gewässer leben.
4. Holozän: Wiesenmergel (Auenlehm)  
Blatt Lübbecke, r 69 570, h 01 190  
Hollwinkel (Grabung), 0,68 – 1,15 m unter Oberfläche  
In dieser Fauna sind am häufigsten *Lymnaea (R.) peregra* (O. F. MÜLLER) und *Gyraulus albus* (O. F. MÜLLER), ferner zahlreiche Ostracoden vertreten. Der Nachweis von *Pisidium lilljeborgi* läßt vermuten, daß die Fundschicht bereits dem Altholozän angehört.
5. Holozän: Wiesenmergel (Auenlehm)  
Blatt Lübbecke, r 70 700, h 00 900  
Alswede/Paradies; 0,6 m unter Oberfläche  
Eine Fauna stehender oder langsam fließender Gewässer
6. Holozän: Kalkmudde  
Blatt Hartum, r 79 980, h 98 460  
Nettelstedter Moor bei Aspel  
a) 3–4 m unter Oberfläche  
b) ca. 4 m unter Oberfläche
7. Holozän: Niedermoorortf  
Blatt Hartum, r 79 980, h 98 460  
(vgl. Fdpkt. 6)  
Nettelstedter Moor bei Aspel; ca. 4,5 m unter Oberfläche  
In den Proben der Fundpunkte 6 und 7 überwiegen zahlenmäßig bei weitem die Lymnaeen, Planorben, Valvaten, Bythinien und Pisidien. Es ist die typische Fauna seichter stehender oder nur langsam fließender Gewässer. Nach der Pollenanalyse (REHAGEN 1964) liegt die Entstehungszeit des Sediments in der Mitte der Mittleren Wärmezeit (Zone VI/VIII nach FIRBAS 1952), darunter folgt die Zone IV (Präboreal).
8. Holozän: Niedermoorortf  
Blatt Hartum, r 82 300, h 97 650  
nördlich Eickhorst unmittelbar an der Bastau; 1,0 – 1,5 m unter Oberfläche  
Typische Fauna stehender oder nur langsam fließender Gewässer.
9. Altholozän bis Spätglazial: Feinlehm  
Blatt Lübbecke, r 69 980, h 02 230  
Westufer der Großen Aue bei Ellernburg  
ca. 3,4 – 4 m unter Oberfläche  
Typische Fauna der Fluß- oder Bachauen. Das häufige Auftreten der kaltzeitlichen Art *Pisidium (R.) obtusale lapponicum* CLESSIN zusammen mit *Pisidium (R.) lilljeborgi* CLESSIN liefert einen Hinweis für altholozänes bis spätglaziales Alter.

Zusammenstellung der in den Aufschlüssen 1–10 nachgewiesenen Land- und Süßwassermollusken

Fundpunkt:	1	2	3	4	5	a	6	b	7	8	9	10
<i>Viviparus contextus</i> (MILLET)	+					h	ss		+	h		
<i>Valvata (V.) cristata</i> (O. F. MÜLLER)	+	ss				ss	h			ss		
<i>Valvata (C.) piscinalis</i> (O. F. MÜLLER)			+				ss					
<i>Valvata (C.) piscinalis antiqua</i> SOWERBY			+			h	ss					
<i>Valvata (C.) pulchella</i> (STUDER)	+		+			h	ss		+	h	s	+
<i>Bithynia (B.) tentaculata</i> (LINNÉ)		sh								h	ss	
<i>Bithynia (B.) leachi</i> (SHEPPARD)						ss				h		
<i>Bithynia (B.) cf. leachi</i> (SHEPPARD)	+					ss	ss		+	s		
<i>Carychium minimum</i> O. F. MÜLLER						ss				s		
<i>Physa fontinalis</i> (LINNÉ)	+	h				s				h		
<i>Lymnaea (L.) stagnalis</i> (LINNÉ)											ss	
<i>Lymnaea (G.) palustris</i> (O. F. MÜLLER)	+					ss	ss				ss	
<i>Lymnaea (G.) truncatula</i> (O. F. MÜLLER)							h					
<i>Lymnaea (R.) peregra</i> (O. F. MÜLLER)	+	h		sh	+	sh	ss		+	h	s	+
<i>Lymnaea (R.) peregra f. ovata</i> (DRAPARNAUD)	+	ss										
<i>Planorbis barbus</i> (LINNÉ)	+	h				h			+	sh	s	+
<i>Planorbis planorbis</i> (LINNÉ)						ss					ss	
<i>Anisus (A.) spirorbis</i> (LINNÉ)	+	sh				s	s		+	sh	ss	+
<i>Anisus (A.) leucostomus</i> (MILLET)	+	ss				ss			+	sh	ss	+
<i>Anisus (D.) vortex</i> (LINNÉ)	+	ss				ss			+	ss		
<i>Bathyomphalus contortus</i> (LINNÉ)												
<i>Gyraulus riparius</i> (WESTERLUND)	+					sh	h		+	sh	h	+
<i>Gyraulus albus</i> (O. F. MÜLLER)		s		ss	+	sh	s		+	h	h	+
<i>Gyraulus laevis</i> (ALDER)						ss				s		+
<i>Armiger crista f. cristatus</i> (DRAPARNAUD)	+	s				ss			+	ss		+
<i>Armiger crista f. nautilus</i> (LINNÉ)												+
<i>Hipppeutis complanatus</i> (LINNÉ)	+					ss			+	ss		+





10. Holozän: Feinlehm

Blatt Lübbecke, r 70 150, h 02 860

Bad Fiestel, 2 – 3 m unter Oberfläche

Fauna der Bach- und Flußbauen. Als einzige eingeschwemmte Landschnecke ist *Cepaea nemoralis* (LINNE) vertreten. Die Fauna liefert keinen Hinweis für pleistozänes Alter. Jedoch liegt die Fundschicht unterhalb eines gekappten Wurzelhorizontes, mit einem  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $3880 \pm 70$  Jahren vor 1950, der in altholozänen kalkhaltigen Schluffen und tonigen Schluffen ausgebildet ist.

Anschließend sei noch ein Fund von Diatomeen aus einer Bohrung östlich vom Großen Hahnen-Hügel (r 85 850, h 02 520) erwähnt, wo ein kleines Wasserbecken vertorft und später zugeweht wurde. Der ältere Hochmoortorf aus 0,6 – 0,75 m Teufe zeigt ein Pollenspektrum der Mittleren Wärmezeit, jüngerer Teil (Zone VII nach FIRBAS 1952). Die Überdeckung besteht aus jüngerem Flugsand.

## 5) Bastau-Moor

Von HANS-WOLFGANG REHAGEN

Am nördlichen Fuß des Wiehengebirges wuchs während des Holozäns in einer flachen, sich von Isenstedt bis kurz vor Minden erstreckenden Wanne ein Moor heran, das als Bastau-Moor bezeichnet wird. Es wurde bereits einmal pollenanalytisch untersucht, und zwar von PFAFFENBERG (1934) der jedoch schon damals feststellen mußte, daß sich das Moor nicht mehr in seinem ursprünglichen Zustand befand. Der östliche Teil, die „Mindener Wiesen“, war schon seit langem völlig abgetorft gewesen und danach kultiviert worden; aber auch der ungefähr gleichgroße westliche Teil, das Große Torf-Moor bei Nettelstedt (etwa 7 km lang und 1 – 1,5 km breit) besaß nur noch eine durch Entwässerung, Beweidung und Torfgewinnung stark veränderte Oberfläche. Die seit der Arbeit von PFAFFENBERG (1934) verfloßenen Jahre brachten dem Moorkörper weitere Zerstörungen.

Inzwischen hatten die pollenanalytischen Untersuchungsmethoden sich wesentlich erweitert und verfeinert. Bei den von PFAFFENBERG (1934) durchgeführten Untersuchungen wurden die Probenabstände den damaligen Gepflogenheiten nach sehr weit gewählt (durchschnittlich 30 cm) und die einzelnen Proben auf nur ca. 150 – 200 Baumpollen (BP) ausgezählt. Außerdem waren viele Nichtbaumpollen (NBP) in ihrer Bedeutung noch unbekannt. Eine Neubearbeitung erschien daher wünschenswert, zumal das Moor wegen seiner Größe nicht nur einen Einblick in eine lokal engbegrenzte Vegetationsentwicklung gibt, sondern auch eine Übersicht über die Vegetationsgeschichte der weiteren Umgebung erlaubt.

Das vorliegende Profil wurde bis zu einer Tiefe von 2,50 m im Handstich an einer Stichwand geborgen, der Abschnitt von 2,50 – 7,00 m konnte dagegen nur mit Hilfe einer Dachnowski-Sonde erbohrt werden. Der Probenabstand betrug 5 cm. Das Material wurde nach der Acetolyse-Methode von ERDTMAN (1960) aufbereitet und je ein Präparat auf 400 – 500 BP ausgezählt. Für die

Darstellung im Diagramm (Abb. 23) ist die Summe aller BP (ohne *Corylus*) von 100% die Bezugsbasis; die Angaben für *Corylus* (Hasel), die NBP sowie die Farn- und Moossporen sind auf diese Zahl bezogen. Die Zonierung der einzelnen vegetationsgeschichtlichen Abschnitte erfolgt nach dem für Nordwestdeutschland gebräuchlichen System von OVERBECK & SCHNEIDER (1938).

#### Aufbau des Profils:

- 0 – 220 cm Jüngerer Hochmoortorf (=Weißtorf), gelb bis gelbbraun, schwach bis mäßig an der Oberfläche stets erdig zersetzt, bis 15 cm rezent durchwurzelt, vereinzelt Wollgraslagen und Ericaceen-Reiser
  - 220 – 480 cm Älterer Hochmoortorf (=Schwarztorf), dunkelbraun bis schwarzbraun, stark zersetzt, Wollgraslagen und Ericaceen-Reiser, Schwarz/Weißtorf-Kontakt bei 220 cm
  - 480 – 630 cm Seggentorf, stark zersetzt, lagenweise mit bruchtorfartigem Charakter
  - 630 – 700 cm Mudde, anfangs stärker minerogen, später vorübergehend als ca. 30 cm mächtige Kalkmudde, reich an *Pediastrum*
- Liegendes: Sand

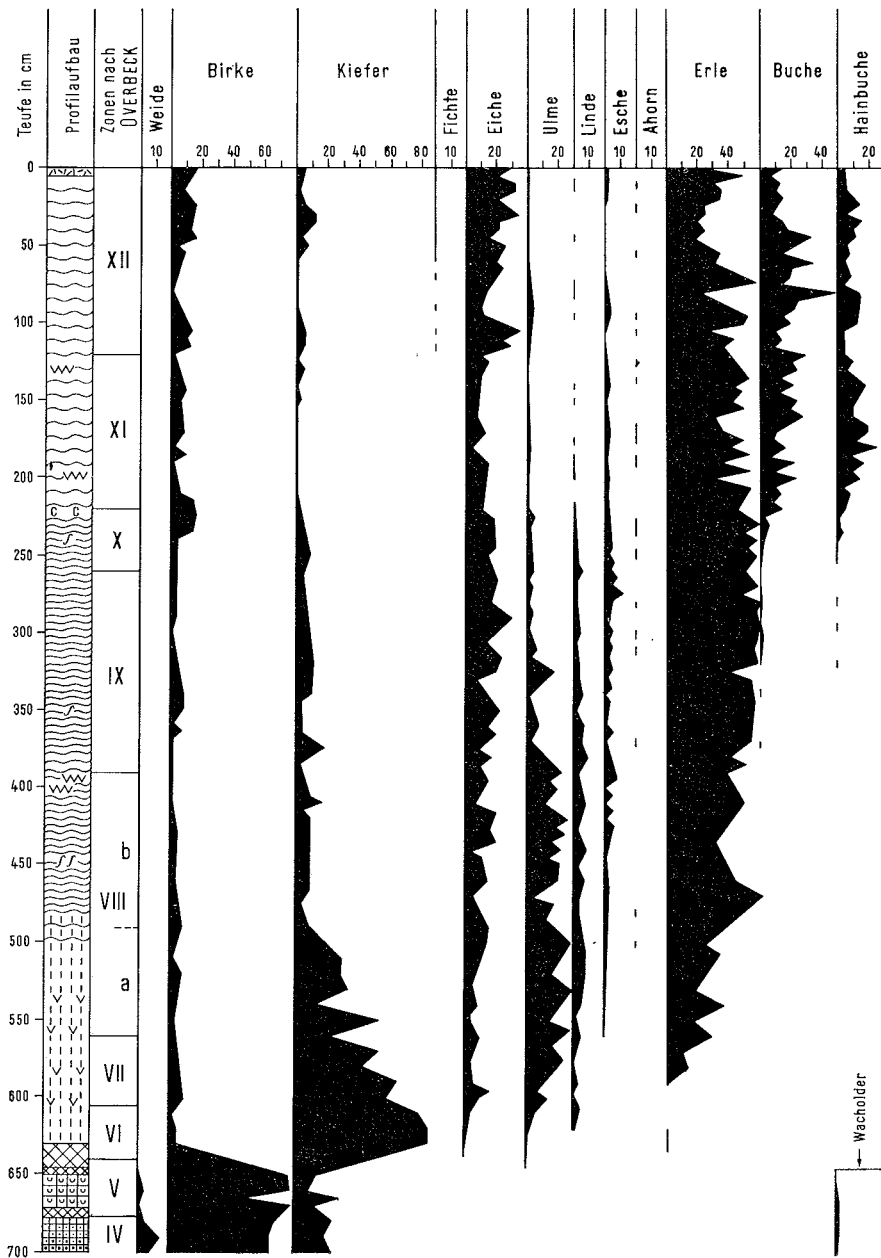
#### a. Vegetationsgeschichtliche Perioden

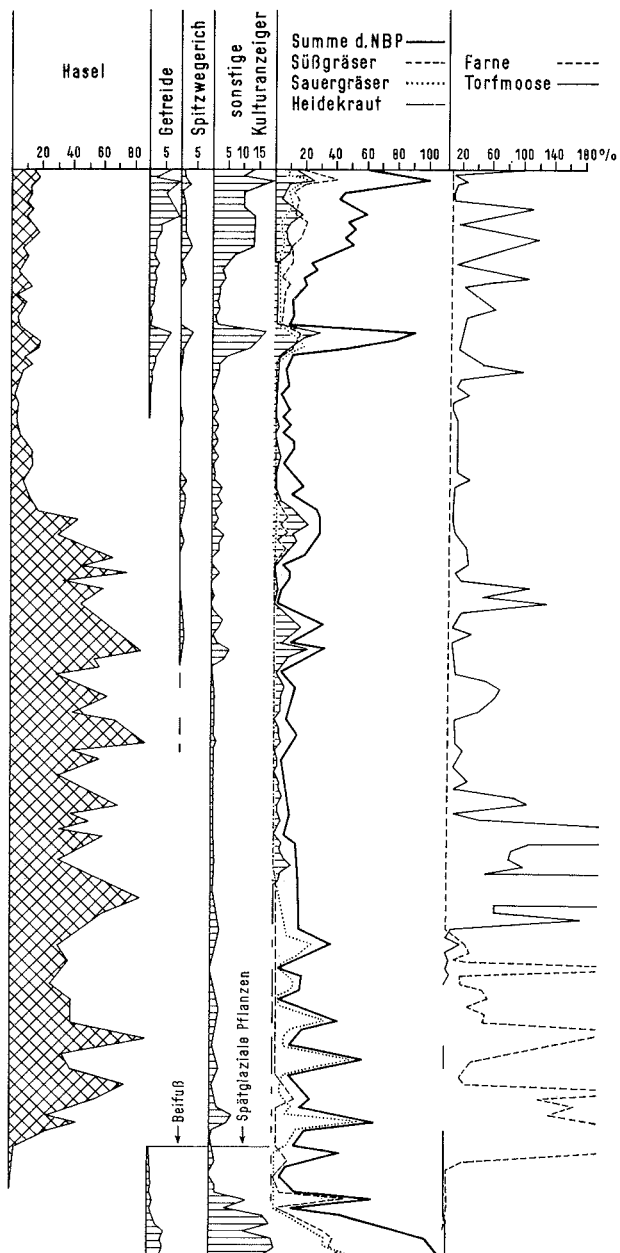
Zone IV, Jüngere *Dryas*- oder Tundrenzeit (700–675 cm). Der unterste Teil des Profils erfaßt noch gerade den letzten Abschnitt der ausklingenden Späteiszeit, der noch alle pollenfloristischen Kriterien einer unwirtlichen klimatischen Phase zeigt: hoher minerogener Anteil am Sediment infolge der nicht geschlossenen Pflanzendecke; niedrige BP-Dichte wegen der baumarmen Vegetation und dementsprechend reichlich NBP,

Abb. 23. Pollendiagramm aus dem Großen Torf-Moor bei Nettelstedt (vereinfachte Darstellung), s. S. 118/119

Die schwarz ausgefüllten Kurven ergeben zusammen die Baumpollensumme von 100%, die als Bezugsbasis für die Kurven aller Nichtbaumpollen und Sporen gilt. In der Kurve „sonstige Kulturanzeiger“ sind die Werte für folgende Arten, Gattungen bzw. Familien von 0–630 cm zusammengefaßt worden:

*Centaurea cyanus* (Kornblume), *Plantago* außer *P. lanceolata* (Wege-  
rich), *Thalictrum* (Wiesenraute), *Rumex* (Sauerampfer), *Artemisia* (Beifuß), *Chenopodiaceae* (Gänsefußgewächse), *Caryophyllaceae* (Nelken-  
gewächse), *Compositae* (Korbblütler), *Cruciferae* (Kreuzblütler), *Urtica* (Brennnessel), *Polygonum* (Knöterich); von 670–700 cm gibt diese Kurve eine Zusammenfassung folgender für das Spätglazial typischer Pflanzen wieder: *Helianthemum* (Sonnenröschen), *Sanguisorba officinalis* und *minor* (Wiesenknopf), *Thalictrum*, *Plantago*, *Rumex* sowie *Botrychium* (Mondraute) und *Selaginella* (Moosfarn)





- Mooreerde
- schwach zersetzter Sphagnumtorf
- stark zersetzter Sphagnumtorf
- cuspidatum-Torf
- Bruchtorf
- Seggentorf
- Eriophorum - Fasern
- Ericaceen-Reiser
- Mulde aus Grobdetritus
- Mulde aus Feindetritus
- Kalkmulde
- Tonmulde
- Ton
- Sand

z. B. Gramineen (Süßgräser), Cyperaceen (Sauergräser), *Artemisia* (Beifuß), *Helianthemum* (Sonnenröschen), *Thalictrum* (Wiesenraute).

Im BP-Spektrum dominiert *Betula* (Birke) mit Werten knapp unter 70% ganz klar vor *Pinus* (Kiefer), die zwischen 20% und 25% liegt. *Salix* (Weide) befindet sich gerade noch über der 10%-Grenze. Regelmäßig tritt auch der Pollen von *Juniperus* (Wacholder) auf. Dieser Strauch verträgt keine Beschattung und findet daher jetzt geeignete Umweltsbedingungen vor. Doch bleibt sein Anteil recht gering. Noch seltener tritt die ebenfalls lichtliebende *Populus* (Espe) in Erscheinung. Es muß jedoch offenbleiben, wie weit das der schlechten Erhaltungsfähigkeit des Espenpollens zuzuschreiben ist.

Versucht man aus den pollenanalytischen Ergebnissen die damalige Vegetation zu rekonstruieren, so bietet sich das Bild einer parktundra-ähnlichen Landschaft: An geschützteren feuchten Plätzen dürften Weiden-Birkengebüsche gestockt haben, geschützte trockene Orte waren mit Gruppen von Birken, denen sich auch Kiefern zugesellen konnten, bestanden. Sonst herrschte eine offene Vegetation. Viele Kräuter finden jetzt, da sie sehr lichtliebend sind, für sich günstige Lebensbedingungen vor. Trotz des kalten Klimas ermöglicht ihnen die geringe Beschattung durch Bäume eine weite Verbreitung. Für die in Nordwestdeutschland zu jener Zeit weitverbreiteten Krähenbeerenheiden brachte das Pollendiagramm keinen Anhaltspunkt. Mit durchschnittlich 1% ist die *Empetrum*-Kurve dafür zu niedrig. Für das Fehlen dieser Heiden dürften wohl lokale Faktoren maßgebend gewesen sein.

Über die Entstehungsgeschichte des Moores läßt sich durch das Studium des Profilaufbaus erfahren, daß zunächst mit einer sandigen Tonmudde eine limnische Ablagerung ansteht. Das Moor ist also nicht durch Versumpfung entstanden, sondern hat sich aus einem See, der später verlandete, entwickelt. Dieser See hatte sich gegen Ende der Späteiszeit gebildet, als das Grundwasser langsam bis zur Oberfläche anstieg und sich dann an den tiefsten Stellen der Mulde zu sammeln begann.

Zone V, Präboreal oder Vorwärmezeit (675–640 cm). Mit diesem Abschnitt beginnt die Nacheiszeit. Da das Klima sich rasch erwärmt, treten alle Erscheinungen der vorausgegangenen kaltzeitlichen Phase umgehend zurück oder verschwinden ganz. So sinkt als Zeichen einer sich rasch schließenden Pflanzendecke der minerogene Anteil im Sediment bald auf ein Minimum herab. Die stark zugenommene BP-Dichte spiegelt die rasch erfolgte Bewaldung der Landschaft wider; analog fällt die NBP-Kurve steil ab. Die für das Spätglazial typischen Pflanzen werden durch die sich ausbreitenden Bäume verdrängt.

Im BP-Diagramm drückt sich die durchgreifende Klimaverbesserung spontan durch den Steilanstieg der *Betula*-Kurve auf 85% aus. Die Kiefer reagiert zunächst nur schwach. Erst am Ende des Präboreals steigt auch ihre Kurve steiler und stetig an. *Salix*, ein Baumpollen kalter Spektren, tritt erwartungs-

gemäß zurück. Auch die schon während der Jüngerer *Dryas*-Zeit spärlichen Funde von *Juniperus*- und *Populus*-Pollen werden noch seltener. Die nächste tiefgreifende Veränderung wirft gegen Ende dieser Zone ihre Schatten voraus. Während die *Betula*-Kurve steil von ihrem präborealen Gipfel abfällt und korrespondierend die der Kiefer ansteigt, zeigen sich die ersten Spuren wärmeliebender Laubhölzer. Fast gleichzeitig im vorliegenden Profil erscheinen erst *Corylus* (Hasel), dann *Ulmus* (Ulme) und zuletzt *Quercus* (Eiche). Ihre Werte bleiben jedoch bis zur Zonenwende gering.

Besonderes Interesse verdient das Pollenspektrum in 665 cm Tiefe. Hier zeichnet sich offenbar die „Piottino-Schwankung“, ein sehr kurzer präborealer Kälterückschlag, ab, die schon verschiedentlich in mitteleuropäischen Pollendiagrammen beobachtet werden konnte. Der hier zu verzeichnende Vorstoß der *Pinus*-Kurve um 20% deutet entgegen der üblichen Erwartung keine weitere Klimaverbesserung an, da parallel hierzu sowohl die BP-Dichte deutlich abnimmt als auch die für eine kaltzeitliche Phase typischen NBP-Kurven stark ansteigen. Der Anteil der Kiefernpollen wächst also nur auf Kosten einer rückläufigen Bewaldungsdichte bzw. einem dadurch bedingten stärker in Erscheinung tretender Ferneinflug.

Von der kurzen Kälte-Oszillation abgesehen, erfolgt im Präboreal die endgültige Wiederbewaldung. Die raschwüchsige Birke vermag sich als erster Baum die Landschaft zu erobern. Sie bildet allerdings nur lichte Wälder, denn fast alle lichtliebenden Pflanzen des Spätglazial lassen sich, wenn auch in erheblich geringeren Frequenzen, noch bis zum Ende der Vorwärmezeit im Pollenspektrum verfolgen.

Im Profil steht weiterhin eine limnische Ablagerung an, doch ist die stark minerogene von einer überwiegend aus Feindetritus bestehenden Mudde abgelöst worden. Vorübergehend kommt es auch zur Bildung einer Kalkmudde, da kalkausscheidende Mikroorganismen, vor allem Algen, sich nach der Klimabesserung rasch auszubreiten vermochten. Nimmt nun das Pflanzenleben im See weiter zu, steigert sich auch der Anteil des der Verwesung unterliegenden organischen Materials. An diesen Vorgängen beteiligte Mikroorganismen setzen ihrerseits immer mehr Kohlensäure frei, die den frisch ausgefällten Kalk wieder auflösen kann. Fällt mehr Kohlensäure als Kalk an, hört die Bildung der Kalkmudde auf. Gegen Ende des Präboreals treten mit der Sedimentierung einer Torfmudde die ersten Anzeichen einer Verlandung an der Profilentnahmestelle auf.

Zone VI, Boreal oder Frühe Wärmezeit, älterer Teil (640–605 cm). Wiederum erwärmt sich das Klima nahezu sprunghaft. Entsprechend heftig reagieren vor allem die Kurven im BP-Diagramm. Die der Kiefer schnellst über 90% empor und drückt die bisher herrschende Birke bis unter 10% herab. Gleichzeitig mit *Pinus* breitet sich *Corylus* aus, erreicht je-

doch in diesem Abschnitt mit ca. 50% noch nicht so hohe Werte. Auch die anderen thermophilen Laubböizer vermehren ihren Anteil im Waldbild. Bis zum Ende des Altboreals haben Ulme und Eiche bereits fast 5% erreicht. Auch *Tilia* (Linde) wandert zu dieser Zeit in die Landschaft ein. Die NBP-Kurve fällt jetzt für längere Zeit auf ihre niedrigsten Werte ab; nur lokale pflanzengesellschaftliche, nicht überregionale vegetationsgeschichtliche Entwicklungen lassen sie wiederholt ausschlagen.

Aus dem Pollendiagramm folgert, daß in der Frühen Wärmezeit die Birkenwälder rasch durch die der klimatisch etwas anspruchsvolleren Kiefer verdrängt werden. Aber auch die Kiefernwälder sind, im Gegensatz zu den sich später ausbreitenden Laubwäldern, noch sehr lichtdurchlässig. Daher findet die Hasel zunächst als Unterwuchs (später möglicherweise auch in eigenen Beständen) gute Lebensbedingungen vor und erobert rasch ein ausgedehntes Areal. Ulme, Eiche und Linde scheinen mit einem Anteil von 12% am Baumpollenniederschlag nur einen sehr bescheidenen Anteil am altborealen Waldbild zu stellen. Doch hier bedürfen die quantitativen Aussagen des Pollenspektrums eines ergänzenden Hinweises. Während bei Ulme und Eiche die Menge ihres Pollenniederschlags etwa ihrem Anteil am Waldbestand entspricht, bei der Linde sogar zu verdoppeln ist, streuen Kiefer und Hasel (wie auch Birke und Erle) viermal mehr Pollen aus, als es ihrer tatsächlichen Anwesenheit im Waldbild entspricht. Bisher waren solche Überlegungen noch nicht erforderlich.

Die noch am Ende des Präboreals einsetzende Sedimentation einer Torfmulde hört schon bald zu Beginn der Frühen Wärmezeit wieder auf, da an der Profilentnahmestelle die Verlandung des ehemaligen Wassers abgeschlossen ist. An Stelle der limnischen treten jetzt die terrestrischen Bildungen eines topogenen oder Niedermoores. Zunächst wächst ein Riedtorf auf; das Hochschnellen der Cyperaceen-Kurve spiegelt deutlich die örtliche Entwicklung dieser am Aufbau des Torfes stark beteiligten Pflanzengesellschaft wider. Zeitweilig besaß der Torf auch einen mehr bruchtorfartigen Charakter. Die Seggen- gesellschaften wurden also vorübergehend von einem Kiefernbruchwald mit einem reichen Unterwuchs an Farnen (wie der Steilanstieg der Farnsporenkurve andeutet) zurückgedrängt. Die Ursache dieses Wechselspiels dürfte in erster Linie auf einem unregelmäßigen Verhalten des Grundwasserspiegels beruhen.

Zone VII, Boreal oder Frühe Wärmezeit, jüngerer Teil (605–560 cm). Während dieser und der nachfolgenden atlantischen Unterzone VIIa erreicht das nacheiszeitliche Klima sein Optimum. Wie rasch auch hier die Entwicklung voranschreitet, läßt sich daran ablesen, daß von einer Probe zur anderen die thermophilen Laubbäume ihren Anteil mehr als verdoppeln. *Corylus* setzt nahezu schlagartig zu seiner borealen Massenausbreitung an. *Ulmus* und *Quercus* expandieren zunächst etwa gleichmäßig. Dann



läuft die weitere Entwicklung eindeutig zu Gunsten der Ulme, deren Kurve bis zum Ende der Zone schon 20% übertrifft. Eiche und Linde erreichen dagegen nicht mehr als 7%. Inzwischen zeigen sich auch die ersten Spuren von *Fraxinus* (Esche) und *Acer* (Ahorn). Während die Eschen-Kurve sich bald schließt, findet man den Pollen von *Acer* bis zum Ende des Profils nur sporadisch. Mit *Alnus* (Erle) erscheint im Jungboreal ein weiterer Baum, doch bleibt er bis zur Zonenwende noch ohne jede größere Bedeutung. Die bisher dominierende *Pinus*-Kurve fällt, wenn auch unter stärkeren Schwankungen, stetig ab. Am Ende dieses vegetationsgeschichtlichen Abschnitts kulminiert *Corylus* mit fast 100% in seinem borealen Maximum.

Im Waldbild des Jungboreals herrschen bereits eindeutig die thermophilen Laubhölzer vor. Es sind dies in erster Linie Ulme, Eiche, Linde, Esche und Ahorn, die man als Eichenmischwald (EMW) zusammenfaßt. Der pollenanalytische Begriff „EMW“ stellt nun keineswegs eine einheitliche Waldgesellschaft dar. Je nachdem der Wald auf einem feuchten oder trockenen bzw. reichen oder armen Boden stockt, entwickeln sich voneinander abweichende Varianten. Auch andere Bäume werden in diesen Verband mit einbezogen, auf einem feuchten Standort z. B. die Erle, auf einem armen die Birke. Die Hasel, heute hauptsächlich nur noch in den Waldmantelgesellschaften vertreten, besitzt ebenfalls ein ausgedehntes Areal. Man nimmt an, daß sie zeitweilig reine Haselhaine gebildet hat. Der Konkurrenzkraft der Laubbäume weichen die Kiefernwälder, vor allem wegen der Beschattung, nun endgültig. Sie vermögen sich bis zur Zeit der Nadelholzforsten nur noch auf den nährstoffärmsten Böden zu behaupten.

Während der gesamten Zone VII entwickelt sich das Niedermoor wie im Alboreal weiter.

**Zone VIII, Atlantikum oder Mittlere Wärmezeit (560–390 cm).** Durch die Transgression der Nordsee auf etwa die heutigen Küstenlinien wandelt sich das Klima für unser Gebiet erneut in tiefgreifender Weise. War es im Boreal kontinental trocken und warm, so ist es jetzt ozeanisch feucht und warm. In den meisten Pollendiagrammen aus der nordwestdeutschen Tiefebene tut sich dieser Wechsel durch einen mehr oder weniger abrupten Steilanstieg der *Alnus*-Kurve kund. Das vorliegende Nettelstedter Profil verzeichnet allerdings nur eine allmähliche, schwankende Aufwärtsbewegung. Hierfür dürften lokale Faktoren maßgebend gewesen sein. Der entsprechend zögernde und ungleichmäßige Rückgang der Kiefer scheint dies zu bestätigen. Auffällig ist auch der Abfall der *Corylus*-Kurve von ihrem borealen Maximum. Unter den Gliedern des EMW nimmt die Ulme am stärksten zu.

Die Zone VIII läßt sich in die Unterzonen VIIIA und VIIIB gliedern. Als pollenfloristisches Kriterium gilt das unterschiedliche Verhalten einiger Baumpollenkurven. In der Zone VIIIA ist der Anteil von *Pinus* und innerhalb des

EMW der von *Ulmus* und *Tilia* gegenüber *Quercus* höher; in VIIIb sind *Alnus* und *Fraxinus* sowie *Quercus* stärker vertreten. Danach läßt sich im Diagramm etwa bei 490 cm eine Untergliederung vornehmen.

Als erste Reaktion auf das feuchter gewordene Klima und den damit verbundenen Anstieg des Grundwasserspiegels kommt es in den Niederungen meist zu einer förmlichen Massenausbreitung der Erlenwälder. In der Umgebung des Nettelstedter Moores vermochte sich jedoch die Erle nicht so widerstandslos durchzusetzen, wie das antagonistische Wechselspiel von *Pinus*- und *Alnus*-kurve zeigt. Auf ihren Niedermoorstandorten scheint die Kiefer, wie in einigen Bruchwaldgebieten am Dümmer (PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964), noch lange ihre lokalen Positionen behauptet zu haben. Die weitere Ausdehnung des EMW drängt infolge ihrer Schattenwirkung die Hasel zurück; gleichzeitig wird sie in diesen Verband aufgenommen und erhält als Glied der Mantelgesellschaft dieser Wälder den entsprechenden Lebensraum. In der Unterzone VIIIb erweitern die Erle und die Esche ihr Areal; dies gilt als ein Ausdruck zunehmender Feuchtigkeit.

Bis etwa zur Mitte der atlantischen Zone setzt sich das Wachstum des Niedermoororfes unverändert fort. Dann beginnt der Charakter des Moores sich zu wandeln. Die den bisherigen lokalen Pflanzenwuchs repräsentierenden Kurven fallen ab und andere steigen an, vor allem die der Sphagnen (Torfmoose.) Dieser Wandel setzt ein, wenn das Niedermoor aus dem Bereich des nährstoffreichen Grundwassers gerät. Zunächst entsteht ein Übergangsmoor mit saurer Bodenreaktion, das auch den *Spagnum*-Arten günstige Entwicklungsmöglichkeiten bietet. Verarmt das Substrat weiter und ist die atmosphärische Wasserversorgung ausreichend, entsteht ein Hochmoor. Die *Sphagnum*-Polster breiten sich immer weiter aus, bis sie schließlich eine geschlossene Decke bilden und so die Verjüngung der bisher herrschenden Vegetation unterbinden. Durch Hochwachsen an Baumstämmen wird selbst der noch übriggebliebene Baumbestand zum Absterben gebracht. Damit ist der Übergang vom topogenen zum ombrogenen Moor abgeschlossen. Es ist daher kein Zufall, daß die *Pinus*-Kurve des Nettelstedter Diagrammes gerade zu dem Zeitpunkt endgültig abgefallen ist, zu dem auch die Bildung eines ombrogenen Torfes eingesetzt hat. Dieser jetzt im Profil anstehende Ältere Hochmoortorf oder Schwarztorf ist meist ziemlich stark zersetzt. Die wiederholt anzutreffenden an *Eriophorum* (Wollgras) oder an *Calluna* (Heidekraut) reichen Lagen künden feuchtere bzw. trockenere Phasen der Hochmoorentwicklung an.

Zone IX, Subboreal oder Späte Wärmezeit (390–260 cm). Wandelte sich bisher das Florenbild in erster Linie aufgrund klimatischer Einwirkungen, so tritt jetzt mit dem Menschen ein anderer Faktor in Erscheinung. Je weiter die Zeit fortschreitet, desto schwieriger wird es in manchen Fällen zu entscheiden sein, welches Moment nun die Änderung primär verursacht oder zumindest einleitet.

Am auffälligsten ist der Abfall der Ulmen-Kurve zu Beginn des Subboreals. Auch das Ansteigen der Hasel ist vielfach sehr deutlich. Der Gesamtanteil des EMW verändert sich kaum, nur ist jetzt die Eiche der mit Abstand stärkste Vertreter. Im Verlauf des Subboreals wandert *Fagus* (Buche) in die Landschaft ein; etwa Mitte der Zone schließt sich zwar ihre Kurve, bleibt aber sehr niedrig. Erneut gewinnen jetzt die Kurven mancher NBP an Bedeutung. Als Siedlungsanzeiger oder Kulturbegleiter geben sie die Intensität anthropogen bedingter Einwirkungen an. Dies gilt besonders für die Getreidekurve und die von *Plantago lanceolata* (Spitzwegerich). Für das Neolithikum ist aber zu bedenken, daß der Pollen der damals angebauten Getreidesorten dem mancher Wildgräser sehr ähnlich ist; deshalb steigt zu dieser Zeit häufig die Gramineen-Kurve statt der eigentlichen Getreidekurve an.

Auf siedlungsfeindlichen Standorten, das sind fast immer schwere und nasse Böden, ändert sich das Waldbild wohl kaum. Dagegen hinterläßt die neolithische Siedlungstätigkeit deutlich Spuren in Gebieten, deren Böden die Neolithiker zu nutzen vermochten. Rodung und Waldweide führt naturgemäß zu einer gewissen Auflockerung der Bewaldungsdichte; dies eröffnet u. a. der lichtbedürftigen Hasel neue Ausbreitungsmöglichkeiten. Das Verfüttern von Ulmenzweigen drängt diesen Baum erheblich zurück. Auf den Äckern finden lichtbedürftige Kräuter Wuchsmöglichkeiten. Verlassene Äcker verheiden, oder die raschwüchsigen Birken, gefolgt von der nicht minder lichtliebenden Hasel, erobern sich in kurzer Zeit das freie Areal; schließlich kommt die Eiche auf und erkämpft das Gebiet wieder für den Wald zurück. Dies ist ein Entwicklungszyklus, wie er in manchen Pollendiagrammen zu finden ist; die Kurven dieser Bäume gipfeln dann vorübergehend, bis sich ein Gleichgewicht hergestellt hat.

Im Profil steht weiter der Schwarztorf an.

Zone X, Ende Subboreal/Anfang Subatlantikum (260–220 cm). OVERBECK's (1950) Zone X ist eine Periode des Überganges. Sie spiegelt die dynamischen Vorgänge im Waldbild wider, die sich infolge eines kühler und feuchter werdenden Klimas entwickeln: Rückgang des EMW und von *Corylus* zugunsten von *Fagus* und der jetzt einwandernden *Carpinus* (Hainbuche). Auch die Siedlungstätigkeit nimmt zu; diese Zone umspannt etwa die Jüngere Bronzezeit und die vorrömische Eisenzeit.

Das Wachstum des Schwarztorfes setzt sich noch längere Zeit weiter fort, bis infolge der allerdings nicht linear ablaufenden Klimaverschlechterung der Punkt erreicht ist, an dem ein Wechsel eintritt.

In 220 cm Tiefe wird der stark zersetzte Schwarztorf von einem schwach zersetzten Weißtorf abgelöst. Dieser in vielen Hochmooren zu beobachtende Berührungspunkt wurde früher nach WEBER (1926) „Grenzhorizont“ genannt; man nahm zunächst an, daß es sich um ein überregionales und zeitgleiches

Phänomen handle. Die Untersuchungen zahlreicher Autoren (z. B. VAN ZEIST 1955, AVERDIECK 1957) haben jedoch inzwischen gezeigt, daß die Bildung des „Grenzhorizontes“ durchaus nicht synchron zu sein braucht, nicht einmal innerhalb eines Moores. Der Beginn eines Weißtorfwachstums hängt vom Zusammenwirken mehrerer Faktoren ab, die lokal bedingt sind. Da es in Hochmooren noch weitere als typische Rekurrenzflächen bezeichnete Kontakte zwischen stärker und schwächer zersetzten Torflagen gibt, wurde der „Grenzhorizont“ WEBER's (1926) von AVERDIECK (1957) und OVERBECK et al. (1957) in Schwarz/Weißtorf-Kontakt (SWK) umbenannt. Das Einsetzen des Weißtorfwachstums beginnt meist mit einer Vernässungslage, die aus hydrophilen Sphagnen der *cuspidata*-Gruppe, dem „Vorlaufstorf“, bestehen.

Zone XI und XII, Subatlantikum oder Nachwärmezeit (220–0 cm). In den nachwärmezeitlichen Abschnitten des Nettelstedter Pollendiagrammes erreichen die Kurven von *Fagus* und *Carpinus* ihre höchsten Werte, dafür sind die Kurven des EMW und von *Corylus* stark zurückgedrängt worden. Das Verhalten der NBP-Kurven ist überwiegend durch die menschliche Siedlungsintensität bedingt; es hängt jetzt weniger von klimatischen Faktoren, sondern mehr von Kriegen und Epidemien ab.

Kennzeichnend für weite Teile Nordwestdeutschlands ist, daß im älteren Teil des Subatlantikums die Wälder wieder dichter werden und die Kurven der siedlungsanzeigenden Kräuter entsprechend abfallen oder sogar aufhören. Dies geht zweifellos auf die Folgen der Völkerwanderung zurück. Bereits besiedelte Gebiete werden vom Wald zurückerobert, hauptsächlich von der Buche und der Hainbuche. Man kann daraus schließen, daß der Mensch in erster Linie auf Standorten dieser beiden Bäume Äcker errichtet und auf diese Weise ihre Ausbreitung behindert hatte. Jetzt entwickeln sich verschiedene Varianten der Buchenwälder und Eichen-Hainbuchenwälder. In den feuchten Niederungen dominieren weiterhin die Erlen(bruch)wälder. Diese Entwicklungsphase endet mit den mittelalterlichen Rodungen, die je nach Landschaftstyp ab 800 n. Chr. einsetzen. Zunächst werden Buche und Hainbuche am stärksten zurückgedrängt, doch wird auch zunehmend der Standort der Erle als Weide genutzt. Gefördert wird wegen der Eichelmast die Eiche (vgl. bes. die Proben von 105–115 cm). Das gleichzeitige leichte Ansteigen der Kurven lichtbedürftiger Bäume wie *Corylus*, *Betula* und *Pinus* gibt den Grad abnehmender Bewaldungsdichte wider. Lebhaft reagieren auch die Kurven der NBP; sie weisen auf eine rege ackerbauliche Tätigkeit hin. Wüstungsperioden (z. B. Pest oder 30jähriger Krieg) führen vorübergehend zu rückläufigen Entwicklungen.

Die letzte Phase der Nadelholz-Kulturforsten konnte infolge des Torfabbaus nicht mehr erfaßt werden.

Der Weißtorf, allgemein geringer zersetzt als der Schwarztorf, wächst während der gesamten Nachwärmezeit stetig weiter. Auch er besitzt, wenngleich

in nicht so starkem Maße wie der Schwarztorf, an Wollgras oder Ericaceen-Reisern reiche Lagen. Auf Grund der klimatischen Bedingungen würden die Sphagnen auch heute noch weiter gedeihen, und das Hochmoor würde mit seiner uhrglasförmigen Wölbung weiterhin in die Landschaft ragen. Doch die Entwässerung ebnete nicht nur das Moor ein, sondern ließ auch die Torfmoose und damit das Moor absterben.

Abschließend sei ein kurzer Überblick über die Datierungen der einzelnen vegetationsgeschichtlichen Perioden gegeben. Diese Daten stellen Mittelwerte aus zahlreichen <sup>14</sup>C-Datierungen der letzten Jahre dar. Gelten nicht synchrone Entwicklungen als Hauptkriterien bei der Grenzziehung zwischen den einzelnen Zonen, so sind zeitliche Differenzen gegenüber anderen Datierungen zu erwarten.

Zone XII	b = 1800 — heute	Zeit der Nadelwaldforsten
Zone XII	a = 800 — 1800 n. Chr.	Zeit der mittelalterlichen Rodungen und Kulturforsten
Zone XI	= 150 v. Chr. — 800 n. Chr.	Buchen-Hainbuchen-Zeit: Buchenwälder und Eichen-Hainbuchenwälder; Erlen(bruch)wälder in den Niederungen Römische Eisenzeit — Völkerwanderungszeit
Zone X	= 1100 — 150 v. Chr.	Eichen (-Buchen)-Zeit: Erlen(bruch)-wälder in den feuchten Niederungen Jüngere Bronzezeit — vorrömische Eisenzeit
Zone IX	= 3000 — 1100 v. Chr.	Eichenreiche EMW-Zeit: Erlen(bruch)-wälder in den feuchten Niederungen Erste anthropogene Einwirkungen <sup>1</sup> Neolithikum — Ältere Bronzezeit
Zone VIII	= 5800 — 3000 v. Chr.	Ulmeneiche EMW-Zeit: Erlen(bruch)-wälder in den feuchten Niederungen Ende des Mesolithikums
Zone VII	= 7100 — 5800 v. Chr.	Hasel-Kiefern-EMW-Zeit
Zone VI	= 7700 — 7100 v. Chr.	Kiefern(-Hasel)-Zeit
Zone V	= 8300 — 7700 v. Chr.	Birken(-Kiefern)-Zeit Beginn des Mesolithikums Beginn des Holozäns und der Neolithisierungszeit
Zone IV	= — 8300 v. Chr.	Birken-Parktundren-Zeit Ende des Paläolithikums Ende des Pleistozäns und der Spät-eiszeit

## **6) Raseneisenerz (q,Er)**

Raseneisenerz tritt nur in geringer Verbreitung in knolliger und mulmiger Form und geringer Mächtigkeit in den Niederungen der Bäche auf. Bei Hille-Glinst liegen ausnahmsweise Häufungen von knolligen Erzstücken im unteren sandstreifigen Teil des Lößlehms, offenbar in Verbindung mit einer früher dort vorhandenen Mineralquelle. Häufung von mulmigem Raseneisenerz (und stark eisenschüssigem Torf) findet man an den Rändern des Großen Moores besonders bei Südhemmern und südlich von dem Erosionshang, der aus Schottern der Mittelterrasse besteht, auf dem direkt ein Hangmoortorf liegt, der unmerklich nach Süden in die Niederungsmoortorfe übergeht. — Das Knöllchen-erz ist rostbraun bis dunkelbraun, an frischen Bruchflächen meist bläulich-schwärzlich und schlackenartig porös, z. T. auch fester und dicht. Die Ablagerung des Erzes, dessen Bildungsbedingungen bisher nur in groben Zügen bekannt sind, erfolgte wahrscheinlich in recht junger Zeit.

Wahrscheinlich ist ein Teil der Eisenver kittungshorizonte in den Schottern der Mittleren Terrasse im Zusammenhang mit der Oberfläche der Holstein-Warmzeit unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen gebildet worden.

## **7) Aufgefüllter Boden („y)**

Aufgefüllter Boden dient der Planierung des Geländes und dabei meist auch der Bodenverbesserung. Er besteht aus den verschiedensten Bodenarten, wie sie z. B. bei dem Ausbaggern des Mittellandkanals angefallen und zur Aufschüttung der Kanaldämme und anschließenden Flächen, hier meist im Spülverfahren, gedient haben. Die jüngsten Spülflächen, etwa bei der Heubücke südlich Isenstedt, enthalten ausgebagerten Kanalschlamm und sind daher feinkörnig bis tonig. Nach dem Abtrocknen geben sie ein brauchbares Grünland ab. Stellenweise, so westlich der Neuen-Damm-Brücke, liegen die künstlich aufgekippten Kiese, Sande und lehmigen Sande auf Torfschichten. Tonsteine sind beim Kanalbau nicht angeschnitten worden und daher nicht beteiligt.

In die stillgelegten Tongruben der Ziegeleien oder in Abschnitte der Gruben wird Abraum, Müll oder Trümmerschutt eingefüllt.

Eingezeichnet wurden in der Karte nur größere zusammenhängende Flächen, daher mußten z. B. die aus aufgefülltem Boden bestehenden Kanaldämme weggelassen werden.

Die im Moor eingezeichneten dünnen Auflagen von Schwemmlehm sind z. T. künstlicher Auftrag von Feinboden zur Bodenverbesserung, der sowohl der besseren Bewurzelung der Pflanzen als auch der größeren Trittfestigkeit dienlich ist.

## D. Lagerungsverhältnisse

Das Gebiet der Blätter Lübbecke und Hartum stellt einen kleinen Ausschnitt aus dem südlichen Randgebiet der großen tektonischen Einheit des Niedersächsischen Tektogens (BOIGK 1966) dar, dessen fester Rahmen im Süden durch die Rheinische Masse und im Norden durch die Pompeckj'sche Scholle gebildet wird.

Untereinheiten am Südrand dieses Tektogens sind die Wiehengebirgsrandmulde und die Schaumburg-Lippische Hauptmulde (HARBORT 1903, WORTMANN 1964), deren westliche Fortsetzungen aus dem Raum von Blatt Petershagen noch in den Blattbereich von Hartum, z. T. noch auf das Gebiet von Blatt Lübbecke herüberreichen. Der zwischen beiden gelegene Quetzener Sattel klingt auf Blatt Petershagen aus. Die Petershagener Störungszone reicht im westlichen Fortstreichen der Hauptmulde noch auf den nordöstlichen Teil von Blatt Hartum herüber.

Im Gebiet des Blattes Hartum schwenkt die Randmulde in nordwestliche Richtung um und setzt sich dann wieder in westlicher Richtung in der Haßlager Mulde am Nordrand des Bereiches von Blatt Lübbecke fort.

Das tektonische Bild des südlichen Teils von Blatt Lübbecke wird durch den Nordabfall des Limberg-Sattels, die anschließende Schröttinghauser Mulde und den nördlichen davon ansteigenden Ellerburg-Sattel (HEERMANN 1956) bestimmt, dessen Nordflügel zur Haßlager Mulde überleitet (Abb. 1).

Zu den paläogeographischen Verhältnissen (WOLBURG 1953) ist anzumerken, daß sich durch die jungkimmerische Orogenese im obersten Malm, also im jüngsten Jura, recht erhebliche Reliefunterschiede herausgebildet hatten, die das vorher etwa einheitliche Meeresgebiet des Malms im Süden in Einzelbecken, im Norden in ein langgestrecktes Spezialbecken, das Niedersächsische Becken, gliederten. Vom obersten Jura bis zum Apt vertiefte sich dieses Becken ständig, aber erst das Alb-Meer überschritt beträchtlich dessen Grenzen. Im obersten Jura beginnt die Entwicklung der Schichtenfolge des Beckens mit einer Salzfolge der Münder Mergel und dem Serpulit, auf den der Wealden fast konkordant zur Ablagerung kam.

Der tektonische Rahmen für das Niedersächsische Becken wurde durch die jungkimmerischen Bewegungen, insbesondere durch die Deister-Phase geschaffen. Später, bis in die Unterkreide hinein, traten noch weitere schwächere Bewegungen auf. Im ganzen herrscht eine ruhige flachgeneigte Schichtenlagerung, die 10 – 15° selten übersteigt. Nur im Bereich der Münder-Mergel-Salz-

folge, insbesondere im Bereich des Ellerburg-Sattels, sind stärkere Schichtenverstellungen auf Grund der Salztektunik zu verzeichnen.

Die Nord-Süd-Schnitte auf den Blatträndern zeigen diese vorherrschend geringen Schichtenneigungen. Nur im mittleren und westlichen Teil von Blatt Lübbecke findet sich im Bereich der halokinetischen Ellerburg-Achse eine stärkere Aufsattelung. Die Salinarbildungen des Münder Mergels stehen hier stellenweise senkrecht. Das Gebiet südlich und nördlich davon bis zum Wiehengebirge gibt den generellen schwachen Anstieg nach Süden wieder.

In Wirklichkeit sind die tektonischen Verhältnisse in diesem Bereich aber wohl komplizierter. Durch den Baggeraufschluß an der großen Aue (s. S. 35) konnten 1964 mehrere Störungen im Unteren Wealden festgelegt werden.

Die östliche Fortsetzung des Ellerburger Salzkörpers wurde gravimetrisch bis in die Gegend von Stockhausen nachgewiesen (FRÖHLICH 1967). Hier scheinen mehrere Störungen, die aus Unregelmäßigkeiten in der Dicke und Breitenausdehnung des Salzkörpers abgeleitet werden, in Vorzugsrichtung Südwest — Nordost zu verlaufen. Eine davon wurde als Gestringer Störung bezeichnet und ist wahrscheinlich eine gradlinige Fortsetzung der Störung, die bei Isenstedt die Wealdenkohlenflöze um ca. 120 m gegeneinander versetzt hat (ERKWOH, KNAUFF & WORTMANN 1964). Über die Lübbecker Störung dürfte der Ellerburg-Sattel nicht nach Osten hinausreichen.

Von hier aus erstreckt sich bis in die Gegend von Bückeburg etwa 2 km nördlich und parallel zur Grenze Jura/Wealden nach ALDINGER & CLOSS (1949) eine Minimumzone der Schwerkraft, die nicht mit dem Wealdenausstrich selbst in Verbindung zu bringen ist. Als wahrscheinlichste Deutung wird eine Wirkung nach Norden abfallender „leichter“ Salze (Steinsalz, Kalisalze) des Münder Mergels angenommen. Daß der Ausbiß des Münder Mergels selbst nicht als Schwereminimum auftritt, beruht auf der sicher erfolgten Auslaugung der Salze, die erst unter einer ausreichend dicken Unterkreidedecke erhalten geblieben sind. Die Schwankung des Schwerestörungsbetrages weist unter anderem wohl auf Unregelmäßigkeiten in der Mächtigkeit und vielleicht auch in der Zusammensetzung des Salzkörpers hin.

Hinweise auf junge Tektonik gibt es eine ganze Reihe. ALDINGER & CLOSS (1949) hatten angenommen, daß die tektonischen Bewegungen im Bereich der Münder-Mergelsalz-Aufwölbungen bei Ellerburg und Lavern mit Beginn des Quartärs praktisch beendet sind. SPREITZER (1939) hat dagegen an der Lübbeck-er Egge (in der östlichen Fortsetzung der Limberg-Achse) nach der Saale-Kaltzeit Hebungen von 40 m im südlichen und bis zu 70 m im nördlichen Teil festgestellt. STILLE & BRINKMANN (1931) erwähnen junge tektonische Verbiegungen älterer Einebnungsflächen aus den nördlich angrenzenden Kartenbereichen, wozu WORTMANN (1964) neue Hinweise beigesteuert hat.

Neue Fakten, die auf junge Bewegungen am Nordflügel des Ellerburg-Sattels hindeuten, sind die folgenden:



1. Hochliegendes Mesozoikum unter den holozänen Alluvionen der Großen Aue auf 1 km nördlich vom Steg bei Bad Fiestel. Ein Wealden-Kohlenflöz, 2 m unter Oberfläche, ist erstaunlich frisch und kaum verwittert; nicht einmal der Pyrit ist angegriffen.
2. Die Salzfolge des Ellerburg-Sattels beginnt bereits in 40 m unter Oberfläche und zeigt nur oberflächlich den Fortschritt der Auslaugung.
3. Alle Süd-Nord fließenden Gewässer auf Blatt Lübbecke queren den Rücken von Isenstedt–Fabbenstedt–Kempringen aus mesozoischen Schichten in schmalen Tälern, in denen das Quartär nur 1 – 2 m mächtig ist, während nördlich und südlich wesentlich größere Mächtigkeiten vorliegen.

Der fast gradlinige Steilabfall der Moorunterfläche auf Blatt Hartum am Südrand des Kiesrückens bei Birkenfeld (Kanal-km 85 – 86) und die schnelle Zunahme der Torfmächtigkeit bis auf 7 m auf eine horizontale Entfernung von 60 – 80 m beruht nicht auf der bekannten uhrglasförmigen Aufwölbung der Hochmoor-Oberfläche, sondern auf einem Steilabfall des minerogenen Untergrundes, der sich in dieser Gradlinigkeit und Steilheit an keiner anderen Stelle des sehr ausgedehnten Moorkomplexes findet. Eine Deutung als Erosionssteilkante kommt nicht in Frage, da ein entsprechender Flußlauf fehlt. So bleibt die einleuchtende Erklärung, daß hier durch Einsturz über Hohlräumen, die bei der Auslaugung von Münders-Mergel-Salzen entstanden, die Vorbedingungen für diese Erscheinungen geschaffen wurden.

Ein ähnlicher Fall liegt am Südrand des Moortrichters am Luenheider Moor östlich von Destel vor; hier sind bereits im Eem-Interglazial am steilen Trichter- rand mächtige Torfschichten gebildet worden, während sich bei Birkenfeld die bis zu 10 m dicken Torfschichten erst ab Ende des Pleistozäns allmählich an den sich kontinuierlich bildenden Steilrand anlagern.

## **E. Nutzbare Ablagerungen**

Unter den gegenwärtigen wirtschaftlichen und technischen Bedingungen sind im Blattbereich verschiedene Lagerstätten in Nutzung (WOLBURG 1952). Im Wiehengebirgsanteil sind es Bau-, Pflaster- und Schottersteine sowie Kalk zum Brennen, im Flachland vorzugsweise die keramischen Rohstoffe Ton und Lehm, die Baustoffe Kies und Sand. Ferner wird Torf für Badezwecke, z. T. auch als Brennstoff und Streutorf gewonnen. Die übrigen Lagerstätten (Kohlen, Schwefelkies, Blei- und Zinkerze, Eisenerz, Raseneisenstein) haben – soweit sie überhaupt früher von Bedeutung waren – in der Gegenwart keine Aussicht mehr für eine gewinnbringende Nutzung.

Eine gewisse Bedeutung haben noch Mineralwässer für Heilbäder (s. S. 152). Die zur Zeit intensivste Nutzung hat der  $H_2S$ -haltige Fiesteler Brunnen.

Die Erdöl-Prospektion hat bisher, soweit bekannt, keine wirtschaftlich ausbeutenden Lagerstätten nachweisen können.

### **I. Erze**

#### **a) Eisenerze**

Nach DIENEMANN (1939, S. 134) ist der Porta-Eisenstein oder das Wittekindflöz im Blattbereich nicht mehr vorhanden. Doch ist es verschiedentlich zu einer Eisenanreicherung auf Klüften und in gewissen Lagen des Porta-Sandsteins zur Bildung von sogenannten Eisenschwarten mit einem Gehalt von 14 – 33% Fe gekommen. Ihr sehr unregelmäßiges und mehr vereinzelteres Auftreten sowie die geringe Mächtigkeit von höchstens einigen Dezimetern gestatten z. Zt. keinen Abbau. Auch die westlich Schnathorst in der Zone des Porta-Sandsteins verliehenen Eisensteinfelder gehören zu diesem Typus.

Raseneisenerz kommt nur nesterweise vor und hat als Lagerstätte keine Bedeutung.

#### **b) Blei- und Zinkerze**

Auf diese Erze sind bei Gehlenbeck Felder verliehen. Es handelt sich aber nur um ganz vereinzeltere Kluftausfüllungen von Bleiglanz und Zinkblende, wie sie sonst auch in Geoden zu beobachten sind.

### **c) Schwefelkies**

Schwefelkies tritt gelegentlich lagenweise in Knollen im Wealden auf. Ein älterer Versuchsschurf liegt nordwestlich Bad Fiestel (r 69 480, h 03 500), doch ist es hier und auch an anderen Stellen nie zu einem Abbau gekommen.

## **II. Steine und Erden**

Der große Bedarf an Baurohstoffen, der durch das ziemlich dicht besiedelte und auch von ländlichen Industrien durchsetzte Gebiet immer bestanden hat und auch noch besteht, hat zu einer ausgiebigen Nutzung vor allem der Tonvorkommen durch mehrere Ziegeleien geführt, während die Nutzung der Kies- und Sandvorkommen durch die Nachbarschaft der sehr günstigen Lagerstätte im jungen Wesertal bei Minden und durch andere Umstände keine große Bedeutung gewinnen konnte.

### **a) Bau-, Pflaster- und Schottersteine**

Die ziemlich festen, mittelkörnigen, plattigen Kalksandsteine der *aspidoides*-Schichten wurden in einem großen Bruch südlich Lübbecke zum Häuserbau und als Packlage gebrochen.

Der in mehreren Brüchen gewonnene Porta-Sandstein (= Brauner Stein) ist mittel- bis grobkörnig, leicht zu bearbeiten und wird daher für Fundamente, Gartenmauern und dergleichen verwendet.

Die dickbankigen Kalksandsteine (= Blauer Stein) der Heersumer Schichten wurden und werden in mehreren Brüchen als Packlage, Schotter und auch Bausteine gewonnen, wobei die rostig verwitternden, schwefeleisenreichen Lagen vermieden werden müssen. Höheren Ansprüchen als Schotter genügt das Gestein nicht.

Der braunrote Grenzsandstein des Kimmeridge liefert gute Bruchsteine und Wegeplatten.

### **b) Kalksteine**

Dickplattige *gigas*-Kalke werden häufig, Kimmeridge-Kalke weniger häufig als Packlage verwendet und zu Schotter für den Bau von Nebenstraßen verarbeitet.

Kalk zum Brennen wurde aus gewissen Lagen im Kimmeridge bei Nettelstedt gewonnen, und zwar hauptsächlich aus zwei Lagen, welche wohl den Weißkalkbänken der großen Brüche bei Lerbeck/Porta entsprechen, die 87%  $\text{CaCO}_3$  haben.

### **c) Düngemergel**

Wiesenmergel, Kalktuff und Wiesenkalk wurden früher als Düngemergel verwendet. Da diese Vorkommen zu klein und unbedeutend sind, werden sie heute nicht mehr abgebaut.

### **d) Ton und Lehm**

Von den um die Jahrhundertwende in Betrieb befindlichen ca. 10 Ziegeleien verzeichnet der Lagerstättenatlas von Niedersachsen auf den Blättern Hartum und Lübbecke (WOLBURG 1952) noch sechs im Betrieb. 1966 waren es nur noch drei größere Betriebe: Mindener Wald (Valangin), Haßlage (Valangin) und Isenstedt (Wealden), die modern eingerichtet und dadurch konkurrenzfähig geblieben sind. Die Ziegelei Isenstedt ist seit 1967 aufgelassen und wird mit Müll verkippt. Bei starkem Tiefschnitt (über 8 – 10 m) wurden Zonen mit angereicherten löslichen Salzen angetroffen; sie verursachten besonders bei den Wealden-Ziegeleien größere Schwierigkeiten bei der Verziegelung.

Während Lößlehm und Geschiebelehm als Ziegelgut und für die Lehmfüllung der Fachwerke ihre frühere Bedeutung gänzlich verloren haben, und die Bedeutung der Verwitterungszone der mesozoischen Tonsteine stark zurückgegangen ist, gelten heute die unverwitterten Tonsteine des Jura, Wealden und der Unterkreide als der wichtigste keramische Rohstoff. Sie erfordern allerdings eine technologisch einwandfreie Aufbereitung und zweckentsprechende Gewinnungs- und Verarbeitungsanlagen. Der Abbau erfolgt meist mit kräftigen Eimerkettenbaggern; die Verarbeitung geschieht durch Brechen und Mahlen in schweren Trockenkollern, Absiebung über Harfensieben auf ein Korn von maximal 1 mm. Bei 8% Feuchtigkeit werden Hochbauklinker, bei 18% Feuchtigkeit Dachziegel verpreßt. Die Rohlinge werden nach (meist künstlicher) Trocknung bei 1000 – 1100°C gebrannt. Der Brennprozeß muß sorgfältig gehandhabt werden, damit die meistens in den Tonsteinen enthaltenen Bitumina (mit verschiedenem Flüchtigkeitsgrad) und Pyrite rechtzeitig ohne Blähscheinungen ausgebrannt werden. Da Sinter- und Schmelzpunkt meist dicht beieinander liegen, ist eine sehr genaue Temperaturregelung im Vollfeuer erforderlich.

Lästige Beigaben für die Gewinnung und Verarbeitung sind einmal die harten Toneisensteine, die als Geoden und stellenweise auch als geschlossene Bänke auftreten. Sie werden zurückgeworfen, zerfallen dann trotz ihrer Härte ziemlich schnell und werden dann z. T. nach Durchgang durch den Koller zur Erzielung gewisser Farben dem Ton zugesetzt.

Chemische Analysen der zur Verziegelung verwendeten Tone liegen aus dem Blattbereich nicht vor. Als Anhaltspunkt können die von WORTMANN (1968) veröffentlichten Analysen eines Tonsteins von Heisterholz auf dem östlich

angrenzenden Blatt Petershagen gelten. Danach machen Kieselsäure und Ton-  
erde 78% des chemischen Bestandes aus, bei den Tonmineralien  
überwiegen Illit (40 – 50%) und Kaolinit (5 – 10%).

Eine mikroskopische Durchmusterung der Fraktion 20–60  $\mu \phi$  ergab (Cor-  
rens 1955):

Quarz	46 Korn-%
Feldspat	1 „
Glimmer, überwiegend hell	4 „
Carbonat	7 „
Opak	2 „
Schwermin. + unbest. heterogene Aggregate	39 „

Lösliche Sulfate sind mit 0,005% (angegeben als  $\text{SO}_3$ ), Sulfide mit 0,052%  
(angegeben als S) vertreten.

### e) Sand und Kies

Als Sand- und Kieslagerstätten sind nur die Ablagerungen der Mittelterrasse  
der Weser und die Kames-Sande (Rinnensande) bei Frotheim von überörtlicher  
Bedeutung.

Südlich der Bastau-Niederung sind mehrere Gruben, die Mittelterrassen-  
Sande und -Kiese abbauten (wie bei Unterlütbe), stillgelegt worden, obwohl  
noch große Vorräte, allerdings unter mächtigem Abraum, vorhanden sind. Die  
übrigen Gruben nördlich des Mittellandkanals (Höchte bei Hille und Levken-  
stadt) sowie eine seit 1963 neu in Betrieb genommene Grube nördlich der  
alten Grube von Hille können die Leistungsfähigkeit der großen Betriebe in  
der Weserniederterrasse bei Minden nicht erreichen, weil ihre Lage in der  
Stauchzone beim Abbau hinderliche Einschuppungen von Tonen, ferner andere  
Unregelmäßigkeiten und zum Teil auch eine tiefergreifende Verwitterungs-  
zone mit „Eisenrost“ aufweisen. Obwohl bankweise Betonzuschlag und Mörtel-  
sande gewonnen werden können, wird das Material ganz überwiegend als  
Füllkies und für ländlichen Wegebau verwendet.

Auch die zahlreichen Gruben im Kameszug in der Umgebung von Frotheim,  
die bei Beginn der Kartierung z. T. noch in Betrieb waren und stellenweise –  
so z. B. beim Friedhof Frotheim – einen recht brauchbaren Mörtelsand liefe-  
ren, sind bis 1967 durchweg aufgelassen. Auch hier sind große Vorräte vor-  
handen, der Abraum besteht südlich Frotheim aus 0,5 – 1,5 m Sandlöß, nördlich  
von Frotheim aus lehmigem Sand von 0,5 – 1 m Mächtigkeit.

In dem sandarmen nördlichen Blattbereich werden örtlich in vorübergehend  
angelegten kleinen Gruben auch Flugdecksande abgebaut.

Im gesamten Bereich nördlich des Mittellandkanals ist der Kies- und Sand-  
körper der Mittelterrasse von durchschnittlich 2 – 6 m mächtigem Abraum,  
Lößlehm und Grundmoräne bedeckt und daher trotz großer Vorräte kaum von  
Bedeutung.

### III. Kohle

Eine anthrazitähnliche Steinkohle ist nach einem Bericht von MESTWERDT (1909) um 1855 in einem ca. 80 Fuß tiefen Schacht bei der alten Schule Vehlage (r 69 750, h 03 900) kurze Zeit abgebaut worden. Das gleiche Flöz war in 0,3 m Dicke 1966 beim Ausbau der Großen Aue nördlich von Bad Fiestel (r 70 710, h 03 610) aufgeschlossen. Die anthrazitische, von hellen Ankeritgängen stark durchschwärmte Kohle gleicht offensichtlich der Kohle aus den *parkinsoni*-Schichten des Limberg-Sattels (DIENEMANN 1939, S. 136), die von MICHAEL (1936) aber zum Wealden gestellt wurde (Beschreibung der Kohle s. S. 44).

Ähnliche Kohlenflöze von 21 — 34 cm Dicke sind im Wealden in den Bohrungen bei Isenstedt—Gestringen—Fabbenstedt angetroffen worden (s. S. 169), doch ist es zu keinem Abbau gekommen. Auch hier finden sich in der Kohle (von DECHEN 1884) „viel dünne Lagen eines Karbonats von Kalk, Eisenoxydul, Magnesia und Manganoxydul“.

### IV. Torf

Hochmoortorf und Flachmoortorf kommen in großer, zusammenhängender Verbreitung und Mächtigkeit vor. Das Große Moor erstreckt sich in einer Breite von 2 — 2,5 km und einer Länge von über 20 km und enthält im östlichen Teil Flachmoortorf von 1,5 — 2,5 m Mächtigkeit, dem nach Westen hin mit zunehmender Dicke bis zu 7 m Hochmoortorf aufgelagert ist.

Daneben gibt es hier eine Reihe verstreuter kleinerer Torfmoore, vorwiegend mit Flachmoortorf, z. B. auf Blatt Lübbecke am Westrand das ca. 8 ha große Luenheider Moor.

#### a) Brenn- und Streutorf

Die meist von den bäuerlichen Eigentümern betriebene Abtorfung ist trotz des allgemeinen Rückgangs immer noch bedeutend, zumal die Abtorfung in vielen Fällen Voraussetzung für einen der Kultivierung günstigen Grundwasserstand bildet. Hierbei wird der westlich des Schafspecken-Dammes noch reichlich anstehende Weißtorf z. T. als „Bunkerde“ zurückgeworfen, häufig jedoch auch als Brenntorf („Anzünder“), seltener als Streutorf verwendet.

Der Schwarztorf liefert ein recht gutes, für die Übergangszeit und zum Anfeuern geschätztes Brennmaterial.

Nach der durchgreifenden Entwässerung des östlichen, im Landkreis Minden gelegenen Moorteils schreitet der Torfabbau und damit einhergehend die Kultivierung der abgetorften Flächen auch westlich des Schafspecken-Dammes, der vorher eine Grenze zwischen stark und weniger stark abgetorften und kultiviertem Moor bildete, weiter nach Westen bis zur Kreisgrenze vor. Die größeren Torf-Gewinnungsstellen liegen bisher in dem westlichen, weniger berührten Moorteil.

In dem Neuenbaumer Moor, das seit 1962 stark kultiviert und abgetorft worden ist, liegen immer noch (1967) einige Abbaustellen, die trotz einer mächtigen Lage von 2000 Jahre alten Kiefernstubben (s. Tab. 8, S. 105) auch die letzten unkultivierten Restflächen bald zum Verschwinden bringen werden.

## **b) Bademoor (Badetorf)**

Seit einigen Jahren nimmt der Bedarf an Badetorf sehr stark zu. Neben den ortsansässigen kleinen Bädern (DIENEMANN & FRICKE 1961) greifen nunmehr auch einige große Bäder der Mittelgebirgszone auf die praktisch unerschöpflichen Vorräte des Großen Moores zurück, da ihre eigenen örtlichen Moore entweder abgebaut sind oder die erforderlichen Mengen nicht mehr liefern können.

BENADE (1939) hat den zeitweise in Bad Fiestel verwendeten Torf aus dem Alten Moor bei Renkhausen — Eichholz, einen Verlandungstorf hauptsächlich aus stark zersetzten Wurzelresten von Seggen aus dem Boreal (7500 — 5500 v. Chr), mit folgendem Ergebnis untersucht (Badprobe = Probe aus einer Wannenfüllung; Lager = Mischprobe aus Abstich der Lagerstätte bis 1,5 m Teufe):

### 1. Chemische Untersuchung

#### Allgemeine Zusammensetzung

	in 1 000 Teilen der feuchten Proben		in Prozenten der Trockensubstanz (105°C)	
	Badprobe	Lager	Badprobe	Lager
Wassergehalt	923,00	916,60	—	—
Mineralbestandteile				
über 0,05 mm (Sand)	2,79	5,09	3,62	6,10
Feinasche unter 0,05 mm	5,11	0,85	6,64	1,02
Glühverlust, überwiegend organische Substanz	69,10	77,46	89,74	92,88
Wasserlöslicher Anteil (im Auszug 1:50)				
Wasserlöslicher Rückstand bei 105°	2,36	1,35	3,06	1,62
anorganische Salze				
(nach gelindem Glühen)	1,00	0,30	1,30	0,36
lösliche organische Stoffe (Differenz)	1,36	1,05	1,76	1,26

## Gesamt-Analyse der Badprobe

		in 1 000 Teilen der badfertigen Probe	in Prozenten der Trockensubstanz
<b>Anorganische Stoffe</b>			
Wasser		923,00	—
Eisenoxid	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,48	1,92
Aluminiumoxid	$\text{Al}_2\text{O}_3$	2,08	2,70
Calciumoxid	$\text{CaO}$	0,24	0,31
Magnesiumoxid	$\text{MgO}$	0,11	0,14
Kaliumoxid	$\text{K}_2\text{O}$	0,16	0,21
Natriumoxid	$\text{Na}_2\text{O}$	0,20	0,26
Kieselsäure	$\text{SiO}_2$	3,41	4,43
Phosphorpentoxid	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,07	0,09
Kohlendioxid	$\text{CO}_2$	0,17	0,22
Sulfat	$\text{SO}_4$	0,22	0,29
Sulfid (leicht zersetzlich)	S	0,008	0,01
Elementarer Schwefel	S	0,032	0,04
<b>Organische Stoffe</b>			
Organischer (u. Pyrit-) Schwefel	S	2,36	1,56
Stickstoff (nicht hydrolysierbar)	N	1,20	3,07
Bitumen: Wachse, Harze, Fette, Farbstoffe		5,12	6,65
Wasserlöslich: Pektine, Zucker,			
Humusbestandteile		4,32	5,61
Eiweißverbindungen		2,18	2,83
Hemizellulosen		5,90	7,66
Zellulose		2,36	3,06
Gesamt-Huminsäuren		22,80	29,61
Humusbegleitstoffe, Fulvosäuren		9,83	12,77
Humine, Lignin		12,75	16,56
Summe der organischen Stoffe		68,82	89,38

## 2. Physikalische Untersuchung

	Lager
Wasserkapazität: 1 Teil feste Substanz bindet	10,98 cm <sup>3</sup> Wasser
Sedimentvolumen: 1 Teil feste Substanz nimmt	
unter Wasser einen Bodensatzraum ein	
von	19,00 cm <sup>3</sup>
Quellungsgrad:	6,3
spezif. Gewicht, berechnet auf wasserfreie Substanz	1,595
spezif. Gewicht, bei Badkonsistenz	1,032



### 3. Thermische Untersuchung

	Lager
Wassergehalt bei der Untersuchung	91,55%
Zeit für den Temperatur-Abfall von 18 auf 17°	25 min 37 s
Wärmehaltung (bezogen auf 30°C Durchschnittstemperatur)	833 s/cm²

Die mikroskopische Untersuchung zeigte die starke Zersetzung der organischen Substanz, nur vereinzelt Reste von Gramineen, Cyperaceen und Holzreste (Erle).

Unter den beigemengten Mineralien herrscht Quarz vor, daneben sind ziemlich stark verwitterte Feldspäte (Oligoklas, wenig Mikrolin, auch Orthoklas), z. T. mit einer Kaolinschicht überzogen, vertreten. Reste von Kieselskeletten von Organismen kommen vereinzelt vor. Seiten ist Augit; Pyrit in Kristallform und in Anhäufungen ist öfters vorhanden. Eine besondere Wirkung der gelösten Salze, die nur in geringer Menge vorhanden sind und in der Hauptsache aus Calciumsulfat (Gips) und wenigen Sulfaten der Alkalien bestehen, sind nicht anzunehmen. Der pH-Wert von 4,8 ist auf freie Humussäuren zurückzuführen, und der dadurch hervorgerufene gewisse Hauteiz wird in vielen Fällen als erwünscht angesehen. — Im Vergleich zu anderen Badetorfen ist hier der Gehalt an organischem und Pyrit-Schwefel relativ hoch.

Das Verhältnis der Kohlehydrate (Hemizellulose + Zellulose) zu Huminsäuren beträgt rd. 1 : 3. Der dadurch gekennzeichnete hohe Zersetzungsgrad ist als vorteilhaft anzusehen, da die reichlichen Kolloide solcher Torfe sowohl direkte Wirkungen auf die Haut als auch indirekte durch Verbesserung des physikalischen Zustandes der Bäder bewirken. Wasserkapazität und Sedimentvolumen waren im Vergleich mit anderen Niederungsmoortorfen groß. Der günstige Quellungszustand der Proben bleibt erhalten, wenn eine starke Abtrocknung vor der Verwendung als Badetorf vermieden wird.

Zusammenfassend kann über die Eignung gesagt werden, daß die vereinzelt Pflanzenreste in dem stark zersetzten Torf weitgehend aufgeweicht sind. Durch maschinelle Verarbeitung kann eine bessere Aufbereitung der Wirkstoffe erreicht werden; Sand und wasserlösliche Anteile (Calciumsulfat und wenige Sulfate der Alkalien) sind nur wenig vorhanden und lassen daher keine besonderen Wirkungen erwarten. Die auf Humussäuren beruhende saure Reaktion ist z. T. erwünscht. Elementarer Schwefel ist verhältnismäßig reichlich vorhanden, der Gehalt an Pyrit-Schwefel und an organisch gebundenem Schwefel ist im Vergleich zu anderen Badetorfen hoch. Quellungsgrad und Wasserverbindungsvermögen sind hoch. Bei dem niedrigen Gewicht der badfertigen Masse ist mit Druckwirkungen, die sich wesentlich von denen in einem Wasserbad unterscheiden, nicht zu rechnen. Moorbäder aus Torf mit der festgestellten hohen Wärmehaltung übertragen die Wärme nur äußerst langsam und schonend auf den Körper des Badenden.

## **F. Hydrogeologie**

Von GERT MICHEL

Der hydrogeologische Abschnitt in den Erläuterungen zu einer geologischen Spezialkarte soll mit den angeführten Fakten und Auswertungen einen Überblick über die hydrogeologischen Verhältnisse vermitteln und ersetzt keinesfalls hydrogeologische Gutachten und hydrologische Spezialuntersuchungen.

Das nördliche Wiehengebirgsvorland ist als Grundwassergewinnungsgebiet für den ostwestfälischen Raum von überregionaler Bedeutung. Es werden bereits jetzt und in zunehmendem Maße in der Zukunft von hier aus weite Bereiche des mesozoischen Berglandes südlich des Wiehengebirges (Herforder Lias-Mulde) mit Grundwasser versorgt.

### **I. Hydrographischer Überblick**

#### **a) Oberflächengewässer**

Die im Kartengebiet der Blätter Lübbecke und Hartum vorhandenen Flüsse und Bäche gehören zum Stromgebiet der Weser.

Vorfluter im Südosten ist die etwa West-Ost verlaufende Bastau, die in Minden in die Weser mündet. Die übrigen Hauptwasserläufe Großer Dieckfluß, Große und Kleine Aue sowie Große und Kleine Wickriede entwässern das Gebiet nach Norden. Der Ösper-Bach entwässert ein etwa 9 km<sup>2</sup> großes Gebiet bei Nordhemmern — Holzhausen nach Osten und mündet bei Petershagen in die Weser.

Bei Preußisch-Ströhen — außerhalb des hier zu erörternden Gebietes (Blätter 3417 Wagenfeld und 3418 Ströhen) — im sog. „Nassen Dreieck“ nimmt die Große Aue den Großen Dieckfluß, die Kleine Aue sowie die Wickriede auf. Hier umfaßt das Einzugsgebiet der Großen Aue 572 km<sup>2</sup>, an ihrer Mündung in die Weser südlich Nienburg 1415 km<sup>2</sup>.

Die Vorflutverhältnisse nördlich des Wiehengebirges waren von jeher ungünstig: vielfach hohe Grundwasserstände, nasse Böden, Moore, verkrautete Vorfluter, sehr langsamer oberflächlicher Abfluß nach stärkeren Niederschlägen Überschwemmungen von Acker- und Grünländereien.

Deshalb wurde bereits 1854 die „Rahdener Sozietät“ gegründet, ein großer genossenschaftlicher Zusammenschluß mit dem Ziel, die Hauptwasserläufe auszubauen und die dazugehörige Binnenentwässerung durchzuführen. Die um 1860 ausgebauten Wasserläufe reichten später in ihren Querschnittsabmessungen infolge der zunehmenden landwirtschaftlichen Nutzung und der damit verbundenen gründlicheren Entwässerung nicht mehr aus, die regelmäßig wiederkehrenden weitflächigen Überflutungen, besonders in den Sommermonaten, zu verhindern.

Seit 1958 wurden durch den Wasserverband „Große Aue“ die Große Aue und ihre Nebenläufe erneut ausgebaut. Bei Preußisch-Ströhen wurde eine Vertiefung der Sohle der Großen Aue um 1 m erreicht.

Beim Ausbau wurde das natürliche Geländegefälle weitgehend berücksichtigt, so daß auch für die oberhalb gelegenen Niederungsgebiete die Möglichkeit der Binnenentwässerung und vor allem einer Dränung gegeben wurde. Das führte z. T. zu erheblichen Einschnittstiefen. Ferner wurden die Querschnittsabmessungen und auch das Sohlgefälle durch eine relativ niedrige Fließgeschwindigkeit bestimmt. Wegen der streckenweise vorhandenen Feinsande war diese bei Hochwasserabfluß auf max. 0,47 m/s zu begrenzen (nach: Jahresbericht 1966).

## **b) Mittellandkanal**

Der Ems-Weser-Kanal, wie der 101,6 km lange Abschnitt des Mittellandkanals zwischen Bergeshövede (bei Rheine) und der Schachtschleuse Minden genannt wird, quert den Südtail der Blätter etwa in West-Ost- (bis Südost)-Richtung von Lashorst (km 72) bis Hartum (km 95).

Hierzu einige bautechnische Angaben (ANONYMUS 1964, DRESSSEL 1965, JENSEN 1966, Reichsverkehrsministerium 1938, PIETZNER 1967):

Der Kanal wurde 1916 fertiggestellt. Bis 1940 wurden die Dämme bzw. die Leinpfade um 0,5 m erhöht. 1964 ist mit dem Ausbau des Kanals (Verbreiterung und Vertiefung) für das 1350-t-Schiff (= Europa-Kahn) begonnen worden.

Die folgende Zusammenstellung (für den muldenförmigen Regelquerschnitt in Böschungsbauweise<sup>8)</sup>) vermittelt einen Überblick:

<sup>8)</sup> Nach JENSEN (1966) soll bei dem Ausbau der Normalquerschnitt — schon aus Gründen der Wirtschaftlichkeit — in reinem Böschungsbau ausgeführt werden. Einseitige (Wasserspiegelbreite 47 m) oder beidseitige (Wasserspiegelbreite 42 m) Spundwandeneinfassungen sollen nur an folgenden Stellen verwendet werden:

- wo die Verhältnisse seitlich des Kanals (z. B. Bebauung) dazu zwingen;
- wo in hohen Dammstrecken (in die der Kanal gebettet ist) die Verbreiterung dieses Damms und der Dichtungsschicht bei Aufrechterhaltung des Verkehrs Gefahren auslösen könnten;
- wo z. B. bei anstehenden relativ wasserundurchlässigen Gesteinen eine waagrechte Sohlendichtung zwischen seitlichen Abschlußspundwänden wirtschaftlich ist.

Jahr	Wassertiefe (m)	Wasserspiegel- breite (m)	Wasserführender Querschnitt (m <sup>2</sup> )	Schiffs- größe (t)
1916	3,0	33,0		600
1940	3,5	34,0	78,2	1000
nach Ausbau (Beginn 1964)	4,0	53,0	167	1350

Bei der gegenwärtigen Wassertiefe von 3,4 m liegt die Sohle des Kanals bei +46,8 m NN und der Wasserspiegel bei +50,2 m NN. Nach dem Ausbau erhöht sich der Wasserspiegel auf +50,3 m NN.

Die Weststrecke des Mittellandkanals (Bergeshövede bis Anderten bei Hannover) wird über das Pumpwerk und das Reservepumpwerk in Minden (beide zusammen bis zu 17 m<sup>3</sup>/s) mit Wasser aus der Weser gespeist, sofern nicht in niederschlagsreichen Zeiten die vorhandenen Grundwasser- und Oberflächenwasserzuflüsse ausreichen.

Im Blattbereich ist der Kanal als Auftragsstrecke ausgebildet, d. h. der Kanalwasserspiegel liegt höher als die Grundwasseroberfläche. Die Wasserverluste des Kanals in das Grundwasser wurden durch Einbringen einer 0,3 m mächtigen dichtenden Schale aus sorgfältig geschüttetem und gewalztem Ton gemindert. Die Tonschale ist gegen äußere Beschädigungen durch eine Kiesschicht und im Wellenbereich durch eine Steinschüttung geschützt.

Der Einfluß einer künstlichen Wasserstraße dieses Ausmaßes auf die hydrogeologischen Verhältnisse kann ohne aufwendige langwierige Spezialuntersuchungen nicht präzise erfaßt werden. So tritt beispielsweise in Bereichen mit einer relativ geringmächtigen quartären Bedeckung bei einer vollständig gelungenen Abdichtung bis zum mesozoischen Untergrund ein Grundwasserstau ein; die Bewegung des Grundwassers wird langsamer, die Fließrichtung verändert. Im Bereich der Blätter Lübbecke und Hartum ist dies an keiner Stelle der Fall. Eine ungenügende Abdichtung ermöglicht ein Eindringen von Kanalwasser in das Grundwasser und verursacht damit eine ungünstige Veränderung des Chemismus.

Im Idealfall — vollständig abgedichtetes Kanalbett über relativ mächtigen quartären Lockergesteinsablagerungen — ist keine Beeinflussung des Grundwasserregimes durch den Kanal möglich.

## II. Hydrogeologischer Überblick

Hydrogeologisch können drei Bereiche unterschieden werden (Taf. 3):

- a) Wiehengebirge. Verbreitungsgebiet der zutage anstehenden mesozoischen Gesteine — Grundwasserführung wechselnd

- b) Mittelterrassen-Komplex und Kiessandrücken von Frotheim. Relativ mächtige quartäre Kiese und Sande über sehr gering bis nicht grundwasserführenden Tonsteinen des Weißen Juras und der Unterkreide. — Sehr guter Grundwasserleiter (Aquifer)
- c) Grundmoräne über Unterkreide. — Grundwassernichtleiter (Aquiclude)

Der Gesteinsaufbau, die Verbreitung sowie die Mächtigkeiten der verschiedenen Schichtglieder dieser Bereiche sind in dem Abschnitt C ausführlich beschrieben, und es wird deshalb an dieser Stelle lediglich eine Zusammenfassung, verbunden mit einer hydrogeologischen Charakteristik, gegeben.

#### **a) Hydrogeologischer Bereich 1 (Wiehengebirge)**

Zwischen Lübbecke und Nettelstedt reicht das Wiehengebirge in das Blattgebiet. Die Grundwasserführung der einzelnen zutage anstehenden Schichtglieder des Doggers und Malms ist vor allem von ihrer petrographischen Zusammensetzung abhängig (Tab. 10).

Das Grundwasser tritt teilweise in Quellen zutage, insbesondere an Schichtgrenzen und im Verlauf von Querstörungen. Über die Schüttungen der Quellen liegen keine neueren Messungen vor. DIENEMANN (1939) gibt für die Quellen am Wiehengebirge Schüttungen zwischen 50 m<sup>3</sup> und 200 m<sup>3</sup>/Tag an. Die von der Gemeinde Gehlenbeck an der Grenze Cornbrash/Porta-Sandstein gefaßte Quelle (r 76 000, h 96 470) schüttet je nach Jahreszeit zwischen 200 und 600 m<sup>3</sup>/Tag<sup>9)</sup>.

Genutzte Grundwasserbohrungen sind im Bereich beider Blätter nicht bekannt.

DIENEMANN (1939, S. 122) beschreibt eine 51 m tiefe Grundwasserbohrung südlich von Burkamp bei Gehlenbeck. Diese im Porta-Sandstein und Cornbrash stehende Bohrung hatte 1935 eine Ergiebigkeit von 60 m<sup>3</sup>/Tag, welche jedoch später zurückging.

Aus den südlich angrenzenden Bereichen des Wiehengebirges sind Grundwasserbohrungen mit Ergiebigkeiten bis 40 m<sup>3</sup>/h bekannt geworden (z. B. Bohrung Gemeinde Holzhausen, 2 Bohrungen der Brauerei Barre in Lübbecke). Die Leistungen solcher Bohrbrunnen gehen erfahrungsgemäß im Laufe der Zeit zurück.

Die schwach nach Norden einfallenden tonig-mergeligen Gesteinsserien des obersten Malms (Münder Mergel, Serpulit) und der Unterkreide sind die Sohl-schicht des quartären Aquifers. Lediglich in den Bereichen, die durch Gips- und Salzkarrst des Münder Mergels oder durch Dislokationen größeren Ausmaßes grundwasserwegsam wurden, besteht eine hydraulische Verbindung zwischen dem Wiehen-Wesergebirge und dem quartären Aquifer (HAGELSKAMP & MICHEL 1970).

<sup>9)</sup> Mitteilung von Herrn Ziv.-Ing. W. WIESE, Holzhausen II

Tabelle 10

Grundwasserführung der im hydrogeologischen Bereich 1  
zutage anstehenden Jura-Gesteine (abgeändert nach DIENEMANN 1939)

Stufe	Signatur auf der geologischen Karte	Mächtigkeit (m)	Petrographische Beschaffenheit
Oberer und Mittlerer Kimmeridge	$jw\delta + \varepsilon$	110	Kalkstein Mergelstein Tonstein
Unterer Kimmeridge	$jw\gamma$	25	Kalkstein Mergelstein Tonstein Sandstein
Korallenoolith und Wiehengebirgs- sandstein	$jw\beta$	15 – 20	Kalkstein Sandstein Tonstein
Heersumer Schichten	$jw\alpha$	15 – 20	Kalkstein Sandstein
Ornatenton	$jb\zeta$	40	Tonstein
Porta-Sandstein	$jb\varepsilon 5$	10	Sandstein
Cornbrash	$jb\varepsilon 3(+4)$	80	Sandstein Tonstein Mergelstein

Auftreten von Spalten und Klüften	Durchlässigkeit und Grundwasserführung	Bemerkungen
vorhanden	mäßig	} Quell- schüttungen bis 200 m³/Tag
vorhanden	mäßig bis groß	
reichlich vorhanden	groß	Quell- schüttungen bis 50 m³/Tag
reichlich vorhanden	groß; besonders an der Basis	an der Basis in den Quertälern des Wiehengebirges stets Quellen. Schüttung bis 80 m³/Tag
sehr selten	sehr gering	Grundwasser- nichtleiter
reichlich vorhanden	groß	kleine Quellen, Bohrungen fast stets erfolgreich (60 – 150 m³/Tag und mehr)
vorhanden	mäßig bis groß	

## **b) Hydrogeologischer Bereich 2**

### **(Mittelterrassen-Komplex und Kiessandrücken von Frotheim)**

Beide geologische Einheiten werden als ein hydrogeologischer Bereich zusammengefaßt.

**Verbreitung:** Wie bereits im stratigraphischen Teil ausgeführt, geben die geologischen Kartenblätter keine vollständige Vorstellung von der Verbreitung dieses ausgedehnten und mächtigen Grundwasserleiters, weil er auf weite Flächen von Torf, Flugdecksand, Sandlöß, Löß sowie in seinen nördlichen Randgebieten von Geschiebemergel und -lehm überlagert wird.

Die südliche Begrenzung verläuft etwa parallel dem Wiehengebirge in einem Abstand von 0,5 bis 2 km. Die Breite beträgt im Westen 8 bis 9 km, in der Mitte 2,5 km und im Osten 10 bis 11 km.

Bei Frotheim zweigt in nordnordwestlicher Richtung verlaufend der bis 1 km breite Streifen des Frotheimer Kiessandrückens ab.

**Mächtigkeiten:** Diese erreichen im Rinnentiefsten des Frotheimer Kiessandrückens im Durchschnitt 25 m (Taf. 2). Im westlichen Blattbereich betragen sie über 30 m. Die größte bisher nachgewiesene Mächtigkeit ist 47,55 m (r 69 280, h 96 980).

**Gesteinszusammensetzung:** Als repräsentative Beispiele für die Korngrößen der Kiese und Sande wird auf die Abbildung 7 verwiesen. In der Regel ist eine gewisse Tendenz in der Zunahme der gröberen Komponenten zur Tiefe hin festzustellen.

Bei den Kiesen und Sanden handelt es sich petrographisch um Material aus dem Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Jura, Wealden und der Unterkreide sowie um Grauwacke, Lydit, Gangquarz, Granit, Quarzporphyr. Nordische Komponenten wie Feuersteine und skandinavische Tiefengesteine, treten sehr zurück.

**Hydrologische Angaben:** Die Bedeutung eines Lockergesteins als Grundwasserleiter wird im wesentlichen von seinem nutzbaren Porenraum bestimmt, d. h. jenem Porenraum, der aus allen miteinander verbundenen Hohlräumen besteht. Bei Mittelsand beträgt das nutzbare Porenvolumen <sup>10)</sup> etwa 15%, bei Grobsand und Kies etwa 30%.

Die Bewegung und die Geschwindigkeit des Grundwassers stehen in enger Beziehung zum Porenvolumen. Für die Ermittlung dieser Fak-

---

<sup>10)</sup> Das Gesamtporenvolumen ist größer und beträgt bei Grobkies 35% und Mittelsand 40%.



toren ist die Kenntnis des Durchlässigkeitswertes (Kf) <sup>11)</sup> von wesentlicher Bedeutung.

Am Versuchsbrunnen 1 des geplanten Wasserwerkes Hedem (r 67 840, h 98 980) wurde der Kf-Wert nach verschiedenen Verfahren bestimmt und beträgt  $0,94 \cdot 10^{-4}$  m/s <sup>12)</sup>.

Aus den Ergebnissen von Sieb- und Schlämmanalysen wurden nach dem Verfahren von HAZEN (1893) folgende Kf-Werte errechnet:

Grundwasser- meßstelle	Lage		Kf-Wert (m/s)
	r	h	
WG 42	71 800	01 750	$0,87 \cdot 10^{-4}$
WG 47	66 850	97 100	$0,46 \cdot 10^{-4}$
WG 19	82 300	96 910	$0,32 \cdot 10^{-4}$
WG 22	84 500	01 940	$0,61 \cdot 10^{-4}$
WG 12	87 570	01 420	$0,59 \cdot 10^{-4}$
WG 11	87 050	99 370	$0,59 \cdot 10^{-4}$

**Grundwasserfließrichtung:** Das sich im Einzugsgebiet aus den Niederschlägen durch Versickerung bildende Grundwasser fließt mit mehr oder minder schwachem Gefälle von den höheren Stellen nach den tieferen auf dem Wege des geringsten Widerstandes. Die Bestimmung der Grundwasserfließrichtung erfolgt über die Ermittlung des Gefälles der Grundwasseroberfläche. Aus den in den Grundwasserbeobachtungsrohren gemessenen Grundwasserständen werden durch Interpolation Grundwasserhöhengleichen konstruiert. Senkrecht zu diesen verläuft das Grundwassergefälle, das gleichzeitig die Grundwasserbewegungsrichtung kennzeichnet.

Das Grundwasser fließt generell vom Wiehengebirgsrand in nördlicher Richtung und vom Unterkreide-Verbreitungsgebiet in südlicher Richtung zur Wpser-Mittelterrasse (Taf. 3). In dieser befindet sich im Gebiet Gehlenbeck – Isenstedt eine wenig markante unterirdische Wasserscheide; oberirdisch ist sie an der Bifurkation des Flöthe-Baches zu erkennen. Östlich dieser Wasserscheide fließt das Grundwasser nach Osten, westlich davon nach Westen (Taf. 3) <sup>13)</sup>.

<sup>11)</sup> Der Durchlässigkeitsbeiwert (Kf) ist lediglich eine Vergleichsgröße für die Bewertung der Durchlässigkeit bzw. Wassertransportfähigkeit des Grundwasserleiters. Die Durchlässigkeitseinheit ist das Darcy bzw. Millidarcy (md). 1 Darcy ist die Durchlässigkeit für  $1 \text{ cm}^3/\text{s}$  durch eine Fläche von  $1 \text{ cm}^2$  bei einem Druckgradienten von 1 at/cm. Der Durchlässigkeitsbeiwert hat somit die Dimension einer Geschwindigkeit (m/s).

<sup>12)</sup> Nach einem Bauentwurf von Ziv.-Ing. W. WIESE, Holzhausen II

<sup>13)</sup> Bearbeitet gemeinsam mit dem Wasserwirtschaftsamt Minden. Örtlich erwies sich die Konstruktion der Kurven aus folgenden Gründen als besonders schwierig: Das Beobachtungsnetz ist nicht eng genug. Ein Teil der zahlreichen Meßstellen am Mittellandkanal befindet sich nicht in einem einwandfreien Betriebszustand.

Die Grundwasserentnahmetrichter im Bereich der Wasserwerke Lübbecke und Südhemmern sind deutlich ersichtlich.

Die Grundwasseroberfläche liegt — außer am Rinnenrand — fast ausnahmslos nur wenig unter der Geländeoberfläche. Der z. T. asymmetrische Bau der pleistozänen Rinne bedingt örtlich eine Verminderung des Querschnitts des Grundwasserleiters. Dort tritt das Grundwasser linear an der Geländeoberfläche aus und verursacht Vernässungen.

**Brunnenergiebigkeiten:** Über die Ergiebigkeit von Kiesschüttungsbrunnen liegen verschiedene Einzelergebnisse vor, die jedoch nicht unbedingt verallgemeinert werden können. So ist noch nicht von allen Wasserwerken das Ausmaß des Absenkungstrichters und das langjährige Verhalten der Brunnen bekannt.

Es werden hier einige Beispiele angeführt:

Klärwerk Preußisch-Oldendorf in Engershausen (r 66 700, h 98 100). 4 Entwässerungsbrunnen. Absenkung von 0,5 m auf etwa 9 m unter Gelände. Bei 24-stündigem Pumpbetrieb während der Bauzeit eine Wasserhaltung von 1 300 m<sup>3</sup>/h. Die Mengenangabe erfolgte aufgrund der Pumpenleistungen und nicht nach Wassermengenummessungen.

Versuchsbrunnen des geplanten Wasserwerkes Hedem (r 67 840, h 98 980) 21,2 m tief, Bohrdurchmesser 1 300 mm, Ausbau 400 mm Feinsteinzeug-Rippenfilter. 21-tägiger Pumpversuch. Absenkung am Brunnen von 1,35 m auf 7,5 m unter Gelände. Leistung 200 m<sup>3</sup>/h.

Brunnen des Schlachthauses Lübbecke (r 74 280, h 98 230), 32,45 m tief. 1-tägiger Pumpversuch, dabei Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen von 7,3 m auf 7,8 m unter Gelände. Leistung 60 m<sup>3</sup>/h.

Wasserwerk Espelkamp-Mittwald, Brunnen 5 (r 75 920, h 06 200), 30 m tief, Bohrdurchmesser 1000 mm, Ausbau 450 mm Steinzeug-Rippenfilter. 2-tägiger Pumpversuch, dabei Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen von 2,2 auf 9,35 m unter Gelände. Leistung 152,5 m<sup>3</sup>/h.

### **c) Hydrogeologischer Bereich 3 (Grundmoräne über Unterkreide)**

Die hier zusammengefaßten Gesteine sind ausgesprochene Grundwasser-nichtleiter. Es handelt sich um Unterkreide-Tonsteine und pleistozäne Geschiebemergel. Örtlich auf Klüftzonen in sehr geringer Menge auftretendes Grundwasser ist im günstigsten Falle für die Errichtung von Hauswasserversorgungen geeignet.

## **III. Hydrochemische Verhältnisse**

In der Tabelle 11 sind 35 chemische Analysenergebnisse des Grundwassers und 3 des Oberflächenwassers zusammengestellt. Für die folgenden hydrochemischen Aussagen standen von etwa 80 verschiedenen Stellen chemische Analysen zur Verfügung, davon 50 Vollanalysen aus dem chemischen Laboratorium des Geologischen Landesamtes (Analytiker: Dr. H. WERNER).

Eine Anzahl der untersuchten Grundwasserproben wurde aus Meßstellen des Landesgrundwasserdienstes entnommen.

Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers ist räumlich verschieden und neben den Faktoren Klima, Art des Bodens, Bodennutzung und Düngung, vor allem von dem geologischen Bau und der Gesteinsbeschaffenheit der

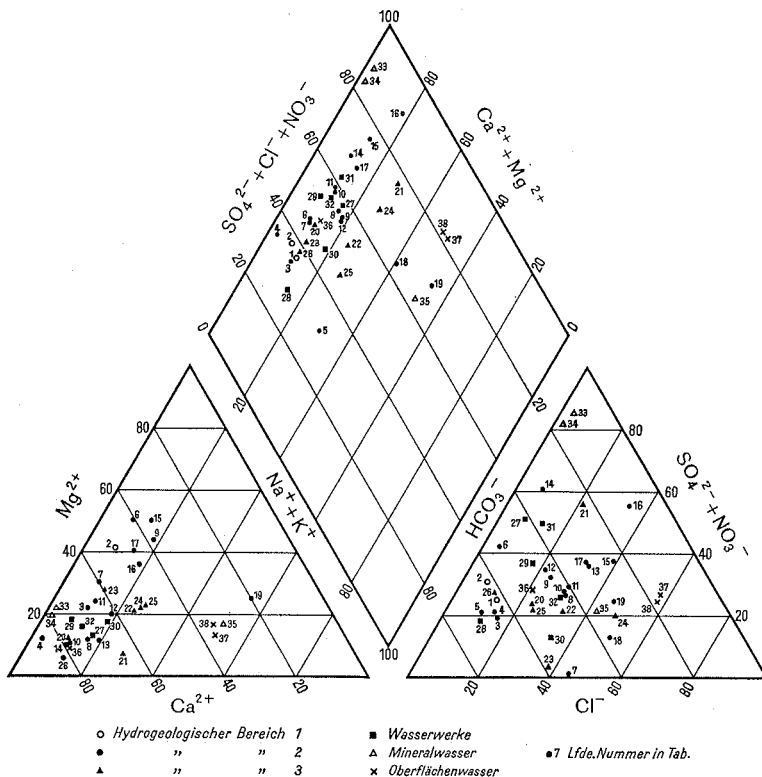


Abb. 24. Übersicht über die chemischen Analysenbefunde in einem dreiliniaren Diagramm

Grundwasserleiter abhängig. Hinzu kommen hier örtlich Beeinflussungen und dauernde Veränderungen der ursprünglichen chemischen Zusammensetzung des Grundwassers durch Vermischung mit aufsteigendem tiefen Grundwasser und aus dem Mittellandkanal stammenden Oberflächenwasser. Im hydrogeologischen Bereich 3 wurden auch dauernde Grundwasserveränderungen, verursacht durch Ionenaustauschvorgänge, beobachtet (s. S. 151).

Zur großräumigen hydrogeologischen Beurteilung hydrochemischer Verhältnisse sind chemische Vollanalysen erforderlich. Die Angabe der Analysenergebnisse in mg/l, mval und mval% <sup>14)</sup> ermöglicht eine Typeneinteilung des Grundwassers, wie sie bei Mineralwässern bereits gebräuchlich ist. Die Ionen werden in der Reihenfolge Kationen – Anionen nach ihrer Häufigkeit genannt.

## a) Grundwasser

Eine Übersicht über die Ergebnisse der Analysen vermittelt ein 3-lineares Diagramm (= eine Kombination eines Vierstoff-Diagramms mit zwei Dreistoff-Diagrammen (Abb. 24). Man erkennt sehr deutlich, daß es sich in der Mehrzahl um normale erdalkalische Wässer handelt, die sich lediglich im Anionen-Gehalt voneinander unterscheiden.

### 1) Hydrogeologische Bereiche

Aus dem hydrogeologischen Bereich 1 (Wiehengebirge) liegen nur wenige Analysen (Tab. 11, Analysen 1 und 2) vor. Im Normalfall gehört dieses Wasser zum Ca-HCO<sub>3</sub>-Typ bzw. Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Typ. Der Gesamtlösungsgehalt schwankt zwischen 400 und 600 mg/l.

Aus dem hydrogeologischen Bereich 2 (Mittelterrassen-Komplex und Kiessandrücken von Frotheim) sind zahlreiche chemische Analysen (Tab. 11, Analysen 3 – 19) vorhanden. Das Grundwasser gehört zu verschiedenen Anionen-Typen der erdalkalischen Wässer.

Der Hydrogencarbonatgehalt ist in den von anderen Wässern unbeeinflusstem, relativ oberflächennahem Grundwasser am höchsten: Ca-HCO<sub>3</sub>-Typ (z. B. Analysen 3 und 4).

Eine Zunahme des Sulfat-Gehaltes (und auch des Magnesium-Gehaltes) ist in den meisten Fällen auf aus dem Münder Mergel aufsteigendes Grundwasser zurückzuführen. Diese HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> bzw. SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Typen treten vor allem im Südteil des hydrogeologischen Bereiches 2 auf (z. B. Analysen 6, 9) bzw. dort, wo die Sand- und Kiesmächtigkeiten relativ gering sind (z. B. Analysen 12, 13, 14).

$$^{14)} \text{ mval} = \frac{\text{mg/l}}{\text{Äquivalentgewicht}} = \text{mg/l} \cdot \frac{\text{Wertigkeit}}{\text{Atomgewicht}}$$

Millivalprozent (mval%) = mval eines Ions, ausgedrückt in Prozent der Gesamt-mval der Kationen und Anionen

Erhöhte Chlorid-Gehalte, meist verbunden mit ebenfalls erhöhten Sulfat-Gehalten, sind entweder bedingt durch aus mesozoischen Schichten aufsteigendes mineralisiertes Grundwasser oder aus dem Mittellandkanal eindringendes Oberflächenwasser. Ein in jedem Falle eindeutiger Herkunftsnachweis ist schwierig und erfordert aufwendige, langzeitige Untersuchungen.

Deshalb werden hier nur typische Beispiele angeführt:

Eine Beeinflussung durch beide Faktoren wird z. B. bei dem aus den Meßstellen WG 42, WG 32 und WG 24 entnommenen Grundwasser vermutet (Analysen 15–17), obwohl es – wahrscheinlich bedingt durch Ionenaustausch und Diffusion – noch nicht zu den Alkali-Wässern gehört.

Wasser mit Alkali-Vormacht wurde im Brunnen Hüffmann angetroffen (Analyse 35, Tab. 11). Hier liegt aufsteigendes mineralisiertes Grundwasser vor. Ebenfalls zu den Alkali-Typen, jedoch mit erhöhten prozentualen Magnesium-Anteilen, gehört das Grundwasser, das aus in Kanalnähe befindlichen Weidenbrunnen und Vorflutgraben entnommen wurde. In diesen Fällen (Analysen 18 und 19) wird eine eindeutige Beeinträchtigung durch in das Grundwasser eindringendes Kanalwasser vorliegen. Es handelt sich hierbei um Wasser sehr unterschiedlicher Konzentration (1385 bzw. 684 mg/l) vom  $\text{Mg-Na-Cl-HCO}_3$  bzw.  $\text{Na-Mg-Cl-HCO}_3\text{-SO}_4$ -Typ.

Das Grundwasser im hydrogeologischen Bereich 3 (Grundmoräne über Unterkreide) (Tab. 11, Analysen 20–26) gehört zu  $\text{Ca-Na-HCO}_3$ -Typen mit – je nach Tiefe der Entnahmestelle – verschieden hohen Anteilen an Sulfaten und Chloriden. Der örtlich schwach erhöhte prozentuale Alkali-Gehalt (Analysen 21, 22, 24, 25) ist durch Ionenaustauschvorgänge zu erklären. Die im oberflächennahen Grundwasser unter den Kationen dominierenden Calcium-Ionen werden im Poren- und (geringfügigem) Klufttraum der tonigen Gesteine gegen die Natriumionen des tieferen Grundwassers ausgetauscht. Dieser Vorgang vollzieht sich hier in einer relativ geringmächtigen Zone (vielleicht 20–40 m mächtig) in Oberflächennähe. Darunter wird man bereits auf normales Natrium-Chlorid-Wasser geringerer, mit zunehmender Tiefe höherer Konzentration treffen.

## 2) Öffentliche Wasserwerke

Das in den öffentlichen Wasserwerken genutzte Grundwasser (Tab. 11, Analysen 27–32) gehört mit einer Ausnahme zu dem  $\text{Ca-HCO}_3$ -Typ mit wechselnden Anteilen an Chlorid und Sulfat. Der erhöhte Chlorid-Gehalt des im Wasserwerk Gehlenbeck genutzten Grundwassers ( $\text{Ca-HCO}_3\text{-Cl}$ -Typ) ist auf eine Störungszone zurückzuführen. Hier steigt Grundwasser des  $\text{NaCl}$ -Typs auf.

Das dem  $\text{Ca-SO}_4\text{-HCO}_3$ -Typ zugehörige Grundwasser des Wasserwerkes Nettelstedt wird zu einem Teil von dem die Kiese der Mittelterrasse unterlagernden Münder Mergel beeinflusst.

Die Gesamthärte des genutzten Grundwassers schwankt zwischen 17°d (geplantes Wasserwerk Hedem) und 31,6°d (Wasserwerk Nettelstedt).

Die hydrochemischen Verhältnisse können für die Praxis wie folgt zusammengefaßt werden:

Bestimmend für die chemische Beschaffenheit des Grundwassers aus dem hydrogeologischen Bereich 2, sind die Gehalte an Chlorid, Sulfat sowie Eisen und Mangan.

Die Chloride und Sulfate können technisch nicht mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln verringert werden und müssen bei der Anlage von Wasserwerken von vornherein vermieden werden.

Eisen — soweit es nicht, vor allem in den Mooregebieten, an Huminsäure gebunden ist — und Mangan lassen sich durch entsprechende technische Maßnahmen entfernen.

**Chloride:** Die hier stets über dem Normalwert (etwa 20 mg/l) liegenden Chlorid-Gehalte sind zurückzuführen auf zuzitzende Na-Cl-Wässer aus dem mesozoischen Untergrund und auf Undichtigkeiten des Mittellandkanals.

**Sulfate:** Die erhöhten Sulfatgehalte sind ebenfalls auf Grundwasser zurückzuführen, das aus dem mesozoischen Untergrund aufsteigt. In den tieferen Partien der Sande und Kiese ist das Grundwasser meist sulfatreicher als in den höheren.

**Eisen und Mangan:** Eine Begründung für den z. T. sehr unterschiedlichen Eisen- (bis 18 mg/l) und Mangan-Gehalt kann geologisch nicht eindeutig gegeben werden. Die bei einmaligen Untersuchungen ermittelten Werte brauchen nicht repräsentativ für eine Dauerentnahme zu sein.

### 3) Mineralwasser

Im Norden der Gemeinde Fiestel liegt das Moor- und Schwefelbad Fiestel (DIENEMANN & FRICKE 1961, S. 82–84). Es gehört zu den sog. „Westfälischen Bauernbädern“ und ist seit etwa 200 Jahren bekannt.

Das genutzte Mineralwasser ist hier Calcium-Sulfat-Wasser mit Spuren von Schwefelwasserstoff (Tab. 11, Analysen 33 und 34). Mineralwasserleiter sind Serpulit und Wealden. Das Mineralwasser steigt sehr wahrscheinlich an der Grenze Serpulit-Wealden an streichenden Störungen auf. Es wurde bisher bis zu einer Menge von 30 m³/Tag aus 6 Brunnen gewonnen.

Das Wasser gelangte, unter schwachem artesischen Druck stehend, über Holzrohre ohne Pumpbetrieb in einen Sammelbehälter, auf dessen Boden an zwei Stellen mineralisiertes Wasser austrat. Technische Einzelheiten über diese Brunnen sind nicht bekannt. Ein Brunnen soll 187 m tief sein (s. S. 37). Seit einiger Zeit sind 4 Brunnen stillgelegt, und das benötigte Mineralwasser wird nur noch aus einem Brunnen durch Pumpen gefördert.

Brunnen Hüffmann (Blatt Lübbecke; r 70 240, h 02 450)

Etwa 500 m südlich Bad Fiestel liegt ein 20 m tiefer ungenutzter Brunnen. Das darin-mehr oder weniger stagnierende Grundwasser ist ein Mineralwasser vom Na-Ca-Cl-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Typ (Tab. 11, Analyse 35). Hier ist der Münder Mergel Mineralwasserleiter (bestimmende Ionen Natrium und Chlorid).

Wagemarks Brunnen (Blatt Hartum; r 84 220, h 02 370)

Seit etwa 130 Jahren wird nordöstlich Hille nach Art der „Westfälischen Bauernbäder“ der 4,5 m tiefe Wagemarks Brunnen für ambulante Kuren örtlich genutzt. Im Sinne der balneologischen Nomenklatur handelt es sich jedoch nicht um ein Mineral- oder Heilwasser. Es unterscheidet sich chemisch nicht von den anderen untersuchten Grundwässern der weiteren Umgebung. Die Ionensumme beträgt 613 mg/l. Es gehört zum Ca-HCO<sub>3</sub>-Cl-Typ (Tab. 11, Analyse 8).

## **b) Oberflächenwasser**

Die chemische Beschaffenheit des Mittellandkanal-Wassers unterliegt erheblichen zeitlichen und örtlichen Schwankungen. Die beiden in der Tab. 11 angegebenen Analysenbefunde sind (Probeentnahme vom 7. 9. 1967 aus der Mitte des Kanals durch Herablassen eines Entnahmegerätes von einer Brücke) daher nicht repräsentativ für einen längeren Zeitraum.

Chlorid ist, wie auch in der Weser, der bedeutendste gelöste Bestandteil. Es ist nicht in äquivalenter Menge an das Natrium gebunden, sondern auch an Calcium und Magnesium. Auffällig ist der geringe Magnesium-Gehalt, welcher in der Weser in der Regel zwischen 50 und 100 mg/l schwankt.

Der Chlorid-Gehalt wird an einigen Stellen des Kanals monatlich 9 mal bestimmt <sup>15)</sup>. Auf dem Blatt Lübbecke befindet sich eine Entnahmestelle bei Kanal-km 80,0 (r 73 880, h 00 26).

Der Chlorid-Gehalt und damit auch die Gesamtkonzentration des Kanalwassers ist von der Wasserführung der Weser abhängig. Bei starker Wasserführung liegen die Chlorid-Gehalte unter 100 mg/l. So schwankten sie z. B. in den Monaten Januar bis Mai 1958 zwischen 32 mg/l (niedrigster bekannter Wert gemessen am 8. 3. 1958) und 112 mg/l. Sehr hohe Chlorid-Gehalte sind aus niederschlagsarmen Zeiten bekannt. Von September 1959 bis Januar 1960 lagen sie weit über 1000 mg/l. Der höchste Wert wurde am 4. 11. 1959 mit 2040 mg/l festgestellt.

Die Einordnung des Kanalwassers in die hydrochemische Typologie ist wegen dieser erheblichen Schwankungen schwierig. Im Normalfall ist es ein Na-Ca-Cl-Wasser. Magnesium und Sulfat können noch den Typ bestimmend hinzutreten. Wenn zeitweise jedoch nur sehr wenig Natrium und Chlorid enthalten

<sup>15)</sup> Die Analysenbefunde für den Zeitraum Juli 1957 bis April 1963 wurden vom Wasser- und Schiffsamt Kanal in Minden zur Verfügung gestellt.

sind, dominieren Calcium und Hydrogencarbonat, und es liegt ein Hydrogencarbonat-Wasser vor.

Über die chemische Beschaffenheit der Vorfluter ist wenig bekannt. Eine Vollanalyse des Wassers der Großen Aue (Juli 1966) ergab ein  $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$ -Wasser (Tab. 11, Analyse 36). Dieser Wassertyp dürfte auch für die übrigen Vorfluter des nördlichen Wiehengebirgsvorlandes charakteristisch sein.

#### IV. Grundwasserbilanz

Der Begriff Grundwasserbilanz besagt – sehr vereinfacht ausgedrückt –, daß man nur über so viel Grundwasser dauernd verfügen kann, wie sich aus dem zur Versickerung gelangenden Anteil der Niederschläge neu bildet.

Die Grundwasserneubildung hängt von vielen Faktoren ab (MATTHESS & THEWS 1961) und ist neben dem Niederschlag, der Verdunstung und dem oberflächlichen Abfluß ein Teil des allgemeinen Wasserkreislaufes.

Die Größenordnung der Grundwasserneubildung kann aus den in Tab. 12 wiedergegebenen meteorologischen und hydrologischen Daten benachbarter Gebiete (Jahresmittel 1931 – 1950) ermittelt werden (nach SCHNELL 1955).

In Espelkamp-Mittwald wurden vom Wasserwerk Espelkamp folgende Niederschlagsmengen gemessen:

1960	689,0 mm	1966	834,8 mm
1961	863,5 mm	1967	845,1 mm
1962	611,2 mm	1968	656,2 mm
1963	574,5 mm	1969	627,9 mm
1964	461,4 mm	1970	730,0 mm
1965	775,5 mm		

Der mittlere Jahresniederschlag der Jahre 1891 bis 1930 betrug für Lübbecke 688 mm und in Rödinghausen 751 mm.

Eigene Untersuchungen zur Grundwasserneubildung konnten nicht ausgeführt werden.

Eine Auswertung der Messungen des seit März 1967 im Bereich der ausgebauten Großen Aue bestehenden Schreibpegels an der Ellerburg westlich Fiestel (r 69 920, h 02 180) erwies sich wegen des kurzen Beobachtungszeitraumes als wenig sinnvoll. Abflußmessungen im Bereich der übrigen z. T. sehr verkrauteten Vorfluter hätten keine auswertbaren Ergebnisse erbracht.

Da in niederschlagsfreien oder -armen Zeiten die Vorfluter ausschließlich aus dem Grundwasser gespeist werden, sind die bei niedrigen Wasserständen gemessenen Abflußspenden der Sommerhalbjahre mit einem ständig über das ganze Jahr vorhandenen Mindestabfluß des Grundwassers gleichzusetzen. Sie entsprechen somit der  $\text{Grundwasserspende}$  (gemessen in Liter je Sekunde vom Quadratkilometer:  $\text{l/s} \cdot \text{km}^2$ ).



Tabelle 12  
Hydrogeologische und meteorologische Jahresmittelwerte

	Jahresmittel- temperatur in °C	mittlerer Jahres- niederschlag in mm	mittlerer Jahres- abfluß ( $A_0 + A_U$ ) in mm	mittlere Jahres- verdunstung in mm	mittlere jährliche Abflußspende in l/s · km <sup>2</sup>	mittlere Abfluß- spende, Sommer- halbjahr in l/s · km <sup>2</sup>	mittlere Abfluß- spende, Winter- halbjahr in l/s · km <sup>2</sup>
Rödinghausen (Bl. 3716 Meile) + 156 m NN	8,5	705	244	461	7,73	3,33	12,2
Preußisch-Ströhen (Bl. 3417 Wagenfeld) + 40 m NN	9,0	665	215	450	6,81	2,83	10,86
Minden (Bl. 3619 Petershagen) + 46 m NN	8,8	621	173	448	5,48	2,52	8,49

Sie beträgt

bei Rödinghausen	3,33 l/s · km <sup>2</sup>
bei Preußisch-Ströhen	2,83 l/s · km <sup>2</sup>
bei Minden	2,52 l/s · km <sup>2</sup>

Für den Bereich der Blätter Lübbecke und Hartum dürfte sie somit etwa bei 3 l/s · km<sup>2</sup> liegen. Dies entspricht einer jährlichen Mindestgrundwasserneubildung von etwa 100 mm. Es handelt sich hierbei um einen Minimalwert bezogen auf das gesamte Gebiet, unabhängig von der Durchlässigkeit der anstehenden Gesteine. Im Verbreitungsgebiet des hydrogeologischen Bereiches 2 dürfte die jährliche Grundwasserneubildung erfahrungsgemäß jedoch mindestens 200 mm betragen.

## **V. Grundwasserbewirtschaftung**

### **a) Gewinnung**

Eine Grundwassergewinnung größeren Ausmaßes ist nur aus dem hydrologischen Bereich 2 möglich. Dies ist auch aus der Verteilung der vorhandenen Wasserwerke, welche in der Tabelle 13 zusammengestellt sind, ersichtlich. Gegenwärtig werden jährlich im Bereich der Blätter Lübbecke und Hartum etwa 3 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser entnommen: in absehbarer Zeit (Errichtung des Wasserwerks Hedem) werden es etwa 8 Mio. m<sup>3</sup> sein.

### **b) Reserven und Schutz**

Aus dem hydrogeologischen Bereich 1 sind auch in Zukunft nur kleinere Grundwassermengen zu gewinnen. Im hydrogeologischen Bereich 3 ist eine Grundwassergewinnung nur für Einzelhaus-Wasserversorgungen möglich.

Das Grundwasser aus dem hydrogeologischen Bereich 2 wird bereits an 6 Stellen durch Wasserwerke genutzt. Im Bereich von Hedem ist ein großes Wasserwerk vor allem zur Versorgung des Westteils des Kreises Herford vorgesehen. Darüber hinaus bestehen zwischen Hille und Gehlenbeck nach entsprechenden Voruntersuchungen Möglichkeiten einer Grundwassergewinnung. Eine Erweiterung der Wasserwerke Gehlenbeck und Lübbecke wird ebenfalls noch möglich sein.

Wasserschutzgebiete sind bisher für keines der Wasserwerke ausgewiesen worden. Vorsorglich sind jedoch vom Regierungspräsidenten in Detmold für den Flächennutzungsplan weitflächig auch bisher ungenutzte Teile des hydrogeologischen Bereiches 2 zu Grundwasserschutzgebieten erklärt worden.

Tabelle 13

Wassergewinnungsanlagen  
(Grundwasserleiter: Weser-Mittelterrasse oder Frotheimer Kiessandrücken)

Wasserwerk der Gemeinde bzw. Firma	Lage		Kiesschüttungsbrunnen		Verliehene Entnahmemenge (oder vorgesehen)		Chemische Beschaffenheit (s. Tab. 11)
	r	h	Anzahl	Tiefe	m <sup>3</sup> /Jahr	m <sup>3</sup> /Tag	
Espelkamp-Mittwald	34 75 750	58 06 180	5	3 Br. 15 m 2 Br. 30 m	1800	63 0000	Analyse 27
Hedem (geplant)	34 67 840	57 98 980		20 m	(14100)	(ca. 5 Mio.)	Analyse 28
Lübecke	34 72 750	57 98 180	4	27 m	4000		Analyse 29
Gehlenbeck (Masch)	34 76 720	57 98 840	2	23 m	1640	59 8600	Analyse 30
Nettelstedt	34 80 180	57 97 830	1	15 m	320		Analyse 31
Südhemmern	34 84 830— 88 600	57 99 340— 97 940	5	20 m	4000	(ca. 1,5 Mio.)	Analyse 32
Lübecke, Schlachthaus	34 74 280	57 98 230	1	32 m	480	14 5000	Cl <sup>-</sup> 74,5 mg/l GH 11,5 mval

## G. Bohrungen

Im Bohrchiv des Geologischen Landesamtes NW befinden sich aus dem Blattbereich die Schichtenverzeichnisse von sechs tieferen Bohrungen von 50 bis zu 2776 m Teufe, die bei der Suche nach Wealden-Kohle und Erdöl niedergebracht worden sind.

Die Zahl der Bohrungen mit Teufen zwischen 5 und 30 m beträgt etwa 300; außerdem wurden während der Kartierung rd. 5 000 Handbohrungen von 2 m Tiefe ausgeführt.

Aus diesem umfangreichen Material wird hier eine kleine für das Blattgebiet bedeutsame Auswahl wiedergegeben. Wenn die Original-Verzeichnisse sehr umfangreich sind, werden nah verwandte Schichten gleicher stratigraphischer Stellung zusammengefaßt. Die Nummern der Bohrungen stimmen mit denen auf der Geologischen Karte überein.

Wo die Einstufung anhand von Bohrproben erfolgte, ist der bearbeitende Geologe genannt worden. Angaben in den Bohrmeisterprotokollen, die nicht an Proben überprüft werden konnten, sind in den Schichtverzeichnissen in Anführungszeichen gesetzt.

Für eine Reihe von Kiesproben sind Geschiebebestimmungen und -zählungen durchgeführt (Korngrößenklasse 2 – 6 cm). Nach Ausscheidung des Quarzanteils wurden drei Gruppen gebildet:

- N = nordische Geschiebe
- M = einheimisch-mesozoische Geschiebe
- P = einheimisch-paläozoische Geschiebe

Der Anteil ist in Stück-Prozentzahlen angegeben.  
Ein Nachweis der Mikro-Bestimmungen im Blattbereich vor 1964 findet sich bei WORTMANN (1964, Anhang).

### I. Bohrungen im Gebiet des Blattes Lübbecke

#### Bohrung Nr. 1

Landschaftsverband Westfalen/Lippe, Baugrundbohrung, 29. 10. 1964  
r 74 080, h 07 020; + 46,2 m NN; Grundwasser 3,4 m unter Gelände  
Bearbeiter: WORTMANN

– 1,2 m	„Sand, lehmig, braun“	Drenthe-
– 2,6 m	„Schluff, feinsandig, dunkelbraun“	Grundmoräne
– 3,4 m	„Schluff, dunkelgrau“	Vorschüttbildungen
– 4,3 m	„Feinkies, dunkelgrau“	„
– 5,3 m	„Schluff mit wenig Kies“	„
– 5,8 m	„Tonstein, dunkelgrau“	Unterkreide
		(Obervalendis)

## Bohrung Nr. 2

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 4. 6. 1963  
r 76 040, h 06 940; + 42,5 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,2 m	Sand, dunkelgrau Braun, humos	Flugdecksand
– 0,3 m	Sand, grau Braun	(Weichsel-Kaltzeit)
– 0,8 m	Sand, rostbraun, sehr schwach humos, mit Orterdebröckchen	"
– 1,6 m	Sand, rostfarbig, mit schwach schluffigen Knollen, mit sehr wenig Feinkies, eckig, meist nordisches Material (sehr wenig südliches Material)	Solifluktionsschutt und Schwemmfächer (Weichsel-Kaltzeit)
– 2,1 m	Sand, gelblich, rostig, schwach lehmig, mit kleinen weichen Eisenkonkretionen; Steinchen, kaum abgerollt, fast nur nordisches Material bis 2,5 cm $\phi$	"
– 2,7 m	Sand, schwach lehmig, gelblichgrau etwas weniger und kleinere nordische Geschiebe (vorwiegend Quarz und Feuerstein)	"
– 4,1 m	Feinsand, schwach schluffig, grau, einzelne schlierige, rostige und bräunlichgraue Einschaltungen, mit wenigen kleinen organischen Resten: sehr vereinzelt Grobsandkörner (bis 4,1 m kalkfrei)	Talsand (Weichsel-Kaltzeit)
– 4,9 m	wie vor, jedoch kalkhaltig; mit zahlreichen blasenartigen Hohlräumen bis ca. 7 mm, sehr vereinzelt Feinkies (Feuerstein)	"
– 5,6 m	Grobsand und Feinkies, wenig Grobkies; kalkfrei, schwach gelblich, rostig; 99% nordisch (u. a. Feuersteine bis 3 cm $\phi$ ), wenig gerundet bis kantig; ca. 1 % gut gerolltes Wesermaterial; ein Tongeröll 1 cm $\phi$	Verwitterungshorizont
– 6,3 m	wie vor, mit einzelnen Tonknauern (? verwitterte Tongerölle), kalkfrei	"
– 6,8 m	Mittelsand und Grobsand, graugelblich, mit leichtem grünlichen Stich, kalkfrei	Kames-Sande (Drenthe-Stadium)
– 7,4 m	Grobsand, mit etwas Mittelsand und sehr wenig Feinkies, kalkfrei, schwach bräunlich, grünlich	"
– 7,6 m	wie vor, graugrünlich, kalkfrei	"
– 7,8 m	Grobsand und Mittelsand, ganz vereinzelt Feinkies, graugrünlich, kalkfrei	"
– 8,2 m	Mittelsand mit wenig Grobsand, vereinzelt Feinkies, kalkfrei, graugrünlich	"

– 9,1 m	Grobsand, wenig Mittelsand, etwas Fein- und Grobkies aus Quarz, Feuerstein, nordische Granite	Kames-Sande (Drenthe-Stadium)
– 9,5 m	Mittelsand mit Grobkies, wenig Kies (u. a. ein Thüringer-Wald-Porphyr von 5 cm $\phi$ , gut gerollt, und ein Feuerstein), graugrünlich, kalkfrei	„
– 10,8 m	Mittelsand, mit wenig Feinsand, schwach grünlichgrau, kalkfrei	„
– 12,7 m	Mittelsand, mit wenig Feinsand, grünlichgrau, kalkfrei	„
– 12,9 m	Mittelsand mit Feinsand, kräftig grünlich, kalkfrei	„
– 13,2 m	wie vor, noch etwas grünlicher, ca. 5 % Glaukonit, reichlich Pyrit, Apatit, Hornblende (det. Dr. WERNER)	„
– 14,3 m	Mittelsand mit Feinsand, vereinzelt Grobsand und Kies (Feuersteine) bis 1 cm $\phi$ , kalkfrei	„
– 15,5 m	Mittelsand und Feinsand, grünlichgrau	„
– 17,1 m	Feinsand, mittelgrau, sehr schwach grünlich; mit Schluffknollen, die stellenweise organische Substanz enthalten, kalkfrei (ähnelt der Schicht von 4,1 – 4,9 m)	„
– 18,4 m	wie vor	„
– 19,6 m	Feinsand, mittelgrau, mit kleinen blasenartigen Hohlräumen, kalkfrei	„
– 20,0 m	Feinsand, mittelgrau	„
– 24,2 m	Feinsand, schluffig, etwas dunkleres Grau als von 19,6 – 20,0; feinverteilter Kalkgehalt, Glimmerplättchen	„

### Bohrung Nr. 3

Landesstraßenbauamt Bielefeld, neue Brücke über die „Große Aue“

r 72 120, h 06 840; + 42,97 m NN

Bearbeiter: WORMANN

– 2,5 m	Feinsand, gelblich	Flugsand, z. T. Holozän
– 4,6 m	Schluff, sandig bis tonig, grau	„Talsand“
– 5,4 m	Ton mit Sand, grau	(Weichsel-Kaltzeit)
– 6,3 m	Feinsand, grau	„
– 7,7 m	Mittelsand, z. T. schwach kiesig, steinig, gelblichgrau	? Fluvio-glazial

- 8,2 m Tonstein, dunkelgrau Obervalendis

Anmerkung: Drei weitere, im Abstand von 15 – 20 m gelegene Bohrungen zeigen oben ähnlichen Aufbau, unten fehlt der fluvioglaziale Mittelsand.

#### Bohrung Nr. 4

Landesstraßenbauamt Bielefeld, Baugrundbohrung an der neuen Brücke in Twiehausen vom 6. 2. 1963

r 67 960, h 06 460; + 47,66 m NN; Grundwasserspiegel 1,9 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN 1965

- 1,9 m Sand, humos, dunkelgrau Flugdecksand (Holozän/Jungpleistozän)
- 2,6 m Sand, grobsandig, stark tonig-schluffig, schwach humos, blaugrau Jüngerer Talsand
- 3,1 m Sand mit Grobsand, mit Torfresten, blaugrau Eem-Warmzeit (oder Interstadial?)
- 5,6 m Sandgemisch, stark tonig-schluffig mit wenig Kies, grau Drenthe-Grundmoräne
- 8,5 m Sand, stark kiesig, hellgrau Vorschüttbildungen bzw. Mittelterrasse
- 10,0 m Tonstein, oben zu Ton verwittert Mittelvalendis

Anmerkung: Pollenanalyse von 2,6 – 3,1 m

#### Bohrung Nr. 5

Wasserwerk Espelkamp-Mittwald, Wassererschließungsbohrung, 1960

r 75 880, h 06 220; + 40,18 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

- 0,2 m schluffiger Feinsand, sehr stark humos bis anmoorig-torfig, schwärzlich Holozän
- 0,8 m schluffig-toniger Sand, grau und rostfleckig, mit Fe-Knöllchen „Talsand“ der Weichsel-Kaltzeit (mit interstadialen Torf)
- 5,8 m Feinsand mit Schluff, mit einzelnen dünnen gröberen Lagen (bis Feinkies) mit unregelmäßig verteilten (? kryoturbierten) Torf- und Pflanzenresten, hellgrau, kalkfrei ”

– 6,0 m	(„Kies, tonig“) Steinlage mit kalkh., tonigem Feinsand als Bindemittel, meist kantige Feuersteine und sonst. nordische Gesteine, einige gut gerollte kleine Buntsandstein- und Lyditgerölle, ein Thüringer-Wald-Porphyr; unter 5% einheim. Gerölle	Solifluktuations-Material (?Warthestadium)
– 8,0 m	(„Ton, fest, kein Wasser“), stark sandiger Ton bis stark toniger Sand, mit vielen kleinen Feldspäten, keine größeren Geschiebe, kalkhaltig	Beckenton
– 10,0 m	(„Feinsand, tonig“) schwach toniger Sand mit viel Kies (bis Grobkies), kalkhaltig; Kies zu 95% nordisches Material; 5% Lydite und Buntsandstein; kein Thüringer Wald-Porphyr. Grobsand wenig gerollt. – Feuersteine z. T. honiggelb	Kames-Abagerung der Saale-Vereisung (Drenthe-Stadium)
– 13,0 m	(„Mittel- und Grobsand, kiesig“)	„
– 15,0 m	(„Grobsand, mittelsandig“) Grobsand und Mittelsand, schwach kalkhaltig, steinig; 90% nordisch, 10% Wesermaterial (flußgerollte Kalksteine, Kalksandsteine, Buntsandsteine, Lydit und Thüringer-Wald-Porphyr, 2 bis max. 3 cm $\phi$ ), ferner einzelne stark glaukonithaltige lockere und etwas festere Sandsteine mit kleinen Muschelresten. Die Glaukonitkörnchen aus diesen zerriebenen Sandsteinen bilden fast ausschließlich die dunklen Gemengteile des Sandes	„
– 16,5 m	wie vor, jedoch einige größere nordische Geschiebe und Tongerölle	„
– 20,5 m	(„Mittelsand, feinsandig“) scharfer Mittelsand, feinsandig, mit größeren nordischen Geschieben und Tongeröllen bis 15 cm $\phi$ , kalkhaltig	„
– 24,0 m	wie vor, mit großem Feuerstein, 10 cm, und andere größere nordische Geschiebe	„
– 27,0 m	(„Mittelsand bis Feinsand“) wie vor, schwach kalkhaltig	„
– 27,3 m	„Grobsand, mittelsandig“ mit Feinkies bis 0,5 cm $\phi$ , fast nur nordisch	„
– 30,5 m	„wie vor“ – etwas schärfer	„
– 31,1 m	„Mittelsand mit Schiefertone“	Mittelvalendis



## Bohrung Nr. 6

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Brunnen 2. Ordnung; Grundwasser 0,95 m unter Gelände

r 67 200, h 05 990; + 48 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,5 m	Sand, steinig, humos, braun	künstl. Aufschüttung
— 1,2 m	Feinsand, bräunlich-gelblich, schwach rostfleckig	Flugsand
— 2,8 m	Feinsand, vereinzelt kleine Steine, gelblich-grau	Geschiebesand
— 5,5 m	Steinsohle mit großen nordischen Geschieben bis 12 cm $\phi$ , darunter folgt geschiebehaltiger Lehm, kalkhaltig, mit größeren nordischen und einzelnen Wesergefällen	Drenthe-Grundmoräne

## Bohrung Nr. 7

Seismos-Schußbohrung Profil 8 Nr. 20, 1964

r 76 140, h 05 740; + 43 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,3 m	Feinlehm, braun, rostfleckig, humos	Alt-Holozän
— 5,0 m	Mittel- und Feinsand, hellgrau	Niederterrasse („Jüng. Talsand“)
— 15,0 m	Mittelsand mit wenig Feinkies, grau	Drenthe-Stadium
— 24,0 m	Mittelsand mit Fein- und Mittelkies, grau (Kies besteht zu etwa 5% aus Wesermaterial), auch Schiefer-ton-Gerölle	Kames-Sand
— 25,0 m	Tonstein, dunkelgrau	Obervalendis

Anmerkung: a) Eine ähnliche Bohrung (Profil 8 Nr. 18) liegt 600 m südwestlich bei Punkt r 76 210, h 04 720 und erreichte die Quartär-Basis bei +11 m NN

b) Geschiebezählung 15 – 20 m Teufe (Fraktion 1 – 2 cm): nordisch 90%, mesozoisch 7% Schiefergerölle, Septarienbruchstück, einheimische Flußschotter (keine paläozoischen Flußgerölle)

### Bohrung Nr. 8

Kartierungsbohrung des Geol. Landesamtes Nordrhein-Westfalen, 1961

r 69 760, h 04 980; + 48 m NN; Grundwasser 1,3 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,3 m	Feiner Sand, sehr schwach lehmig, grau, bräunlich, humos	Flugdecksand der Weichsel-Kaltzeit
– 1,2 m	Feiner Sand, sehr schwach lehmig, gelblich	„
– 1,5 m	Sand, tonig, mit Fe-Konkretionen, grau	Nachschütt sand
– 2,5 m	Feinsand, sehr schwach schluffig, grau	„
– 3,5 m	Lehm, sandig-tonig, mit nordischen Geschieben, sehr schwach kalkhaltig	Drenthe-Grundmoräne
– 4,4 m	Lehm, schwach sandig, dunkelgrau, kalkhaltig, mit nordischen Geschieben	„
– 4,6 m	Sand, kiesig, dunkelgrau, stark wasserführend	Mittelterrasse (oder Vorschütt sand?)
– 5,4 m	Ton, blättrig, schwärzlich	Wealden (det. KNAUFF) (eher als Valendis)

Anmerkung: Wasserstand steigt nach Erbohrung der Sandschicht in 4,4 – 4,6 m Tiefe auf 1,3 m unter Gelände

### Bohrung Nr. 9

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 2. Ordnung

r 72 100, h 04 400; + 49 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,3 m	Sand, lehmig, humos, bräunlichgrau	Geschiebesand
– 1,0 m	Lehm, sandig, mit Grobsand und Feinkies, grau- und rostfleckig	Drenthe-Grundmoräne
– 2,0 m	Sand, lehmig und etwas feinkörnig, bräunlich, mit starken Rostflecken	„
– 2,5 m	Lehm, sandig bis tonig, mit Tonstücken, mittelgrau	„
– 4,0 m	wie vor, jedoch kalkhaltig. (Typischer Geschiebemergel)	„
– 5,5 m	Kies mit wenig Grobkies, kalkhaltig, (typischer Weserkies!)	Mittelterrasse

Anmerkung: Die Bohrung ist ein Beispiel für das Vorkommen von typischen Weserkiesen weit nördlich des Haupttalrandes der Mittelterrasse, deren Generalrichtung von OSO nach WNW verläuft.

### Bohrung Nr. 10

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen  
2. Ordnung

r 73 840, h 04 300; + 50 m NN; Grundwasserspiegel ca. 1 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,4 m	Sand, lehmig, humos, schwarzgrau	Geschiebesand
— 1,0 m	Lehm, grau m. Rostflecken, kalkhaltig	Drenthe- Grundmoräne
— 5,0 m	Lehm bis toniger Lehm, mit nordischen Geschieben, kalkhaltig, mit Kalkkonkre- tionen bei 1,5 — 2,5 m Teufe	„

### Bohrung Nr. 11

Fa. Deilmann, Mutungsbohrung Fabbenstedt I, 1922

r 72 780, h 04 200; + 49 m NN

Bearbeiter: MESTWERDT und nachträglich WORTMANN

— 3,8 m	„sandiger Lehm“	Drenthe- Grundmoräne
— 6,6 m	Sand („Schwimmsand“)	Vorschütt sand
— 184,3 m	mürber, blättriger oder bröckeliger Ton- stein, Einfallen 12 — 15° nach N, die Kerne und andere Stückproben an der Luft bald zerfallend. Bei 145,1 — 145,6 m eine Ton- eisensteinbank	Wealden
— 358,9 m	Tonstein mit Kalkbänken und Toneisen- steinlagen	„

Anmerkung: von 6,6 — etwa 65,0 m wahrscheinlich Mittelvalendis

### Bohrung Nr. 12

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung R 24 und  
R 24 a, 1963

r 66 780, h 03 770; + 48 m NN; Grundwasser ca. 0,3 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN (stark gekürztes Profil von zwei Bohrungen in 4 m  
Abstand)

— 0,6 m	Sand und Schluff, z. T. schwach tonig, kalkhaltig und humos	Aufschüttung und jüngste Einschwemmung
— 0,7 m	Torf, schwach lehmig, stark zersetzt, dunkel- braun (Rest-Torf in einer Abbaustelle)	Holozän-Reste
— 2,2 m	Sand und Schluff, grau und grünlichgrau	Jüngster Talsand
— 2,4 m	Torf mit Holzresten	Interstadial
— 2,6 m	Sand, torfhaltig, z. T. stark humos	Jüngerer Talsand

– 3,1 m	Schluff	Jüngerer Talsand
– 3,5 m	Grobsand, grau, mit sehr wenig Feinkies (aus vorzugsweise nordischem Material)	"
– 5,7 m	Torf, schwärzlich-bräunlich, fest gepreßt, stark zersetzt (a, c, d)	Eem-Interglazial
– 5,9 m	Kiessand, torfig, bräunlich, kalkfrei	Älterer Talsand bzw.
– 8,1 m	Kiessand, graublau, kalkfrei, mit nordi- schem Geröllanteil	Nachschütt sand und periglaziale Bildungen
– 12,3 m	Lehm, sandig, grünlich- bis bläulichgrau, kalkhaltig, mit nordischen Geschieben (Ge- schiebemergel)	Grundmoräne des Drenthe-Stadiums
– 15,8 m	Kies, sandig, grau, stark wasserführend, kalkhaltig (ohne nordische Komponenten)	Mittlere Terrasse der Weser
– 17,5 m	Ton, grauschwärzlich (b)	Wealden (mit Vorbehalt)

Anmerkung: a) Pollenanalytische Bestimmung (REHA-  
GEN)  
b) Mikrobestimmung (KNAUFF)  
c) Die große Torfmächtigkeit steht mit  
einem Absenkungstrichter (Auslaugung von  
Münder-Mergel-Salz) im Zusammenhang  
d)  $^{14}\text{C}$  des Torfes aus 4 m Tiefe: Mindest-  
alter 37 740  $\pm$  1800 Jahre vor 1950 (det.  
 $^{14}\text{C}$ -Labor NLFb. Hannover vom 20. 10. 66,  
Dr. GEYH)

### Bohrung Nr. 13

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1961  
r 69 380, h 02 990; ca. + 50 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,3 m	lehmiger Feinsand, humos, bräunlich grau	Sandlöß (Weichsel-Kaltzeit)
– 1,2 m	lehmiger Feinsand, hellbräunlich, mit star- ker Rost- und Graufleckung	"
– 2,1 m	Fein- und Mittelsand, vereinzelt Kies, grünlichgrau, oben noch rostfleckig	Saale-kaltzeitlicher Schmelzwassersand
– 5,1 m	Feinsand, grau-grünlich, bei ca. 2,5 m Feuersteingeröll von 10 cm $\phi$	"
– 5,4 m	toniger Schluff, dunkelgrau	"
– 6,3 m	Mittelsand mit sehr wenig Kies (Buntsand- stein, Feuerstein), starker Wasserzufluß	Mittelterrasse
– 7,4 m	Kalkmergel, hellgrau-bläulich, trocken, bei 6,4 m fester Kalkstein, bläulich	Münder Mergel (det. KNAUFF)

#### Bohrung Nr. 14

Gemeinde Frotheim, Wassererschließungsbohrung, 1962

r 77 240, h 03 000; + ca. 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 22,0 m + „Sand mit (wenig) Kies“

Kames-Ablagerung  
Drenthe-Stadium  
der Saale-Kaltzeit

#### Bohrung Nr. 15

WWA Minden, Landesgrundwasserdienst, Brunnen I. Ordnung, 1959

r 66 250, h 02 600; + 49 m NN; Grundwasser 2,87 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,4 m	Sand mit Feinsand, schwach schwärzlich-grau	Flugsand (oder Talsand)
– 2,2 m	Sand, schwach tonig, schluffhaltig, gelblichgrau, fleckig	„
– 3,5 m	sandiger Lehm, grünlich-dunkelgrau, mit nordischen Geschieben (einzelne rundliche Kalkkonkretionen)	Drenthe- Grundmoräne
– 4,7 m	wie vor, nur weniger grünlich	„
– 5,6 m	sandiger Lehm, schwärzlichgrau, mit Wesergeröllen	„
– 6,5 m	Sand mit Feinkies, mittelgrau, stark kalkhaltig	Mittelterrasse
– 7,5 m	Weserkies mit Sand, bunt, rötlich-grau, stark kalkhaltig	„
– 8,0 m	verwitterter Tonstein	Wealden

#### Bohrung Nr. 16

Deutsche Vacuum-Oil AG, Tiefbohrung Ellerburg I

r 69 410, h 02 050; + 49 m NN

Bearbeiter: 0 – 422 m SCHOTT, ab 422 m HAACK & RICHTER (-BERNBURG), FORCHE;  
Quartär ergänzt nachträglich durch WORTMANN, mikrofaunistische  
Überarbeitung des mesozoischen Teils nachträglich durch BARTEN-  
STEIN

Bohrzeit: 1. 6. — 21. 8. 1937

— 1,2 m	Flugdecksand der Weichsel-Kaltzeit
— 2,2 m	Drenthe-Grundmoräne
— 3,2 m	Vorschütt sand
— 5,9 m	Mittlere Terrasse der Weser
— 180 m	Oberer Münder Mergel (Obermalm 5)
— 404 m	Mittlerer Münder Mergel (Obermalm 4a + 4b)
— 433 m	Unterer Münder Mergel (Obermalm 3a + 3b)
— 470,3 m	Eimbeckhäuser Plattenkalk (Obermalm 2)
— 512 m	<i>gigas</i> -Schichten (Obermalm 1)
— 554 m	Oberer Kimmeridge
— 600 m	Mittlerer Kimmeridge
— — —	Transgression — — — — — — —
— 625,5 m	Ornatenton
— — —	Störung — — — — — — —
— 633,5 m	Macrocephalen-Schichten
— 633,1 m	<i>aspidoides</i> -Schichten

#### Bohrung Nr. 17

Molkerei Fiestel, Wassererschließungsbohrung, 1940

r 70 600, h 02 320; + 52 m NN; Grundwasser 4,4 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

— 1,0 m	„Mutterboden“	Sandlöß
— 6,5 m	„toniger Lehm, sandig“	Drenthe-
— 7,5 m	„Ton, sandig“	Grundmoräne
— 9,8 m	„Kies, fein“	Mittelterrasse
— 10,0 m	„Tonschiefer“	Serpulit und
— 30,0 m	mergelige Masse, undurchlässig, keine Wasserführung (vom Bohrmeister als „Emscher-Mergel“ bezeichnet) ab 15 m nach Angaben des Molkerei- Verwalters	Münder Mergel
— 40,0 m	Übergang zu Tonmergel, kaum Wasser	„
— 50,0 m	Tonstein mit Spalten und reichlicher Wasserführung	„

Anmerkung: Bei 50 m wegen zu hohen Chlorid-Gehal-  
tes des Wassers abgebrochen

### Bohrung Nr. 18

C. Deilmann, Mutungsbohrung Gestringen I (G I), 1922  
r 73 520, h 02 620; + 60 m NN

Bearbeiter: MESTWERDT; ergänzt durch WORTMANN

– 2,90 m	Sandlöß	Weichsel-Kaltzeit
– 9,30 m	Lehm, sandig, mit Steinen, nach unten zu grau werdend	Drenthe-Grundmoräne
– 16,42 m	Tonstein, dunkelgrau	"
– 26,50 m	Tonstein, mit „harten“ und „schwachen Schieferbänken“	Wealden
– 43,94 m	Tonstein mit „Kalksteinschnüren“	"
– 50,10 m	Tonstein	"
– 67,10 m	Tonstein mit „Kalksteinschnüren“	"
– 78,40 m	Tonstein mit Kalkstein	"
– 78,70 m	Kohle mit Schwefelkies	"
– 82,50 m	Tonstein	"
– 82,70 m	Kohle mit Kalkspat	"
– 120,00 m	Tonstein mit Kalklagen und „Kohlenspurten“	"

Bei etwa 120 m Endteufe 0,25 m Kohle

Anmerkung: Nach MESTWERDT sind die „Kalksteinschnüre“ hauptsächlich flaseriger Kalkspat

### Bohrung Nr. 19

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1963  
r 77 100, h 02 180; + 51 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 8 m	Sand, grau	Holozän und Jüngerer Talsand
– 9 m	Sand, grünlich	Kames-Sand, Drenthe-Stadium
– 11,8 m	Sand mit Kies	"
– 12,5 m	Tonstein, schwärzlich, blättrig geschiefert	Wealden (wahrscheinl.) (det. KNAUFF)

## Bohrung Nr. 20

Wasser- und Schiffsamt Minden, Mittellandkanal, Bauwerksbohrung, 1964  
(a. d. Brückenrampe); r 69 460, h 01 480; + 55,2 m NN

Bearbeiter: WORTMANN (gekürztes Ergebnis von 4 Bohrpunkten mit je 25 m Abstand)

— 8,5 m	Aufgeschüttetes Material für Brückenrampe und Leinpfad-Damm	Aufschüttung
— 10,4 m	Schluff, grau, stark kalkhaltig	Holozän und „Jüngerer Talsand“
— 16,5 m	Schluff, grau, stark feinsandig; stark kalkhaltig	„
— 17,8 m	Schluff, tonig, dunkelgrau; einzelne, nicht abgerollte Steine aus einheimischem Material; stark kalkhaltig	„
— 18,5 m	Gemisch von Ton, schluffig, mit Kies und Steinen (diese nicht gerollt und nur aus einheimischem Material), dunkelgrau. — Kieszusammensetzung: Feuerstein, Granit ca. 40%, Weserkies; u. a. Lydit, Buntsandstein, Thüringer-Wald-Porphyr u. -Granit ca. 60%	Drenthe-Stadium
— 20,4 m	Tonmergelstein, fein geschichtet, mit Feinsandlagen, hellgrau; Einfallen 45°. (Wahrscheinlich nach SSW nach allgemeinen Lagerungsverhältnissen)	Münder Mergel (? bis Serpulit) (det. KNAUFF)

## Bohrung Nr. 21

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1962  
r 69 980, h 01 360; + 48 m NN; Grundwasser 2,7 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,5 m	Mutterboden, braun, humos	Schwemmlöß
— 0,8 m	Feinsand, hellgelb	„
— 1,2 m	Feinsand mit Lehmnestern	„
— 1,7 m	Schluff, hellgrau	Älterer Talsand
— 2,8 m	schluffiger Feinsand, gelb	„
— 4,1 m	Feinsand mit wenig Schluff, graubraun	„
— 5,4 m	Schluffton, mittelgrau, kalkhaltig bei 4,7 — 5,0 m Weser- und nordische Gerölle, gemischt mit viel Sand, kalkhaltig	Beckenton Schmelzwassersand
— 6,6 m	Mittelsand mit etwas Feinsand, dunkelgrau-bräunlich, kalkhaltig	Beckensand



– 7,4 m	toniger Schluff mit Gesteinsbrocken, nordisch (Feuerstein) und einheimisch (Wiehengebirgsquarzite, Münder Mergel), dunkelgrau, kalkhaltig	Lokalmoräne mit Weserschotter der Mittelterrasse
– 7,8 m	Mittelsand, Feinsand m. Wesergeröllen bis 15 mm $\phi$ u. dunkelgrauen Tonbatzen, kalkhaltig	„
– 8,7 m	Mittelsand, Feinsand mit Beimengung von dunklem Ton mit Wesergeröllen (bis 30 mm $\phi$ ) und nordischem Anteil, weniger als 4%, graubraun, z. T. schwach rötlich	„
– 9,4 m	warvenartig geschichteter Feinsand und dunklerer schluffiger Ton, grau, kalkhaltig (1 rötli. Wiehengebirgssandstein 10 cm $\phi$ ), kalkhaltig schluffiger Ton mit grobem Geröll bis 20 cm $\phi$ (quarzitischer Sandstein und Tonsteine), kalkhaltig	„
– 10,8 m	schluffiger Ton, hellgraugrün, kalkhaltig	angewitterter Serpulit
– 11,4 m	Tonmergel, trocken, sehr hart, hellgraugrün	Serpulit (det. KNAUFF)
– 11,7 m +	Tonmergel, trocken, sehr hart, hellgrau	„

#### Bohrung Nr. 22

Gut Benkhausen, Wassererschließungsbohrung, 1909

r 71 100, h 01 400; + 49,5 m NN

Bearbeiter: MESTWERDT, WORTMANN

Unterschiedliche Deutung:		MESTWERDT	WORTMANN
– 4,0 m	„vorhandener Brunnen“		Schmelzwassersand
– 12,0 m	„grober gelblicher Sand“		„
– 20,0 m	„heller grünlicher Sand“	? Tertiär	„
– 22,0 m	„sehr grobe, helle Kiesschicht“	„	„
– 37,5 m	„dunkle Tonschichten mit Steinnadern und Schwefelkies“	? Portland	Münder Mergel und Serpulit (det. KNAUFF)
– 37,7 m	„sehr harter Tonquarz (Felsen)“	Münder Mergel	„
– 38,0 m	Hohlraum, aus dem Sole aufstieg, nachdem die Tonquarzschrift durchteuft war		„

Anmerkung: In mehreren, ca. 150 m nördlicher liegenden Bohrungen wurden bei der Kartierung 1962 Sand und Lößlehm, 1m über Grundmoräne ( $> 2$ ) m erbohrt, darunter Vorschütt sand, der der Schicht zwischen 4 und 22 m der vorstehenden Bohrung entspricht.

### Bohrung Nr. 23

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, 1959

r 71 770, h 01 680, + 50 m NN; Grundwasser bei 1,51 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,55 m	Löß, schwarzgrau, humos, feinsandig schluffig	Weichsel-Kaltzeit
– 1,9 m	Lößlehm, marmoriert, sandig	„
– 2,5 m	Sand, lehmig, schwach steinig, grünlich, mehr nordisch als einheimisch, kalkfrei	Drenthe-Grundmoräne
– 3,5 m	Lehm, steinig, sandig, schwach grünlich, mit nordischen Geschieben; kalkhaltig (Geschiebemergel)	„
– 4,4 m	Lehm, sandhaltig, dunkelgrau, mit Kalkkonkretionen (mit gut gerollten Weserschottern bis 2 cm)	„
– 6,8 m	Mittelsand mit Grobsand und Mittel- und Feinkies, mittelgrau, kalkhaltig	Mittelterrasse
– 8,9 m	Mittel- und Grobsand mit wenig Kies, grau, schwach rötlich, schwach kalkhaltig	„
– 11,7 m	Feinsand, rötlich, schluffig; kalkfrei	„
– 12,1 m	Lehm, tonig, grünlich, kalkhaltig	Serpulit
– 12,7 m	Tonstein, bläulichgrau, kalkhaltig	Münder Mergel

### Bohrung Nr. 24

Wasserbeschaffungsverband Herford-West, Beobachtungsbrunnen Nr. VI, 1965

r 66 400, h 01 000; + 49,87 m NN; Grundwasser bei 12 m unter Gelände

Bearbeiter: WILL und WORTMANN

– 2,0 m	Lößlehm, sandig	Weichsel-Kaltzeit
– 3,3 m	Sand mit lehmigen Lagen	„Talsand“
– 4,0 m	Lehm, sandig, schwach steinig	Drenthe-Grundmoräne
– 8,0 m	Sand mit Grobsand und wenig Feinkies, rötlich-braun	Mittelterrasse der Weser
– 16,4 m	Kiesgemisch, rötlichbraun	„
– 17,0 m	Tonstein, dunkelgrau	Wealden

## Bohrung Nr. 25

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, 1959

r 70 420, h 00 040; + 51 m NN; Grundwasser bei 2,12 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,5 m	aufgefüllter Lößlehm	Aufschüttung
– 1,3 m	Lößlehm, hellgrau, rostfleckig	Weichsel-Kaltzeit
– 2,1 m	Löß, gelblich, rostig, fleckig, kalkhaltig, ab 1,9 m dunkler	
– 3,8 m	Feinsand, tonig, schluffig, stark kalkhaltig	„Talsand“
– 4,2 m	sandiger Lehm mit Grobsand, schwärzlich, dunkelgrau, mit Geröllen	Drenthe-Grundmoräne
– 5,0 m	Sand mit Mittelkies, graublau	Weser-
– 9,4 m	Sand mit Mittelkies, grau	Mittelterrasse
– 11,3 m	Sand m. Mittelkies, grau (heller)	„
– 14,5 m	Sand m. Mittelkies, grau (dunkl.)	„
– 15,0 m	Tonmergelstein, kalkhaltig, graubläulich	Serpulit/ Münder Mergel (det. KNAUFF)

## Bohrung Nr. 26

Harpener Bergbau-Verein, Wassererschließungsbohrung

r 73 810, h 00 180; + ca. 51 m NN

Bearbeiter: HARBORT (1915) und nachträglich WORTMANN

– 4,2 m	gleichmäßig feiner Sand unter einer humosen Decke	Holozän und Jungpleistozän
– 4,4 m	grauer, toniger Sand mit kleinen Geröllen meist einheimischer Gesteine und mit Pflanzenresten, wasserundurchlässig	„Talsand“
– 6,3 m	Sand und Kies vorwiegend einheimischen Ursprungs, Weserkies, Gesteine des Wiehengebirges	Drenthestadialer Schmelzwassersand
– 14,0 m	grober Weserkies und Sand, nordisches Material spärlich vertreten	Mittelterrasse
– 14,1 m	schwarzer Ton	Wealden (2–3)

### Bohrung Nr. 27

Wasser- und Schifffahrtsamt Minden, Mittellandkanal

r 76 020, h 00 220; + 51,17 m NN; Grundwasser bei 2,1 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,2 m	Mutterboden	Holozän
– 1,1 m	Torf, schwarzbraun, lose	"
– 2,1 m	feinsandiger Schluff, grünlichgrau	Jüngerer Talsand
– 3,2 m	feinsandiger Schluff, mit kleinen Steinen, grünlichgrau	der Weichsel-Kaltzeit
– 4,1 m	feinsandiger Schluff mit Grobsand und Feinkies, graubraun, kalkhaltig	"
– 5,1 m	Torf, schwarzbraun, kalkhaltig	Eem-Warmzeit (Ende)
– 6,9 m	Schluff, mit Torf und Feinsand, schwarzbraun	"
– 8,0 m	toniger, feinsandiger Schluff, grün	Älterer Talsand oder Nachschüttbildung

### Bohrung Nr. 28

Wasserbeschaffungsverband Herford-W., Beobachtungsbrunnen III, 1965

r 67 020, h 99 020; + 50,84 m NN; Grundwasser 0,6 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

– 3,3 m	Lößlehm	Weichsel-Kaltzeit
– 4,2 m	Sand, feinsandig, tonig, grau	„Talsand“
– 5,0 m	Torf (unrein)	Eem-Warmzeit
– 9,0 m	Sand, schwach kiesig und tonig	Fluvioglazial
– 23,7 m	Sand, Kies, wechsellagernd und z. T. im Gemisch, bis 14 m rötlich, darunter grau	Mittelterrasse der Weser
– 27 m	Tonstein, dunkelgrau	Wealden (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 29

Geologisches Landesamt NW, Bohrung vom 19. 6. 1963 zur Gewinnung eines Torfprofils für Pollenanalysen, kombiniert mit Landesgrundwasserdienst, Brunnen I. Ordnung

r 75 070, h 99 140; + 52 m NN; Grundwasser bei 0,5 m unter Gelände (6. 2. 58)

Bearbeiter: WORTMANN

#### Abgekürztes Profil

– 2,3 m	Lößlehm	Weichsel-Kaltzeit
– 2,5 m	schlierig geschichteter Schluff, kalkhaltig, einzelne organische Reste	"

– 3,5 m	grauer Feinsand, schluffig, kalkhaltig, mit wenig Feinkies, besonders bei 3,2 – 3,4 m, kein nordisches Material. Einheimisch: Kalksteine (wenig abgerollt) bis 2 cm, We- sermaterial nur i. d. Sandfraktion	Jüngerer Talsand der Weichsel- Kaltzeit
– 4,4 m	grauer Schluff, tonig, kalkhaltig	"
– 4,5 m	grauer Schluff, tonig, kalkhaltig, humos?	"
– 4,55 m	wie vor, graubraun, dunkler	Eem-Warmzeit
– 4,65 m	wie vor, nach unten etwas trockener	"
– 4,7 m	toniger Torf, trockener, fast bröckelig	"
– 4,75 m	trockener Torf, dunkelbraun	"
– 5,0 m	Torf, braun, trocken	"
– 5,1 m	Torf, schwarzbraun, trocken, locker	"
– 5,3 m	Torf, schwarzbraun	"
– 5,4 m	Torf Lücke, (technisch bedingt)	"
– 5,5 m	Torf, krümelig	"
– 6,3 m	toniger Torf	"
– 6,8 m	schluffiger sandiger Kies, kalkfrei	Mittelterrasse
– 9,0 m	überwiegend Sand (vorwiegend Mittel- sand, etwas Grobsand), wenig Feinkies und wenig Mittelkies, bräunlichgrau	"
– 11,5 m	vorwiegend Sand (Mittelsand und Grob- sand) und Kies (etwas Feinkies, etwas Mittelkies, vereinzelt Grobkies), braungrau und bunt	"
– 13,6 m	vorwiegend Kies (Mittelkies, wenig Fein- kies, wenig Grobkies) und Sand (etwas Mittelsand, etwas Grobsand), bräunlich- grau und bunt	"
– 18,8 m	vorwiegend Sand (Grobsand, etwas Mittel- sand) und Kies (etwas Feinkies, etwas Mit- telkies, wenig Grobkies und wenig Steine), braungrau und bunt, von 18 m an Sand- anteil zunehmend	"
– 22,2 m	vorwiegend Sand (Mittelsand und Grob- sand) und Kies (etwas Mittelkies, etwas Feinkies, wenig Grobkies und wenig Stei- ne), graubraun und bunt	"
– 23,0 m	hellgrauer, z. T. weißer Lehm über grau- em Tonstein (z. T. mit Brauneisenrinden)	Wealden (det. HILTERMANN)

### Bohrung Nr. 30

Wasserwerk Gehlenbeck, Brunnenbohrung

r 76 810, h 98 930; + 51,55 m NN; Grundwasser bei + 51,21 m NN

Bearbeiter: BODE und nachträglich WORTMANN

— 0,6 m	Torf	Holozän
— 3,0 m	sandiger Ton, grau	„Talsand“
— 4,2 m	lehmgiger Sand, graubraun	„
— 5,2 m	Ton, fest, blau	„Beckenton“
— 6,3 m	Kies und Sand, grau	Mittelterrasse
— 8,8 m	Mittelsand mit wenig Kies, grau	„

Anmerkung: Die Bohrung blieb in ganz groben Schottern von über 20 cm  $\phi$  stecken.

### Bohrung Nr. 31

Wasserversorgungsverband Herford-West, Beobachtungsbrunnen Nr. X, 1965

r 66 160, h 98 900; + 51,40 m NN; Grundwasser bei 0,98 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

— 1,5 m	Lößlehm, gelblich, bräunlich	Weichsel-Kaltzeit
— 2,2 m	Sand mit Feinsand, rotbraun	„Talsand“
— 6,0 m	Lehm, stark sandig, schwach steinhaltig, dunkelgrau	Grundmoräne
— 8,0 m	Sand, schwach feinkiesig, rötlichbraun	Vorschütt-sand
— 11,4 m	Sand mit Feinsand, schwach kiesig, grau	Mittelterrasse
— 26,0 m	Kies mit Grobsand, grau	„
— 34,0 m	Kies mit Grobsand, dunkelgrau	„
— 37,0 m	Feinsand, grau etwas schluffhaltig	„
— 40,0 m	Tonstein, dunkelgrau	Wealden (det. KNAUFF, Unt. Lias?)

### Bohrung Nr. 32

Wasserbeschaffungsverband Herford-West, Beobachtungsbrunnen Nr. IV  
r 67 160, h 98 270; + 51,62 m NN; Grundwasser bei 0,4 m unter Gelände  
Bearbeiter: WORTMANN (Beschreibung stark gekürzt)

— 2,1 m	Lößlehm, braun	Weichsel-Kaltzeit
— 4,6 m	Lehm, sandig-tonig, schwach steinig, grau	Solifluktionsschutt
— 6,3 m	Schluff, feinsandig, graubraun, kalkhaltig	und Drenthe-Grundmoräne
— 27,8 m	Grob-, Mittel- und Feinkies mit Grobsand lagenweise wechselnd	Mittelterrasse der Weser
— 29,5 m	Tonstein, dunkelgrau	Münder Mergel/ Serpulit

### Bohrung Nr. 33

Wasserbeschaffungsverband Herford-West, Beobachtungsbrunnen Nr. VII, 1965  
r 68 070, h 98 260; + 52,78 m NN; Grundwasser bei 1,50 m unter Gelände  
Bearbeiter: WILL (Beschreibung stark gekürzt)

— 2,50 m	Lößlehm, bräunlich	Weichsel-Kaltzeit
— 5,25 m	Schluff mit Feinsandlagen, grau	„Talsand“
— 12,00 m	Ton mit Sand, dunkelgrau	Drenthe-Grundmoräne
— 24,30 m	Grob-, Mittel- und Feinkies, wechsel- lagernd mit Sand	Mittelterrasse
— 26,70 m	Tonstein	Wealden (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 34

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 1. Ordnung  
r 69 300, h 98 300; + ca. 52 m NN; Grundwasser bei 0,4 m unter Gelände  
Bearbeiter: WORTMANN

— 0,3 m	humoser Schluffsand	Weichsel-Kaltzeit
— 2,4 m	Schluffsand, gelbbraun, schwach eisen- fleckig	„
— 3,7 m	schluffsandiger Lehm mit Geschieben, graubraun	Drenthe-Grundmoräne
— 4,7 m	sandiger Lehm mit Geschieben, grau, an der Basis schwach grünlich	„
— 5,5 m	Feinsand mit Schluffsand, graubraun	Vorschütt sand
— 6,3 m	Feinsand mit Mittelsand und etwas Fein- kies, braun	Mittelterrasse

– 11,0 m	Mittel- bis Feinsand mit etwas Grobsand und Feinkies, braun, lagenweise stärker kiesig	Mittelterrasse
– 15,5 m	Mittel- und Feinkies mit Grob- und Mittelsand, braun	„
– 22,8 m	Mittel- und Feinkies mit Grobkies und Mittel- und Grobsand, rötlichgrau	„
– 23,5 m	toniger Schluffsand bis schluffsandiger Ton, schwarzgrau (?humos, interglaziale Bildung?)	„
– 27,0 m	Mittel- und Feinkies mit Grobkies und Mittel- und Grobsand, rötlichgrau	„
– 27,4 m	Tonstein, schwarz	Wealden (arme Fauna) (det. KOCH)

#### Bohrung Nr. 35

Geologisches Landesamt Nordrh.-Westf., Kartierungsbohrung, 1963  
r 70 450, h 98 070; + 53,5 m NN; Grundwasser bei 1,1 m unter Gelände  
Bearbeiter: WORTMANN

– 0,4 m	Lößlehm, stark humos, dunkelbraun („Gartenerde“)	Weichsel-Kaltzeit
– 1,6 m	Lößlehm (kalkfrei); allmählicher Übergang in:	Älterer Talsand und Beckenfüllung
– 2,7 m	Feinsand, stark bis schwach schluffig, mit Feinsandlagen, grau	„
– 3,6 m	toniger Schluff bis schluffiger Ton, dunkelgrau	„
– 3,9 m	Torf, dunkelbraun, fest, völlig zersetzt	Eem-Warmzeit
– 4,3 m	Ton, schluffig, schwarzgrau, (kalkfrei)	„
– 4,4 m	Torf, schwärzlich, völlig zersetzt, fest	„
– 4,5 m	Ton, dunkelbraun	„
– 4,8 m	Ton, feinsandig, grau	Schmelzwasser- bildungen
– 5,9 m	Mittelsand, mit Feinsand, grau stellenweise tonig	„
– 6,4 m	Kies mit Sand	Mittelterrasse

Anmerkung: a) In benachbarten Bohrungen folgen unter dem Saale-Glazial über 25 m mächtige Mittelterrassen-Kiese der Weser  
b) Pollenanalyse: Eem-Warmzeit  
(Analytiker: Dr. REHAGEN)



### Bohrung Nr. 36

Wasserbeschaffungsverband Herford-West, Beobachtungsbrunnen Nr. IX, 1965  
r 72 240, h 98 420; + 53,16 m NN; Grundwasser bei 1,95 m unter Gelände  
Bearbeiter: WORTMANN

– 1,95 m	Lößlehm, graubraun, eisenfleckig	Weichsel-Kaltzeit
– 3,60 m	Lehm, stark sandig, steinig	Solifluktionsmaterial
– 5,45 m	Torf, dunkelbraun	Eem-Warmzeit
– 7,2 m	Lehm, sandig, grau	Drenthe-Grundmoräne
– 9,2 m	Grobsand, grau, mit Feinkies	Jüngerer Teil der Mittelterrasse
– 18,95 m	Kies und Sand, wechselnd, nach unten stärkerer Anteil von Grobkies, rötlichbraun	„
– 22,4 m	Sand mit wenig Feinkies, grau	Bodenrest der Holstein-Warmzeit
– 25,8 m	Grobkies mit wenig Feinkies und Sand, rötlichbraun	Älterer Teil der Mittelterrasse (Elster-Kaltzeit)
– 26,5 m	Feinkies und Grobsand	„
– 31,2 m	Tonstein	Münder Mergel/ Serpulit? (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 37

Wasserwerk Lübbecke, Brunnen Nr. II  
r 72 740, h 98 750; ca. + 53 m NN  
Bearbeiter: DIENEMANN, nachträglich WORTMANN

– 2,20 m	Lößlehm	Weichsel-Kaltzeit
– 5,20 m	bräunlicher, toniger Feinsand, kalkig, wie Mergelsand	„Jüngerer Talsand“
– 5,25 m	„Moor“, keine Probe	Eem-Warmzeit
– 6,10 m	graublauer, schwach kalkiger Geschiebemergel	Drenthe-Grundmoräne
– 6,80 m	grauer, kalkfreier, feinsandiger Ton	Beckenbildung
– 7,50 m	grauer, lehmiger, feiner Sand mit einzelnen Geröllen	Schmelzwassersand
– 9,20 m	grauer Geschiebemergel	Drenthe-Grundmoräne

Anmerkung: In einer benachbarten Bohrung (r 72 730, h 98 430) ist von 8,70 – 13,80 m Kies der Mittelterrasse der Weser erbohrt worden.

### Bohrung Nr. 38

Schlachthof Lübbecke, Wassererschließungsbohrung Nr. II, 1960

r 74 300, h 98 200; + 58 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 2,0 m	hellbräunlicher unreiner Lößlehm, mit wenig Sand und Feinkies vermischt, kalkhaltig	Auffüllung
— 3,3 m	rötlichbrauner Lößlehm	Weichsel-Kaltzeit
— 4,1 m	gelblichgrauer Löß, kalkhaltig	"
— 4,3 m	stark braun- und rostfleckiger Löß, kalkhaltig	"
— 5,2 m	gelblich-grauer Löß (an der Basis ein nord. Sandstein), kalkhaltig	"
— 6,4 m	rötlichbrauner, stark verlehmt Löß, entkalkt	Älterer Löß (mit Eem-Boden?)
— 9,5 m	stark grau- und rötlichbräunlich gefleckter, völlig verlehmt, sehr klebriger Lößlehm (?oder Beckenton), kalkfrei	"
— 12,5 m	gelblicher Sand (mit wenig größerem Feinkies) mit sehr kleinen Rost-Konkretionen; kalkfrei	Drenthe-Schmelzwassersand
— 17,5 m	grauer, stark kalkhaltiger Feinsand mit viel Grobsand bis Feinkies, z. T. lehmig	Beckenbildung
— 32,5 m	schwach rötlicher, kiesiger Sand, meist Mittel- und Grobsand, mit ziemlich viel Fein- und Mittelkies, wenig Grobkies, stellenweise schwach kalkhaltig, sehr wenig nordisch (typischer Weserschotter). Von 28 — 30 m ca. 10% nordische Geschiebe, flußgerollt. Von 30 — 32 m kein nordisches; mit Kalksteinen; mehr sandig. Ab 25 m durchgehend schwach kalkhaltig (Mesozoikum nicht erreicht)	Mischzone von Drenthe-Fluvio-glazial und Mittelterrasse

### Bohrung Nr. 39

Wasserbeschaffungsverband Herford-West, Beobachtungsbrunnen Ia, 1965

r 67 200, h 97 000; + 53,3 m NN; Grundwasser bei ca. 7 m unter Gelände

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,9 m	Feinlehm, humos, dunkelgrau	Weichsel-Kaltzeit
— 4,3 m	Lößlehm, unten etwas feinsandig	"
— 6,15 m	Torf, braun	Eem-Warmzeit
— 7,10 m	Ton, schwarzgrau, humos	"
— 10,05 m	Sand, schwach tonig, dunkelgrau	Schmelzwassersand

– 15,10 m	Mittelsand, grau	Schmelzwassersand
– 18,00 m	Grobsand, rötlichbraun, mit Feinsand	Mischzone von Drenthe-Fluvioglazial und Mittelterrasse
– 19,80 m	Feinkies mit Grobsand, braungrau	"
– 31,10 m	Grobkies mit Mittel- und Feinkies, braungrau	"
– 36,00 m	Lokalschotter, lehmig-tonig	Solifluktionsmaterial
– 39,00 m	Tonstein, dunkelgrau	Münder Mergel bis Serpulit (det. KNAUFF)

#### Bohrung Nr. 40

Wasserbeschaffungsverband Herford-West, Beobachtungsbrunnen Nr. XIII  
r 69 300, h 97 020; + 54,74 m NN; Grundwasser 5,3 m unter Gelände  
Bearbeiter: WORTMANN

– 0,95 m	Lößlehm, grau	Weichsel-Kaltzeit
– 1,90 m	Lößlehm, schwach sandig, braun	"
– 3,45 m	Sand, schluffig-tonig, braun	Talsand
– 5,30 m	Feinsand, schwach tonig, braun	"
– 8,80 m	Kies, lehmig, grobsandig, braun, eisenschüssig	Solifluktionsmaterial
– 12,65 m	Sand, grobsandig und feinkiesig, hellgrau, schwach kalkhaltig	Mischzone von Weserschotter und Fluvioglazial
– 17,00 m	Grobsand mit Grob- und Feinkies, hellbraun	"
– 21,05 m	Mittel- und Feinkies, grau	"
– 21,50 m	Schluffton, graugrün, schwach sandig (?Tongeröll)	"
– 26,00 m	Grobkies mit Sand, bräunlich	"
– 33,80 m	Kies, grobsandig, rötlichbraun	"
– 34,95 m	Grobsand mit Feinkies, rötlichbraun	"
– 36,00 m	Feinkies mit Kies und Sand, braun eisenschüssig	"
– 44,20 m	Sand mit Feinsand, braungrau	Mittelterrasse
– 47,55 m	Feinkies mit Kies und Grobsand, braun	"
– 51,00 m	Tonstein, dunkelgrau	(Serpulit bis Münder Mergel ?) (det. KNAUFF Unt. Lias)

Anmerkung: Schotteranalyse (Frau A. WORTMANN):

12,65 – 17,00 m	kalkfrei; Quarz 10–15%, nordisch 1 (–2) %, mesozoisch 60 (–70) %, paläozoisch ca. 30%, davon $\frac{3}{4}$ Lydit, Rest Thüringer-Wald-Porphyr
17,00 – 21,05 m	stark kalkhaltig, Quarze 8% der Gesamtsumme, Rest: kein nordisches Material, reichlich Thüringer-Wald-Porphyr und -Granit; Sandfraktion rosa, gut gerundet
21,05 – 21,50 m	schwach kalkhaltig, graugrünlich, mit einzelnen Bruchstückchen von Weserkies (Buntsandstein, Keuper, Thüringer-Wald-Porphyr), reichlich Geodenbruchstücke
21,50 – 26,00 m	bräunlich bis rostig, kalkfrei; Quarz 10% der Gesamtsumme, Rest: nordisch 1%, mesozoisch (Buntsandstein, Keuper, quarzitischer Sandstein) 59%, paläozoisch (Lydite, Thüringer-Wald-Porphyr und -Granit, Grauwacke) 40%
33,80 – 34,95 m	verwittertes rostbraunes Material, Fraktion 1–2 cm (größere wenige vorhanden). Quarz an der Gesamtsumme 10%. Rest: nordisch 13%, mesozoisch 72%, paläozoisch (Lydite, Thüringer-Wald-Porphyr und -Granit) 25%. – Stark kalkhaltig trotz der Verwitterungsfarbe
34,95 – 36,00 m	stark kalkhaltig und stark eischüssig. Quarz an der Gesamtsumme 5%, Rest: Fraktion 2–4 (6) cm $\phi$ : nordisch (Flinte schwarz, weiß, opak, honiggelb, Granit aus Småland 1) 8%, mesozoisch (neben Buntsandstein viel Wiehengebirgs-material) 80%, paläozoisch (Thüringer-Wald-Porphyr, Grauwacke, Lydit) 12%. Anmerkung: In der kleineren Fraktion 0,5–1 cm $\phi$ prozentual mehr Feuersteine
44,20 – 47,55 m	stark kalkhaltig, eischüssig, einzelne grobe Gerölle 2–4 cm $\phi$ , (kein nordisches Material, Buntsandstein, Thüringer-Wald-Porphyr). Fraktion 1–2 cm $\phi$ : von der Gesamtsumme Quarz 8%, Rest: nordisch (Flint) 4%, mesozoisch 73%, paläozoisch (Thür.-Wald-Porphyr und -Granit, Lydit, Grauwacke) 23%

## Bohrung Nr. 41

Landesstraßenbauverwaltung, Bauwerksbohrung Nr. I, 1964

r 73 510, h 97 210; + 68,82 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,9 m	Mutterboden, Lehm, braungrau	(gestörter?) Boden
– 1,5 m	„Sand, mit Lehm und Feinkies“	(Lößlehm entfernt)
– 2,1 m	„Sand mit Schotter, braungrau“	Solifluktionsmaterial
– 2,8 m	„Schotter mit Grobsand, braungrau“	Weichsel-Kaltzeit
– 4,1 m	„Lehm, feinsandig, braungrau“	„
– 7,4 m	„Lehm mit Schotter“	„
– 9,6 m	„Schotter mit Lehm durchsetzt“	„

Anmerkung: Nach benachbarten Aufschlüssen bestehen die vom Bohrmeister als „Bergschotter“ bezeichneten Schichten vorwiegend aus scharfkantigem Gestein des Wiehengebirges; nordische Komponenten sind sehr selten; die Korngröße nimmt nach Norden ab. Zwischen die Schotterbrocken sind Sand- u. Lehmlagen, z. T. in sich feingeschichtet, eingelagert.

## Bohrung Nr. 42

Schneidewegs Wasserleitungsgesellschaft, Wasserbohrung

r 76 790, h 96 710; + 140 m NN

Bearbeiter: MESTWERDT

– 16,5 m	dunkler Schiefer-ton	Ornatenton
– 41,0 m	brauner Sandstein	Porta-Sandstein
– 51,0 m	dunkler, kalkiger Tonstein	Cornbrash- und <i>aspidoides</i> -Zone

Anmerkung: Angaben erfolgen nach den spärlichen Proben, daher unsicher

## II. Bohrungen im Gebiet des Blattes Hartum

### Bohrung Nr. 1

Prakla Schußbohrung 2/5, ergänzt durch Kartierungsbohrung des Geologischen Landesamtes Nordrh.-Westfalen, 1959

r 88 000, h 06 760; + 49 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,5 m	lehmiger Sand, bräunlich	Drenthe-
— 1,5 m	sandiger Lehm, braungrau	Grundmoräne
— 3,0 m	sandiger Lehm, grau, kalkhaltig (Geschiebemergel)	„
— 5,0 m	„lehmiger Kies“	Mittelterrasse
— 8,0 m	„Schieferton“	Unterhauertive

### Bbhrung Nr. 2

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 2. Ordnung, 1961

r 81 580, h 05 980; + 51 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,2 m	Sand, lehmig, humos, bräunlich	Drenthe-
		Grundmoräne
— 0,4 m	Sand, lehmig, gebleicht, grau, schwach steinig	„
— 1,2 m	Sand, lehmig, stark rostfleckig	„
— 2,7 m	stark lehmiger Sand, bräunlich, rostig	„
— 3,0 m	Feinsand, dunkelrostig bis rötlich (Wesersand)	Mittelterrasse; Saale-Kaltzeit
— 5,1 m	Kies, z. T. sandig, rostfarbig, entkalkt (N:M:P=1 : 76 : 23)	„
— 5,6 m	Kies mit wenig Sand, graubunt, kalkhaltig	„
— 6,5 m	schwarzer Tonstein	Unterhauertive

### Bohrung Nr. 3

Geologisches Landesamt Nordrh.-Westfalen, Kartierungsbohrung 1961

R 3 Gut Verhoff

r 81 400, h 05 550; + 50 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,25 m	schwach lehmiger Sand, dunkelgrau-schwärzlich, humos	Drenthe-Grundmoräne
– 0,90 m	schwach lehmiger bis lehmiger Sand, gelblich bis schwach rostfarbig, in den oberen 20 cm graufleckig	"
– 2,20 m	sandiger Lehm, mit grauen Tonflatschen, dunkelrostbraun	"
– 3,60 m	sandiger Kies, stellenweise tonig, meist einheimisches (Weser-)-Material	Mittelterrasse
– 3,70 m	stark feinsandiger schluffiger Ton, grau-schwarz	Unterhauterive, (det. KNAUFF)
– 5,00 m	Tonstein, dunkelgrau	
Anmerkung: Bis zu 2,2 m Teufe zahlreiche nordische Geschiebe verschiedener Größe, an der Oberfläche bis 40 cm $\phi$		"

### Bohrung Nr. 4

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 1. Ordnung, 1959

r 82 670, h 03 900; + 51 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,2 m	schwärzlicher, schwach lehmiger Sand	Drenthe-Grundmoräne
– 3,0 m	rostig-bräunlicher, lehmiger Sand, einzelne nordische Geschiebe	"
– 4,0 m	rostig-bräunlicher, stark lehmiger Sand mit viel Feinsand, einzelne nordische Geschiebe	"
– 5,3 m	graubräunlicher, sandiger Lehm mit einzelnen nordischen Geschieben	"
– 6,0 m	Sand mit Grobsand, ferner Fein- und Mittelkies als Beimengung, rostbraun	Mittelterrasse
– 7,2 m	grauer, gemischter Sand, mit Grob- und Mittelkies und Steinen	"
– 9,1 m	grauer bis mittelgrauer, gemischter Sand mit mehr Fein- und Mittelkies	"
– 9,3 m	dunkelbläulich-schwärzlicher Tonstein	Oberhauterive

Anmerkung: ab 6,0 m kalkhaltig; der Kies besteht z. T. aus Kalkstein, auch die Fraktion 20 mm

### Bohrung Nr. 5

Prakla Schußbohrung 2/57, ergänzt durch Kartierungsbohrung des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen

r 87 100, h 03 700; + 56 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,5 m	lehmiger Sand	Drenthe-Grundmoräne
— 1,4 m	sandiger Lehm mit Geschieben	"
— 3,0 m	Lehm, kalkhaltig	"
— 9,0 m	„Kies“	Mittelterrasse
— 10,0 m	„Schieferton“	Obervalendis

### Bohrung Nr. 6

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1961

r 77 450, h 03 470; + 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,2 m	schwach lehmiger Sand, humos, bräunlich	Schmelzwasser-ablagerung
— 1,0 m	schwach lehmiger Sand, hellbräunlich	(Kames)
— 9,5 m	Sand, meist Mittel- u. Feinsand, vereinzelt etw. größere Lagen, graugrünlich	Drenthe-Stadium
— 10,0 m	toniger Lehm, grauschwärzlich	Obervalendis 3–4
— 10,3 m	Tonstein, grauschwärzlich	(det. KOCH)

### Bohrung Nr. 7

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1961

r 81 060, h 03 500; + 51,5 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,2 m	Mutterboden, humos	Drenthe-Grundmoräne
— 1,1 m	Feinsand mit kleinen Geröllen, schwach schluffig, braun bis hellgrau	"
— 2,5 m	Fein- und Mittelsand mit Tonnestern, schwach schluffig, einzelne Feuersteine und Sandsteine; braun/grau	"
— 2,9 m	Fein- und Mittelsand, blaugrau, schwach schluffig; Gerölle (ca. 0,5–1 cm $\phi$ )	Vorschütt sand
— 3,2 m	Fein-, Mittel- und Grobkies, dunkelgrau	Mittelterrasse der Weser
— 3,5 m	Mittel- und Feinkies, bräunlich	"
— 4,6 m	Fein- und Mittelkies (Weserkies), grau	"
— 4,8 m	Tonstein, grau, mit einzelnen Geröllen, weich	Obervalendis (det. KNAUFF)
— 5,5 m	Tonstein, dunkelgrau bis blaugrau, fest	"



### Bohrung Nr. 8

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst,  
Beobachtungsbrunnen 2. Ordnung, 1961

r 83 680, h 03 280; + 50 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,6 m	schwach lehmiger Sand, humos, grau-schwarz	Drenthe-Grundmoräne
– 1,2 m	lehmiger Sand, stark eisenschüssig, braunrot, fest verkittet, unten grünsandig	"
– 4,0 m	sandiger Lehm, grau, mit nordischen Geschieben bis 15 cm $\phi$ , ab 1,6 m kalkhaltig	"
– 5,0 m	bunter Weserkies und Sand, einige Feuersteine, kalkhaltig	Mittelterrasse
– 6,0 m	Tonstein, etwas aufgearbeitet, mit pleistozänem Kies in den oberen 10 cm	Unterhauptide (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 9

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst,  
Beobachtungsbrunnen 2. Ordnung, 1961

r 87 740, h 03 100; + 56 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,3 m	humoser Sand, schwarzgrau	Flugdecksand der Weichsel-Kaltzeit
– 1,0 m	Sand mit Bleichsand und Orterde, z. T. humos (umgebrochener Podsolboden)	"
– 5,5 m	lehmiger und stark lehmiger Sand mit nordischen Geschieben bis 5 cm $\phi$ , völlig entkalkt	Drenthe-Grundmoräne
– 6,5 m	sandiger Weserkies mit Kalksteinen, kalkhaltig	Mittelterrasse

### Bohrung Nr. 10

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1963  
Grundwasser (5. 8. 63) 2,1 m unter Gelände

r 82 660, h 02 580; + 62,6 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,50 m	Sand, humos, und Bleichsand	Schwemmflächen der Weichsel-Kaltzeit
– 0,90 m	Sand, sehr schwach lehmig, sehr schwach steinig, rostbraun	
– 1,80 m	sandiger Lehm, rostfleckig, grau	Drenthe-Grundmoräne

– 2,20 m	sandiger Lehm, grünlichblau, feucht bis naß	Drenthe-Grundmoräne
– 2,60 m	sehr schwach kiesiger, schwach lehmiger Sand	„
– 3,20 m	sandiger Lehm, bläulich	„
– 5,00 m	Lehm, kalkhaltig (Geschiebemergel)	„
– 5,60 m	Sand, stellenweise kiesig	„
– 6,00 m	sandiger Lehm, kalkhaltig	„
– 6,70 m	stark kiesiger Sand, kalkhaltig (mit Wesergeröll und Tonstein)	Mittelterrasse
– 7,10 m	sandiger kiesiger Ton mit Tonsteinen	„
– 7,65 m	fester Tonstein, grau	Oberhauterive eher als Unterhauterive (det. KNAUFF)

#### Bohrung Nr. 11

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1962  
r 77 920, h 02 180; + 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,3 m	humoser Feinsand, Sandlöß	Weichsel-Kaltzeit
– 1,6 m	Feinsand, dunkelbraun	„
– 3,3 m	Sand, rostig	Kamesbildungen des Drenthe- Stadiums
– 18,0 m	Sand, hellgelblich, allmählich übergehend in schwach grünlich, kalkfrei (Probe 8,0 bis 10,0 m N : M : P = 40 : 53 : 2)	
– 21,4 m	gemischter Sand und Kies, vorwiegend nordisch; einheimische Tonsteingerölle, dunkelgrau	„
– 22,5 m	Sand mit Kies, hellgrau, sonst wie vor	„
– 23,4 m	Kies mit Sand, mittelgrau, sonst wie vor	„
– 24,9 m	grobes Tonsteingeröll und nordische Geschiebe, dunkelgrau, kalkfrei	„
– 25,5 m	dunkler Tonsteinkies mit Sand, wenige (bis 5 cm $\phi$ ) nordische Geschiebe, kalkfrei	„
– 28,0 m	grauer Schluff	„
ab 28,0 m	Tonstein	Obervalendis, Dichotomiten- Schichten (det. KNAUFF)

## Bohrung Nr. 12

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 1. Ordnung, 1959

r 84 500, h 01 940; + 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,60 m	lehmiger schluffiger Feinsand, humos, graubräunlich, Sandlöß	Weichsel-Kaltzeit
— 1,05 m	lehmiger Feinsand mit viel Schluff und etwas Mittelsand, grau- und rostfleckig, dichtlagernd	"
— 2,20 m	stark lehmiger Feinsand mit sehr wenig Mittel- und Feinkies, einzelne größere Kiese, rostfarbig und graufleckig mit wenigen unregelm. Linsen von Schluff mit Feinsand	Grundmoräne und Schmelzwassersand des Drenthe-Stadiums
— 3,95 m	Mittelsand mit Feinsand und wenig Kies, lehmig, hellgrau, kalkfrei	"
— 4,25 m	Mittelsand mit Kies (vorwiegend Mittelkies), schwach lehmig, grau, kalkfrei	Mittelterrasse der Weser,
— 5,70 m	Mittelsand mit wenig Grobsand und Feinsand, zartrosa bis schwach rostfarbig bis bräunlich, kalkhaltig	Saale-Kaltzeit
— 8,90 m	Mittelsand mit Kies und Grobsand, hellrostfarbig bis bräunlich, mit einheimischen Kalkgeröllen	"
— 9,60 m	Mittelsand vorherrschend, mit wenig Feinsand und Kies, grau, schwach kalkhaltig; mit organischen Resten	"
— 10,00 m	wie vor, dunkelgrau, schwach kalkhaltig ohne organische Reste	"
— 11,00 m	Kies (vorherrschend Mittelkies) mit wenig Mittelsand, dunkelgrau, kalkhaltig	"
— 11,70 m	Mittelsand mit Kies (vorherrschend Mittelkies) und wenig Grobsand, mittelgrau; kantengerundete Tonbrocken (mit kräftigen Schwundrissen) bis zu 8 cm $\phi$ , kalkhaltig; unten mehrere flache Buntsandstein-Flußgerölle bis zu 10 cm Länge	"
— 12,00 m	feinsandiger Ton mit Sand und vereinzelt Feinkies, dunkelbläulichgrau, stark kalkhaltig	"
— 13,00 m	Tonstein, dunkelblaugrau, kalkhaltig	Oberhauerteife ? (keine Mikr.-Best.)

### Bohrung Nr. 13

Geologisches Landesamt Nordrh.-Westfalen, Kartierungsbohrung 1961

r 77 480, h 01 480; + 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,3 m	Feinsand, schwach lehmig, dunkelbräunlich, humos, Sandlöß	Weichsel-Kaltzeit
– 1,0 m	Feinsand, schwach lehmig, grüngelblich mit Rostfleckung	„
– 2,1 m	Feinsand, olivgrün	Schmelzwassersand
– 10,4 m	Feinsand mit mehr oder weniger Mittelsand, graugrünlich; bei 2,3 m ein nordischer Granit von 8 x 6 cm $\phi$	„
– 12,4 m	Feinsand, z. T. schwach schluffig, grau, mit vereinzelt kleinen Schiefertbruchstücken und -geröllchen von ca. 0,5 – 1 cm $\phi$	„
– 13,6 m	Schluff mit viel Feinsand, dunkelgrau, einzelne Tonstückchen	„
– 13,8 m	Tonstein, blättrig, mit Pyritknolle, schwärzlich	Wealden (det. KNAUFF)
– 14,0 m	Tonstein, blättrig, bituminös?, schwarz	„

### Bohrung Nr. 14

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst,  
Beobachtungsbrunnen 1. Ordnung, 1959

r 87 570, h 01 420; + 56 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,5 m	lehmiger feiner Sand, schwärzlich, humos	Weichsel-Kaltzeit
– 1,0 m	lehmiger feiner Sand, bräunlich, Sandlöß	„
– 2,5 m	lehmiger Sand mit wenig Steinen (Feuerstein u. a.), bräunlichgrau mit Bleichflecken	Drenthe- Grundmoräne
– 4,1 m	sandiger Lehm mit nordischen Geschieben, dunkelgrau mit Rostflecken, die unteren 50 cm etwas sandiger	„
– 7,0 m	Mittel- und Grobsand mit wenig Kies, bräunlich	Mittelterrasse der Weser
– 9,0 m	Mittel- und Grobsand mit Mittelkies, bräunlich	„
– 14,0 m	gemischter Kies mit Mittelsand und wenig Grobsand, grau; in den unteren 50 cm mehr Grobkies und einige kantige Steine	„
– 17,9 m	Grob- und Mittelkies mit Mittel- und Grobsand, grau; von 17,2 – 17,9 m einige größere Steine bis 15 cm $\phi$ ; keine nordischen Gesteine	„
– 18,5 m	feinsandiger Ton mit Tonsteinplättchen, schwärzlichgrau	Oberhauertive (det. Koch)

### Bohrung Nr. 15

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst,  
Beobachtungsbrunnen 2. Ordnung, 1961

r 77 740, h 01 080; + 54 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,4 m	sandiger Lößlehm, humos, dunkelbraun	Weichsel-Kaltzeit
— 0,8 m	gelblichgrauer Lößlehm	"
— 1,4 m	Lößlehm, bräunlich, schwach fleckig	"
— 2,2 m	schluffig-toniger Feinsand mit Steinchen, grau	drenthestadialer Schmelzwassersand
— 3,0 m	kiesiger gemischter Sand, schwach lehmig, hellbräunlich	"
— 4,9 m	bunter Weserkies, gemischt mit Sand (einzelne Feuersteine)	Mittelterrasse der Weser
— 6,5 m	Mittelsand mit sehr wenig Kies, schwach rötlich bis hellgraugelblich	"

### Bohrung Nr. 16

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung 1964

r 81 500, h 00 990; + 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,2 m	feinsandiger Schluff, dunkelbraun, humos (Mutterboden)	Sandlöß und Talsand der Weichsel-Kaltzeit
— 1,6 m	feinsandiger Schluff, bräunlich	"
— 3,8 m	feinsandiger Schluff grünlichgrau, kalkfrei	"
— 4,4 m	kiesiger Sand mit nordischen Geschieben, graubraun	Drenthestadialer Schmelzwassersand
— 6,0 m	Sand, schwach kiesig, grau	"
— 9,9 m	Kies, Mittelkies, sandig, rötlichgrau	Mittelterrasse

### Bohrung Nr. 17

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 2. Ordnung, 1961

r 84 280, h 00 740; + 50 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,5 m	humoser lehmiger Sand, schwärzlichgrau	Drenthe-Grundmoräne
— 1,6 m	sandiger bis stark sandiger Lehm, grau, mit rostigen Flecken	"
— 2,6 m	dunkelgrauer sandiger Lehm, kalkfrei	"
— 6,0 m	Weserkies, rötlich bis graubunt, mit Kalksteinen	Mittelterrasse

### Bohrung Nr. 18

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung, 1961  
r 86 460, h 00 660; + 54 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 1,2 m	schwach lehmiger Sand, aufgefüllt, rostig, fleckig	Aufschüttung
– 1,4 m	toniger Schluff, graugrünlich	Holozän
– 3,5 m	Feinsand; sehr wenig Feinkies, Mittel- und Grobsand, grau	oder Talsand
– 7,2 m	Sand/Feinkies-Gemisch, grau; Wesermaterial + nordisches Material	Nachschütt sand
– 7,8 m	lehmiger Sand mit nordischen Geschieben bis 8 cm $\phi$ , zementiert, rostiggelblich verwittert, gemeißelt	Drenthe-Grundmoräne
– 12,7 m	Mittel- und Feinkies mit Sand, rötlich bis bunt (nur Wesermaterial)	Mittelterrasse der Weser
– 13,0 m	toniger Schluff, dunkelgrau, kalkhaltig	„
– 14,5 m	Kies mit Sand, z. T. unrein und durch Kalkzement verkittet (kein nord. Material)	„
– 14,7 m	stark toniger Schluff, kalkhaltig	Oberhau terive
– 15,5 m	Tonstein, schwärzlichgrau	(det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 19

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst,  
Beobachtungsbrunnen 2. Ordnung, 1961

r 79 360, h 00 340; + 55 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,2 m	Feinsand, lehmig, braungrau, Sandlöß	Weichsel-Kaltzeit
– 0,9 m	Sand, feinkörnig, schwach rostfarbig	„
– 3,0 m	Mittel- und Feinsand mit wenig Feinkies, schwach grünlichgrau	Drenthestadiale Kamesbildung
– 8,0 m +	gemischter, z. T. kiesiger Sand, einzelne Gerölle bis 18 cm $\phi$ (im oberen Teil vorherrschend nordisch), viele kleine Schiefergeröllchen	„

# Bohrung Nr. 20

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 1. Ordnung, 1959, Grundwasser 0,75 m unter Gelände (6. 2. 58)  
r 81 090, h 99 890; + 49 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,05 m	humoser Lehm, braungrau	Drenthe-
— 2,0 m	Lehm mit wenig Feinkies	Grundmoräne
— 3,9 m	vorwiegend Sand (Feinsand mit etwas Mittelsand), schwach tonig, und etwas Kies (etwas Feinkies und wenig Mittelkies), bei 3,3 m stark tonig, mit einzelnen dünnen Lehmlagen	Mittelterrasse der Weser
— 4,30 m	Sand (Grobsand und wenig Mittelsand) und Kies (Feinkies, etwas Mittelkies und vereinzelt Grobkies), braun	„
— 6,50 m	überwiegend Sand (vorwiegend Feinsand und etwas Mittelsand) in einzelnen Lagen etwas Feinkies, hellgraubraun	„
— 6,60 m	Lage von fest verkittetem sandig-mergeligem Konglomerat (Kieskomponenten stofflich gleichartig wie im Liegenden), (gemeißelt)	„
— 7,40 m	Sand (Grobsand und Mittelsand) und Kies (Feinkies, etwas Mittelkies und wenig Grobkies), hellgraubraun und bunt	„
— 10,10 m	vorwiegend Kies (Feinkies, Mittelkies, wenig Grobkies) und Sand (etwas Mittelsand und etwas Grobsand)	„
— 11,70 m	vorwiegend Kies (Mittelkies, etwas Feinkies, vereinzelt Grobkies) und Sand (etwas Mittelsand, wenig Grobsand) gut gerundet, z T. kantige Geschlebe, braungrau und bunt; bei 10,5 m eine 10 cm mächtige Lage Konglomerat mit kalkig-mergeligem Bindemittel (gemeißelt)	„
— 16,00 m	vorwiegend Sand (Mittelsand und etwas Grobsand) und Kies (Mittelkies, etwas Feinkies, vereinzelt Grobkies), gut gerundet, graubraun und bunt	„
— 21,50 m	vorwiegend Sand (vorwiegend Mittelsand, etwas Grobsand) und etwas Kies (etwas Feinkies, wenig Mittel- und Grobkies), graubraun	„
— 22,00 m	vorwiegend Sand (Mittelsand und Grobsand) und Kies (etwas Feinkies, etwas Mittelkies, wenig Grobkies), bräunlichgrau	„
— 22,20 m	graubrauner sandiger Tonstein mit Brocken von blauschwarzem (unzersetztem) Tonstein	Unterhauertive (det. Koch)

## Bohrung Nr. 21

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrunnen 1. Ordnung, 1959. Poggenkrug in Hille  
r 83 900, h 99 670; + 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 1,2 m	feinsandiger Lehm (aufgefüllt)	künstliche Aufschüttung
– 1,6 m	feinsandiger Lehm, grau, mit Rostflecken	Weichsel-Kaltzeit
– 2,2 m	feinsandiger Lehm, hellgrau, schwach rosthaltig, Lößlehm	„
– 8,0 m	Mittelsand, feinsandig, mit Kies, vorherrschend Mittelkies, rostfarbig	Mittelterrasse
– 12,8 m	gemischter Kies, vorherrschend Mittelkies, mit größeren wenig gerundeten Geröllen, mit viel Mittel- und Grobsand, bräunlich-rostfarbig. Bei 10 m eine durch Eisenement verkittete Kieslage. Bei 11 m ein eckiger, rötlicher Buntsandstein von 10 zu 5 cm. Ab 11,4 m bunter Weserkies mit weniger Sand	„
– 13,5 m	gemischter Sand mit Fein- und Mittelkies, schwach rötlich	„
– 15,0 m	schluffiger Ton, mit wenig Kies und wenig Sand, dunkelgrau	„
– 15,7 m	Tonstein, dunkelgrau	Hauterive (det. KOCH)

## Bohrung Nr. 22

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Kartierungsbohrung 1963  
r 79 050, h 99 420; + 53,4 m NN

Bearbeiter: WORTMANN --

– 1,7 m	Weißtorf, (Moostorf, jüngerer Hochmoortorf)	Holozän
– 5,0 m	Schwarztorf (Moostorf, älterer Hochmoortorf)	„
– 8,5 m	Niedermoortorf (Seggentorf)	„
– 10,0 m +	grauer toniger Schluff, kalkhaltig	„Jüngerer Talsand d. Weichsel-Kaltzeit



### Bohrung Nr. 23

Untersuchungsbohrung Moor-Versuchs-Station Bremen, 1956

r 79 750, h 99 120; + 50 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,70 m	zurückgesetzte Bunkerde	künstliche Aufschüttung
— 1,00 m	hellbrauner, wollgrashaltiger Bleichmoos- torf	Jungholozän
— 1,25 m	dunkelbrauner, sehr wollgrashaltiger Bleich- moostorf mit Heideresten	„
— 2,25 m	wie vor, etwas stärker zersetzt	„
— 2,75 m	wie vor	„
— 3,00 m	wie vor, sehr viel Wollgras	„
— 3,50 m	wie vor, weniger Wollgras	„
— 4,00 m	wie vor, viel Wollgras	„
— 4,50 m	wie vor	„
— 5,00 m	dunkelgelbbrauner Moosseggentorf, wenig Holzreste	„
— 5,25 m	dunkelgelbbrauner Seggenmoostorf, Fie- berkleesamen	„
— 5,50 m	wie vor	„
— 5,60 m	wie vor, holzhaltig	„
— 5,75 m	schwärzlicher, stark zersetzter Torf, Seg- genreste	„
— 6,00 m	wie vor, jedoch muddereich, einige unzer- setzte Seggenreste	„
— 6,10 m	gelblichgrüne, kalkreiche, etwas tonige Mudde	Altholozän
— 6,15 m	grünliche, kalkreiche Tonmudde, Muschel- reste	„
— 6,25 m	grüner, kalkreicher Ton	Spätglazial

### Bohrung Nr. 24

Wasserwerk Südhemmern, Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd,  
Peilbrunnen 1, 1963

r 86 580, h 99 100; + 59 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 2,0 m	Lößlehm, braun	Weichsel-Kaltzeit
— 3,0 m	Grundmoräne, aufgearbeitet, enthält viel Weserschotter aus der Mittelterasse	Periglazialschutt der Weichsel-Kaltzeit

– 10,3 m	Weserkies, bräunlich rostig, entkalkt	Mittelterrasse
– 26,8 m	Weserkies, bläulichgrau, kalkhaltig, Gerölle bis über 20 cm $\phi$ . Sandlage von 0,8 m Dicke bei ca. 15 m	„
– 27,5 m	Tonstein, dunkelgrau	Oberhauertive (det. KNAUFF)

#### Bohrung Nr. 25

Wasser- und Schiffsamt Minden-Mittellandkanal

Moorbohrung 1909, ergänzt durch Kartierungsbohrung des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen, 1962, Grundwasser 0,5 m unter Gelände  
r 78 850, h 99 080; + 52 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 1,10 m	Weißtorf, (jüngerer Hochmoortorf)	Holozän
– 3,20 m	Schwarztorf (ält. Hochmoortorf)	„
– 6,30 m	Niedermoortorf (Verlandungstorf)	
– 7,00 m	grauer toniger Schluff, kalkhaltig	Jüngerer Talsand der Weichsel-Kaltzeit

#### Bohrung Nr. 26

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Versuchsbrunnen 1,  
Grundwasser 6,27 m unter Gelände (22. 3. 61)

r 86 460, h 98 780; + 57 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 1,7 m	stark sandiger Lößlehm, bräunlich	Weichsel-Kaltzeit
– 2,3 m	Feinstsand, rostig, fest verkittet, sandsteinartig	Eem-Warmzeit (Bodenrest)
– 9,2 m	Sand mit Mittelkies, rostfarbig-bräunlich	Jüngerer Teil der Mittelterrasse
– 10,8 m	Schluff, schwach rötlich	
– 12,0 m	Sand mit Kies, z. T. Grobkies, schwach rostfarbig	„
– 15,6 m	Kies mit wenig Sand, graubunt (typischer Weserschotter)	„
– 16,4 m	Schluff, schwach rötlich, mit rostigen Einlagerungen	Holstein-Warmzeit (Bodenrest)
– 20,2 m	Sand mit viel Kies, meist Fein- und Mittelkies, schwach rostfarbig	älterer Teil der Mittelterrasse
– 20,7 m	Tonstein dunkelgrau, mit Bruchstücken von schwärzl. Sandstein und hellgrünlich-bläulichen Gesteinen	Oberhauertive (det. KNAUFF)

## Bohrung Nr. 27

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Untersuchungsbohrung Nr. 2, 1960; Grundwasser 1 m unter Gelände (20. 8. 67)

r 81 500, h 98 740; + 48 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

(etwa 1 – 1,5 m Hochmoor sind abgetorft)

– 0,3 m	<i>Sphagnum</i> -Torf mit Wollgras, mäßig bis stark zersetzt, bräunlich	Holozän
– 3,2 m	Niedermoortorf, stark zersetzt, schwärzlich	„
– 3,6 m	schwach sandige Tonmudde, bräunlich-grünlich, mit Schalenresten; stark kalkhaltig	„
– 4,2 m	toniger Sand mit Schalenresten von Schnecken und Muscheln, dunkelgraugrünlich	„
– 5,3 m	grauer, humusstreifiger Schluff mit sehr wenig Feinkies, (einige Feuersteinbröckchen); kalkhaltig	Weichsel-Periglazial
– 5,5 m	stark humoser torfiger Schluff, kalkhaltig	Eem-Warmzeit
– 6,4 m	stark zersetzter Niedermoortorf, einzelne Schneckenschalen und kleine Steine	„
– 7,0 m	gelbliche unreine kalkhaltige Mudde, oben mit Pflanzenresten	„
– 17,0 m	grauer Feinsand mit ganz vereinzelt Feinkiesen; im oberen Meter schwach kalkhaltig	Kames-ablagerungen Drenthe-Stadium
– 22,0 m	hellgrauer gemischter Sand mit sehr wenig Kies, meist Feinkies (N : M : P = 24 : 56 : 20)	„
– 28,0 m	dunkelgrauer gemischter Sand mit etwas mehr Grobsand als vorher und etwas mehr Kies, stellenweise mit Tonknollen. Von 22,0 – 22,8 m mehr Kies und kalkhaltig (N : M : P = 34 : 53 : 13)	„
– 29,0 m	wie vor, jedoch erheblicher Kiesanteil, auch größere Steine bis 10 cm $\phi$ (meist nordische Geschiebe, (N : M : P = 18 : 66 : 16); kalkhaltig. Bei 28,0 – 28,1 m humose Lage	„
– 38,6 m	grauer Sand mit wechselndem Kiesgehalt, vorherrschend Wesermaterial, daneben nordische Geschiebe (dunkelgraue Feuersteine u. a.), dunkle Tonsteingerölle; bei 36,0 m Häufung von Tonsteingerölle; kalkhaltig	„
– 38,8 m	dunkler schwärzlicher Tonstein	Valendis

# Bohrung Nr. 28

Moor-Versuchs-Station Bremen, 1956

r 81 100, h 98 670; + 49 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,10 m	dunkelbrauner Bleichmoostorf mit Heide- und Wollgrasresten	Holozän Hochmoortorf
– 0,30 m	brauner Bleichmoostorf mit Wollgras	„
– 0,75 m	brauner wollgrasreicher Bleichmoostorf	„
– 1,50 m	gelbbrauner Astmoos-Seggentorf mit einigen Schilffresten, viel Fieberkleesamen, viel Erlenholz	Niedermoortorf
– 1,75 m	wie vor, jedoch weniger Holz	„
– 2,00 m	wie vor, jedoch sehr holzreich (weich)	„
– 2,25 m	dunkelbrauner, stark zersetzter Torf, wenig Holz	
– 2,40 m	wie vor, einige unzersetzte Seggenreste	
– 2,50 m	schwärzlich-gelber sehr stark zersetzter Torf	„
– 3,25 m	schwärzlich-gelber, stark zersetzter Seggentorf	„
– 3,50 m	wie vor, im unteren Teil muddehaltig	„
– 3,75 m	schwärzlich-gelber, muddehaltiger Torf mit Holz	
– 3,90 m	dunkelbraune Torfmudde	„
– 4,00 m	schwarzbraune Torfmudde	„
– 4,05 m	wie vor, einige unzersetzte Seggenreste	„
– 4,25 m	gelbliche Kalkmudde mit viel Muschelresten	Altholozän
– 4,30 m	wie vor, mit einigen unzersetzten Seggenresten	„
– 4,35 m	kalkreiche, grünliche Tonmudde mit Muschelresten	„
– 4,50 m	kalkreicher, grünlicher Ton	Spätglazial

# Bohrung Nr. 29

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Versuchsbohrung Nr. 9, 1960  
r 84 030, h 98 490; + 48 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,4 m	Lößlehm, stark humos, graubraun	Weichsel-Kaltzeit
– 2,0 m	Lößlehm, rost- und graufleckig, mit Fe-Anreicherung	„
– 2,6 m	oben gelblicher, dann grünlichgrauer sandiger Lehm mit Feuersteinen und anderen nordischen Geschieben, wenig einheimische Kiese; kalkfrei	Drenthe-Grundmoräne
– 2,9 m	tonig-schluffiger Sand, bläulich-grün; kalkfrei	Beckenschluff, glazilimnisch und fluvioglazial
– 7,0 m	hellgrauer Sand mit wenig Kies, kalkfrei (N : M : P = 21 : 33 : 46) (mesozoisches Material hauptsächlich aus dem Wiehengebirge)	„
– 7,2 m	dunkelgrauer (?) humoser Schluff mit wenig Feinsand	„
– 12,2 m	hellgrauer Sand mit wenig Kies, z. T. etwas tonig und mit vereinzelt Tonknollen, z. T. stark feinsandig, kalkfrei (N : M : P = 1 : 73 : 26); lagenweise bei Erhaltung von Kalksteinen noch schwach kalkhaltig	Jüngerer Teil der Mittelerrasse
– 12,5 m	graubunter Sand und Kies (vorwiegend Fein- und Mittelkies), kalkhaltig	„
– 20,5 m	hellgrauer, schwach rötlicher Sand mit wenig Kies	„
– 23,0 m	wie vor, jedoch etwas dunkler grau, Abtragungslücke	„
– 25,8 m	hellgrauer, schwach bräunlicher Fein- und Mittelsand mit wenig Kies; kalkhaltig, an der Oberfläche der Schicht eine Lage mit Pflanzen- und Wurzelresten	Älterer Teil der Wesermittelerrasse
– 26,4 m	dunkelgrauer kalkhaltiger kiesiger Ton mit Bruchstückchen von Tonsteinen	Obervalendis/ Unterhauertive (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 30

Prakla-Schußbohrung L 10/110, ergänzt durch Kartierungsbohrung des  
Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen  
r 88 630, h 98 280; + 57 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 1,3 m	Lößlehm	Weichsel-Kaltzeit
– 7,0 m	lehmiger Sand	Schmelzwassersand Drenthe-Stadium
– 17,0 m	„Kies“	Mittelterrasse
– 20,0 m	„Schieferon“	Unterhauterive

### Bohrung Nr. 31

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Nr. 13, 1960  
r 85 150, h 98 180; + 48 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,4 m	stark humoser, schwärzlich-bräunlicher Löß- lehm	Weichsel-Kaltzeit
– 1,2 m	hellgraugelblicher sandiger Lößlehm	„
– 2,0 m	rostigbrauner stark lehmiger Sand mit we- nig Kies	Drenthe- Grundmoräne
– 6,0 m	gelblicher, z. T. sehr schwach grünlicher Mittelsand (+ Feinsand, mit sehr wenig Kies), z. T. stärker feinsandig	Schmelzwassersand
– 12,5 m	rötlicher Fein- und Mittelsand, ohne Kies	Mittelterrasse
– 16,0 m	dunkelgrauer Mittelsand mit Feinsand; bei 13,8 – 14 m nicht kalkhaltig, bei 15,7 – 15,9 m dunkelrostfarbige ort- steinartige Verkittungen (kalkhaltig)	„
– 20,0 m	gemischter Sand mit viel Kies bis 5 cm $\phi$ , Wesermaterial (1 nord. Granit), kalkhaltig	„
– 21,5 m	dunkler Tonstein, z. T. mit Sand vermischt	Obervalendis (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 32

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Untersuchungsbohrung 1, 1960  
r 80 720, h 98 170; + 48,21 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 3,2 m	Torf, schwarz, stark zersetzt	Holozän
— 4,0 m	Kalkmudde, graugelblich mit viel Schne- kenschalen	„
— 4,6 m	dunkelgraue feinsandige Tonmudde mit Schneckenschalen und organischen Resten, kalkhaltig	„
— 4,8 m	schwach rötlicher grauer Schluff mit sehr wenig Feinkies, kalkhaltig	Jüngerer Talsand
— 9,0 m	grauer toniger Schluff bis stark schluffiger Ton, stark kalkhaltig	„
— 9,1 m	Geröll-Lage mit wenig Sand, nur rötliche Sandsteine: Buntsandstein und Wiehenge- birgsquarzite bis 8 cm $\phi$	Solifluktuationsmaterial der Weichsel- Kaltzeit
— 13,2 m	grauer schwach grünlicher Feinsand; oben schwach, nach unten zunehmender Kalk- gehalt	Älterer Talsand
— 15,5 m	bunter Sand und Kies, bis 8 cm $\phi$ (N : M : P = 0 : 70 : 30); stark kalkhaltig	Mittelterrasse
— 16,0 m	dunkelgrauer sand. Tonstein, kalkhaltig	Wealden (?) (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 33

Wasserwerk Südhemmern, Versuchsbohrung Nr. 16, 1960  
r 86 320, h 97 990; + 49 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,7 m	stark humoser sandiger Lehm mit Ge- schieben	künstliche Aufschüttung
— 0,8 m	schwärzlich bräunlicher Niedermoortorf, gut zersetzt	Holozän
— 1,8 m	grauer toniger Schluff, mit Wurzelresten	„
— 2,2 m	grauer gemischter Sand, Fein- und Mittel- sand mit etwas Grobsand, kalkhaltig	Mittelterrasse
— 17,2 m	graubunter Kies mit Sand, bei etwa 9 m rötliche Sandsteinbrocken, bis 20 cm $\phi$ , bei 6 m kalkhaltig + Kalksteine (typische Gerölle der Wesermittelterrasse)	„
— 18,0 m	grauer Tonstein	Valendis

Anmerkung: Ab 1,8 m stark kalkhaltig

### Bohrung Nr. 34

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Versuchsbohrung Nr. 8, 1960  
r 83 770, h 97 950; + 45,9 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,20 m	grauschwarzer, stark humoser lehmiger Feinsand, spaltenfüllend bis 0,4 m	Holozän
– 4,00 m	Niedermoortorf, stark zersetzt, einzelne weiche Hölzer; bis 0,5 m krümelig-erdig, dann speckig	"
– 4,50 m	bräunlichgrauer, feinsandiger kalkhaltiger Ton mit Sand, kleinen Geröllen sowie Pflanzenresten und -wurzeln	Jüngerer Talsand der Weichsel-Kaltzeit
– 5,00 m	grauer, kalkhaltiger, toniger Sand mit Steinen (N : M : P = 12 : 68 : 20)	Solifluktion der Weichsel-Kaltzeit
– 7,00 m	grauer, kalkhaltiger, tonig-schluffiger Feinsand und vereinzelt kleine Gerölle	Älterer Talsand
– 17,10 m	grauer gemischter Sand, vorherrschend Mittel- und Feinsand, wenig Grobsand bis Feinkies, stellenweise kalkhaltig, bei 8,3 m einige cm humose Einlagerungen	Kames-Sand Drenthe-Stadium
– 27,00 m	wie vor, jedoch stärker kalkhaltig	"
– 31,06 m	Mittel- und Grobsand mit Feinkies, kalkhaltig (N : M : P = 28 : 68 : 4),	"
– 31,55 m	dunkelgrauer Tonstein	Obervalendis bis Unterhauertive (det. KNAUFF)

### Bohrung Nr. 35

Wasserwerke Nettelstedt, ergänzt durch Kartierungsbohrung des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen, 1962

Grundwasserspiegel:

+ 49,0 m NN vor Pumpversuch am 12. 1. 1948

+ 46,45 m NN bei Entnahme von 39 m<sup>3</sup>/h

r 80 170, h 97 820; + 50,25 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,50 m	dunkelbrauner Feinlehm, humos, Löß	Weichsel-Kaltzeit
– 1,80 m	bräunlicher Feinlehm	"
– 3,80 m	graufleckiger bis rostiger sandiger Lehm	Drenthe-Grundmoräne
– 12,60 m	grauer scharfer Sand und Kies	Mittelterrasse
– 13,85 m	dunkelgrauer Tonstein	Unterer Wealden?



### Bohrung Nr. 36

Bohrpunkt 38 der Moorversuchsstation Bremen. 1956

r 84 500, h 97 680; + 46,25 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,30 m	schwarzbrauner, schwach toniger, eisen-schüssiger Seggentorf	Holozän Niedermoortof
– 0,75 m	brauner Seggen-Braunmoostorf mit Fieber- kleesamen	
– 1,00 m	wie vor, etwas holzartig	"
– 1,50 m	dunkelbrauner Braunmoos-Seggentorf	"
– 2,00 m	grauer, muddeartiger Seggentorf, kalkhaltig, mit einigen unzersetzten Resten	"
– 2,30 m	Lebermudde, im unteren Teil schwach tonig	Altholozän
– 2,35 m	graue Tonmudde	"
– 2,40 m	grauer, grobsandiger, fester Ton	Spätglazial

### Bohrung Nr. 37

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Versuchsbohrung 19, 1960

r 87 260, h 97 020; + 46 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 2,1 m	braunschwarzer, stark zersezter Nieder- moortorf	Holozän
– 5,2 m	dunkelgrauer, muddiger Ton, mit wenig Pflanzenresten, wenig Feinsand und ganz vereinzelt Kiesstückchen	"
– 9,8 m	bräunlichgrauer gemischter Sand, zumeist Feinsand	Kames-Bildungen Drenthe-Stadium
– 18,0 m	grauer Mittel- und Feinsand, etwas gröber als vorher	"
– 22,4 m	Feinsand und weniger Mittelsand, etwas schluffiger als vorher	"
– 26,0 m	hellgrauer, schwach schluffiger Mittel- und Feinsand, mit wenig Feinkies	"
– 32,2 m	hellgrauer Mittel- und wenig Grobsand, mit etwas Kies bis 4 cm $\phi$	"
– 34,0 m	Sand mit Tonsteinbrocken	Mittelvalendis (det. KNAUFF)

# Bohrung Nr. 38

Wasserbeschaffungsverband Wiehengebirge-Süd, Versuchsbohrung 11, 1960  
r 84 680, h 96 970; + 45,5 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 0,9 m	schwarzbrauner Niedermoortorf, gut zersetzt	Holozän
— 1,5 m	feinsandiger Mudde-Torf mit Schnecken- schalen-Bruch	"
— 2,9 m	mittelgrauer, feinsandiger Schluff, mit we- nig Grobsand und Feinkies, vereinzelt Kalkschalen-Bruch	Jüngerer Talsand der Weichsel- Kaltzeit
— 8,0 m	grau-rötlicher Feinsand mit wenig Schluff, nach unten etwas mehr Mittelsand	Kames- Ablagerungen
— 13,0 m	rosa Feinsand mit etwas mehr Mittelsand, untere Meter feiner	Drenthe-Stadium
— 20,5 m	grauer, schwach rötlicher Feinsand mit et- was Mittelsand	"
— 24,0 m	mittelgrauer Feinsand mit wenig Schluff, mit schwach rötlichen Lagen	"
— 26,7 m	dunkelgrauer Schluff mit Ton- und Fein- sand, sehr vereinzelt Feinkies-Stückchen, unten etwas mehr, stark kalkhaltig. Fein- kies bei 26,6 — 26,7 m; wenig Wesermate- rial, hauptsächlich benachbartes Mesozoi- kum (? Wealden), Restquarze, etwas mehr nordische als Wesergerölle	"

# Bohrung Nr. 39

Wasserwirtschaftsamt Minden, Landesgrundwasserdienst, Beobachtungsbrun-  
nen 1. Ordnung, 1958; Grundwasser 7,4 m unter Gelände (13. 1. 58)

r 82 300, h 96 910; + 60 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

— 1,80 m	Lößlehm, bräunlichgrau	Weichsel-Kaltzeit
— 3,20 m	überwiegend Mittelsand und Grobsand, et- was Feinkies, braungrau; bei 3,2 m etwas eingestreute Fein- und Mittelkiese	Schmelzwassersand Drenthe-Stadium
— 5,10 m	überwiegend Sand (Grobsand und Mittel- sand) und Kies (etwas Feinkies, wenig Mittelkies), braungrau, viel nordisches Ma- terial	"
— 7,90 m	vorwiegend Sand (Mittelsand und etwas Grobsand), etwas Feinkies und etwas Mit- telkies, graubraun, viel nordisches Material	"

– 9,10 m	Sand (Mittelsand u. etwas Grobsand) und Kies (Feinkies, wenig Mittelkies, wenig Grobkies), graubraun, z. T. nordisches Material	Mittelterrasse
– 9,45 m	überwiegend Mittelsand, etwas Grobsand, wenig Feinkies, braungrau	„
– 10,60 m	überwiegend Sand (vorwiegend feiner Mittelsand und Feinsand, wenig Grobsand), vereinzelt Feinkies und Mittelkies, hellgraubraun	„
– 14,10 m	überwiegend Sand (feiner Mittelsand, Feinsand und wenig Grobsand), lagenweise vereinzelt Feinkies, graubraun	„
– 14,40 m	dunkelblau-grauer Tonstein, z. T. hellbraun-grau verlehmt mit braunen Verwitterungsrinden	Wealden (det. Koch)

#### Bohrung Nr. 40

Moor-Versuchs-Station Bremen, Untersuchungsbohrung 28, 1956

r 86 520, h 96 620; + 45,5 m NN

Bearbeiter: WORTMANN

– 0,25 m	toniger, eisenschüssiger Niedermoortorf	Holozän
– 0,95 m	schwarzgrauer, toniger Seggentorf mit unzersetzten Resten (Niedermoortorf)	„
– 1,00 m	Übergang zur weißgelben Kalkmudde	„
– 1,60 m	weißgelbe Kalkmudde mit sehr viel Muschelresten	Altholozän
– 1,75 m	graue, kalkreiche, tonige Mudde mit Muschelresten	„
– 2,10 m	graue, tonige, etwas kalkhaltige Mudde	„
– 2,25 m	grauer, etwas sandiger Ton	Beckenablagerung (Altholozän bis Spätglazial)

## H. Verzeichnis der Schriften und Karten

### SCHRIFTEN

- ALDINGER, H. & CLOSS, H.: Großblatt 60 Diepholz — Nienburg — Minden. — In: Erläuterungen zur Geotektonischen Karte von Nordwestdeutschland 1 : 100 000, S. 124–129, Celle 1949
- Anonymus: Endlich Baustellen am Mittellandkanal. — Die Weser (Monatsschrift des Weserbundes e. V.), **38**, S. 165–166, 3 Abb., Bremen 1964
- ARNOLD, H., BODE, H. & WORTMANN, H.: Erläuterungen zur Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000, Bl. Münster C 4310. — 323 S., 29 Abb., 4 Taf., 10 Tab., Krefeld 1960
- ARNOLD, H. & THIERMANN, A.: Westfalen zur Kreidezeit. Ein paläogeographischer Überblick. II. Die Unterkreide. — Natur u. Heimat, **27**, S. 1–7, 3 Abb., Münster 1967
- AVERDIECK, F.-R.: Zur Geschichte der Moore und Wälder Holsteins. — Ein Beitrag zur Frage der Rekurrenzflächen. — Nova Acta Leopoldina, N. F., **19**, Nr. 130, S. 4–152, 75 Abb., 4 Tab., Leipzig 1957
- : Palynologische Analyse von Bohrproben von Fundorten Mbl. Petershagen, Hartum, Lübbecke. — Unveröff. schriftl. Mitt. Palynolog. Lab. Inst. f. Ur- u. Frühgeschichte der Univ. Kiel. — Kiel 1966
- BACHMANN, M.: Untersuchung von Süßwasser- und Landmollusken aus dem Holozän der Blätter Lübbecke 3617 und Hartum 3618. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1970
- BAECKER, P.: Über altpleistozäne Flußrinnen und einige andere Probleme des Pleistozäns im Münsterland. — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh., **117**, S. 59–88, Taf. 6 u. 7, 10 Abb., Stuttgart 1963
- BARTENSTEIN, H. & BETTENSTAEDT, F.: Marine Unterkreide (boreal und Tethys). — In: Leitfossilien der Mikropaläontologie, S. 225–251, Taf. 17 u. 18, 33–41, Abb. 17–24, Berlin (Borntraeger) 1962
- BARTENSTEIN, H. & BRAND, E.: Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwestdeutschen Valendis. — Abh. senck. naturforsch. Ges., **485**, S. 239–336, Taf. 1–25, 3 Abb., Frankfurt/M. 1951
- BENADE, W.: Ergebnisse der Untersuchung des Moores von Moorbad Fiestel. — Unveröff. Manusk. a. d. J. 1939, Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld
- BOIGK, H.: Gedanken zur Entwicklung des Niedersächsischen Tektogens. — Geol. Jb., **85**, S. 861–900, 11 Abb., 1 Taf., Hannover 1968
- BRAND, E. & HOFFMANN, K.: Stratigraphie und Fazies des nordwestdeutschen Jura und Bildungsbedingungen seiner Erdöllagerstätten. — Erdöl u. Kohle, **16**, S. 437–450, 14 Abb., Hamburg 1963

- BRAUN, F.-J.: Über Bild und Alter der Stauchmoräne bei Ladbergen im nördlichen Münsterland. — Z. deutsch. geol. Ges., **104**, S. 531–532, Hannover 1953
- BRELIE, G. VON DER: Mitteilung über die Einstufung verschiedener Torfe aus dem Kartiergebiet Wiehengebirgsvorland. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1959
- — Bericht über die pollenanalytische Untersuchung von acht Torfproben aus der Bohrung auf Mbl. Nr. 3618 Hartum, r 81 500, h 98 740, vom 26. 8. 1960. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1960
- CORRENS, W.: Struktur und Eigenschaft der Tonminerale. — Ber. Forschungsstelle Deutsche Ziegelei-Industrie, **1**, Bonn 1955
- DAHM, H.-D.: Erläuterungen zur Bodenkartierung des Staatsforstes Minden zum Zwecke der forstlichen Standorterkundung. — 35 S., 41 Anl., Krefeld 1957. — [unveröff.]
- DECHEN, H. VON: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. **2**. — 933 S., Bonn (Henry) 1884
- DEWERS, F.: Das Diluvium. — In: Geologie und Lagerstätten Niedersachsens, **3**. Teil: Das Känozoikum, S. 53–267, Abb. 30–116, Oldenburg (Stalling) 1941
- DIENEMANN, W.: Bericht über die Aufnahmen für die geologische Übersichtskarte Blatt Minden 1 : 200 000, a) im Sommer 1930, b) im Sommer 1931. — Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1930
- — Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1 : 25 000, Blätter Melle 3716, Quernheim 3717, Oeynhaus 3718. — 145 S., 1 Taf., 6 Abb., 13 Tab., Berlin 1939
- DIENEMANN, W. & FRICKE, K. mit Beiträgen von W. HARRE, R. SCHMIDT-BERGER & S. SCHNEIDER: Mineral- und Heilwässer, Peloide und Heilbäder in Niedersachsen und seinen Nachbargebieten. — Geologie u. Lagerstätten Niedersachsens, **5**, 5. Abt., 476 S., 52 Abb., 24 Tab., Göttingen-Hannover 1961
- DIETZ, C. & PREUL, F.: Hydrogeologische Übersichtskarte 1 : 500 000, Erläuterungen zu Blatt Hannover. Unter Mitarbeit von H. BODE, W. DIENEMANN und H. UDLUFT und einem Beitrage von E. NATERMANN. — 128 S., 15 Tab., 17 Abb., 1 Kte., Remagen (Bundesanst. f. Landeskd.) 1955
- DRESSEL, W.: Über den Mittellandkanal und die für seinen Ausbau geplanten Maßnahmen. — Die Weser (Monatsschrift des Weserbundes e. V.) **39**, S. 165–168, 4 Abb., Bremen 1965
- DÜCKER, A. & MAARLEVELDT, G. C.: Hoch- und spätglaziale äolische Sande in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden. — Geol. Jb., **73**, S. 215–234, 8 Abb., 5 Tab., Hannover 1957
- ERDTMANN, G. E.: The acetylosis method. A revised description. — Svensk. bot. tidskr., **54**, S. 561–564, Uppsala 1960
- ERKWOH, F.-D.: Petrographie und Stratinomie im tonigen Sedimentationsraum der nordwestdeutschen tieferen Unterkreide. — Unveröff. Diss. Kiel 1956
- ERKWOH, F.-D., KNAUFF, W. & WORTMANN, H.: Das Wealdenprofil von Isenstedt, Kreis Lübbecke (Westf.). — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **7**, S. 383–402, 3 Taf., 4 Abb., 1 Tab., Krefeld 1964

- FABIAN, H.-J.: Die Aufschlußbohrung Ellerbürg Z 1 bei Lübbecke in Westfalen. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **18**, S. 423–428, 2 Abb., Krefeld 1971
- FIRBAS, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, I. Allgemeine Waldgeschichte. — 480 S., 163 Abb., Jena (Fischer) 1949; II. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. — 256 S., 18 Abb., 39 Tab., Jena (Fischer) 1952
- FRIESE, H.: Die Dinosaurierfährten von Barkhausen im Wiehengebirge. — 2. Aufl., 22 S., 14 Abb., Wittlager Heimathefte, **5**, Bad Essen 1967
- FRÖHLICH, R.: Berichte über Gravimeter-Messungen auf Mbl. Lübbecke — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1963, 1964 und 1967
- FÜCHTBAUER, H. & GOLDSCHMIDT, H.: Die Tonminerale der Zechsteinformation. — Beitr. z. Mineral. u. Petrogr., **6**, S. 320–345, 4 Abb., Heidelberg 1959
- GLASHOFF, H.: Ostracodenfaunen und Paläogeographie im Oxford NW-Europas. — Paläont. Z., **38**, S. 28–65, 2 Taf., 3 Abb., Stuttgart 1964
- GRAPE, U.: Der Formenwandel der BelemnitenGattung *Acroteuthis* STOLLEY in der nordwestdeutschen Unterkreide. — Beih. Ber. naturhist. Ges. Hannover, **5**, (Keller-Festschr.), S. 313–327, 6 Abb., Hannover 1968
- GRAMANN, F.: Schwamm-Rhaxen und Schwamm-Gesteine (Spongiolithe, Spiculite) aus dem Oxford NW-Deutschlands. — Geol. Jb., **80**, S. 213–220, 1 Taf., 1 Abb., Hannover 1962
- GRÜNHAGEN, H.: Mineralogische Untersuchung von 3 Proben aus dem Wealden von Mbl. Lübbecke (3717). — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1966
- GRUPE, O.: Bitumenführende Horizonte im nordwestdeutschen weißen Jura und ihre Bedeutung als Bildner schwefelwasserstoffhaltiger Grundwässer und Quellen. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **53**, S. 702–730, 3 Taf., 3 Abb., Berlin 1933.—[1933 a]
- , — Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1 : 25 000, Bl. Minden 3719. — 67 S., 2 Taf., Berlin 1933.—[1933 b]
- GRUPE, O., DIENEMANN, W. & HAACK, W.: Über die stratigraphische Stellung des Wiehengebirgsquarzites. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **50**, S. 16–28, Berlin 1929
- HAGELSKAMP, H. & MICHEL, G.: Die hydrogeologischen Grundlagen der Wasserversorgung des Regierungsbezirkes Detmold. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **20**, S. 1–25, 1 Taf., 3 Abb., 4 Tab., Krefeld 1970. — [Vorausdruck]
- HARBORT, E.: Die Schaumburg-Lippe'sche Kreidemulde. — N. Jb. Miner., Geol., Paläontol., **1903**, S. 59–90, 1 Tab., Stuttgart 1903
- , — Die Fauna der Schaumburg-Lippe'schen Kreidemulde. — Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **45**, 112 S., 12 Taf., 1 Abb., Berlin 1905
- HARBORT, E. & MESTWERDT, A.: Vorläufige Mitteilung über das geologische Profil des Mittelland-Kanals. — Z. deutsch. geol. Ges., **66**, Mber., S. 161–191, 6 Abb., Berlin 1915

- HAZEN, A.: Some physical properties of sands and gravels with special reference to their use in filtration. — *Annales Rep., Mass. State, B, Health*, **24**, S. 541–556, Massachusetts 1893
- HEERMANN, O.: Das niedersächsische Becken zwischen Weser und Ems. — In: *Symposium sobre Yacimientos de Petroleo y Gas.* — XX. Int. Geol. Congr., Tome V Europa, S. 91–95, 1 Taf., 1 Tab., Mexico 1956
- HESEMANN, J.: Quantitative Geschiebebestimmungen im norddeutschen Diluvium. — *Jb. preuß. geol. L.-Anst.*, **51**, S. 714–758, 1 Kte., Berlin 1931
- HILTERMANN, H. & KOCH, W.: Berichte über mikropaläontologische Untersuchungen auf den Meßtischblättern Hartum 3618 und Lübbecke 3617. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1958/1959. — [Einzelnachweis s. WORTMANN 1964, S. 348–350]
- HOYER, P.: Fazies, Paläogeographie und Tektonik des Malm im Deister, Osterwald und Süntel. — *Beih. geol. Jb.*, **61**, 249 S., 16 Abb., 3 Tab., 11 Faltaf., Hannover 1965
- HUCKRIEDE, R.: Molluskenfaunen mit limnischen und brackischen Elementen aus Jura, Serpulit und Wealden NW-Deutschlands und ihre paläogeographische Bedeutung. — *Beih. geol. Jb.*, **67**, 263 S., 32 Abb., 25 Taf., Hannover 1967
- IMEYER, F.: Vergleichend-stratigraphische Untersuchungen der Faziesverhältnisse des Oberen Jura von den Heersumer Schichten bis zu den Gigaschichten im Wiehengebirge und Teutoburger Walde. — *Veröff. naturw. Ver. Osnabrück*, **19**, S. 7–97, Osnabrück 1926
- — Die Entwicklung des Oberen Oxford im Teutoburger Wald und seine Beziehungen zu dem des Wiehengebirges. — *Veröff. naturwiss. Ver. Osnabrück*, **29**, S. 76–83, 2 Abb., Osnabrück 1960
- Jahresbericht der Wasserwirtschaft/Rechnungsjahr 1966. — *Nordrhein-Westfalen. — Wasser und Boden*, **19**, S. 200–206, 6 Abb., Hamburg 1967. — [zit. Jahresbericht 1966]
- JENSEN, W.: Der Ausbau des Mittellandkanals für das 1350 t-Schiff (Europa-Kahn). — *VDI-Z.*, **108**, S. 1625–1630, 10 Abb., Düsseldorf 1966
- KELLER, G.: Der stratigraphische Aufbau des Diluviums im nördlichen Vorland der Osnabrücker Mittelgebirgsschwelle. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1951**, S. 161–169, 3 Abb., Stuttgart 1951
- KEMPER, E.: Mikrofauna und Faziesfossilien im unteren Mittelvalendis Nordwestdeutschlands. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, **1961**, S. 87–94, 2 Tab., Stuttgart 1961. — [1961 a]
- — Die Ammonitengattung *Platylenticeras* (= *Garneria*). — *Beih. geol. Jb.*, **47**, 195 S., 18 Taf., 71 Abb., 3 Tab., Hannover 1961. — [1961 b]
- KLASSEN, H.: Stratigraphie und Fazies des tieferen Malm im Wiehengebirge und Teutoburger Wald. — *Veröff. naturwiss. Ver. Osnabrück*, **32**, S. 39–96, 2 Abb., 4 Anl.-Taf., Osnabrück 1968
- KLINGLER, W.: Zur Gliederung des Oberen Malm in NW-Deutschland. — *Erdöl u. Kohle*, **9**, S. 578–579, 1 Abb., Hamburg 1956
- KLÜPFEL, W.: Stratigraphie der Weserkette (Oberer Dogger und Malm unter besonderer Berücksichtigung des Ober-Oxford). — *Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F.*, **129**, S. 13–423, Teil I u. II, 3 Tab., Berlin 1931

- KNAUFF, W.: Berichte über mikropaläontologische Untersuchungen von Proben. — Unveröff. Ber. Archiv. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1959–1967. — [Einzel-Nachweis in WORTMANN 1964 a, Tab. Anh.]
- Bericht über mikropaläozoologische Untersuchungen von Proben aus dem Bett der Großen Aue bei Bad Fiestel. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt, Nordrh.-Westf., Krefeld 1967
- KOENEN, A. VON: Die Ammonitiden des Norddeutschen Neokoms. — Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **24**, 451 S., 55 Taf., 2 Abb., Berlin 1902
- KOERT, W.: Über eine epirogene Diskordanz an der Basis des Kimmeridge im östlichen Wiehengebirge nebst einem paläoklimatischen Beitrage. — Sitz.-Ber. preuß. geol. L.-Anst., **2**, S. 79–92, 1 Diagr., Berlin 1927
- LOHMANN, W.: Die geologischen Verhältnisse des Wiehengebirges von Barkhausen an der Hunte und Engter. — Jber. niedersächs. geol. Ver., **1**, S. 38–112, Hannover 1909
- Die Stratigraphie und Tektonik des Wiehengebirges. — Jber. niedersächs. geol. Ver., **3**, S. 41–62, 2 Taf., 1 Abb., Hannover 1910
- LÜTTIG, G.: Alt- und mittelpleistozäne Eisrandlagen zwischen Harz und Weser. — Geol. Jb., **70**, S. 43–125, 1 Taf., 16 Abb., Hannover 1954
- Heisterbergphase und Vollgliederung des Drenthe-Stadiums. — Geol. Jb., **75**, S. 419–430, 6 Abb., 1 Tab., Hannover 1959. — [1959 a]
- Eiszeit — Stadium — Phase — Staffel. Eine nomenklatorische Betrachtung. — Geol. Jb., **76**, S. 235–260, 3 Abb., Hannover 1959. — [1959 b]
- Methodische Fragen der Geschiebeforschung. — Geol. Jb., **75**, S. 361 bis 417, 3 Taf., 17 Abb., 1 Tab., Hannover 1959. — [1959 c]
- LUTZE, G. F.: Zur Stratigraphie und Paläontologie des Calloviens und Oxfordiens in Nordwestdeutschland. — Geol. Jb., **77**, S. 391–532, 20 Abb., 8 Tab., 13 Taf., Hannover 1960
- MARTIN, G. P. R. & WEILER, H.: Der Wealden in der Gegend von Barnstorf (Kr. Grafschaft Diepholz, Niedersachsen). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **113**, S. 30–64, Taf. 3–8, 4 Abb., Stuttgart 1963
- MATTHES, G. & THEWS, J. D.: Die Hydrogeologie in den Erläuterungen zur geologischen Karte 1 : 25 000. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, S. 415–419, Wiesbaden 1961
- MESTWERDT, A.: Bericht über Bad Fiestel und Umgebung. — Unveröff. Ber. aus dem Jahre 1909, Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld
- Die Bodenverhältnisse des Ems-Weser-Leine-Kanals. — Zeitschr. f. Bauwes., **1923**, S. 261–265, 6 Abb., Berlin (Hackebeil) 1923
- MICHAEL, F.: Paläobotanische und kohlenpetrographische Studien in der nordwestdeutschen Wealdenformation. — Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **166**, 79 S., 4 Taf., Berlin 1936
- OVERBECK, F.: Die Moore Niedersachsens. 2. Aufl., — Geologie u. Lagerstätten Niedersachsens, **3**, 4 Abt., 112 S., 56 Abb., 2 Taf., Bremen-Horn 1950,
- OVERBECK, F., MÜNNICH, K. O., ALETSEE, L. & AVERDIECK, F.-R.: Das Alter des „Grenzhorizontes“ norddeutscher Hochmoore nach Radiocarbon-Datierungen. — Flora, **145**, S. 37–71, 8 Abb., Jena 1957
- OVERBECK, F. & SCHNEIDER, S.: Mooruntersuchungen bei Lüneburg und Bremen und die Reliktnatur von *Betula nana* L. in Nordwestdeutschland. — Z. Bot., **33**, S. 1–54, Jena 1938



- PFAFFENBERG, K.: Stratigraphische und pollenanalytische Untersuchungen in einigen Mooren nördlich des Wiehengebirges. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **54**, S. 160–193, 2 Taf., 8 Abb., Berlin 1934
- PFAFFENBERG, K. & DIENEMANN, W.: Das Dümmerbecken. Beiträge zur Geologie und Botanik. — Veröff. Niedersächs. Inst. f. Landeskd. u. Landesentwicklung Univ. Göttingen, Reihe A, I, **78**, 121 S., 41 Abb., Göttingen — Hannover 1964
- PIETZNER, W.: Die Wasserbewirtschaftung der westdeutschen Schifffahrtskanäle. — Gas- und Wasserfach, **108**, S. 997–1002, 6 Abb., München 1967
- POST, L. VON & GRANLUND, E.: Södra Sveriges Tortvillgangar I. — Sver. geol. Unders., **19**, 1925
- REHAGEN, H.-W.: Bericht über palynologische Untersuchungen von Handbohrungen aus Moorböden, Meßtischbl. Hartum vom 10. 3. 1959. — Unveröff. Bericht Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1959
- — — Pollenanalytische Untersuchungen an Proben vom Punkt 5/428 Hartum. — Unveröff. Berichte Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1964
- Reichsverkehrsministerium (Hrsg.): Der Mittellandkanal. — 109 S., zahlr. Abb., 2 Faltkarten, Berlin (Volk und Reich) 1938
- ROEMER, F.: Die jurassische Weserkette. — Z. deutsch. geol. Ges., **9**, S. 581 bis 728, 2 Taf., Berlin 1857
- SCHMIDT, G.: Stratigraphie und Mikrofauna des mittleren Malm im nordwestdeutschen Bergland. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **491**, S. 1–76, 18 Taf., 2 Abb., 1 Kte., Frankfurt/M. 1955
- SCHMIERER, TH.: Bericht über eine Fauna aus der Kalkmudde aus dem Nettelstedter Moor auf Bl. Hartum. — Unveröff. Ber. aus dem Jahre 1932, Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld
- SCHNEIDER, F. K.: Erscheinungsbild und Entstehung der rhythmischen Bankung der altkretazischen Tongesteine Nordwestfalens und der Braunschweiger Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**, S. 353–382, 2 Taf., 13 Abb., 4 Tab., Krefeld 1964
- SCHOTT, W.: Paläogeographische Untersuchungen über den Oberen Braunen und den Unteren Weißen Jura Nordwestdeutschlands. — Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **133**, 51 S., 6 Taf., 13 Abb., Berlin 1930
- — — Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Malms. — In: Erdöl u. Tektonik in Nordwestdeutschland. — S. 129–135, 6 Abb., Hannover-Celle (Amt f. Bodenforsch.) 1949
- — — Nordwestdeutsches Wealdenbecken und Ostseebecken (Gedanken zur Paläogeographie des Wealden). — Geol. Jb., **85**, S. 919–940, 2 Taf., 1 Abb., Hannover 1968
- — — u. Mitarb. JARITZ, W. KOCKEL, F., SAMES, C. W., STACKELBERG, U. VON, STETS, J. & STOPPEL, D.: Zur Paläogeographie der Unterkreide im nördlichen Mitteleuropa mit Detailstudien aus Nordwestdeutschland. Bemerkungen zu einem Atlas. — Erdöl u. Kohle **20**, S. 149–158, 7 Abb., Hamburg 1967
- SEITZ, O.: Zur Paläogeographie des Korallenooliths. — Erdöl u. Kohle, **2**, S. 1–4, Hamburg 1949
- — — Über die Gliederung des Ober- und Mittelvalendis in NW-Deutschland. — Z. deutsch. geol. Ges., **101**, S. 137–145, 2 Tab., Stuttgart 1950

- SICKENBERG, O.: Säugetierreste aus dem Quartär des Raumes Minden (Sammlungen des Heimatmuseums Minden und des „Adolphinums“ in Bückeburg). — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1961
- SIEGERT, L.: Beiträge zur Kenntnis des Pliozäns und der diluvialen Terrassen im Flußgebiet der Weser. — Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **90**, 132 S., 17 Taf., Berlin 1921
- SOERGEL, W.: Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion. — Fortschr. Geol. Paläontol., **5**, 74 S., 1 Abb., Berlin 1921
- SPREITZER, H.: Die Pässe und Durchbruchstäler der Weserkette und des Wiehengebirges. — Wirtsch. Geogr. d. deutsch. Westens, **5**, S. 9–71, zahlr. Abb. u. Taf., Berlin 1939
- STADLER, G.: Bericht über Untersuchungen von 2 Gesteinsproben a) von Mbl. Lübbecke 3617 vom 16. 7. 1963, b) vom 26. 8. 1964 (Eickhorst) Mbl. Hartum (3618). — Unveröff. Ber. Archiv. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1963/1964
- , — Untersuchungen von 10 Gesteinsproben aus dem Bereich der Blätter Petershagen, Hartum, Lübbecke vom 10. 7. 1964. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1964
- , — Bericht über röntgenographische und mikroskopische Untersuchungen an Mergelproben aus dem Malm, Mbl. Lübbecke 3617 vom 30. 4. 1965. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1965
- STILLE, H. & BRINKMANN, R.: Der Untergrund des südlichen Oldenburg und der Nachbargebiete. — Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **116**, S. 75–112, Taf. 7 u. 8, 3 Abb., Berlin 1930
- STOLLEY, E.: Die Gliederung des norddeutschen marinen Unterneokoms. — Zbl. Miner. Geol. Paläontol., **1937**, B, S. 434–456, 497–506, Stuttgart 1937
- TEICHMÜLLER, M.: Inkohlungsbestimmungen an Proben aus zwei Flachbohrungen am Mittellandkanal, Kilometer 74,0 und 74,445. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1966. — [1966 a]
- , — Untersuchung einer Wealden-Kohlenprobe aus dem Tal der Großen Aue nördlich Bad Fiestel, Mbl. Lübbecke, 3617, r 70 750, h 03 630. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1966. — [1966 b]
- THIENHAUS, R.: Zur Paläographie der Korallenoolithherze des Wesergebirges. — Z. deutsch. geol. Ges., **109**, S. 49–62, Hannover 1957
- THIERMANN, A.: Die Ammonitengattung *Endemoceras* n. g. aus dem Unter-Hauterive von Nordwest-Europa. — Geol. Jb., **81**, S. 345–412, 6 Taf., 28 Abb., Hannover 1964
- , — Bericht über die Aufnahme des Profils der Grenzsichten Wealden/Serpulit — Münder Mergel an der rechten Böschung der Gr. Aue bei Bad Fiestel (Mbl. Lübbecke 3617). — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1966
- , — Bericht über die Bestimmung von Megafossilien aus dem oberen Wealden aus dem Gebiet des Blattes Lübbecke 3617. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1967

- — Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 25 000, Blätter 3707 Glanerbrücke / 3708 Gronau und 3709 Ochtrup. Mit Beiträgen von H.-W. REHAGEN und W. G. SCHRAPS. — 177 S., 3 Abb., 12 Tab., 4 Taf., Krefeld 1968
- WEBER, C. A.: Grenzhorizont und Klimaschwankungen. — Abh. naturwiss. Ver. Bremen, **26**, S. 98–106, Bremen 1926
- WIEDMANN, J.: Das Problem stratigraphischer Grenzziehung und die Jura/Kreide-Grenze. — *Eclogae geol. Helv.*, **61**, S. 321–386, 4 Abb., 4 Tab., Basel 1968
- WILL, K.-H.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 25 000, Bl. 3517 Rahden. — 90 S., 2 Abb., 1 Taf., Krefeld 1968
- WOLBURG, J.: Schwellen und Becken im Emsland-Tektogen mit einem paläogeographischen Abriß von Wealden und Unterkreide. — *Beih. geol. Jb.*, **13**, 115 S., 36 Abb., Hannover 1954
- WOLDSTEDT, P.: Die großen Endmoränenzüge Norddeutschlands. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **77**, S. 172–184, 1 Kte., Stuttgart 1926
- — Probleme der Terrassenbildung. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **2**, S. 36–44, 3 Abb., Öhringen/Württ. 1952
- — Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. — 2. Aufl., 467 S., 97 Abb., Stuttgart (Koehler) 1955
- — Über die Gliederung der Würm-Eiszeit und die Stellung der Löss in ihr. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **7**, S. 78–86, Öhringen/Württ. 1956
- WOLTERS, R.: Ausbildung und Lagerung der pliozän/pleistozänen Grenzsichten im niederrheinischen Grenzgebiet von Niederkrüchten/Brüggen. — *Geol. Jb.*, **69**, S. 339–348, 3 Abb., Hannover 1955
- WORTMANN, H.: Die Wiesentonmergel des Münsterlandes und ihre Böden. — Unveröff. Ber. Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1951
- — Neue Ergebnisse zur Frage der Weserterrassen nördlich der Porta Westfalica bei Minden. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **14**, S. 228, Öhringen/Württ. 1963
- — Gliederung, Lagerung und Verbreitung der Unterkreide im nördlichen Wiehengebirgsvorland. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **7**, S. 331 bis 352, 1 Taf., 1 Abb., 2 Tab., Krefeld 1964
- — Die morphogenetische Gliederung der Quartärbasis des Wiehengebirgsvorlandes in Nordwestdeutschland. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **19**, S. 227–239, 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Öhringen 1968
- — Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 25 000 von Nordrhein-Westfalen, Bl. 3619 Petershagen. Mit Beiträgen von H. KÜHN-VELTEN und G. MICHEL. — 119 S., 7 Taf., 30 Abb., 9 Tab., Krefeld 1968
- ZEIST, W. VAN: Some radio-carbon dates from the raised bog near Emmen (Netherlands). *Palaeohistoria*, **4**, S. 113–118, 1 Taf., 2 Abb., Groningen 1955

## KARTEN

- Geologische Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westphalen 1 : 80 000.  
Section Minden, bearb. von H. v. DECHEN. — Bonn 1856—1859
- Geologische Karte des Deutschen Reiches 1 : 500 000, Section 13 Hannover,  
bearb. von R. LEPSIUS. — Gotha 1894—1897
- Geologische Übersichtskarte von Deutschland 1 : 200 000, Blatt Minden, bearb.  
von W. DIENEMANN. — Hannover 1948
- Geologische Übersichtskarte von Nordwestdeutschland 1 : 300 000, bearb. von  
H. J. MARTINI, P. WOLDSTEDT et al. — Hannover 1951
- Karte der nutzbaren Lagerstätten und Gesteine Niedersachsens 1 : 100 000,  
Bl. 46 Lübbecke, bearb. von J. WOLBURG, K. FRICKE, K. PFAFFENBERG,  
O. MÜRRIGER, W. DIENEMANN u. H. HALLER. In: Karte der nutzbaren  
Lagerstätten und Gesteine Niedersachsens. — Veröff. Niedersächs. Amt  
f. Planung u. Statistik, Reihe K, 1, Bremen (Dorn) 1952
- Gewässerkundliche Karten von Nordrhein-Westfalen 1 : 300 000 (3 Kten.), bearb.  
von K. SCHNELL. — Düsseldorf (Min. f. Ernähr., Landwirtsch. u. Forsten  
d. Landes Nordrh.-Westf.) 1955